



Metodología Lean Construction en la mejora de la producción, caso de estudio: red de alcantarillado Av. Cieza De León – La Purísima

Lean Construction methodology in improving production, case study: sewerage system Av. Cieza De León - La Purísima

Noe Marín¹ * y Liliana Correa² 

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue aplicar la metodología Lean Construction para mejorar la producción, en la red de alcantarillado Av. Cieza De León – La Purísima. El diseño de la investigación fue no experimental – cuantitativo, se utilizó la técnica de la encuesta y la observación, donde se recogió datos de rendimiento de hora, también se verificó las partidas de la red de alcantarillado. Las conclusiones que llega la investigación son el un aumento notable de la producción en el rendimiento de mano de obra en un 10.5 %, reducción de las pérdidas de productividad en un 13.83 % y un ahorro en el costo directo de S/.21, 523.52 soles. Las principales pérdidas fue el desconocimiento de los procesos de gestión, malos procesos constructivos y la ausencia de control en los trabajos.

Palabras clave: Lean Construction, productividad, tiempos contributorios, tiempos no contributorios, curva de producción.

ABSTRACT

The objective of this research was to apply the Lean Construction methodology to improve production in the Av. Cieza De León - La Purísima sewerage system. The design of the research was non-experimental - quantitative, the survey and observation technique was used, where hourly performance data was collected, the items of the sewer system were also verified. The conclusions reached by the research are a notable increase in production in labor output by 10.5%, reduction in productivity losses by 13.83% and direct cost savings of S / .21,523.52 Suns. The main losses were the lack of knowledge of the management processes, poor construction processes and the lack of control in the works.

Keywords: Lean Construction, productivity, contributory times, non-contributory times, production curve.

DOI: <https://doi.org/10.37787/pakamuros-unj.v8i3.135>

Recibido: 27/08/2020. Aceptado: 21/09/2020

* Autor para correspondencia

1. Universidad César Vallejo, Perú. Email: mbardalesn@ucv.edu.pe

2. Universidad César Vallejo, Perú. Email: licorrea@ucv.edu.pe

INTRODUCCIÓN

En la elaboración de proyectos de infraestructura en el Perú, el país está sufriendo cambios significativos debido a la implementación de herramientas tecnológicas, equipamientos y software, con la finalidad de optimizar recursos y reducir de tiempos de ejecución (Pila, 2016). Ello está relacionado a la construcción de elementos de mayor complejidad, lo que necesita una mejor dinámica de las actividades para optimizar recursos, tiempo y costos (Lean Construction Institute Peru, 2020). En tal sentido nos referimos a la aplicación de metodologías de planificación y control de procesos en la ejecución de obras, siendo una de ellas la metodología Lean Construction o conocida simplemente como metodología Lean.

Como antecedentes de investigación podemos mencionar a Rojas et al., (2012) el cual concluye que la metodología Lean, utiliza una serie de métodos basados en eliminar las pérdidas por demoras en procesos, prevenir desperfectos en equipos y controlar la secuencialidad de las actividades en obra. Porras et al., (2014) concluye que, la aplicación de la metodología Lean en la gestión de proyectos de obras civiles mejora la forma de administrar los proyectos, cambiando el paradigma tradicional a un paradigma TFV (transformación, flujo, valor) permitiendo optimizar recursos hasta en un 30%.

Luego Ramos et al., (2015) menciona que las fases que conforman la metodología Lean son: la fase de definición del proyecto, diseño, suministro, uso y mantenimiento; localizando las actividades contributivas y no contributivas. Gómez et al., (2015) concluyen que la metodología Lean debe implementarse desde la planeación del proyecto, con la finalidad de incrementar la producción de actividades y reducción del tiempo de ejecución. Toca et al., (2016) que en su estudio concluye que la implementación de la metodología Lean y BIM en su conjunto, son herramientas basadas en elementos recurrentes de tiempos, causas y consecuencias, lo que permite la gestión de las pérdidas optimizando recursos en materiales de construcción.

De forma adicional Tauriaine et al., (2016) en su investigación concluye que la metodología Lean ayuda a los jefes de proyectos a localizar las interrupciones en los procesos y ejecutar acciones, logrando mantener los cronogramas de tiempo.

Luego para Buruc et al., (2016) en su investigación concluye que la aplicación de la metodología Lean, debe localizar las actividades que demanda mayor cantidad de tiempo en ejecución, para luego brindar los materiales necesarios y reducir la cantidad de desperdicios en la ejecución de los trabajos.

Para Manrique & Mateo., (2017) en su investigación concluye que la metodología Lean permite la optimización de los procesos evaluados, dando un mayor control de la obra. Se suma a ello la investigación de Flores & Ramos., (2018) donde concluye que después de la aplicación de la metodología Lean, se detectó que, en las 10 obras civiles evaluadas, los parámetros de espera, descanso, transporte y viajes, representan un 34% de ocupación de tiempo no productivo.

A la vez los investigadores Maradzano et al., (2019), concluyen que los beneficios de adoptar la metodología Lean que plantea el uso de actividades simultáneas en la gestión de los recursos de la industria de la construcción, la hace más eficiente en tiempo y dinero en función a las características de la obra proyectada.

Adicional a ello los investigadores Pérez et al., (2019) en su estudio concluyen que con la implementación de las metodologías Lean y BIM dió como resultado una optimización de tiempo de ejecución de obra reduciéndolo en un 25.56%.

Luego Aureliano et al., (2019), en su investigación concluye que la metodología Lean plantea a través de las herramientas LPDS un entorno de producción continua, reducción de desperdicios, costos y plazos, denominándola Lean Manufacturing en obra civil.

Por último, Ñavincopa., (2019) concluye aplicando la metodología Lean hay una mejora de la productividad reduciendo el costo directo hasta en un 20.8% en su investigación.

El problema de investigación fue ¿Cómo aplicar la metodología Lean en la mejora de la producción, caso de estudio: red de alcantarillado Av. Cieza De León – La Purísima? Cuya hipótesis es: La aplicación metodología Lean Construction entonces se logra optimizar la productividad en mano de obra y reducción del costo directo.

El objetivo general de la investigación fue aplicar la metodología Lean en la mejora de la producción de obra, caso de estudio: red de alcantarillado. Cuyos objetivos específicos fueron: Plasmar el porcentaje del plan de cumplimiento de actividades. Mostrar los trabajos productivos en la obra. Evaluar las pérdidas de productividad y el rendimiento de obra. Contrastar el presupuesto de mano de obra y gastos ejecutados. La investigación se justifica que a la aplicación de la metodología Lean Construction logra aumentar producción en obra y reducción del costo directo planteado por la metodología tradicional.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación desarrollada es del tipo descriptiva, donde el propósito fue describir, analizar e interpretar los resultados encontrados.

El diseño de la investigación fue no experimental – cuantitativo. En lo cual se va observar los problemas que existen en la construcción de la obra pública, la cual está realizada con el método tradicional de construcción.

El método que se utilizó fue el inductivo, que parte de hechos particulares y permite llegar a una generalización (Baena, 2014).

Se utilizó la técnica de la encuesta y la observación, donde recoge los datos de rendimiento de hora, actividades realizadas, materiales utilizados y gastos de dinero. Esta información se materializa en las

herramientas de la metodología Lean como son informe de producción semana (ISP), la curva de producción “S”, índice general de cada actividad, la carta balance y el presupuesto de obra.

La Población se conformó por todas las partidas de la obra pública: Mejoramiento de la transitabilidad peatonal y vehicular en la avenida prolongación Cieza De León hasta La Purísima Mz22-30, Chiclayo-Lambayeque. La muestra de estudio fueron las partidas de la red de alcantarillado de la Av. Cieza De León - La Purísima, en el año 2019.

RESULTADOS

Respecto al porcentaje de plan de cumplimiento, se muestra en la Figura 1. Donde se observa que, con la metodología Lean Construction logra un alcance constante del cumplimiento de las metas (línea de color rojo), respecto a la metodología tradicional. Se observa que en la semana 1 y 3 la que superan en 9.52 % y 1.69 % las metas logradas. Para formulación de la Figura 1, se tuvo la información producción semana (ISP), la curva de producción “S”, índice general de cada actividad, la carta balance y el presupuesto de obra.

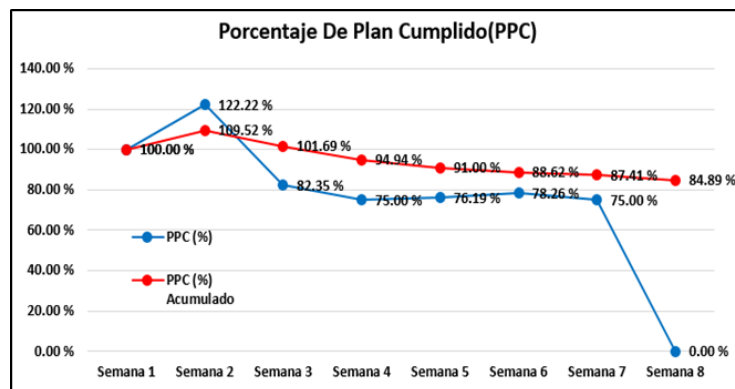


Figura 1. Porcentaje de cumplimiento de la obra, en la progresiva 0+000 a 1+000 con respecto al tiempo

Sobre los trabajos productivos en obra, se muestra la Figura 2, que plasma la distribución de trabajos sin la aplicación de la metodología Lean Construction. En la cual se observa que un 24% son trabajos no contributorios

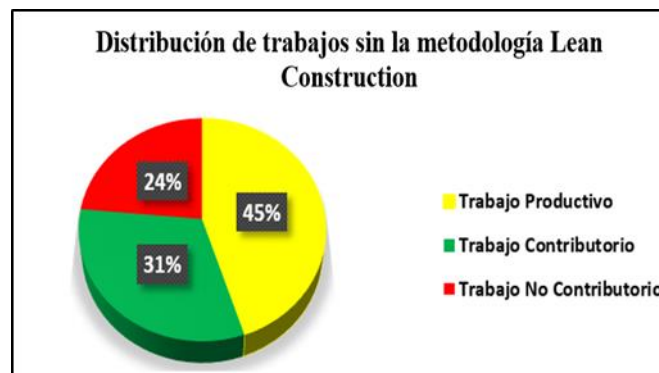


Figura 2. Participación en los trabajos sin Lean Construction

En la Figura 3, se muestra la reducción del trabajo no contributivo a un 15 %, luego de la aplicación de la metodología Lean Construction. Se observa también que el trabajo productivo se incrementó un 8 %.

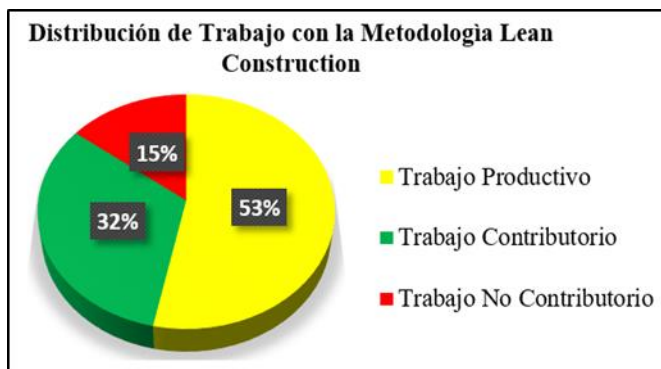


Figura 3. Participación en los trabajos sin Lean Construction

La Figuras 2 y Figura 3, se observa el cambio sustancial del incremento en el trabajo productivo.

La Figura 4 y 5, muestra la comparación de la productividad y el rendimiento de los trabajos

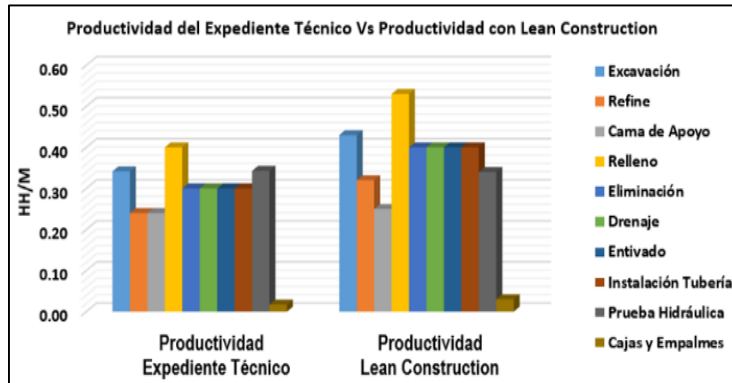


Figura 4. Productividad de actividades Hora-Hombre por metro (HH/M)

La Figura 4, muestra el incremento de la productividad en las actividades de excavación, relleno, refinado y el ensayo de prueba hidráulica de tuberías, debido a que la metodología Lean incrementa en rendimiento de obra los trabajos productivos

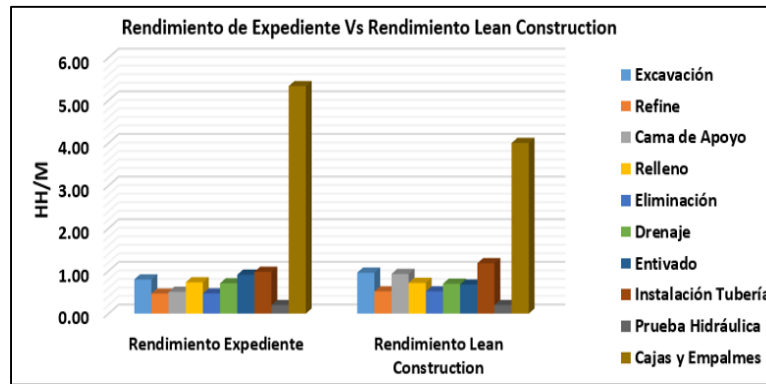


Figura 5. Rendimiento de actividades Hora Hombre por metro (HH/M)

En la Figura 5, muestra un incremento en los rendimientos de actividades de excavación, cama de apoyo e instalación de tuberías en un 10.5 %. Adicional a ello solo la actividad de cajas y empalmes es superior a la metodología Lean Construction, pero recordando que dicha actividad es complementaria. Sobre las pérdidas en las partidas en la red de alcantarillado, se plasma en la Figura 6, que expresa en porcentajes las variaciones de las pérdidas en cada actividad.

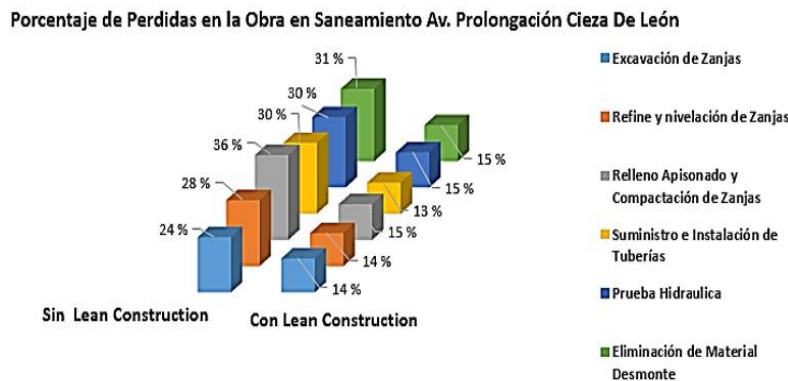


Figura 6. Comparación entre las pérdidas en obras en las partidas de la red de alcantarillado

Se observa en la Figura 6, la reducción de las pérdidas de actividades por la implementación de la metodología Lean Construction en un 13.83 %.

Sobre la constrastacion del presupuesto del expediente técnico y luego aplicando la metotlogia Lean Construction (Figura 7).

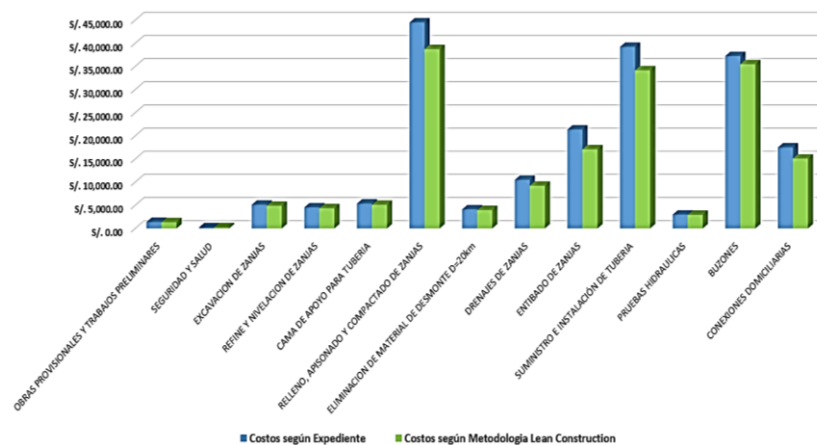


Figura 7. Comparación del presupuesto de las partidas en estudio con y sin la metodología Lean

De la Figura 7, muestra la diferencia de ahorro de dinero con la aplicación de la metodología Lean Construction en las diversas partidas de la red de alcantarillado, el cual asciende sin la aplicación de la metodología S/. 194,331.70, reduciéndose a S/ 172, 808.17 soles, este último representa un ahorro de S/ 21 523.52 soles. Este último se formuló con la información producción semana (ISP), la curva de producción “S” y el presupuesto de obra.

DISCUSIÓN

Los investigadores Rojas et al., (2012) muestran que las herramientas de la metodología Lean Construction logran cuantificar las pérdidas y controlar los procesos en la ejecución del proyecto, de forma similar Porras et al., (2014) estas herramientas que controlan y optimizan los procesos las denomina TFV (transformación, flujo, valor).Concordante con ello, la Figura 1 reflejan que la producción y el cumplimiento sea superior al 100% (semana 1 ,2 y 3) y constante (entre 94 al 84 %) lo que no cumple la metodología tradicional.

Referente a los trabajos productivos, Ramos et al., (2015) menciona que las fases de la metodología Lean nos brinda clasificación de los trabajos en actividades contributivas y no contributivas. De igual manera Gómez et al., (2015) hace referencia que la implementación de la metodología Lean Constructivo aumentar la actividad productiva con la planeación de recursos, equipos y personal. Luego los investigadores Toca et al., (2016) menciona que la metodología Lean y la BIM están basada en la optimización de elementos recurrentes de tiempo, causa y consecuencia, logran aumentar la actividad

productiva y contributiva. Sumado a ello Tauriaine et al., (2016) menciona que de la herramienta de la metodología Lean ayuda a los jefes de proyectos a detectar las interrupciones en los procesos y ejecutar acciones logrando mantener los cronogramas de tiempo proyectados, en tiempos productivos y no productivos. De lo afirmado en las investigaciones, lo realizado es concordante, ya que la Figura 3, muestra un incremento del 8 % en el trabajo productivo y una reducción del 9 % del trabajo no contributivo con la implementación de la metodología Lean Construction.

Otro aspecto sobre la productividad y el rendimiento de obra Buruc et al., (2016) refiere que la aplicación de la metodología Lean se enfoca en detectar las actividades que demanda mayor cantidad de tiempo en ejecución analizando su productividad y rendimiento en las actividades. Luego Manrique & Mateo., (2017) hace referencia que metodología Lean hace uso de la carta balance que es la herramienta que utiliza para reflejar la productividad y rendimiento en las tareas asignadas. De manera puntual Flores & Ramos., (2018) menciona que después de la aplicación de la metodología Lean, la producción tradicional era 34% menos que con la metodología Lean.

Sobre la evaluación de las pérdidas de productividad y el rendimiento de obra, los investigadores Maradzano et al., (2019) expresa que aplicar la metodología Lean Construction (actividades simultáneas) hace que la gestión de los procesos se incremente y la producción sea mayor. Adicional a ello los investigadores Pérez et al., (2019) expresan que con la aplicación de las metodologías LC y BIM dió como resultado una reducción del tiempo de ejecución en 25.56%. Por último, Aureliano et al., (2019) expresa que metodología Lean plantea a través de las herramientas LPDS generar un entorno de mejora de la producción. La investigación realizada coincide con las afirmaciones de los diversos investigadores. Ello se observa en la Figura 5, donde muestra un aumento en el rendimiento de las actividades; luego en la Figura 6, se observa la reducción de las pérdidas de producción en 13.83 %.

Sobre el contraste de la comparación de costos del presupuesto con la aplicación de la metodología Lean Construction. Ñavincopa, (2019) hace referencia que aplicando la metodología Lean Construction hay una reducción de un 20.8 % del costo directo en su estudio. La investigación desarrollada coincide con lo realizado exclusivamente en dicha partida de estudio de la red de alcantarillado donde se logró un ahorro del costo directo de S/ 21 523.52 soles.

CONCLUSIONES

El plan de cumplimiento de actividades con la aplicación de la metodología Lean Construction mantiene la actividad de construcción constante respecto a la metodología tradicional que no logro cumplir la totalidad de metas según el cronograma de obra.

Se logró identificar los sectores que ocasiona las pérdidas en la construcción de la red de alcantarillado. Estas pérdidas son: desconocimiento de los procesos de gestión, malos procesos constructivos, pésimos

materiales, ausencia de control en los trabajos, etc. Logrando reducirse en un 9 % el trabajo no contributivo con la implementación de la metodología.

Las pérdidas de productividad de obra actividades redujeron en 13.83 % y el rendimiento de mano de obra se incrementó en un 10.5 % con la aplicación de la metodología Lean Construction.

Con la aplicación de la metodología Lean Construction se logró un ahorro en el costo directo de S/.21, 523.52 soles. Con ello queda demostrando el aumento de la producción en obra, finalidad de la metodología Lean Construction.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aureliano, F., Costa, A., Júnior, I., & Rodrigues, R. (junio de 2019). Aplicación de la producción ajustada en la gestión de la construcción. *Procedia Manufacturing*, 38, 244-246. doi:<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.032>
- Baena Paz, G. (2014). Metodología de la Investigación. México DF: Grupo editorial Patria. Recuperado el 17 de setiembre de 2020, de <https://books.google.com.pe/books?id=6aCEBgAAQBAJ&lpg=PP1&dq=libro%20metodologia%20de%20la%20investigacion%20pdf&pg=PR4#v=onepage&q&f=false>
- Burcu Salgin, Paz Arroyo , & Glenn Ballard. (Diciembre de 2016). Explorando la relación entre los métodos de diseño lean y la reducción de residuos de construcción y demolición: tres estudios de caso de proyectos hospitalarios en California. *Ingeniería de Construcción*, 31(3), 196-198. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732016000300005>
- Flores Mendoza, E. J., & Ramos Cornejo , M. E. (2018). Análisis y evaluación de la productividad en obras de construcción vial en la ciudad de Arequipa. Universidad San Agustín de Arequipa, Facultad de Ingeniería Civil. Arequipa: Universidad San Agustín de Arequipa. Recuperado el 1 de mayo de 2020, de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/7548/ICflmeej.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gómez Cabrera, A., Quintana Pulido, N., & Ávila Díaz, J. (30 de enero de 2015). Simulación de eventos discretos y líneas de balance, aplicadas al mejoramiento del proceso constructivo de la cimentación de un edificio. *Ingeniería y Ciencia*, 11(21), 19-20. doi:<http://dx.doi.org/10.17230/ingciencia.11.21.8>
- Lean Construction Institute Peru. (2020). Lean en el diseño y la construcción. Recuperado el 17 de setiembre de 2020, de <https://www.lciperu.org/projects>

- Manrique Reyes, Y., & Mateo López, H. J. (2017). Diseño de un modelo de gestión para mejorar la rentabilidad mediante el incremento de la productividad y el control de los costos en proyectos de construcción. Universidad Ricardo Palma, Escuela de Posgrado. Lima: Universidad Ricardo Palma. Recuperado el 15 de mayo de 2020, de <http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/1392/YMANRIQUER.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Maradzano, I., Dondofema, R., & Matope, S. (noviembre de 2019). Aplicación de los principios Lean en la industria de la construcción sudafricana. *Revista sudafricana de ingeniería industrial*, 30(3), 14-15. doi:<http://dx.doi.org/10.7166/30-3-2240>
- Ñavincopa Carhuamaca, R. A. (2019). Mantenimiento rutinario por administración directa para optimizar la productividad en la red vial nacional región Lima, año 2019. Universidad Ricardo Palma, Escuela de Posgrado. Lima: Universidad Ricardo Palma. Recuperado el 23 de mayo de 2020, de http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2508/VIAL_T030_44182566_M%20%20%20C3%91AVINCOPA%20CARHUAMACA%20RUB%20%20C3%89N%20ALBERTO.pdf?sequence=1
- Pérez Gómez Martínez, G., Del Toro Botello, H., & López Montelongo, A. (14 de octubre de 2019). Mejora en la construcción por medio de lean construction y building information modeling: caso estudio. *RITI*, 7, 12-13. doi:<https://doi.org/10.36825/RITI.07.14.010>
- Pila Huancachoque, Y. (2016). Integrated Project Delivery (IPD): Un marco integrador de ejecución de proyectos. *Civilizate*, 8, 1-2. Recuperado el 18 de setiembre de 2020, de <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/civilizate/article/view/18628/18866>
- Porras Díaz, H., Sánchez Rivera, O., & Galvis Guerra, J. (06 de marzo de 2014). Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual. *AVANCES Investigación en Ingeniería*, 11(1), 18-19. Recuperado el 29 de marzo de 2020, de <https://revistas.unilivre.edu.co/index.php/avances/article/download/298/235/>
- Ramos, J., Dávalos, C., López, A., & Rodríguez, A. (mayo de 2015). Análisis para la implementación del modelo Lean en el sector de la construcción. *Culcyt.Construcción*(56), 37-38. Recuperado el 05 de mayo de 2020, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7129023.pdf>.
- Rojas López, M. D., Mariana, H. G., & Valencia Corrales, E. (02 de febrero de 2012). Lean construction LC bajo pensamiento Lean. *Ingenierías Universidad de Medellín*, 16(30), 2-3. doi:<http://dx.doi.org/10.22395/rium.v16n30a6>

Tauriainen, M., Marttinen, P., Bhargav, D., & Koskela, L. (Junio de 2016). Los efectos de BIM y Lean Construction en las prácticas de gestión del diseño. *Procedia Engineering*, 164, 572-573. doi:<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.11.659>

Toca Pérez, C., Bastos Costa, D., & Pereira Gonçalves, J. (marzo de 2016). Identificación, medición y caracterización de pérdidas de transporte en procesos de construcción. *Ambiente Construído*, 16(1), 18-19. doi:<https://doi.org/10.1590/s1678-86212016000100072>