

LA INDUSTRIALIZACIÓN COMO CAMINO OBLIGADO EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN. LA EXPERIENCIA DEL ESTADIO MODULAR EN ZARAGOZA

A. Pérez Cebrián

Expo Zaragoza Empresarial S.A., Zaragoza, España

RESUMEN

La industrialización se ha consolidado en los últimos años como una estrategia clave para la modernización de la industria de la construcción en España, tradicionalmente caracterizada por elevados costes, baja productividad y una significativa dependencia de procesos artesanales. La industrialización se configura como un recurso necesario para la transformación de la industria de la construcción en España, especialmente en estos preocupantes momentos donde coincide la falta de operarios de obra tradicional con el aumento de inversiones en obra pública y privada. Este artículo analiza la contribución de los sistemas constructivos industrializados al sector, evaluando su impacto en términos de eficiencia productiva, sostenibilidad ambiental, calidad constructiva y seguridad laboral.

A partir de una revisión de la literatura especializada y del análisis de experiencias recientes en edificación residencial, industrial y de infraestructuras, se pone de manifiesto que la prefabricación permite reducir de forma notable los plazos de ejecución, optimizar el uso de materiales y disminuir la generación de residuos en obra. Asimismo, la industrialización de procesos favorece un mayor control de calidad, una mejora de las condiciones de trabajo y una reducción de la siniestralidad laboral. Además, la prefabricación supone un modelo constructivo más sostenible, alineado con los objetivos de descarbonización y economía circular. No obstante, se identifican barreras relevantes para su implantación y desarrollo generalizado en España, como la resistencia cultural al cambio, la fragmentación del sector y la necesidad de una mayor adaptación de la legislación.

El artículo incluye la experiencia sobre la construcción del estadio de fútbol para 20.000 espectadores instalado en Zaragoza para la celebración de competiciones de fútbol profesional. El estadio se proyectó e instaló con la totalidad de sus materiales industrializados, lo que permite un desmontaje y aprovechamiento en otra ubicación, incluso su reconfiguración con otra geometría, tanto de los componentes del estadio como de los módulos de servicio, minimizando la huella de carbono. En menos de 8 meses se proyecta y se instalan todas las infraestructuras necesarias para la disputa de partidos de fútbol de primera división, cumpliendo con los exigentes reglamentos de estadios de fútbol y de retransmisiones televisivas de LaLiga de fútbol profesional y con las necesidades asistenciales para los 20.000 espectadores.

Finalmente, el artículo concluye que el uso de la industrialización constituye una oportunidad estratégica para incrementar no solo la competitividad de la construcción en España, sino también

evitar el problema que supone la carencia de mano de obra especializada en los oficios tradicionales de la industria de la construcción.

PALABRAS CLAVE: prefabricación, industrialización, estadio modular, construcciones modulares.

1. INTRODUCCIÓN

La acuciante necesidad de mano de obra en la construcción tiene su origen en la pérdida paulatina de la mano de obra en la construcción en las últimas décadas. La falta de relevo generacional, así como la especialización en determinados sistemas constructivos provocó la pérdida del albañil tal y como lo conocemos. A la vez, el éxodo que desde la construcción salían a la industria en cada crisis del sector y las carencias de una formación profesional efectiva ha dado lugar a esta problemática.

La especialización de la mano de obra en la construcción provocó que la incorporación de trabajadores a una obra sea de forma parcial y que *no contribuye de manera alguna a promover una actitud de fidelización mutua entre empresa y trabajador, fomentando con ello la movilidad continua en el mercado de la construcción* [1] y con ello, la pérdida de la disposición de los recursos humanos, donde *se puede atribuir una parte del problema, al alto grado de subcontratación que provoca una falta de fidelidad del trabajador con respecto a la propia empresa* [2] e incluso de la propia actividad.

Esta reducción de la mano de obra en edificación se ha visto en parte compensada por el aumento de producción derivada de la incorporación de mejores maquinarias y medios auxiliares que permiten mayor producción con menos personal, así como la utilización de elementos prefabricados en la edificación. Los primeros pasos en el uso de elementos prefabricados en edificación se producen a finales del siglo XIX, aunque no es hasta el último tercio del siglo XX [3], cuando se empiezan a incorporar en edificación, principalmente de estructuras metálicas, madera u hormigón armado.

Durante la construcción de los edificios de la Exposición Internacional de 2008, *debido a lo ajustado del plazo, los proyectos se realizan con la utilización de forma masiva, de elementos que garantizaran la rapidez de ejecución y un solape claro entre actividades, sin desvirtuar por ello la esencia del proyecto. La gran variedad de tipologías estructurales diseñadas y ejecutadas, se basan en la utilización generalizada de estructuras tendentes a la prefabricación, bien de hormigón, metálicas o mixtas* [4], constatando con esto que el uso de la prefabricación permitía reducir los plazos de ejecución.

Desde un enfoque simplista, se puede decir que la evolución de la prefabricación es la industrialización. La prefabricación es el paso previo necesario, es la realización del elemento cuya evolución es el sistema constructivo. Para ello, no solo es necesaria la evolución de la técnica sino la evolución conceptual en la manera de proyectar y de construir. La industrialización, actualmente todavía en sus más incipientes pasos, supondrá el cambio en el paradigma actual del modelo constructivo, donde además proporcionar mejoras económicas, ambientales y sociales, puede paliar, en parte, las actuales necesidades de mano de obra.

2. DESARROLLO / METODOLOGÍA

Para la revisión de la literatura se usaron varios de los motores de búsqueda de bases de datos científicas en internet, acentuando la búsqueda a los trabajos realizados con expresiones relacionadas

con el objeto del trabajo: disminución de mano de obra cualificada en la construcción e incorporación de la prefabricación e industrialización en la construcción, en sus diversas variantes, centrándose principalmente en la lectura de tesis doctorales, trabajos fin de master o de grado de universidades, artículos publicados en revistas JCR y otros artículos que a juicio del autor resultaban relevantes para la materia que trata este artículo.

Se profundizó en las últimas cuatro décadas, época en la que, en la experiencia del autor, comienza a gestarse tanto la pérdida de mano de obra, así como los inicios de la incorporación de forma paulatina de la prefabricación y posteriormente en la industrialización en la edificación.

3. GÉNESIS DEL PROBLEMA

3.1. El éxodo del campo a la ciudad

El milagro económico español fue el nombre dado al periodo de crecimiento económico acelerado ocurrido en España entre 1959 y 1973. A partir de 1951, en España se comenzaron a aplicar políticas de apertura hacia el exterior que junto con la ingente cantidad de capital norteamericano y la restauración de las relaciones económicas con una Europa en recuperación favorecieron esta situación [5]. En este periodo, la economía española creció a una media aproximada anual del 7%, siendo la segunda más alta del mundo en este periodo. Este crecimiento acabó transformando radicalmente la estructura social española.

La introducción de la mecanización agrícola provocó una fuerte transformación en este sector, pasando de una agricultura principalmente cerealista a otra con mayor demanda hortofrutícola. Ello generó que millones de jornaleros y campesinos emigraran del campo a la ciudad en busca de trabajo o incluso al extranjero. Esta mecanización agrícola produce mayor productividad de la tierra por lo que se necesita menos mano de obra. Esto condujo a un excesivo e incontrolado aumento del sector de la construcción en la periferia de las principales ciudades españolas para dar cabida a estos nuevos trabajadores que llegaban desde el campo. Entre 1950 y 1970 la mecanización del campo produjo un excedente de mano de obra de unos 2.300.000 trabajadores.

Para la construcción de las viviendas para esa cantidad de jornaleros que salían de las zonas rurales era necesaria la incorporación de trabajadores para su construcción. La construcción se nutrió, durante décadas, de jornaleros del entorno rural que acudían a las ciudades bien buscando unas mejores condiciones de vida o bien en las interfaces que las labores agrícolas que los dejaban sin trabajo.

El porcentaje de trabajadores sin cualificación que la construcción necesitaba era alto. Los jornaleros agrarios, acostumbrados al trabajo sacrificado del campo y a soportar las inclemencias meteorológicas se adaptaban casi inmediatamente a los trabajos de la obra. Picar zancas, palear montones de arena, descargar camiones, empujar carretillas, picar paredes, quitar escombros o cortar rollizos para puntales no les exigía formación previa, pues eran labores muy similares a las que ya hacían en sus trabajos rurales.

3.2. La pérdida paulatina de la mano de obra en la construcción

Por las condiciones en las que se desarrollaba el trabajo en la construcción, en la década de los 60 hasta casi finalizar la década de los noventa, el porcentaje de mano de obra no cualificada era muy alta con respecto a la mano de obra cualificada por lo que la construcción absorbía una gran parte de aquella migración de las zonas rurales a las ciudades. Durante décadas, la construcción se nutrió, en grandísima medida, de las personas que venían de estas zonas y no de las personas que estaban en las ciudades. En la actualidad, sigue existiendo un movimiento migratorio de despoblación de los pueblos a las ciudades, pero este movimiento ya no tiene como destino la construcción sino las universidades o la industria. Conforme se llega al final del siglo XX, la utilización e incorporación masiva de maquinaria y medios auxiliares más avanzados (que los hace más accesibles a las empresas) cambia la formación del trabajador precisándose más mano de obra cualificada que antes.

Buscando garantizar una producción en base a una retribución, las empresas aplican, de acuerdo con los trabajadores, el trabajo a destajo. El IV Convenio Colectivo General de la Construcción en España dice que *el trabajo a destajo consiste en la realización, por jornada, de una determinada cantidad de obra o trabajo. Se caracterizan estos sistemas para poner en relación directa la retribución con la producción del trabajo, con independencia, en principio, del tiempo invertido en su realización y por tener como objetivo la consecución de un rendimiento superior al normal*

Los destajos, originaron que una parte importante de los trabajadores se especializaran en una única actividad del proceso constructivo (caravisteros, tabicadores, soladores, alicatadores, etc.) y, por extensión, de la subcontratación. Esto provoca que su permanencia en la obra no sea durante toda la ejecución de esta, limitándose a la realización de esas labores concretas. Si la empresa constructora tenía varias obras, podía moverlos de una a otra, siempre que hubiera continuidad en el trabajo. En caso contrario, el empresario se desprendía de estas cuadrillas que tenían que buscar trabajo en otras empresas. Cuando la empresa precisaba de sus servicios, si estaban libres volvían a contratarlos y en caso contrario lo hacía con cualquiera de las cuadrillas disponibles en el mercado.

Esto dio lugar a una ausencia de fidelización entre trabajadores y empresarios y viceversa y a una falta de continuidad laboral en los trabajadores. Por ello, cada vez que una crisis económica ha azotado al mercado de la construcción, estos trabajadores especializados y los cualificados han huido a otros sectores como la industria, no recuperándose cuando el mercado se ha normalizado.

Por otra parte, ha habido claramente una falta de relevo generacional (y no solo de una generación), con la pérdida de transmisión de conocimiento, así como de cultura continuista familiar. Las condiciones de trabajo en una obra no son atractivos para los jóvenes, que eligen otras alternativas pasando, en su caso, de forma temporal o esporádica. Tampoco los programas formativos, promovidos por diversos organismos públicos han dado el resultado deseado. En algunos casos por su falta de resultados prácticos y en otros porque la incorporación de este personal es residual con respecto a las necesidades del mercado. Es cierto que las grandes empresas han acudido al mercado internacional para traer trabajadores de otros países para suplir esta carencia, pero, al margen de que las condiciones de trabajo son muy diferentes a las de España, no está suponiendo la solución al problema.

El resultado de todo ello es que, en la actualidad, hay una carencia importante de operarios cualificados que se traduce en que hay grandes problemas para atender tanto los proyectos públicos

como privados, ralentizando las obras, aumentando los costes de construcción e incluso obras que no pueden ser comenzadas porque los concursos públicos también se quedan desiertos.

4. PREFABRICACIÓN E INDUSTRIALIZACIÓN

La prefabricación es el paso previo y necesario cuya evolución abre las puertas a la industrialización. Salvando las evidentes y necesarias transformaciones de la técnica, tecnología y también conceptuales, es necesario iniciar con la prefabricación de un elemento constructivo, para posteriormente plantearse y evolucionar hacia la industrialización del sistema constructivo completo del que forma parte.

Como Grandoso [6] bien apunta, *la industrialización es la aplicación a la producción de edificios de los procesos organizativos que se desarrollaron con la revolución industrial (técnicas de la ingeniería de producción), con el objeto de aumentar la productividad del sector.* Para que se pueda hablar de industrialización se deben cumplir los siguientes factores:

- Continuidad de producción.
- Normalización y estandarización de productos.
- Proceso constructivo integrado
- Organización del trabajo.
- Mecanización.
- Investigación y experimentación.

Como ya se ha dicho, la industrialización supone la evolución de la parte al todo, del elemento al sistema a través de la necesaria ingeniería de diseño y fabricación adecuada. La industrialización abarca todas las fases del proyecto: diseño, construcción y montaje íntimamente ligadas con la tecnología necesaria desarrollada para tal fin. Como dicen Bastida y Piqué [7], *la industrialización conforma un hecho organizativo, una nueva mentalidad. La prefabricación, en cambio, es una herramienta que precisamente parte de dicha mentalidad nueva. Por consiguiente, es una de las formas de manifestarse de la industrialización.*

La industrialización supone un cambio estructural en la forma de entender, planificar, proyectar y ejecutar, aportando una serie de potenciales ventajas que afectan a todas las fases de la edificación. No obstante, la industrialización presenta una serie de aspectos negativos en comparación con la industria tradicional que es necesario tener en cuenta y que resulta necesario buscar soluciones.

4.1.1. Inconvenientes de la industrialización en la construcción

Aspectos económicos. Para su incorporación, es necesario la realización de altas inversiones iniciales para transformar la industria de la construcción, lo que puede suponer un importante hándicap para las PYMES. Además, se precisa de disponer de cierto pulmón financiero ya que el coste de los elementos realizados en fábrica no se traslada en ingresos para el constructor hasta que estos están instalados en la obra, existiendo un desfase temporal entre los costes incurridos y los ingresos.

Definición inicial con poca flexibilidad. Las modificaciones durante la fase de construcción complican la solución de imprevistos que puedan aparecer.

Restricciones legislativas y burocráticas. La legislación actual está enfocada a la construcción tradicional. Tanto las administraciones públicas como el promotor privado no están acostumbrados a que parte de la construcción se realice fuera del lugar donde se construye, lo que dificulta la certificación de obra y los pagos. En la legislación actual, el avance económico de la obra debe pasar físicamente por el lugar de construcción. Es cierto que la Ley permite la certificación de un porcentaje sobre el total de los materiales acopiados (solo de los materiales), pero no de la mano de obra ni de los medios auxiliares y maquinaria empleados por lo que se queda notablemente escasa.

Dimensión mínima de proyectos. La construcción industrializada se basa en las ventajas de la economía de escala, y por tanto puede no ser una fórmula adecuada para proyectos que no tengan un volumen suficiente, por la repercusión en los costes.

Inversión en formación. Se hace necesaria la formación de profesionales para la aplicación de nuevas tecnologías bien en la transición de los trabajadores de la obra tradicional o bien en la formación de nuevas incorporaciones.

4.1.2. Ventajas de la industrialización en la construcción

La incorporación generalizada de la industrialización en el sector de la construcción supone una serie de mejoras que seguidamente se van a exponer. No obstante, su incorporación se enfrenta a una serie de condiciones que pueden retrasar o incluso evitar su incorporación, como es la resistencia al cambio en todos los agentes, la dificultad para encontrar proveedores cualificados que, al menos en España, existen muy pocos y la necesidad de tener una masa crítica suficiente que permita la integración de la industrialización a unos costes razonables.

Superados estas potenciales amenazas, la industrialización supone unas ventajas, que vienen recogidas en la literatura [7][8][9]:

Aumento de la calidad del producto final: la producción en la fábrica permite una alta precisión y consistencia en la calidad de los componentes, minimizando errores y variabilidad en el producto final.

Menor exposición a inclemencias climáticas: La menor exposición a las condiciones climatológicas adversas redundando positivamente tanto en el plazo, en el coste, la seguridad y la calidad.

Reducción de residuos: la estandarización permite ajustar el consumo de materiales minimizando los residuos y su gestión posterior. Así mismo, en el caso de construcciones modulares, estas pueden ser desmontadas y reutilizadas incluso modificando la geometría de estas en otros destinos, por lo que se revalorizan elementos que han finalizado su tiempo de uso minimizando los residuos producidos.

Menor exposición a riesgos laborales: el trabajo en fábricas es más seguro y controlado que en las obras, por lo que se reduce la exposición al riesgo y con ello los accidentes laborales.

Menor plazo de construcción: La industrialización permite solapar los trabajos en fábrica y en la obra por lo que se pueden conseguir reducir el tiempo final de construcción a la vez que facilita la gestión de plazos y reduce el riesgo de retrasos.

Mejor control de costes: la estandarización y la fabricación en el interior evitan los desvíos de costes por imprevistos derivados por el trabajo exterior o la variabilidad de la mano de obra, a la vez que facilita la gestión y control de los costes.

Mejores prestaciones medioambientales: La reducción de los transportes a obra y de los medios auxiliares mecánicos en la propia obra, suponen una clara reducción de emisiones de CO2 al ambiente, máxime en las construcciones modulares.

Economía de escala: la estandarización permite una reducción de costes directamente sobre todo en grandes construcciones, lo que facilita una rápida construcción y puesta en uso.

4.1.3. Ventajas sociales de la industrialización

Además de las mejoras que supondría de integración de la industrialización en la industria de la construcción, en sus condiciones adecuadas, la industrialización supone unas mejoras que como indican Bastida y Piqué [7], van más allá de las directamente aplicables al propio hecho edificatorio, como son las mejoras sociales que pueden proporcionar:

Ampliación del mercado laboral: la mejora de las condiciones laborales derivadas de la industrialización facilita la atracción de talento y la incorporación de la mujer en el sector de la construcción.

Reducción del impacto en las zonas urbanas: la construcción industrializada reduce el tráfico, el ruido y el polvo en zonas urbanas, mejorando la calidad de vida de las comunidades próximas al proyecto.

Calidad de los puestos de trabajo. Se generan nuevos puestos de trabajo, con un mayor grado de especialización propio de la industria, lo que puede redundar en empleos mejor remunerados, calculándose que se reducen hasta un 60% de la mano de obra no especializada.

4.2. La instalación del estadio modular para el Real Zaragoza en Zaragoza

La ciudad de Zaragoza presentó su candidatura como sede para el próximo Mundial de fútbol de 2030. Para ello, el Ayuntamiento de la ciudad junto con el Gobierno de Aragón y el Real Zaragoza formaron una sociedad pública para la construcción y gestión de un nuevo campo de fútbol que cumpla todos los estándares de la FIFA para la celebración de este tipo de eventos.

La construcción del nuevo estadio suponía el desafío de compaginar las obras con las competiciones deportivas garantizando un aforo mínimo de 20.000 asientos con el riesgo de no terminar a tiempo el estadio para el Mundial. Ante la falta de alternativas reales en donde disputar los encuentros del Real Zaragoza, la Sociedad La Nueva Romareda decidió realizar un estadio de fútbol provisional para 20.000 espectadores, que estuviera dotado con todas las infraestructuras y construcciones auxiliares necesarias para la práctica del fútbol profesional, dando respuesta tanto a las necesidades deportivas del club como a las de los 20.000 espectadores. El carácter de temporalidad de la construcción enfocó el diseño y la construcción de este eligiendo una opción industrializada y modular.

En menos de 8 meses se proyecta y se instalan todas las infraestructuras necesarias para la disputa de partidos de fútbol de primera división cumpliendo con los exigentes reglamentos de estadios de fútbol y de retransmisiones televisivas de LaLiga de fútbol profesional.

El estadio provisional se proyectó e instaló con la gran mayoría de sus materiales industrializados, que permite un desmontaje y aprovechamiento en otra ubicación, incluso su reconfiguración con otra geometría, tanto de los componentes del estadio como de los módulos de servicio, minimizando la huella de carbono.

4.2.1. Utilización de sistemas modulares e industrializados

Los sistemas industrializados empleados para la construcción del estadio modular han sido ampliamente utilizados, aunque no de forma combinada en un conjunto edificatorio. El sistema de andamiaje de la marca LAYHER (layheriberica.com), con el que se forma la estructura soporte del graderío, viene utilizándose en andamios y cimbras ligeras en la construcción desde el año 1985. Por otro lado, las estructuras auxiliares para adaptar la cimbra “bruta” a la geometría del graderío, patentadas por NUSSLI (<https://www.nussli.com/es>), se han empleado en las construcciones temporales en diversos eventos deportivos y culturales por lo que son sistemas muy desarrollados, depurados y maduros.

Esta instalación supone un menor impacto medioambiental. Por poner un ejemplo, el sistema utilizado para el apoyo del estadio de fútbol permitió ahorrar 975 m³ de hormigón tan solo en la cimentación. Teniendo en cuenta que, según ANEFHOP [10], la producción de 1 m³ de hormigón genera 236 kg CO²eq/m³, tan solo evitando la fabricación del hormigón de la cimentación ha supuesto evitar la generación de 230 Tn. de CO²eq. además de su transporte, sin contar con las toneladas generadas por la excavación y la fabricación y transporte de las armaduras.

Con respecto a las edificaciones, se emplearon construcciones modulares, que fueron fabricadas en taller y ensambladas posteriormente in situ, que permitieron dar respuesta a todas las necesidades del club y de los aficionados, así como los requerimientos de LaLiga a efectos del cumplimiento del Reglamento de Estadios y Reglamento de Retransmisiones Televisivas.

4.2.2. Los números del estadio modular.

La realización del estadio temporal del R. Zaragoza mediante el uso de sistemas industrializados y modulares, facilitó su construcción en tan solo 4 meses de tiempo, plazo muy inferior al de una construcción tradicional que puede oscilar entre los 18 a 24 meses. Para su montaje, fueron necesarios 20 operarios, personal muy inferior al empleado con una construcción tradicional. Por otro lado, permite la posibilidad de su desmontaje completo y reutilización en otro lugar, con esa misma geometría u otra, con pequeñas modificaciones. La reducción de CO² fue muy importante y por establecer una comparativa con el nuevo estadio de La Romareda, actualmente en construcción, de acuerdo con el proyecto se van a consumir aproximadamente, unos 75.000 m³ de hormigón para 42.000 asientos. Proporcionalmente, para 20.000 asientos del estadio modular serían 35.714 m³ que a razón de 229 kg de CO² por m³ darían un ahorro de 8.178 Tn de CO². No hubo ningún accidente laboral durante su construcción efecto consecuente, además de por las medidas y gestiones de la prevención realizadas, porque la cantidad de horas empleadas fue muy inferior respecto a una construcción tradicional y con ello, la reducción de la probabilidad de accidentes laborales. Con respecto al precio, el coste por asiento de un estadio de fútbol profesional varía entre los 2.000 y 5.500 euros por asiento, sin repercusión de suelo. Aún en el caso más económico, esto supondría 40 millones de euros que con respecto a los poco más de 14 millones de coste del estadio modular supone una reducción del 60%.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De resultas del estudio realizado, se obtienen unos resultados que apuntan a que la incorporación de la industrialización en el sector de la construcción tiene una serie de inconvenientes y una serie de ventajas.

Entre los inconvenientes, hay que destacar la realización de altas inversiones iniciales para transformar el sector, la rigidez del sistema para las modificaciones en fase de obra, la necesidad de modificar la forma de abono de las obras, la mínima dimensión de los proyectos para que sean viables, así como la necesidad de formación de las nuevas incorporaciones de personal. Igualmente se aprecian ventajas como son un mayor control de los costes, mayor control y reducción del plazo, mejoras ambientales por reducción de los residuos generados y menor impacto en zonas pobladas, aumento de la calidad del producto, menor riesgo de accidentes laborales y mejora de los puestos de trabajo e incluso la mayor incorporación de la mujer en las cadenas de fabricación.

Por otro lado, la industrialización exige la aplicación de procesos organizativos de ingeniería de diseño y fabricación. La industrialización se caracteriza por una normalización y estandarización de productos, proceso constructivo integrado, organización del trabajo, mecanización de los puntos productivos y una continua investigación y experimentación.

6. CONCLUSIONES

De acuerdo con lo expuesto en los apartados anteriores, la carencia actual que sufre la industria de la construcción de mano de obra cualificada es el resultado, fundamentalmente de tres problemáticas que se empezaron a gestar hace varias décadas: falta de relevo generacional con la pérdida de la transmisión del conocimiento, huida de los profesionales a otros sectores en tiempo de crisis en la construcción sin retorno y una ausencia real de una política de formación profesional eficaz que fuera proporcionando operarios formados.

Esta circunstancia, ha tensionado el mercado laboral con una importante carencia de mano de obra tanto cualificada como no cualificada. Esta situación obliga a replantear al modelo productivo actual. Las consecuencias de este problema se están sufriendo actualmente con concursos de obras públicas que se quedan desiertos, aumento de los costes de mano de obra disponible y ralentización de las obras, todo ello considerando que el nivel de inversión no ha alcanzado actualmente su cota máxima, según lo previsto.

Por ello y haciendo de la necesidad virtud, se han de buscar soluciones alternativas que no solo reduzcan la mano de obra, sino que, además, se aumente la producción, con una mayor calidad del producto final, mejora en las condiciones laborales de los trabajadores y se minimización del impacto ambiental de la construcción.

Parece que conseguir dar respuesta al enigma planteado puede pasar por la incorporación de la industrialización en el sector de la construcción, pero para ello, el mercado ha de dar solución a una serie de inconvenientes existentes. El primero de ellos, es el cambio de mentalidad de todos los agentes que intervienen en la construcción, tanto en la forma de concebir el proyecto, en la forma de construcción, así como la legislación y normativa actual y ello pasa por vencer la resistencia al cambio y querer abordar de manera seria la necesidad de dar un nuevo enfoque al modelo actual.

Las ventajas que aporta la industrialización a la construcción han quedado evidentes, los inconvenientes y amenazas que plantea la industrialización son resolubles. Es necesario un cambio drástico en la forma de concebir la construcción que permita incorporar la industrialización en la cadena productiva.

Para ello es necesario la implantación de programas de financiación y ayudas para la transformación de las empresas fabricantes del sector y la incorporación de otras, de forma que los costes de los trabajos en fabrica sean competitivos. Igualmente, es necesaria la formación para trabajadores que se reciclen de la construcción tradicional, de otros sectores de la industria o simplemente nuevas incorporaciones. Y por último no se debe olvidar la necesaria investigación para el desarrollo y mejora continua de los sistemas industrializados.

7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. Pérez, “Un modelo de gestión de riesgo para proyectos de construcción mediante el tratamiento de la vulnerabilidad del proyecto”, tesis doctoral, Universidad de Zaragoza, Zaragoza, España, 2014. <https://www.riarte.es/handle/20.500.12251/240>
- [2] D. Bajaj, “Estrategias de gestión orientados al manejo de riesgos al inicio y en la implementación de proyectos complejos”. *Revista Ingeniería de Construcción*, 17, vol. 3, pp. 124-131. 2002. <https://revistachilenadederecho.uc.cl/index.php/ric/article/view/17149>
- [3] T. Lopes. “El diseño arquitectónico en la prefabricación pesada. Oriol Bohigas y el debate sobre la industrialización en la construcción (1960-80)”. *Informes de la Construcción*, vol. 76, no. 574, junio 2024, <https://doi.org/10.3989/ic.6586>
- [4] A. Pérez, “Construcción de estructuras y pieles”. *Z Arquitectura. Ciudad expuesta* 3, vol. 9-10, pp. 20-23. 2008. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6795324>
- [5] E. Solsten y S. W. Meditz, (2025, 02, 06) A country Study. Chapter: The Franco Era, 1939-75 [On line] [Spain - The Economy - The Franco Era, 1939-75](https://www.economy.com/Spain-The-Economy-The-Franco-Era-1939-75)
- [6] O. Grandoso, (2025, 01, 23). Industrialización vs Prefabricación [Online]. Available: <https://dspace.palermo.edu/dspace/bitstream/handle/10226/180/Industrializaci%C3%B3n%20vs.%20Prefabricaci%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [7] R. Bastida y F. Piqué, “Impactos de la construcción industrializada desde una triple perspectiva: económica, medioambiental y social”, estudio de investigación, Catedra de vivienda digna y sostenible, UPF Barcelona School Management, Barcelona, España, 2025. <https://www.bsm.upf.edu/documents/2025-upf-bsm-impactos-construccion-industrializada-es.pdf>
- [8] A. Martín, “Los procesos de la industrialización en la construcción local”, estudio de investigación, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España, 2021. https://oa.upm.es/67752/1/TFG_Jun21_Martin_Ramon_Alberto.pdf
- [9] P. G. Ruiz, “Análisis comparativo técnico–económico de soluciones constructivas industrializadas aplicadas a edificaciones residenciales”, trabajo fin de grado, Escuela de Ingeniería de Bilbao, Bilbao, España, 2024. <https://addi.ehu.eus/handle/10810/72622>

[10] ANEFHOP, “Guia para la reducción de la huella de carbono en la industria del hormigón preparado”, ANEFHOP, Calle de Bretón de los Herreros, n 43, bajo, 2803 Madrid, España, Versión 04 – 2022/10/06, 2022. <https://www.anefhop.com/wp-content/uploads/2023/01/GUIA-PARA-LA-REDUCCION-DE-LA-HUELLA-DE-CARBONO-DE-LA-INDUSTRIA-DEL-HORMIGON-PREPARADO.pdf>