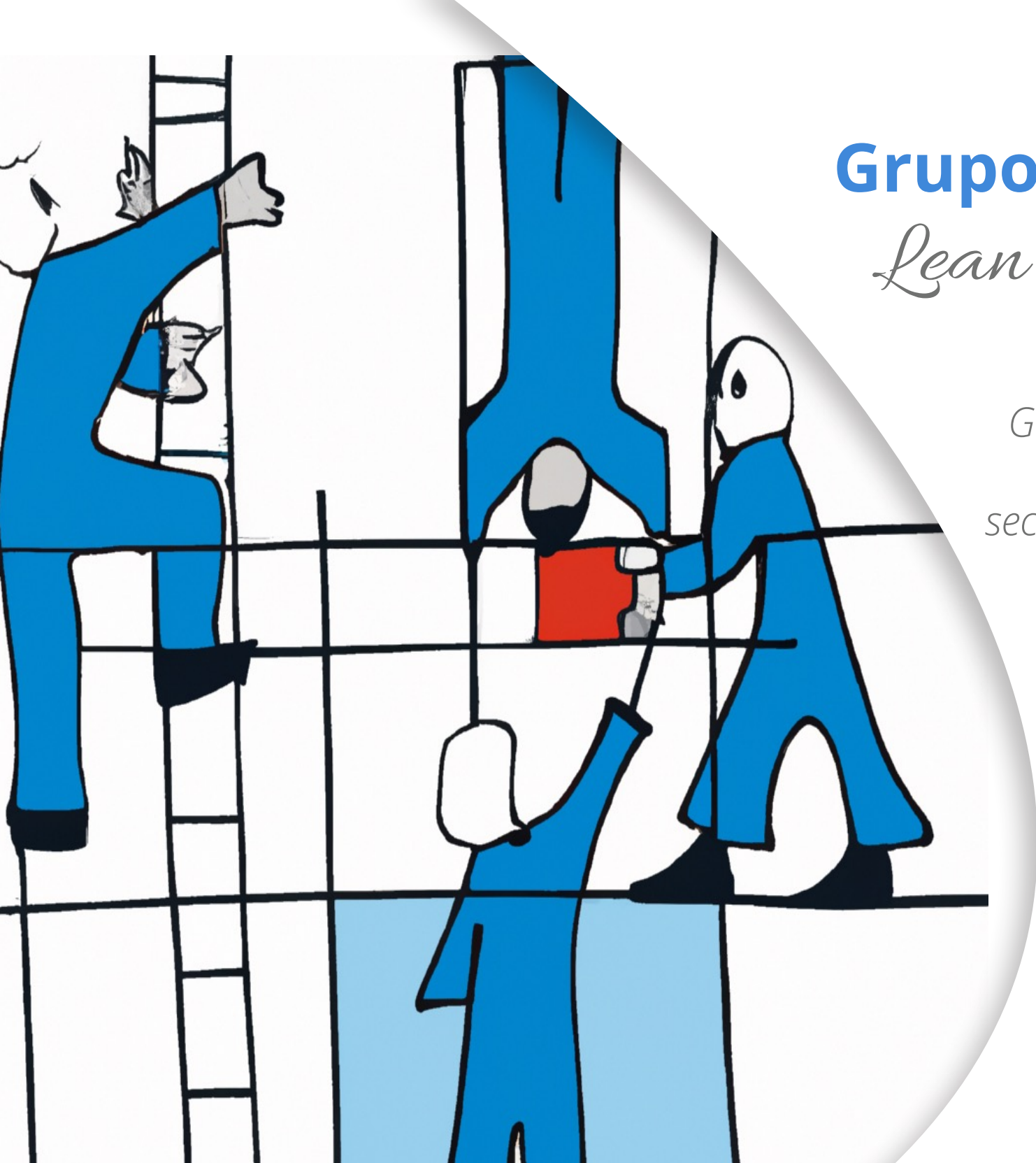




Grupo de trabajo: *Lean Construction*

*Grado de implantación
y estado de Lean en el
sector de la construcción.*



CLÚSTER
DE LA EDIFICACIÓN

Integrantes del Grupo de Trabajo



Celia Esteban Herranz

Directora de Sostenibilidad e Innovación de Arpada, empresa constructora.



Estefania Hernandez Lugones

Responsable de Estrategia y Nuevos Desarrollos de Negocio



Carolina Piña Ramírez

Profesora e Investigadora del Grupo de Investigación de Tecnología Edificatoria y Medio Ambiente de la Universidad Politécnica de Madrid.



Título: INFORME LEAN CONSTRUCTION CLÚSTER DE LA EDIFICACIÓN

Edición: Clúster para la Industrialización e Innovación de la Edificación

ISBN: 978-84-09-46729-7

La publicación está disponible en Internet en el sitio de:

<https://clusteredificacion.com/eventos/>



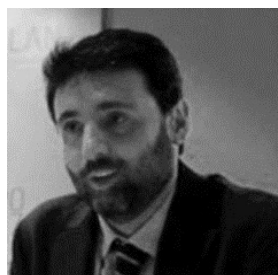
Patricia Aguilera Benito

Profesora e Investigadora de la Universidad Politécnica de Madrid



Mª Jesús Lledó Pardo

Directora de Operaciones en THiNK Productivity



Fernando Cerveró Romero

Director de THiNK Productivity y COCOPLAN



Marta Parrilla Navamuel

Responsable de Planificación y Calidad de Procesos



Índice

Prólogo.....	5
Qué es Lean Construction.....	6
Lean Construction en el mundo.....	12
Lean en España - Resultados de la encuesta.....	16
Aplicación de Lean para la transformación digital.....	22
5.1. <i>Lean en los procesos empresariales</i>	23
5.2. <i>Lean en la cultura empresarial</i>	27
Aplicación de Lean en la industrialización.....	29
Aplicación de Lean en los contratos colaborativos.....	36
Aplicación de Lean en la sostenibilidad medioambiental.....	41
Conclusiones y recomendaciones.....	44
Referencias y bibliografía.....	47

Prólogo

El sector de la construcción está viviendo tiempos de innovación donde los avances tecnológicos están ayudando a que tengamos edificios más sostenibles, eficientes, saludables, confortables, etc., y con los que también se puede llegar a construir de una manera más eficaz y con un uso optimizado de los recursos, tanto humanos como materiales.

Uno de estos avances viene de la mano del “Lean Construction”, una filosofía que permite mejorar la productividad y la competitividad de las organizaciones en el momento de gestionar las obras de construcción, haciendo que los miembros del proyecto trabajen juntos de manera efectiva y presenten una alta predisposición a la colaboración con el equipo. Esta filosofía cuenta con técnicas y estrategias para potenciar la cadena de valor al eliminar las actividades que generan pérdidas en el proyecto, por lo que su implantación en las empresas de construcción está teniendo un crecimiento significativo.

Sin embargo, aunque la implantación “Lean Construction” en las obras se ha demostrado que permite conocer mejor todos los procesos y colaboraciones implicándolas en un plan de mejora continua beneficioso para la promoción inmobiliaria, la industria de la construcción a menudo se muestra reticente a los cambios en las formas de gestión.

Motivado por todo lo anterior, este entregable pretende ser un punto de reflexión abierto al debate sobre el estado de implementación de la filosofía “Lean Construction” en España. Para ello se han analizado diferentes aspectos a tener en cuenta relacionados con el “Lean Construction” como pueden ser la digitalización, la industrialización, el BIM, los contratos colaborativos y la sostenibilidad, en su aplicación tanto en obra nueva como en rehabilitación. Además, se ha realizado una encuesta a distintas empresas del sector para poder analizar en profundidad el grado de conocimiento y de implementación de la filosofía Lean, aplicada al sector de la construcción y de sus herramientas en España.

Qué es *Lean Construction*



CLÚSTER
DE LA EDIFICACIÓN

La filosofía Lean aplicada a la construcción, también conocida como Lean Construction, es un sistema de organización del trabajo, que pone el foco en la mejora del sistema de producción. Se basa en la mejora continua, la participación de todo el personal, la eliminación o reducción de desperdicios, la optimización plena de recursos, etc. Muchos de estos conceptos ya están interiorizados por nuestras empresas y son la base sobre la cual se desarrolla la filosofía Lean Construction. Su objetivo fundamental es el de aportar el mayor valor al cliente, mediante la entrega de productos y servicios de calidad, que son lo que el cliente necesita, cuando lo necesita, en la cantidad requerida, al precio correcto y utilizando la cantidad mínima de materiales, de equipamiento, de espacio, de trabajo y de tiempo, aumentando la productividad.

La filosofía Lean, por lo tanto, se concentra en maximizar el valor añadido para el cliente, optimizando los procesos eliminando las actividades que no añaden valor a través de la mejora de la colaboración y la comunicación y la práctica de la mejora continua. Lean Construction, también apunta a implementar herramientas y tecnologías modernas para lograr una mejor ejecución de la construcción.

El término "Lean" se comenzó a fraguar en los años 40, cuando la empresa Toyota necesitaba competir con la todopoderosa industria automovilística americana, y que hoy ha superado "el período de prueba" dejando atrás los prejuicios de las modas pasajeras para asentarse como una manera de trabajar asumida en todos los sectores de la industria (Aziz & Hafez, 2013).

La idea básica al plantear la filosofía Lean, es que "no se trata de cuánto dinero gana la empresa, sino de qué tan bien evalúa las demandas específicas de los consumidores y cómo las satisface con la menor cantidad de recursos posible" (Porrás Díaz et al., 2014)

Lean es más que un conjunto de herramientas y prácticas. Éstas, emanan de una serie de principios que deben calar en la cultura de la organización antes que cualquier otra cosa. Más allá de la implantación mimética de un conjunto de herramientas, Lean implica la transformación de la organización, comenzando precisamente por la adopción de sus principios (Pro-Optim, 2018)

El resultado de este proceso es una empresa con una eficiencia y productividad aumentada de cara al futuro, gracias a un proceso de trabajo mucho más optimizado y orientado a la satisfacción del cliente con el menor gasto posible.

La gestión Lean proporciona a la empresa herramientas para sobrevivir en un mercado global que exige cada vez calidad más alta, entrega más rápida a más bajo precio y en la cantidad requerida.

La implementación de la filosofía Lean permite y desarrolla las siguientes mejoras (Figura 1):

Minimización del despilfarro	Eliminación de todas las actividades que no son de valor añadido y optimización del uso de los recursos, ya sea capital, personas o espacio.
Mejora continua de la calidad	Búsqueda de cero defectos, detección y solución de los problemas en su origen, reducción de costes, Mejoras de la calidad aumento de la productividad y compartir la información.
Flexibilidad	Con procesos preparados para adaptarse a las necesidades del mercado y del cliente.
Desarrollo	Crear sistemas de producción más eficaces y procesos generales óptimos. Crear sistema de entrega apropiados.
Implicación	Involucrar a todo el personal en cambios directos en su puesto. Relación a largo plazo con los proveedores tomando acuerdos para compartir el riesgo los costes y la información.

Fig. 1. Mejoras que introduce la metodología Lean (Elaboración propia)

La idea con Lean Construction, es que, al eliminar el despilfarro, la calidad mejora y el tiempo de producción y el coste se reducen (Felizzola Jiménez & Luna Amaya, 2014). Como consecuencia de esta idea, los 5 los principios sobre los que se articula la metodología Lean son:

1. **Identificar el valor.** El producto debe ser algo que el cliente esté dispuesto a pagar.
2. **Mapear el flujo de trabajo.** Hay que realizar un análisis de la estructura de todas las fases del proceso de producción.
3. **Mantener un flujo continuo.** Para ello hay que detectar los cuellos de botellas, dividir el trabajo, y eliminar obstáculos.
4. **Aplicar el sistema pull.** Es decir, solo se inicia una nueva tarea cuando haya una demanda que lo justifique, contrariamente al método push, en el que se fuerza el producto en el mercado.
5. **Buscar la mejora continua.** Repetir este proceso y perseguir la perfección.

Para la eliminación de todo gasto innecesario de cara a centrarse en maximizar la creación de valor, hay que deshacerse de las denominadas mura, muri y muda, es decir, la variación, la sobrecarga y el desperdicio. Con esto la metodología Lean pretende mantener una carga de trabajo constante y evitar las anomalías que desestabilicen las rutinas de producción.

En la metodología lean se considera “mura” o variación de cualquier irregularidad, incumplimiento o interrupción en los procesos por falta de estandarización. Paralelamente, “muda” o desperdicio es la actividad inútil, como la sobreproducción, la mala gestión del tiempo o los defectos en la cadena de trabajo. Por último, la mala gestión de las irregularidades y el desperdicio producen lo que se llama “muri” o sobrecarga.

Centrándonos en la MUDA, el desperdicio o despilfarro, es todo aquello que consume recursos, sin aportar valor al producto final. Es una pérdida de algo que no se recupera, que a nadie beneficia y que a todos los miembros participantes en el proyecto perjudica.

Los desperdicios (Figura 2), conocidos como 7+1, podemos clasificarlos en las siguientes tipologías:

1. **Inventario**, son los inventarios excesivos, innecesarios o antes de tiempo que conducen a pérdidas de material (por deterioro, obsolescencias, pérdidas debidas a condiciones inadecuadas de stock en la obra, robo y vandalismo), personal adicional para gestionar ese exceso de material y costes financieros por la compra anticipada.
2. **Movimientos**, se refiere a los movimientos ineficientes o innecesarios realizados por los trabajadores durante su trabajo. Esto puede ser causado por la utilización de equipo inadecuado, métodos de trabajo ineficaces, falta de estandarización o mal acondicionamiento del lugar de trabajo, genera pérdidas de tiempo y bajas laborales.
3. **Tiempo de espera**, son los tiempos perdidos en los que los recursos, ya sean materiales o humanos, están esperando a realizar su actividad sin producir valor. Esto puede ser debido a falta de material, equipos, operarios, información, etc.
4. **Transporte**, es la utilización de medios, recursos o procesos adicionales o por encima de lo que se precisa para llevar a cabo el proyecto.
5. **Defectos**, en el ámbito de la construcción se definen como errores en el diseño, mediciones, planos; desajustes entre planos de distintas actividades (ejemplo: estructuras e instalaciones); uso de métodos de trabajo incorrectos; mano de obra poco cualificada; mala comunicación entre las diferentes partes intervinientes.
6. **Sobreproducción**, ocurre cuando se produce más de lo que es necesario para ese momento, o se realiza antes de que el proyecto lo requiera.
7. **Sobre-procesamiento**, hace referencia a realizar más trabajos de los necesarios a la hora de ejecutar un proceso. Por lo general, está relacionado con la mala distribución y la falta de planificación de los flujos de materiales e información. Sus principales consecuencias son: pérdida de horas de trabajo, pérdida de energía, pérdida de espacio en la obra.

8. **Talento no utilizado**, no se utiliza todo el potencial humano, se pierde tiempo, ideas, aptitudes, mejoras y se desperdician oportunidades de aprendizaje y de conseguir altos rendimientos por no motivar o escuchar a los empleados y por tener una mano de obra poco calificada, poco formada, mal informada y con falta de estímulos y recursos para la mejora continua y la resolución de problemas.



Talento no utilizado

No utilizar la experiencia conocimiento y creatividad del personal.



Inventario

Exceso de materia prima, productos y procesos no en uso.



Movimientos

Movimientos innecesarios realizados por el personal.



Espera

Tiempo perdido mientras se espera por el próximo paso del proceso.



Transportación

Movimiento innecesario de productos y materia prima.



Defectos

Información, productos o servicios incorrectos o incompletos producción demás o antes de que se necesite.



Sobreproducción

Producción demás o antes de que se necesite.



Sobre-procesamiento

Más trabajo o calidad más alta de la que el cliente requiere.

Fig. 2. Clasificación de los desperdicios en la metodología Lean (Canales & Donayre, 2022)

Estos desperdicios podemos evitarlos si no producimos más de lo necesario, haciendo un buen uso de los recursos, con una buena planificación de los procesos, con una distribución de la producción equilibrada en el tiempo, buena gestión en las compras y sincronía con los proveedores, planificación de una buena distribución de la planta y un estudio minucioso de los flujos de trabajo, buena comunicación entre todas las partes intervinientes en el proceso, información ajustada a las necesidades, eficiencia de los trabajadores, formación de los empleados, etc. Y sobre todo siendo conscientes de estos cuatro principios fundamentales a implantar en todo proyecto donde la prioridad sea evitar los desperdicios:

- Una **estrategia** para la gestión del desperdicio es la mejor manera de evitar costes superiores, ya que se podrá establecer con antelación cuál será la cantidad aproximada del mismo. Asimismo, este tipo de planes darán lugar a nuevos planteamientos, como, por ejemplo, si es posible reducir, a medio y largo plazo, la cantidad de desperdicios si se toman las medidas adecuadas.

- La **vigilancia** contra las pérdidas debe ser constante y tenaz. Esto no debe ser algo puntual, más bien debe ser una actitud o un estado de ánimo que prevalezca durante todo el desarrollo del proyecto.
- **Integración de los sistemas** de información para todos los miembros de la cadena de valor.
- Una **cultura y política de empresa**, avanzada, con visión de futuro y en aras una mejora continua, que desarrolle valores propios de la filosofía Lean Construction.

Los desperdicios en el sector de la construcción son una fuente importante de pérdidas para cualquier tipo de proyecto a realizar. Por ello si se consiguen gestionar de manera adecuada, estas pérdidas pueden ser aminoradas y transformadas en ventajas frente a otras empresas. Estas ventajas se ven reflejadas en costes más competitivos, menores plazos de entrega, mejora de la calidad y de la sostenibilidad en los proyectos.

Lean Construction en el mundo



Según el “Lean Construction Institute” a menudo se piensa en Henry Ford como el abuelo de la metodología Lean con su creación de la línea de montaje a principios del siglo XX. Pero el uso de Lean en el diseño y la construcción de edificios, en realidad comienza con la construcción del Empire State Building (leanconstruction.org, 2023).

El diseño del Empire State Building comenzó a finales de 1929, la construcción emprendió a principios de 1930 y el proceso de constructivo se completó solo un año después. Aún hoy nos parece sorprendente que la estructura más alta de principios del siglo XX se haya construido no solo antes de lo previsto, sino también por debajo del presupuesto y gracias a, entre otras cosas, la aplicación de metodologías basadas en conceptos de producción de Lean Construction.

Por ejemplo, se realizó una producción lean de flujo continuo bajo la técnica de planificación diagrama de espacio tiempo. Esta técnica se utiliza actualmente en algunas obras en España acompañada de Last Planner. Además, se planificaban los trabajos de las subcontratas y se redactaban por escrito como si de un reporte de plan de trabajo semanal de Last Planner System se tratara.

En 2011, el Hotel T-30 en China se construyó utilizando herramientas y métodos de producción Lean. El edificio de 30 pisos se construyó en solo 15 días e incluyó una serie de características innovadoras que hace que esta edificación soporte cinco veces la resistencia sísmica estándar para el área. Sorprendentemente, ninguna persona sufrió lesiones durante las labores de construcción del edificio. Este es el estándar que la gestión de producción Lean Construction busca establecer. A través de una mentalidad de realizar mejoras continuas en las prácticas y los métodos, la cons-

trucción Lean tiene como objetivo maximizar el valor para las partes interesadas al tiempo que minimiza el desperdicio y mejora la eficiencia en todos los ámbitos.

La metodología Lean tiene un creciente desarrollo en el campo de la construcción, de acuerdo con el artículo “Barriers to Adopting Lean Construction in Small and Medium-Sized Enterprises. The Case of Peru” Lean Construction se ha implementado en más de 48 países durante más de 20 años, y su evolución ha sido registrada en más de 1382 trabajos de investigación.

La mayoría de las publicaciones provienen de Estados Unidos y Europa; sin embargo, se ha extendido y tiene una adopción creciente en países como Brasil, Chile y Perú (Huaman-Orosco et al., 2022).

Actualmente la presencia global de Lean Construction en el mundo se muestra en la Figura 3:



Fig. 3. Presencia global en el mundo de Lean (México, 2023)
<https://www.leanconstructionmexico.com.mx/presenciaglobal>

A pesar de que los beneficios son claros, se acaban de exponer dos ejemplos representativos y un artículo donde se muestra el creciente desarrollo de la implantación de Lean en obras de construcción, existen barreras globales para la implementación de esta metodología. Muchas empresas informan que no pueden lograr el máximo beneficio de la filosofía Lean debido a múltiples factores.

Entre los países que tienen implementado Lean en la construcción, se identificaron 110 barreras, las cuales se agrupan en tres categorías:

- **Personas (29%)**, incluyendo educación, gestión, operación y cultura;
- **Proceso productivo (20%)** centrado en la identificación, gestión, planificación y control;
- **Gestión de la producción y procesos logísticos (51%)** que involucran gobernanza, término filosofía empresarial, procesos y sistema.

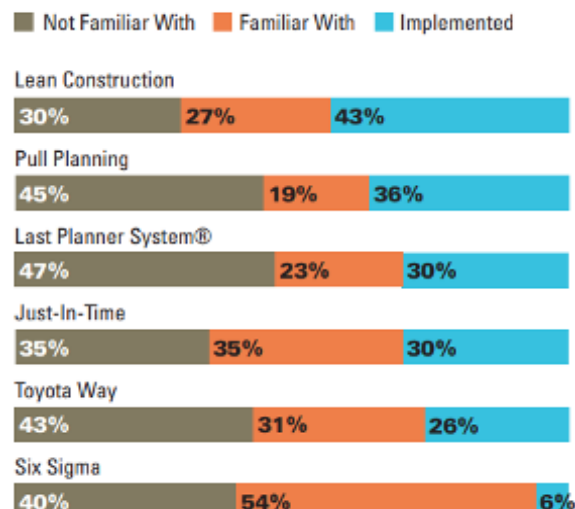
Además, en el estudio de McGraw Hill Construction, se muestra que todavía hay muchas empresas en la industria de la construcción que no están familiarizadas con Lean y sus herramientas (Wandahl et al., 2021). Los datos y el análisis de este informe están basados en estudios, realizados en septiembre de 2013 a 193 encuestados donde se obtuvieron los siguientes resultados:

- 28% ha implementado al menos una práctica;
- 35% está familiarizado con Lean pero no implementado ninguna práctica;
- 37% no está familiarizado con Lean.

Dos de las herramientas más empleadas, de forma específica en el sector de la Construcción, son Last Planner System® y la Planificación Pull. Los datos obtenidos en el informe trasladan que las Empresas Constructoras son más propensas a implementar herramientas de planificación como las nombradas anteriormente, que otros enfoques del sector de fabricación industrial.

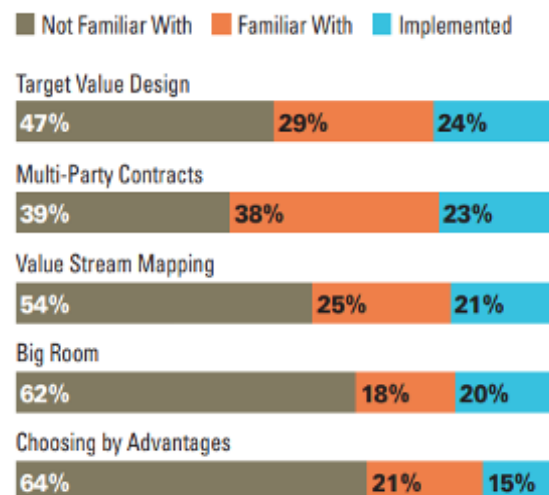
Familiarity With or implementation of Lean Practices

Source: McGraw Hill Construction, 2013



Familiarity With or implementation of Additional Lean Construction Practices

Source: McGraw Hill Construction, 2013



Un dato revelador del gráfico izquierdo es que las empresas tengan una mayor implantación de la herramienta de Planificación Pull (36%) que de la Metodología Last Planner System® (30%). Esto nos lleva a pensar que las empresas desgranar el método para aplicaciones puntuales de acciones en las que consideran que van a obtener retorno, sin tener en cuenta la implantación de la filosofía y el método de forma estratégica en las compañías. Centrándose más en las acciones a corto plazo que a medio y largo.

Los resultados del cuadro derecho revelan que, a pesar de que el los encuestados son miembros del Instituto de Lean Construction, un amplio porcentaje no están familiarizados con herramientas específicas de Lean aplicada al sector de la Construcción.

Como conclusión, la conciencia Lean entre los integrantes de los distintos grupos de trabajo, varía de un país a otro y la falta de conciencia y comprensión de la metodología Lean representa una gran barrera para su implementación.

Sin embargo, la tendencia es clara y la conciencia Lean, así como el uso de herramientas de gestión en la construcción, está creciendo, según indican diferentes estudios (Pons & Rubio, 2021).

Lean en España Resultados de la encuesta



CLÚSTER
DE LA EDIFICACIÓN

Desde el Clúster de Edificación, en concreto en el grupo de trabajo de Lean Construction se ha llevado a cabo un estudio sobre el conocimiento y la implantación de la metodología Lean en empresas relacionadas con el sector de la construcción. Se ha realizado una encuesta a finales del año 2022, que constaba de 6 preguntas, algunas con respuesta única y otras con múltiples respuestas. La encuesta ha sido completada por 166 personas, todas ellas relacionadas con el sector de la construcción.

A continuación, se presentan los resultados recogidos del análisis realizado de las respuestas del cuestionario para analizar el grado de conocimiento y de implantación de la filosofía Lean, aplicada al sector de la construcción y sus herramientas, en España.

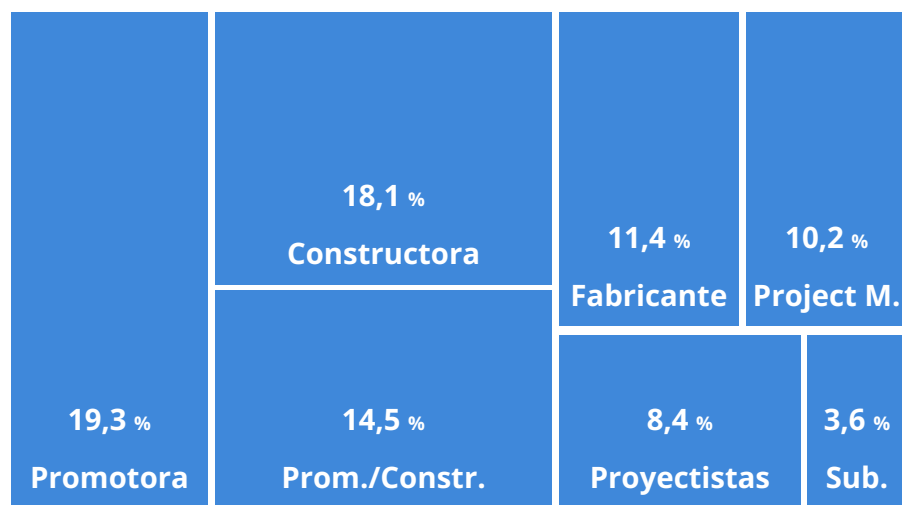


Fig. 4. Agentes encuestados (Elaboración propia)

Los participantes de las encuestas que han colaborado han sido pertenecientes a los siguientes sectores (Figura 4):

- **19,3%** de los encuestados provienen de PROMOTORAS
- **18,1%** de los encuestados provienen de CONSTRUCTORAS
- **14,5%** de los encuestados provienen de PROMOT-CONSTRUCT
- **11,4%** de los encuestados son FABRICANTES
- **10,2%** de los encuestados son PROJECT MANAGER
- **8,4%** de los encuestados provienen de DESPACHOS ARQ/ING
- **18,1%** de los encuestados provienen de OTROS (autónomos, consultores, desarrolladores de software, administración pública, subcontratas, industrialización, colegios profesionales, etc.)

El conocimiento de la metodología de Lean Construction (Figura 5), en el sector de la construcción es interesante, ya que proyecta resultados que nos evidencian que el 6,1% nunca lo había oído, el 35,5% ha oído hablar de Lean Construction pero no lo conoce con exactitud; el 22,9% ha estado en un curso o charla; 31,3% de los encuestados ha vivido un proceso de implementación y sólo el 4,2% se define como experto. Se concluye que el 64,5% de los encuestados tiene un conocimiento muy somero de Lean Construction.

En concreto, si desglosamos los datos en función de los agentes encuestados, se obtienen los siguientes resultados:

- La mayoría de los agentes implicados en PROMOTORAS ha escuchado hablar del Lean Construction pero no lo conocen con exactitud.
- La mayoría de los agentes implicados en CONSTRUCTORAS ha implementado Lean Construction o ha vivido un proceso de implementación. Lo mismo pasa con agentes del sector PROJECT MANAGEMENT.
- En general (en todos los sectores) Lean Construction no se conoce con profundidad a pesar de haber vivido en algunos casos un proceso de implementación.

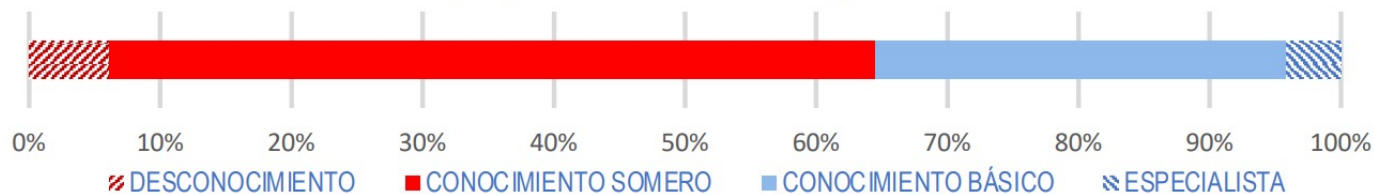


Fig. 5. Conocimiento sobre Lean Construction (Elaboración propia)

Dentro de la filosofía Lean, existen numerosas herramientas y procesos que pueden implementarse para mejorar distintos aspectos en el campo de la construcción (Figura 6), preguntando por estas herramientas hemos obtenido los siguientes resultados:

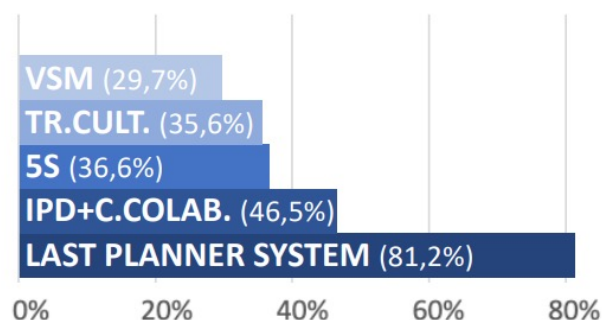


Fig. 6. Principales herramientas que se conocen de Lean Construction (Elaboración propia)

El 39,6% de los encuestados no ha contestado a esta cuestión y todos ellos pertenecen al grupo que no conoce con exactitud o desconoce Lean Construction. De los que han contestado a esta pregunta de la encuesta, la herramienta más popular, es LAST PLANNER SYSTEM (LPS), seguida de LEAN IPD y CONTRATOS COLABORATIVOS, las 5S, TRANSFORMACIÓN CULTURAL DE EMPRESA y por último VALUE STREAM MAPPING (VSM). Además, analizando por sectores obtenemos:

- Los sectores de: PROMOTORA-CONSTRUCTORA, CONSTRUCTORA, PROJECT MANAGER, DESPACHOS DE ARQUITECTURA, CONSULTORIA BIM Y DOCENTES, lo que más conocen o han implantado es el Last Planner System.
- Los agentes del sector de PROMOTORA, lo que más conocen o han implantado es el Last Planner System y los contratos colaborativos IPD.
- Los sectores de: SUBCONTRATAS, CONSULTORA LEAN, INDUSTRIALIZADOS, lo que más conocen o han implantado es el Last Planner System, contratos colaborativos IPD, 5S, mejora de procesos con Value Stream Mapping y transformación cultural de la empresa.

Otro punto importante era realizar una pregunta donde pudiéramos ver la opinión de los encuestados en cuanto a lo que ellos creen que puede mejorar la implantación de Lean a pesar de que no hay apenas conocimiento de esta filosofía. Las respuestas se fijaron en tres aspectos fundamentales, que fueron (Figura 7):



Fig. 7. En qué puede ayudar Lean Construction (Elaboración propia)

- El 70,3% de los encuestados, considera que la MEJORA DE PROCESOS puede ayudar al sector de la construcción.
- El 67,3% de los encuestados, considera que EL CUMPLIMIENTO DE LOS PLAZOS EN OBRA puede ayudar al sector de la construcción.
- El 46,5% de los encuestados, considera que en LA REDUCCIÓN Y CONTROL DE LOS COSTES puede ayudar al sector de la construcción.

Además, los factores más votados por los encuestados para acelerar la implantación de Lean Construction en el sector de la construcción y en España son los siguientes (Figura 8):

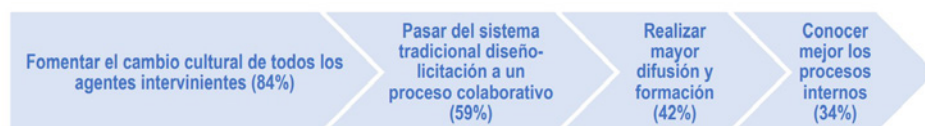


Fig. 8. Factores clave para acelerar Lean Construction en España (Elaboración propia)

- Fomentar el cambio cultural de todos los agentes intervinientes (83,2%)
- Pasando del sistema tradicional diseño-licitación a un proceso colaborativo (58,4%)
- Realizar mayor difusión y formación (41,6%)
- Conocer mejor los procesos internos (34 %)

Los encuestados consideran que para mejorar los procesos invertirían en la cultura del personal, la industrialización del sector de la construcción, en la formación de los empleados y en la digitalización de los procesos. Los datos exactos serían (Figura 9):



Fig. 9. Aspectos en los que invertir recursos para mejorar los procesos (Elaboración propia)

- El 72,3% de los encuestados invertiría recursos en la cultura de la organización orientada a la mejora de procesos.
- El 50% de los encuestados invertiría recursos en la industrialización.
- El 47,6% de los encuestados invertiría recursos en la formación de los empleados.
- El 34,9% de los encuestados invertirían recursos en la digitalización.

Por último, nos surgió la duda, de si realmente se desea profundizar en la

metodología de Lean Construcción (Figura 10), y el resultado fue que el 95% de los encuestados están interesados en profundizar en el conocimiento de la metodología Lean, en concreto:

- Los agentes implicados en PROMOTORAS Y CONSTRUCTORAS (independientes), sí les gustaría conocer más sobre Lean Construction.
- Los agentes implicados en PROMOTORAS-CONSTRUCTORAS, están igualados en % entre: sí les gustaría conocer más sobre Lean Construction y tal vez.
- El resto de los sectores si le gustaría conocer con más profundidad Lean Construction, exceptuando la ADMINISTRACIÓN PÚBLICA, CONSULTOR INDEPENDIENTE Y TRAMITACIÓN DE LICENCIAS, que poseen más % en tal vez.

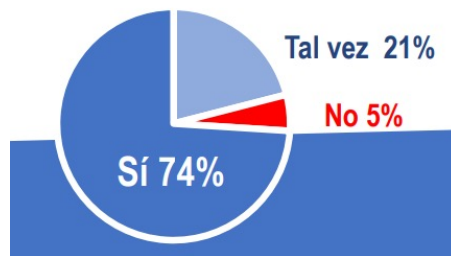


Fig. 10. Interés mostrado en profundizar en metodologías Lean
(Elaboración propia)

Aplicación de Lean para la transformación digital



Este apartado presenta como Lean puede ayudar en la transformación digital de las compañías. Muchas empresas del sector han iniciado el camino hacia la transformación digital con la idea de ser más eficientes en sus procesos y poder tomar decisiones tempranas gracias a la visualización inmediata del dato único.

Se muestra con ejemplos concretos la **importancia de optimizar los procesos antes de digitalizarlos** en contra de digitalizar para optimizar el proceso. Esto permite centrar los esfuerzos de digitalización en aquellos puntos que realmente van a conseguir hacer más eficiente el proceso y obtener la información realmente útil para las empresas y los proyectos. Se describen ejemplos concretos de aplicación de Lean en diferentes procesos, como la planificación y seguimiento de plazos en obra, compras, estudios y contabilización de facturas.

Por otro lado, **la transformación digital requiere** además del uso de nuevas tecnologías, **de un cambio cultural en las personas** con una transición hacia una mentalidad más ágil, centrada en el cliente, impulsada por datos y orientada a la mejora continua y la innovación. **Lean ayuda en este proceso de cambio de mentalidad.** Se menciona la herramienta Hoshin Kanri como una forma de lograr objetivos estratégicos y alinear la visión de la empresa con la transformación digital.

En resumen, este apartado describe cómo el uso de la filosofía Lean puede ayudar en la transformación digital de empresas del sector construcción y cómo puede ser implementado en diferentes procesos y en la cultura organizacional.

5.1 Lean en los procesos empresariales

En este contexto, la filosofía Lean puede ser de gran ayuda para la transformación de los procesos empresariales. Con un enfoque en añadir valor al cliente y en la optimización de procesos mediante la eliminación de desperdicios, Lean permite **adaptar y estandarizar los procesos antes de iniciar su digitalización**. Una de las formas más utilizadas de aplicar Lean es a través del Value Stream Mapping (VSM) o mapeo de la cadena de valor, utilizando talleres Kaizen (Mejora continua). Estas metodologías permiten que el proceso quede estandarizado, optimizado y que se obtengan los indicadores clave necesarios antes de la digitalización.

Es importante tener en cuenta que, si se digitaliza un proceso sin haberlo estandarizado previamente, se pueden generar más problemas que soluciones. Por lo tanto, es fundamental adaptarse a soluciones que realmente ayuden en el proceso, en lugar de adaptar el proceso a una herramienta concreta.

A continuación, se muestran unos ejemplos de optimización de procesos y su digitalización:

A. Proceso de digitalización en la construcción: BIM (building information modeling).

El uso de la filosofía Lean puede ayudar al sector de la construcción en la transformación digital y en la implementación de la metodología BIM, basada en el modelo virtual. Esta metodología implica que todos los intervinientes de un proyecto conozcan cómo gestionar y manejar el modelo 3D y cómo interpretar la información generada.

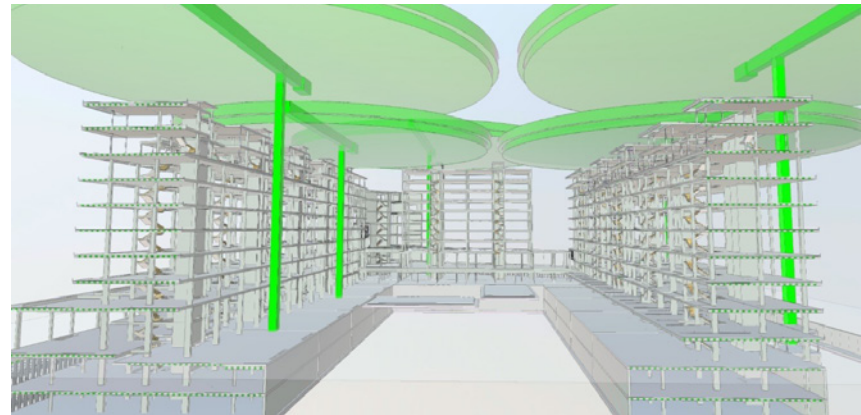
BIM no es sólo es un sistema de trabajo donde se suele posicionar al modelo en 3 dimensiones como protagonista; trabajar con metodología BIM significa interrelacionar personas, herramientas y procedimientos, y es muy útil para el desarrollo de proyectos abarcando todo el proceso de su vida útil.

Con metodología tradicional nos encontramos con un proceso lineal en el que hasta que una fase no acaba no comienza la siguiente y, además, la interrelación entre los intervinientes es muy complicada produciéndose continuas pérdidas de información entre fases, dilatándose así la toma de decisiones.

Con BIM conseguimos la inter-operatividad en tiempo real y anticiparnos a imprevistos contando con una única base de datos actualizada y común para todos; nos permite construir antes de construir simulando aspectos del diseño del edificio, gestionando los costes económicos, realizando seguimiento y control durante los trabajos y organizando los mismos.

Así mismo es una metodología muy útil para el trabajo colaborativo centralizando toda la información en un único modelo digital compartido entre todos los agentes implicados, y mejor aún con la ayuda de un entorno común de datos que nos permite el intercambio a través de un espacio digital único permitiendo que todos los implicados trabajen a la vez independientemente de su ubicación.

Implementar BIM en los diferentes procesos y en la cultura organizacional hace que el sector sea más competitivo y eficiente, con flujos más definidos y precisos, con un mayor control de los datos y con mejora de la interoperabilidad, evitando errores y por consecuencia reduciendo costes. Es la evolución natural del sector y la filosofía Lean puede ser de gran ayuda para esta transformación.

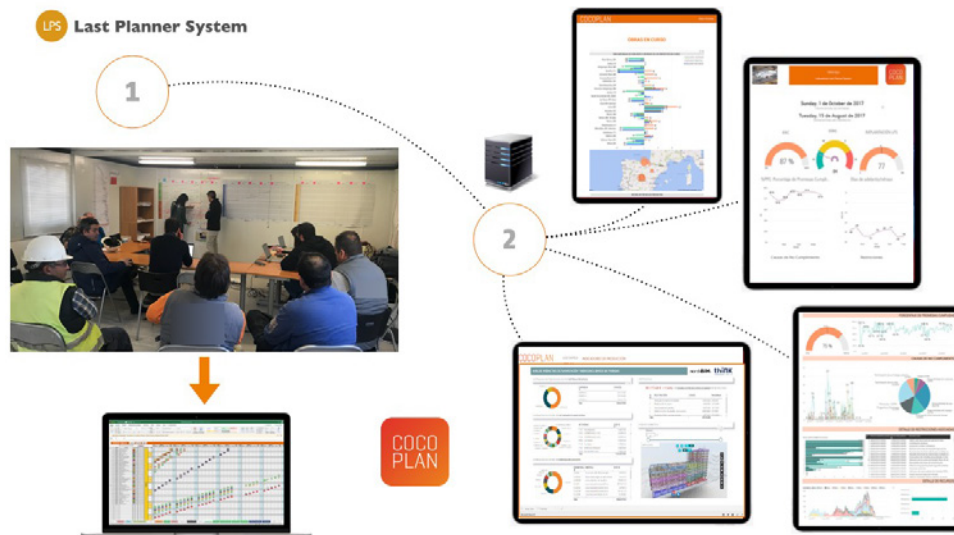


B. Proceso de planificación y seguimiento de plazos en obra.

En la actualidad, en España se está extendiendo la digitalización en el proceso constructivo, específicamente en el ámbito de la planificación y seguimiento. Un ejemplo explicativo de este proceso es la metodología Last Planner System, la cual es utilizada para optimizar el proceso de planificación. Gracias a la aplicación de esta metodología, se ha logrado optimizar el proceso y existen herramientas digitales, incluso españolas, adaptadas a este proceso, que facilitan su aplicación y generan indicadores automatizados que ayudan a tomar decisiones tempranas e informadas basadas en datos.

En consecuencia, muchas empresas constructoras están obteniendo datos de forma semanal sobre los días de adelanto y retraso de las obras, el Porcentaje de promesas cumplidas de las subcontratas, el Porcentaje de plan completado (PPC), las causas de no cumplimiento (CNC) de cada actividad e incluso los rendimientos por actividad. Además, se ha logrado relacionar las actividades de obras con la producción económica de la obra, lo que ayuda a las constructoras a realizar sus proformas y certificaciones. De igual forma, esto también ayuda a las promotoras a conocer el flujo de caja de forma eficaz y eficiente en la fase de obra.

Cabe destacar que algunas empresas promotoras de nuestro país ya están aplicando esta misma técnica de optimización del proceso de planificación de sus promociones desde la búsqueda del suelo hasta la entrega final, utilizando la metodología y digitalizando el proceso.



Ejemplo real de cómo la metodología Last Planner System permite la optimización del proceso de planificación y obtención de datos. (Imagen cedida por THINK Productivity y COCOPLAN)

C. Digitalización de otros procesos

Dentro de la digitalización de otros procesos empresariales, se lleva a cabo la aplicación de talleres Kaizen utilizando Value Stream Mapping en diferentes empresas del sector. La aplicación de Lean ha permitido optimizar el proceso y determinar qué partes son susceptibles de digitalización con sentido. Asimismo, la participación de los empleados ha sido clave para lograr la aplicación futura del proceso, lo que ha generado un cambio motivado por ellos mismos.

Tras análisis del proceso completo de entrega de valor de la empresa hacia el cliente se determinan las prioridades de digitalización para eficientar el ciclo. Por ejemplo, el proceso de compras, el proceso de estudios, el proceso de contabilización de facturas y otros se están digitalizando en empresas del sector. Para lograrlo, se han aplicado talleres Kaizen utilizando Value Stream Mapping para identificar y analizar el proceso actual, obtener ideas de mejora y plantear una situación futura optimizada con un plan de acción para alcanzarla.

Durante estos talleres colaborativos, se han obtenido indicadores clave para medir la información necesaria para poder tomar decisiones tempranas. Cabe destacar que una parte de las ideas obtenidas durante los talleres es la de digitalizar parte del proceso, aunque no siempre es necesario.

La aplicación de Lean ha permitido no solo optimizar el proceso y determinar qué partes son susceptibles de digitalización con sentido, sino también hacer que la

aplicación futura del proceso sea mucho más llevadera gracias a la participación de los implicados durante el cambio. Esto ha permitido que no solo se diseñe el proceso futuro, sino que se implante con la motivación de los empleados, lo que ha generado un cambio que ha nacido de ellos mismos. De esta forma el cambio cultural se alcanza de una forma eficaz.



Ejemplo real de taller Kaizen y Value Stream Mapping para optimizar un proceso previa a su digitalización. (Imagen cedida por THiNK Productivity)

5.2 Lean en la cultura empresarial

En el contexto de la transformación digital, el cambio de cultura empresarial se convierte en un factor clave de éxito y, al mismo tiempo, uno de los mayores retos a abordar. Para conseguir una digitalización con sentido, no se puede actuar de forma aislada. Es necesario tener un pensamiento sistémico que permita comprender cómo funciona la compañía y cómo un cambio en un área aislada puede afectar positiva o negativamente al cumplimiento de los objetivos de la empresa. Es decir, se necesita una comprensión holística de la empresa para determinar qué cambios deben llevarse a cabo, alineándose con los objetivos estratégicos.

En este sentido, la filosofía Lean combinada con un pensamiento sistémico y científico, proporciona una forma ordenada y lógica de conseguir estos objetivos. Permite ejecutar soluciones basadas en decisiones informadas, basadas en datos.

Una vez más, la filosofía Lean nos ofrece su caja de herramientas para aplicar sus principios. Hoshin Kanri, por ejemplo, ayuda a obtener, entender y desplegar los objetivos estratégicos de la empresa. Es una metodología de gestión estratégica que se originó en Japón y se utiliza para traducir la estrategia de una empresa en objetivos específicos y alcanzables a nivel de toda la organización.

Hoshin Kanri se basa en la idea de que la organización debe establecer una dirección clara y comunicar eficazmente a todos los niveles de la empresa, para que cada persona y cada área de la organización

trabajen hacia el logro de los objetivos estratégicos establecidos. Se trata de una herramienta de gestión estratégica que ayuda a las empresas a alinear su visión y objetivos a nivel organizacional, y a establecer planes de acción específicos para lograrlos, involucrando a todos los niveles de la organización en el proceso de implementación y seguimiento.

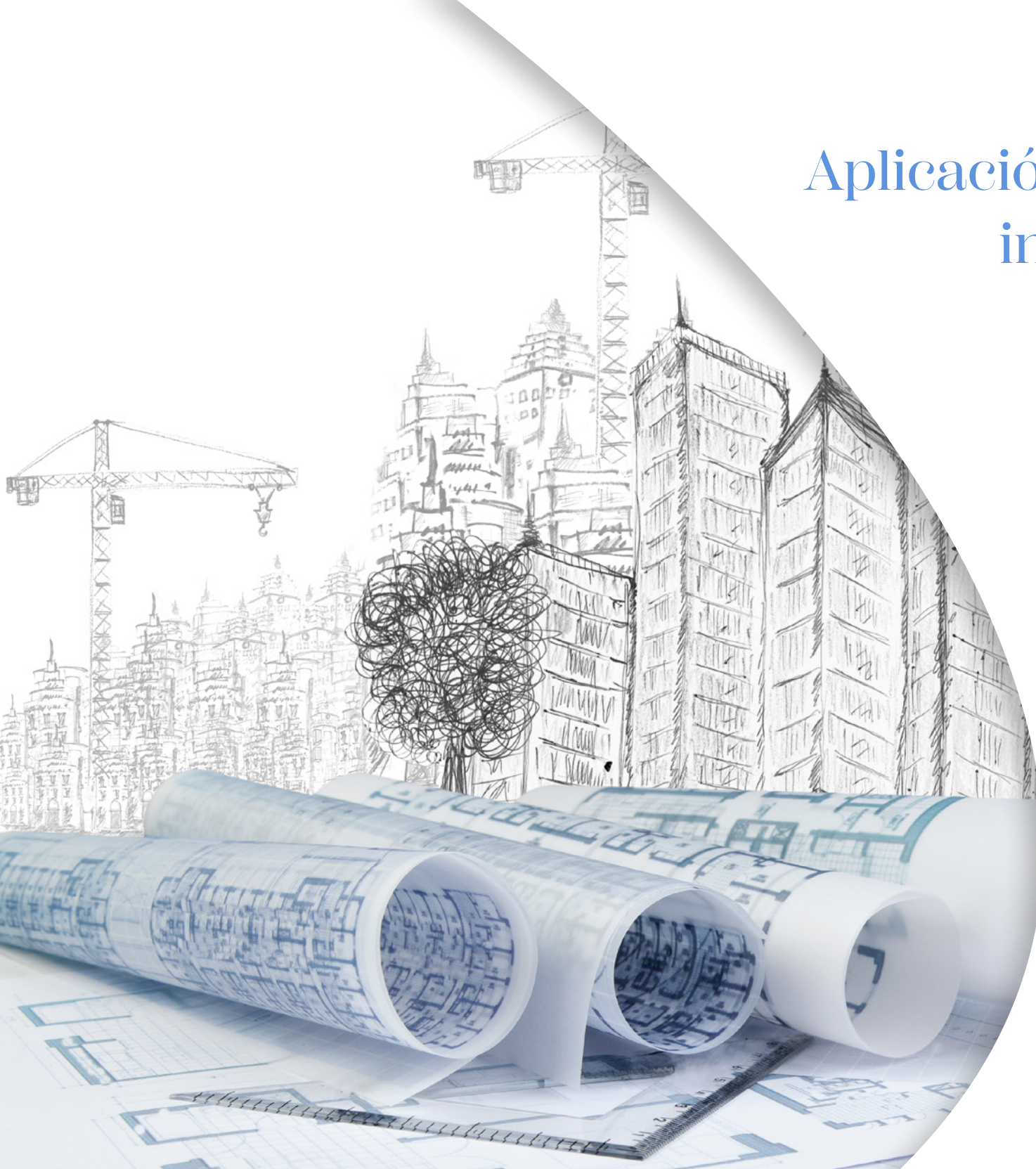
La implementación de Hoshin Kanri se divide en varias etapas, que incluyen la definición de la visión y estrategias de la empresa, la identificación de los objetivos y planes de acción para cada área funcional, la asignación de responsabilidades y la implementación de mecanismos de seguimiento y control para asegurar el cumplimiento de los objetivos (Figura 13). También se enfoca en la mejora continua a través de la retroalimentación constante y el análisis de resultados.

La implementación de esta herramienta ayuda a comprender el sistema estratégico de las compañías. Además, al combinarla con la comprensión de otros sistemas clave como el organizacional, permite priorizar la transformación digital de la empresa, implicando una vez más a los trabajadores, consiguiendo que lo planeado se lleve a cabo. En resumen, la filosofía Lean y Hoshin Kanri son herramientas eficaces para generar un cambio cultural en las empresas, adaptándose a las necesidades de la transformación digital y asegurando el cumplimiento de los objetivos estratégicos ordenando y priorizando el proyecto de digitalización de una compañía.



*Fig. 13. Ejemplo de aplicación de HOSHIN KANRI para proyecto de digitalización de empresa.
(Imagen cedida por THiNK Productivity)*

Aplicación de Lean en la industrialización



CLÚSTER
DE LA EDIFICACIÓN

En los últimos años, el sector de la construcción en España ha experimentado un cambio hacia una mayor industrialización. Esta tendencia se ha visto impulsada por varios factores, como la escasez de mano de obra, la necesidad de reducir plazos de construcción y coste, y la necesidad de mejorar la calidad en los edificios. Algunos objetivos de la industrialización son los de mejorar la eficiencia, calidad y seguridad en la construcción, reducir los tiempos y costes de construcción, y minimizar el impacto ambiental de la construcción entre otros.

A pesar de que construir por componentes tal y como lo hacen las empresas del sector automovilístico es en ocasiones una de las razones por las que en el sector utilizamos la palabra industrialización, en este informe se considera que **la industrialización del sector de la construcción es** un enfoque que busca aplicar los principios de la fabricación industrial en la construcción, a través de la **estandarización** y prefabricación de **componentes** y sistemas constructivos, la **optimización y automatización de procesos**, el **uso de tecnologías digitales**, la **integración de la cadena de suministro** todo ello **bajo una filosofía de gestión Lean**. Por lo que se considera que **industrializar el sector** de la construcción **se trata de adaptar las estrategias y procesos del sector** industrial más allá de la construcción por componentes.

Con la intención de describir y comprender mejor de qué se trata la construcción basada en la fabricación off-site de componentes y de sistemas, se realiza a continuación una comparativa entre un automóvil y un edificio. Un coche se ensambla en la línea de producción a través de

componentes tales como el salpicadero, el motor y otros tantos que vienen de otras líneas de producción o de otras empresas colaboradoras.

Además, el vehículo está formado por diversos sistemas tales como el sistema de frenos, el sistema de transmisión, el de suspensión, dirección entre otros. Cada sistema está formado por componentes como las pinzas y pastillas de freno para el sistema de frenos, el motor de arranque y la unidad de control electrónico para el de transmisión o los amortiguadores y barras estabilizadoras en el sistema de suspensión.

Un edificio también está formado por diferentes sistemas, como el sistema estructural, el sistema de envolventes, el sistema de instalaciones, etc. Después de identificar los distintos sistemas en el edificio, es posible dividirlos en componentes. Por ejemplo, en el sistema estructural de hormigón armado, se puede decidir que se contrata el hormigón a la empresa de hormigón, se puede contratar el sistema de encofrado por otro lado, y a los ferrallas por otro y ejecutar la estructura "in situ".

Sin embargo, podemos "componetizar" parte de estos elementos y pedir que se fabrique una estructura de pilares y vigas de hormigón prefabricado, para luego ensamblar y montar placas alveolares sobre esta estructura. En este momento estamos sacando parte de la producción fuera de la obra para acabar ensamblando y únicamente se hormigona la capa de compresión. Lo mismo ocurre en los baños, fachadas, etc.

Por lo tanto, como se ha analizado anteriormente, los

procesos, metodologías y técnicas del sector del automóvil se pueden adaptar al sector de la construcción.

En cuanto a los procesos, en la industria automotriz, la combinación de planificación, ingeniería y tecnología son clave para lograr que varios elementos se conviertan en un sistema “componetizado” en otra línea de producción y luego se ensamblen en la línea de producción principal del automóvil.

Además, la gestión de la cadena de suministro es fundamental en este proceso.

A continuación, se describe un resumen del proceso general utilizado en la industria automotriz y cómo estas técnicas contribuyen a su éxito:

- 1. Diseño y planificación:** Los ingenieros diseñan y planifican los componentes y sistemas individuales que forman parte del automóvil. La gestión de la cadena de suministro ayuda a asegurar que se disponga de los materiales y componentes necesarios en el momento adecuado para el diseño y la planificación.
- 2. Fabricación:** Se fabrican los componentes individuales en fábricas especializadas, utilizando procesos automatizados y tecnologías avanzadas de fabricación y procesos optimizados. La técnica DFM&A (Diseño para la Fabricación y el Ensamblaje) ayuda a integrar la planificación y el diseño con la fabricación y el ensamblaje para mejorar la eficiencia y reducir los costes en la producción.

- 3. Pruebas:** Se llevan a cabo pruebas exhaustivas en los componentes individuales para asegurarse de que cumplen con los estándares de calidad y seguridad.

- 4. Ensamblaje de sistemas:** Los componentes individuales se ensamblan en sistemas más grandes en una línea de producción secundaria. La técnica JIT (Just In Time) ayuda a asegurar que los componentes y materiales se entreguen justo a tiempo para la producción, reduciendo los costes y los desperdicios.

- 5. Pruebas de sistemas:** Se realizan pruebas exhaustivas en los sistemas ensamblados para asegurarse de que funcionan correctamente juntos.

- 6. Ensamblaje final:** Los sistemas “componetizados” se ensamblan en la línea de producción principal del automóvil junto con otros componentes y sistemas. La técnica de producción en pequeños lotes permite producir componentes y sistemas en cantidades más pequeñas, mejorando la flexibilidad y la capacidad de respuesta a los cambios en la demanda.

La gestión de la cadena de suministro es esencial para asegurar la eficiencia en la producción, mejorar la calidad de los productos, reducir los costes y responder de manera más ágil a las necesidades de los clientes.

Haciendo una similitud con el proceso de fabricación, en la construcción el proceso podría ser:

1. **Diseño y planificación:** En la construcción de edificios el equipo de diseño está formado por varias disciplinas lideradas por los arquitectos. Sin embargo, tal y como ocurre en el sector industrial se necesita de la cadena de suministro, o mapa de proveedores de industrializados para aplicar sus sistemas y/o componentes desde la fase de diseño así como los contratistas principales.
2. **Fabricación.** Aquí incluiríamos todo el proceso de fabricación, de pruebas, ensamblaje de sistemas en las fábricas de componentes y pruebas de estos sistemas.
3. **Ensamblaje y Construcción:** Este paso se asemeja al de "Ensamblaje final" dentro del proceso industrial. Implica la instalación de los componentes prefabricados y la construcción de los elementos que no se pueden o quieren prefabricar. El proceso implica la coordinación de los trabajadores, la maquinaria y los materiales necesarios para la construcción, así como la garantía de la calidad y la seguridad en el lugar de trabajo.
4. **Pruebas intermedias y finales:** Durante el proceso se realizan pruebas intermedias tanto en la fabricación de componentes y sistemas como durante el proceso constructivo y finales, así como inspecciones de calidad en los procesos de pre-venta y postventa.

En lo referente a las técnicas y metodologías, durante años, **el sector de la industria ha ido evolucionando**

su filosofía de gestión Lean para ser cada vez más eficientes y altamente efectivos. El proceso explicado en el apartado anterior necesita de técnicas y metodologías para conseguirlo de forma eficiente y efectiva. Para ello han desarrollado técnicas como DFM&A (Diseño para la Fabricación y Montaje), Target Cost, Just in Time (JIT), reducción de desperdicios a través de la optimización de procesos con Value Stream Mapping, Takt Time, y producción en pequeños lotes son herramientas clave para lograr la eficiencia en la producción y la mejora continua en la industria automotriz.

Algunas de estas técnicas son:

- **DFM&A** se refiere a la integración de la planificación y el diseño con la fabricación y el ensamblaje, con el objetivo de mejorar la eficiencia y reducir los costes en la producción.
- **Target Cost** se refiere a la asignación de un coste objetivo para un producto o componente en particular, lo que permite a los ingenieros y productores trabajar juntos para lograr ese coste objetivo desde el diseño hasta la producción.
- **JIT** se refiere a la entrega de componentes y materiales justo a tiempo para la producción, lo que reduce los costes y los desperdicios al evitar la acumulación de inventario no utilizado.
- **La reducción de desperdicios** se refiere a la eliminación de cualquier actividad o proceso que no añade valor al producto final, con el objetivo de mejorar la eficiencia y reducir los costes.

- **5S** es una metodología de organización y mejora continua que busca mejorar la eficiencia y la seguridad en el lugar de trabajo a través de la organización, limpieza, estandarización, disciplina y mejora constante.
- **Takt Time** es una herramienta utilizada en la producción que indica el tiempo disponible por unidad para cumplir con la demanda del cliente. Es un indicador que permite planificar la producción y establecer la velocidad de producción necesaria para cumplir con la demanda de manera eficiente y con la máxima calidad.
- La producción en **pequeños lotes** se refiere a la producción de componentes y sistemas en cantidades más pequeñas que la producción en masa, lo que permite una mayor flexibilidad y mejora la capacidad de respuesta a los cambios en la demanda.
- **Supply Chain Management** es la coordinación estratégica y operativa de los procesos de negocio entre las empresas interconectadas que conforman la cadena de suministro, con el objetivo de mejorar la eficiencia, la calidad y la satisfacción del cliente final.

Entre otras, estas técnicas son importantes para la industria automotriz ya que les permiten lograr la eficiencia en la producción, mejorar la calidad de los productos, reducir los costes y responder de manera más eficiente a los cambios en la demanda y los requisitos de los clientes.

Algunas técnicas que se están utilizando en nuestro sector son:

- **DFMA:** Design for manufacturing and assembly (Diseño para Fabricación y Ensamblaje). Es una metodología que se utiliza en la construcción para optimizar el proceso de diseño y construcción de un proyecto, considerando tanto la eficiencia de la fabricación como la facilidad de montaje en la obra. El objetivo de DFMA es reducir los costes y los plazos de entrega del proyecto, mejorar la calidad y la fiabilidad de la construcción y aumentar la satisfacción del cliente final.
- **Target Cost:** Es una metodología de gestión de costes que se emplea para fijar objetivos de coste antes de iniciar el proceso de diseño y construcción. Su finalidad es asegurar que el proyecto se pueda ejecutar dentro del presupuesto previsto sin sacrificar la calidad ni la satisfacción del cliente. Este enfoque implica la identificación de los costes implicados en el proyecto y la aplicación de estrategias para reducirlos con el fin de alcanzar el objetivo de coste establecido.
- **Target Value Design (TVD):** Es una metodología de gestión de proyectos en la construcción que se enfoca en maximizar el valor para el cliente y la rentabilidad del proyecto. El TVD implica la colaboración temprana entre el equipo de diseño y el equipo de construcción, establecer objetivos de coste y de valor para el proyecto, y trabajar juntos para lograrlos. El proceso busca eliminar costes innecesarios y optimizar el diseño y la construcción para lograr una mayor eficiencia, calidad y satisfacción del cliente final. Esta técnica se utiliza en los proyectos Lean Integrated Project Delivery (Lean IPD).

- **Last Planner System (LPS):** Es una metodología de planificación colaborativa que se utiliza tanto en las fases de diseño como en la fase de construcción para mejorar la eficiencia y la calidad de la planificación y ejecución de proyectos. El LPS involucra a todos los miembros del equipo incluyendo a las subcontratas en el proceso de planificación, estableciendo objetivos, identificando los cuellos de botella y los riesgos, y estableciendo planes de contingencia. La metodología se centra en el control del flujo de trabajo, la reducción de los desperdicios y la mejora continua del proceso.
- **Just in time (JIT):** Se enfoca en minimizar el inventario de material en obra y maximizar el flujo de materiales y recursos, de modo que los materiales y suministros lleguen justo a tiempo para su uso. La metodología implica la colaboración y coordinación estrecha entre los proveedores, subcontratistas y el equipo de construcción, para asegurar una planificación efectiva y la entrega oportuna de los materiales y suministros requeridos. De esta forma se consigue reducir muchos desperdicios. Por ejemplo, que los baños industrializados lleguen a obra y se descarguen desde el camión directamente con la grúa al lugar exacto en la obra colocándolo directamente en la zona de la vivienda en lugar de acopiarlos e ir colocándolos de forma horizontal por fachada.
- **La reducción de desperdicios:** Para la reducción de los desperdicios se utilizan varias técnicas como estamos viendo, no obstante, los talleres con Value Stream mapping mapean toda la cadena de valor

de un proceso y se encarga de diseñar un proceso futuro optimizado centrado en la reducción de los desperdicios explicados del Lean. Se identifican las actividades que añaden valor y se diseñan planes de acción para reducir y eliminar las actividades que no lo añaden. Estos se realizan tanto para procesos de obra como procesos internos como procesos de compras, logísticos o la colocación de la fachada en obra.

- **Takt Time:** En una industria el Takt time se llega a medir en minutos o segundos. Se trata de equilibrar las actividades de un proceso productivo para que todas tarden lo mismo. Actualmente se aplica en el sector de la construcción consiguiendo que la mayoría de las actividades de obra lleven el mismo ritmo o uno similar. Por ejemplo, que la primera cara de un tabique cartón yeso sea capaz de liberar 2 viviendas al día, y la colocación de tubo eléctrico, y la fontanería y por último la segunda cara sean capaces de liberar esas dos viviendas al día. De esta forma se consigue equilibrar el número de personas y equipos durante toda la obra. En definitiva, El Takt time se utiliza para establecer el ritmo de producción y el equilibrio de la cadena de suministro, y es útil para identificar los cuellos de botella y los puntos de mejora en el proceso de producción.
- **La producción en pequeños lotes:** Se realiza una división y zonificación de la obra en lotes de producción óptimos para conseguir un Takt adecuado y alineado con la capacidad de las subcontratas y el objetivo de plazo. Además, ayuda a una mayor efi-

ciencia ya que se pueden hacer ajustes rápidos. Por ejemplo, el levantar la estructura de un edificio que se divide en 2 escaleras y se va ejecutando cada una por separado subiendo forjados de manera paralela, en lugar de realizar todos los pilares de una planta para luego ejecutar el forjado. Esto permite aprender las posibles ineficiencias de la ejecución de toda una unidad de planta de forma más rápida para aplicar las mejoras en la siguiente. Pero además, se consigue que las actividades sucesoras puedan entrar en obra de forma más temprana.

- **Lean Supply Chain Management:** Se debe analizar los procesos, establecer objetivos claros, fomentar la colaboración y comunicación, implementar herramientas y tecnologías adecuadas, y promover la mejora continua y retroalimentación con toda la cadena de suministro. La transparencia y confianza mutua son esenciales para establecer acuerdos y contratos sólidos. Es decir, se trata de estabilizar, formalizar y crear una relación a largo plazo con los proveedores tanto de una promotora como de una constructora para asemejar el sector industrial al de la construcción. En la actualidad varias empresas promotoras y constructoras están llegando a acuerdos marco y de medio-largo plazo con proveedores de puertas interiores, baños industrializados, etc.

Por lo tanto, la industrialización del sector de la construcción a través de la aplicación de ciertas estrategias, metodologías y técnicas son actualmente una realidad (Figura 14). Es cierto que ambos sectores

tienen grandes diferencias y por ello es complicado e incluso arriesgado en ocasiones aplicar estos conceptos.

Por ello es **necesario tener una visión holística y sistémica** del sector y comprender los principios y filosofía de gestión más allá de la aplicación caótica o simplificada de los métodos y técnicas. Por eso, Lean es el hilo conductor que permite gestionar a las personas tanto en la industria como en la construcción.



Fig. 14. Ejemplo de aplicación de técnicas Lean desde diseño hasta la ejecución en obra en el proceso de industrialización de proyectos de construcción. (Imagen cedida por THiNK Productivity)

Aplicación de Lean en los contratos colaborativos



Como el resto de los puntos que se tratan en este informe, los procesos o contratos colaborativos de participación temprana de los contratistas en la fase de diseño están aflorando en nuestro país. Es decir, la mentalidad del sector está avanzando hacia la colaboración temprana.

Además de la **mentalidad** de querer trabajar de forma colaborativa, se necesita un **marco contractual** que recoja las reglas del juego. Hasta aquí, según la experiencia actual de los autores del informe, estos dos primeros puntos se tratan de aplicar, sin embargo, existe una ausencia de **metodologías** de trabajo que permitan un proceso exitoso y eficiente. Una vez más Lean dispone de metodologías y herramientas para facilitar la aplicación de metodologías (Figura 15).

APLICACIÓN DE LEAN EN LOS RETOS DEL SECTOR

Lean para los procesos colaborativos y Lean IPD

- El propósito general de los contratos colaborativos y los Lean Integrated Project Delivery (Lean IPD) es garantizar que el promotor alcance los objetivos de viabilidad del proyecto, específicamente en lo que se refiere a coste, plazo y calidad, entre otros, en todas las fases del proyecto.
- Para alcanzar estos objetivos, se requiere tener en cuenta tres factores clave: mentalidad, marco contractual y metodología.



Fig. 15. Lean para los procesos colaborativos y Lean IPD. (Elaboración propia)

Los procesos no colaborativos

La falta de colaboración en los procesos de diseño y construcción conduce a la aparición de ineficiencias en la ejecución de las distintas etapas, debido al estancamiento y aislamiento de las mismas, y a una interacción individualizada de los agentes involucrados hasta llegar a la fase de ejecución. Este enfoque puede generar problemas habituales en las etapas de proyecto, licitación, construcción y entrega.

Algunos problemas en la fase de diseño

Uno de los principales desafíos en esta fase es la falta de información relevante sobre los recursos y medios disponibles para llevar a cabo la construcción del proyecto, así como la identificación del equipo encargado de su ejecución.

Otro desafío importante es la falta de información suficiente para la toma de decisiones críticas por parte del cliente, lo que puede llevar a una definición incompleta del proyecto.

La definición del proyecto puede quedar incompleta ya que el cliente aún no dispone de toda la información necesaria para tomar ciertas decisiones. Además, se enfrenta el desafío de diseñar el proyecto sin contar con una certidumbre suficiente en cuanto a su coste de ejecución, lo que implica un riesgo importante para la viabilidad del proyecto.

Algunos problemas en la fase de licitación

Durante la fase de licitación, los contratistas se enfrentan

a la valoración del proyecto a ejecutar, y en ocasiones, presupuestan partidas que no están claramente definidas o incluso pueden presentarse contradicciones en el proyecto.

Es importante tener en cuenta que el precio es un factor determinante para el cliente en la viabilidad del proyecto, lo cual puede llevar a la oferta de proyectos a un coste inferior para conseguir la obra, contemplando la posibilidad de utilizar las indefiniciones y cambios durante la fase de obra para corregir desviaciones presupuestarias.

Algunos problemas durante la ejecución

Durante esta etapa, se hacen evidentes gran parte de las ineficiencias generadas en las fases anteriores, lo que conduce a disputas entre los distintos agentes involucrados.

La ejecución de la obra requiere una estrecha coordinación de las tres partes clave, además de la intervención de subcontratistas, proveedores de materiales y maquinaria, entre otros. La coordinación de todos estos agentes se complica aún más debido a la definición parcial del proyecto que se lleva a cabo durante esta fase, lo que genera ineficiencias significativas que afectan el plazo, coste y calidad del proyecto.

Algunos problemas en la entrega

Durante la fase de entrega, se ven reflejadas todas las consecuencias de los problemas e ineficiencias generados en etapas anteriores, lo que puede tener

un impacto negativo en los costes de postventa. En la actualidad, los costes de postventa reflejan claramente los problemas existentes en el sector de la construcción.

Procesos colaborativos y proyectos Lean IPD

El propósito general de los contratos colaborativos y los Lean Integrated Project Delivery (Lean IPD) es garantizar que el promotor alcance los objetivos de viabilidad del proyecto, específicamente en lo que se refiere a coste, plazo y calidad, entre otros, en todas las fases del proyecto. Para alcanzar estos objetivos, se requiere tener en cuenta tres factores clave: mentalidad, marco contractual y metodología.

En este contexto, la mentalidad implica que todas las partes involucradas trabajen juntas de manera colaborativa. El marco contractual, por su parte, recoge las reglas del juego, mientras que la metodología es necesaria para alcanzar los objetivos del proyecto y alinearlos con los de las tres partes implicadas: promotor, equipo de diseño y contratista principal.

Uno de los mayores retos en la aplicación de estos contratos es lograr un cambio cultural y de manera de trabajar en un entorno verdaderamente colaborativo. La falta de conocimiento y experiencia en trabajar de manera colaborativa, la falta de un lenguaje común y la falta de confianza entre las partes involucradas debido al proceso expuesto anteriormente son retos que solventar.

En los proyectos colaborativos y Lean IPD, uno de los principales desafíos es la toma de decisiones conjuntas.

En el proceso habitual, el promotor proporciona información al equipo de diseño, quien toma las primeras decisiones y las transmite a los equipos de ingeniería. Luego, estas decisiones se comunican al contratista principal y al subcontratista, quienes pueden dar su opinión de optimización y mejora del proyecto durante la ejecución de la obra. A este proceso se le llama "Point based design" y en contraste las decisiones se toman de forma diferente (Figura 16). En la etapa de diseño se presentan una serie de alternativas expuestas por todas las partes y bajo metodologías se acaba de tomar la decisión del sistema constructivo elegido con información certera. Esto permite una toma de decisiones más eficiente y colaborativa entre todas las partes implicadas en el proyecto.

APLICACIÓN DE LEAN EN LOS RETOS DEL SECTOR

Lean para los procesos colaborativos y Lean IPD

En los proyectos colaborativos y Lean IPD, uno de los principales desafíos es la **toma de decisiones conjuntas**, la cual se aborda a través de la metodología **Choosing by Advantages**.

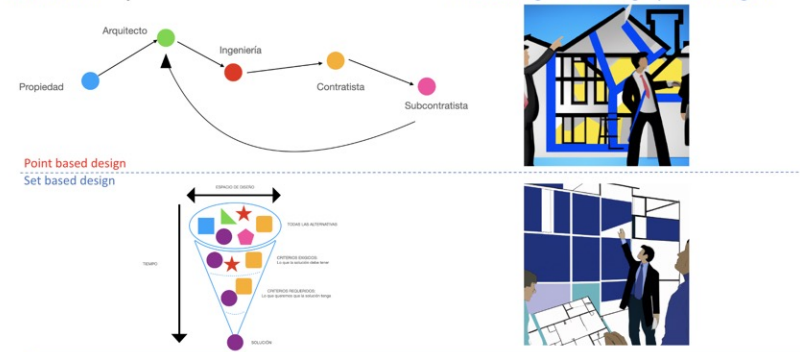


Fig. 16. Esquema de toma de decisiones. Metodología Choosing by Advantages. (Elaboración propia)

Aplicación de Lean en los contratos colaborativos y proyectos Lean IPD

Lean Construction y sus herramientas pueden ayudar a superar estos desafíos al fomentar la colaboración, la transparencia y la comunicación constante entre todas las partes involucradas. El uso de herramientas como la planificación colaborativa con Last Planner, Choosing by Advantages para la toma de decisiones conjunta, el sistema Kanban para conocer el estado de cada decisión y Value Stream Mapping para analizar y mejorar los procesos de obra y proyecto son clave para lograr el éxito en la implementación de contratos colaborativos y proyectos Lean IPD.

Además, otro de los desafíos que se presentan en la aplicación de estos contratos es la gestión del cambio y la mejora continua. Los proyectos se enfrentan a cambios en las condiciones o los requisitos durante su desarrollo, por lo que Lean Construction utiliza herramientas como la Visual Management para asegurarse de que los cambios se integren de manera eficiente en el proyecto y se cumplan los objetivos a largo plazo.

Asimismo, es importante destacar la necesidad de utilizar indicadores clave de rendimiento (KPIs) para medir la eficacia de la metodología de trabajo, identificar problemas temprano y tomar medidas para solucionarlos antes de que afecten negativamente al proyecto.

A pesar de los desafíos que se presentan en la aplicación de contratos colaborativos y proyectos Lean IPD, es importante destacar que estos enfoques ayudan a conseguir los objetivos de coste, plazo y calidad en

todas las fases del proyecto a través de un enfoque colaborativo y de herramientas que abordan los retos que surgen en la aplicación de este tipo de contratos. La mentalidad colaborativa, la claridad y la efectividad en la comunicación y la capacitación son clave para lograr el éxito en la implementación de estos contratos (Figura 17).



Fig. 17. Ejemplo de aplicación de técnicas Lean en fase de diseño en contratos colaborativos. (Imágenes cedidas por THiNK Productivity)

Aplicación de Lean en la sostenibilidad medioambiental



Dentro de los factores que pueden influir para la implantación de la filosofía Lean Construction en España está el aspecto de la sostenibilidad ambiental. Actualmente la conciencia ambiental se encuentra a la orden del día y no tener criterios de este tipo implantados en el desarrollo de los procesos responde a empresas obsoletas.

Los sistemas de producción de una organización antes se centraban en aumentar la productividad sin prestar atención a los efectos negativos ocasionados sobre el entorno, pero ahora han evolucionado hacia sistemas de producción compatibles con la sostenibilidad medioambiental, minimizando los despilfarros y la eliminación sistemática de residuos.

¿Pero qué relación podemos encontrar entre el Lean con el medio ambiente?

Lean y sostenibilidad tienen en común el concepto de desperdicio, y las técnicas para reducirlo; es decir la eliminación de actividades que no aportan valor o la minimización de despilfarros o mudas, lo que afecta positivamente al medio ambiente, la economía y la sociedad, como en los siguientes desperdicios:

Las esperas:

- Potencial deterioro del material o daños en los materiales, produciendo residuos.
- Energía utilizada durante el tiempo de inactividad de producción en obra.

- La sobreproducción
- Más materia prima y energía consumida en fabricar los productos o materiales innecesarios.
- Los materiales de más pueden quedar obsoletos y convertidos en residuos, que hay que eliminar.
- En ocasiones se utilizan productos peligrosos o contaminantes para la fabricación, que, en caso de sobreproducción, se verán incrementados.

El inventario:

- Uso de embalaje para conservar el material sobrante.
- Residuos provenientes del material almacenado que se deteriora.
- Más materiales para reemplazar el material dañado.
- Acopios con más productos que los necesarios en los trabajos.
- Más energía utilizada para iluminar el almacén.

El transporte:

- Más energía utilizada para el transporte.
- Emisiones derivadas del transporte.

- Daños y derrames producidos durante el transporte.

Los defectos:

- Producidos por la no calidad. Los defectos son trabajos incorrectos que deben repararse, reemplazarse o rehacerse.
- Corregir la mala realización de trabajos produce residuos o desperdicios.
- Mayor consumo de energía.
- Esto incluye material dañado, reelaboración de elementos o lista de pendientes.
- Tener un registro de todos los problemas o de la no calidad y poder rastrearlos ayudará a minimizar la prevalencia de defectos.

Los sobreprocesos:

- Más materias primas consumidas por unidad de producción.
- El procesado innecesario supone un incremento de residuo, de consumo de energía y de emisiones.
- Los defectos:
- Materia prima y energía utilizada en la producción de los sistemas constructivos defectuosos.

- Los materiales defectuosos requieren reciclaje o eliminación (además supone un coste adicional).
- Más espacio necesario para la reparación, lo que aumenta el consumo de energía para calefacción, refrigeración e iluminación.

Por lo tanto, observamos que aplicando el principio fundamental de Lean se podrían reducir impactos negativos para el medio ambiente que tienen las construcciones mediante la reducción de los desperdicios. Por otro lado, sería idóneo que las empresas del sector de la construcción también utilicen la mejora continua para intentar realizar los procesos de forma más eficiente y disminuyendo el uso de recursos naturales.

El enfoque de Lean Construction está más centrado en los aspectos económicos, aunque mejorar los aspectos ambientales y sociales también tiene un impacto económico positivo. Por lo tanto, Lean Construction y sostenibilidad están fuertemente vinculados, y cuantos más métodos Lean se aplican en un proyecto, más sostenible se vuelve el mismo.

En conclusión, al evaluar y cuantificar la contribución de la filosofía Lean para alcanzar la construcción sostenible se observa que esta genera que se logren beneficios en una mejor identificación de residuos, mayor eficiencia energética y reducción del impacto ambiental.

Conclusiones y recomendaciones



CLÚSTER
DE LA EDIFICACIÓN

La **metodología Lean** implica ventajas como el incremento de la productividad, mejora de la calidad, aumento de las ventas o del valor del producto, por citar alguno de ellos (Figura 18). Se trata de una cultura empresarial flexible, abierta a la mejora constante, que implica lograr en el tiempo justo lo que quieres con la cantidad y calidad deseada y con el mínimo despilfarro.

La aplicación de este modelo consigue que el proyecto progrese a una velocidad constante con variaciones limitadas, mediante el incremento de la confianza, el fomento del trabajo colaborativo, y la alineación de los objetivos de los diferentes agentes implicados. Todo esto hace, al contrario que con el sistema tradicional -repleto de conflicto de intereses y centrado en los procesos-, que este sistema de gestión integral esté enfocado en cumplir el compromiso de la entrega de valor al cliente, facilitando la reducción de plazos y costes de producción en las obras.

La **encuesta** realizada desde el grupo de trabajo de Lean Construction, nos muestra que el conocimiento que existe en la materia, en empresas del sector de la construcción, es mínimo. Pero si existe un interés global por intentar conocerlo y desarrollarlo, a pesar de que se conoce de dónde vienen las limitaciones y los ítems a mejorar.

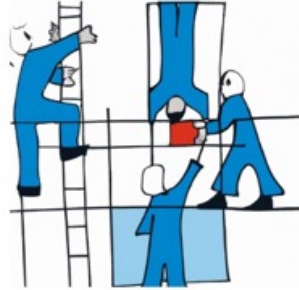
Por otro lado, la **transformación digital** implica un cambio de mentalidad empresarial necesario que se enfoca en una mentalidad más ágil, centrada en el cliente, impulsada por datos, ayudada por la metodología BIM y orientada a la innovación.

También, la comprensión de la filosofía Lean y de sus principios ayudan a una aplicación sistémica y sistemática de la **industrialización** y de los procesos, técnicas, metodologías y herramientas agregándole una aplicación ordenada y alineada con los objetivos de cada proyecto. En este sentido, la filosofía Lean y sus principios proporcionan una caja de herramientas que promueve una transformación en la mentalidad de los trabajadores. Esta fomenta una visión de agregar valor al cliente, optimizar los procesos para ser más ágiles y practicar la mejora continua y la innovación.

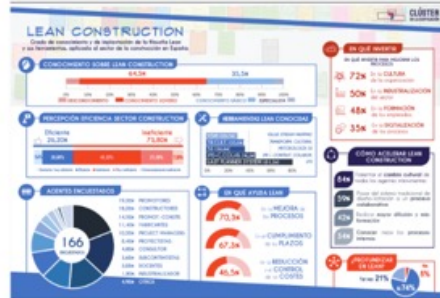
Si hablamos de **contratos colaborativos**, es un método para aplicar desde fases tempranas del proyecto y durante todo el ciclo de vida de este. La mentalidad colaborativa, la claridad y la efectividad en la comunicación y la capacitación son clave para lograr el éxito en la implementación de estos contratos.

Lean Construction y **sostenibilidad** están fuertemente vinculados, y cuantos más métodos Lean se aplican en un proyecto, más se controla que se logren beneficios en una mejor identificación de residuos, mayor eficiencia energética y reducción del impacto ambiental.

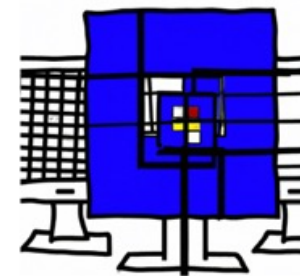
Conclusiones



La metodología LEAN implica múltiples ventajas.



La encuesta realizada muestra poco conocimiento sobre LEAN, pero un alto interés por aprender e implantarlo.



La transformación digital implica
cambio de mentalidad, agilidad,
procesamiento de datos e innovación.



Mentalidad colaborativa, claridad y la efectividad en la comunicación y la capacitación son clave para lograr el éxito.



Eficiencia en la producción,
 mejora de la calidad y flexibilidad
 ante los cambios.



La implantación de LEAN conlleva menores desperdicios, mejor control de los residuos, más eficiencia energética y reducción del impacto ambiental.

Fig. 18. Resumen de conclusiones obtenidas en la elaboración del presente informe (Elaboración propia)

Referencias y bibliografía



CLÚSTER
DE LA EDIFICACIÓN

- Aziz, R. F., & Hafez, S. M. (2013). Applying lean thinking in construction and performance improvement. *Alexandria Engineering Journal*, 52(4), 679–695. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2013.04.008>
- Alonso, G. C., Martín, V. S., Jurídias, R. F., & Ramírez, C. P. From traditional project management towards lean construction project management.
- Canales, J. C., & Donayre, M. (2022). Los 8 desperdicios en la filosofía Lean Construction. *Lean the Way*. <https://www.leantheway.com/8-desperdicios-en-lean-construction/>
- Cerveró, F (2010) Nueva filosofía de gestión en la construcción española. https://www.academia.edu/797210/Lean_construction_nueva_filosofia_de_gesti%C3%B3n_en_la_construcci%C3%B3n_espa%C3%B1ola
- Cerveró-Romero, F., Napolitano, P., Reyes, E., & Teran, L. (2013, July). Last Planner System® and Lean approach process®: experiences from implementation in Mexico. In 21st Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC (Vol. 21, pp. 709-718).
- Lledó Pardo, M. J., & Cerveró Romero, F. (2018). Last Planner System ya es una realidad. Ahora hacia la transformación Lean de las empresas de construcción.
- Felizzola Jiménez, H., & Luna Amaya, C. (2014). Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: Un enfoque metodológico. *Ingeniare*, 22(2), 263–277. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052014000200012>
- Huamán Murillo, L. D., & Sune Chávez, J. (2020). Mejora de la planificación tradicional en procesos constructivos mediante la filosofía Lean Construction.
- Huaman-Orosco, C., Erazo-Rondinel, A. A., & Herrera, R. F. (2022). Barriers to Adopting Lean Construction in Small and Medium-Sized Enterprises—The Case of Peru. *Buildings*, 12(10), 1–16. <https://doi.org/10.3390/buildings12101637>
- Jurídias, R. F., Martín, V. S., Alonso, G. C., & Ramírez, C. P. ORGANIZATIONAL LEARNING EXPERIENCE USING LEGOTM FOR LEAN CONSTRUCTION LESSONS.
- Konstantinou, T., Prieto, A., & Armijos-Moya, T. (2021). Renovation Process Challenges and Barriers. 6. <https://doi.org/10.3390/environsciproc2021011006>
- leanconstruction.org. (2023). Lean Construction Institute, What Is Lean Construction? <http://www.leanuk.leanconstruction.org/whatis.htm%3E>
- Mexico, L. C. (2023). Presencia Global. <https://www.leanconstructionmexico.com.mx/presenciaglobal>
- Napolitano, P. D. T. S.;Cerveró-Romero, Fernando. Meta-Organization: the Future for the Lean Organization'. En 20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. San Diego, USA. 2012. p. 18-20.
- Pons, J. F., & Rubio, I. (2015). Lean Construction.
- Pons, J. F., & Rubio, I. (2021). Lean Construction Las 10 claves del éxito para su implantación. http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Lean_construction&oldid=527504656

- Porras Díaz, H., Sánchez Rivera, O. G., & Galvis Guerra, J. A. (2014). Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción. Avances Investigación En Ingeniería, 11(1), 32–53. <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.1.298>
- Pro-Optim. (2018). Descubre la filosofía Lean. <https://blog.pro-optim.com/lean-manufacturing/descubre-la-filosofia-lean/>
- Salah, D., & Khodeir, L. M. (2017). Examining the Role of Lean Management in Leading Architecture Renovation EXAMINING THE ROLE OF LEAN MANAGEMENT IN LEADING ARCHITECTURE. March.
- Wandahl, S., Pérez, C. T., Salling, S., Neve, H. H., Lerche, J., & Petersen, S. (2021). The impact of construction labour productivity on the renovation wave. Construction Economics and Building, 21(3), 11–32. <https://doi.org/10.5130/AJCEB.V21I3.7688>



C/ de Diego de León, 50, 2ª planta
28006 Madrid
+34.91.522.90.11

www.clusteredificacion.com