

LA EDIFICACIÓN INDUSTRIALIZADA ANTE EL RETO DEL BUILD TO RENT



- Taller de trabajo es una metodología de trabajo en la que se integran la teoría y la práctica.
- Se caracteriza por la investigación, el aprendizaje por descubrimiento y el trabajo en equipo que, en su aspecto externo, se distingue por el acopio (en forma sistematizada) de material especializado acorde con el tema tratado teniendo como fin la elaboración de un producto tangible.
- Un taller es también una sesión de entrenamiento. Se enfatiza en la solución de problemas, capacitación, y requiere la participación de los asistentes.

17 de junio de 2020

[Edificación industrializada.](#)

["BUILD TO RENT" CONSTRUIR PARA ALQUILAR. Forward Funding vs Forward Purchase.](#)

'Libro Blanco' sobre la industrialización en el sector de la edificación

Del porqué del auge del Build to Rent (BTR) y cómo puede impulsarlo la construcción industrializada

El Build to Rent (BTR). No es una moda, es una realidad. Pero no nos quedemos ahí, profundicemos algo más. ¿Realmente con los costes de suelo actuales, en las ubicaciones idóneas para el alquiler y los costes de obra convencionales creemos que hay margen para el BTR tal y como lo entendemos en vivienda libre?, además, ¿Es viable reconvertir proyectos destinados a la venta en alquiler y salir airoso con nuestros inversores? Llegamos al concepto que realmente queremos transmitir como una de las soluciones posibles a la situación actual del mercado del alquiler y es el BTR, sí, pero de vivienda "Asequible". Vamos a entrar de lleno, por tanto, en las posibilidades que tenemos reales de desarrollo de este producto inmobiliario. Entendemos el BTR actualmente viable bajo el prisma de una construcción industrializada de calidad. En fábrica la mano de obra cualificada necesaria es eminentemente menor, los costes de obra se mantienen constantes y sólo son susceptibles a las fluctuaciones en los materiales, eminentemente menores que las fluctuaciones que sufrimos en la mano de obra en la construcción tradicional, una reducción de plazos que

>Para aprender, practicar.

>Para enseñar, dar soluciones.

>Para progresar, luchar.

Formación inmobiliaria práctica > Sólo cuentan los resultados



lógicamente redundante en una pronta puesta en carga del activo y por último y más importante la necesidad absoluta de diseñar, desde el proyecto, productos específicos para el BTR. Debemos industrializar desde el proyecto, sus volúmenes, materiales, calidades y soluciones constructivas. Todas ellas deben ir dirigidas eminentemente a reducir a la mínima expresión los costes de construcción iniciales, el plazo de ejecución y más importante aún, los costes de mantenimiento y rotación.

El Grupo Avintia, grupo industrial líder en el sector constructor-inmobiliario en nuestro país, está preparando el primer 'Libro Blanco' sobre la industrialización en el sector de la edificación, que verá la luz en el cuarto trimestre de 2020, tal y como avanzó la compañía el pasado mes de diciembre cuando lanzó el primero de los tres White Papers de los que constará el manual, en el que abordaba el origen, los fundamentos y la proyección de la construcción industrializada.

Hoy ve la luz el segundo de estos documentos, para el que Grupo Avintia ha contado con reconocidos expertos de organizaciones líderes en sus respectivos sectores, como es el caso de Vollert, Picharchitects, Neiner Homes o Schneider Electric España, además de Avintia Inmobiliaria y Avintia Construcción. Este White Paper, como continuidad de la primera entrega, pone el foco en la confluencia entre innovación, arquitectura y sostenibilidad; y, en concreto, en cómo se relacionan todos los eslabones de esta industria.

"El White Paper nos acerca aún más a un abordaje integral de la industrialización y contribuye así a nuestro objetivo de proporcionar al sector información única y de calidad en torno a la edificación offsite, clave para lograr la transformación del sector constructor e inmobiliario", explica José Ignacio Esteban, Director General de Avintia Industrial. "En Grupo Avintia estamos centrados en la innovación, para lo que creemos fundamental impulsar la industrialización, ya que aporta ventajas que van más allá de los plazos y los costes al hacer posible el equilibrio entre diseño -arquitectura-, proceso industrial y encaje en el entorno, posibilitando una experiencia de vida sostenible, plena y de máximo respeto por el medioambiente", añade.

A fin de dar una visión global del proceso constructivo como nexo de unión entre innovación, arquitectura y sostenibilidad, el White Paper consta de seis capítulos en los que se tratan temas que van desde el auge del Built to Rent y cómo puede impulsarlo la industrialización, hasta los beneficios de la edificación offsite en cuanto a eficiencia energética, pasando por su contribución a reducir los problemas de escasez de vivienda y de calidad derivados del modelo de construcción tradicional, o cómo puede suponer un acercamiento a modelos empresariales basados en la economía circular. Todos ellos han sido elaborados por expertos de compañías como Vollert, especialistas en tecnología punta de maquinaria e instalaciones para fábricas de última generación; el despacho de arquitectura internacional, referente en sostenibilidad, Picharchitects; la promotora especializada en residencial de primera y segunda vivienda de calidad,



Neinor Homes; y Schneider Electric, especialista global en gestión de la energía y automatización.



El primer documento del futuro Libro Blanco de la Industrialización de la Construcción se componía de siete artículos escritos por diferentes expertos que pusieron su expertise y su know how al servicio de Grupo Avintia para tratar temas como el empleo de la metodología BIM, la eficiencia y sostenibilidad o la digitalización de los procesos, todos ellos aplicados a la construcción industrializada. En concreto, además de Grupo Avintia, que lidera el proyecto, el texto contó con la participación de la promotora inmobiliaria con más de 100 años de historia Metrovacesa, y de Porcelanosa, multinacional de referencia en el mercado nacional e internacional, a través de Butech, su rama de ingeniería para el desarrollo de soluciones técnicas. Así como de profesionales de Cemex Ventures, capital riesgo corporativo de CEMEX dedicado a invertir en startups, emprendedores y universidades con el objetivo de promover la construcción de edificios y ciudades inteligentes; y de Castelatto, especializado en ofrecer soluciones en pavimentos y revestimientos arquitectónicos en hormigón para todos los espacios y estilos.



NRO. 02. JUN.2020

AVINTIA INDUSTRIAL

White Paper sobre la Industrialización de la Construcción_

Avintia
Grupo



— Índice

05	Editorial
07	Nuevos sistemas de construcción para la creación de espacios habitables en todo el mundo. Björn Brandt
13	Del porqué del auge del BTR y cómo puede impulsarlo la construcción industrializada. Roberto Campos
19	Industrializar la construcción, una alternativa hacia la sostenibilidad. Felipe Pich-Aguilera Baurier y Teresa Batlle Pagés
25	Del “Diseñar para Construir” al “Diseño para la Fabricación y Montaje” Lucas Galán
31	La industrialización de la construcción es una apuesta firme para alcanzar la eficiencia energética. José Luis Cabezas
37	Modelo Industrializado vs Modelo Tradicional Francisco Nisa González

— Editorial

“La vida no es aceptable a no ser que el cuerpo y el espíritu vivan en buena armonía, si no hay un equilibrio natural entre ellos y si no experimentan un respeto natural el uno por el otro.”

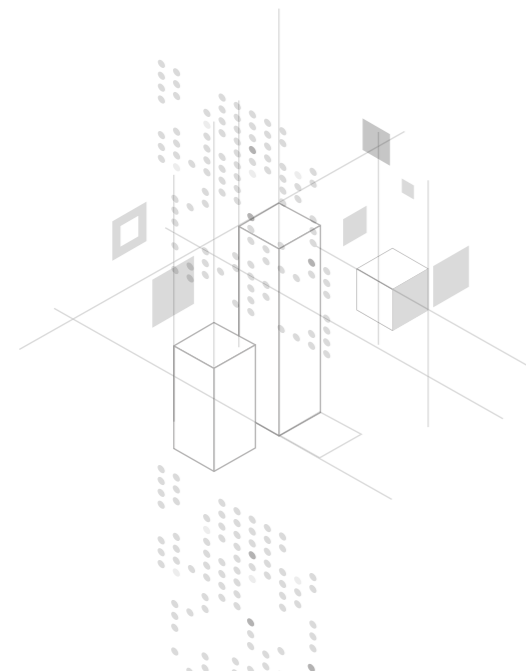
D. H. Lawrence

Si en nuestro primer número de White Paper sobre la industrialización de la construcción, analizábamos su origen, fundamentos y proyección, en esta nueva edición, ponemos el foco en la confluencia entre innovación, arquitectura y sostenibilidad, en cómo se relacionan todos los eslabones de esta industria.

En los últimos años el término economía circular ha tomado mayor relevancia en muchos sectores y en especial en el constructor e inmobiliario. Consiste en un concepto relacionado con el aprovechamiento de los recursos: mientras que la economía lineal, plantea el aprovechamiento de estos desde un principio hasta un final, la circular trata

de reutilizarlos insertándolos de nuevo en el proceso. Un proceso donde el equilibrio entre diseño -arquitectura-, proceso industrial y encaje en el entorno generen en los usuarios una experiencia de vida sostenible, plena y de máximo respeto con el entorno.

Todo ello configura un nuevo abecé en la concepción y desarrollo de esta modalidad constructiva, la industrializada, cuya hoja de ruta, si bien ya venía tomando forma y consistencia, se ha visto impulsada de manera exponencial por las nuevas circunstancias, contribuyendo a una profunda transformación de sector al tiempo que aportando nuevos valores y beneficios a la sociedad.





INDUSTRIALIZACIÓN

— Nuevos sistemas de construcción para la creación de espacios habitables en todo el mundo



ESCRIBE:

Björn BrandtMiembro de la Gerencia General
Vollert Anlagenbau GmbH

Ingeniero industrial por la Universidad de Kaiserslautern con más de 15 años de experiencia en la industria de prefabricados de hormigón, incluyendo proyectos de gran envergadura en Europa, Asia, Rusia y Sudamérica. Desde 2013 es Gerente del Área de Sistemas y Tecnologías para la producción de prefabricados de hormigón; En 2019 fue nombrado Miembro de la Gerencia General de Vollert Anlagenbau.

Los nuevos sistemas de construcción con prefabricados de hormigón producidos industrialmente permiten crear viviendas asequibles para muchas personas en todo el mundo. Las ventajas sobre los métodos de construcción convencionales son múltiples y, al mismo tiempo, una importante máquina generadora de trabajo para muchos países.

La industria de la construcción en África se encuentra en auge. Demanda impulsada por el rápido crecimiento de la población con una clase media que crece aún más rápido y cuya necesidad de vivienda está aún lejos de ser satisfecha. La situación en América del Sur, Rusia, India, China y el resto de Asia es idéntica. Es necesario crear espacio habitable asequible a corto plazo pero de alta calidad, rentable y respetuoso con el medio ambiente.

SOLUCIÓN A LA ESCASEZ DE VIVIENDAS Y A LOS PROBLEMAS DE CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

Se necesitan nuevos sistemas de construcción para cerrar la gran brecha entre la oferta y la demanda. "Hoy en día, los elementos prefabricados de hormigón se utilizan para construir atractivas viviendas unifamiliares, modernos complejos residenciales y de oficinas, centros comerciales, hospitales y escuelas en todo el mundo", dice Müller-Bernhardt, Director de Ventas para la India, Medio

Oriente y Africa de Vollert. Gracias a los procesos de prefabricación industrializada, este método constructivo permite minimizar las frecuentes fallas de construcción y trabajar con una inversión significativamente menor. Pero lo más importante es que reduce considerablemente los tiempos de construcción. Además, la huella de CO² se reduce en un 25% y el consumo de materias primas, agua y hormigón en un 50%. Los nuevos edificios residenciales tienen un excelente rendimiento térmico, son resistentes a la intemperie, al fuego e incluso a los terremotos. Actualmente, no solamente África está dando pasos importantes para introducir esta norma mundial en la tecnología de la construcción. “Vivienda para todos”: Kenia, por ejemplo, tiene previsto construir 500.000 edificios residenciales hasta el 2022.

Los modernos sistemas de encofrado y las soluciones de puesta en marcha permiten hoy en día producir muros y losas prefabricadas, incluso con bajos presupuestos de inversión. Las mesas basculantes fijas o los encofrados en batería, encofrados para celdas así como los enco-

frados especiales para componentes estructurales como columnas y vigas son también modelos de arranque interesantes. Contrariamente a la constante preocupación de muchos de que el nuevo método de construcción destruirá puestos de trabajo, el sistema va a convertirse en una verdadera máquina generadora de trabajo. No sólo es mucho más productivo, sino que especialmente al aumentar los volúmenes de construcción en los acabados de interiores, la demanda y la necesidad de personal de construcción aumentará enormemente.

Un ejemplo de esto es el Grupo Starworth, una de las principales empresas de construcción de la India. Después de casi 20 años de especialización y experiencia en la construcción con métodos tradicionales, en los que prácticamente todos los trabajos de construcción se llevan a cabo directamente en el lugar, en el año 2018 reorientó completamente su sistema de construcción. Provident Park Square en el corazón de Bangalore, es un proyecto de construcción que se inició en ese año y fue la señal de partida para confiar en la nueva tecnología de construcción. A partir de octubre de 2021, se ofrecerá a los nuevos propietarios arquitectura de lujo en un entorno de vida único. Park Square se extiende sobre una superficie de 20 hectáreas, tiene óptimas conexiones de transporte y consta de varios complejos de edificios residenciales con apartamentos que van de 48 a 120 metros cuadrados y aplicaciones inteligentes en cada uno de ellos. Una lujosa casa club, un centro comercial, cafés,



Los nuevos propietarios de los parques residenciales de Provident Park Square ofrecerán arquitectura y lujo en un entorno residencial único a partir de octubre de 2021. (fuente: Starworth)

parques infantiles, así como atractivas instalaciones deportivas y aparcamiento ecológico hacen de Park Square una muestra única de la nueva arquitectura urbana de la India. Ya hoy, casi a 1 año de la finalización del proyecto, todos los apartamentos se han vendido completamente.

10.000 UNIDADES RESIDENCIALES AL AÑO PARA MEGA PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN MALASIA

También en el resto de Asia, el sistema de construcción está cambiando la arquitectura de muchas megalópolis. Malasia es conocida por sus playas, selvas tropicales y su diversidad de culturas y pueblos. La capital Kuala Lumpur combina tradición y modernidad. Casonas señoriales y rascacielos como las famosas torres gemelas de 451 m de altura de las Petronas fascinan a todos los visitantes. A fin de crear un nuevo espacio habitable para la creciente clase media, conservar recursos como el cemento, la arena y el acero, así como reducir la dependencia de los trabajadores extranjeros poco cualificados, Malasia está promoviendo específicamente la prefabricación industrial automatizada de elementos de hormigón. El objetivo del Ministerio de Vivienda de Malasia, de propiedad estatal, es crear más de 200.000 nuevas unidades residenciales para 2020 y, al mismo tiempo, aumentar la productividad de las obras de construcción en un 25%. Ya se han iniciado varios programas gubernamentales de subsidios a la construcción con este fin, como el CITP 2020 (Programa de Transformación de la Industria de la Cons-



Alta tecnología de planta para la producción de hormigón prefabricado en el SII de Gamuda en Malasia

trucción). En este contexto, el gigante de la construcción malayo Gamuda IBS amplió su catálogo de construcción en 2016. “El método de construcción de sistemas con elementos de hormigón prefabricado está cambiando Asia. Queremos ser pioneros en Malasia”, dice Tan Ek Khai, Director General de Gamuda IBS. Piensa en términos de sostenibilidad y reproduce visiones. “Desde el principio, el objetivo era producir más de 10.000 unidades residenciales anualmente para nuestros propios proyectos de construcción, pero también para abastecer a otros promotores inmobiliarios y constructores en Malasia y en todo el sudeste de Asia. Sistema de construcción industrializado (SCI) es un término utilizado en Malasia para un sistema de construcción basado en la tecnología BIM que

permite la producción de una variedad de muros, techos o elementos estructurales de hormigón para los modernos sistemas de construcción arquitectónica. Esto se hace en la mitad del tiempo requerido por el cliente, inicialmente de forma virtual en 3D, antes de la producción industrial en serie utilizando la innovadora robótica CAD/CAM y un alto grado de automatización, que permite el intercambio y la transferencia de información pertinente relativa a los dibujos, las existencias de material, el inventario y la logística. Los detalles de la construcción del BIM son accesibles en cualquier momento en una plataforma de datos digitales para arquitectos, ingenieros especialistas en la estática o ingenieros eléctricos.

Las celdas prefabricadas se vienen utilizando cada vez con más frecuencia en la industria de la construcción mundial. Completamente premontadas con accesorios interiores e instalaciones sanitarias y eléctricas, pueden ser instaladas directamente en el lugar como una estructura autoportante. El especialista finlandés en materiales de construcción Rakennusbetoni- ja Elementti, por ejemplo, amplió su capacidad de producción de módulos sanitarios prefabricados en serie en el 2018. El encofrado para celdas modulares de alto rendimiento asegura superficies de alta calidad y herméticas. La instalación de los baños se realiza en corto tiempo, ya que los equipos eléctricos y sanitarios se encuentran premontados. Para la fabricación de los prototipos en serie se utiliza un nuevo encofrado en batería de ángulo L, así como un encofrado para celdas.

ANTISÍSMICO Y VARIABLE: INNOVACIONES EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Actualmente, la aplicación económicamente eficiente de modernos sistemas de construcción en zonas con alto riesgo sísmico sienta también nuevas tendencias en el



Las celdas prefabricadas son una fuerte tendencia en la industria de la construcción mundial

mercado. Un sistema de construcción desarrollado por el promotor inmobiliario BauMax junto con la empresa de ingeniería Sirve SA y el fabricante de plantas alemán Vollert está conquistando el campo de la construcción en Chile. “Desde la producción de los primeros prototipos

en Alemania hasta el posterior montaje final en Chile, se ha logrado mucho con la participación de arquitectos, diseñadores, planificadores y especialistas. Hoy en día, podemos producir muros y techos antisísmicos en forma automática en un corto período de tiempo”, dice satisfecho Sebastián Lüders, Director Técnico de BauMax.

El sistema de construcción MOTUS con losas alveolares pretensadas antisísmicas ofrece una nueva diversidad arquitectónica

Después de completar con éxito la primera urbanización con casas de exhibición de este tipo, el Grupo BauMax está ahora comenzando la producción en serie de los nuevos modelos.

Presentado en bauma 2019 y galardonado con el Premio a la Innovación en Componentes de Hormigón en

febrero de 2020, un sistema de construcción antisísmico con losas alveolares pretensadas se viene estableciendo actualmente en el mercado. Los elementos alveolares del nuevo sistema de construcción MOTUS ya no se producen mediante el proceso de fabricación por extrusión o deslizamiento, sino por el principio de circulación de bandejas. Cada losa alveolar se fabrica exactamente de acuerdo a la geometría y dimensiones deseadas, en lugar de tener que cortar el elemento sin fin después del hormigonado para adaptarlo a la obra. Se eliminan los costos de aserrado así como los costos de desecho por recortes residuales. Las mallas electrosoldadas y los refuerzos de unión permiten el montaje con resistencia antisísmica del elemento alveolar en el sitio. La absorción de la fuerza de tracción en todos los lados aumenta significativamente la capacidad de carga. Para este propósito se prolonga en la longitudinal el alambre de tensión y en los lados, refuerzos adicionales para lograr una unión a presión de los elementos de techo. Además, se pueden lograr anchos de techo mucho mayores. Los generadores de los alveolos sólo se insertan temporalmente durante el proceso de hormigonado y el número y la geometría de éstos pueden ajustarse de manera extremadamente flexible. También se pueden insertar cajas para conexiones eléctricas, agua o ventilación o piezas especiales. Para los ingenieros encargados de la estática y de la gestión de abastecimiento en la construcción, se abren completamente nuevas posibilidades comparadas a las aplicadas usando los sistemas hasta ahora conocidos.



Fachada tipo industrializada para vivienda de alquiler asequible

BUILD TO RENT

Del porqué del auge del BTR y cómo puede impulsarlo la construcción industrializada



ESCRIBE:
Roberto Campos
Director General de
Avintia Inmobiliaria

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos por la Universidad Politécnica de Madrid. Inició su carrera en edificaciones singulares y Project Mangement, alternándolo con la docencia en la UPM. Lleva 20 años en el sector inmobiliario dirigiendo compañías del ámbito promotor residencial y gestión de activos. Desde 2012, es Director General de Avintia Inmobiliaria, con más de 5.000 viviendas entregadas en España.

España es un país de modas, el sector inmobiliario no es ajeno a ellas pero, ¿el auge que estamos viviendo de la vivienda de alquiler obedece a una moda o realmente estamos ante un nuevo producto y ciclo inmobiliario?

En el Real Estate parece que está todo inventado, llevamos siglos haciendo lo mismo, la vivienda en alquiler no es nueva ni es la primera vez que se convierte en la protagonista del sector inmobiliario. Llevaba tiempo pidiendo su hueco en el sector y ahora en un mercado post-covid parece que incluso es una prioridad para las administraciones públicas. Analicemos el mercado inmobiliario para obtener conclusiones a este respecto:

- Los indicadores señalaban ya incluso en septiembre del año pasado que los precios de venta de obra nueva habían alcanzado ya los límites de este ciclo.
- Gran parte de la demanda es incapaz de acceder a su primera vivienda o a rotarla en los márgenes anteriores y más ahora en un panorama de incertidumbre como en el que nos encontramos.
- Esta demanda no satisfecha, que no puede acceder a la com-

pra, en parte se dirige al alquiler (actualmente el sobre apalancamiento bancario no es posible, hemos aprendido la lección de la crisis pasada). Como consecuencia directa, el alquiler lleva viviendo un periodo inflacionista importante sobre todo en el último año, y sobre todo en grandes ciudades.

- La vivienda protegida es inexistente puesto que los costes de construcción hacen que no sea rentable su promoción y no ha habido ayudas por parte de las instituciones en este sentido.
- Los costes de construcción, además de ser elevados, crecen de forma desigual por regiones y tipologías, por lo que son

difíciles de prever en los planes de negocio. Actualmente, tras el covid, ¿podemos asegurar que bajarán los precios de construcción?, ¿Cuánto? Seguimos estando en una zona de clara incertidumbre.

- La falta de mano de obra cualificada hace que fallemos en los costes, en los plazos de entrega y sobre todo en la calidad de lo que se construye.
- Además de todo esto, debemos asumir de forma enérgica que un cambio de mentalidad ha venido para instalarse en nuestra sociedad, y no sólo en los jóvenes. Es de esperar que grandes cambios

sociológicos se implanten en nuestra forma de vida tras pasar un periodo único y radical como el que hemos sufrido.

La nueva demanda emergente entiende la vivienda como algo eventual y deslocalizado, encuentra en el alquiler su forma de vida ideal.

De todo esto surge el escenario adecuado para el auge que vi-

vimos del Build to Rent (BTR). No es una moda, es una realidad. Pero no nos quedemos ahí, profundicemos algo más. ¿Realmente con los costes de suelo actuales, en las ubicaciones idóneas para el alquiler y los costes de obra convencionales creemos que hay margen para el BTR tal y como lo entendemos en vivienda libre?, además, ¿Es viable reconvertir proyectos destinados a la venta en alquiler y salir airoso con nuestros inversores? En mi opinión, lo tenemos complicado. Llegamos al concepto que realmente queremos transmitir como una de las soluciones posibles a la situación actual del mercado del alquiler y es el BTR, sí, pero de vivienda "Asequible". Vamos a entrar de lleno, por tanto, en las posibilidades que tenemos reales de desarrollo de este producto inmobiliario.

SIN LA INTERVENCIÓN DE LAS INSTITUCIONES PÚBLICAS, NINGUNO. ASÍ DE SENCILLO.

Dos son las claves para el éxito de este producto, y las dos tienen que ver con los costes. El suelo y la obra. Los ingresos son sencillos, siempre que hablemos de "asequible" debemos pensar que va dirigido a la clase media que sustenta el país, por encima de los precios de vivienda protegida y por debajo del mercado actual. Pero ¿qué hacemos con el suelo y la obra?

Vamos a hablar por tanto de la intervención de las administraciones, ya sean municipales, autonómicas o estatales. Tienen dos posibilidades para intentar solventar el problema de la vivienda en alquiler: intervenir directamente en el mercado privado regulando los precios de alquiler libre, (nos encontramos casos con resultados nefastos en este



sentido como la ley Mietpreisbremse aprobada en Alemania en 2015 y que provocó un efecto contrario con la retirada de la oferta por parte de los privados ante el miedo a la sobre legislación y por tanto creando una subida de precios paralela a la oficial), o regular precios del mercado libre gestionando el patrimonio público, poniendo más vivienda en el mercado, aprovechando el patrimonio de las administraciones.



Obviamente, creemos firmemente en lo segundo. No hay nada más efectivo que poner a disposición del mercado viviendas reguladas, sobre patrimonio público, para que el patrimonio privado experimente un aterrizaje suave y adecuado a las nuevas circunstancias del mercado, mayor oferta. Por tanto, Sí a la intervención de las administraciones públicas, pero solventando el primero de los problemas: el suelo.

SUELOS DEMANIALES (CONCESIONES) Y SUELOS PATRIMONIALES PÚBLICOS (DERECHOS DE SUPERFICIE) EN POSESIÓN DE LAS ADMINISTRACIONES PÚBLICAS COMO SOLUCIÓN AL PRIMERO DE NUESTROS PROBLEMAS.

Las administraciones poseen suelos destinados a dotaciones públicas, procedentes de cesiones normalmente, en las mejores ubicaciones si hablamos del alquiler y muchos de ellos en desarrollos urbanísticos donde tienen cubiertas todas las necesidades de equipamiento, ya sea deportivo, educativo, etc. ¿No es una necesidad para los vecinos de un municipio el poder tener acceso a una vivienda?, ¿no sería lógico que, en zonas donde tienen cubiertas las necesidades básicas de servicios, se pudieran desarrollar viviendas en régimen de alquiler a precios asequibles y que después de un periodo de concesión retornara el activo de nuevo a la administración para seguir dándole uso al servicio de sus ciudadanos?

La garantía constitucional del disfrute de una vivienda digna y adecuada, como responsabilidad compartida de todos los poderes públicos, se ha venido procurando durante los últimos años mediante distintas políticas sociales. Su artículo 47 recoge expresamente que "Todos los españoles tienen derecho a disfrutar de una vivienda digna y adecuada. Los poderes públicos promoverán las condiciones necesarias y establecerán las normas pertinentes para hacer efectivo este derecho. La comunidad participará en las plusvalías que genere la acción urbanística de los entes públicos".

Existen mecanismos urbanísticos y legislativos suficientes, como así además lo están promoviendo en muchos ayuntamientos,

que pueden y deben proveer de suelo a este tipo de iniciativas público-privadas enfocadas a la vivienda en régimen de alquiler.

LA CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA, SOLUCIÓN A NUESTRO SEGUNDO PROBLEMA

Resuelto el primer problema por tanto del suelo, poniendo a disposición de los agentes privados los suelos públicos en

además de la responsabilidad social corporativa que, como promotores tenemos, hace que, en un entorno como el actual, la construcción tradicional al igual que los suelos libres privados mantengan el BTR fuera de márgenes en términos de rentabilidad y plazos.

En un entorno como el descrito anteriormente, el segundo de los problemas sólo puede ser resuelto, en nuestra opinión, bajo el paraguas del proyecto y construcción industrializada.

LA SOLUCIÓN HABITACIONAL INDUSTRIALIZADA DE VIVIENDA ASEQUIBLE Y SOSTENIBLE



concesión o mediante derechos de superficie, deberíamos ser capaces de atajar los costes de obra. Los estándares de calidad y sostenibilidad global que actualmente tenemos, los que vienen recogidos en el nuevo CTE,

Entendemos el BTR actualmente viable bajo el prisma de una construcción industrializada de calidad. En fábrica la mano de obra cualificada necesaria es eminentemente menor, los costes de obra se mantienen constantes y sólo son susceptibles a

las fluctuaciones en los materiales, eminentemente menores que las fluctuaciones que sufrimos en la mano de obra en la construcción tradicional, una reducción de plazos que lógicamente redundará en una pronta puesta en carga del activo y por último y más importante la necesidad absoluta de diseñar, desde el proyecto, productos específicos para el BTR. Debemos industrializar desde el proyecto, sus volúmenes, materiales,

calidades y soluciones constructivas. Todas ellas deben ir dirigidas eminentemente a reducir a la mínima expresión los costes de construcción iniciales, el plazo de ejecución y más importante aún, los costes de mantenimiento y rotación.

Llegados a este punto, resaltando el mercado del alquiler asequible como solución habitacional al problema de la vivienda actual mediante la intervención de los poderes públicos en el mercado inmobiliario con los instrumentos que les procura la ley, esto es mediante la colaboración público-privada, y de

cómo podemos resolver el problema de los costes mediante la industrialización del proyecto y la obra, nos gustaría cerrar el círculo con algún comentario al respecto de las rentabilidades esperadas.

Un negocio que no sea rentable nunca podrá ser desarrollado desde el sector privado, esto es una máxima inamovible.



Si logramos hacer entender a las administraciones que el objetivo real de estas iniciativas no es la vivienda social, sino la vivienda asequible destinada a la clase media habremos dado un paso de gigante en la solución del problema. Es cierto que nos movemos en márgenes estrechos en cuanto al coste mensual disponible y que probablemente no en todos los municipios funcione, pero es necesario poner en sintonía a todos los agentes intervinientes para que entiendan el negocio y el producto y poder así desarrollarlo convenientemente, un producto como el alquiler, intensivo en capital, se materializa con la intervención importante de la financiación comercial bancaria, así como de recursos propios por supuesto, pero no podemos olvidar que la figura del comprador final, explotador del producto terminado que puede ser el propio promotor o un tercero se transforma en la clave absoluta de todo este proceso.

¿Está el mercado financiero preparado para este tipo de negocio? Tenemos un largo camino que emprender, los bancos creemos que si lo están y las posibilidades de negocio son amplias, pero, ¿qué pasa con el resto de agentes intervinientes? Inversores, fondos de pensiones, aseguradoras...

¿Serán capaces de sumarse a este negocio con concesiones o derechos de superficie a 40 ó 50 años y a qué tipo de TIR triple neta? La respuesta a esta pregunta, clave absoluta de todo, es a la que tenemos que ser capaces de dar respuesta. ■



SOSTENIBILIDAD

— Industrializar la construcción, una alternativa hacia la sostenibilidad

Hay evidencias suficientes indicando que, desde el sector de la edificación, no estamos haciendo bien las cosas. ¿Es lógico que nuestros edificios pesen mucho más que la sobrecarga que pueden soportar? ¿Es lícito que el 15% de los materiales que llegan a obra se conviertan directamente en residuo? ¿Es razonable que construir y habitar nuestros edificios consuma actualmente el 40% de la energía? Creo que estamos de acuerdo en que necesitamos cambiar nuestros modos de hacer en la edificación. No se trata de mejorar lo que sabemos hacer, sino de hacerlo de forma diferente, para así garantizar que en el futuro podamos seguir construyendo...



ESCRIBEN:

Felipe Pich-Aguilera Baurier
Doctor arquitecto. Co-fundador de
Picharchitects/pich-aguilera

Graduado en 1984 por la Escuela Superior de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Cataluña (ETSAB-UPC). Su trabajo con la realidad de la industrialización y el medio ambiente le han permitido implementarlo en las obras del estudio e impartir cursos y conferencias a nivel local, regional e internacional. Profesor de proyectos en la UIC School of Architecture.



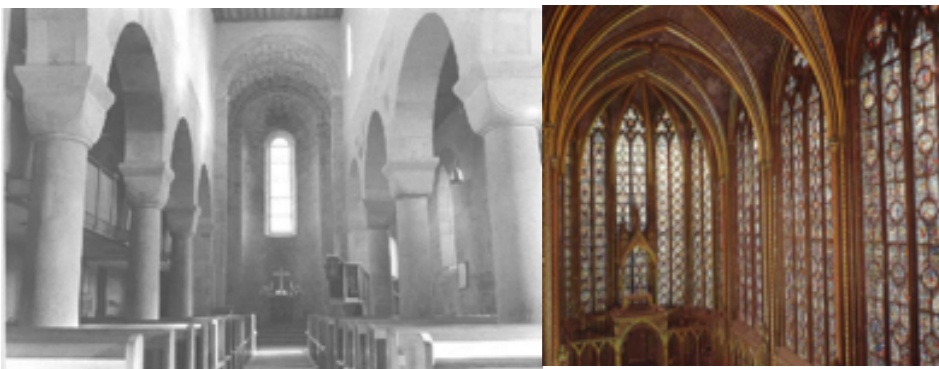
Teresa Batlle Pagés
Arquitecta. Co-fundadora de
Picharchitects/pich-aguilera

Graduada en 1986 por la Escuela Superior de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Cataluña (ETSAB-UPC). Su trayectoria profesional se ha centrado en el desarrollo de líneas de mejora, destinadas a respetar el medio y a reducir el consumo de recursos materiales y energéticos, para lo que ha impulsado diversos proyectos de investigación.

En ese horizonte, la industrialización aparece como un camino seguro, por ser el mismo que emprendieron tantos otros sectores productivos, para responder a las demandas socioeconómicas de su tiempo. Por Industrialización me refiero a la Fabricación de Componentes en taller, para su posterior Ensamblaje en obra. En otras palabras, desligar la producción del edificio del lugar donde éste se implanta.

Si miramos hacia atrás, éste ha sido un vector determinante en la evolución cualitativa de la arquitectura desde tiempos remotos, cuando la construcción no era más que una simple acumulación de materia prima. Visto desde esta perspectiva, ¿acaso los órdenes clásicos no

suponen una racionalización constructiva mediante una lógica de piezas preestablecida? ¿No es acaso el despiece geométrico de la Estereotomía de la piedra, la invención técnica que impulsa la arquitectura Gótica y su impresionante programa

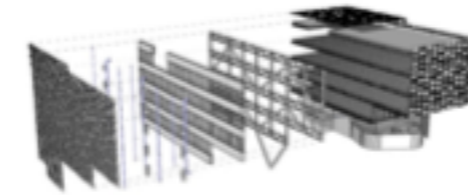


Podemos entender el salto cualitativo del Románico al Gótico como un impulso hacia la industrialización.

constructivo en Europa? ¿No podríamos decir otro tanto de la incorporación del acero roblonado en la arquitectura, para poder afrontar el inmenso programa de las infraestructuras industriales de finales del s. XIX? Así pues, necesitamos armar ahora una respuesta contemporánea a una pregunta recurrente en el curso de la historia. Esa reacción episódica a una pregunta atemporal es el propio sustrato del Desarrollo Sostenible.

Pero si nos centramos aquí y ahora, bien podríamos refrendar la Industrialización del sector en contraste con los tres grandes vectores que parecen abarcar el término 'Sostenibilidad': el Social, el Económico y el Ambiental. Desde un punto de vista SOCIAL, el marco de la construcción tradicional no es precisamente idílico. Tenemos un modelo basado en la subcontratación compulsiva, que se apoya finalmente en mano de obra básicamente autónoma y poco cualificada, trabajando intensivamente en obra en condiciones precarias. La industria fabricante se ha centrado en producir materiales cada vez mejores, pero implicándose apenas en su puesta en obra. El resultado de todo ello es una gran precariedad a todos los niveles: en las condiciones laborales, en la calidad de la edificación final, en la episódica ausencia o sobrecarga de mano de obra disponible, en la absoluta carencia de "oficio" tradicional, en la ausencia de conocimiento especializado, etc. Al parecer, seguimos construyendo artesanalmente, pero sin artesanos... Todo el que

ha tenido algún contacto con el sector, sabe bien de lo que estoy hablando. Así pues, reorientar la construcción hacia la fabricación y ensamblaje de componentes sería un buen modo de acabar con esa precariedad endémica. En definitiva, se trataría de propiciar un ecosistema de empresas fabricantes/instaladoras, capaces de vertebrar la Construcción -y la sociedad en general- tal como hacían



Edificio "Centro de Investigación Tecnológica Leitat" en Barcelona. 2016. Picharchitects/Pich-Aguilera (fotografía: Lourdes Jansana).



los antiguos Gremios de los Oficios tradicionales. Desde el punto de vista ECONÓMICO, aunque los precios de la construcción pueden considerarse moderados comparados con los del suelo -ese sería otro expediente aparte-, la tremenda fluctuación de los costes al alza o a la baja según la coyuntura, distorsiona cualquier previsión a largo plazo, imponiendo la dinámica del "aquí te

pillo y aquí te mato", que no hace más que agravar las cosas. Por otro lado, hoy la inversión en construcción es centrífuga, dado que los materiales y productos normalmente llegan desde muy lejos y no digamos ya la mano de obra. Un proceso de industrialización dotaría al sector de mayor consistencia económica, permitiéndole actuar como un estabilizador contra cíclico. Además, la producción industrial propiciaría un aumento exponencial de la calidad y la optimización de los plazos de ejecución sin mayor sobrecoste, simplemente racionalizando el ritmo de la producción. Finalmente, sabemos que los componentes industriales de la edificación, dados los costes de transporte que implican su tamaño y peso, tienden a fabricarse cerca del lugar de construcción. Eso garantiza que la inversión del edificio acabe beneficiando al tejido industrial local, que es el que da empleo y paga impuestos en su propia comunidad.

Desde una consideración AMBIENTAL, hemos avanzado ya algunos datos significativos sobre los desajustes que implica el modo que tenemos de construir y concebir nuestros edificios. En este sentido, la industria lleva ya tiempo ajustando sus procesos bajo requerimientos ambientales, por lo que en sí misma es un instrumento más conveniente que lo que normalmente ejecutamos "in situ". Además, hemos podido comprobar cómo la calidad de algunas soluciones industrializadas consigue directamente altas prestaciones, que de otro modo supondrían un coste muy elevado, como, por ejemplo: la total supre-



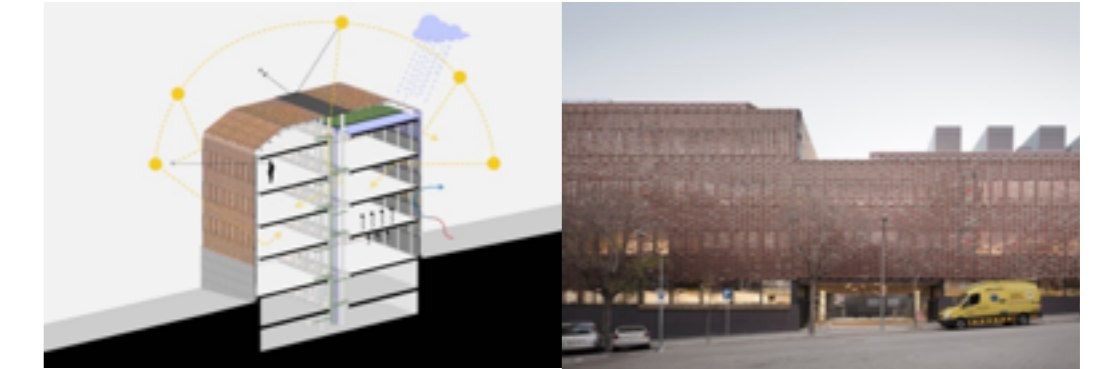
sión de puentes térmicos, el aumento de amplitud de los vanos estructurales, la obtención de perfectos acabados de serie, etc. Todo ello comporta ahorros directos de materia prima y evita cualquier residuo a lo largo del proceso. Además, la producción en fábrica permite caracterizar bien los componentes, mediante un registro completo de los materiales y procesos que los han conformado. Esto es esencial, porque asienta las bases para la puesta en marcha de una economía circular en el sector. Podemos considerar los edificios de hoy como bancos de materiales para el futuro, porque modelizando la información que contienen sus partes, podrán ser reutilizados con garantías y reactivar así su valor económico. Pensando un poco en todo ello, nos daremos cuenta de las profundas transformaciones y escenarios nuevos que abrirá esa Economía Circular aplicada a la construcción.

Por otro lado, España cuenta con un nutrido parque de industrias que producen componentes, aptas para la edificación o casi. Ese es un contexto propicio para la industrialización de la edificación y a la vez un estímulo para todo ese tejido industrial, que creció con la ejecución de las infraestructuras y que podría tener en la edificación un nuevo campo de acción.

Llegados a este punto, podemos preguntarnos: ¿cómo es

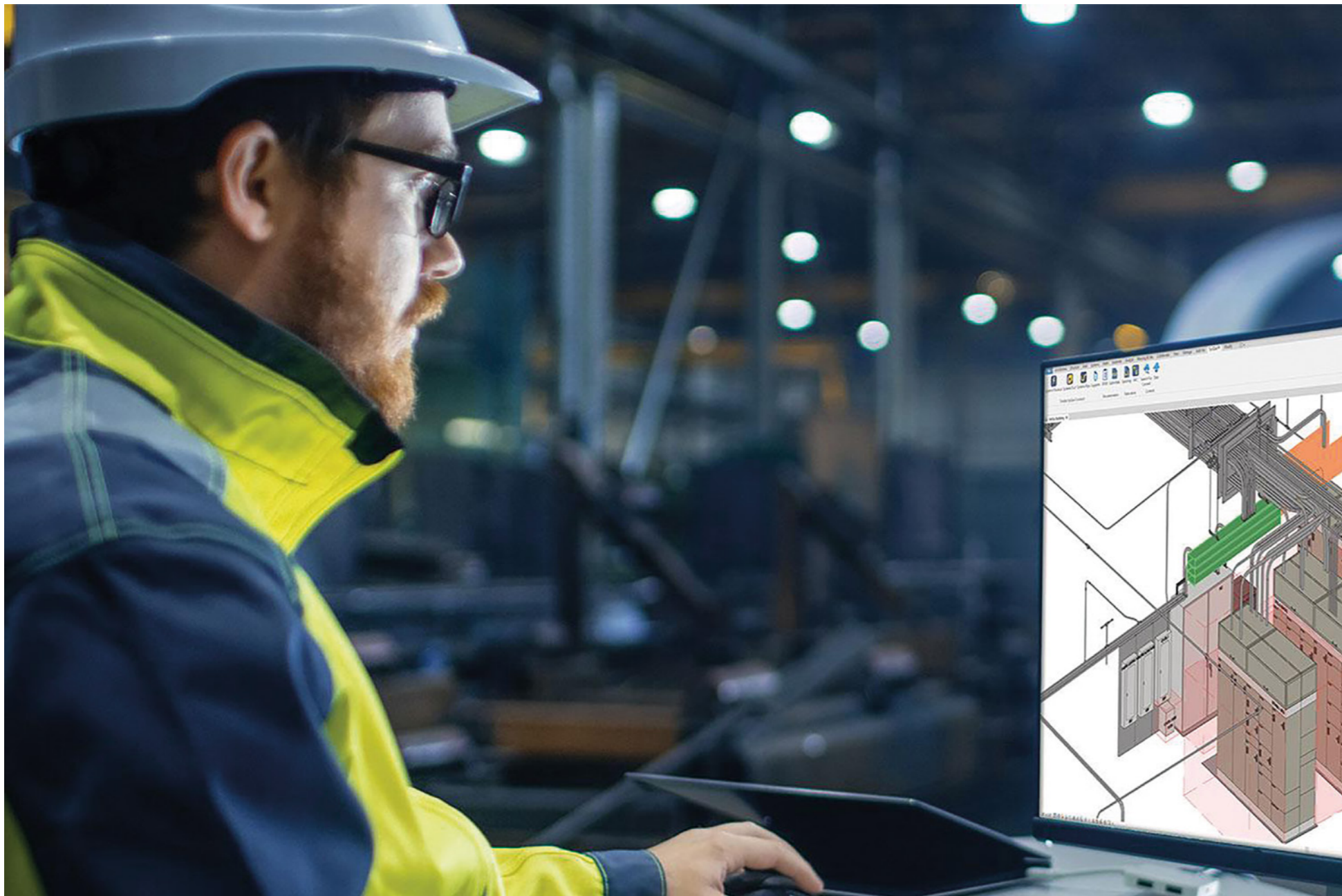
Fase de obra del edificio de usos mixtos "Gonsi Socrates" en Viladecans. 2019. Una infraestructura producida por la industria local, vertebrada espacios flexibles para nuevos usos. Picharchitects/Pich-Aguilera.

posible que hayamos llegado hasta aquí? ¿Qué circunstancias están provocando este desajuste? Aunque las respuestas no son sencillas, tienen que ver con el hecho de que la construcción es esencialmente reaccionaria



Edificio para el Instituto de Investigación del Hospital de Sant Pau y la Santa Creu. 2019. Ensamblaje de componentes para un funcionamiento bioclimático. Picharchitects/Pich-Aguilera (fotografía: Aldo Amoretti).

frente a los cambios- y con ella también la arquitectura, aunque tanto nos cueste admitirlo a los arquitectos-; el conjunto no decidirá cambiar hasta que no tenga más remedio que hacerlo. De hecho, el contexto legal vigente tiende a perpetuar este modelo actual y muy concretamente la Ley de Contratos del Estado, que lo cristaliza en la práctica diaria. Pero quizás estemos muy cerca ya de ese momento en el que cambiar se hace inevitable y las cosas basculan rápidamente por el mero efecto de su propio peso. ■



INDUSTRIALIZAR LA CONSTRUCCIÓN

Del “Diseñar para Construir” al “Diseño para la Fabricación y Montaje”

Cuando hablamos de industrialización, experiencias pasadas han demostrado que los intentos de “industrializar” el proceso de construcción han fallado una y otra vez. Pero, ¿por qué?

El problema es que de forma generalizada se entiende el proceso constructivo como un proceso aislado e independiente, cuando es todo lo contrario: la construcción, propiamente dicha, es sólo un eslabón de una cadena mucho más larga de procesos y actividades interrelacionadas y unidas entre sí y, por tanto, es un error creer que sólo transformar este proceso va a ser suficiente y eficaz para paliar todos los problemas estructurales que afectan al sector. La realidad es que no ha habido una rigurosa industrialización de todos los procesos de diseño, planificación y producción, de modo que solo veremos los frutos cuando consigamos

transformar la cadena de valor de principio a fin. No sólo es suficiente con industrializar el sistema constructivo. La industrialización de la construcción, como en cualquier otra industria, requerirá cambios drásticos en 3 ejes principales: las personas, los procesos y la tecnología. Estos 3 facilitadores de cambio e innovación están indisolublemente unidos y la transformación de uno de ellos tiene consecuencias en los otros dos. Así que sólo una respuesta holística e integrada permitirá que llegemos a alcanzar una construcción industrializada.

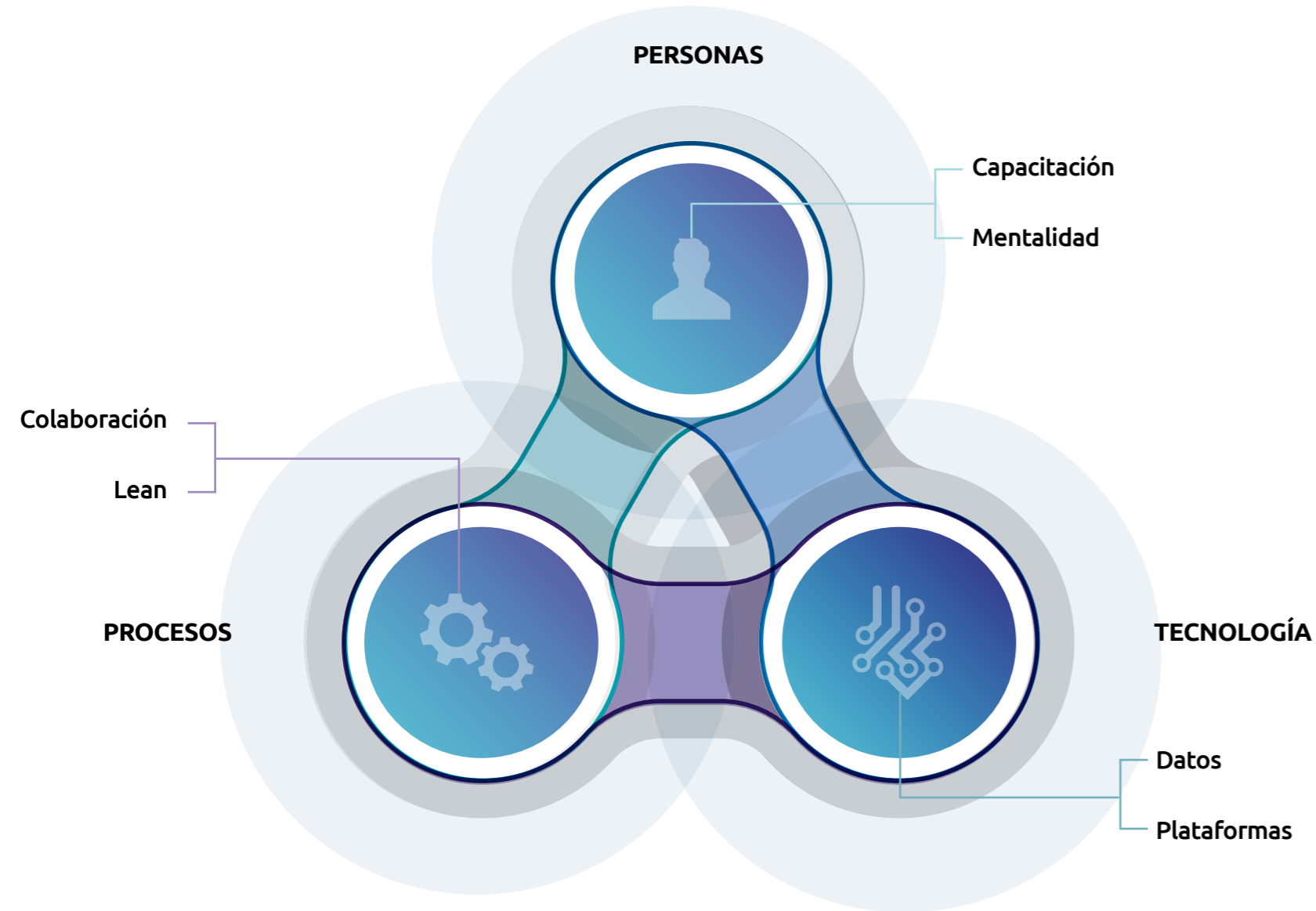


ESCRIBE:

Lucas Galán

Director de Producto e Innovación en Neinor Homes

Executive MBA por el IE Business School, Máster en Dirección y Gestión Inmobiliaria por la Universidad Europea de Madrid y Arquitecto por la Universidad Politécnica de Madrid. Cuenta con 15 años de experiencia internacional en España, Chile, Brasil y Japón en la industria inmobiliaria de la construcción, sector del que también ofrece formación en varias Universidades y Escuelas de Negocio.



PERSONAS

Capacitación

Este nuevo modelo de industria va a requerir nuevas capacidades y habilidades. Una nueva cantera de profesionales. Debemos revertir una industria que expulsa y destruye al talento por una industria que atraiga y que genere empleo.

Los edificios se diseñarán, calcularán, gestionarán y fabricarán de forma diferente y serán necesarios nuevos profesionales con nuevas habilidades y capacidades para llevarlos a cabo.

Las nuevas tecnologías, nuevas formas de trabajar, nuevos materiales, nuevos estándares de eficiencia energética, nuevas técnicas de fabricación avanzada, reducción del uso del carbono y del agua, etc., van a requerir una mano de obra cualificada que sepa responder a los nuevos desafíos y retos a los que nos enfrentamos con nuevas habilidades digitales, técnicas y de colaboración. El futuro de la industria requerirá profesionales con conocimientos y capacidades digitales, que puedan operar en diferentes entornos, con la capacidad de liderar y gestionar equipos complejos y diversos, tanto en la obra como en contextos de fábrica.

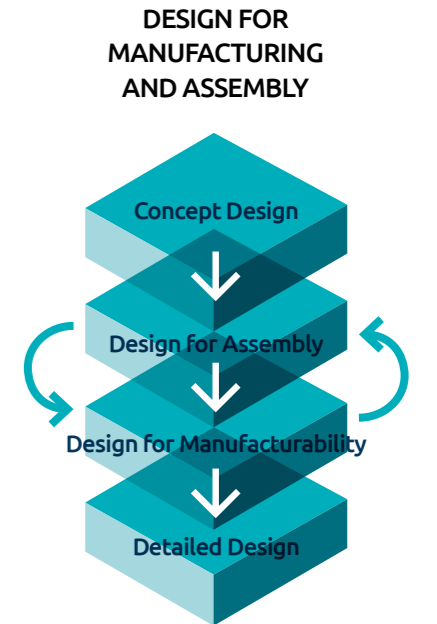
Los profesionales del futuro serán especialistas digitales de amplio alcance, al mismo tiempo que nuevas disciplinas y roles se incorporarán al sector como especialistas en logística, ingenieros de datos, especialistas en robótica, ensambladores, especialistas en diseño computacional, etc.

Mentalidad:

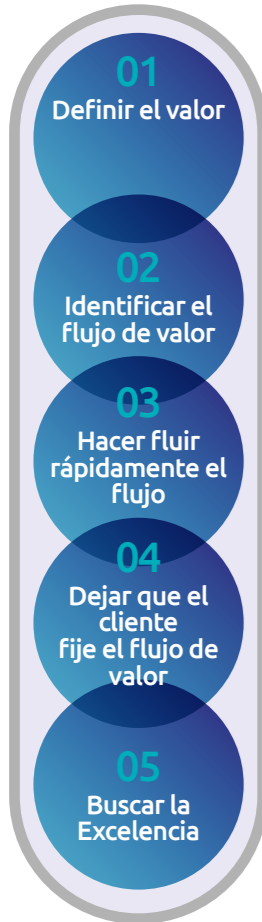
La "vieja" forma de construir con un modelo "Diseñar para Construir" va a tener que dejar paso a un modelo basado en el "Diseño para la Fabricación y Montaje" o DfMA (Design for Manufacturing and Assembly). Esta nueva forma de construir va a requerir una nueva forma de pensar el proceso de diseño y de construcción.

En esencia, el DfMA es un modelo que aborda el diseño desde la optimización para el proceso de construcción y fabricación. Cómo diseñar reduciendo el número de piezas necesarias, simplificando los métodos constructivos de ensamblaje e instalación y, por tanto, reduciendo el coste y el tiempo. Bajo DfMA la captura de valor gravita a una etapa más temprana. No sólo necesita un compromiso mucho más prematuro con el diseño sino también con el cómo se va a construir, cómo se va a fabricar. Las decisiones no se pueden posponer a etapas más tardías o incluso a esperar que se resuelvan en obra o por los propios proveedores. El diseño debe quedar "congelado", definido y verificado antes de iniciar el proceso de fabricación.

Y este proceso de optimización requiere una retroalimentación continua para incorporar la experiencia acumulada en el propio proceso de diseño, fabricación, de todos los agentes intervinientes y no sólo por parte del equipo de diseño. Vamos a tener que desaprender muchos de los principios de diseño y gestión de los proyectos de que nos han inculcado.



GESTIÓN LEAN



PROCESOS

Colaboración

Los proyectos de construcción, cada vez más, están compuestos por mayor cantidad de actores, con roles, intereses y responsabilidades diferentes. La mayor parte de las ineficiencias del sector de la construcción se derivan de esta falta de colaboración o comunicación entre agentes intervinientes en el proceso.

Las relaciones contractuales tradicionales están definidas por acuerdos poco alineados, con una determinación de responsabilidades rígida y, sobre todo, poco incentivada a la colaboración y al trabajo en equipo.

Es un modelo en donde, paradójicamente, en vez de construir, se destruye valor, calidad y dinero.

Establecer un modelo de relación integrado con un espacio colaborativo entre agentes es un contexto indispensable para poder potencialmente crear proyectos con más valor, en menor tiempo y con un menor coste.

Los modelos tradicionales de desarrollo de proyectos (diseño-licitación-construcción) se han quedado obsoletos para responder a las nuevas necesidades del sector, dando paso a modelos colaborativos como los IPD, que permiten a todos los agentes participar desde el principio del proyecto, mejorando la coordinación, el flujo de la información y la asunción de responsabilidades.

Estos modelos, mucho más horizontales y menos jerarquizados que los tradicionales, permiten enfocarse más a resultados, utilizando las mejores habilidades de cada uno de los agentes intervinientes en cada proyecto.

Sin duda, la industrialización conllevará una nueva definición de modelos, riesgos, responsabilidades y confianza entre agentes.

Lean

La aplicación de los principios del Lean Production a la industria de la construcción, es decir, la filosofía de gestión derivada principalmente del Sistema de Producción de Toyota, y que enfatiza la maximización del valor reduciendo al mínimo los desperdicios, es un enfoque muy diferente a los métodos de construcción tradicionales.

La filosofía de Lean se basa en entender el valor desde el punto de vista del cliente. Una vez entendido ese valor, se pueden diseñar todos los procesos necesarios para entregar ese valor eliminando todo lo que es un desperdicio, a través del método más efectivo y eficiente posible.

Existen una serie de herramientas que incluyen Last Planner System (LPS), IPD, Kaizen, etc., que permiten combinarlas para llevar a cabo una gestión Lean.

La eficiencia tan necesaria para industrializar la construcción sólo se puede lograr a través de un cambio fundamental en los procesos, donde la construcción se parezca mucho más a la fabricación, y en donde el uso de materias primas se minimice, al igual que su fabricación y manipulación. Los componentes de un edificio llegarán a obra en el momento correcto, en la secuencia correcta con la información correcta. Y una vez allí, pueden ser ensamblados por menos personas.

TECNOLOGÍA

Datos

La industria de la construcción se ha caracterizado por ser extremadamente opaca y por su falta de medición, recopilación y análisis de datos y, sobre todo, por los silos de información que se han generado entre fases, procesos y los diferentes agentes, así como por la falta absoluta de la gestión de esta información.

Necesitamos convertir a la industria de la construcción en una industria basada y centrada en datos. Una industria que se beneficie de los datos en tiempo real, del análisis predictivo y su aplicación para la toma de decisiones.



Los modelos estimativos del pasado están dando paso a los modelos predictivos que son capaces de anticipar lo que necesitamos saber, de una forma mucho más precisa y que nos permiten tomar decisiones mucho más exactas. Existen muchas fuentes y tipos de datos, pero lo importante aquí es que la construcción se convierta en un flujo continuo y colaborativo de datos entre todos los agentes. Para ello será fundamental generar plataformas digitales que faciliten la creación de estos ecosistemas abiertos que permitan capturar, procesar y actuar sobre esos datos.

Plataformas

La industria de la construcción necesita la creación de plataformas digitales y de colaboración para mejorar la planificación, el flujo de datos, la comunicación y el trabajo colaborativo. Son la piedra angular para la transformación digital y la industrialización de la construcción.

Integrar todas las fases y los agentes de los proyectos, desde el diseño, la licitación, el seguimiento de las obras, el seguimiento de las ofertas, la comunicación, etc., tendrá una ventaja competitiva única: la escalabilidad, verdadera esencia de la industrialización.

Al contrario que en la actualidad, en donde cada fase del proceso constructivo se intenta resolver con una herramienta y con unos datos específicos, la industrialización de la construcción supondrá la creación de plataformas tecnológicas y de software que estarán construidas para albergar diferentes aplicaciones para gestionar las distintas fases, recursos y datos de todo el proceso constructivo y de toda la cadena de suministro.

Industrializar la construcción pasa por la creación de plataformas tecnológicas, plataformas de datos y plataformas de componentes para el desarrollo, diseño, fabricación y montaje de edificios. ■



ESCRIBE:
José Luis Cabezas
 Vicepresidente de Home&Distribution
 de Schneider Electric España

Ingeniero Técnico de Telecomunicaciones especializado en Sistemas Electrónicos por la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), entró a formar parte de Schneider Electric en 2003, donde ha ocupado varios puestos de responsabilidad, entre ellos, Responsable de grandes cuentas de distribución y Delegado Regional del Área Mediterránea en España, hasta que en 2019 ocupó el cargo de vicepresidente de la división Home & Distribution.

EFICIENCIA ENERGÉTICA

— La industrialización de la construcción es una apuesta firme para alcanzar la eficiencia energética

La construcción sostenible, verde y eficiente ha comenzado a ganar protagonismo, y se trata de una tendencia que ha llegado para crecer y consolidarse. La tecnología ha cambiado la manera en que se diseñan y se construyen los edificios. En lugar de construir toda la estructura in situ, la construcción industrializada permite anticiparse a la obra, desarrollando gran parte de los procesos constructivos en

La construcción sostenible, verde y eficiente ha comenzado a ganar protagonismo y se trata de una tendencia que ha llegado para crecer y consolidarse.

un entorno industrial y automatizado.

De esta manera, la industrialización de la construcción facilita la evolución de los proyectos, reduce los tiempos de entrega de los activos y mejora la productividad y rentabilidad al emplear la mecanización y la automatización. Pero, además, y esto es fundamental, la construcción industrializada favorece la eficiencia energética y la sostenibilidad de los edificios, a lo largo de todo su ciclo de vida.

Si bien las ciudades y los edificios son piezas clave para ganar la batalla al cambio climático, la industrialización de la construcción ha sido un tema desatendido en los últimos años. Es momento de enfocar nuestros esfuerzos aquí, algo que podemos hacer gracias a las tecnologías ya existentes y a las que nos esperan en un futuro próximo. Se trata de un desafío al que todos los actores de la industria deberán hacer frente.

En este artículo, profundizaremos en este tema, y ahondaremos en la prometedora área para la innovación que se está abriendo en el sector de la construcción.

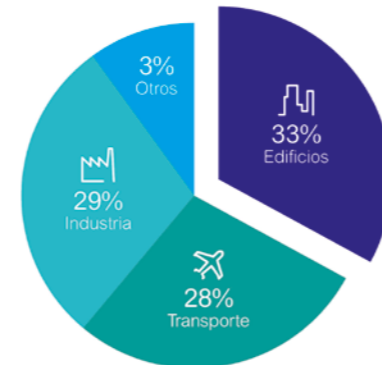
LA PARADOJA ENERGÉTICA

La demanda de energía mundial ha aumentado un 50% en los últimos 25 años, y se prevé un crecimiento del 50% más en 2050. A su vez, sabemos que el 85% de las emisiones de carbono provienen del uso de la energía. En consecuen-

cia, debemos reducir las emisiones a la mitad y mejorar la eficiencia energética, para impedir un daño significativo e irreversible al planeta y evitar una catástrofe climática y energética.

No existen dudas de que la forma más fácil, económica, rápida y rentable de adoptar la energía sostenible es poder almacenarla y consumirla de forma inteligente. Para resolver el problema del cambio climático, tenemos que transformar nuestras ciudades y edificios. Esto requiere esfuerzos masivos desde los sectores públicos y privados, pero es posible con las tecnologías existentes.

Distribución del consumo energético por sectores



El consumo de electricidad en edificios va a crecer el 80% hasta 2040

Las ciudades son el cimiento de la descarbonización global por dos principales motivos.

Primero, consumen dos tercios de la energía mundial, y generan el 70% de las emisiones de carbono. Los edificios por sí solos generan el 33% (o el 50% si se incluye la industria de la construcción y la parte superior de su cadena de valor). Y, en segundo lugar, la urbanización está creciendo exponencialmente: se estima que en 2050 el 68% de la población vivirá en áreas urbanizadas, cuando el porcentaje actual es del 55%.

A su vez, la descarbonización de las ciudades y los edificios es un proceso tremendamente complejo. Debido a la diversidad de arquetipos y la fragmentación de la industria, se podría decir que se trata de un sector difícil de adaptar a los cambios que la agenda climática requiere, especialmente, con los plazos con los que se disponen. Ahora bien, en este caso, no se trata tanto de un tema tecnológico, sino de una cuestión de ajustar la cadena de valor y la organización de los procesos del sector.

LA CARRERA HACIA LOS EDIFICIOS CON CERO EMISIONES

Según el Acuerdo de París, todos los edificios deben generar cero emisiones en 2050 durante todo su ciclo de vida. Este objetivo generará una revolución en la industria de la

construcción, que necesita repensar los edificios para alcanzar un óptimo rendimiento, al tiempo que adoptan materiales que generen cero emisiones. Optimizar el rendimiento de estos edificios con cero emisiones se basará en tres premisas principales:

1. En primer lugar, los edificios deberán volverse ultra-eficientes. La intensidad de energía promedio se sitúa en 150 kilowattshora por metro cuadrado por año, cuando el consumo óptimo sería de 50 kWh/m2/año.
 2. En segundo lugar, los edificios deben volverse totalmente eléctricos. Los sistemas de climatización por electricidad son notablemente más eficientes que los sistemas tradicionales, y altamente competitivos, especialmente cuando se asocian al aire acondicionado.
 3. Y, en tercer lugar, los sistemas tendrán que estar preparados para basarse en la generación de energía renovable local y trabajar con fuentes de energía propias, conectadas a redes eléctricas modernas y digitalizadas, para aumentar la resiliencia total del sistema.
- En resumen, la digitalización es un facilitador clave de esta transformación, ya que redefine la manera en que producimos, distribuimos y consumimos la electricidad.





INDUSTRIALIZACIÓN Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

Ahora bien, ¿de qué modo la industrialización de la construcción puede ayudar a lograr estos objetivos de sostenibilidad?

Para responder a esta pregunta, pondremos un ejemplo muy simple e ilustrativo. Piensa en los primeros GPS para el coche que salieron al mercado. Hace relativamente pocos años, éstos se conectaban con el encendedor del vehículo.

Con el tiempo, han evolucionado hasta estar integrados en el propio proceso de diseño del coche hasta llevarlo de serie.

Pues lo mismo ocurrirá con las medidas de eficiencia y sostenibilidad en edificios. Gracias a la industrialización de la construcción, desde la fase de diseño se tendrán en cuenta soluciones de eficiencia energética que irán totalmente integradas en el proyecto final, y que ayudarán a propietarios y usuarios de

los edificios a lograr grandes ahorros económicos y energéticos, con una sociedad cada vez más concienciada.

La industrialización de la construcción es un gran impulso para la edificación sostenible que, como hemos visto, es



esencial para lograr cumplir con los objetivos del Acuerdo de París para evitar que el incremento de la temperatura media global supere los 1,5°C respecto a la era preindustrial y alcanzar la neutralidad de las emisiones de carbono.

UNA TRANSICIÓN NECESARIA PARA REDUCIR LAS EMISIONES DE CARBONO

La integración de los edificios inteligentes en un ambiente urbano dinámico, la electrificación del transporte público y privado, y el desarrollo de la infraestructura de carga del vehículo eléctrico serán los pilares fundamentales para alcanzar los objetivos de la agenda climática.

Es necesario que las ciudades y los edificios adopten cambios de forma inmediata para que sea posible alcanzar las metas de descarbonización, y esta debería ser la principal prioridad para los sectores públicos y privados. Es algo que debe hacerse a escala, utilizando un enfoque integrado y digitalizado.

Esta será la ruta más eficaz para alcanzar las metas de eficiencia del sector y cumplir con los objetivos de sostenibilidad necesarios para el planeta.

Ahora bien, descarbonizar las ciudades y los edificios a escala requiere que redefinamos la visión del rol que tienen para el futuro. Y estamos convencidos de que esto es posible. ■



ESCRIBE:
Francisco Nisa González
 Delegado de Edificación
 en Avintia Construcción

Arquitecto técnico por la Escuela Politécnica de la Universidad de Extremadura, con más de 20 años de experiencia en el sector. Es Delegado de Edificación en Avintia Construcción, gestionando y coordinando proyectos de edificación residencial, terciario, industrial, rehabilitaciones especiales, etc., con especial implicación en la implantación de la construcción industrializada en la compañía.

CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA

— Modelo Industrializado vs Modelo Tradicional

Para poder comparar un modelo de construcción frente a otro, primero tenemos que aclarar cómo es cada uno de los modelos. Partiendo de lo que conocemos veremos las diferencias y entenderemos mejor el porqué de la introducción de un modelo nuevo o diferente.

¿CÓMO VENIMOS CONSTRUYENDO EN LA ACTUALIDAD?

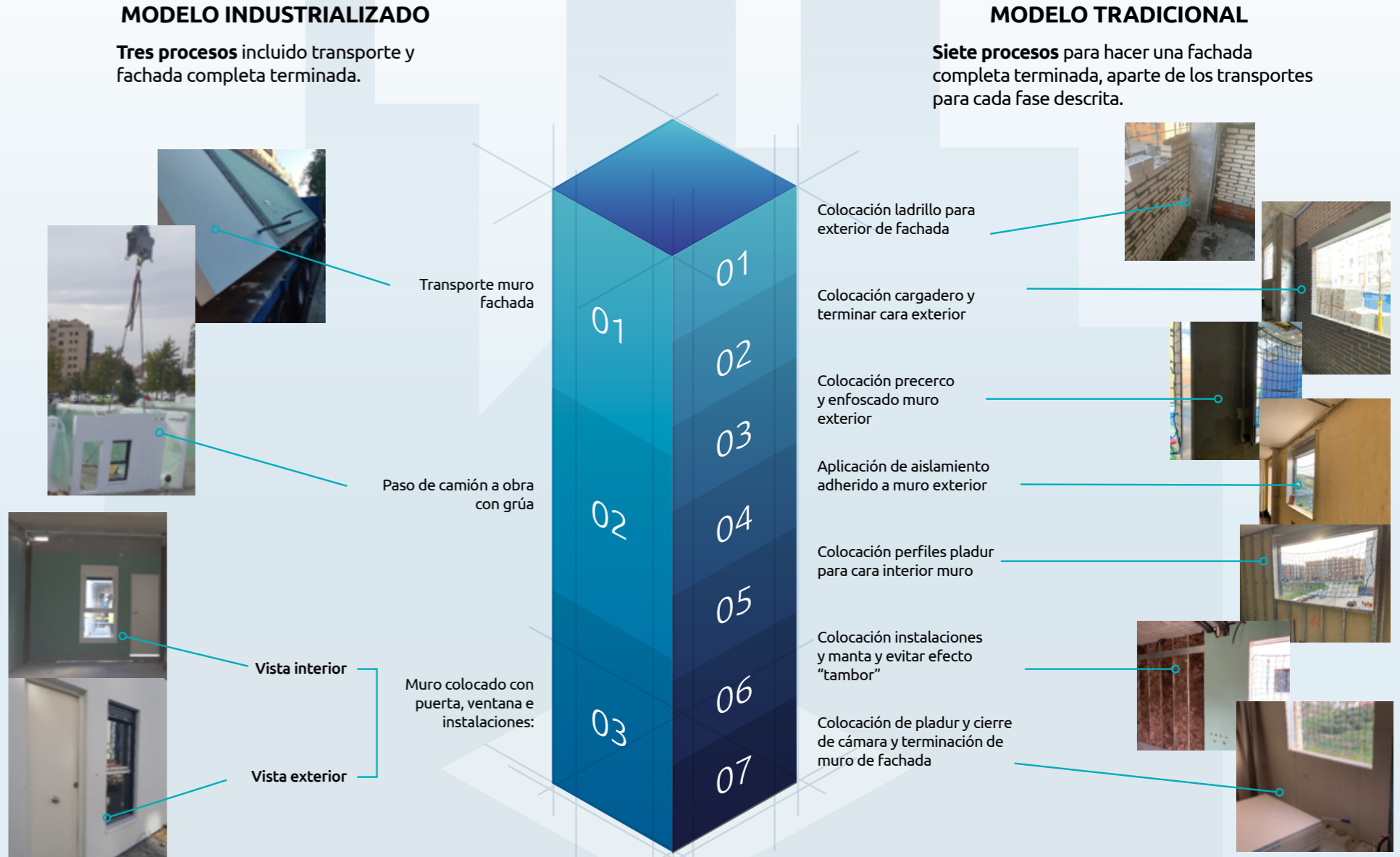
El MODELO TRADICIONAL es aquel en el que se realizan todas las tareas necesarias para materializar los elementos de un edificio en el lugar del proyecto, esto es, "in situ". Estas actividades son ejecutadas por personas más o menos experimentadas a través de la información y formación recibida por sus antecesores, siendo un aprendizaje generacional que tiende a generar cierta improvisación y espontaneidad. Esto, a su vez, hace que se avance poco en los materiales a utilizar y que se mantengan las mismas técnicas de construcción.



Pero cada vez son menos estas personas experimentadas que puedan trasladar su conocimiento a otras, así como los aprendices de oficios. Todo ello repercute en la calidad del producto final entregado y en la precisión y cumplimiento de los plazos de ejecución. Una vez manifiestas las carencias del que venimos llamando "modelo tradicional", aclaremos lo que se entiende por un MODELO INDUSTRIALIZADO: y es que, este modo de construcción surge para paliar las deficiencias que hemos comentado. Sería el resultado de la elaboración previa, organizada, cíclica y en serie de elementos que, con un montaje ordenado y continuo, den lugar a edificios completos, atendiendo a las exigencias de mercado, normas de calidad, habitabilidad y confort, resistencia y por tanto durabilidad y, cómo no, de aspecto y funcionalidad. Tiene por tanto dos fases: una primera sería la producción en serie en fábrica, es decir, "ex situ", y una segunda fase de montaje.

"...el resultado de la elaboración previa, organizada, cíclica y en serie de elementos, que con un montaje ordenado y continuo..."

EJEMPLO COMPARATIVO DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO DE OBRA



Una vez aclarado con imágenes, podemos citar las ventajas de qué conlleva un MODELO INDUSTRIALIZADO frente a uno TRADICIONAL:

MODELO TRADICIONAL

- Poco especializado
- Cada Arquitecto tiene sus detalles y van mejorando lo anterior
- Difícil control en obra
- Errores de obra quedan ocultos
- Más compleja de realizar
- Dificultad en cumplir plazos
- Menor control en costes, puede variar según avanza la obra
- Mayor siniestralidad, hay más medios auxiliares, más personal interaccionando en poco espacio.
- Menor orden y limpieza
- Al ejecutarse a la intemperie dependencia de la climatología, que sea favorable, sino provocará retrasos
- Obra húmeda, materiales: hormigones y morteros "in situ", ladrillo, yesos, etc.
- Poca innovación



Equipo de Trabajo



Detalles Constructivos



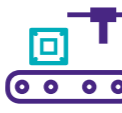
Ejecución



Seguridad y Salud



Productividad



Materiales

MODELO INDUSTRIALIZADO

- Cualificado, tanto en fábrica como en montaje
- Detalles contrastados
- Alto grado de control
- Precisión en acabados
- Detalles ejecutados al milímetro
- Ahorro en costes y tiempo
- Precio Cerrado
- Baja siniestralidad laboral
- Eliminación de residuos
- Trabajos más limpios y ordenados
- Mayor productividad, ya que no se depende de las condiciones meteorológicas para fabricar piezas
- Obra seca, materiales: hormigón en fabrica, acero, madera, etc.
- Posibilita innovación

"...un edificio industrializado y uno tradicional, visualmente observará pocas o ninguna diferencia..."



Esto absorbe las deficiencias comentadas en el modelo anterior, mejora la calidad del producto final y garantiza precisión y cumplimiento de plazos. Pero para una mejor aclaración, podemos ejemplarizarlo con unas imágenes de cómo se ejecuta el mismo elemento en uno y otro modelo de construcción en diferentes fases de un edificio. El modelo industrializado no está sometido a imprevistos, los tiempos de diseño se pueden definir de forma más temprana porque los detalles constructivos vienen definidos por el sistema elegido, lo que hace, a su vez, que el ajuste presupuestario sea más sencillo. De cara al usuario final, entre un edificio industrializado y uno tradicional, visualmente observará pocas o ninguna diferencia y se debe huir de idea preconcebida de falta de calidad de lo prefabricado, al contrario, lo que se hace en fábrica está expuesto a un mayor control de calidad, está en un entorno controlado y es ajeno a los condicionantes climatológicos de una obra "in situ". Es el mercado y la situación económica y social los que están conduciendo a este modo de construir, al MODELO INDUSTRIALIZADO. ■



— Colaboradores



vollert.de

Especialistas, desde hace más de 90 años, en tecnología punta de maquinaria e instalaciones para fábricas de última generación. Con proyectos llevados a cabo en todo el mundo, su pasión y entrega les convierte en líderes tecnológicos e innovadores de los mercados en los que están presentes.



avintiaimmobiliaria.com

Promotora inmobiliaria que ofrece soluciones integrales para el mercado inmobiliario en tres líneas de acción: desarrollo de proyectos con socios promotores, entidades financieras y/o fondos de inversión; promociones propias para venta y modelo "Build to Rent" pensado desde el inicio para alquiler residencial de larga estancia.



picharchitects.com

Despacho de arquitectura con un enfoque internacional y sede principal en Barcelona. Han desarrollado proyectos de arquitectura, obras y planeamiento en el ámbito privado y el público, con el objetivo de aportar tecnología e innovación en el sector de la construcción y la sostenibilidad.



neinorhomes.com

Especializada en promoción residencial de primeras y segundas viviendas de calidad, Neinor Homes concentra su actividad de los mercados de mayor demanda y menor stock. A cierre del ejercicio de 2019, había entregado 1.300 unidades y obtenido un beneficio neto de EUR 64 millones.



se.com

Schneider Electric, especialista global en gestión de la energía y automatización, ofrece soluciones integrales para lograr una mayor eficiencia y sostenibilidad en más de 100 países, combinando tecnologías energéticas líderes en el mundo, automatización en tiempo real, software y servicios.



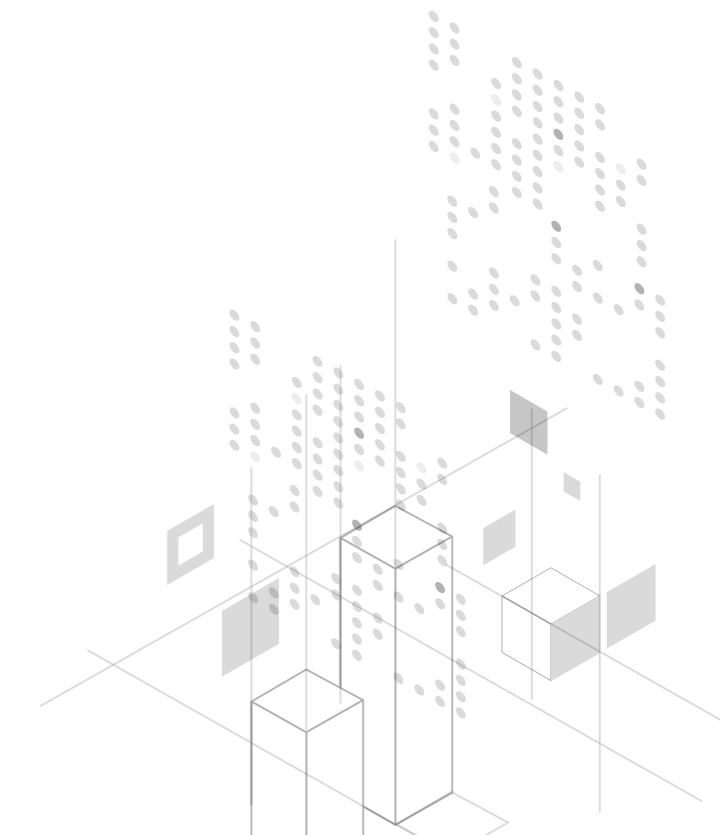
grupoavintia.com

Nacida en 2007, su fuerte crecimiento en condiciones de mercado especialmente adversas ha convertido a la compañía en referente del sector, siendo líderes en edificación en España, con una filosofía basada en ejecutar proyectos siempre a la altura de la máxima exigencia social, mercantil e industrial.



NRO. 02. JUN.2020. AVINTIA INDUSTRIAL

**White Paper sobre la
Industrialización de
la Construcción_**





NRO. 02. JUN. 2020
AVINTIA INDUSTRIAL

White Paper
sobre la Industrialización
de la Construcción_

Avintia
Grupo

grupoavintia.com



CURSO/GUÍA PRÁCTICA DE EDIFICACIÓN INDUSTRIALIZADA/ CONSTRUCCIÓN FUERA DE OBRA

**Industrialización
de la construcción / edificación.
Prefabricación**





Índice

¿QUÉ APRENDERÁ?	15
Introducción	16
La construcción fuera de obra (off site construction)	16
La construcción de estructuras prefabricadas	17
La construcción modular	17
TÉCNICAS INDUSTRIALES MODERNAS	17
Ahorrar tiempo	18
Mejor calidad.	18
Costes más bajos.	18
Ambiente de trabajo mejorado.	18
Impacto ambiental reducido.	19
BARRERAS A LA EDIFICACIÓN INDUSTRIALIZADA	19
Un problema de imagen.	19
Inflexibilidad y diseño uniforme.	19
Regulación y códigos locales de construcción.	19
Aversión al riesgo.	20
ROMPER LAS BARRERAS	20
Escasez de profesionales de la construcción.	20
El BIM. La revolución tecnológica de la construcción.	21
Inversión social en vivienda	21
LOS MERCADOS Y LAS PERSPECTIVAS	21
IMPLICACIONES ESTRATÉGICAS	22
Contratistas Generales	23
Los fabricantes de materiales de construcción	23
Los arquitectos e ingenieros	24
Los promotores inmobiliarios y los inversores inmobiliarios	24
PARTE PRIMERA	25
Historia de la industrialización de la construcción / edificación.	25
Capítulo 1. Historia de la industrialización de la edificación (desde Le Corbusier a Torroja)	25
1. Le Corbusier: maquinas de vivir: viviendas industrializadas como Ford.	25
2. Coste de construir coches: baja, viviendas: sube.	30
3. Eduardo Torroja: la necesidad de viviendas económicas.	31
4. Inicios de la prefabricación de viviendas (Estados Unidos, Francia y Alemania).	34
TALLER DE TRABAJO.	40
La reconversión industrial del sector de la construcción / edificación.	40
1. Mano de obra cualificada y menos accidentes laborales.	40
2. Desaparecen los "imprevistos" de la obra.	41
3. Ahorro en transporte y almacenaje en obra.	41
4. Mejora medioambiental. Gestión de residuos.	41
TALLER DE TRABAJO	42
Evolución histórica de la industrialización en la edificación. Defectos en los prefabricados del siglo XX (defectos estructurales como los de cerramientos de fachada y cubierta).	42
TALLER DE TRABAJO.	61



La diferencia entre industrialización y prefabricación. _____	61
1. La industrialización es un proceso organización en la producción de edificios. ____	61
2. La prefabricación es la producción de elementos constructivos, una forma de manifestarse la industrialización. _____	62
3. Índice de industrialización _____	62
TALLER DE TRABAJO. _____	64
Sistemas modulares como solución edificatoria alternativa a la construcción tradicional in situ. _____	64
La alternativa a la construcción convencional es la externalización de los elementos constructivos en centros de producción, la prefabricación. _____	64
TALLER DE TRABAJO. _____	72
Ventajas y desventajas de la prefabricación edificatoria. _____	72
1. Ventajas _____	72
a. Calidad de los materiales _____	72
b. Reducción en los plazos de ejecución _____	72
c. Reducción de equipos de obra _____	72
d. Mano de obra especializada. _____	73
e. Reducción de costes. _____	73
2. Desventajas _____	73
a. Diseño (vivienda prefabricada). _____	73
b. Gastos de transporte e inversión inicial. _____	73
TALLER DE TRABAJO. _____	75
Críticas a la industrialización en el proceso constructivo. _____	75
1. Detractores de la industrialización en el proceso constructivo. _____	75
2. Es más caro edificar con productos industrializados que artesanalmente. _____	76
3. Industrialización componente (compatibilidad de módulos de distintas marcas). _	79
PARTE SEGUNDA. _____	81
Industrialización de la construcción. _____	81
Capítulo 2. Industrialización de la construcción y prefabricados para la edificación. _____	81
1. Industrialización de las construcciones y prefabricación en la edificación. _____	81
2. Sistemas constructivos industrializados. _____	82
a. Industrialización cerrada _____	82
b. Sistema abierto de edificación ('open system building'). _____	83
3. Construcción modular. _____	86
a. Viviendas prefabricadas modulares. _____	87
b. Sistemas constructivos sostenibles. _____	87
4. I+D Investigación y desarrollo _____	88
a. Nuevos materiales (espumas rígidas, morteros de capa gruesa, etc.). _____	88
b. Robótica en la industrialización de la edificación. Robotización. _____	90
c. Institutos, centros y asociaciones de investigación. _____	93
TALLER DE TRABAJO _____	95
Programa Europeo de Investigación, para la modernización del Sector de la Edificación. MANUBUILD. _____	95
1. Incorporar procesos sistematizados de diseño a sistemas industrializados de	



construcción de viviendas de industrialización abierta. _____	95
2. Herramientas informáticas _____	96
3. Construcción en seco. No agua en el tajo. _____	97
4. Obras rápidas y baratas sin almacenaje. _____	97
5. Estandarizar la producción de elementos edificatorios. _____	98
TALLER DE TRABAJO _____	101
I + D Edificación y construcción. Edificación industrializada con apoyo institucional.	101
TALLER DE TRABAJO _____	105
La construcción modular. Desafíos y oportunidades para la industria de la construcción. _____	105
TALLER DE TRABAJO _____	111
Robótica e industria de la edificación. _____	111
1. Edificación cristalera y cerámica. _____	111
2. Viviendas prefabricadas. _____	111
3. Robótica en obra civil. Maquinaria pesada para infraestructuras. _____	112
4. Robótica en la edificación. Sistema automatizado de edificación. Robots de ensamblaje edificatorio. _____	112
5. Robótica edificatoria, automatización y domótica. _____	113
CHECK-LIST _____	114
¿Qué es la construcción industrializada? _____	114
¿Cuáles son los sistemas de producción de elementos prefabricados? _____	114
CHECK-LIST _____	116
Las 20 Ventajas de la edificación modular industrializada. _____	116
PARTE TERCERA _____	118
Países líderes en prefabricación. _____	118
Capítulo 3. La industrialización edificatoria en los Países Escandinavos. _____	118
1. La vivienda prefabricada en los Países Escandinavos. _____	118
2. Las viviendas prefabricadas de Ikea y Skanska. _____	119
3. En Suecia la industrialización de la edificación ha causado PARO. _____	120
4. Las constructoras suecas tienen fábricas de "prefabricados de edificación". _____	121
Capítulo 4. El pre ensamblaje de viviendas el Reino Unido. _____	123
1. Re-thinking construction. _____	123
2. I+D+i y pre-ensamblaje en la construcción. _____	124
Capítulo 5. La prefabricación en los Países Bajos. _____	125
1. Los módulos edificatorios holandeses. _____	125
2. Programa IFD: "Proyectos demostrativos de construcción Industrializada, Flexible y Desmontable". _____	125
3. La vivienda 'Variomatic': el cliente elige. _____	126
Capítulo 6. Estados Unidos y la prefabricación de viviendas. _____	127



1. La vivienda prefabricada transportable. _____	127
2. Concurso 'Solar Decathlon' _____	128
TALLER DE TRABAJO _____	132
Solar Decathlon y patentes españolas. _____	132
1. Solar Decathlon Europe y España. _____	132
2. Patentes. _____	134
a. Sistema de techo solar auto-orientable. _____	134
b. Paneles solares móviles de la fachada. _____	134
c. Sistema de cimentación auto-elevable. _____	134
Capítulo 7. La prefabricación de viviendas en Japón. _____	136
1. Toyota: fabricante de viviendas. _____	136
2. La calidad de la prefabricada es superior a la tradicional. _____	136
3. Domótica y viviendas prefabricadas. _____	138
4. Método Just in Time o Método Toyota. _____	138
PARTE CUARTA. _____	140
El futuro: globalización y China. _____	140
Capítulo 8. Globalización e industrialización de la edificación (módulos de China). _____	140
1. Menos oficios, más especialización. Ingeniería unida a la arquitectura. _____	140
2. Industrialización 'pre-empaquetado' en fábrica y 'post-empaquetado' en obra. _____	141
3. Fabricación "on-site" y "off-site". _____	142
4. Exigencias medioambientales en la construcción industrial. _____	143
5. Estética y masificación en la industrialización de la edificación. _____	143
6. La ausencia de la Administración española en la industrialización de la construcción. _____	144
7. La falta de formación profesional y técnica: cualificación. _____	144
PARTE QUINTA _____	146
La industrialización de la construcción en España. _____	146
Capítulo 9. I+D en España: edificación artesanal en el siglo XXI. _____	146
1. Planes de I+D para el sector más representativo del PIB español y que genera mayor empleo. _____	146
2. La edificación residencial es artesanal por los bajos costes de la mano de obra. _____	146
3. Accidentes laborales y cualificación profesional. _____	147
4. Fomento de la investigación en las obras _____	147
5. Infraestructura tecnológica: laboratorios y centros de investigación vinculados al sector. _____	149
6. Avances en elementos '3D' conformados por estructuras de acero. _____	149
TALLER DE TRABAJO _____	152
Aplicación de la construcción modular a la edificación industrializada. _____	152
1. La construcción modular _____	152



2. Aplicación en viviendas unifamiliares _____	153
3. Edificios en altura _____	153
TALLER DE TRABAJO _____	155
La industrialización total de la construcción con sistemas modulares de hormigón como opción idónea para lograr Edificios de energía casi nula (EECN). _____	155
1. Ventajas de la construcción modular en hormigón _____	155
2. Sistemas modulares de hormigón se presentan como una opción idónea para avanzar en el cumplimiento de los EECN _____	156
3. El elemento básico es el módulo o celda tridimensional (3D) _____	157
4. Aplicación en edificación residencial _____	158
a. Viviendas unifamiliares _____	158
b. Edificios en altura _____	158
c. Construcción modular en hormigón y su eficiencia energética _____	158
5. Proyección de futuro _____	159
6. Ejemplos. Casos prácticos reales. _____	159
TALLER DE TRABAJO _____	163
UNE-EN 13369. Reglas comunes para productos prefabricados de hormigón. _____	163
TALLER DE TRABAJO _____	171
Presencia española en prefabricados y construcción modular de hormigón. _____	171
APLIHORSA Modular _____	171
Bioclimática Modular Concept _____	171
Dragados S.A. - Caracola _____	171
Prefabricados Pujol _____	171
Roura Anglada _____	171
Worldmetor _____	171
TALLER DE TRABAJO _____	179
El futuro de las empresas españolas de prefabricados de hormigón. _____	179
TALLER DE TRABAJO _____	185
Control documental de suministro de elementos prefabricados de hormigón. _____	185
TALLER DE TRABAJO _____	189
Ventajas del BIM en los prefabricados de hormigón. _____	189
TALLER DE TRABAJO _____	196
Esquemas: BIM, industrialización y prefabricados de hormigón. _____	196
1. Modelado de información de la construcción. _____	196
2. Del BIM al futuro con los sistemas inteligentes de construcción. _____	196
TALLER DE TRABAJO _____	203
Soluciones prefabricadas para puentes y viaductos _____	203
Vigas pretensadas prefabricadas. _____	203
Diseño transversal de tableros con tirantes y puntales. _____	203
TALLER DE TRABAJO _____	207
Tuberías prefabricadas de hormigón armado. _____	207
TALLER DE TRABAJO _____	218



La construcción modular en 3D o edificación integral industrializada	218
1. ¿Qué es la construcción modular en 3D?	218
a. Construcción a partir de módulos completos (integral)	218
b. Construcción componentes prefabricados que conformarán el módulo (componentes).	218
2. Construcción en 3D o edificación integral industrializada mediante prefabricados.	219
3. Sistemas de ensamblaje de módulos.	219
4. Tipología de los módulos según la tipología edificatoria.	220
a. Módulos internos de edificación (ej.: baños).	220
b. Módulos edificatorios completos (ej.: viviendas unifamiliares)	220
c. Módulos parciales para ensamblar edificios en altura.	220
d. Módulos de edificaciones dotacionales anexas.	220
TALLER DE TRABAJO	222
Esquemas. La impresión 3D en construcción.	222
Tecnologías de impresión 3D a escala real en la industria de la construcción (edificación) en obra nueva, rehabilitación y restauración de patrimonio.	222
Rehabilitación de fachadas y paramentos interiores.	222
Integración de tecnologías y tipos de extrusor en rehabilitación edificatoria.	222
Rehabilitación por impresión directa o mediante reproducción de piezas.	222
Impresión prefabricados (ej.: balaustradas).	222
Cortado y vaciado del dibujo.	222
Robots.	222
TALLER DE TRABAJO	240
Esquemas. ¿Qué es la fabricación aditiva? Fabricación de piezas a partir de un modelo 3D sin necesidad de moldes ni utillajes, mediante capas de material y su consolidación.	240
TALLER DE TRABAJO	254
Estructuras Industrializadas en Edificios de Vivienda Colectiva	254
TALLER DE TRABAJO.	264
Pisos prefabricados de 70m2 por 65.000 euros en 5 meses y calidad CTE.	264
TALLER DE TRABAJO	266
Ejemplo de iniciativa de fabricante español de muro multiuso prefabricado de doble pared.	266
TALLER DE TRABAJO	268
Vivienda prefabricada. Edificación modular.	268
TALLER DE TRABAJO	270
Los prefabricados en la vivienda social de Madrid.	270
Análisis del proceso de industrialización en las promociones de la Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo de Madrid (EMVSM). Proyecto Singular y Estratégico para la Industrialización de la Vivienda Sostenible (INVISIO). Industrialización en las Promociones de la Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo de Madrid. Se analiza la industrialización en las promociones de la vivienda social, promovidas por la EMVSM y se desarrolla a partir y del estudio directo de los edificios más significativos, de entrevistas con los agentes implicados en el proyecto, así como encuestas sociológicas a los habitantes de los edificios.	270
TALLER DE TRABAJO	286



Viviendas industrializadas. _____	286
TALLER DE TRABAJO _____	288
Industrialización y eficiencia energética de las fachadas de hormigón. _____	288
PARTE SEXTA _____	291
Agentes de la edificación en la prefabricación de edificios. _____	291
Capítulo 10. Agentes de la edificación en la prefabricación de edificios. ____	291
1. Fabricante de módulos prefabricados para la edificación. _____	291
a. Calidades de prefabricados. Control de calidad. _____	292
b. Planificación de entrega de módulos prefabricados en obra. _____	294
c. Transporte y montaje en obra de módulos prefabricados _____	294
2. Arquitecto. Opciones de edificación prefabricada en el proyecto. _____	295
3. Dirección Facultativa. Dirección de obra con prefabricados. _____	295
4. Constructor _____	296
TALLER DE TRABAJO _____	299
El proyecto técnico de industrialización en el proceso de edificación industrializada. _____	299
1. Memoria descriptiva de la ejecución, documentación técnica del proyecto de industrialización, análisis de costes y planos generales de arquitectura e instalaciones. _____	299
2. Diseño de moldes. Planos detallados del encofrado. Perfilería. _____	300
3. Memoria de uniones y nudos entre prefabricados. _____	300
4. Planificación del proceso. Planing de obra _____	301
5. Materiales. Almacenamiento. DITE y control de calidad de materiales. _____	301
PARTE SÉPTIMA _____	302
Reglamento europeo de Productos de Construcción 305/2011 (RPC) _____	302
Capítulo 11. Los productos prefabricados de hormigón en el Reglamento europeo de Productos de Construcción 305/2011 (RPC) para los fabricantes de productos prefabricados de hormigón que desde el 1 de julio de 2013 sustituye a la actual Directiva 89/106/CEE _____	302
1. Reglamento europeo de Productos de Construcción 305/2011 (RPC) para los fabricantes de productos prefabricados de hormigón _____	302
2. Valoración del Ministerio de Industria, Energía y Turismo _____	303
Diferencias para los fabricantes de productos de construcción _____	304
Diferencias para los organismos notificados (ON) _____	306
Diferencias para los actuales organismos autorizados para la concesión del dite y su organización (EOTA) _____	307
Diferencias para las autoridades de los estados miembros _____	307
Diferencias para los organismos de normalización nacionales y el CEN _____	308
Consejos para los técnicos a pie de obra: la idoneidad al uso de los productos con marcado CE308	
TALLER DE TRABAJO. _____	347
Esquemas prácticos del Reglamento europeo de Productos de Construcción 305/2011 (RPC) para los fabricantes de productos prefabricados de hormigón que desde el 1 de julio de 2013 sustituye a la actual Directiva 89/106/CEE _____	347
TALLER DE TRABAJO. _____	373
Productos de la construcción para los que el mercado es obligatorio en el	



Reglamento europeo de Productos de Construcción 305/2011 (RPC) que desde el 1 de julio de 2013 sustituye a la actual Directiva 89/106/CEE	373
TALLER DE TRABAJO	412
La Declaración de Prestaciones de los productos de construcción en la web del fabricante.	412
TALLER DE TRABAJO.	414
Marcado en prefabricados de hormigón para muros en el Reglamento europeo de Productos de Construcción 305/2011 (RPC) que desde el 1 de julio de 2013 sustituye a la actual Directiva 89/106/CEE	414
TALLER DE TRABAJO.	489
La piedra natural y aglomerada en el Reglamento europeo de Productos de Construcción 305/2011 (RPC) que desde el 1 de julio de 2013 sustituye a la actual Directiva 89/106/CEE	489
PARTE OCTAVA.	502
Tecnología y materiales en la edificación industrializada.	502
Capítulo 12. Procedimientos constructivos con prefabricados. Construcción modular.	502
1. Construcción modular en hormigón.	502
2. Construcción modular mixta.	503
3. Módulos con estructura metálica atornillada.	505
Con acero. Steelframing. Estructura metálica ligera de acero galvanizado	505
4. Con prefabricados de hormigón. Los paneles de hormigón.	508
a. Sistema de hormigonado horizontal (Tilt Up)	509
b. Sistema de encofrado vertical. Sistema BARCONS	511
c. Sistemas con encofrados simultáneos de paredes y techos.	514
TALLER DE TRABAJO	518
Edificación industrializada modular aislada y en multiplanta.	518
1. Edificaciones modulares y módulos adosables.	518
2. Módulos monoblock.	519
3. Módulos sanitarios y grifería.	520
4. Escalera prefabricada. Losa escalera	520
TALLER DE TRABAJO	522
Edificación industrializada integral mediante módulos tridimensionales	522
1. Edificación industrializada integral mediante módulos tridimensionales.	522
2. Antecedentes históricos	523
3. Clasificación de módulos tridimensionales.	523
4. Sistema constructivo modular desde cota 0.	524
5. Unión de módulos con hormigón autocompactable.	525
6. Línea industrial de elaboración de un módulo edificatorio.	526
7. Transporte y ensamblaje de módulos edificatorios.	527
TALLER DE TRABAJO	529
Sistemas de industrialización de edificaciones modulares.	529



1. Sistema Set home. _____	529
2. El sistema Transloko _____	531
TALLER DE TRABAJO _____	533
Ejemplo real de factoría de prefabricados de hormigón estructural de edificación residencial e industrial y de la obra civil. _____	533
TALLER DE TRABAJO _____	573
Vivienda prefabricada en una estructura de aluminio o de acero. _____	573
TALLER DE TRABAJO _____	575
Vivienda prefabricada americana en 3 módulos. _____	575
Capítulo 13. Clasificación de elementos prefabricados. _____	577
1. Clasificación de elementos prefabricados. _____	577
2. Sistemas estructurales y estructuras prefabricadas. _____	578
a. Bovedilla Prefabricada. _____	579
b. Viguetas _____	579
Vigueta armada. _____	580
Vigueta Pretensada. _____	580
c. Pilotes prefabricados. _____	580
TALLER DE TRABAJO _____	582
Estructura y pilares. _____	582
TALLER DE TRABAJO _____	589
Ventajas de los elementos estructurales prefabricados. _____	589
1. Ventajas de los elementos estructurales prefabricados _____	589
Calidad de los elementos _____	589
Tiempos de ejecución _____	589
Reducción de equipos en obra _____	590
Mejor aprovechamiento de las secciones resistentes _____	590
Mano de obra especializada _____	590
Económico-constructivo _____	590
2. Desventajas de los elementos estructurales prefabricados _____	590
Estructurales _____	591
Movilidad y transporte _____	591
Económico-financiero _____	591
Montaje _____	591
De fabricación _____	591
3. Hormigón. Uniones de piezas premoldeadas y bloques de hormigón. _____	592
Montajes por Simple Apoyo _____	593
Montajes por Uniones Rígidas _____	593
TALLER DE TRABAJO _____	595
La certificación para productos prefabricados de hormigón. _____	595
TALLER DE TRABAJO _____	599
Viviendas prefabricadas de hormigón. Experiencia internacional. _____	599
“Casa Kyoto” primera vivienda unifamiliar industrial de hormigón. _____	609
TALLER DE TRABAJO _____	618
Sistema de Edificación de Viviendas con Elementos Prefabricados de Hormigón Armado. Cimentación y montaje de paneles. Construcción y Montaje de la	



Vivienda prefabricada. _____	618
TALLER DE TRABAJO _____	626
Elementos prefabricados de hormigón. _____	626
1. Productos de hormigón prefabricado (usos, tamaños y acabados). _____	626
2. Ventajas e inconvenientes del hormigón prefabricado. _____	627
a. Ventajas _____	627
b. Inconvenientes _____	628
3. Modularidad, industrialización y tecnología. _____	629
Ejemplos representativos (dos nacionales y uno internacional) de las tendencias actuales en el ámbito de la construcción industrializada con elementos de hormigón. _____	629
TALLER DE TRABAJO _____	632
Recomendaciones para la instalación de redes de abastecimiento de agua potable. _____	632
TALLER DE TRABAJO _____	665
Conductos prefabricados de hormigón. _____	665
1. Normativa europea armonizada de los conductos de hormigón (Instrucción EHE-08, UNE-EN 1916:2008, UNE-EN 127916:2014, UNE-EN 1917:2008, UNE-EN 127917:2005). _____	666
2. Resistencia a los ataques químicos y biológicos. _____	666
a. Resistencia a las sales solubles _____	666
b. Resistencia al ataque por sulfatos. _____	666
c. Resistencia a la carbonatación. _____	667
d. Resistencia a los ácidos. _____	668
e. Lixiviación por aguas puras. _____	669
f. Resistencia a la reacción árido-álcali. _____	669
g. Resistencia a la corrosión de la armadura. _____	670
TALLER DE TRABAJO. _____	678
Estructuras industrializadas de hormigón armado. _____	678
TALLER DE TRABAJO _____	683
La prefabricación en hormigón. Las tecnologías multimateriales (co-inyección, bi-inyección, deposición metálica, etc.) _____	683
TALLER DE TRABAJO _____	689
Piezas de hormigón prefabricadas antisísmicas para sistema modular de viviendas. _____	689
Caso real en Perú. _____	689
La construcción modular presenta una clara ventaja en aspectos de seguridad antisísmica _____	689
Seguridad sísmica hasta 9 en la escala sismológica de Richter. _____	689
TALLER DE TRABAJO _____	698
Sistema de edificación modular prefabricada en fachadas. _____	698
1. Sistemas de paneles de fachada de hormigón prefabricado. Atornillamiento de forjados. _____	698
2. Sistema de estructura de módulos metálicos. _____	699
a. Módulos metálicos de medidas abiertas. Atornillamiento y soldadura. _____	699
b. Módulos metálicos de medidas cerradas. Hormigón y soldadura. _____	699
c. Módulos metálicos plegables. Paneles prefabricados sándwich. _____	700
d. Módulos portantes. Fachada de hormigón prefabricado. Atornillado. _____	700
e. Forjado de hormigón prefabricado _____	701
TALLER DE TRABAJO. _____	703



Fachadas industrializadas, paneles de hormigón armado y muros cortina. _____	703
TALLER DE TRABAJO _____	705
Panel prefabricado para fachadas. Hormigón arquitectónico. Lámina de hormigón armado con acero. _____	705
TALLER DE TRABAJO _____	709
Pavimentos prefabricados de hormigón _____	709
TALLER DE TRABAJO _____	714
Prefabricados de albañilería de hormigón que cumplen con los requisitos establecidos en la norma europea UNE EN 771-3:2011, la norma española UNE 127771-3 y el CTE _____	714
4. Acero. _____	720
TALLER DE TRABAJO. _____	723
Estructuras industrializadas de acero. _____	723
5. Aluminio. _____	725
6. Madera _____	726
7. Vidrio. _____	730
a. Panel de vidrio de alta resistencia para suelos _____	730
b. Panel de vidrio para fachada ventilada. _____	730
8. Fibra de vidrio. _____	731
TALLER DE TRABAJO _____	732
Paneles translúcidos de poliéster con fibra de vidrio y nanogel. _____	732
9. Yeso. Bloques de yeso prefabricado y paneles de fibra-yeso. _____	733
TALLER DE TRABAJO _____	733
Yeso. Bloques de yeso prefabricado y paneles de fibra-yeso. _____	733
1. Placa de yeso y de yeso térmicas. _____	734
2. Placa cerámica revestida con yeso. _____	734
TALLER DE TRABAJO. _____	735
Tabiquería industrializada. Tabiques de placas de yeso, fibra yeso y escayola. _____	735
TALLER DE TRABAJO. _____	737
Mamparas modulares divisorias. _____	737
TALLER DE TRABAJO _____	739
Modo de instalación de placas de yeso laminado especial para rehabilitación. Marca Pladur. _____	739
10. Plástico. _____	745
11. Espuma de poliuretano. _____	747
a. Espumas en caliente. _____	747
b. Espumas en frío. _____	747
TALLER DE TRABAJO. _____	749
Paneles aislantes para muros y fachadas: paneles prefabricados de láminas de acero galvanizado con núcleo de espuma rígida de poliuretano. _____	749
12. PVC. Las ventanas de PVC _____	753



TALLER DE TRABAJO	755
Láminas flexibles de policloruro de vinilo (PVC) y su uso en techos.	755
TALLER DE TRABAJO	757
Las Ventanas de PVC como solución para cumplir las exigencias y especificaciones acústicas del DB-HR del CTE Código Técnico de Edificación tras la Orden VIV/984/2009	757
13. Cerámica.	762
TALLER DE TRABAJO	763
Ventajas y modo de instalación del "Bloque de Arcilla Aligerado". Marca Termoarcilla.	763
TALLER DE TRABAJO	768
"Bloque de Arcilla Aligerado". Marca Termoarcilla.	768
14. Sanitarios y grifería prefabricada.	769
TALLER DE TRABAJO	769
Domótica hídrica o la desaparición de sanitarios y grifería termostática.	769
TALLER DE TRABAJO	771
Aseos prefabricados	771
Capítulo 14. Medioambiente y reciclaje en la edificación industrializada.	779
1. Gestión de residuos y demoliciones y ventajas del uso de prefabricados.	779
2. Materiales reciclables y reutilización en la edificación industrializada.	781
TALLER DE TRABAJO	784
Viviendas prefabricadas con certificado LEED.	784
TALLER DE TRABAJO.	787
Refrigeración magnética. Cambios de temperatura en materiales por magnetismo.	787
TALLER DE TRABAJO	789
Construcción industrializada y prefabricados en la rehabilitación y mantenimiento de edificios.	789
1. Nuevos materiales y técnicas constructivas más sostenibles, la rehabilitación y mantenimiento.	789
2. Estructura portante.	790
3. Cerramientos	790
4. Cubierta.	791
5. La prefabricación y nuevos materiales en la rehabilitación edificatoria.	792
PARTE NOVENA	796
Los clústers de industrialización de la construcción.	796
Capítulo 15. Los clústers de industrialización de la construcción.	796
1. ¿Qué es un clúster? ¿Por qué un clúster en los parques tecnológicos? Clúster en España.	796
2. Asturias. Foro de innovación/industrialización de la construcción. Clúster de la construcción.	798



3. País Vasco. Foro de innovación/industrialización de la construcción. Clúster de la construcción. _____ 801

TALLER DE TRABAJO _____ **803**

Clúster de la construcción en el País Vasco. _____ 803



¿QUÉ APRENDERÁ?



- **Ventajas de la prefabricación edificatoria. Ventajas de la edificación modular industrializada.**
- **Sistemas constructivos industrializados.**
- **Ventajas del BIM en los prefabricados de hormigón.**
- **Agentes de la edificación en la prefabricación de edificios.**
- **El proyecto técnico de industrialización en el proceso de edificación industrializada.**
- **Tecnología y materiales en la edificación industrializada.**
- **Procedimientos constructivos con prefabricados. Construcción modular.**
- **La prefabricación y nuevos materiales en la rehabilitación edificatoria.**
- **Los clústers de industrialización de la construcción.**



Introducción



El concepto de construcción externa, prefabricada y modular no es nuevo. En Mesopotamia ya utilizaban ladrillos, que son prefabricados.

Con los crecientes avances tecnológicos en la industria de la construcción, el mundo ha vuelto a introducir alternativas rentables y más rápidas a la construcción tradicional.

Se trata de alternativas edificatorias externas, prefabricadas o modulares que en conjunto forman lo que conocemos como "edificación industrializada".

Pero, estos términos no significan lo mismo. Aunque pueden parecer similares por el nombre, hay una diferencia entre los tres términos.

La construcción fuera de obra (off site construction)

La construcción fuera de obra (off site construction) es un término general para muchos tipos diferentes de construcción. La construcción prefabricada y modular se incluye en la construcción fuera de obra. La construcción fuera de obra implica la planificación, el diseño, la fabricación y el montaje de un edificio en un lugar que no sea la misma obra. Esto se hace a fin de conseguir un montaje rápido posterior en la obra.

A diferencia de la construcción tradicional, la construcción fuera de obra requiere menos tiempo, es sostenible, segura, rentable y flexible. Aunque los beneficios son los mismos, la única diferencia es el conjunto de reglas y el diseño de las estructuras. En este tipo de construcción las estructuras se fabrican en un entorno controlado y se transportan a la obra. Además, es posible controlar la calidad de cada sección de la estructura, lo que no es posible en el caso de una construcción a pie de obra.



La construcción de estructuras prefabricadas

La construcción de estructuras prefabricadas es parte de la construcción fuera de obra. Cualquier estructura que tenga su sección diseñada en una fábrica se denomina prefabricada. Tanto las estructuras modulares como las prefabricadas son consideradas como edificación industrializada.

La construcción de estructuras prefabricadas debe cumplir con los códigos de construcción y debe someterse a una inspección periódica. Este tipo de inspección rigurosa y sus pautas de construcción hacen que las estructuras prefabricadas sean tan resistentes o más que las estructuras realizadas en la obra por métodos tradicionales.

La construcción modular

La construcción modular es un término general de construcción prefabricada. En la construcción modular todas las estructuras se construyen en cajas tridimensionales o en forma de módulos, que se transportan desde la unidad de fabricación al sitio de instalación, la obra.

Estas estructuras se construyen de acuerdo con los códigos edificatorios. Además, las estructuras modulares se pueden fabricar para uso temporal o permanente.

En términos más simples, la diferencia entre estas estructuras puede considerarse como tres círculos concéntricos. El círculo más externo es una construcción fuera de obra, el segundo círculo interno es una construcción prefabricada y el círculo más interno es la construcción modular. Ahora puede distinguir fácilmente entre estos términos.

TÉCNICAS INDUSTRIALES MODERNAS

Por supuesto, la construcción no es fácilmente susceptible de producción en masa, pero ciertamente podría explotar las técnicas industriales modernas más de lo que lo hace.

La construcción fuera de obra, o "prefabricación", es la clave: hacer en una fábrica varias partes de un edificio antes de ensamblarlas en la obra real del edificio.

Las piezas pueden ser prefabricadas (hormigón) o hechas de materiales compuestos (como paneles sándwich). La fábrica externa de hoy en día puede producir componentes de paquete plano (como paredes o vigas), módulos volumétricos (lavabos o dormitorios) o incluso edificios enteros.



La construcción fuera de obra alivia varios problemas asociados con los métodos tradicionales "en la obra".

Al trasladar una gran parte del trabajo de un entorno al aire libre desordenado y expuesto con horas de trabajo limitadas a un entorno de fábrica seguro y controlado en interiores con un potencial de producción de 24/7, la construcción fuera de obra ofrece cinco beneficios principales.

Los tiempos de construcción se reducen y hay un menor riesgo. La construcción fuera de obra se ve mucho menos afectada por los caprichos del clima y por la pesada carga de la gestión del proyecto en la obra. También está mucho menos sujeta a los riesgos, legales y financieros, inherentes a las complejas colaboraciones con subcontratistas.

Ahorrar tiempo

Por lo tanto, construir fuera de obra generalmente reduce los tiempos de terminación del edificio en más de un tercio y mejora la entrega a tiempo. Eso puede ser de gran valor para los propietarios de proyectos. Un hotel, por ejemplo, puede comenzar a hacer reservas antes, y se reducen los riesgos de gastos excesivos y demoras.

Mejor calidad.

Gracias a la estandarización, un entorno controlado y controles de calidad en fábrica, la tasa de defectos puede reducirse a la mitad.

Costes más bajos.

El lugar de trabajo controlado y resistente a la intemperie aumenta la productividad de los empleados individuales, al tiempo que permite economías de escala, logística optimizada y manufactura rápida. El resultado es un ahorro en los costes generales de construcción, ahorros que pueden transferirse a los clientes o reinvertirse en acabados de mayor calidad, por ejemplo.

Ambiente de trabajo mejorado.

Los trabajadores están protegidos del clima y de muchos de los peligros tradicionales (como trabajar durante largos períodos a gran altura o bajo tierra), y su día a día permanece sin cambios de un proyecto a otro. Los accidentes laborales se reducen.



Impacto ambiental reducido.

Los desechos y las emisiones de la construcción pueden reducirse a la mitad, en virtud de la eficiencia de la producción y el aumento del reciclaje.

BARRERAS A LA EDIFICACIÓN INDUSTRIALIZADA

La penetración global de la construcción fuera de obra es difícil de cuantificar.

Los analistas definen la construcción fuera de obra de diferentes maneras, de acuerdo con la proporción de contenido fuera de obra (50% versus 80%, por ejemplo) y de acuerdo con las técnicas para medir ese contenido fuera de obra. Los datos son más fiables para viviendas unifamiliares, el segmento que históricamente ha sido el principal beneficiario de la construcción fuera de obra. En algunos mercados más pequeños, como Suecia, más del 80% de las viviendas nuevas ahora se construyen fuera de obra.

A pesar de su larga historia y su convincente propuesta de valor, la construcción fuera de obra es ahora está ganando terreno. Los motivos de la lenta absorción son complejos y varían de un mercado a otro. Hay cuatro barreras particulares:

Un problema de imagen.

El consumidor de vivienda suele asociar la construcción fuera de obra o "edificación industrializada" con viviendas sociales de baja calidad y uniformes. En el Reino Unido evoca recuerdos de los "bungalows prefabricados" construidos para resolver la escasez de viviendas de la posguerra. En los Estados Unidos, muchas personas lo confunden con casas móviles. Una excepción notable a esta tendencia es Japón, donde las casas construidas fuera de obra se consideran productos premium y de alta calidad.

Inflexibilidad y diseño uniforme.

En el pasado, para mantener bajos los costes, las empresas de construcción externas se adhirieron a una política de estandarización. Este enfoque tendía a entrar en conflicto con las limitaciones del sitio de construcción y con la preferencia del propietario individual por cierto grado de personalización.

Regulación y códigos locales de construcción.

La construcción tradicional está ampliamente sujeta a estrictas normas laborales que regulan quién puede hacer qué en la obra, por ejemplo, o especificando el número mínimo de trabajadores para una tarea en particular. Dichas normas contravienen el modelo laboral externo, que se basa en pequeños equipos de



trabajadores ampliamente capacitados. Otras reglas, incluidas las regulaciones de salud y seguridad, los códigos de planificación y los requisitos de hipotecas o seguros, han obstaculizado de manera similar el desarrollo de la construcción fuera de obra o edificación industrializada.

Aversión al riesgo.

El sector de la construcción es históricamente reacio al riesgo por muy buenas razones.

La construcción es costosa cuando se hace bien y potencialmente ruinosa cuando se hace mal, como pueden atestiguar casos de alto perfil como el nuevo aeropuerto de Berlín. Por el lado de la oferta, la construcción es un negocio cíclico y basado en proyectos, con presiones constantes de costes y bajos márgenes, y por lo tanto una aversión a los grandes gastos de capital y a la I + D. (Los contratistas ciertamente no están acostumbrados a invertir cientos de millones o incluso miles de millones en fábricas).

Por lo tanto, los constructores y los clientes han sido cautelosos al experimentar con nuevos métodos y tecnologías. (Ver *"Formando el futuro de la construcción: un avance en mentalidad y tecnología"*, un informe del Foro Económico Mundial, preparado en colaboración con BCG, mayo de 2016, págs. 13-15.)

En combinación, estas barreras tuvieron el efecto de forzar la construcción fuera de obra en un círculo vicioso. Las barreras redujeron la demanda de servicios externos. La demanda débil desanimó la inversión en edificación industrializada, por lo que la oferta siguió siendo muy limitada, y a la luz de la oferta limitada, había poco ímpetu por romper las barreras que mantenían baja la demanda.

Afortunadamente, este ciclo finalmente comienza a colapsar.

ROMPER LAS BARRERAS

Han entrado en juego tres factores nuevos que ahora están llevando la edificación industrializada/construcción fuera de obra a un punto de inflexión.

Escasez de profesionales de la construcción.

El primer factor es la escasez de habilidades profesionales a largo plazo.

La fuerza laboral de la construcción en los países ricos ha ido disminuyendo rápidamente a medida que los trabajadores actuales se jubilan, ya que los trabajos de construcción tradicionales tienen poco atractivo para los trabajadores más jóvenes en la actualidad.



La vieja solución, la importación de trabajadores del extranjero, se está volviendo menos viable, ya que los países importadores están endureciendo sus políticas de inmigración y los países exportadores están generando empleos más atractivos para sus propios trabajadores.

La construcción fuera de obra es un remedio obvio: atrae a los trabajadores locales de la construcción al tiempo que aumenta la productividad general en el sector.

El BIM. La revolución tecnológica de la construcción.

El segundo factor es el uso creciente de la tecnología digital. Este desarrollo está ayudando a erosionar las barreras al exterior, en particular la barrera relacionada con la inflexibilidad.

Gracias a las herramientas digitales, como el modelado de información de construcción (BIM), se está volviendo más fácil integrar componentes externos en compilaciones convencionales y crear sistemas más sofisticados y flexibles de componentes externos.

Además, los avances en los métodos de producción digital, como la robótica y la impresión 3D, algún día deberían poder convertir el ideal de "personalización masiva" en un realidad.

Inversión social en vivienda

El tercer factor es el apoyo del gobierno. Los gobiernos de todo el mundo ahora están respaldando la construcción fuera de obra con mucha más fuerza que antes.

Ante la grave escasez de viviendas y los presupuestos crónicamente ajustados, los gobiernos de todo el mundo están haciendo de la construcción fuera de obra una prioridad estratégica. Por lo tanto, se está creando una demanda estable que ayudará a estandarizar los diseños, dar forma a las nuevas regulaciones y dar a conocer los beneficios de las instalaciones externas. Las empresas privadas también tendrán el incentivo para involucrarse seriamente.

Sin duda, quedan algunos desafíos. La construcción fuera de obra puede aliviar la escasez de mano de obra, pero requiere nuevos conjuntos de habilidades y programas de capacitación, y estos aún están subdesarrollados.

LOS MERCADOS Y LAS PERSPECTIVAS

Aunque la tendencia para la construcción fuera de obra está indudablemente al alza, el ritmo de su desarrollo es difícil de determinar. El panorama podría



cambiar drásticamente si alguno de los grandes actores inmobiliarios realiza el movimiento audaz correcto. Por ejemplo, si una gran promotora apuesta por la construcción fuera de obra y adquiere una gran constructora tradicional.

El segmento que actualmente es la principal aplicación para la construcción fuera de obra es el de los edificios residenciales, y probablemente seguirá siéndolo. Las casas no son excesivamente complejas, pero se caracterizan por un alto grado de repetitividad. Y a menudo están sujetos a requisitos estrictos, en forma de expectativas de los compradores con respecto a la calidad y el precio. Por lo tanto, la mayoría de las principales empresas de construcción fuera de obra tienen una fuerte presencia de vivienda, o incluso una preferencia explícita.

En segmentos no residenciales, las perspectivas son más variadas. Los hospitales, hoteles, escuelas y cárceles, por ejemplo, son en general los principales candidatos para la construcción fuera de obra. Están altamente estandarizados, siguen requisitos estrictos con respecto a la seguridad o la marca, y son limitados en tiempo y mano de obra cuando se trata de amueblar y equipar.

Finalmente, es probable que la infraestructura siga siendo menos receptiva a la construcción fuera de obra.

Por supuesto, los componentes pequeños estandarizados, como las tuberías de aguas residuales o las traviesas de ferrocarril, con frecuencia se prefabrican fuera de obra. Pero los componentes principales, por ejemplo, de un puente, a menudo son grandes y difíciles de transportar desde una ubicación externa, por lo que podría ser más rentable construirlos en la obra.

Una vez más, sin embargo, los factores específicos del proyecto a veces favorecerán la construcción fuera de obra: el aeropuerto de Ginebra ha recurrido a métodos de construcción fuera de obra para su nueva terminal intercontinental, que tiene que caber en un sitio de apenas 20 metros de ancho.

Es probable que tales proyectos especializados fuera de obra aumenten en frecuencia, especialmente dado que la infraestructura es la rama de construcción más internacional.

IMPLICACIONES ESTRATÉGICAS

La construcción fuera de obra claramente tiene un potencial positivo que las compañías tradicionales no pueden ignorar. Pero hay otras razones para que las empresas participen en el mercado externo. La construcción fuera de obra va a ser muy perjudicial para la construcción en su conjunto, y las empresas existentes corren el riesgo de perder una cantidad significativa de valor. Específicamente, la construcción fuera de obra significará más producción, menos mano de obra en la obra, diferentes materiales y diferentes herramientas.



La productividad es evidente en el uso de componentes estandarizados, fabricados en fábrica, como paredes o incluso habitaciones, para reemplazar el proceso tradicional de construcción de cada componente individual en la obra.



Estos desarrollos transformadores afectarán a todas las empresas a lo largo de la cadena de valor, en mayor o menor grado. Aquí está el escenario probable:



Contratistas Generales

Su oferta de servicios se convertirá en mercancía. El grupo de valor al que pueden acceder se reducirá a medida que los sitios de construcción disminuyan en tamaño y complejidad. Su modelo actual de trabajo, equipo y relaciones subcontratista / proveedor serán redundantes y estarán bajo mayor presión que nunca para reducir los costes y los tiempos de entrega.

La competencia global se agudizará: Polcom Modular de Polonia, por ejemplo, puede entregar hoteles construidos fuera de obra en todo el mundo. La mejor estrategia de supervivencia para los contratistas es expandir sus capacidades fuera de obra. Los contratistas están bien posicionados para hacer este cambio porque supervisan toda la cadena de valor, pero deben actuar rápidamente.

Los fabricantes de materiales de construcción

Los fabricantes de materiales de construcción verán que su volumen de negocios y la prima de margen disminuirán drásticamente. A medida que la construcción se vuelva más productiva, tendrán que volverse compatibles fuera de obra si esperan ganar algún contrato. Sus marcas individuales actuales, relaciones con los clientes, sistemas y redes de distribución perderán su valor distintivo en un mercado productivo.

En el extremo, incluso podrían perder su condición de fabricantes de equipos originales y, en cambio, convertirse en proveedores y tener que presentar ofertas para producir componentes específicos. Si van a seguir siendo creadores de especificaciones, en lugar de tomadores de especificaciones, deben trabajar de manera proactiva para dar forma a los nuevos ecosistemas fuera de obra, en asociación con otras empresas que tienen experiencia complementaria.

Los productores de materiales de construcción pesados sufrirán a medida que la demanda cambie a otros materiales en ciertos segmentos.

El producto con mayor riesgo es probablemente el cemento, que es demasiado pesado para un uso generalizado fuera de obra. Para responder, las empresas pueden cambiar hacia materiales más apropiados fuera de obra, basándose en conocimientos especializados: la startup austriaca Cree, por ejemplo, ha desarrollado un nuevo material híbrido de madera y hormigón. Alternativamente,



las empresas pueden expandirse a servicios externos, como la impresión 3D de encofrados, que permite la personalización masiva del hormigón prefabricado.



Los arquitectos e ingenieros



Los arquitectos e ingenieros tendrán que ajustar su modelo de negocio a medida que la construcción se vuelva más productiva. Tendrán que adaptar su enfoque a los clientes y adquirir una mayor experiencia en el proceso de fabricación real.

Mientras tanto, el proceso de diseño en sí mismo cambiará, haciendo un mayor uso de componentes estandarizados e incluso un diseño automatizado. Para hacer frente a ese cambio, las empresas de arquitectura están bien posicionadas para convertirse en coordinadores de ecosistemas, ideando sistemas que permitan diseños personalizados basados en componentes estándar. Como mínimo, deberían poder integrar componentes externos en sus diseños y ser competentes en habilidades relacionadas con el exterior, como DfMA (diseño para fabricación y montaje).

Los promotores inmobiliarios y los inversores inmobiliarios

Los promotores inmobiliarios y los inversores inmobiliarios generalmente deberían beneficiarse de la revolución fuera de obra, específicamente de los tiempos de entrega más cortos, los costes más bajos y la mayor calidad, sin tener que realizar cambios importantes en su modelo de negocio existente.

Sin embargo, esto no significa que puedan quedarse quietos. La demanda de los mejores fabricantes externos en su clase supera con creces la oferta; de hecho, algunos de los principales fabricantes tienen largas listas de espera.

Por lo tanto, los promotores inmobiliarios deben buscar asociaciones de inmediato para asegurarse de tener acceso a los mejores fabricantes externos y maximizar su atractivo para los clientes, compradores e inversores.

PARTE PRIMERA

Historia de la industrialización de la construcción / edificación.

Capítulo 1. Historia de la industrialización de la edificación (desde Le Corbusier a Torroja)



1. Le Corbusier: maquinas de vivir: viviendas industrializadas como Ford.