

METODOLOGÍA LEAN CONSTRUCTION: HACIA UNA EDIFICACIÓN EFICIENTE

Juan Carlos Ordoñez Núñez*

RESUMEN	ABSTRACT	RESUMO
Al igual que en la producción de una fábrica, la construcción se puede ver como un sistema de producción por proyecto: con un comienzo y un final su producto (obra final terminada) valorado por el cliente, y la reducción de las mermas o pérdidas durante su edificación en beneficio de la organización encargada de ejecutar la obra.	As in the production of a factory, the construction can be seen as a system of production by project: with a beginning and an end its product (finished finished work) valued by the customer, and the reduction of the losses or losses during its construction is a benefit for the organization in charge of executing the work.	Como na produção de um edifício da fábrica pode ser visto como um projeto de sistema de produção: com um começo e um fim seu produto (trabalho final concluído) valorizado pelo cliente, e redução de perdas ou prejuízos sua construção é um benefício para a organização responsável pela execução do trabalho.
El artículo trata sobre la metodología Lean Construction LC que fue desarrollada a partir del Sistema de Producción Toyota, mostrando sus orígenes, sus elementos primordiales y la búsqueda de generación de valor para el cliente mediante la reducción de pérdidas en todas las actividades del proyecto, desde la planificación hasta la entrega de la obra final desde una perspectiva integral.	The article deals with the Lean Construction LC methodology that was developed from the Toyota Production System, showing its origins, its main elements and the search for generating value for the customer by reducing losses in all project activities, from The planning until the delivery of the final work from an integral perspective.	O artigo discute a metodologia de Lean LC construção que foi desenvolvido a partir do Sistema de Produção Toyota, mostrando suas origens, seus principais elementos e pesquisa para a geração de valor para o cliente, reduzindo as perdas em todas as atividades do projeto, a partir de planejamento até a entrega do trabalho final a partir de uma perspectiva holística.
Adoptando un sistema de jalar o Pull, el LC , puede reducir los inventarios de una obra, con un enfoque analítico, además de aplicar herramientas que forman una visión sistémica.	By adopting a Pull system, the LC can reduce inventories of a work, with an analytical vision, in addition to using and tools that form a systemic view.	A adoção de um sistema de puxar ou Pull, LC, pode reduzir o inventário de um trabalho com uma vista analítico, além de utilizar ferramentas e formando um sistémica.
PALABRAS CLAVE: Lean; pérdidas, gestión, planificación, sistema, Construction, obras civiles, inventario.	KEYWORDS: Lean; losses, management, planning, system, Construction, civil works, inventory.	PALAVRAS-CHAVE: Lean; perda, gestão, planejamento, sistemas, construção civil, obras, inventário.
History of the Article: Received 16/06/2017. Style review 19/06/2017. Accepted 02/07/2017		

INTRODUCCIÓN

El desafío de la metodología Lean ("ajustado" por su traducción del inglés) en la construcción, se refiere a que las empresas de este rubro alcancen mejores niveles de eficiencia y competitividad reflejados en acciones que buscan reducir las pérdidas, evaluar el desempeño del trabajo y mejorar los sistemas de planificación.

DESARROLLO

El presente artículo busca trabajar en el desarrollo y explicación de la metodología Lean y su aplicación al sector de la construcción. El término clave en el desarrollo de este artículo sería **construcción sin pérdidas** que es el objetivo que deberían buscar las empresas que deseen emprender esta metodología.

Lean Manufacturing, la base del Lean Construction LC

Según (González, 2007)¹ [1] el LC surge como una aplicación del sistema de producción Toyota. Lean es un conjunto de herramientas que ayudan a la identificación y eliminación o combinación de **desperdicios** (muda), a la mejora en la calidad y a la reducción del tiempo y del costo de producción. Dentro este sistema se identifica siete tipos de desperdicios:

- 1) **Sobreproducción:** Hacer más de lo que el cliente ha solicitado.
- 2) **Inventario:** Más producto a mano de lo que el cliente necesita.

- 3) **Transportación:** Mover el producto más de lo que es necesario.
- 4) **Espera:** Cualquier momento en el que el valor no puede ser agregado por causa del retraso
- 5) **Movimiento:** Cualquier movimiento extra del operador cuando él o ella esta realizando una secuencia de trabajo.
- 6) **Sobre procesamiento:** Hacer mas cosas al producto de las que el cliente pidió.
- 7) **Corrección:** Cualquier cosa no "hecha bien a la primera" que requiera retrabajo o inspección. Incluye scrap y asuntos de apariencia. (González, 2007) [1]

Lean Construction LC

Laura Koskela² en 1992 propuso que la producción en la construcción se conceptualice como un proceso de transformación de flujo y generador de valor (Díaz, 2014) [2]. Siendo su objetivo el fortalecimiento de los sistemas de producción (en la construcción) que posibiliten minimizar, reducir o eliminar las pérdidas para así, mejorar los tiempos de entrega de las obras.

El principio del LC, es la generación de valor en todas las actividades del proyecto, eliminando todo lo que produce pérdidas a nivel de ejecución de las obras.

No busca cambiar radicalmente los procesos de planificación y ejecución de las obras de construcción tal y como son llevados en la actualidad, tampoco busca ser una fórmula para crear empresas de construcción eficientes y eficaces de un momento a otro.

¹ Acota, que algunas de estas herramientas son la mejora continua (Kaizen), métodos de solución de problemas como 5 porqués y sus sistemas a prueba de errores (poka yokes). En un segundo enfoque, se considera el "flujo de Producción" (mura) a través del sistema y no hacia la reducción de desperdicios y que algunas técnicas para mejorar el flujo son la producción nivelada (reducción de muri), kanban o la tabla de heijunka.

² Basándose en el modelo empleado por la industria automovilística de los años 80, Koskela promotor del método Lean Construction en 1992 presentó su trabajo "Aplicación de la nueva filosofía de producción a la construcción" al Grupo de investigación CIFE de la Universidad de Stanford – USA.

El investigador Glen Ballard junto a Greg Howell creó en 1997 el Lean Construction Institute, cuya finalidad sería difundir y desarrollar nuevos conocimientos en la gestión de proyectos entendiendo que en la industria de la construcción los atrasos en la finalización de los procesos de construcción ocasionan clientes insatisfechos por estas demoras generadas. Resumiendo, se podría decir que Lean Construction es una filosofía que se orienta hacia la **administración de la producción en construcción** y su objetivo principal es reducir o eliminar las actividades que no agregan valor al proyecto y optimizar las actividades que sí lo hacen, enfocándose a proveer herramientas específicas aplicadas al proceso de ejecución del proyecto y un buen sistema de producción que minimice los residuos. (Lean Construction Institute ILC, 1997) [3]

Generación de valor y desperdicios

Como se mencionó en el párrafo anterior, la generación de valor en la construcción viene por el lado de conseguir: Reducción de los tiempos de ejecución en las actividades de la obra. Control del desperdicio de los materiales. Prevención de accidentes laborales (Díaz, 2014) [2]. Por otra parte, (Díaz, 2014) [2] presenta una estimación de desperdicios en obras de edificación, como porcentaje del costo total de la obra (tabla 1):

Tabla 1
Estimación de desperdicios en obras de edificación

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	(%)
Restos de material	Restos de mortero. Restos de ladrillo, Restos de madera. Limpieza. Retirada de material.	5
Espesores adicionales de mortero	Tarrajeo de techos. Tarrajeo de paredes internas. Tarrajeo de paredes externas. Contrapisos.	5
Dosificaciones no optimizadas	Concreto. Mortero de tarreo de techos. Mortero de tarreo de paredes. Mortero de contrapisos. Mortero de revestimientos.	2
Reparaciones y retrabajos no computados en el resto de materiales	Repintado. Retoques. Corrección de otros servicios.	2
Proyectos no optimizados	Arquitectura. Estructuras. Instalaciones sanitarias. Instalaciones eléctricas.	6
Pérdidas de productividad debidas a problemas de calidad	Parada y operaciones adicionales por falta de calidad de los materiales y servicios anteriores.	3,5
Costos debidos a atrasos	Pérdidas financieras por atrasos de las obras y costos adicionales de administración, equipos y multas.	1,5
Costos en obras entregadas	Reparo de patologías ocurridas después de la entrega de obra.	5
TOTAL		30

Fuente: Extractado de [2]

El enfoque hacia la eliminación de las pérdidas es muy importante, porque los niveles de desperdicio en la construcción, en todo el mundo, son muy altos.

Diversos muestreos de los tipos de trabajo en la construcción, los cuales pueden ser Productivo (TP), Contributorio (TC) y No Contributorio (TNC), nos dicen que alrededor de una tercera parte de la producción en la obras de construcción está compuesta por desperdicios, (Orihuela, 2011) [4], ver tabla 2.

Tabla 2
Niveles de desperdicio en la construcción
TP tiempo productivo, TC tiempo contributorio,
TNC tiempo no contributorio

País, Empresa, año	TP (%)	TC (%)	TNC (%)
Chile. Serpell, 2002	38	36	26
Chile. Serpell et al, 1995	47	28	25
Colombia, Botero, 2002	49	28	23
Perú, Ghio et al, 2000	28	36	36
Perú, Morales y Galeas, 2005	20	44	25

Fuente: Extractado de [4]

Metodología Lean Construction LC

Más allá de ser una simple propuesta, la metodología LC³ planteada como filosofía, involucra el accionar de todo el equipo de construcción y un procedimiento sistemático que permita identificar las actividades que agregan y las que no agregan valor. Su aplicación debe pasar por las siguientes etapas:

- Valoración de la situación actual
- Compromiso de la alta gerencia
- Intervención con la metodología Lean Construction (LC)

La valoración actual busca identificar necesidades de la empresa constructora, escogiendo un área de trabajo para la intervención del LC. Pudiendo utilizar el análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) que permitirá elegir el área de trabajo donde implementar la metodología LC. De esta manera elegida el área de trabajo, los resultados obtenidos pueden ser comunicados a toda la empresa y servir de motivación en el camino de los cambios y las mejoras exitosas.

Un estudio realizado a nivel de diagnóstico [9], estableció por ejemplo que en una empresa constructora las principales causas de los problemas en el área de proyectos estaban en:

- La inexistencia de un sistema de indicadores de gestión.
- La falta de planificación de los proyectos.
- Los procesos y funciones no documentadas.
- Fallas en la estandarización de tareas y ausencia de un marco institucional formal.

Aplicando la metodología LC, los resultados se estimaron en un ahorro bruto del 7,06% sobre el monto total del contrato.

Por otra parte (Pons, 2014) [5] en correspondencia con la metodología Lean Construction LC, indica que no existe

³ Se recomienda que al igual que se encara un proyecto de implementación de la norma ISO 9000, se desarrolle un proyecto piloto inicial.

un orden o un conjunto de reglas fijas para implementar el LC, y su aplicación puede adaptarse según los objetivos y necesidades de cada empresa y cada proyecto.

Herramientas del Lean Construction LC

Lean Project Delivery System LPDS

La implementación de Lean Construction se enfoca mediante la herramienta (LPDS) Lean Project Delivery System, desarrollada por Glenn Ballard

Para (Pons, 2014) [5] LPDS se define como un proceso colaborativo para la gestión integral del proyecto, a lo largo de todo el ciclo de vida de este. Se emplea un equipo en todo el proceso para alinear fines, recursos y restricciones. Se trata de un enfoque por etapas que comprende la definición del proyecto, el diseño, el suministro, el montaje o ejecución, el uso y posterior mantenimiento del edificio, instalaciones o infraestructura.

Las características fundamentales del LPDS expuestas por (Alarcón, 2009) [6] son:

- El proyecto se organiza y gestiona a modo de un proceso generador de valor.
- Los agentes que actúan a posteriori se involucran también en la planificación inicial y en el diseño a través de equipos multifuncionales.
- El control de proyecto tiene una función ejecutiva, diferente a la clásica detección a posteriori.
- La optimización de esfuerzos se centran en conseguir un flujo de trabajo fiable, en contraste con el incremento de la productividad.
- Las técnicas pull (de empuje) se utilizan para manejar el flujo de información y materiales por medio de redes de especialistas.
- Los resguardos de capacidad y de almacén se utilizan para absorber variaciones.
- Los ciclos de retroalimentación se incorporan en cada nivel, de modo que se puedan realizar ajustes rápidos.

El control de la producción, la estructuración del trabajo y el aprendizaje es algo que ocurre continuamente a lo largo de todo proyecto y cada fase contiene actividades e hitos que deben cumplirse a medida que este avanza. El propietario o cliente determina el coste permitido del proyecto, que es la cantidad máxima que el modelo de negocio puede soportar. La misión del equipo es entender y ofrecer el mejor valor para el cliente y eliminar todas las actividades que no añaden valor. [7]

Las fases de un proyecto según LPDS [7], se definirían de la siguiente manera:

- **Fase de definición del proyecto:** Trabajo en equipo entre los arquitectos, ingenieros, constructores en conjunto con los propietarios o promotores, estableciendo el coste permitido para el proyecto. De este coste de referencia el equipo de trabajo se plantea el diseño a costes menores como parámetros de referencia. Luego se plantean costes objetivos que son menores a los costes esperados definidos en cada hito del proyecto de construcción. La lógica marca que Coste permitido > Coste esperado > Coste objetivo. Hay que alinear valores, conceptos y criterios para llegar a este fin.
- **Fase de diseño LEAN:** Se crean múltiples alternativas que responden a requisitos de diseño, limitaciones del proyecto y los costes objetivos definidos en la anterior fase. Se busca encontrar la mejor alternativa de diseño que entregue el máximo valor al cliente. Las reuniones en esta fase son importantes porque buscarán alinear las visiones de todos los actores.

- **Fase de suministro Lean:** Compuesto por ingeniería de detalle, fabricación y entrega, en este punto el diseño del producto así como del proceso ya deben estar terminados para poder responder las siguientes preguntas ¿qué se debe construir? ¿cuando se deben realizar las entregas de material, obra gruesa, fina, producto terminado, etc.? El trabajo con los proveedores en este punto es vital, se deben llegar a acuerdos para la entrega de los materiales en cantidad y fechas justo a tiempo (en el tiempo requerido, en la cantidad necesaria). Los flujos de trabajo estables creados bajo este sistema permitirán eliminar muchos tipos de desperdicio como el exceso de inventario de materiales.

- **Fase de montaje o ejecución:** Esta fase comienza con la entrega de información, materiales, mano de obra, herramientas y otros componentes necesarios para construir y finaliza una vez que la obra ha sido entregada. En esta etapa el sistema del último planificador se utiliza para controlar el avance de la construcción y el flujo de materiales e información siempre bajo en sistema Lean que no trabaja con acumulación de inventarios y hace un exhaustivo control de calidad en las etapas de construcción. En este punto el trabajo con los supervisores de línea (jefes de obra, encargados, capataces, entre otros) deben ser capacitados bajo la filosofía Lean y sus principios promoviendo el trabajo en equipo y la estandarización de actividades.

- **Fase de uso y mantenimiento:** Esta fase contempla la entrega de la obra y su puesta en marcha. También incluye actividades posteriores como el mantenimiento de las instalaciones.

Target Costing TC

(Pons, 2014) [5] define el Target Costing como una herramienta que permite orientar el proyecto de la construcción de una empresa desde el valor del cliente, tratando de comprender sus necesidades y del cómo se puede crear mayor valor para el cliente. La figura 1 muestra la forma de trabajar con esta herramienta:

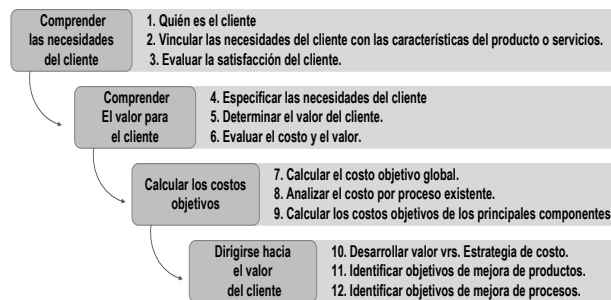


Figura 1: Como trabajar con Target Costing, Sugerencia de Pons, 2014 [5]

Integrated Project Delivery (IPD)

En un proyecto integrado el flujo desde la conceptualización hasta su ejecución y cierre difiere significativamente de un proyecto tradicional. En este punto interesa más el momento de la toma de decisiones y el rol que adoptan los principales agentes que intervienen en el proyecto. (Pons, 2014) [5]

En un proyecto integrado IPD, las decisiones de diseño siguen la curva de MacLeamy tanto como sea posible y donde éstas son más efectivas y menos costosas, lo que supone replantear las fases típicas de un proyecto tradicional.

La figura 2, ilustra el concepto de toma de decisiones sobre el diseño en una fase temprana del proyecto, cuando la oportunidad de influir positivamente en los resultados se maximiza y los costes de los cambios se minimizan. (Pons, 2014) [5]

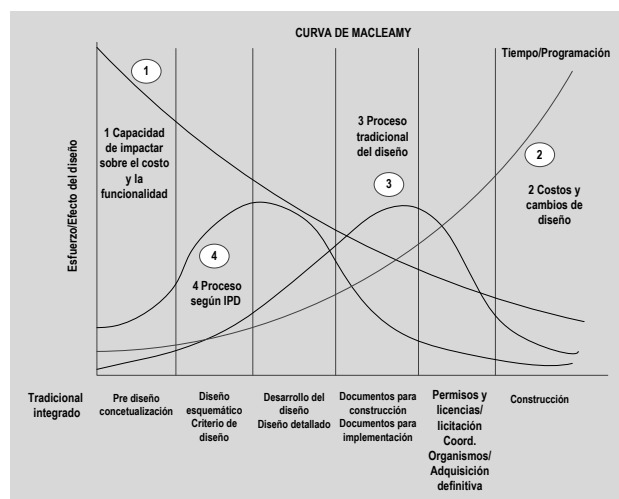


Figura 2: Proyecto integrado IPD, las decisiones de diseño siguen la curva de MacLeamy. Extractado de [5]

Sistema del Último Planificador SUP

El Sistema del Último Planificador SUP (Last Planner System LPS), faculta al último planificador – la persona que asigna las tareas de trabajo directamente a los trabajadores – para conseguir compromisos de entrega en base a la situación real de un puesto de trabajo, en lugar de hacerlo en base a los planes teóricos. Se trata de un sistema Pull en lugar de un sistema Push porque es la actividad aguas abajo en la cadena o flujo de valor la que marca el ritmo y tira de la demanda y no a la inversa como ocurre en el sistema tradicional, en el que las actividades aguas arriba empujan la producción hacia las actividades aguas abajo, generando cuellos de botella, exceso de inventario y esperas, entre otros desperdicios (Pons, 2014) [5].

El modelo se resume en la figura 3, y muestra las etapas de avance desde el Plan Maestro, la Planificación Intermedia y el Plan de trabajo Semanal con su sistema de retroalimentación y las acciones necesarias para corregir los errores repetitivos.

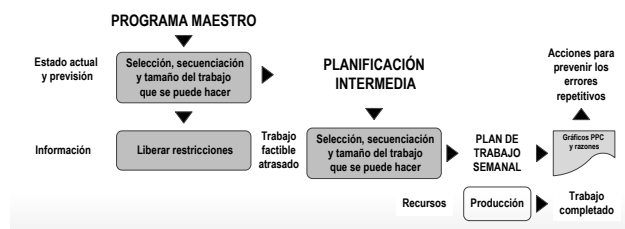


Figura 3: modelo LPS. Sugerido por Pons, 2014 [5]

Este nuevo sistema de planificación presenta, además, un nuevo concepto sobre lo que realmente es planificar. Para el LPS planificar es determinar lo que debería hacerse para completar un proyecto y decidir lo que se hará teniendo en cuenta que debido a ciertas limitaciones no todo puede hacerse (Díaz, 2014) [2].

Barreras y factores de éxito

(Cano, 2015) [8] en su estudio presenta las barreras y factores de éxito a momento de implementar la filosofía Lean Construction:

Barreras: I. Dificultad en disponer de personas con conocimientos y experiencia en LC, II. Falta de identificación y control de desperdicios, III. Los resultados no se ven rápido, y muchas veces solo se ven parcialmente, IV. La pobreza y problemas sociales, V. La informalidad propia de la industria local, VI. La falta de autoestima e iniciativa por parte de las personas de las operaciones.

Factores de éxito: I. Tomar decisiones en equipo, II. Disponer de contratistas competentes y capacitados LC según su campo de

trabajo, III. Reducir la rotación de mano de obra en todos los niveles jerárquicos y continuidad de la mano de obra en los proyectos, IV. Mejorar la calidad de vida de los trabajadores, V. Establecer un proceso continuo de medición de pérdidas, VI. Socializar, para empresas del sector, los resultados particulares de la aplicación de LC, VII. Destinar tiempo para pensar y planear, VIII. Generar confianza en la filosofía y sus principios, IX. Persistir en la limpieza y el orden, X. Propiciar la formalidad del gremio.

CONCLUSIONES

- La industria de la construcción tendrá siempre un mercado activo en cualquier parte del mundo, ya sea se encuentre en un periodo económico en recesión o en auge esta industria siempre estará activa.
- Lean Construction LC, es una metodología orientada a **eliminar los desperdicios** en la industria de la construcción, que abarca desde la etapa de planificación hasta la ejecución en si misma y cuenta con múltiples herramientas para tal efecto.
- La implicación de todas las partes en acción (proveedores, contratistas, gerencia, trabajadores, supervisores) es importante para generar sinergia.
- La visión que adopta LC es sistémica, busca alinear el trabajo de todas las partes y procesos involucrados en un proyecto de construcción hacia un objetivo común, que el mismo termine con la menor cantidad de pérdidas posibles y con una alta generación de valor hacia el cliente.

Referencias bibliográficas:

- Gonzales, F., 2007, Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing), Principales herramientas) Revista Panorama Administrativo Año1 Nº 2, enero-junio,
- Díaz, P.H., et. al., 2014, Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual, Avances de Investigación en Ingeniería, Vol. 11, Nº 1 2014, ISSN:1794 - 4953,
- Buleje, K.E, 2012, Productividad en la construcción de un condominio aplicando conceptos de la filosofía Lean Construction. Pontificia Universidad Católica del Perú – Lima,
- Orihuela, P., 2011, Lean Construction en el Perú, Corporación Aceros Arequipa, Construcción Integral, Boletín Nº 12. Abril, Perú,
- Pons, A. J.F., 2014, Introducción al Lean Construction, Fundación Laboral de la Construcción, Madrid – España,
- Alarcón, L F. Sven, D., Organizándose para implementar prácticas Lean en empresas constructoras, Revista Ingeniería de la Construcción, Vol. 17 Nº 1, pp: 54-59,
- Alarcón, L F, et. al., 2009, Un nuevo enfoque en la gestión: la construcción sin pérdidas, Revista de Obras Públicas, Nº 3, España,
- Cano, S., et.al., 2015, Barreras y factores de éxito que impactan la implementación de Lean Construction, Sibragec Elagec 2015, Sao Carlos – Brasil,
- Ramos, A. P., et. Al., Diseño de un Sistema de control de gestión aplicando reingeniería de procesos y Lean Construction al área de proyectos en una empresa que se dedica a la construcción de obras civiles, Repositorio de la Escuela Superior Politécnica Litoral, Instituto de Ciencias Matemáticas, Guayaquil – Ecuador.

(*), Ingeniero Industrial, Máster en Administración de Empresas, Esp. en Gestión de la Calidad, Docente Carrera Construcciones Civiles. Facultad de Tecnología – UMSA.