

AÑO 30 NO. ESPECIAL 13, 2025
ENERO-JUNIO



AÑO 30 NO. ESPECIAL 13, 2025
ENERO-JUNIO



Revista Venezolana de Gerencia



UNIVERSIDAD DEL ZULIA (LUZ)
Facultad de Ciencias Económicas y Sociales
Centro de Estudios de la Empresa

ISSN 1315-9984

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported.
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/deed.es_ES



Integración de la metodología Lean en proyectos de construcción en México (2016–2022)

Bustos Acevedo, Andrés*
García Guilianny, Jesús**
Paz Marciano, Annherys***
Boscán, Mariby****

Resumen

La integración de la metodología de producción Lean en proyectos de construcción busca optimizar procesos, reducir desperdicios y mejorar la eficiencia, con el objetivo de entregar proyectos de mejor calidad a tiempo y dentro del presupuesto. En este sentido, el propósito de la investigación fue analizar la integración de la metodología lean en proyectos del sector construcción. Para ello, se estableció un estudio con paradigma cuantitativo, enfoque positivista, diseño no experimental, transversal, de campo y documental. La población de estudio fue siete proyectos de construcción en distintas ciudades en México, durante el período del 2016 al 2022. Entre los principales resultados, se establecieron métricas de cumplimiento, verificando el desempeño positivo de varias de ellas, reduciendo tiempos de ejecución, plazos de entrega, control racional de las actividades, así como se validó el cumplimiento de metas a corto, mediano y largo plazo y la potenciación del empleo de los recursos. Se concluye que la implementación de la metodología Lean Construction en los siete proyectos de construcción en México constituye una innovación significativa, mejorando los procesos de planificación, diseño y ejecución de dichos proyectos. Además de considerarse relevante para futuras investigaciones relacionadas con la metodología lean, no solo en proyectos de construcción, sino en otros procesos productivos.

Palabras clave: Lean construction; last planner system; takt planning; eficiencia; sector construcción.

Recibido: 20.04.25

Aceptado: 07.07.25

* Doctor en Administración y Gestión Empresarial, consultor en Lean Construction México. Email: af.bustos12@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-4555-6961>

** Doctor en Ciencias Gerenciales, docente investigador, Institución Universitaria de Barranquilla, Colombia. Email: jesusgarcia@unibarranquilla.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3777-3667>

*** Doctora en Ciencias Gerenciales, docente investigadora, consultora empresarial, Riohacha, Colombia. Email: annheryspaz@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7538-1563>

**** Doctora en Ciencias Gerenciales, docente investigadora Universidad del Zulia, Venezuela. Email: maribyboscán@yahoo.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4974-812X>

Integrating lean methodology into construction projects: Cases in Mexico, 2016–2022

Abstract

The integration of the Lean manufacturing methodology into construction projects seeks to optimize processes, reduce waste, and improve efficiency, with the goal of delivering higher-quality projects on time and within budget. The purpose of this research was to analyze the integration of the lean methodology into construction projects. To this end, a study was conducted using a quantitative paradigm, a positivist approach, and a non-experimental, cross-sectional, field, and documentary design. The study population consisted of seven construction projects in different cities in Mexico, spanning the period from 2016 to 2022. Among the main results, compliance metrics were established, verifying the positive performance of several projects, reducing execution times, delivery deadlines, and rational control of activities. The achievement of short-, medium-, and long-term goals and enhancing the use of resources were also validated. It is concluded that the implementation of the lean construction methodology in the seven construction projects in Mexico constitutes a significant innovation, improving the planning, design, and execution processes of these projects. In addition to being considered relevant for future research related to lean methodology, not only in construction projects but also in other production processes.

Keywords: Lean construction, last planner system, takt planning, efficiency, construction sector.

1. Introducción

Estudios revelan que los países latinoamericanos presentan debilidades en gestionar sus proyectos de manera productiva (Morales y Castellanos, 2007; Boscán y Sandrea, 2020; Boscán et al., 2023; Alzate y Boada, 2024). Presentar pocos cambios en la forma de construir ocasiona que esta industria muestre un atraso de 50 años respecto a otros continentes (Bustos, 2022), además de alto riesgo de accidentes e incertidumbre en la finalización de sus proyectos (Rudeli, 2019; García et al., 2022). En tal sentido, mientras algunos países apuestan por la tecnología y la prefabricación, son pocos en Latinoamérica los que invierten en

esto (Salama, 2020). Dentro de este contexto, México es el país con menos productividad de la zona (McKinsey Global Institute, 2021). El rezago de la industria de la construcción con sus semejantes, el trabajo rústico, la falta de implementación de nuevas tecnologías y, sobre todo, el no buscar nuevas formas de gestionar proyectos (Ollivier, 2007; Ynzunza et al., 2017), causan que la industria no produzca ni genere lo que podría. Su baja productividad escala dificultades en tiempos de entregas y sobre costos en los proyectos, limitando así el crecimiento de la industria de la construcción y su credibilidad.

Se requiere que el sector de la construcción se enfoque hacia la

productividad, sostenibilidad y seguridad, adecuándose a las transformaciones del entorno y a las tecnologías, generando capacidades para satisfacer la demanda en su mercado (García et al., 2022). Es así como surge el pensamiento llamado *Lean Construction*, un hito estratégico que ha tenido la industria de la construcción (Murillo y Llerena, 2024), dado que ni la tecnología ni otros métodos y prácticas han logrado un cambio tan evidente en la construcción (Porras et al., 2015).

Lean Construction o método de construcción rítmico constituye una filosofía que establece el requerimiento de aplicar una teoría de producción en la construcción (Araque et al., 2017; Cano et al., 2017; García et al., 2022; Ibrahim et al., 2025; García et al., 2021), considerando tres ejes fundamentales para su estudio: el flujo, la transformación y el valor. Bajo estos tres elementos, define la industria y la necesidad de empezar a ser más productivos y eficientes (Koskela, 1992).

Estudiar la importancia que tiene la implementación de la metodología Lean en los proyectos de construcción en México implica validar herramientas prácticas y de gestión que contribuyen en la generación de confianza en sus resultados para, posteriormente, replicar dicha filosofía en futuros proyectos, dados los beneficios que se obtienen en cuanto a la administración de los recursos y a la calidad obtenida.

De allí el interés de esta investigación, cuyo propósito es analizar la integración de un modelo de producción lean construction con la gestión de siete proyectos en el sector construcción en México, los cuales fueron ejecutados durante el período 2016 al 2022, esto a fin de demostrar el valor que se genera respecto a

tener mejor productividad y resultados satisfactorios en la administración de sus obras.

2. Gestión de la cadena de abastecimiento en lean construction: fundamento teórico

La coordinación, integración y gestión de las actividades de la cadena de suministros pueden ser eficientes y efectivos, pero estos factores normalmente se enfocan en la satisfacción del cliente primario (Manrique et al., 2019). La gestión convencional de la cadena de suministros busca fomentar el flujo entre las actividades (Badi y Murtagh, 2019), pero tiende a ignorar los aspectos de generación de valor y transformación relacionados con el proyecto como un todo. La aplicación de una cadena de suministros Lean o ensamblaje Lean busca examinar estas cadenas de suministros individuales (Arif et al., 2012; Obaldo, 2023) y las arregla para agregar valor y reducir pérdida para un proyecto u organización (Badi y Murtagh, 2019; Arboleda et al., 2022).

De acuerdo con Obaldo (2023), la gestión de la cadena de suministro implica un proceso concreto, que abarca la planeación, organización, ejecución y control, encargado de la definición para la consecución de objetivos establecidos utilizando personas y otros recursos. Entre las principales características de la cadena de suministros, se señala el hecho de que permite, mediante el control racional de las actividades, prevenir problemas futuros y cumplir con lo planeado, obteniendo el resultado esperado; además de contribuir en el incremento de la productividad,

el cumplimiento de metas a corto, mediano y largo plazo y, finalmente, la potenciación del empleo de los recursos.

La construcción es un sistema de producción temporal que involucra flujos temporales de recursos, mano de obra, materiales, equipo, entre otros (García et al., 2021). Con este punto de vista, una cadena de suministros Lean es un grupo temporal de compañías e individuos trabajando cooperativamente en una red de procesos interrelacionados (Martínez y Mollano, 2011). La red puede ser relacionada al proyecto o a la compañía (cooperación fuera del proyecto). Estos factores temporales requieren la adaptación de los conceptos tradicionales de manufactura lean (Guzmán, 2022; Ordoñez, 2024).

En la manufactura tradicional Lean, las actividades son más permanentes y se repiten con el mismo equipo, suministros y personal para producir el mismo componente. Sin embargo, los gerentes de construcción generalmente trabajan con los mismos proveedores, vendedores y subcontratistas en proyectos posteriores, y recopilan información detallada sobre su desempeño y confiabilidad. Usar proveedores Lean es esencial para implementar una cadena de suministros Lean (Mesa y Carreño, 2020). Los gerentes de construcción necesitan indagar qué proveedores y subcontratistas usan principios Lean o están dispuestos a adoptarlos.

Los objetivos de la gestión de la cadena de suministros tradicional son:

- Combinar los recursos con las demandas del área, conectando el control de producción con la gestión de materiales. Ejemplos: acero estructural, materiales de techado, ladrillo y bloque, marcos de puerta.
- Minimizar la variación entre el

suministro y la demanda. Ejemplo: Planeamiento apropiado para mantener un inventario aceptable en el área para mantener la producción.

- Traer transparencia a la cadena de suministros a través de las compañías. Intercambio de información que sea transparente y abierto. Usar componentes de unidad de manejo aéreo como un ejemplo, monitorear todos los componentes que no están en control del fabricante. Algunos componentes podrían venir de lugares distantes.
- Asegurar la entrega puntual de información y materiales a las áreas del proyecto con costo mínimo y valor máximo al cliente final. La cooperación y transparencia pueden lograrse fácilmente, a pesar de que la solución de costo más bajo requiera una interacción entre el cliente, diseñador y constructor. El constructor luchará intrínsecamente por comprar a bajo costo, como se especificó. El valor máximo viene de entender los verdaderos requisitos.
- Lograr un balance entre el flujo y los aspectos de valor. Si el cliente desea una unidad HVAC a la medida, pero el tiempo lead y el costo son inaccesibles, el flujo de construcción podría interrumpirse. El balance podría ser una unidad HVAC estándar de grado alto que tiene un tiempo lead más predecible y un costo más bajo.

En este orden de ideas, todas las actividades de construcción necesitan anticipar entrega real e incorporación dentro del proyecto. De este modo, se muestra un ejemplo de programación, ver Figura 1, de un proyecto pequeño con tan solo unas cuantas estaciones de trabajo,

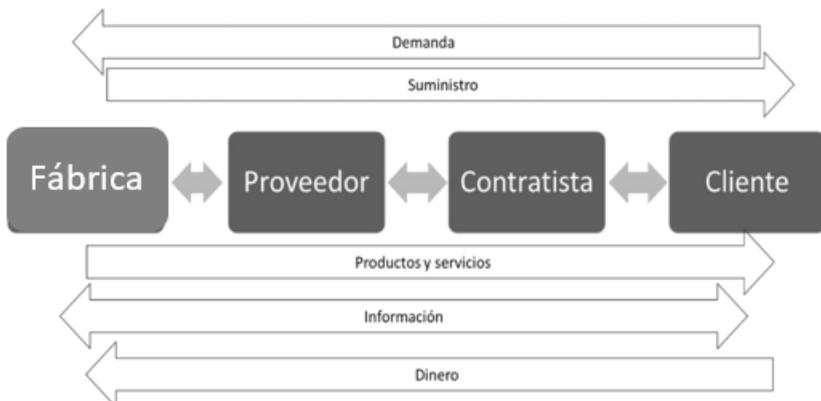
donde se ilustra más de la mitad de las actividades de un proyecto relacionadas con hacer llegar los materiales y equipo al área del proyecto. Es típico que estas actividades constituyan del 30% al 50% de la programación de un proyecto (Bustos, 2022).

Dada la importancia de asegurarse de que los materiales y equipos lleguen al proyecto a tiempo, la atención y la aplicación de lean a la cadena de suministros y materiales pueden entenderse con exactitud.

La cadena de suministros también está influenciada por demandas de mercado (Rodríguez et al., 2024). Otros consumidores de los materiales que se necesitan para un proyecto de construcción podrían incrementar la demanda, lo cual podría tener un impacto en el precio y la disponibilidad. Esta influencia requiere el intercambio

frecuente de información con los proveedores, para entender estas influencias de mercado y ajustar programaciones y presupuestos como corresponde (Arboleda et al., 2022; Martínez y Molleda, 2011). El plan de trabajo general podría necesitar un ajuste si los materiales están disponibles en tiempos distintos al del plan original. Estos cambios impulsan la necesidad del intercambio frecuente de información con estaciones de trabajo de construcción también, para ajustar el tiempo de trabajo y coordinar el trabajo con las necesidades del proyecto (Paz et al., 2020), mientras se ajusta la dinámica de la cadena de suministros. La meta es no tener sorpresas. El diagrama 1 muestra la forma en que el flujo del suministro y la demanda afecta al flujo de los productos y servicios, información y dinero.

Diagrama 1
Dinámica de cadena de suministros



3. Perspectiva metodológica

El proceso metodológico utilizado está fundamentado en el

paradigma cuantitativo (Gaete, 2017), derivado del marco conceptual sobre metodología lean construction (Porrás et al., 2014). En tal sentido, el enfoque

del estudio se ubica en el contexto positivista, indagando sobre la realidad analizada (Arias, 2016) en proyectos de construcción en México, para lo cual se asumió el diseño de investigación no experimental, transversal, de campo y documental (Paz et al., 2022; Pelekais et al., 2012).

Respecto a la recolección de los datos, se utilizó un cuestionario autoadministrado, diseñado con 21 ítems, con escala dicotómica de opciones Sí y No, además de una lista de chequeo para la verificación de cumplimientos, aplicada a los responsables de cada

proyecto, que en este caso fueron 14 personas.

En cuanto al procedimiento de integración de lean construction, el mismo consideró el análisis de siete diferentes proyectos de construcción tipo industrial, residencial horizontal y residencial vertical durante los años 2016 al 2022, en México (Tabla 1). Tomando en consideración siete etapas o fases de la cadena de suministros, a saber: procura y compras, adquisición y contratación, gestión de la producción, sesiones make ready, sesiones de planeación semanal, juntas diarias y métricas.

Tabla 1
Proyectos de implementación del modelo

Proyecto	Tipo	Dimensión	Tiempo
Planta BMW San Luis Potosí	Industrial	400,000 m ²	Oct 2016-mayo 2018
Semillero Purísima	vertical	65,000 m ²	Mayo 2018-dic 2020
Paralelo Obispo	vertical	40,000 m ²	Mayo 2018-dic 2019
Carza	horizontal	2226,000 m ²	Agosto 2019- marzo 2020
Patriota	vertical	45,000 m ²	Marzo 2021-mayo-2022
El Lucero	vertical	60,000 m ²	Marzo 2021-mayo-2022
Amazon Mérida	Industrial	22,000 m ²	Mayo 2021- agosto 2021
Amazon Guadalajara	Industrial	22,000 m ²	Agosto 2021- mayo 2022

De modo que la revisión de los resultados corresponde a la integración de la metodología lean a estos siete proyectos, durante este período de tiempo de octubre 2021 a mayo 2022, considerándose, por tanto, la población objeto de estudio.

Etapas 1: Plan de procura y compras

Uno de los conceptos conocidos en el planeamiento de producción es la entrega justo a tiempo (Paz et al., 2020). A este extremo, esto significa entregar los materiales directamente del camión

al trabajador, quien inmediatamente instala el ensamblaje. No se gasta tiempo almacenando y asegurando los materiales; por lo tanto, el espacio de construcción no está lleno de material puesto en lugar, esperando ser instalado (Bustos, 2022; Moreno, 2022).

En realidad, un concepto más útil es la entrega en el momento más confiable.

En este caso, el material podría esperar en el punto de instalación por un periodo corto antes de que los trabajadores estén listos para instalarlo (Arboleda et al., 2022; Flores y Valle, 2020). La razón para no adherirse

a la definición absoluta es que frecuentemente ocurren situaciones en las que el material llega un poco tarde (debido al tráfico o retrasos del clima, por ejemplo) o los trabajadores terminan antes o se toman más tiempo en la tarea anterior. El intento de planeamiento estricto justo a tiempo puede dejar trabajadores esperando suministros

o un camión con carga bloqueando el área de descarga. Ambas situaciones interrumpen la programación de la construcción e incrementan los costos.

Para ello, la procura y compra de materiales en los proyectos en estudio debe clasificarse en tres grandes grupos de recursos (cuadro 1).

Cuadro 1
Grupos de la procura y compra de materiales en el proyecto

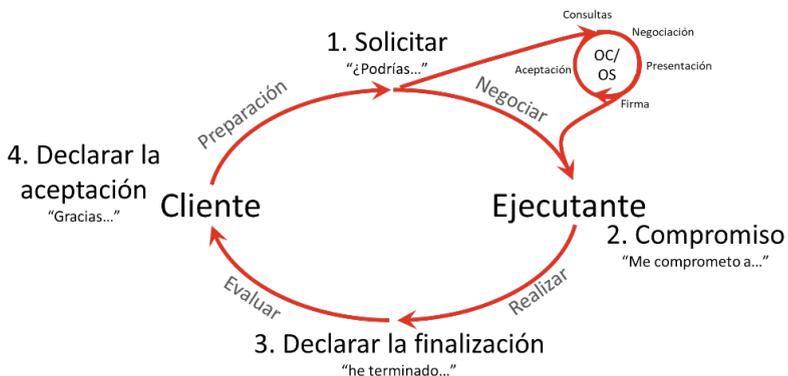
Recursos críticos	Aquellos que por su disponibilidad o naturaleza pueden atrasar la duración total del proyecto.
Recursos comunes	Aquellos que se requieren conforme el proyecto se ejecutará y que pueden utilizarse estrategias de compras por volumen.
Recursos consumibles	Son recursos que deben mantener siempre un stock mínimo en obra por lo que debe generarse compras automáticas hasta un máximo.

Etapa 2: adquisición y contratación

Otro aspecto relevante en la cadena de suministro en la metodología Lean, es lo referente a las promesas confiables (Rodríguez & Yagüe, 2024). Un contrato es una promesa muy formal

al cliente de entregar el proyecto en una fecha determinada en una condición específica (Zambrano et al, 2018; Botero y Álvarez, 2005). Este mismo concepto y ciclo debe ser utilizado para seleccionar a los socios, vendedores, y subcontratistas (ilustración 1).

Ilustración 1
Ciclo de conversación en una promesa.
Las palabras en letra más pequeña son acciones



Tal como se observa en la figura 3, el proceso de contratación comienza con la solicitud de cotización, también conocida como *request for proposal* (RFP por sus siglas en inglés); en esta etapa es importante tener claro qué se necesita y por qué, para que la solicitud pueda ser transmitida de manera clara (Bustos, 2022).

Los postores o interesados en participar en negociar la propuesta ingresarán en un ciclo de consulta, negociación, presentación de ofertas, evaluación y asignación del contrato; en esta etapa deben quedar claras las condiciones de satisfacción y la fecha de entrega (Delgado et al., 2017).

Para la elección del postor, se sugiere el uso de Elegir por ventajas (CBA por sus siglas en inglés), que es un sistema de toma de decisiones colaborativo y transparente desarrollado por Jim Suhr (Brioso y Calderón, 2019), que comprende múltiples métodos. CBA incluye métodos para prácticamente todo tipo de decisiones, desde las más simples hasta las más complejas (Delgado et al., 2017). Quizás el método CBA más utilizado es el método tabular, que se usa para elegir entre dos o más alternativas mutuamente excluyentes que no tienen el mismo costo. Ejemplos de decisiones en las que un equipo necesita elegir entre alternativas mutuamente excluyentes en el día a día de los negocios incluyen: elegir un material de construcción, un contratista general, un equipo, un diseño del edificio y a quién contratar.

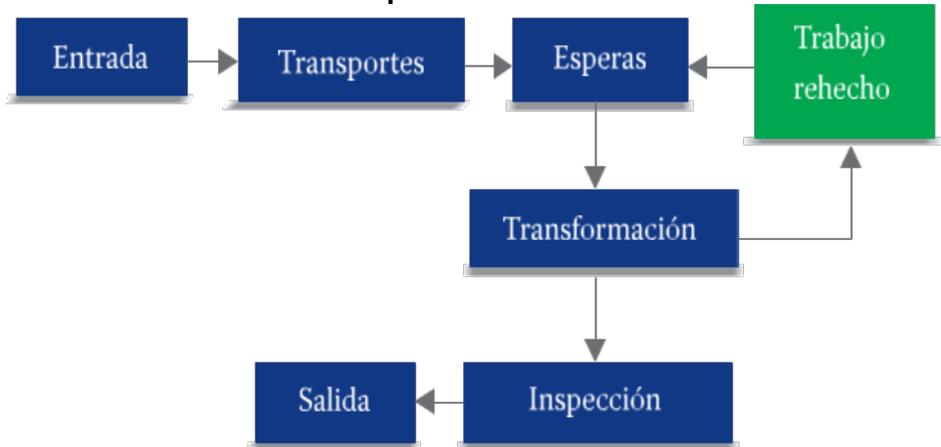
Etapa 3: gestión de la producción

El objetivo de este componente es anticipar el mediano plazo que permita identificar restricciones y comprometer a los responsables de levantar las restricciones (García et al., 2022), para así asegurar tener todo lo necesario para la correcta ejecución de las actividades (Flores y Valle, 2020; Paz et al., 2020). Bajo tal perspectiva, la construcción se concibe como un sistema de producción que se sustenta en proyectos en un entorno de incertidumbre en la planeación e inadecuada concepción de la producción, que es percibida solo como un modelo de transformación (Porras et al., 2014; Koskela, 1992).

En tal sentido, se pretende asumir la producción en la construcción como un proceso de transformación, de flujo y generador de valor, de allí que el propósito de lean construction sea generar apropiados sistemas de producción que faciliten la optimización, reducción o eliminación de flujos para ajustar los tiempos de entrega.

De acuerdo con Porras et al. (2014), la implementación de lean en los proyectos de construcción surge como una forma de combatir o eliminar el enfoque tradicional que no respetaba principios de diseño y que, además, la gestión de los procesos de producción, que implicaba los aspectos diseño-licitación-construcción, no era óptima para alcanzar resultados exitosos, pues contrariamente se generaban retrasos en la culminación, sobrecostos para los constructores y clientes insatisfechos por las demoras (Diagrama 2).

Diagrama 2
Modelo de producción Lean o TFV



Fuente: Tomado de Productividad en la construcción de un condominio aplicando conceptos de la filosofía Lean Construction.

Etapa 4: Sesiones make ready

En el contexto de la metodología lean construction, Mitropoulos (2005) muestra la métrica *planned work ready* o trabajo planeado disponible, con la finalidad de realizar evaluaciones y mejoras en el proceso de preparación de las actividades que se llevan a cabo en la planificación intermedia (Hoyos y Botero, 2018). Este aporte complementa la fundamentación de Ballard y Howell (1994) respecto a Last Planner System, el cual surge como una herramienta sustentada en los principios de la filosofía lean construction, proponiendo un sistema de planificación y control de la producción que maximice el valor del proceso constructivo y disminuya la incertidumbre y variabilidad en el flujo de trabajo para alcanzar compromisos confiables (Hoyos y Botero 2018; Koskela y Howell, 2002).

La periodicidad de estas reuniones está en función de la etapa y los requerimientos del proyecto; puede variar entre una vez a la semana o hasta una vez cada mes (Ballard y Howell, 1997). Para los casos analizados, la integración se propuso que fuese semanal. El objetivo es revisar planes de las próximas 4 o 6 semanas, detectando restricciones que puedan impedir la ejecución de actividades futuras (suministros, abastecimientos, flujo, fuerza de trabajo, seguridad, permisos, etcétera) para determinar la viabilidad de las actividades futuras; permite tomar decisiones e implementar estrategias y planes de acción para garantizar que los trabajos serán ejecutados en tiempo y forma.

Las actividades de planeación son revisadas a detalle con todos los procesos relevantes, incluyendo el diseño detallado, fabricación, montaje

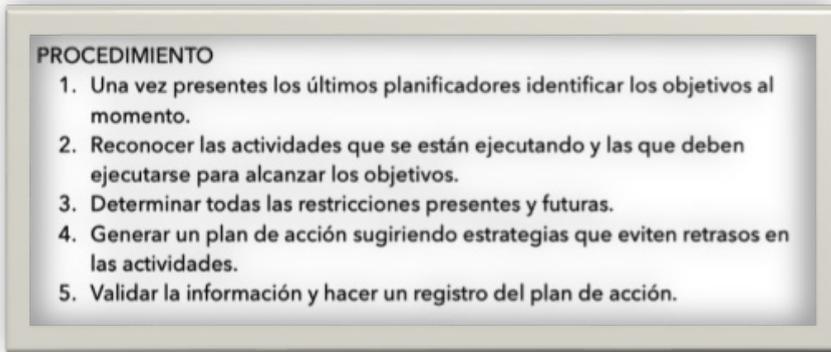
previo, la logística y la entrega de material. La realización de esta planeación periódica genera que los resultados sean más fiables y mejoren la cadena de suministro.

La atención se enfoca en identificar

las restricciones, identificar los cuellos de botella y los controles de calidad necesarios o inspecciones durante el proceso para asegurar una ejecución correcta sin restricciones conocibles (ilustración 2).

Ilustración 2

Procedimiento para llevar a cabo una sesión *Look ahead*

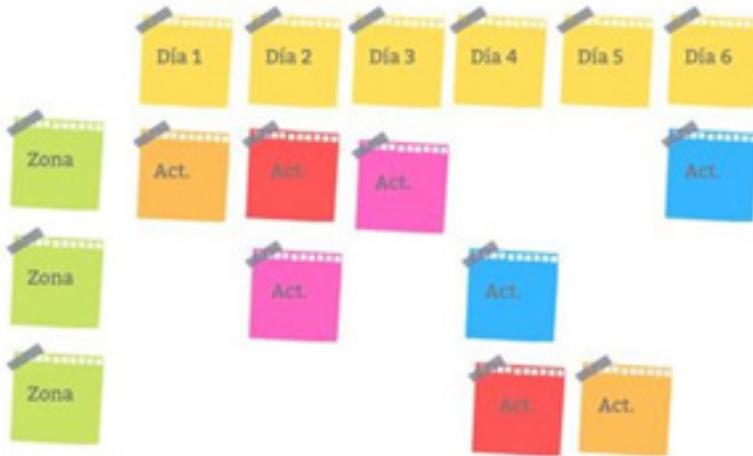


Los participantes de esta etapa son los “últimos planificadores” (personas en el equipo que están encargadas de la ejecución del proyecto, como lo son contratistas, residentes, encargados del proyecto, proveedores de materiales, equipos e información, entre otros), el coordinador (durante la fase de implementación), el gerente del proyecto, superintendentes, entre otros.

Etapa 5: sesiones de planificación semanal

Durante estas sesiones, cada uno de los últimos planificadores revisa las tareas especificadas durante la planificación de fase, y prepara un Plan de trabajo semanal (ilustración 3). Los paquetes de trabajo propuestos para realizarse por semana se desglosan a detalle en esta sesión.

Ilustración 3 Compromisos semanales



Los equipos trabajan, acotando las tareas mediante compromisos que deben completarse durante la semana siguiente. Estos compromisos se identifican con colores diferentes, según la actividad los cuales se ubican en el tablero de actividades diarias.

Para llegar a estos compromisos semanales, se realiza una junta cuyo objetivo es asegurar que, durante la semana posterior a la junta, se hayan contemplado las tareas necesarias para cumplir con los objetivos, además de:

- Entender la dependencia entre las disciplinas.
- Identificar y generar actividades productivas que den valor al proyecto.
- Indicar al equipo de trabajo y al cliente las restricciones que afectan la planeación de los paquetes (interferencia de contratistas, falta o

errores en el diseño del proyecto o temas administrativos) con el fin de brindar soluciones en conjunto.

- Ejecutar una correcta planeación mediante una comunicación efectiva entre los coordinadores del proyecto y los contratistas.
- Lograr integración entre los contratistas.

Los participantes de esta etapa son los “últimos planificadores” (Ballard, 1992), en los casos estudiados; son los coordinadores, superintendentes, subcontratistas e ingenieros de proyecto y el gerente de proyectos. En etapas tempranas del proyecto, y con equipos que no están familiarizados entre sí, este tipo de reuniones puede tener una duración de 1 a 2 horas; durante el transcurso del proyecto, estos números tienden a reducirse conforme se realicen las sesiones (ilustración 4).

Ilustración 4

Procedimiento para llevar a cabo una sesión de Planificación semanal

PROCEDIMIENTO

1. Notificar 24 hrs antes a los involucrados el motivo de la junta, solicitar la revisión del PLAN para preparar las actividades de la siguiente semana.
2. El día de la junta se acordará con el equipo la hora para la junta diaria buscando siempre el realizarla como primera actividad del día (8:00 am).
3. Tener preparado el tablero de actividades (Top 6) de la semana para la colocación de las próximas actividades.
4. Asegurar previamente que la sala de juntas (BIG ROOM) esté disponible para la junta con los útiles necesarios (Set de post-it de colores, color por contratista, rotuladores o lapiceros). También visualizadores de PLAN como proyector o PLAN impreso.
5. Integrar el personal de gerencia con los contratistas de área o disciplina dictando las tareas a ejecutar.
6. Durante la junta se pedirá a los contratistas que enumeren la lista de restricciones para ejecutar sus actividades.
7. Se planeará con el equipo del cliente cómo resolver las restricciones para concluir con la obstrucción de avance.
8. Uno a uno cada contratista pegará sus actividades al Top Six o tablero de actividades.
9. Para finalizar cada contratista enunciará sus actividades planeadas en conjunto con el gerente del proyecto, manteniendo una visión de análisis para evitar cualquier posible restricción.

El objetivo de esta sesión es comunicarse entre los equipos y generar compromiso de las actividades requeridas del proyecto.

Etapas 6: juntas diarias

Estas juntas se basan en el proceso ágil de una Stand-Up-Meeting cuyo

fundamento es la sincronización diaria de los diferentes participantes del proyecto, para eliminar cualquier obstáculo que pueda presentarse. No deben exceder los 15 minutos de duración (ilustración 5). Los partícipes de esta junta son los mismos que hacen los compromisos en la junta de planeación semanal.

Ilustración 5

Procedimiento para llevar a cabo una Junta diaria

PROCEDIMIENTO

1. La Junta Diaria se programará a primera hora del día, durante la cual se reunirá el equipo de obra (Construcción y Contratistas) para calificar las actividades programadas correspondientes al día anterior.
2. Cada responsable debe responder a las preguntas ¿qué hice ayer?, ¿qué haré hoy? Y ¿cuáles han sido mis impedimentos para alcanzar mis objetivos?
3. Se evaluará cada actividad con su respectivo responsable de planeación. Indicando en el post it del TOP 6 si la actividad está ejecutada, la zona de trabajo y fuerza de trabajo.
4. En el caso de las actividades no cumplidas se cuestionará al encargado de la actividad de manera estratégica 5 veces ¿por qué? la razón de incumplimiento hasta llegar a la razón raíz.
5. Las actividades que no se cumplieron en el día programado se moverán para el día que se replantee ejecutar la actividad sin descuidar la meta de la semana.
6. Una vez terminada la revisión de las actividades del día anterior, se leerán las actividades planeadas a ejecutar del día actual.
7. Posteriormente se calculará el porcentaje de cumplimiento del proyecto/ contratista.
8. Al final de la junta se generan conversaciones para coordinar los distintos trabajos del día.
9. La información recaudada se deberá capturar en el archivo BSL-R.I.+PPC el cual generará los indicadores correspondientes al desempeño de la producción.

Como se menciona en el procedimiento, al terminar esta junta hay que hacer el registro de las métricas que permiten dar seguimiento al avance del proyecto. Estas se explican a detalle en los siguientes capítulos.

Etapa 7: Métricas del modelo de producción

A continuación, se mencionan las métricas que propone el modelo

inicialmente para poder tener una mejora continua y cerrar el ciclo del modelo de producción.

Las 8 métricas o KPIs son las herramientas de diagnóstico con las que se cuenta para evaluar el desempeño del proyecto (Yépez, 2014). Estas se basan en variables que se pueden medir y que muestran que se están cumpliendo los objetivos del proyecto.

Corto plazo: Las métricas que predominan en la implementación del

sistema son el Porcentaje de Actividades Completadas (PAC = PPC) y las Razones de No Cumplimiento (RNC), ambas métricas diseñadas para medir la confianza y compromiso del equipo.

Corto y mediano plazo: Las Tareas Anticipadas (TA) relacionan los compromisos de la junta semanal con el *make ready* (voy/puedo) y el *Task Made Ready* (TMR) relaciona lo que se hizo con lo que se puede hacer (hice/puedo), uniendo así el corto y el mediano plazo del plan del proyecto.

Mediano y largo plazo: Adicional a estas, se integra el Plan de Cumplimiento de Restricciones (PCR), el cual compara la relación de liberar restricciones con el cumplimiento de hitos a mediano y largo plazo; si el PCR es alto, existe una mayor probabilidad de terminar el

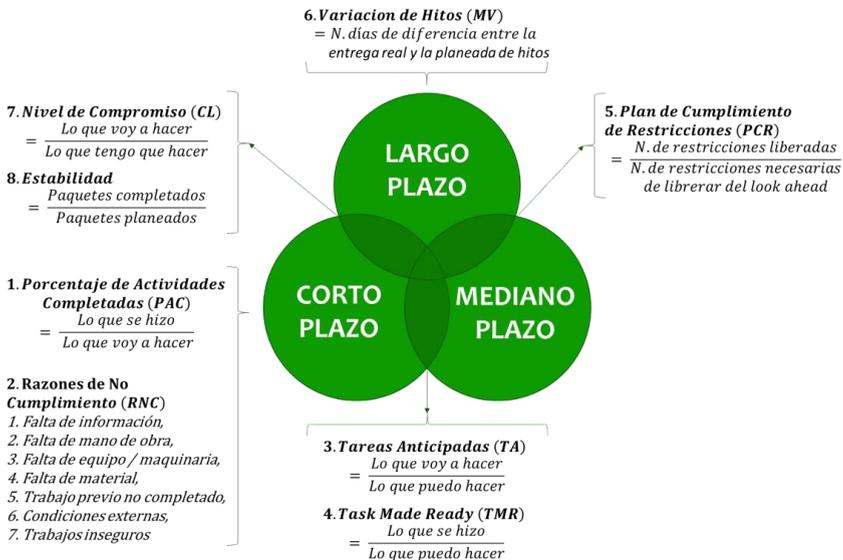
proyecto a tiempo, ya que un valor alto de este indicador asegura un mejor flujo del proyecto.

Largo plazo: La Variación de Hitos mide la diferencia entre la entrega real y la planeada, sirviendo como un indicador de largo plazo que ayuda a identificar posibles desviaciones del plan y una alerta de que tal vez se necesite llevar a cabo una reprogramación del plan.

Largo y corto plazo: El Nivel de Compromiso (CL) mide las tareas que se deben comprometer en la junta semanal con lo que se tiene que hacer.

Aplicar estas métricas en los proyectos aumenta el flujo de trabajo y la confianza entre las etapas del corto, mediano y largo plazo, así como facilita un mejor análisis del proyecto para la toma de decisiones (diagrama 3).

Diagrama 3
Las 8 métricas del modelo de producción



Estás 8 métricas son parte fundamental para poder tomar decisiones y mejoras en la producción del proyecto. El análisis y toma de decisiones a través de ellas darán mejor comportamiento de flujo de trabajo al proyecto, así como involucrar a las partes y diferentes equipos en la toma de decisiones.

4. Integración del modelo Lean: Resultados y discusión

Se hace necesario recordar, que los resultados presentados corresponden al análisis de la integración de la metodología lean a estos siete proyectos, durante este período de tiempo octubre 2016 a mayo 2022 (tabla 2).

Proyecto El Lucero

Tabla 2
Resumen del proyecto

Cliente	Fraterna
Proyecto	El Lucero
Objetivo del cliente:	Desarrollar proyectos en el centro de Monterrey que sean sostenibles, vivibles y económicamente viables.
Objetivo del Proyecto:	Finalizar el proyecto en noviembre del 2022, dentro de un presupuesto de \$116,793,895.53 MXN, disminuyendo en un 80% las reclamaciones de calidad con respecto a proyectos anteriores.
Sistema de Producción:	LPS y Takt plan.
Métricas:	PPC, PCR, 5S, desviación curva S y calidad.
Fecha de inicio del Proyecto:	20 de abril de 2021.

• Actividades

Se tuvieron con los equipos de proyecto para alinear objetivo. Además del seguimiento semanal y el refuerzo de conceptos Lean con el líder del proyecto, se retroalimenta al líder en el uso de herramientas y técnicas y se le ha guiado en el desarrollo de relaciones.

• Observaciones

El líder del proyecto ejecutaba tareas propias de cliente. Se hizo notar esta situación tanto al líder como al cliente y se establecieron acuerdos de los alcances de cada elemento para potenciar los resultados de las interacciones de los equipos

• Avances

Se fomentó la apertura al líder del proyecto para permitirle al cliente explorar mejores maneras de trabajar. El proyecto mantiene un avance sustancial, aunque los compromisos se incumplan, los equipos intentan trabajar con lo que tienen a la mano.

• Mejoras

Se promovió las discusiones positivas y los diálogos de colaboración. Dando como resultado mejores interacciones y comunicación entre los equipos; esto ha llevado a que el cliente inicie a trabajar sus propias herramientas lean.

- **Nueva priorización de las actividades de obra**

Ante la decisión del cliente de reducir al mínimo indispensable los trabajos de los subcontratistas es sumamente importante volver a priorizar las tareas de cada uno con los siguientes

objetivos (y limitarlos a objetivos por nivel).

No hay que pasar por alto que los contratistas están retirando a su personal de la obra dada la falta de pago. Esto genera incertidumbre que no permite la planeación tradicional de la obra: inspección y adaptación (tabla 3).

Proyecto El Patriota

Tabla 3
Resumen del proyecto

Cliente:	Fraterna
Proyecto	El Patriota
Objetivo del cliente:	Desarrollar proyectos en el centro de Monterrey que sean sostenibles, vivibles y económicamente viables.
Objetivo del Proyecto:	Entregar el proyecto el 30 de septiembre de 2022, ejerciendo en un máximo de \$136,000,000.00 en el presupuesto del proyecto.
Sistema de Producción:	LPS y Takt plan.
Métricas:	PPC, PCR, 5S, desviación curva S y calidad.
Fecha de inicio del Proyecto:	03 de enero de 2021.

- **Actividades**

Además del seguimiento semanal y el refuerzo de conceptos Lean con la líder del proyecto, se retroalimenta al líder en el uso de herramientas y técnicas, y se le ha guiado en cómo no perder de vista el objetivo para transmitir las prioridades a los equipos

- **Observaciones**

La líder del proyecto carece de experiencia y en ocasiones ejecutaba tareas propias de cliente. Se le hizo ver esta situación y se le ayudó a identificar mejor los canales de comunicación adecuados para no interferir en actividades que no son su responsabilidad.

- **Avances**

Aunque la implementación Lean dentro del proyecto parece más lenta que en otros proyectos, el avance mantiene estable (más menos 3%). Se refuerza el compromiso de las partes al permitirles usar herramientas que consideren adecuadas, sean o no Lean.

- **Mejoras**

Las reuniones diarias son objetivas y precisas. Se le ha dejado a la líder explorar “sola” las técnicas y herramientas con la finalidad de encontrar su estilo de gestión. Esto permite una mayor libertad a la hora de proponer soluciones para el proyecto (tabla 4).

Proyecto Nave 1

Tabla 4
Resumen del proyecto

Cliente	Etage
Proyecto	Nave 1
Objetivo del cliente:	Desarrollar una nave industrial dentro de uno de los terrenos clave, que maximice el valor del portafolio inmobiliario del grupo y desarrollando un Hito de posicionamiento de la marca Étage.
Objetivo del Proyecto:	La construcción de una nave tipo A, (almacenamiento), de mínimo 8600 m2, en un plazo máximo de 7 meses, en apego a un presupuesto de \$102,917,361.34 MXN, que permita una tasa de capitalización por renta mínimo del 12 % anual, maximizando el valor de la tierra y obra (VR) sobre los 250 a 320 MMP.
Sistema de Producción:	LPS y Takt plan.
Métricas:	PPC, PCR, 5S, desviación curva S y calidad.
Fecha de inicio del Proyecto:	4 de octubre de 2021.

• Actividades

Se tuvieron reuniones y charlas con el equipo y con cada elemento de manera individual. Trabajamos de la mano con el proceso de obra para alinearlos hacia el objetivo próximo y el siguiente, siempre considerando el propósito que buscamos como unidad.

• Observaciones

Se ha tomado la decisión de replantear las actividades del gerente de proyecto con la finalidad de mejorar sus resultados particulares. El equipo está apoyando indirectamente esta estrategia al hacerle saber dónde el proyecto carece de atención y reforzando con ayuda.

• Avances

Se logró una mejor comprensión de los esfuerzos individuales dentro del resultado grupal. Cada elemento ha sido capaz de desempeñar mejor sus actividades al tenerlas más claras. Además, se ha mejorado la priorización

de tareas diarias dentro del proyecto.

• Mejoras

Se limitó el horario laboral con la finalidad de que optimizaran y priorizaran las tareas y a los equipos que lideran. Esto dio como resultado un mejor desempeño de los equipos y ayudó a mejorar su estado de ánimo al permitirles balancear su vida personal con la laboral.

• Entrega y ocupación benéfica del usuario

Dado que las actividades comprometidas para la entrega benéfica han sido validadas con el cliente y el usuario final, es importante no descuidar las prioridades de fechas particulares. Se ha logrado cumplir con las tareas y las áreas pactadas, tomando en cuenta los espacios que requerirá el usuario final. En las reuniones semanales se atienden puntualmente cada una de las actividades a entregar, con alto grado de compromiso (Tabla 5, 6 y 7).

Proyecto AMZ GDL2

Tabla 5
Resumen del proyecto

Cliente	CPA
Proyecto	AMZ GDL2
Objetivo del cliente:	Empezar operaciones de la planta a finales de junio 2022 y permitir ingresos parciales a "vendors" a lo largo del proceso de construcción.
Objetivo del Proyecto:	Construir una nave operable y funcional para finales de junio 2022 con las condiciones de satisfacción de Amazon.
Sistema de Producción:	<i>Takt Planning</i> y <i>Last Planner System</i> , PPC, RNC, Curva S, Estabilidad, Nivel de Compromiso, PCR.
Mejoras:	Implementación de Takt Plan (nuevo formato) en oficinas, se plantea desglosar por día solo en esta área del proyecto. Implementación de Takt Plan (nuevo formato) en exteriores
Fecha de inicio del Proyecto:	09 de septiembre 2021.

Proyecto Anahuac

Tabla 6
Resumen del proyecto

Cliente	Anahuac
Proyecto	Anahuac
Objetivo del cliente:	Tener un plan de producción.
Sistema de producción:	Last Planner System: PPC, RNC, PCR.
Resumen del proyecto:	<ul style="list-style-type: none"> - La implementación del sistema de producción ha sido lenta en West Point por el cambio de personal de Anáhuac, sin embargo, el equipo de construcción ha sido muy receptivo y se ha implementado con metas a corto plazo (3 semanas). - En West Point estamos en espera de hacer un plan a largo plazo con el nuevo Gerente. - En Avitaré se tiene el Plan de producción a largo plazo y la implementación del sistema Last Planner es exitosa hasta el momento.
Lecciones aprendidas:	<ul style="list-style-type: none"> - Documentación de nuestra implementación desde el día cero. - Formalizar canales de comunicación - Formalizar condiciones de satisfacción de implementación, esto para no detener el proceso de estimación y que no quede subjetiva la implementación.
Fecha de inicio del Proyecto:	Marzo 2022.

Proyecto MELI

Tabla 7
Resumen del proyecto

Cliente	CPA
Proyecto	MELI
Objetivo del cliente:	Operar el centro logístico más grande de México.

Cont... Tabla 7

Objetivo del Proyecto:	Ser partícipes de entregar el paquete con calidad a través de Mercado Libre en tiempo y forma.
Sistema de Producción:	Last Planner System: PPC, RNC, Curva S, Estabilidad, Nivel de Compromiso, PCR.
Resumen del proyecto:	<ul style="list-style-type: none"> - El proyecto cuenta con un desfase del 30% vs el plan original por diferentes causas (secuencia constructiva, mano de obra, maquinaria, diseño, permisos, etcétera). - Actualmente están trabajando en un análisis de tiempo para la entrega de la fase 2, fase 3 y la entrega substancial. - La implementación del sistema de producción con base a la metodología Besser se ha visto limitado por la preferencia de usar metodología <i>Push</i> por parte del cliente. - Esto ha perjudicado la calidad de la planeación semanal y de la visión general del proyecto.
Lecciones aprendidas:	<ul style="list-style-type: none"> - Implementación del sistema de producción de manera más ilustrativa dado que el cliente prefiere asumir tiempos en Project con la metodología <i>push</i>. - Implementación de herramientas de administración de proyectos con el fin de estandarizar el Modelo Besser y la implementación del sistema. - Implementación de canales de comunicación con el cliente
Fecha de inicio del Proyecto:	16 de agosto 2021

Al implementar la metodología lean construction en los siete proyectos, en lo referido a la gestión de las siete etapas de la cadena de suministros y al cumplimiento de métricas, se pudo demostrar el desempeño positivo de ellas, validando así lo establecido en su fundamentación teórica, además de coincidir con los resultados obtenidos por Ibrahim et al. (2025), Ordoñez (2024), Obaldo (2023), Guzmán (2022) y Yépez (2014) en cuanto a los aportes que la metodología lean hace en la dirección de los proyectos de construcción. En cuanto a las métricas, los resultados indican que, en las evidenciadas en el corto plazo, predominan las métricas de Porcentaje de Actividades Completadas (PAC = PPC) y las Razones de No Cumplimiento (RNC), sustentando las conclusiones obtenidas por Ornelas (2024), las cuales están formuladas para la medición de la confianza y compromiso del equipo de trabajo en las obras.

Para el corto y mediano plazo, se tiene la presencia de las métricas de Tareas Anticipadas (TA), que relaciona los compromisos de la junta semanal

con el Make Ready (voy/puedo) y el Task Made Ready (TMR), el cual vincula lo que se hizo con lo que se puede hacer (hice/puedo). De esta manera, se unifican el corto y el mediano plazo del plan del respectivo proyecto.

En el mismo orden de ideas, se integra la métrica del Plan de Cumplimiento de Restricciones (PCR), donde se compara la relación de liberar restricciones con el cumplimiento de hitos a mediano y largo plazo (Flores y Valles, 2020; Rudeli, 2019). En tal caso, si el PCR es alto, existe una mayor probabilidad de terminar el proyecto a tiempo (Alarcón, 2019).

5. Conclusiones

Se analizó la integración de la metodología Lean Construction en los siete proyectos de construcción en México, durante el período del 2016 al 2022, considerando siete etapas de la cadena de suministros, evidenciando con esto que para ese momento representa una innovación significativa en la gestión de obras en dicho país, transformando

los procesos de planificación, diseño y ejecución de los referidos proyectos. De este modo, el soporte en los principios de lean construction contribuye a la maximización del valor entregado al cliente, minimizando desperdicio en las diferentes fases de construcción.

Los resultados muestran que, en efecto, implementar la metodología lean considerando algunas de las etapas de la cadena de suministros en los proyectos de construcción de obras facilita la planeación y estructuración de las actividades con base en el ritmo de trabajo establecido. Permite generar un programa de trabajo confiable, con aportes de los integrantes del equipo, equilibrando los flujos para fases específicas de los proyectos.

Además, los datos obtenidos corroboran la prevalencia de métricas asociadas a la metodología lean para corto, mediano y largo plazo. Lo que facilita la planeación y control de proyectos, mediante una programación con mayor detalle, bajo la premisa de que el primero en planear es el último en ejecutar y el primero en ejecutar será el último planeador. Así entonces, se minimiza la incertidumbre y se reduce la variabilidad de las actividades del proyecto.

Se concluye también que aplicar estas métricas en los proyectos minimiza el flujo de trabajo entre las etapas del corto, mediano y largo plazo; además, facilita el análisis del proyecto para la toma de decisiones.

Los resultados generados en el estudio propician espacios de investigaciones similares a nivel académico, en otras ciudades y países latinoamericanos, contribuyendo de esta forma a incrementar el conocimiento sobre la temática de la implementación e integración de la metodología Lean

Construction en sectores diferentes al de la construcción de obras.

Referencias

- Alzate, I., y Boada, A. (2024). Redes colaborativas horizontales en micro y pequeñas cadenas productivas de mercados emergentes. *Revista Venezolana De Gerencia*, 29(106), 623-642. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.29.106.11>
- Araque, G. A., García A., D. A., & Aguirre, E. D. (2017). La metodología Lean Construction y el análisis de pérdidas en el sector civil colombiano: Un estudio de caso. En E. Serna M. (Ed.), *Desarrollo e Innovación en Ingeniería* (2.ª ed., p. 378).
- Arboleda, S., Valencia, A., Rivera, V., Rico, A. y Bedoya, M. (2022). Evaluación de la gestión de la cadena de abastecimiento en el sector constructivo como herramienta de planificación en proyectos de viviendas en altura. *Project Desing and Management*, 4(2). <https://doi.org/10.35992/pdm.4vi2.1110>
- Arias, F. (2016). *El Proyecto de Investigación*. Venezuela. (7ma. ed). Editorial Episteme.
- Arif, M., Jaapar, A. & Ahmad, N. (2012). Lean Construction: Towards enhancing sustainable construction in Malaysia. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 68, 87-98. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.12.209>
- Badi, S. & Murtagh, N. (2019). Green supply chain management in construction: a systematic literatura review and future research agenda. *Revista de producción más limpia*, 223, 312-322. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.132>
- Ballard, G., & Howell, G. (1994,

- septiembre). *Implementing Lean Construction: Stabilizing Work Flow* [Ponencia]. 2nd Annual Conference on Lean Construction, Santiago, Chile. https://www.researchgate.net/publication/237612849_Implementing_Lean_Construction_Stabilizing_Work_Flow
- Boscán, M., Meleán, R., Chávez, K., y Calanchez, Á. (2023). Emprendimiento peruano en el marco del desarrollo sostenible. *Retos Revista de Ciencias de la Administración y Economía*, 13(26), 223-236. <https://doi.org/10.17163/ret.n26.2023.03>
- Boscán, M., y Sandra, M. (2020). Cambio estructural para una gestión ecoeficiente: Sector de manufacturas plásticas zulianas en Venezuela. *Revista Venezolana De Gerencia*, 25(92), 1617-1636. <https://doi.org/10.37960/rvg.v25i92.34285>
- Botero, L. F., y Álvarez, M. E. (2005). Last planner, un avance en la planificación y control de proyectos de construcción: Estudio del caso de la ciudad de Medellín. *Ingeniería y Desarrollo*, (17), 148-159. https://www.researchgate.net/publication/28200510_Last_planner_un_avance_en_la_planificacion_y_control_de_proyectos_de_Medellin
- Brioso, X., & Calderón-Hernández, C. (2019). Improving the Scoring System with the Choosing by Advantages (CBA) elements to evaluate Construction-Flows using BIM and Lean Construction. *Advances in building education*, 3(2), 9. <https://doi.org/10.20868/abe.2019.2.3987>
- Bustos, A. (2022). *Integración de un modelo de producción rítmico para la gestión de proyectos en la industria construcción*. Tesis para optar al grado de Doctor en Administración y Gestión Empresarial. Universidad del Centro del Bajo. México
- Cano, S., Botero, L., y Rivera, L. (2017). Evaluación del desempeño de lean construction. *Revista Espacios*, 38(39), 30-49. <https://www.revistaespacios.com/a17v38n39/17383930.html>
- Delgado J., Ponz J., y Romero J. (2017). *Aplicación del sistema de toma de decisiones 'Choosing By Advantages' para la selección de un contratista de construcción*. Proc. Lean & Computing in Construction Congress (LC3), Bogotá D.C., Colombia. <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/70f236f8-30ab-4a13-8be0-8ee2c61e30c2/content>
- Flores, J., y Valle, I. (2020). *Plan de gestión de procura en una empresa constructora para reducir los costos de materiales*. [Proyecto de grado. Programa de Ingeniería Civil. Universidad Ricardo Palma. Perú]. <https://hdl.handle.net/20.500.14138/3674>
- Gaete, A. (2017). La rigurosidad científica: validez y confiabilidad en los paradigmas cuantitativo y cualitativo. *Tema de investigación central de la academia*, 113 - 125. <https://publicacionesacague.cl/index.php/tica/article/view/169>
- García, J., Paz, A., y Suarez, H. (2022). Elementos de la Filosofía de Gestión que sustentan la competitividad en empresas del sector construcción. *Revista De Ciencias Sociales*, 28, 184-197. <https://doi.org/10.31876/rcs.v28i.38155>
- García, J., Pizarro, A., y Montero, C. (2021). Caracterización de factores de desempeño vinculados a los equipos de trabajo en empresas constructoras. *Conocimiento Global*, 6(S3), 188-198. <https://doi.org/10.70165/cglobal.v6iS3.279>

- Guzmán, F. (2022). *Propuesta de una metodología ágil para la gestión de proyectos de construcción*. [Proyecto requisito parcial para optar por el título de Maestría en Administración de Proyectos. Universidad para la Cooperación Internacional]. <https://omeka.campusuci2.com/biblioteca/files/original/a06ef0532db84fed7098e-ffa2cd25926.pdf>
- Hoyos, M. F., y Botero, L. F. (2018). Evolución e impacto mundial del Last Planner System: una revisión de la literatura. *Ingeniería y Desarrollo*, 36(1), 187-214. <https://doi.org/10.14482/inde.36.1.10946>
- Ibrahim, A., Zayed, T., & Lafhaj, Z. (2025). Trends and gaps in lean construction practices for construction of megaprojects: A critical review. *Alexandria Engineering Journal*, 118, 174–193. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2025.01.046>
- Koskela, L. (1992). *Application of the new production philosophy to construction*. Stanford University.
- Koskela, L.J. and Howell, G. (2002). *The Underlying Theory of Project Management Is Obsolete*. Proceedings of PMI Research Conference, Seattle, Washington, June 2002, 293-302. http://usir.salford.ac.uk/id/eprint/9400/1/2002_The_underlying_theory_of_project_management_is_obsolete.pdf
- Manrique, M., Teves, J., Taco, A., & Flores, J. (2019). Gestión de cadena de suministro: una mirada desde la perspectiva teórica. *Revista Venezolana De Gerencia*, 24(88), 1136-1146. <https://doi.org/10.37960/revista.v24i88.30168>
- Martínez, P., y Moyano, J. (2011). Lean Production y gestión de la cadena de suministro en la industria aeronáutica. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 17(1), 137-157. <https://www.redalyc.org/pdf/2741/274119499006.pdf>
- Mckinsey Global Insitute (2021, diciembre 6). *Informe global 2021: El estado de la creación de nuevas empresas*. Mckinsey; McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/featured-insights/destacados/informe-global-2021-el-estado-de-la-creacion-de-nuevas-empresas/es>
- Mesa, J., y Carreño, D. (2020). Metodología para aplicar Lean en la gestión de la cadena de suministro. *Revista Espacios*, 41(15), 30-43. <https://www.revistaespacios.com/a20v41n15/a20v41n15p30.pdf>
- Mitropoulos, P. (2005). 'Planned Work Ready': A Proactive Metric for Project Control. En *13th Annual Conference of the International Group for Lean Construction* (pp. 235–242).
- Morales, M. y Castellanos, O. (2007). Estrategias para el fortalecimiento de las Pyme de base tecnológica a partir del enfoque de competitividad sistémica. *Innovar*, 17(29), 115-136. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-50512007000100007&lng=en&lng=es.
- Moreno, B. (2022). Gestión de Adquisiciones de Materiales en el Sector Construcción (el Reto de los Gerentes de Proyectos). *Revista Científica Anfibios*, 5(1), 105-116. <https://doi.org/10.37979/afb.2022v5n1.107>
- Murillo, M., y Llerena, J. (2024). Incorporación del modelo Lean Construction para innovar la gestión del tiempo en proyectos de construcción. *Perfiles De Ingeniería*, 20(21), 38–57. <https://doi.org/10.31381/perfilesingenieria.v20i21.6599>

- Obaldo, J. (2023). *Lean Construction y la gestión de la cadena de suministros en obras civiles en las empresas constructoras de Lima 2023*. [Tesis para obtener el grado de Maestro en Ingeniería Civil con mención en Dirección de Empresas de la Construcción. Universidad Cesar Vallejo. Perú]. <https://core.ac.uk/download/pdf/604293103.pdf>
- Ollivier, J. (2007). El problema del rezago tecnológico de las microempresas industriales y alternativas de solución. *Contaduría y administración*, (221), 137-160. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-10422007000100007&lng=es&tlng=es.
- Ordoñez, R. (2024). *Propuesta de implementación de la filosofía de gestión Lean Construction en PYMES; caso Querétaro*. [Tesis de Maestría en Administración. Universidad de Querétaro]. <https://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/11458>
- Ornelas, A. (2024). *Evaluación de la efectividad de la herramienta Last Planner System en proyectos de construcción a gran escala*. [Trabajo de Máster Universitari en Gestió de L'edificació. Universitat Politècnica de Catalunya]. <http://hdl.handle.net/2117/408782>
- Paz, A., García, J., Suarez, H., y Pinto, X (2020). Toma de decisiones gerenciales en Pymes de construcción del distrito especial turístico y cultural de Riohacha. *Espacios*, 41(21), 25-43. <https://www.revistaespacios.com/a20v41n21/a20v41n21p25.pdf>
- Paz, U., Paz, A., Estaba, R., y Burgos, M. (2022). *Reflexiones sobre el proceso de investigación científica*. Editorial Pragmatika
- Pelekais, C., Finol, M., Neuman, N., Carrasquero, E., García, J. y Leal, M. (2012). *El ABC de la investigación: un encuentro con la ciencia*. Astro Data
- Porras-Díaz, H., Sánchez-Rivera, O. G., Galvis-Guerra, J. A., Jaimez-Plata, N. A., y Castañeda-Parra, K. M. (2015). Tecnologías "Building Information Modeling" en la elaboración de presupuestos de construcción de estructuras en concreto reforzado. *Entramado*, 11(1), 230-249. <https://doi.org/10.18041/entramado.2015v11n1.21116>
- Rodríguez, E., García, D., y Pineda, D. (2024). Prácticas de gestión sostenible en las cadenas de suministro. *Desarrollo Gerencial*, 16(1), 1-35. <https://doi.org/10.17081/dege.16.1.6788>
- Rodriguez, L., & Yagüe, M. (2024, enero 31). Lean Logistics: qué es, cómo aplicarlo a tu supply chain y ejemplos reales. *Slimstock*. <https://www.slimstock.com/es/blog/lean-logistics/>
- Rudeli, N. (2019). *Proyectos de construcción: determinación de causas principales de retraso y desarrollo de modelos estadísticos para la mejora*. [Tesis para optar al Grado de Doctor por la Universidad de Navarra. Universidad de Navarra Escuela Superior de Ingenieros Industriales]. <https://core.ac.uk/reader/280358220>
- Salama, P. (2020). ¿Por qué los países latinoamericanos sufren un estancamiento económico de largo plazo? Un estudio a partir de los casos de Argentina, Brasil y México. *El trimestre económico*, 87(348), 1083-1132. <https://doi.org/10.20430/ete.v87i348.1167>
- Yépez, S. (2014). *Modelo basado en lean construction institute (Ici) para el control de plazo en la fase de construcción de proyectos civiles: caso construcción de molinenda*

y despacho de un sistema de producción de cemento en Arequipa. [Tesis para optar al título de Ingeniera Industrial. Universidad Católica de Santa María. Perú]. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/2181>

Ynzunza, C. B., Izar, J. M., Bocarando, J. G., Aguilar, F., y Larios, M. (2017). El Entorno de la Industria 4.0: Implicaciones y Perspectivas Futuras. *Conciencia Tecnológica*, (54). <https://www.redalyc.org/journal/944/94454631006/html/>