



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

MODELO SISTÉMICO DE LA MADUREZ EN LA APLICACIÓN DE LEAN EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN

CANO, Sandra (1); RIVERA, Leonardo (2)

(1) Universidad del Valle, +57 2 3212222., sandra.cano@correounivalle.edu.co (2) Universidad del Valle
+57 2 3212222, leonardo.rivera.c@correounivalle.edu.co.

ABSTRAC

The development and adaptation of models that evaluate the maturity of management in building organizations are used to assess the level of maturity that reach these organizations. These models identify opportunities for improvement by analyzing the gaps to achieve an "ideal" state, assessing the performance and capacity of organizations in comparison to a standard. In the application of Lean Construction (LC) they have been few initiatives to develop maturity models, so this research study finds that maturity in the management of construction projects should be carried out with a systemic approach, and maturity model should to reference excellence practices to assess value creation as its basis. The purpose of this research is to systemic study the relationships among the factors that contribute to value creation in the application of LC and propose a systemic model of maturity of the application for the management of construction projects. It must set the state of development of maturity models (MM) in the application of LC. Characterizing construction production environments. Identify how LC is being applied; study the type of practices that contribute to maturity and metrics that evaluate such maturity, to propose an assessment tool based on the systemic articulation of the factors that contribute directly to the creation of value. The research philosophy is constructive and is treated as a method of qualitative research. Is known in depth the problems in study and allows to explore the complexity of the phenomena and integrate the views of study participants.

RESUMEN

El desarrollo y adaptación de modelos que evalúan la madurez de la gestión en organizaciones de construcción son utilizados para evaluar el nivel de madurez que alcanzan dichas organizaciones. Estos modelos identifican las posibilidades de mejora analizando las brechas para alcanzar un estado "ideal", evaluando el desempeño y la capacidad de las organizaciones con respecto de un estándar. En la aplicación de Lean Construction (LC) han sido pocas las iniciativas en el desarrollo de modelos de madurez, por lo que esta investigación considera que estudiar la madurez en la gestión de proyectos de construcción, debe llevarse a cabo con un enfoque sistémico y el modelo de madurez debe disponer de prácticas de excelencia referenciadas que evalúen la creación de valor como su fundamento. El propósito de esta investigación es estudiar sistémicamente las relaciones entre los factores que contribuyen a la creación de valor

en la aplicación de LC y proponer un modelo sistémico de madurez de dicha aplicación para la gestión de proyectos de construcción. Se debe establecer el estado de desarrollo de modelos de madurez (MM) en la aplicación de LC; Caracterizar los entornos de producción en construcción; Identificar la manera como se está aplicando LC; estudiar el tipo de prácticas que contribuyan a alcanzar la madurez y las métricas que evalúan dicha madurez, para proponer una herramienta de evaluación basada en la articulación sistémica de los factores que contribuyen directamente a la creación de valor. La filosofía de investigación es constructivista y se aborda como un método de investigación cualitativa, así se conoce en profundidad la problemática a estudiar y permite explorar la complejidad de los fenómenos e integrar las opiniones de los participantes del estudio.

1 INTRODUCCIÓN

En el contexto mundial la industria de construcción presenta características indeseables que afectan su eficiencia y productividad por lo que se hace necesario disponer de herramientas que contribuyan a realizar una mejor gestión de todos los recursos involucrados en su proceso productivo, de tal manera que se incremente la oferta de valor. En el sector de construcción, sin embargo, la gestión tradicional de proyectos en la actividad constructora no utiliza formalmente enfoques sistémicos de gestión de mejoramiento de las prácticas asociadas principalmente con el incremento de la productividad y otros aspectos fundamentales de la gestión. Por lo tanto, el interés actual en la gestión de proyectos de construcción promueve esfuerzos para mejorar la planificación y control en todas las fases del proyecto, con la integración de prácticas cuyo objetivo es reducir los problemas del enfoque tradicional. Esta gestión tradicional se viene transformando con la aplicación de LC, pero se requieren herramientas que den cuenta de la efectividad de esta aplicación en el proyecto de construcción y si esta aplicación contribuye en la creación de valor. En el inicio de esta investigación se recogen diferentes investigaciones relacionadas con la consecución de instrumentos de evaluación, (Hofacker et al. 2008 y Etges et al. 2013), así como el modelo de madurez propuesto por Nesensohn, 2014.

El propósito de la investigación es estudiar sistémicamente las relaciones entre los factores que contribuyen a la creación de valor en la aplicación de LC para proponer un modelo, también sistémico, de madurez de dicha aplicación en el proceso de gestión de proyectos de construcción. Se trata de proponer un modelo que contribuya a facilitar la implementación del enfoque LC y establecer el nivel de evolución de la gestión de proyectos en su transformación Lean, haciendo uso de los conceptos de excelencia que la organización adapte a su realidad empresarial. Un modelo para ser autogestionado, soportado en la medición y evaluación, para identificar oportunidades de mejoramiento sostenido, y que, de manera sistémica, dirija las acciones que contribuyan a la ganancia de flujo de valor.

El modelo propuesto prevee ser evaluado para establecer la efectividad de su aplicación como una herramienta de mejoramiento de la gestión lean de proyectos de construcción y que dirija efectivamente la toma de decisiones, respecto de las estrategias de cambio con la aplicación de LC en la creación de valor. No se llevara a cabo un proceso de validación con aplicación en casos de estudio, esto sera del alcance de una investigación posterior.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Modelo de madurez

La madurez es aquel estado de máximo desarrollo, o un estado de excelencia, y un modelo de madurez evalúa el logro de dicha excelencia, esta organizado en un conjunto de procesos organizados en niveles de madurez, donde cada uno de ellos se basa en el logro del nivel anterior, con lo que la plena madurez es una progresión gradual lineal. El modelo de madurez permite disponer de información comparativa que puede ser usada para trazar un plan de desarrollo organizacional, así como identificar las fortalezas y debilidades de la organización con respecto a sus áreas de proceso, [Ramírez, 2009]. La utilidad de los modelos de madurez en el campo de la gestión de proyectos es propiciar un mejor desempeño de los proyectos” [Ibbs y Kwak, 2000].

Estos modelos son referentes prácticos que ayudan a las organizaciones a medir el punto en que se encuentran en el camino hacia la excelencia analizando las brechas para alcanzarla. Así mismo, sirven como marco de trabajo referencial, como una herramienta de diagnóstico organizacional, convirtiéndose en instrumento de desarrollo e incentivo para el alcance del éxito y la competitividad organizacional frente a los retos de la globalización, la competencia ya no es local. Al aplicarlos, las organizaciones desarrollan habilidades de gestión y consolidan estructuras para la creación de valor de manera continua y sostenida por medio de procesos de mejoramiento e innovación que contribuyen a reducir la brecha de competitividad en temas como productividad y efectividad. El propósito de un modelo de excelencia es el de servir de punto de referencia para que las organizaciones desarrollen las mejores prácticas referenciadas y así entregar una oferta de valor claramente diferenciada, sostenible e innovadora, que asegure la productividad y la competitividad. Un modelo de excelencia debe permitir actualizarse permanentemente a través de la referenciación entre empresas del sector que practican la excelencia. Entender y desarrollar la excelencia hace que una organización evolucione y se destaque entre otras en el desempeño de la calidad y la productividad logrando alta competitividad y confiabilidad de sus productos y servicios.

2.2 Pensamiento Sistémico

El pensamiento sistémico estudia las relaciones que se establecen entre las partes de un ente integrado y de su comportamiento como una unidad en su entorno. Permite desarrollar capacidad para comprender la complejidad de un sistema mediante el examen de sus componentes como un todo, potenciar el aprendizaje así como considerar otras formas de aprender y de construir conocimiento. El pensamiento sistémico, entendido como una aptitud y actitud del ser humano que se basa en la percepción del mundo real en términos de totalidades para su análisis, comprensión y accionar que promueve la flexibilidad en la construcción del conocimiento. Puede contribuir significativamente a propiciar un mejor entendimiento y desempeño de las actividades de gestión en proyectos de construcción, considerando este como un sistema complejo.

2.3 Creación de valor en construcción

El valor se construye cuando el proveedor entrega el producto como fue especificado por el cliente, cumpliendo sus requerimientos y expectativas. Para lo cual se cubre todo el ciclo de vida de la edificación construida, lo que permite integrar a otros actores en calidad de clientes como son el cliente comprador o usuario, el medio ambiente, la sociedad, el gobierno, etc.. Esta relación entre el cliente y el proveedor se puede entender como un ciclo de realimentación positivo, que puede ser virtuoso o vicioso, según se interpreten las expectativas del cliente por parte del proveedor. El objetivo de

los proyectos de construcción es generar valor económico para la organización pero no se puede dejar de lado la entrega de valor para el cliente, el cual se rige por construcciones sociológicas asociadas con especificaciones, calidad, utilización, satisfacción, entre otros del bien o servicio recibido, entonces de acuerdo con [Rooke et al, 2010] el valor se entiende mejor como un fenómeno intersubjetivo. “La transformación por sí sola en el proceso de producción, no es el valor, como si lo es el hecho de que el producto o servicio corresponda con los deseos, requerimientos y expectativas del cliente” [Koskela, 2000].

2.4 Lean Construction en las organizaciones de construcción

Cuando una organización adopta la gestión lean como un proceso innovador, su aplicación considera una evolución que este nuevo proceso le permite, considerando como se difunde para así explicar cómo y por qué las culturas organizacionales maduran y evolucionan como resultado de los procesos de implementación. El entendimiento de como el concepto lean se difunde dentro de una organización puede llegar a interpretarse en dos dimensiones, positivo o negativo, sin considerar puntos de vista como el de su empoderamiento y contribución a la solución de conflictos, por lo que la teoría de la difusión puede ser una teoría a aplicar en el desarrollo de la investigación, pues la cultura organizacional es un concepto dinámico y con diversos matices en la aceptación de un nuevo enfoque, Chesworth et al. [2010]. Otra fortaleza de LC es la incorporación de otros sistemas de gestión utilizados en la industria de la construcción tales como Gestión de Calidad Total, Last Planner System, Reingeniería de Procesos, Ingeniería Concurrente, Círculos de producto, Equipos y Gestión basada en el Valor [Alinaitwe, 2009], así como Gestión Ambiental, Gestión de Salud y Seguridad, entre otros, que contribuyen a mejorar el rendimiento del proyecto y reducir al mínimo los residuos.

3 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

La investigación en ciencias de diseño (DSR), o investigación implícita, es un modo de producción de conocimiento científico. Se diferencia de la investigación explicativa cuyo objetivo es describir, comprender y eventualmente predecir fenómenos de un campo en particular. El objetivo de la investigación en ciencias de diseño es el desarrollo de soluciones con base científica capaces de resolver problemas del mundo real. De esta manera, se establece un vínculo adecuado entre la teoría y la práctica y el fortalecimiento de la relevancia de la investigación académica (Rocha et al., 2012). Entonces las disciplinas científicas se pueden organizar en tres grupos en función del modo de producir conocimiento científico (Van Aken 2004):

- Las ciencias formales, su objetivo es construir sistemas mediante proposiciones abstractas que ponen a prueba su consistencia lógica. (Van Aken 2004)
- Las ciencias explicativas, el conocimiento está relacionado con descripciones, explicaciones o predicciones de fenómenos observables. Se describen y explican los fenómenos según afirmaciones que se comprueban empíricamente. (Van Aken 2004), (March y Smith, 1995).
- Las ciencias de diseño, el conocimiento se produce a través de la creación e implementación de una solución que es capaz de manipular o alterar un fenómeno particular. (Vaishnavi y Kuechler 2007).

La investigación en ciencias de diseño (DSR) o la investigación constructiva es un enfoque para la realización de la investigación en LC, y más específicamente en la

gestión de la construcción. Según AlSehaimi et al., (2012) este enfoque puede ayudar en el desarrollo e implementación de herramientas de gestión innovadoras, así como también abordar diferentes problemas de gestión de la construcción. Los mismos autores sostienen además que, al hacerlo, la investigación constructiva conecta mejor la investigación y la práctica, y se fortalece la relevancia de la gestión de la construcción académica.

Koskela, (2008) sostiene que el reposicionamiento de gestión de la construcción como una ciencia de diseño en lugar de una ciencia explicativa ayuda a resolver los problemas que afectan a esta disciplina, tales como el problema de la relevancia. De hecho, varios estudios llevados a cabo por la Comunidad de Lean Construction se pueden clasificar como DSR, ya que desarrollan soluciones que apuntan a resolver problemas prácticos al tiempo que proporciona un aporte teórico. Bonatto et al., 2011 resaltan que el Last Planner System de Control de la Producción es un buen ejemplo de una solución de este tipo, así como algunas iniciativas recientes de la investigación han adoptado explícitamente DSR como un enfoque de investigación.

La estrategia de investigación que se adopta en el desarrollo de la tesis es la Investigación en Ciencia del Diseño. Este tipo de investigación trata un fenómeno o problema práctico y lo analiza para permitir la creación de un artefacto que contribuya a resolver dicho fenómeno o problema práctico (Holmstrom et al., 2009). En esta investigación se podrá utilizar: investigación bibliográfica, entrevistas, encuestas, observación directa, análisis de prácticas y métricas existentes, mediciones de tiempos de ciclos, etc.

El enfoque del presente proyecto es el estudio sistémico las relaciones entre los elementos, o factores, que permiten la creación de valor en la aplicación de LC, de tal manera que sean identificadas apropiadamente las relaciones en la creación de valor como consecuencia de la excelencia en la aplicación de LC. Se requiere obtener un conocimiento amplio del sector por medio de la aplicación de métodos de recolección de información documental, información directa e indirecta, etc., se contraponen el avance de la investigación con el estado del arte e investigaciones que se lleven a cabo en otros países y enfrentar los resultados progresivos a críticas que contribuyan a la construcción de las respuestas a las preguntas aquí formuladas. La investigación en ciencias de diseño (DSR) o la investigación constructiva es el enfoque para la realización de la investigación en LC. Según AlSehaimi et al., (2014) este enfoque puede ayudar en el desarrollo e implementación de herramientas de gestión innovadoras, así como también abordar diferentes problemas de gestión de la construcción. Este tipo de investigación trata un fenómeno o problema práctico y lo analiza para permitir la creación de un artefacto que contribuya a resolver dicho fenómeno o problema práctico (Holmstrom et al., 2009). En esta investigación se utilizara también: investigación bibliográfica, entrevistas, observación, análisis de prácticas y métricas existentes, mediciones de tiempos de ciclos, etc. El desarrollo de la investigación considera cuatro fases. La recolección de datos requiere un soporte teórico que se consigue con la ayuda de la revisión de literatura, destacando en esta los estudios de casos; también se requiere obtener información en la fuente por medio de entrevistas, aplicación de encuestas, observación directa y análisis de expertos, principalmente. Las Fases I y II abordan el primer objetivo de la investigación. En la Fase I se busca conceptualizar el estado actual de los modelos de madurez con aplicación en construcción, con particular énfasis en aquellas iniciativas que evalúan la madurez de las organizaciones de construcción en la aplicación de LC. En la Fase II, se busca ampliar el conocimiento contextualizado de las particularidades del sector de construcción, así como identificar situaciones propias de

la actual implementación de LC permitiendo constituir un grupo de prácticas y métricas pertinentes a la creación de valor además de la identificación de capacidad y desempeño. En la Fase III, se identifica la importancia de los elementos o factores que interactúan en el modelo. Es en esta fase es que se desarrolla el modelo sistémico. La Fase IV permite evaluar la utilidad del modelo de madurez para dirigir una efectiva toma de decisiones.

4 RESULTADOS PARCIALES DE LA INVESTIGACIÓN

IDENTIFICACIÓN DE LAS BARRERAS Y LOS FACTORES DE ÉXITO EN LA APLICACIÓN DE LC

En el proceso de implementación, y aplicación continua, de Lean Construction (LC) en una organización de construcción aparece un conjunto de barreras y factores críticos de éxito (FCE) que lo impactan negativa y positivamente, llegando a comprometer su sostenibilidad. Es relevante conocer estas barreras y FCE, con base en las experiencias reportadas en diferentes países, para identificar estrategias que contribuyan a evitar o mitigar la aparición de dichas barreras y fortalecer los FCE. Este estudio reporta 110 barreras y 51 FCE identificadas en 83 publicaciones entre los años 1998 y 2014, las cuales se clasificaron en tres “Factores Maestros” o “Pilares”: Personas, Procesos de producción y Gestión de producción y procesos logísticos. El estudio ofrece una manera de superar las barreras contrastando los beneficios que ofrecen los FCE. El estudio también identifica las barreras y FCE en la implementación de LC en el contexto colombiano por medio de entrevistas personales con los responsables de LC en estas organizaciones. Durante la revisión de la literatura, se identificó 110 barreras y 51 FCE. Las situaciones encontradas fueron documentados de 83 artículos académicos publicados entre 1998 y 2014 (en este artículo se presentan sólo 30 referencias), con base en las experiencias en la aplicación de LC en el sector de la construcción dentro de los países como China (e.g., Shang et al. 2014, Pheng and Shang 2011), United Kingdom (e.g., Sarhan and Fox 2013, Sarhan and Fox 2012, Bashir et al. 2010), Vietnam (e.g., Khanh and Kim 2013), Malaysia (e.g., Abdullah et al. 2009, Jeni et al. 2013, Marhani et al. 2013), Mexico (e.g., Cervero-Romero et al. 2013), Nigeria (e.g., Ahiakwo et al. 2013, Ahiakwo et al. 2012, Olatunji 2008), Dominican Republic (e.g., Senior and Rodriguez 2012), Ghana (e.g., Ayarkwa et al. 2011, Ayarkwa et al. 2005), Brazil (e.g., Viana et al. 2010), Middle East (e.g., Alsehaimi et al. 2009), Uganda (e.g., Alinaitwe 2009), Germany (e.g., Johansen and Walter 2007), USA (e.g., Kim and Park 2006, Pekuri et al. 2012, Haupt and Whiteman 2004, Hamzeh 2011), Singapore (e.g., Dulaimi and Tanamos 2001), Chile (e.g., Alarcon and Seguel 2002, Alarcon and Diethelm 2005), Saudi Arabia (e.g., Alsehaimi et al. 2014), Finland (e.g., Pekuri et al. 2012), and Lebanon (e.g., Gherbal et al. 2012).

ENTORNOS DE PRODUCCIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA APLICACIÓN DE LC

Los entornos y los sistemas de producción en manufactura están asociados al tipo de producto, la manera como este se produce y el tipo de demanda. El producto de construcción es único, se elabora en el sitio de entrega, los recursos fluyen a través de él durante su elaboración y cada producto exige configurar una cadena de suministro específica para su planificación, ejecución y control. Es importante establecer la manera de gestionar la logística al interior de la obra y la interacción de las áreas de apoyo de la

organización, a fin de establecer la alineación de estas para lograr el flujo de producción. Es entonces pertinente para la investigación tipificar configuraciones de sistemas productivos para este tipo de proyectos, a partir de un análisis de diferencias y similitudes con los entornos de producción en manufactura.

5 FACTORES MAESTROS DEL MODELO DE MADUREZ

De manera preliminar se ha realizado una agrupación de característica en tres factores maestros, esta agrupación es actualmente objeto revisión.

5.1 Personas

Este factor agrupa las barreras y FCE relacionados con las personas que están involucradas o participan en los proyectos de construcción. Este grupo se separó en cuatro categorías: Educación y formación, Gerencia, Operación, Actitud y cultura.

5.2 Procesos de producción

Cadena de valor interna: Todos los procesos, procedimientos y fases que incluye la planeación y el control del desarrollo de un proyecto, en este caso, de construcción: Gestión, Planeación, Control

Cadena de valor y gestión externa: La cadena de valor describe toda la gama de actividades que se requieren para llevar un producto o servicio desde su concepción, a través de las diferentes fases de producción, la entrega al consumidor final, y la disposición final después de su uso.

5.3 Gestión de producción y procesos logísticos

Estructura organizacional: Se clasifican los aspectos relacionados con la estructura de la organización, los medios o procedimientos necesarios para alcanzar la meta organizacional, el flujo o manejo de recursos, entre otros: Filosofía, Recursos, Estructura

Cadena de suministro: La cadena de suministro involucra todas las partes involucradas directa o indirectamente para satisfacer a un cliente. El objetivo de la cadena de suministro es maximizar el valor global generado: Gestión, Recursos, Técnicos, Procesos y sistemas.

Externalidades: Aquellos elementos externos que impactan el desarrollo del proyecto así como la implementación de LC como factores externos. Se distinguen tres categorías: Gobierno, Naturaleza de la construcción.

6 IMPLICACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Una contribución metodológica, asociada a la incorporación de características propias e intrínsecas de la construcción y la filosofía LC en un marco de excelencia que identifica un conjunto de prácticas, métricas e indicadores clave propuestos y presentados en el modelo de madurez para apoyar el desarrollo de una capacidad de autoevaluación y autogestión en todos los niveles de la organización. Todo esto soportado en una concepción sistémica que permita entender el todo en la vía de madurez, permitiendo una mejor comprensión de LC y su relación con la creación de valor.

Una contribución práctica, así se dispondrá de un modelo de madurez contextualizado, que reconoce las características propias e intrínsecas de la construcción, permitiéndole de manera práctica identificar sus fortalezas y debilidades en la aplicación LC, para así

establecer las estrategias en la difusión de LC en directa relación con indicadores que identifiquen la creación de valor.

7 REFERENCIAS

ALARCON, L., DIETHELM, S., ROJO, O. AND CALDERON, R. (2005) Assessing the Impacts of Implementing Lean Construction. *Revista Ingenieria de Construccion*, 23, p. 26-33.

CHESTWORTH, B., LONDON, K. AND GAJENDRAN, T. Diffusing Cultural Awareness and Maturity in Lean Managed Organizations. In: Egbu, C (Ed.), "26th Annual ARCOM Conference", 6-8 September, Leeds, UK. Association of Researchers in Construction Management, Vol. 1, 461-9. 2010

ETGES, BERNARDO M. B. S., SAURIN, TARCISIO A. AND BULHÕES, IAMARA R. A Protocol For Assessing The Use Of Lean Construction Practices. IGLC 21, Fortaleza 2013.

HOFACKER, A., FERNANDES DE OLIVEIRA, B., GEHBAUER, F., DUARTE FREITAS, M D. CARMO., MENDES JR, R., SANTOS, A. AND KIRSCH J. Rapid Lean Construction- Quality Rating Model (LCR). IGLC 13. Manchester, July 2008.

HOLMSTROM, J., KETOKIVI, M., HAMERI, A.P. "Bridging practice and theory: a design science approach." *Decision Sciences*, Feb 2009, Volume: 40 Issue: 1 pp.65-87 (23 pages).Liker, J.K.

GHERBAL, N., SHIBNI, S., SIDANI, M., AND SAGOO, A. "Critical success factors of implementing Total Quality Management in Libyan organisations." *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Istanbul, Turkey, July, pp. 3-6. 2012

HAMZEH, F.R. "Improving construction workflow-The role of production planning and control." University of California, Berkeley. 2009

IBBS, C. AND KWAK, Y. "Assessing project management maturity", *Project Management Journal*, Vol. 31 No. 1, pp. 32-43. 2000

KIM, D., AND PARK, H.S. "Innovative construction management method: Assessment of lean construction implementation" *KSCE journal of Civil Engineering*, vol. 10, pp. 381-388. 2006

KOSKELA, L., *An Exploration Towards a Production Theory and its Application to Construction*. Technical Research Centre of Finland. 2000

NESENSOHN, C. *An innovative framework for assessing Lean construction maturity*. A Doctor of Philosophy thesis. February 2014

SARHAN, S. AND FOX, A. Performance Measurement in the UK Construction Industry and its Role in Supporting The Application of Lean Construction. *Australasian Journal of Construction Economics and Building*, 13 (1) 23-35. 2012

SARHAN, S., AND FOX, A. "Barriers to Implementing Lean Construction in the UK Construction Industry." *The Built & Human Environment Review*, vol. 6. 2013

VIANA, D.D., MOTA, B., FORMOSO, C., ECHEVESTE, M., PIEXOTO, M., AND RODRIGUES, C. "A survey on the last planner system: impacts and difficulties for implementation in brazilian companies." *proceedings of the 18th annual conference of the international group for lean construction, iglc*, pp. 497-507. 2010