

**MANUFACTURA ESBELTA APLICADA AL
MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS LOGÍSTICOS EN
OBRAS DE CONSTRUCCIÓN**

NELSON MAURICIO USECHE SOSA

**Trabajo de grado para optar al título de
Ingeniero industrial**

Jorge E. Sierra S.



**UNIVERSIDAD EIA
INGENIERÍA INDUSTRIAL
ENVIGADO
2020**

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer primeramente al profesor y director de trabajo de grado Jorge Sierra quien orientó las actividades a realizar durante este periodo, haciendo que la realización de este documento fuese soportable, además con su intelecto y recorrido profesional en las diferentes áreas de la industria me ayudó a superar todos los contratiempos que se generaron debido a la contingencia sanitaria librada en el territorio nacional. De igual forma debo agradecer a mis familiares más cercanos y mencionar a María Camila Díaz Lozano quien con su amistad incomparable y apoyo, fueron los pilares que me ayudaron a encaminarme por el rumbo de la ingeniería industrial, me brindaron cada día su espíritu luchador y la fuerza necesaria para lograr mis objetivos.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

CONTENIDO

pág.

INTRODUCCIÓN.....	7
1. PRELIMINARES.....	8
1.1 Planteamiento del problema.....	8
1.2 Objetivos del proyecto.....	9
1.2.1 Objetivo General.....	9
1.2.2 Objetivos Específicos.....	9
1.3 Marco de referencia.....	10
2. ENFOQUE METODOLÓGICO.....	24
3. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	26
4. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES.....	34
REFERENCIAS.....	36

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1: Problemas presentados en etapa de cimentación y estructuración	30
Figura 2: Problemas presentados en etapa de mampostería	31
Figura 3: Problemas presentados en etapa de instalación	31
Figura 4: Problemas presentados en etapa de acabado	32
Figura 5: Comparación porcentaje de costos	33

RESUMEN

Actualmente el sector de la construcción es altamente criticado, pues la inyección de capital es muy grande comparada con los resultados que finalmente se obtienen. El mayor problema para este sector son los desperdicios que se traducen en: pérdidas monetarias por medio de costos elevados y tiempos sin valor agregado a las actividades que se ejecutan.

Con este proyecto se espera suministrar a las empresas con herramientas lean que aumentan la productividad y eficiencia de los procesos logísticos sin necesidad de invertir mucho capital y que antes fueron aprobadas por el sector manufacturero.

Por medio de entrevistas se hará la recolección de información, luego mediante herramientas como: sistema 5s, diagrama de Ishikawa, sistema del último planificador, prueba de los 5 minutos, ciclo PHVA, entre otras. Se da paso a determinar las principales actividades del proceso, las causas latentes que generan los retrasos o fallas y los tiempos de ejecución, posteriormente, se hace el debido registro para llevar un debido control y apuntar al mejoramiento continuo. Como resultado final se espera obtener la información necesaria para desarrollar un manual de buenas prácticas que le permita a cualquier empresa dedicada a la construcción obtener provecho en su planificación, disminuir tiempos entre actividades y minimizar costos en la medida de las posibilidades.

Palabras clave: lean, construcción, logística

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

ABSTRACT

Currently the construction sector is highly criticized, as the capital injection is very large compared to the results that are finally obtained. The biggest problem for this sector is the waste that translates into: monetary losses through high costs and time without added value to the activities that are carried out.

This project is expected to provide companies with lean tools that increase the productivity and efficiency of logistics processes without the need to invest a great deal of capital and which were previously approved by the manufacturing sector.

Information will be collected through interviews, then using tools such as: 5s system, the Ishikawa diagram, the last planner system, the 5-minute test, the PHVA cycle, among others. It gives way to determine the main activities of the process, the latent causes that generate delays or failures and the execution times, later, the due record is made to keep due control and aim for continuous improvement. As a final result, it is expected to obtain the necessary information to develop a manual of good practices that allows any company dedicated to construction to take advantage of its planning, reduce times between activities and minimize costs as far as possible.

Keywords: lean, construction, logistic.

INTRODUCCIÓN

La investigación mostrada a continuación muestra el estado actual del sector de la construcción frente a la eficacia y eficiencia de sus operaciones con respecto a los costos y gastos que estas conllevan, además detalla alternativas de mejora mediante herramientas lean que anteriormente revolucionaron la estandarización en el campo de la manufactura y perfectamente pueden ser aplicadas a este sector de la economía.

Es de vital importancia que las empresas encargadas de levantar obras de construcción entiendan la gran oportunidad que tienen para dinamizar sus procesos y lograr reducción de desperdicios y/o mudas, así como mejorar la rentabilidad de cada proyecto.

Lo anteriormente expuesto se puede lograr ejecutando mecanismos de planeación antes de la ejecución de los proyectos y también haciendo uso de instrumentos que intervienen en cada uno de los procesos buscando la máxima ganancia tanto en tiempo como en capital, sin dejar atrás que el compromiso de todos los involucrados es el pilar fundamental para que todo confluya en el resultado esperado, el cuál es un manual de buenas prácticas que posibilite la guía a otras empresas que deseen adoptar el rol de lean construction en su modelo de negocio.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

1. PRELIMINARES

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Colombia ha presentado un incremento del (+2.8%) en el PIB durante el primer trimestre del año comparado con el mismo periodo temporal en el 2018. Sin embargo, la rama de la construcción a nivel latinoamericano no ha contribuido satisfactoriamente al crecimiento económico del país, pues presentó una baja de (-5.6%) (DANE, 2019). Lo que deja entredicho que este sector es uno de los menos productivos y eficientes para generar valor económico (Revista Dinero, 2019).

Las metodologías lean acuñen un conjunto de técnicas utilizadas para el mejoramiento y optimización de los procesos operativos de cualquier compañía con el fin de eliminar desperdicios, ya sean inventarios, transportes, almacenajes, maquinaria e incluso personas (Padilla, 2010). Los desechos se consideran actividades y procesos que consumen recursos pero que no agregan valor desde la perspectiva de los clientes. Por lo tanto, los enfoques lean se centran más en el valor que en el costo de las actividades que intervienen en el desarrollo de un producto (Ansah, Sorochan y Mustafá, 2016).

Lo anterior no es ajeno al campo de la construcción pues allí se ven todos estos tipos de movimientos y prácticas durante el periodo de edificación que deben ser planeados con anterioridad desde un enfoque logístico. Aclarando que el traslado de manufactura esbelta a construcción esbelta es demasiado lento y criticado, esto debido a que la apreciación y la evaluación del resultado que el cliente da sobre el producto final es totalmente diferente

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

en cada caso. Enfrentar y aprender de las debilidades conocidas y las posibles desventajas de la fabricación ajustada debería ayudar, en lugar de obstaculizar, el desarrollo futuro de la construcción (Jorgensen y Smith, 2019).

La idea principal es lograr el cambio de idea de la industria dedicada a la construcción impulsando el desarrollo de estrategias y maneras de trabajar innovadoras por medio de una metodología enfocada en la calidad, planificación de actividades a corto plazo y el estudio del rendimiento obtenido por las actividades hechas (Luengas, s.f.).

Ante esta situación dentro del sector, se logra ver la necesidad de adquirir métodos y herramientas que permitan el mejoramiento continuo y reducción de costes en el levantamiento de las obras. De aquí surge la pregunta ¿Cómo adoptar la filosofía lean en los procesos logísticos durante la construcción de obras y así mejorar la eficiencia de los mismos?

1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.2.1 Objetivo General

Proponer un manual de buenas prácticas basado en herramientas lean para el apoyo en la optimización de los procesos constructivos.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual de los procesos logísticos en términos de productividad y efectividad.

- Identificar las principales fallas, retrasos e inconvenientes que se pueden presentar durante el periodo de construcción.
- Estructurar un manual de buenas prácticas.
- Validar el manual planteado en un caso de estudio hipotético, ejecutando las herramientas lean propuestas y mostrando los resultados obtenidos mediante simulación en Excel.

1.3 MARCO DE REFERENCIA

1.3.1 ANTECEDENTES

El trabajo de grado divulgado en la revista Tekhné en el año 2018 consistió en desplegar mejoras enfocadas en los principios de manufactura esbelta, haciendo énfasis principalmente en la construcción de viviendas de interés social, fabricadas por medio de un sistema de paneles de poli estireno expandido, usando como referencia de estudio el que fue empleado con anterioridad en la construcción del Complejo Residencial de “Tacarigua V”, ubicado en el sector Los Guayos en el edo. Carabobo, Venezuela. Considerando la existencia de sistemas constructivos que además de ser más eficientes en cuanto a costos y tiempos, resulta importante considerar herramientas que permitan mejorar mucho más los tiempos de entrega de las viviendas a sus ocupantes y la calidad de la misma; y a su vez, disminuir considerablemente los costos de operación y fijos, lo cual es posible a través de la práctica de la manufactura esbelta (Delgado, 2018).

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

En este contexto, se manejó una metodología donde se llevaron a cabo actividades que enmarcaban la observación directa no participativa y entrevistas no estructuradas al personal directivo y obrero que trabajaban en la obra, quienes están involucrados en cada uno de estos procesos, con el objetivo de representar cómo es llevado a cabo el proceso de construcción actual e identificar oportunamente los principales problemas y situaciones irregulares, que alteran la calidad y tiempos tanto ejecución como de la entrega de las viviendas de interés social que componen el complejo residencial (Delgado, 2018).

Los resultados obtenidos de la investigación para mejorar el proceso de construcción de viviendas, fueron los siguientes: incremento en el número de cuadrillas de trabajadores, la capacitación técnica y práctica de todo el personal obrero en materia del sistema constructivo, disminución del tiempo promedio total de la construcción, empleo de instrumentos para la documentación de información de las etapas del proceso (Delgado, 2018).

En el siguiente trabajo de grado se tiene como objetivo “generar una propuesta de metodología de medición de productividad para las actividades que estén involucradas en la manipulación, almacenamiento e instalación del acero de refuerzo para la Constructora Conconcreto S.A” (Salazar, 2017).

El desarrollo del proyecto se define en 3 fases. En la primera, se utilizó la metodología AHP, la cual tiene en cuenta la opinión de expertos de la empresa, el diagrama de Ishikawa, visitas a obra, el estado del arte en el tema para realizar la priorización de las actividades e indicadores más importantes a medir, siendo estas el almacenamiento, descargue y transporte interno del material. Para la segunda, se propone el interfaz de

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

una aplicación cuyo enfoque es para los maestros de obra y demás personas que componen la mano de obra operativa; y para la tercera, dentro de la misma aplicación se tendrá acceso a gráficas donde se harán comparativos con un valor meta y mediciones realizadas anteriormente para verificar la evolución de las mismas (Salazar, 2017).

Si bien los tiempos productivos, contributivos y no contributivos son ampliamente usados por los directivos para la toma de decisiones, se pudo encontrar que la empresa no ha logrado que la mano de obra operativa domine estos conceptos, por lo que es posible afirmar que pueden no ser conscientes de los tiempos no contributivos o “muda” lo cual dificulta un cambio enfocado a la mejora continua de su productividad. Se pudo verificar que la información que pide la aplicación móvil para poder mostrar indicadores en la actividad de transporte interno del acero de refuerzo son de fácil entendimiento para la mano de obra operativa, a quien se le explicó por no más de 10 minutos la finalidad de la medición y los datos que debían ingresar, por lo que se le ve potencial a la implementación de la aplicación en más actividades de las obras de Concreto (Salazar, 2017).

En otro trabajo de grado realizado por Pablo Calderón, Industrial Concreto cuenta con una unidad de negocio llamada Encofrados la cual posee un centro de distribución, “esta infraestructura es el sistema de estudio en donde se busca optimizar su operación por medio de la aplicación de distintas técnicas de mejora continua, entre ellas se destacan Lean y teoría de restricciones” (Arboleda, 2015).

El proyecto sigue una metodología DMAIC, distribuida en 5 fases: diagnóstico del centro de distribución, análisis de productos, alternativas de mejora y toma de decisión, por

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

último, se establece una tabla de control que da pie a dos posibles soluciones para la mejorar la productividad del centro de distribución de Encofrados, una basada desde la perspectiva del layout y flujo de producto basado en la rotación actual de los productos y a su vez fomentando los controles e indicadores de la base de los encofrados; la otra basándose en el nivel de stock y su optimización por un modelo TOC (Teoría de restricciones) el cual puede mejorar el flujo de la empresa, disminuir el capital de trabajo invertido, aumentando así la rotación de los productos y la productividad del Centro al explotar mejor los recursos (Arboleda, 2015).

Se propone el uso de un dashboard de KPIs que permita visualizar el desempeño de la empresa, permitiéndole obtener un mayor control y estabilidad a los procesos y logrando así una real gestión global del centro de distribución y facilitando su alineación con las necesidades del cliente (Arboleda, 2015).

Por último, se encuentra un trabajo de grado en donde el objetivo es: “implementar la metodología Lean Construction, teniendo como fin establecer lineamientos y parámetros que guíen la optimización de los recursos y el mejoramiento de la empresa y la ejecución de las obras en la compañía Gramar S.A” y así lograr minimizar problemas como bajos rendimientos monetarios, sobrecostos, inapropiada utilización de recursos y retrasos en la ejecución de las obras, bajo la metodología de la creación de múltiples alternativas, basadas en los requisitos de diseño, las limitaciones del proyecto y el coste objetivo. El objetivo en términos reales, es encontrar la alternativa de diseño que mejor cumpla los propósitos del propietario y entregar el máximo valor al cliente (Cano y Nieto, 2017).

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Al final, al momento de analizar los resultados, estos mostraron que el tiempo del proyecto en su totalidad se reduce en un 15,57% a causa del decrecimiento de los valores de PET, mientras que los valores de PPC expusieron una mejoría considerable. (Cano y Nieto, 2017).

El proyecto de a continuación decidió estudiar un caso específico de un proyecto de construcción de vivienda unifamiliar en el área metropolitana de Bucaramanga, específicamente aquel que es llamado “La Toscana” ejecutado por la constructora Fénix Construcciones S.A el cual consta de 136 casas construidas mediante sistema tipo pórtico, el fin del estudio es identificar algunos aspectos que afectan la productividad del proyecto en ciertas actividades constructivas (Corredor y Rojano, 2009).

El análisis se inicia con los desperdicios presentados en dichas actividades y su porcentaje de incidencia dentro del presupuesto general. Para determinar lo anterior, se recopilaron datos de consumo de materiales (tomados directamente del personal de la empresa en fase de ejecución) y luego se tabularon para determinar el índice de incidencia. Posteriormente, se realizó un análisis causa-efecto de malas prácticas durante la ejecución de las actividades que se observaron. (Corredor y Rojano, 2009).

1.3.2 MARCO TEÓRICO

LEAN CONSTRUCTION

Según el Lean Construction Institute (ILC), 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

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

actividades que sí lo hacen, por ello se enfoca principalmente en crear herramientas específicas aplicadas al proceso de ejecución del proyecto y un buen sistema de producción que minimice los residuos. Entendiéndose por residuos todo lo que no genera valor a las actividades necesarias para completar una unidad productiva” (Valencia, 2018).

El Lean Construction cuando se mira aplicado a las empresas de Colombia, exige un cambio cultural desde la mayor escala jerárquica hasta el nivel más bajo dentro del organigrama empresarial. La filosofía Lean Construction “es una herramienta que aplicada con compromiso gerencial y liderazgo arroja los resultados esperados en términos de productividad, rentabilidad y posteriormente competitividad” (Valencia, 2018).

ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN EN OBRA

Cuando se desea iniciar un proyecto constructivo es necesario tener un nivel alto de habilidad motriz, sin embargo, no se debe dejar atrás el conocimiento de cada una de las etapas que componen dicho proceso, las cuales se enumeran a continuación (Bahamón, s.f.):

- **Cimentación:** Hace referencia a la transferencia de cargas al suelo que sostiene la estructura de la edificación, se puede clasificar directamente en muros y anclajes de soporte. Es en este paso donde se debe realizar un estudio geotécnico del suelo que se empleará con un tiempo de estimación prudente con el fin de detectar comportamiento ante distintas situaciones climatológicas.

- **Estructura:** Este es el eje de toda obra, pues allí se sostendrán las cargas vivas y muertas, además allí se define la calidad y la resistencia que tendrá la edificación.
- **Mampostería:** Aquí se pasa la edificación de paredes o muros que sirven como división de espacios arquitectónicos. Se ha demostrado que esta etapa es la que conlleva con mayor desperdicio de material.
- **Instalaciones técnicas:** Se refiere a la instalación de todos los conductos que permiten la circulación de los servicios públicos y desperdicios. Además, allí se concreta el pañete una vez terminado el paso anterior,
- **Acabado:** También conocido como la terminación necesaria para llegar a la obra gris a través del estucado y enchapado.

INDICADORES

Se debe recopilar antecedentes y realizar mediciones de productividad y rendimiento de la partida en estudio. Luego de iniciada la ejecución del plan de acción en el manual, y pasado un periodo de tiempo considerable, se retoman las mediciones con el fin de realizar las respectivas comparativas. (Alarcón y Salvatierra, 2017)

Algunos de los indicadores se pueden basar en los problemas encontrados en la realización de las encuestas, pero a modo general se recomendaría tomar los siguientes datos (Alarcón y Salvatierra, 2017):

- a) Cantidad y costo (real y teórico) de los materiales empleados por cada sección en obra. Haciendo hincapié en las siguientes fórmulas:

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Material Utilizado}}{\text{Material Teórico}}$$

$$\% \text{ pérdidas} = (1 - \text{Rendimiento}) * 100$$

- b) Estimación en uso de equipamiento y herramientas de trabajo, incluyendo consumos energéticos, porcentaje de falla, tiempo real de uso vs tiempo real de ociosidad
- c) Estimación de Horas Hombre y el costo que conllevan. Además de incluir el rendimiento de la misma.

HERRAMIENTAS LEAN

Al ser lean un enfoque tan diverso y complejo, se debe definir las principales herramientas que ayudarán a sobre escribir todos los datos y así poder tener un claro entendimiento de todo el proceso de la construcción. A continuación, se hace una recopilación de dichas herramientas:

Sistema 5s

“Es un programa de trabajo para talleres y oficinas que consiste en desarrollar actividades de orden/limpieza y detección de anomalías en el puesto de trabajo, que por su sencillez permiten la participación de todos a nivel individual/grupal, mejorando el ambiente de trabajo, la seguridad de personas y equipos y la productividad” (Rey, 2015).

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

“Los orígenes de esta metodología se remontan al país oriental Japón, de su cultura y su manera particular de entender las empresas. La primera vez que se aplicó fue en la empresa de automóviles Toyota en los años 60, inicialmente se creó con la finalidad de mejorar la limpieza, la ordenación y la organización los lugares de trabajo, todo de una forma constante para tratar de obtener mayores cotas de productividad en un entorno de trabajo más idóneo”. (Vásquez, 2017).

Tal y como lo dice el título de esta sección, son 5 las sub-herramientas que se encuentran inmiscuidas en este sistema anteriormente mencionada y estas son las siguientes (Vásquez, 2017):

- Seiri: Conlleva a la erradicación de todo lo innecesario en el puesto de trabajo. Consiste en “identificar los elementos necesarios en el área de trabajo, para poder separarlos de los innecesarios. El objetivo de esta fase es eliminar de nuestra zona de trabajo, todo lo que no sea imprescindible, pero asegurar que disponemos de todo lo necesario”. Se desechan o retiran los elementos de acuerdo a la frecuencia de uso que tengan, en caso de desecho, se debe tener extremo cuidado pues, aunque un elemento no se utilice demasiado puede ser demasiado costoso y difícil de cambiar o reponer.
- Seiton: Organizar el espacio de trabajo de forma eficaz. consiste en establecer el modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos. Para esto se utilizan métodos de gestión visual siguiendo el lema: “Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”. La mejora en la organización de los elementos necesarios en torno al puesto de trabajo, va a reportar diferentes beneficios tanto a la empresa

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

como al trabajador individualmente. Algunas de las ventajas que trae su implementación son: facilita el acceso rápido a elementos que se requieren, evitar errores y acciones de riesgo potencial, se mejora la presentación y la estética de la empresa, se libera espacio, hay mayor cumplimiento de las órdenes de trabajo y se evitan averías en los equipos.

- Seiso: “Mejorar el nivel de limpieza del puesto. Consiste en identificar las fuentes de suciedad y contaminación de la empresa para eliminarlas mediante acciones que aseguren que no vuelven a aparecer. Se ha de asegurar que todos los elementos se encuentran en un estado operativo óptimo”. La limpieza se relaciona estrechamente con el buen funcionamiento de los equipos y la capacidad para procesar productos de calidad. Como principales beneficios de esta etapa, se puede lograr: reducir el riesgo potencial de accidentes, mejorar el bienestar físico y mental del trabajador, incrementar la vida útil del equipo al evitar su deterioro por contaminación y suciedad, identificar averías más fácilmente y mejorar la calidad del producto.
- Seiketsu: Estandarizar procesos, herramientas, útiles y material auxiliar. Se trata de crear un modo consistente de realización de tareas y procedimientos. Mediante la normalización, tanto de maquinaria como de operaciones, se pretende lograr que cualquiera pueda realizar cualquier operación en cualquier puesto. El objetivo de esta fase del método es: documentar el conocimiento adquirido, conocer en profundidad los equipos, evitar errores que puedan conducir a accidentes, preparar al personal para asumir mayores responsabilidades y mejorar los tiempos de intervención de equipos.

- Shitsuke: Conseguir que perdure en el tiempo. se encarga de convertir en un hábito la utilización de los procedimientos, estándares y controles establecidos durante los pasos anteriores. Se trata de desarrollar una cultura de autocontrol dentro de la empresa. se pretende trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas, comprobando el seguimiento del sistema 5S.

Diagrama de Ishikawa

También conocido como el “diagrama causa-efecto”, es “una herramienta de análisis que nos permite obtener un cuadro, detallado y de fácil visualización, de las diversas causas que pueden originar un determinado efecto o problema”. Suele aplicarse a través de la adhesión de opiniones de una porción de personas directa o indirectamente relacionadas con el mismo. Por ello, está considerada como una de las 7 herramientas básicas de la calidad, siendo una de las más utilizadas, sencillas y que ofrecen mejores resultados. Es una herramienta muy interesante para analizar todo tipo de problemas producidos en los procesos de producción o de servicio. Se deja claro que con esto no se resuelve el problema, lo que permite es obtener una perspectiva general del mismo. Se basa en 5 pilares denominados los 5M los cuales son: mano de obra, máquina, método, materiales y medio (Industriales, s.f.).

Sistema del último planificador (SUP)

“Es un sistema de planificación y control de la producción para mejorar la variabilidad en las obras de construcción y reducir la incertidumbre en las actividades programadas. El SUP controla de una mejor forma la incertidumbre de la planificación al superar

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

obstáculos como convertir la planificación en un sistema, medir el desempeño de la aplicación del sistema de planificación y analizar e identificar los errores cometidos en la planificación. Esta metodología se asegura de que lo que se planea hacer en la obra realmente será hecho y así evitar paros en obra que conllevan pérdidas de tiempo que retrasan el proyecto y se traducen en un detrimento económico. Todas las tareas tienen tres categorías: deben, pueden y se harán” (Porras, 2014).

Estás reflejan cada nivel de planificación de la siguiente manera: el programa maestro indica qué se debe realizar, el programa intermedio prepara el trabajo y realiza la revisión de las restricciones y el plan semanal programa una serie de actividades que pueden ejecutarse comprometiendo a los agentes al cumplimiento del programa (Porras, 2014).

A continuación, se detallan cada una de las categorías (Porras, 2014):

- Programa maestro: Es la programación de todas las actividades necesarias para realizar la construcción de los elementos estructurales, arquitectónicos entre otros que hacen parte del proyecto. Este es el alma de toda construcción bien planificada desde la etapa de diseño.
- Programa intermedio: Consiste en desglosar la programación general para evitar perder tiempo y material; se destacan aquellas actividades que deberían hacerse en un futuro cercano. Aquí se controlan la coordinación de diseño, los proveedores, los recursos humanos, los requisitos previos para hacer las actividades y la información para que las cuadrillas de trabajo cumplan con sus objetivos en obra. Para poder ejecutarse se deben seguir los siguientes pasos: definir el intervalo de tiempo, definir las actividades incluidas dentro del plan,

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

análisis de posibles restricciones en la ejecución de dichas actividades y el intervalo de tiempo de aquellas actividades con mayor probabilidad de ser ejecutadas.

- Programa semanal: presenta el mayor nivel de detalle antes de la ejecución de un trabajo; es realizada por los administradores de obra, jefes de terreno, jefes de obra, capataces y todos aquellos que supervisan directamente la ejecución de los trabajos en obra. Contiene las actividades que serán realizadas durante la semana. Se forma teniendo en cuenta las actividades que se pueden hacer, seleccionando lo que puede ser ejecutado en cada semana. Para que el plan sea exitoso deben cumplirse los cinco criterios de calidad: definición, consistencia, secuencia, tamaño y retroalimentación.

A modo de cuantificación se utiliza un indicador denominado “porcentaje del programa cumplido (PPC) el cual se expresa en porcentaje y compara lo que se planeó hacer según el plan de trabajo semanal con lo que realmente fue hecho en obra. Se calcula como la relación entre las actividades completadas satisfactorias y las actividades inicialmente programadas. Se debe llevar un formato donde se documenten los detalles de cada actividad y se debe notificar si se completó o no se completó para poder tener un debido registro y un PPC controlado (Porrás, 2014).

Prueba de los 5 minutos

“Permite una cuantificación de las pérdidas de las actividades de construcción. Además, se puede identificar los tres tiempos característicos de toda actividad de construcción: Tiempos productivos, tiempos contributivos y no contributivos” (LCE, 2019).

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

La prueba debe ejecutarse de la siguiente manera (LCE, 2019):

- El objetivo de la prueba es tomar durante 5 minutos el tiempo dedicado por un trabajador a actividades productivas, contributivas o no contributivas (pérdidas).
- La persona que realiza la medición debe contar con un cronómetro y un formato para registrar la información.
- La toma de la medición debe realizarse de forma aleatoria.

Ciclo PHVA

“Es una herramienta de la mejora continua, presentada por Deming; se basa en un ciclo de 4 pasos: Planificar, Hacer, Verificar y Ajustar. Es común usar esta metodología en la implementación de un sistema de gestión de la calidad de un proceso, de tal manera que al aplicarla la probabilidad de éxito es mayor” (Durango, s.f.).

Como beneficios trae mejoramiento de la productividad, reducción de precios, aumento en la participación de mercado, supervivencia de la empresa, provisión de nuevos puestos de trabajo y aumento en la rentabilidad de la empresa (Durango, s.f.).

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

2. ENFOQUE METODOLÓGICO

2.1 METODOLOGÍA DE DIAGNÓSTICO

Se procede a la ejecución de entrevistas, en este caso, a directores de obra mediante medio electrónico. Adicional al uso de este instrumento, se ejecutan las fases del sistema 5S pues con esto se detectan posibles elementos que se encuentren mal ubicados o que no sean necesarios para efectuar la obra, permitiendo así una mejora tangible en la organización y generación de cultura de limpieza en los trabajadores y jefes. También se debe recopilar información de indicadores tangibles de rendimiento, los cuales fueron explicados en el anterior capítulo de marco referencial. El entregable a mostrar en esta fase del proceso es el diligenciamiento de las entrevistas con su respectivo formato, así como el instructivo para el uso de tarjetas 5s en cualquier espacio de trabajo y los indicadores recomendados.

Como herramienta de apoyo se tiene el Sistema Último Planificador (SUP) el cual contiene el programa maestro, intermedio y semanal que ayudará a direccionar de una manera más organizada todos y cada uno de los procesos, se suele utilizar como mecanismo de planificación ante de ejecutar cualquier etapa de la obra.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

2.2 METODOLOGÍA DE DETECCIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS

Es de vital importancia identificar las principales fallas, retrasos e inconvenientes que no permiten la correcta marcha de los procesos logísticos de la obra, por lo que se pasa a la elaboración del diagrama de Ishikawa y de la prueba de los 5 minutos. La primera se especializa en identificación de causas raíces que expliquen cada uno de los “síntomas” que afectan el correcto desarrollo de la edificación, por su parte, la segunda herramienta analiza cada una de las actividades desglosadas por proceso y permite determinar qué porcentaje de las labores se cumplen en el tiempo designado.

Lo anterior describe el contenido y pasos necesarios para el desarrollo de un manual de buenas prácticas donde se almacenan las herramientas lean más conocidas dentro de la industria manufacturera y que son aplicables al sector de la construcción. Allí se detalla de manera clara y concisa, la manera en la cual se debe ejecutar cada una de las herramientas y como llevar el respectivo control de los mismos.

2.3 METODOLOGÍA PARA LA VALIDACIÓN DE RESULTADOS

Por último, es claro proceder a la validación del manual, con el fin de determinar el impacto que este genera luego de su aplicación durante un periodo de tiempo estimado. A manera de plantear un sistema de mejoramiento continuo, se toma como base principal el ciclo PHVA, donde se precisa la manera en la cual se debe planear, validar y ajustar todos y cada uno de los procesos en obra.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

3. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1 ENTREVISTA

Para empezar, se tocará el tema de una entrevista, realizada a un pequeño conjunto de directores de obra ubicados en la región antioqueña y que se encontraban en ejecución de obras civiles, esto con el fin de conocer el estado de arte y ejercer el primer objetivo de diagnóstico de los procesos en dichas obras. Para hacer mayor profundización de las respuestas ejercidas por los encuestados se sugiere ver el [anexo 1](#). “Resultado de entrevistas”.

MODELO DE ENTREVISTA

- a) ¿Cuál de las siguientes áreas a su juicio, es la que más costo representa para la obra? Cimentación, estructura, mampostería, instalaciones, acabado
- b) Usted conoce el término “Lean Construction” y de ser así, ¿le gustaría implementarlo en la ejecución de obra?
- c) ¿Estaría dispuesto/a a implementar cambios en sus labores diarias para aportar a que la empresa se una a este proceso con miras a lograr mejores rendimientos en sus procesos?

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

- d) ¿Qué aspectos, de los entregados en la lista, cree que se podrían mejorar o conservar para obtener mejores resultados? Tiempos de ejecución, Manejo de materiales, Capacitación de empleados, Transporte de material y residuos.
- e) ¿Qué grado de variabilidad, bajo su apreciación, en una escala de 1-10 existe en el proceso al cambiar de obra?
- f) ¿Considera usted necesaria y pertinente la “Industrialización” de los procesos constructivos en la ejecución de obras civiles?
- g) ¿Estaría dispuesto a implementar cambios en sus labores diarias para aportar a que la empresa se una a este proceso con miras a lograr mejores rendimientos en sus procesos?
- h) ¿Usted considera importante llevar estrictos estándares de control en obra?

3.1.1 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La cantidad de encuestados con una muestra de 10 personas, además de la cantidad de preguntas que fueron realizadas a los encargados de obras, se vieron afectados por la contingencia sanitaria debido a los cierres de obras y la poca disponibilidad que tenían para dar sus opiniones. Es por ello que se plantean estadísticas básicas y se deducen los siguientes resultados:

Se denota que un 50% de los encuestados afirma que consideran a la mampostería como la etapa más costosa debido a la gran cantidad de material y mano de obra a utilizar, los tiempos de desplazamiento y los desperdicios innumerables que se generan. Sin

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

mencionar los gastos para asegurar a los trabajadores ante los posibles riesgos. Además, aseguran en su mayoría que el mayor problema a tratar es el transporte de material y su respectivo almacenaje dentro de obra. Por otro lado, 5 de los 8 participantes de la encuesta responden afirmativamente a que conocen el término “Lean Construction” y su respectiva teoría, sin embargo, solo uno de ellos ha profundizado en como poder aplicarlo en las operaciones de su proyecto,

Ante la duda de si estarían dispuestos a ejecutar cambios significativos para mejorar el rendimiento y la eficiencia de las operaciones, un 75% de ellos dice que, si hay disposición e interés en saber cómo hacerlo, a pesar de ello, hay cierta resistencia pues no quieren alterar lo que se ha venido haciendo hasta ahora y mucho menos la cultura de su equipo de trabajo,

También se pudo ver que con un promedio de 8.25 en una escala de 1 a 10, los encuestados expresan la alta variabilidad que se presenta al momento de pasar de una obra a otra, esto demuestra que hay mucho que trabajar en este sector para lograr al menos una mayor estandarización de procesos dentro del mismo.

3.2 MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS

Se ha ejecutado un manual que muestra detalladamente paso a paso los procedimientos que una empresa constructora, de bajo o mediano calibre, puede utilizar para ganar competitividad operativa con respecto a otras compañías de construcción. Ver [anexo 2](#), presentado junto a este documento.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

3.3 MODELO DE SIMULACIÓN

Se ha realizado un modelo de simulación sencillo a modo de comparar el efecto e incidencia que tiene la implementación de las herramientas de planeación, diagnóstico, detección, seguimiento y control contenidas en el manual de buenas prácticas planteado en el punto anterior.

Para mayor profundización en el modelo y verificación de datos, visualizar el [anexo 3](#).

3.3.1 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Construcción de una vivienda con un terreno de 100 metros cuadrados de área, con 4 niveles o plantas, cada una de 2.5 metros de altura.

CATEGORIZACIÓN POR ETAPAS

A) Etapa de cimientos y estructuración

Como se puede ver en la figura 1 expuesta a continuación, se denotan que los pilares fundamentales de los problemas originados en esta etapa de cimentación y estructuración se deben a problemas presentados en el material a utilizar con un 45% y también a excesos de tiempos en la ejecución de actividades que son externas a la obra con un 18%.

Es claro que esto se debe a la falta de planificación por parte de la obra, ya que no se percataron de la calidad que presentaban sus insumos ni tuvieron precaución con

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

ejercer cláusulas hacia los actores externos para que los retrasos cometidos por ellos no generaran costos sobre la empresa.

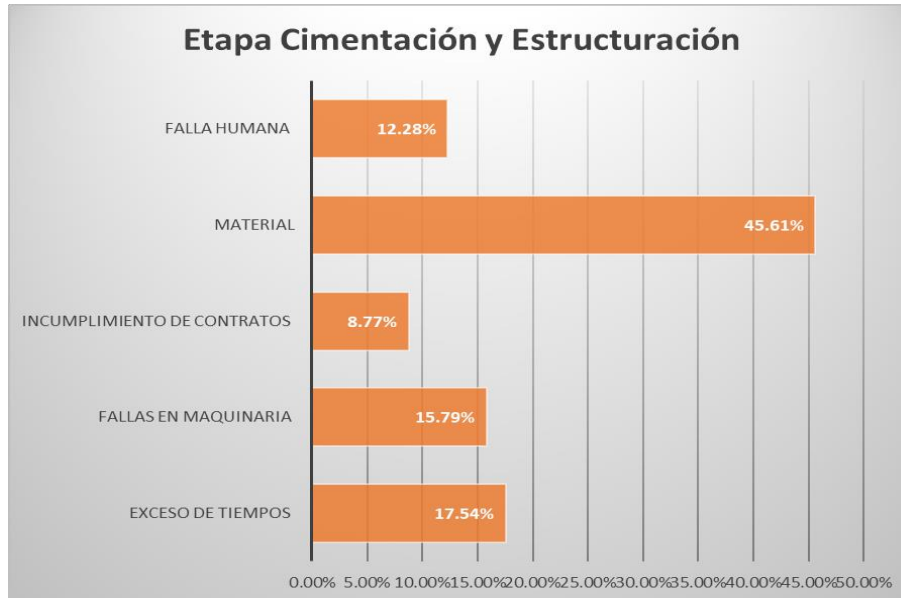


Figura 1. Problemas presentados en etapa de cimentación y estructuración
Fuente: Autor

B) ETAPA DE MAMPOSTERÍA

La mampostería radica principalmente en el manejo de materiales básicos de construcción tales como: ladrillo, cemento y varillas de acero. Para ello se necesita personal con la suficiente experiencia y materiales de la mejor calidad pues presentan alta fragilidad en su composición o la manera en que se manipulan. Sin embargo, la figura 2, muestra que el principal sobrecosto en la obra radica en los materiales con un 69%, allí es claro que se debe intervenir cada uno de los procesos desde la llegada de material a obra hasta el momento de la disposición final. Tomando registros de calidad y como se están utilizando dentro del área de construcción.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

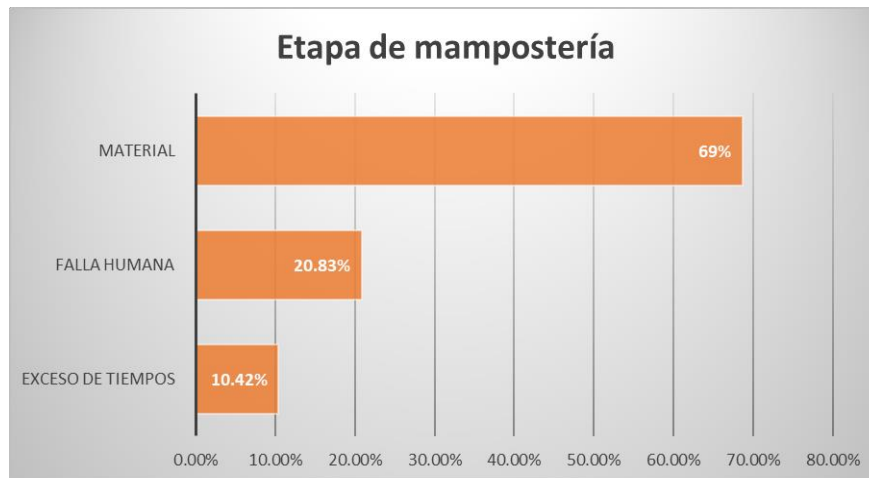


Figura 2. Problemas presentados en etapa de mampostería
Fuente: Autor

C) ETAPA DE INSTALACIONES

Según la figura 3, en esta etapa se presenta igual a los anteriores casos un problemática con los materiales. Pues se incurre en la no homogeneidad de la mezcla a raíz de las propiedades físicas de la misma, generando sobre costo en recompras, además se debe presentar especial atención en supervisar las causas de los reprocesos que son muy considerables

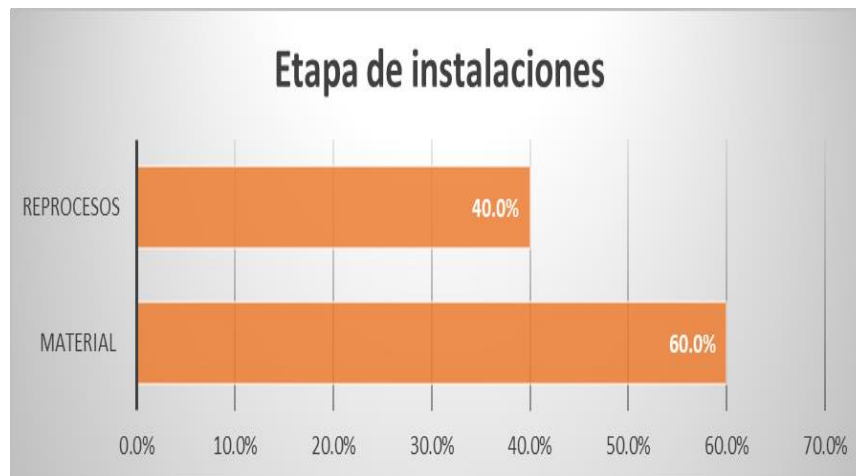


Figura 3. Problemas presentados en etapa de instalaciones
Fuente: Autor

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

D) ETAPA DE ACABADO

Según la figura 4, el acabado está altamente afectado por los materiales que deben ser recomprados por su pésima calidad, ya que son muy frágiles y no cumplen con los estándares mínimos requeridos. Se debe prestar total atención en el proceso de compra de los materiales.



Figura 4. Problemas presentados en etapa de mampostería
Fuente: Autor

CONSIDERACIONES FINALES

Con el apoyo de la figura 5, y el análisis expuesto anteriormente, se observa que en cada una de las etapas el punto crítico se encuentra en la logística que se le dan a los materiales, es decir, se presentan fallas en los ámbitos de calidad, manipulación, transporte y desecho de los mismos. Sin duda alguna, esto representa claramente el nivel de sobre costo del 7.94% con respecto al valor total de la obra y quien más contribuye es la mampostería con un 9,6%.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

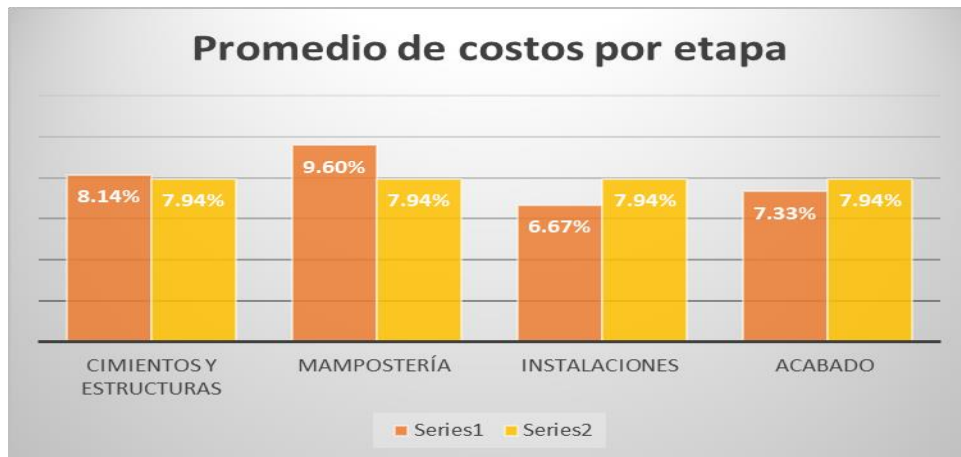


Figura 5. Comparación porcentaje de costos
Fuente: Autor

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

4. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

El presente trabajo permitió concluir lo siguiente:

El sector de la construcción presenta cambios increíbles con el pasar del tiempo puesto que los proyectos presentan dos características tales como un ciclo limitado y altísima rotación de personal.

Gestionar el conocimiento representa algo fundamental dentro de este grupo de la economía ya que es muy difícil llegar a estandarizar los procesos en mira de la mejora continua.

Mediante el uso de la metodología planteada puede generar el nacimiento de una cultura Kaizen, pues evoca la necesidad de buscar constantemente fuentes de pérdidas, analizar causas raíz que generan los elevados costos y plantear acciones de mejora en los procesos. Aunque el impacto económico y social que puede generar la aplicación de estrategias de mejora continua, como el manual aquí propuesto, no es lo suficientemente grande; es bastante significativo para mejorar las relaciones en el equipo de trabajo y lograr mayor eficiencia en los procesos.

A base de recomendaciones, se busca la intervención e involucramiento de los altos mandos (jefes de operaciones, gerentes de proyecto, etc.) al momento de tomar decisiones respecto a la utilización de todas las herramientas aquí plasmadas. Deberán estar dispuestos a controlar todos los procesos y los cambios que realicen, pues allí se descubren las oportunidades de mejora.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Tener presente que para ejecutar planes enfocados en el Lean Construction se deben tener recursos adicionales para invertir en ellos, tales como: dinero, tiempo y personal calificado en el área. Aclarando que esto no se considera como un gasto sino como una oportunidad de ahorro multidisciplinar en el proyecto.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

REFERENCIAS

- Alarcón, L. y Salvatierra, J. (2017). *Lean Construction: Manual Práctico de Herramientas de Mejoramiento de Construcción*. Chile. Editorial: GEPUC
- Ansah, R., Sorooshian, S. y Mustafa, S. (2016). LEAN CONSTRUCTION: AN EFFECTIVE APPROACH FOR PROJECT MANAGEMENT. *ARPJ Journal of Engineering and Applied Science*, 11(3), 1607–1612.
- Arboleda, F. (2015). *Distribución de la compañía industrial concreto a través de lean manufacturing y técnicas de mejora continua*. (Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial) Universidad EIA, Envigado
- Bahamón, T. (s.f.). 5 etapas, 1 proceso constructivo. Tomado de: <https://maestros.com.co/buenas-practicas/5-etapas-1-proceso-constructivo/>
- Cano, H., Nieto, N., Arango, K. (2017). *Implementación de la Metodología Lean Construction para la optimización de recursos en la empresa Gramar S.A.* (Trabajo para optar a especialización en gerencia de obras) Universidad Católica de Colombia, Bogotá D.C.
- Corredor, G., Rojano A. (2009). *Lean construction aplicada a proyectos de construcción de edificaciones de vivienda unifamiliar*, (Tesis de pregrado) Universidad Pontificia Bolivariana. Bucaramanga.
- Delgado, U. (2018). Mejoras para el proceso de construcción de viviendas de interés social fabricadas bajo el sistema constructivo de paneles de poliestireno expandido empleando herramientas de manufactura esbelta. *Revista Tekhné*, 20(3), 78–109.
- Durango, J. (s.f.). *Ciclo PHVA 1–8*. Institución Universitaria Escolme. Medellín, Antioquia.
- Industriales, I. (s.f.). El diagrama causa-efecto. 1–4.
- LCE. (2019). *¿Qué es Lean Construction?* Lean Construction Enterprise.
- Luengas, Z. C. (2011). *Implementación y seguimiento de la metodología lean construction a las actividades constructivas de la obra metropolitan business park en la empresa Marval S.A.* (Tesis pregrado) Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga

- Padilla, L. (2010). LEAN MANUFACTURING MANUFACTURA ESBELTA ÁGIL. *Revista Ingeniería Primero*, 15, 64–69.
- Revista Dinero. (2019) Sector de la construcción sigue sin mostrar resultados positivos. *Revista Dinero*. Tomado de: <https://www.dinero.com/economia/articulo/asi-le-fue-al-sector-de-la-construccion-en-el-primer-semester-de-2019/274774>
- Rey, F. (2005). *Las 5S: Orden y limpieza en el puesto de trabajo*. Madrid, España. Editorial: Fundación Confemetal.
- Salazar, P. y Henao, N. (2017). *Propuesta de metodología de medición para la detección de procesos improductivos en el proceso de instalación y manipulación del acero de refuerzo* (Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Civil e Ingeniera Industrial) Universidad EIA, Envigado.
- Valencia, J. (2018). *Aplicación de lean construction al sector de la infraestructura vial en Colombia*. (Tesis para optar a especialización en gerencia de empresas constructoras) Fundación Universidad de América. Bogotá D.C.
- Vásquez, R. (2017). *Aplicación de la metodología Lean Manufacturing “5S” en una empresa de reparación de motores eléctricos para la mejora del trabajo*. (Tesis de pegrado) Universidad de Sevilla. Sevilla, España.

5. ANEXOS

RESULTADO DE ENCUESTAS

- a) ¿Cuál de las siguientes áreas a su juicio, es la que más costo representa para la obra? Cimentación, estructura, mampostería, instalaciones, acabado

Respuesta 1: A mi juicio, es la estructuración de obra, allí se funda la resistencia de la edificación

Respuesta 2: Para mí, mampostería, pues al levantar muros y paredes se pueden tener muchos gastos de material

Respuesta 3: Mampostería, por el uso de recurso humano

Respuesta 4: Cimentación, por todos los estudios que son necesarios y el tiempo que lleva obtenerlos

Respuesta 5: Mampostería, pues se necesita mucha precisión en las operaciones

Respuesta 6: Cimentación, por los retrasos y excavaciones

Respuesta 7: Estructuración, porque se necesitan perforaciones y estudios de resistencia con personal calificado

Respuesta 8: Mampostería, porque debe hacerse paso a paso con el mínimo de errores e implica demasiado tiempo

- b) Usted conoce el término “Lean Construction” y de ser así, ¿le gustaría implementarlo en la ejecución de obra?

Respuesta 1: No lo conozco y no sabría si es necesario aplicarlo

Respuesta 2: Lo conozco, pero no tengo referencias de aplicaciones anteriores y no sé si aplicarlo en obra.

Respuesta 3: No lo conozco y nunca he pensado en utilizarlo.

Respuesta 4: Conozco el término, sin embargo, no tengo directrices de cómo aplicarlo.

Respuesta 5: Si conozco el Lean Construction y estamos aplicándolo en obra, actualmente estamos evaluando sus resultados

Respuesta 6: No conozco sobre el tema, pero se oye interesante

Respuesta 7: Lo he oído, pero no he profundizado en ellos

Respuesta 8: Conozco la teoría más nunca lo he aplicado

c) ¿Estaría dispuesto a implementar cambios en sus labores diarias para que en la empresa se logren mejores rendimientos en sus procesos?

Respuesta 1: Por supuesto que sí

Respuesta 2: No estoy seguro

Respuesta 3: Si, sin ninguna duda

Respuesta 4: Si

Respuesta 5: Por supuesto, quién no lo haría

Respuesta 6: Si, claramente

Respuesta 7: Si, siempre y cuando no represente mucho gasto adicional

Respuesta 8: Si, pero tendría que tener proyecciones al respecto.

d) ¿Qué aspecto, de los entregados en la lista, cree que es el más crítico para mejorar con el fin de obtener mejores resultados? Tiempos de ejecución, Manejo de materiales, Capacitación de empleados, Transporte de material y residuos.

Respuesta 1: Tiempos de ejecución

Respuesta 2: Manejo de materiales

Respuesta 3: Tiempos de ejecución

Respuesta 4: Transporte de material y residuos

Respuesta 5: Transporte de material y residuos

Respuesta 6: Transporte de material y residuos

Respuesta 7: Capacitación a empleados

Respuesta 8: Manejo de materiales

e) ¿Qué grado de variabilidad, bajo su apreciación, en una escala de 1-10 existe en el proceso al cambiar de obra?

Respuesta 1: 8

Respuesta 2: 7

Respuesta 3: 5

Respuesta 4: 10

Respuesta 5: 10

Respuesta 6: 10

Respuesta 7: 7

Respuesta 8: 9

f) ¿Considera usted necesaria y pertinente la “Industrialización” de los procesos constructivos en la ejecución de obras civiles?

Respuesta 1: Por supuesto que sí, nos da mayor dinamismo

Respuesta 2: Lo venimos haciendo empleando pequeños modelos usados en empresas manufactureras

Respuesta 3: Claro que sí, el mundo se mueve y nosotros también debemos hacerlo

Respuesta 4: Creo que en el estado que estamos es muy bueno,

Respuesta 5: Es completamente necesario cambiar

Respuesta 6: Todo en el mundo está yendo a la industrialización, ¿por qué nosotros como constructores no lo haríamos?

Respuesta 7: Para qué cambiar lo que se ha venido haciendo por décadas

Respuesta 8: Es absurdo compararnos con las industrias, es otro sector

g) ¿Estaría dispuesto a implementar cambios en sus labores diarias para aportar a que la empresa se una a este proceso con miras a lograr mejores rendimientos en sus procesos?

Respuesta 1: Yo como directivo propongo cambios, pero los ayudantes en obra son quienes deciden muchas veces no acatarlos.

Respuesta 2: Si, completamente dispuesto

Respuesta 3: No, creo que los rendimientos tal como está son buenos, y para eso planificamos todos estos retrasos en la fecha de entrega del proyecto

Respuesta 4: Si, nuestra misión es buscar mayor eficiencia a medida que adelantamos proyectos.

Respuesta 5: No es necesario implementar cambios, por años hemos trabajado igual y no hemos tenido ningún problema

Respuesta 6: Si, estoy dispuesto y quisiera conocer la forma de hacerlo

Respuesta 7: Si, estoy dispuesto

Respuesta 8: Si, los cambios son necesarios en todos los aspectos

h) ¿Usted considera importante llevar estrictos estándares de control en obra?

Respuesta 1: Si

Respuesta 2: No, admito algunos errores

Respuesta 3: Si, con el fin de asegurar la integridad de mis clientes y mis trabajadores

Respuesta 4: No

Respuesta 5: Si, haciendo énfasis en riesgos

Respuesta 6: Si

Respuesta 7: No

Respuesta 8: Si, mediante registros, pruebas estadísticas y apoyo de profesionales en el área de control de calidad y riesgos en el área de trabajo.

MANUAL DE BUENAS PRACTICAS

Adjunto al documento en la sección de “Anexo 1” en la plataforma Moodle.

MODELO DE SIMULACIÓN DE EXCEL

Adjunto al documento en la sección de “Anexo 2” en la plataforma Moodle.