

Análisis para la implementación del modelo *Lean* en el sector de la construcción

J. A. Ramos¹, Dr. César Dávalos², Dr. Abraham López², Mtro. Alberto Rodríguez²

¹Estudiante del programa de Ingeniería Civil, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

²Docente del programa de Ingeniería Civil, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Resumen

La industria de la construcción representa una de las mayores actividades económicas del mundo, y en México no es la excepción, dejando una derrama económica significativa en el producto interno bruto del país. Sin embargo, el sistema de producción empleado durante años se hace cada vez más deficiente, reduciéndose su índice de productividad, mientras que en la de manufactura éste se ha incrementado. En el presente artículo se analizan algunos casos de estudios del Sistema *Lean Construction*, basado en el sistema de producción Toyota para la manufactura de carros.

Palabras clave: Construcción, Lean Construction, Administración

Introducción

En los últimos años el mundo ha experimentado cambios tecnológicos, ambientales, sociales, entre otros, que obligan a las industrias a replantearse el modo en que desarrollan sus productos. La industria de la construcción, en particular, presenta un rezago en sus métodos constructivos, implementando muy pocos cambios al sistema tradicional. Esto no ha funcionado, exhibiendo muchas fallas, entre las cuales están: la falta de calidad, falta de coordinación, fallas de seguridad, incumplimiento del plazo de entrega, por mencionar algunas.

La industria manufacturera ha sabido adaptarse a estos cambios mediante diversas técnicas para aumentar su

productividad, creando distintos métodos que se basan en varias herramientas que ayudan a realizar el trabajo en un menor tiempo, un menor costo y bajo un ambiente de seguridad. En este artículo se discutirá sobre el modelo *Lean*, un modelo desarrollado originalmente para la producción de automóviles (Krafcik, J., 1988), y que más tarde se adecuó a la industria de la construcción (Koskela, L., 1992, Biton, N. & Howell, G., 2013).

El modelo *Lean* tiene sus orígenes después de la segunda guerra mundial, cuando Japón estaba en un periodo de crisis social y una recesión económica muy severa. Sus industrias debían reinventarse para lograr una mayor productividad.

Toyota Motor Company, una compañía que producía 1000 coches al mes (Womack, J., 1992), era pequeña en comparación con las grandes empresas manufactureras de automóviles –como Ford, General Motors y Chrysler– por lo que el modelo de producción en masa que se usaba en estas fábricas no era el más adecuado para la compañía. Toyota necesitaba diseñar un modelo que permitiera reducir el espacio de su manufactura, la mano de obra, la inversión en herramientas de producción y el tiempo para terminar el producto (Ibarra, L., 2011). Con estos antecedentes, el ingeniero Taiichi Ohno visitó durante tres meses la fábrica de Ford, identificando que el sistema de producción en masa no se podía ajustar a las necesidades japonesas. Así, puso en marcha nuevas ideas para obtener una mayor eficiencia sin hacer crecer el volumen, ya que no podían venderlo, teniendo como resultado el

Sistema de Producción Toyota, que se puso en marcha en 1962.

Este sistema no tuvo mucha popularidad, sino hasta la década de 1970, cuando comenzó la crisis del petróleo. Las empresas no tenían como solventar las grandes cantidades de productos que requerían para una producción en masa, por lo que empezaron a decaer; sin embargo, Toyota crecía a un ritmo estable. Esta condición hizo que la industria manufacturera revisara el sistema de producción Toyota.

En cuanto a la construcción, los principios de *Lean* se remontan a principios de la década de 1990, presentada por Lauri Koskela en su documento “*Application of the new production philosophy to construction*” (Koskela, L. 1992). En éste se habla de cómo los principios del modelo *Lean*, aplicado principalmente en el sector automovilístico y de manufactura.

Situación actual

En México actualmente la industria de la construcción genera 5.6 millones de puestos de trabajo directo y 2.8 millones indirectos (CMIC, 2013). En 2012 fue la tercera actividad económica con mayor capacidad de generación de empleo y aportó el 6.3 % al PIB total de la economía nacional. En 2014 se generaron 436,519, 453 millones de pesos en obra en todo el país, de los cuales 191,582, 373 pertenecen a obra de tipo Edificación – cerca del 45% (CMIC, 2014).

Con estos datos se puede percibir la importancia de la industria de la

construcción en México, dejando una derrama económica importante y generando millones de empleos directos e indirectos. Por otro lado, se observa que esta industria presenta un carácter tradicionalista con gran dificultad para incorporar cambios en sus procedimientos. Esto debido a la costumbre a trabajar de la misma manera durante años, contemplando su metodología como el único camino viable para terminar su producto.

El modelo *Lean Construction (LC)* contiene herramientas que generan

beneficios importantes en el ámbito económico, social y ambiental; prueba de esto es la implementación en diversos países como Estados Unidos, Brasil, Chile, Inglaterra (Pons, J. 2014).

En Brasil se efectuó un caso estudio a tres de las principales compañías en el estado de Goiás (do Amaral, *et al.*, 2012), con el fin de determinar si alguna de éstas presentaba en su producción principios del *LC*. Estos principios, establecidos por Koskela, son los siguientes:

1. Reducir la proporción de las actividades que no aportan valor añadido.
2. Incrementar el valor del producto/servicio a través de la consideración sistemática de requisitos del cliente.
3. Reducir la variabilidad.
4. Reducir el tiempo o ciclo de producción.
5. Simplificar las cosas a través de la reducción de etapas, pasos y partes.
6. Aumentar la flexibilidad de salida.
7. Aumentar la transparencia del proceso.
8. Control del enfoque en el proceso global.
9. Introducir mejora continua del proceso.
10. Balance en las mejoras del flujo de producción y sus cambios.
11. Realizar Benchmarking.

En particular, do Amaral, *et al.*, identificaron que en las primeras dos compañías, los principios menos utilizados fueron del 5-7. Observaron que hay escases de planeación para evitar un choque entre los equipos de trabajo, falta de elementos prefabricados, de maquinaria y de materiales para terminar la obra a tiempo, carencia de alternativas a ofrecer al cliente. Así mismo, se carecía en la obra información acerca de instrucciones para ejecutar el trabajo.

El principio 3, según do Amaral, *et al.*, es aquél que más se aplicaba en las

primeras dos compañías. Esto debido a certificaciones externas que los obligan a mantener una buena organización en el sitio de trabajo, como lo es la identificación correcta de los materiales

En la tercera compañía, no se presentó ningún principio muy bajo, siendo la aplicación de éstos entre intermedia y alta. Esta compañía mostró un plan en donde la distribución del material estaba preferentemente cerca del sitio de construcción, y sus rutas de distribución definidas con antelación (do Amaral, *et al.*, 2012). Para atender los requisitos del cliente generaron estudios de mercado identificando que tipo de proyecto se implementaría.

Como conclusiones, do Amaral, *et al.*, indican que si bien en las dos primeras compañías no se había establecido el método *LC*, de manera explícita, se habían implementado sus principios por necesidades presentes en sus procesos. Por otro lado, la tercera compañía, tenía conocimiento sobre los principios de *LC*, demostrando que sabiendo aplicar esta metodología se pueden minimizar muchos problemas presentes en la obra de construcción. Otro caso de estudio se presenta en “*Enhancing Australian housing affordability: off-site manufacturing supply chain strategies*” (Mostafa, *et al.*, 2014). En éste se destaca sobre los costos elevados que se tienen al construir una casa, problemática que se tiene en la mayoría de los países, generando una dificultad sobre todo en los jóvenes para adquirir su propio hogar.

Mostafa, *et al.*, proponen la construcción de casas prefabricadas, ensambladas fuera de la obra, como solución a este problema. Los beneficios de usar casas de este tipo son varios, principalmente la reducción de costos y de bajo impacto ambiental. Para lograr esto, los autores en la Ref. (Mostafa, *et al.*, 2014), centran su producción en un modelo de *LC*.

En la construcción de las casas prefabricadas, se pueden usar todas sus herramientas, quitando actividades que no generan valor adicional, además de beneficiar al medio ambiente.

La manufacturación de casas prefabricadas es una propuesta para solucionar la problemática de la demanda de casas presente en muchas regiones del mundo, incluyendo a México, donde la población ha aumentado a tal grado que la renta de casas es muy costosa (debido a la demanda) siendo casi imposible adquirir una vivienda. Por esta razón, las herramientas y principios que maneja el sistema *Lean*, indican que son adecuadas para la industria de la construcción, no sólo para elementos prefabricados, sino para cualquier rama de ésta.

Sustentabilidad

Otro de los compromisos del sistema *LC* es la sustentabilidad; la industria de la construcción deja muchos desperdicios y por lo tanto tiene un gran número de contaminantes. Se ha identificado que la industria de la construcción es una de las que más contribuyen en cuestión de desperdicios, ejemplo es la de E.E.U.U., donde este sector acapara el 39% del total de energía producida, el 12% del consumo de agua y 68% de electricidad y es el causante del 38% de las emisiones de dióxido de carbono (Nahmens I., *et al.*, 2012).

Nahmens, *et al.*, describen los tres diferentes conceptos que forman la sustentabilidad en la metodología *Lean* aplicada a la construcción, dividiéndola en un aspecto social, ambiental y económico. La herramienta de la que se basa la sustentabilidad en *LC*, es llamada *kaizen*, que busca minimizar los desperdicios; y a

su vez, la reducción de desperdicios trae como consecuencia la sustentabilidad.

En el aspecto social de *LC* se incluye el cambio climático, la salud humana, los cambios en los ecosistemas, la deterioración de la infraestructura, entre otras. Las vidas humanas son consideradas las más importantes dentro de este aspecto; se ha comprobado que en aquellas compañías donde se han aplicado estas técnicas se han reducido los accidentes laborales considerablemente (Nahmens, I., *et al.*, 2012).

Respecto al aspecto ambiental, la industria de la construcción es de las principales contaminadoras debido al alto consumo de energía y al volumen de sus desperdicios. Entre estos, se encuentran los desperdicios de energía, de agua, de materiales, de transporte, así como la

generación de emisiones y contaminantes, o la destrucción de la biodiversidad.

Económicamente, hacer los cambios pertinentes y minimizar el control de

desperdicios impacta directamente en el presupuesto inicial.

Liderazgo

Todas las aplicaciones de *LC* pueden llevarse a cabo, pero el mayor problema en su implementación recae en la falta de un liderazgo adecuado. Gao Shang, (Chang, G., 2014), presenta un análisis del liderazgo aplicado en Toyota, empresa donde empezó el sistema Lean.

En esta empresa se contempla que los líderes de equipo no sólo arreglen los problemas presentados, sino que sean instructores. De esta forma, Toyota logra que todos los trabajadores conozcan las herramientas de operación, interiorizando que los problemas provienen, en lo general, desde la producción.

Una diferencia que se destaca entre los líderes que llevan o no esta filosofía, (Shang, G., 2014), es que el primero no busca resultados rápidos, sabedor de que el proceso adecuado traerá los resultados deseados, mientras que el segundo contempla obtener resultados a cualquier costo.

En un sistema *Lean*, se debe generar una visión cuyo propósito se base en contribuir a la sociedad. Para lograrlo, es necesario que todos los empleados sepan el camino que quiere seguir la empresa y las herramientas que utilizará para lograrlo.

Implementación

En su implementación, los desafíos y barreras que se pueden presentar son: falta de conocimiento de sus beneficios y su significado; falta de información; creencia de la necesidad de una gran inversión de tiempo; una escasa o pobre comunicación; falta de colaboración entre promotores, constructores, clientes y consultores externos; dificultad para hacer coincidir intereses de las diferentes partes; falta de normas o estándares; y un cambio de

pensamiento y comportamiento que no todos aceptan (Pons J., 2014).

El reto para implementar la metodología *LC* está en quitar todas estas barreras y encontrar la manera en que se pueda adaptar un modelo que originalmente fue planteado para la industria manufacturera. En el artículo "*Lean Construction: where are we and how to proceed?*", (Bertelsen, B., 2004), se presentan dos estrategias para su implementación. La primera es definir el

sector de la construcción como una de manufactura; concientizando de la concatenación de todos los procesos constructivos, consiguiendo controlar de mejor manera la calidad, la seguridad y los tiempos de entrega.

La segunda estrategia es entender la construcción como un proceso, siendo los clientes un sistema complejo, temporal, que proporciona requisitos y decisiones en un flujo impredecible.

Tradicionalmente, la construcción siempre se ha considerado como un sistema único. Koskela propuso la construcción como un sistema de producción, basado principalmente en eliminar desperdicios. Uno de los frenos para entender esta percepción es en su manera de implementación. Al igual que todos los proyectos de construcción, el concepto de *LC*, se adapta según las necesidades y objetivos del proyecto y de las empresas. No obstante, existen herramientas establecidas para entender mejor la implementación gracias al Lean Project Delivery System (LPDS). Se trata de un enfoque por etapas que comprende la definición de proyecto, el diseño, el suministro, el montaje o ejecución y el uso y mantenimiento posterior del edificio, instalaciones o infraestructura (Pons, J., 2014).

Las fases que conforman un proyecto Lean, según el LPDS, son:

- Fase de definición del proyecto
- Fase de diseño Lean
- Fase de suministro Lean
- Fase de uso y mantenimiento

En la fase de definición del proyecto, los colaboradores clave deben tener una comunicación directa. El equipo de diseño, trabaja con los propietarios o promotores para concretar el propósito y traducir ese propósito en requisitos específicos. Durante esta fase, el propietario determina el coste permitido para el proyecto y el equipo de diseño se compromete en respetar sus costes teóricos, que son menores que los costes autorizados.

En la fase de diseño, el equipo crea varias alternativas, basadas en los requisitos de diseño, las restricciones del proyecto y el coste objetivo. El objetivo es encontrar la alternativa de diseño que mejor cumpla los planes del propietario y entregar el máximo valor al cliente. Cuando los equipos pueden colaborar en esta fase, muchos de los costes pueden ser eliminados o minimizados; esos ahorros satisfacer más necesidades del cliente.

Para definir el suministro en esta metodología es necesario facilitar la entrega *just-in-time* de los materiales en la obra. Se requiere definir el diseño del producto y del proceso para poder contar con los materiales y cantidad de mano de obra en la cantidad necesaria en las etapas correctas.

La ejecución de obra *Lean* se inicia con la entrega de información, materiales, mano de obra, herramientas, o componentes que se utilizaran para la ejecución en la obra y termina con el cumplimiento de las instalaciones y puesta en marcha del edificio o infraestructura. Durante esta fase, el sistema del último planificador se utiliza para controlar la producción y mantener el flujo continuo de materiales e información a

lo largo de toda la obra a medida que esta avanza.

La ejecución concluye cuando el cliente tiene un uso fructuoso de la instalación o edificio, que se produce

después de la entrega y puesta en marcha del edificio, instalación o infraestructura. Esta fase termina con el cierre de la obra, los retoques definitivos, y la utilización y mantenimiento del edificio o instalaciones.

Metodología

Para realizar este artículo, utilice como fuentes artículos científicos de distintas bases de datos, muchos de estos encontrados en EBSCOHOST, en la base de datos del Grupo Internacional para Lean Construction, del LCJ, entre otras. Las palabras claves que utilice fueron, *Lean*, *Toyota System*, *Lean Construction*, *Project Management*.

Cabe señalar que fue difícil encontrar bibliografía en español, ya que este método está presente en muy pocos

países de latino América, y en España apenas se está mostrando interés. Uno de los pocos artículos que se uso fue el documento realizado por Luis Felipe Pons, en el que se hizo una introducción a lo que es el sistema.

Los temas que quise destacar en el artículo los elegí tomando en cuenta los conceptos claves que definen el Sistema Lean Construction, como el liderazgo, la sustentabilidad, la situación actual y como se implementaría en una construcción.

Conclusiones

Con base a lo planteado en este artículo se puede concluir que el método *Lean Construction* (LC) tiene un potencial nato aplicable al área industrial de la construcción, siendo evidente cada vez más su auge. Es una situación global que las empresas de este sector busquen la factibilidad de su implementación por los beneficios que LC brinda.

Aunado a esto, se debe tener en cuenta, que en sectores de la construcción como lo es la edificación de vivienda en serie, se pueden obtener crecimientos económicos, aunado a una reducción considerable en el impacto ambiental, gracias a las técnicas de producción que tiene LC.

Los múltiples beneficios aportados por esta metodología en la industria de construcción, se proyectan más allá de esta área, ya que nos permite gozar de beneficios ecológicos, sociales y económicos. Un claro ejemplo positivo es su relación con la sustentabilidad, donde se observa el nexo existente entre las diversas esferas tanto ecológico, sociales y económicas que esta filosofía produce.

Como en todo sistema o metodología, su correcto funcionamiento requiere de las bases correctas y del compromiso que se tenga. Alrededor de este tema, se encuentra un sin fin de paradigmas sobre la construcción, marginando en cierto sentido a esta área con las diversas actividades económicas dentro de las cuales es aplicable el sistema *LC*. Es necesario cambiar la mentalidad que se tiene al respecto, ya que las evidencias son prueba fehaciente de los resultados que *LC* produce en el ámbito de la construcción.

Referencias

- Bertelsen, Sven. (2004, octubre 1). "*Lean Construction: where are we and how to proceed?*". Lean Construction Journal, 1, 1-24. 2015, abril 15, De LCJ Base de datos.
- Biton, Nelson, & Howell, Gregory. (2013, julio 21). "*The journey of Lean Construction theory: review and reinterpretation*". Proceedings IGLC, 8, 8. 2015, marzo 9, De IGLC Base de datos.
- Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción Gerencia de Economía y Financiamiento. 2013. "*Presentación ejecutiva del Entorno Actual y Futura de la Industria de la Construcción en México*". México. URL: http://www.cmic.org/cmhc/economiaestadistica/2013/presentacion_ejecutiva_construccion_julio.pdf. Consultado abril 2015.
- Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción. 2015. "*Valor de producción de la obra realizada por las empresas constructoras; por tipo específico de obra, según localización geográfica de las obras*". México. URL: http://www.cmic.org/cmhc/economiaestadistica/2014/VBP_2013.pdf. Consultado abril 2015.
- Do Amaral, Tatiana Gondim, Monteiro Celestino Pedro Henrique, Alves Fernandes José Henrique, Gomes Brito Mário Henrique, & Batista Ferreira Murillo (2012). "*Presence of lean construction principles in the civil construction market in the state of Goiás*." Proc., 20th Annual Conf. of the Int. Group for Lean Construction, IGLC 20, San Diego.
- Ibarra Gómez, Luis Iván. (2011, junio). "*Lean Construction*". Tesis UNAM, 1, 52. 2015, marzo 9, De PTOLOMEO Base de datos.
- Koskela Lauri. "*Application of the New Production Theory to Construction*." Technical Report#72, Center for Integrated Facilities Engineering, Stanford University. May, 1992.
- Kracik, John F. (1988). "*Triumph of the lean production system*". Sloan Management Review 30 (1): 41-52.
- Nahmens, Isabelina, & Ikuma, Laura H. (2012, junio). "*Effects of Lean Construction on Sustainability of Modular Homebuilding*". Journal of architectural engineering © asce, 10, 10. 2015, marzo 10, de EBSCOHOST Base de datos.
- Mostafa Sherif, Chileshe Nicholas, & Zuo Jian. (2014, junio). "*Enhancing Australian housing affordability: off-site manufacturing supply chain strategies*". Proceedings IGLC-, 1, 14. 2015, marzo 8, De IGLC Base de datos.
- Pons Achell Juan Felipe. (2014, marzo). "*Introducción a Lean Construction*". Fundación Laboral de la Construcción, 1, 74. 2015, marzo 5.
- Shang Gao. (2014, junio). "*Toyota way lean leadership: some preliminary findings from the Chinese construction industry*". Proceedings IGLC, 1, 12. 2015, marzo 10, De IGLC Base de datos.