

**Aplicación de la metodología Lean Construction en los proyectos El Country Masai,
Country Living y Los Caobos de la constructora Marval S.A.**

Rafael Alejandro Tarazona Gómez

Informe final de pasantía empresarial presentado para optar el título de Ingeniero Civil

Director

Edwin León Moros

Mg. Dirección y gestión de proyectos

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Facultad de Ingeniería Civil

2024

Dedicatoria

Dedico este trabajo primeramente a Dios y a mi madre Stella Gómez Carvajal por apoyarme en cada paso a paso durante mi carrera profesional y no dejarme desfallecer en ningún momento, a mi tío Monseñor Rafael Antonio Tarazona Mora por darme ejemplo de ser una persona equilibrada y disciplinada para poder alcanzar los objetivos de la vida.

A mi papá Rafael Jesús Tarazona Bermúdez, que a pesar de la distancia estuvo pendiente de mí; a mi familia por parte de mamá por siempre creer en mí y en querer verme como profesional.

A mis amigos de la universidad por haber compartido tantos momentos únicos durante el proceso como estudiantes y por las enseñanzas de los profesores de la universidad.

A la Constructora Marval S.A. por ser la primera empresa que me abrió las puertas para poder dar mi primer paso como practicante profesional.

A la Ingeniera Nathalia, Yaneth y Tatiana, directoras de obra con una excelente calidad humana y profesional y a cada respectivo equipo de trabajo de cada proyecto en la constructora.

Agradecimientos

Agradezco la Universidad Santo Tomás de Bucaramanga junto con la facultad de ingeniería civil por ser el medio por el cual yo adquirí los conocimientos básicos de una carrera tan amplia como la ingeniería civil.

A la Constructora Marval S.A. por ser la empresa pionera en mi primera experiencia profesional que gracias a las grandes obras que ha realizado en el departamento de Santander y poder aportar mi granito de arena en los proyectos Country Living, El Country Masai y Los Caobos.

A cada equipo de obra de la Constructora Marval S.A., ya que ellos tomaron un tiempo de la vida para explicarme el funcionamiento en cada proceso de la construcción de los proyectos.

A mi mamá Stella Gómez Carvajal que ha sido mi principal motor en la vida para crecer cada vez más como persona y como profesional, gracias por ser la mejor mamá del mundo.

Contenido

Introducción	12
1. Perfil de la empresa.....	14
1.1 Misión.....	14
1.2 Visión	14
1.3 Valores	14
1.4 Estructura organizacional.....	14
1.5 Aspectos económicos	15
1.6 Portafolio de productos y servicios	16
1.7 Aspectos del mercado.....	18
1.8 Infraestructura técnica	19
1.9 Recursos técnicos y tecnológicos.....	19
2. Marco normativo.....	20
3. Objetivos de la pasantía	22
3.1 Objetivo general	22
3.2 Objetivos específicos.....	22
4. Desarrollo de la pasantía.....	23
4.1 Realizar seguimiento a las actividades de obra y la planeación de los proyectos El Country Masai, Country Living y Los Caobos con el fin de asegurar que se implemente correctamente la herramienta Last Planner System.	24
4.2 Realizar la inspección de las actividades que están listas para sellos de calidad en obra gris y blanca según parámetros de la metodología definida en el manual de sellos de calidad de la	

Constructora Marval, registrando los datos obtenidos oportunamente en la plataforma de Analytics.....	33
4.3 Modelar el proyecto “Cadena de Valor” de la Constructora Marval en la interacción de las áreas en las diferentes etapas del proyecto.....	38
5. Análisis DOFA resultado de la pasantía	42
5.1 Análisis desde la empresa	42
5.2 Análisis personal	43
6. Aportes.....	43
7. Lecciones aprendidas.....	45
8. Recomendaciones	48
9. Conclusiones	50
Referencias.....	52

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Análisis DOFA desde la empresa</i>	42
Tabla 2. <i>Análisis DOFA personal</i>	43
Tabla 3. <i>Aportes del pasante a los proyectos El Country Masai, Country Living y Los Caobos.</i>	43
Tabla 4. <i>Lecciones aprendidas</i>	46

Lista de figuras

Figura 1. <i>Estructura Organizacional.</i>	15
Figura 2. <i>Sky Tower – Edificio de apartamentos.</i>	17
Figura 3. <i>Pradera del Hato – Conjunto de casas.</i>	17
Figura 4. <i>Edificio Metropolitan Business Park y oficina principal de Marval.</i>	18
Figura 5. <i>Programación a 6 semanas – Proyecto Los Caobos.</i>	26
Figura 6. <i>Programación a 6 semanas – Proyecto El Country Masai.</i>	27
Figura 7. <i>Esquema de la reunión semanal.</i>	28
Figura 8. <i>Ejemplo de citación del correo.</i>	29
Figura 9. <i>Ejemplo de post-it.</i>	30
Figura 10. <i>Reunión semanal – Proyecto El Country Masai.</i>	31
Figura 11. <i>Reunión semanal – Proyecto Country Living.</i>	31
Figura 12. <i>Reunión semanal – Proyecto Los Caobos.</i>	32
Figura 13. <i>Modelo del correo con las actas Last Planner.</i>	33
Figura 14. <i>Ejemplo de acta de acuerdo de calidad.</i>	34
Figura 15. <i>Ejemplo de la alerta de liberación de sellos de calidad.</i>	35
Figura 16. <i>Ejemplo de citación a contratista para la toma del sello de calidad.</i>	36
Figura 17. <i>Ejemplo de la evaluación del sello de calidad.</i>	37
Figura 18. <i>Ejemplo de visualización en la plataforma de Analytics.</i>	38
Figura 19. <i>Ejemplo de caracterización del proceso con el ciclo PHVA.</i>	40
Figura 20. <i>Ejemplo de interacción de áreas por etapas del proyecto.</i>	41

Resumen

El pasante de ingeniería civil en la Constructora Marval tiene como objeto apoyar la metodología Lean Construction en obra en los proyectos El Country Masai, Country Living y Los Caobos asignado por el equipo de lean Marval; cuyas funciones principales se basaron en: el seguimiento de las actividades a desarrollar semana a semana en cada una de las obras por medio del inventario de tareas ejecutadas, reuniones semanales y calificaciones de las actividades desarrolladas; otra función en apoyo del equipo Lean a control interno de la empresa es la inspección de los sellos de calidad tanto en obra gris como en obra blanca; y finalmente el equipo Lean asignó el proyecto de cadena de valor cuyo objeto es la modelación de cualquier proyecto de construcción en el tiempo junto con la interacción de las áreas o departamentos de la empresa para determinar los hitos principales en cualquier proyecto de obra. Por último, se logró llevar a cabo todas las funciones del pasante optimizando tiempos, recursos y generando realidades al momento de la programación del inventario de tareas ejecutadas para un mejor seguimiento a la obra.

Palabras clave: Lean Construction, construcción, ingeniería civil, programación de obra, supervisión de obra

Abstract

The civil engineering intern at Constructora Marval has the purpose of supporting the Lean Construction methodology on site in the projects El Country Masai, Country Living and Los Caobos assigned by the lean Marval team; whose main functions were based on: the follow-up of the activities to be developed week by week in each of the works by means of the inventory of executed tasks, weekly meetings and qualifications of the developed activities; another function in support of the Lean team to the internal control of the company is the inspection of the quality seals both in gray work and in white work; and finally the Lean team assigned the value chain project whose object is the modeling of any construction project in time together with the interaction of the areas or departments of the company to determine the main milestones in any work project. Finally, it was possible to carry out all the functions of the intern, optimizing time, resources and generating realities at the time of scheduling the inventory of executed tasks for a better monitoring of the work.

Keywords: Lean Construction, construction, civil engineering, construction scheduling, construction supervision

Glosario

Acero: es un metal procedente de la aleación de hierro y carbono. Tiene unas características especiales de elasticidad, dureza y resistencia. [1]

Acometida: es la instalación que se hace hacia un edificio desde la red principal de suministro para dotarlo de la energía eléctrica, agua, telefonía y alcantarillado. [1]

Acopio: almacenamiento o depósito provisional de los materiales de construcción a pie de obra. [2]

Adherencia: resistencia tangencial que se produce en la superficie de contacto de dos cuerpos cuando se intenta que uno deslice sobre otro; permite la transmisión de esfuerzos tangenciales entre el hormigón y la armadura a lo largo de toda la longitud de ésta, y también asegura el anclaje de la armadura en los dispositivos de anclaje de sus extremos. [2]

Antepecho: muro que se ejecuta a media altura para protección, pero sin quitar posibles vistas. [1]

Aplomado: que está colocado a plomo, con el empleo de la plomada. [1]

Armadura: varillas de acero que forman una pieza de hormigón armado. [1]

Bajante: canalización vertical de desagüe de aguas pluviales y/o sucias. [1]

Base: apoyo o asiento de algo que, si no tiene entidad suficiente, se mejora o acondiciona. [1]

Bloque: sillar artificial hecho de hormigón o cerámico. [1]

Cadena de valor: un modelo de aplicación general que permite representar de manera sistemática las actividades de cualquier organización ya sea aislada o que forme parte de una corporación; se basa en los conceptos de costo, valor y margen. [3]

Caja de registro: elemento, interior de vivienda, de distribución, conexión y registro que se disponen en las instalaciones de electricidad, comunicación, domótica, etc. [1]

Canalización: tramo de la red de conducciones para el transporte de agua, electricidad, gas u otros en la dirección deseada; por extensión también se denomina canalización a la propia red de servicios. [2]

Cimentación: conjunto de elementos estructurales portantes de un edificio que están empotrados en el suelo. [1]

Desagüe: elemento de fontanería que sirve para evacuar las aguas sucias. Su empleo en el interior de viviendas se refiere al PVC. [1]

Lean Construction: es una nueva forma de producción, cuyo objetivo es eliminar y/o minimizar las pérdidas en los recursos que usamos para construir un proyecto, a fin de generar el máximo valor posible para los clientes. [4]

Last Planner: es un sistema de carácter holístico, lo cual significa que cada una de sus partes es necesaria para soportar la ejecución y la planificación del proyecto bajo un enfoque Lean. Hay que resistir la tentación de utilizar el sistema como si fuera un menú, del cual puedes seleccionar solo las partes que quieres usar. El sistema está compuesto por 5 partes principales. [5]

Planeación de obra: es la administración, coordinación y preparación de todos los recursos que requiere tu empresa para operar un proyecto: recursos humanos, materiales y financieros agrupándolos para operar en un tiempo y costo determinado previamente. [6]

Introducción

En el presente informe se llevará a cabo las funciones y experiencias del pasante de ingeniería civil en Lean Construction en la Constructora Marval S.A., el campo de la construcción es de un constante trabajo y para ello la constructora apuesta por ser mejor cada día, la metodología Lean Construction permite optimizar recursos y tiempo en los procesos del funcionamiento de la construcción debido a que se generan problemas en ejecución de obra, tiempos de programación, perdidas de materiales, entre otros aspectos; por parte del practicante se realiza un seguimiento a las actividades que se programan semana a semana por medio del inventario de tareas ejecutadas y Last Planner System para poder evaluar y obtener un porcentaje el cual determine avance o retroceso en las actividades de obra; de manera paralela el practicante maneja los sellos de calidad que es un manual de procesos, el cual ayuda a revisar cada proceso de construcción en obra (Redes hidráulicas, eléctricas, mampostería, pintura, piso y enchape, etc.) ayudando a identificar hallazgos (malas ejecuciones en la obra) para que sean subsanadas y se realice la correcta ejecución del proceso de la obra. Y, por último, el pasante realiza un proyecto aparte de sus funciones para dejar un plus en la constructora, el proyecto de cadena de valor permite analizar la empresa desde dos perspectivas (Fases del proyecto vs Áreas que interactúan) de tal manera que mientras se avanza en el proyecto se puedan identificar los hitos principales para realizarlos con tiempo y evitar retrasos en los siguientes pasos a seguir del proyecto de obra.

La pasantía genera gran impacto en la construcción de la obra porque permite tener una visión global del proyecto en relación con la ejecución de obra, de esta manera se beneficia internamente la empresa porque permite autoevaluar sus procesos y tiempos para que el cliente que compró su inmueble genere seguridad y confianza en la inversión que está realizando en la

constructora y de esta manera genera una mayor reputación y calificación de la Constructora Marval, quien lleva más de 40 años enfocado en el campo de la construcción.

Finalmente, el documento sintetiza las prácticas empezando por el perfil de la empresa (describiendo su estructura organizacional, aspectos económicos, aspectos del mercado que atiende, entre otros), un marco normativo que como tal la filosofía Lean Construction no tiene, pero la constructora si debe cumplir en el proceso de la ejecución de la obra, sus respectivos objetivos como practicante para la definición de las funciones generales y específicas, el desarrollo de la pasantía, el cual se realiza la descripción de las actividades realizadas en la constructora marval, a partir de ello se hace un análisis DOFA del resultado de la pasantía tanto de la empresa como de manera personal; y por último el documento redacta los aportes, lecciones aprendidas, recomendaciones y conclusiones del pasante durante su periodo de 6 meses.

1. Perfil de la empresa

Marval es una constructora santandereana, con 45 años de experiencia en el desarrollo de proyectos inmobiliarios residenciales —viviendas VIP, No VIS, VIS y segunda vivienda—, comerciales, industriales, hoteleros y de infraestructura que contribuyen al desarrollo económico, social y ambiental en diferentes regiones del país. [7]

1.1 Misión

Contribuir a la creación de bienestar integral y mejoramiento de la calidad de vida de las familias colombianas a través del desarrollo de proyectos inmobiliarios residenciales, comerciales, industriales, de hotelería e infraestructura distinguidos en altos estándares de diseño, calidad y generación de valor. [8]

1.2 Visión

En 2027 habremos consolidado nuestro liderazgo en los principales mercados del país, siendo reconocidos por nuestra oferta de valor innovadora y de alta calidad. Nuestro equipo de trabajo Marval será reconocido por su excelencia, integridad y compromiso con la sociedad. [8]

1.3 Valores

Honestidad - Responsabilidad - Pasión - Compromiso con la sociedad - Lealtad. [8]

1.4 Estructura organizacional

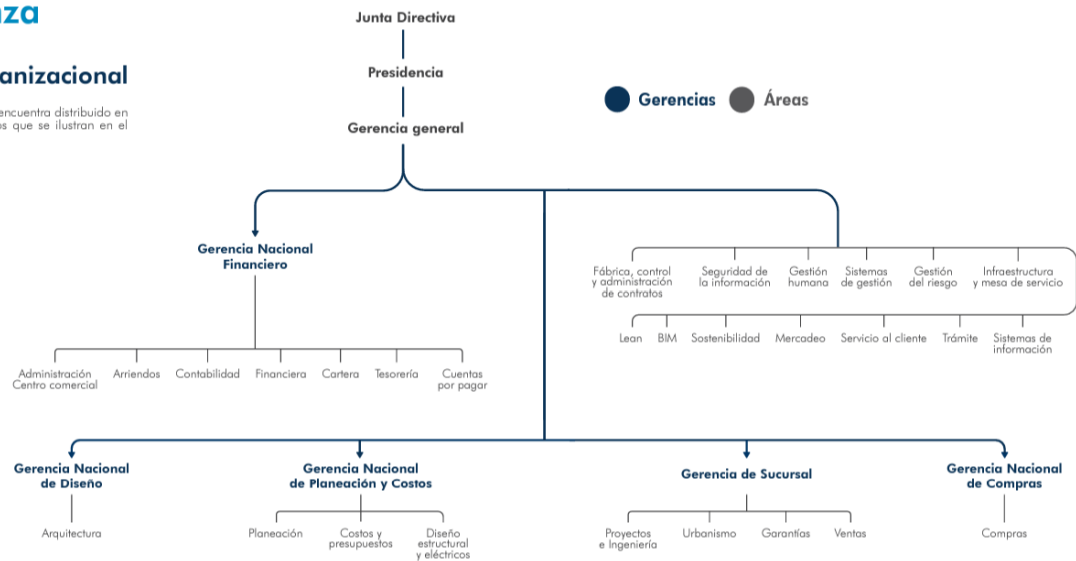
De acuerdo con el reporte de sostenibilidad más reciente de la constructora Marval en el 2022, la estructura organizacional de la empresa se subdivide de la siguiente manera:

Figura 1. Estructura Organizacional.

Gobernanza

Estructura organizacional

El capital humano Manval se encuentra distribuido en las áreas y los departamentos que se ilustran en el siguiente organigrama:



Tomado de Reporte de sostenibilidad (2022).

1.5 Aspectos económicos

De acuerdo con la Constructora Oikos (2023), [9], los principales atributos del sector inmueble y las constructoras de viviendas, oficinas, comercios, centros de servicio, obras y otro tipo de edificaciones, son el dinamismo y el carácter de reactivación que le aportan a la economía de Colombia y muchos países en el mundo. Conoce a continuación por qué la consolidación de este sector implica beneficios en el Producto Interno Bruto (PIB) y para la estabilidad de nuestro país:

- **Contribución al PIB:** la industria de la construcción en Colombia representó alrededor del 5,3% del PIB nacional en 2022.
- **Empleo:** este sector genera empleo directo e indirecto a un gran número de trabajadores en todos los territorios del país. En 2021, se estima que más de 2 millones de personas trabajaron en proyectos de construcción, desde diferentes ramas.

- *Inversiones*: la construcción es una industria altamente inversora. En 2022, se estima que la inversión en proyectos de construcción en Colombia superó los \$20 mil millones de dólares.
- *Creación y diversificación de infraestructura*: el desarrollo urbano y rural se optimiza con la creación de infraestructura básica, que fusiona al sector de la construcción con grupos más especializados para cimentar vías, puentes, puertos, construcciones industriales, comerciales y de servicios.

Un factor que mejora las condiciones de las ciudades y demás poblaciones, generando valor y aprovechamiento de los recursos, que se traducen en satisfacción de la comunidad y el cumplimiento oportuno de los diferentes compromisos con el Estado.

- *Exportaciones*: la construcción es una fuente importante de divisas para Colombia, ya que muchos materiales y servicios se importan para llevar a cabo proyectos de construcción. En 2021, las exportaciones relacionadas con la construcción en Colombia alcanzaron los \$3 mil millones de dólares.

1.6 Portafolio de productos y servicios

Marval es una constructora cuyo enfoque principal es la vivienda de todo tipo, sin embargo, también plantea proyectos como centros comerciales, centros de negocios, entre otras opciones de negocios de construcción.

De acuerdo con los productos que ofrece actualmente es muy amplio el portafolio:

- *Conjuntos residenciales de apartamentos*: el más fuerte en su portafolio de productos, por el cual ofrece desde viviendas tipo VIP, VIS y vivienda de estratos 3, 4 y más.

Figura 2. *Sky Tower – Edificio de apartamentos.*



- *Conjuntos residenciales de casas:* Marval también ofrece construcción de viviendas tipo casa, por el cual va con un enfoque más familiar.

Figura 3. *Pradera del Hato – Conjunto de casas.*



- *Centros de negocios:* Otro producto de Marval son los centros de negocios que por lo cual ellos construyen la edificación y generan ingresos por medio del arrendamiento de los locales.

Figura 4. *Edificio Metropolitan Business Park y oficina principal de Marval.*



Las anteriores figuras son ejemplos de los productos que ofrece Marval, sin embargo, también han ejecutado proyectos con diferentes enfoques tales como: centros industriales y logísticos, centros comerciales, hoteles, centros penitenciarios.

1.7 Aspectos del mercado

El mercado principal de la Constructora Marval son personas cuya edad radica desde unos 27 años en adelante con diferentes opciones de financiación, por esto la Constructora tiene convenios con los programas del gobierno para viviendas tipo VIP y VIS para que sea más amigable al momento del pago de su vivienda. Por otro lado, el mercado de Marval también se abre a familias que tengan la capacidad económica de ubicarse en estratos más altos, ya sea estrato

3 en adelante; y finalmente está el mercado de las empresas, en donde tienen más el enfoque a negocios, por ejemplo: en el centro de negocios de Torre Vitro ubicado en cabecera Bucaramanga le arrendaron el piso 8 completo al Banco de Bogotá para la adecuación de la oficina de ellos.

1.8 Infraestructura técnica

Internamente en la empresa maneja varios softwares, el cual ven reflejados sus diferentes avances de acuerdo con lo que se dedica cada personal, en el campo de la ingeniería se manejan los siguientes sistemas:

- JD Edwards: es el principal ERP (Protocolo de resolución de direcciones) de la constructora donde los ingenieros de obra se remiten a él para realizar sus respectivas funciones, ya sea pedidos de material, cortes de obra, entre muchos otros más.
- Analytics 1.0: es el sistema de plataforma que tienen los programadores e ingenieros para revisar porcentajes de acuerdo con contratos, avances de obra, programación de obra, sellos de calidad, entre otras funciones.

1.9 Recursos técnicos y tecnológicos

El practicante al momento de ingresar a su pasantía, la Constructora Marval hace entrega de los siguientes recursos: computador portátil de la empresa, diadema, casco de seguridad, gafas de seguridad, camisas de presentación, botas punta de acero, arnés de seguridad junto con el absorbedor de impacto.

2. Marco normativo

Actualmente, la filosofía de Lean Construction no maneja una norma colombiana o internacional que obliga a cumplir a las constructoras, sin embargo, durante la práctica se hace seguimiento a las actividades de ejecución en obra que por la cual, si deben cumplir con las normas, tales como:

- *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10)*: se divide en 4 tomos, el Tomo 1 incluye el prefacio, el Título A y B; el tomo 2 incluye el Título C y D; el tomo 3 incluye el Título E y F; y por último el tomo 4 incluye los Títulos G, H, I, J y K. De acuerdo con lo anterior, en la pasantía se logró evidenciar el cumplimiento al Título A, el cual define los requisitos mínimos para el diseño y construcciones de edificaciones en caso de presentar un sismo en la zona ubicada. Por otro lado, el Título B determina cuales son los requisitos mínimos que se deben cumplir con las cargas de la estructura en el diseño, sometida a diferentes fuerzas con sus respectivos factores de seguridad. Finalmente, el Título C, determina los requisitos mínimos para el diseño y la construcción de elementos de concreto estructural para cualquier estructura.

- *Norma Técnica Colombiana (NTC)*: as Normas Técnicas son documentos aprobados por organismos de normalización reconocidos en el ámbito nacional e internacional y sirven para establecer criterios técnicos y de calidad de un producto, un proceso o un servicio; su objetivo de definir y describir métodos de muestreo, ensayo, inspección y auditoría, que permitan evaluar la conformidad de los requisitos de calidad, de uso o desempeño de productos, procesos o servicios.

[10]

- En la construcción se establecen normas técnicas para el concreto, las cuales son:

NTC 396: Ingeniería Civil y Arquitectura. Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto. [11]

NTC 454: concreto Fresco. Toma de muestras. [11]

NTC 504: Ingeniería Civil y Arquitectura. Refrentando de especímenes cilindros de concreto. [11]

NTC 550: concretos. Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra.

NTC 673: concretos. Ensayo de resistencia a la compresión de cilindros normales de concreto. [11]

NTC 890: Ingeniería civil y Arquitectura. Determinación del tiempo de fraguado de mezclas de concreto por medio de su resistencia a la penetración. [11]

NTC 1028: Ingeniería civil y Arquitectura. Determinación del contenido de aire en concreto fresco. Método volumétrico. [11]

NTC 1032: Ingeniería civil y Arquitectura. Método de ensayo para la determinación del contenido de aire en el concreto fresco. Método de presión. [11]

NTC 3318: concreto Premezclado. [11]

NTC 3459: Concretos. Agua para la elaboración de concreto. [11]

NTC 4025: Concretos. Método de ensayo para determinar el módulo de elasticidad estático y la relación de Poisson en concreto a compresión. [11]

- *Plan de ordenamiento territorial (POT)*: es un instrumento técnico y normativo de planeación y gestión del territorio; conformado por un conjunto de acciones y políticas, administrativas y de planeación física, que orientan el desarrollo del territorio municipal en el corto, mediano y largo plazo, regulando la utilización, ocupación y transformación del espacio físico urbano y rural. [12]
- Se revisaron que los proyectos de El Country Masai y el Country Living cumplieran con el plan de ordenamiento territorial (POT) de Floridablanca y el proyecto de Los Caobos cumpliera

con el plan de ordenamiento territorial de Girón, ya que deben cumplir con las exigencias del POT de acuerdo a la ubicación del proyecto.

3. Objetivos de la pasantía

3.1 Objetivo general

Efectuar la metodología Lean Construction en la fase de ejecución de la obra de los proyectos El Country Masai, Country Living y Los Caobos en la Constructora Marval.

3.2 Objetivos específicos

Realizar seguimiento a las actividades de obra y la planeación de los proyectos El Country Masai, Country Living y Los Caobos con el fin de asegurar que se implemente correctamente la herramienta Last Planner System.

Realizar la inspección de las actividades que están listas para sellos de calidad en obra gris y blanca según parámetros de la metodología definida en el manual de sellos de calidad de la Constructora Marval, registrando los datos obtenidos oportunamente en la plataforma de Analytics.

Modelar el proyecto “Cadena de Valor” de la Constructora Marval en la interacción de las áreas en las diferentes etapas del proyecto.

4. Desarrollo de la pasantía

La metodología Lean en la empresa Marval está enfocada en 3 ejes principales, los cuales son: Lean Design, Lean Office y Lean Constuction. El pasante se encuentra ubicado en Lean Construction, con el fin de hacer efectiva la metodología en la ejecución de la obra, es decir, en el proceso de la construcción en los proyectos El Country Masai, Country Living y Los Caobos; en cada uno de los proyectos se debe enfocar en 3 funciones principales. Como primera función, el pasante lleva a cabo el Last Planner System que es la herramienta de Lean Construction para la planificación y control de la producción del proyecto, cuyo objetivo es crear un flujo de trabajo que logre una ejecución confiable tanto para contratistas como para el equipo de obra, es decir, se encuentran dos tipos de reuniones: planificación intermedia y planificación semanal. La planificación intermedia se realiza con el equipo de obra, en el cual lleva un orden del día, quien lidera la reunión es el programador de obra junto con el practicante donde se mencionan las actividades programadas y las que se van a programar del área de fábrica de contratos, logística junto con el equipo de ingeniería y en la reunión de se encuentra el o la gerente del proyecto. Por otro lado, la planificación semanal la lidera es el practicante Lean con apoyo del programador de obra junto con el equipo de obra y se lleva a cabo la programación de las actividades de obra, iniciando con la justificación de las actividades que no se realizaron en la semana, programando las de la siguiente semana y socializando con todos los contratistas, después se mencionan los temas de los materiales quien está el ingeniero logístico en la reunión para hablar del tema y finalmente la respectiva retroalimentación del inspector de seguridad y salud en el trabajo. Seguido de la planificación o reunión semanal el practicante se encarga de realizar la calificación semanal para enviar el correo a todos los implicados de la reunión.

En segunda función, el practicante apoya al departamento de control interno en realizar la inspección de las actividades que están listas para sellos de calidad en obra gris y blanca de acuerdo con el manual de sellos de calidad que estableció control interno para evaluar las actividades de la obra, después se registran los datos obtenidos en la plataforma de Analytics.

Y, por último, en tercera función aporta al equipo Lean y por lo tanto a la Constructora Marval en el proyecto de innovación asignado como “Cadena de Valor”, el cual el objetivo del practicante es modelar la interacción de las áreas por las etapas del proyecto.

4.1 Realizar seguimiento a las actividades de obra y la planeación de los proyectos El Country Masai, Country Living y Los Caobos con el fin de asegurar que se implemente correctamente la herramienta Last Planner System.

Al momento de llevar a cabo la ejecución de la obra es importante tener en cuenta la programación de obra para poder percibir el porcentaje de avance o retraso que posee la obra para poder cumplir con los tiempos de entrega de dicho proyecto, de esta manera el equipo Lean utiliza la herramienta Last Planner System que quien lo maneja es el practicante de Lean con el fin de trazar objetivos reales en la planificación para poder llegar a la meta final, dejando trazabilidad de los hechos, generando restricciones y siendo lo más real posible en el proceso. Por esto, se establece un horario semana a semana de planificación intermedia y semanal, horario que permite que cada persona involucrada al proyecto determine sus funciones primarias y la suma de ellas permita que el proyecto avance en conjunto. Para cada reunión se establecen unos lineamientos para llevar más a mena la reunión, tocando temas puntuales, siendo óptimos en el trabajo de cada uno y así poder avanzar de manera más eficaz y que cada equipo de trabajo pueda seguir avanzando en sus funciones regulares.

4.1.1 Planificación intermedia

En el proyecto El Country Masai la planificación intermedia se realiza todos los lunes a las 7:00 am, conformado por la gerente del proyecto la Ing. Diana García, la programadora de obra la Ing. Marcela Riaño, la directora de obra la Ing. Nathalia Álvarez, los ingenieros residentes, el Ing. Jhon Barba, el Ing. José Pérez y el Ing. Julián Rugeles, la ingeniería logística la Ing. Ruth Maldonado, la ingeniera de fábrica de contratos la Ing. Paula Galvis y el practicante Lean Rafael Tarazona.

En el proyecto Country Living la planificación intermedia se realiza todos los lunes a las 10:00 am, conformado por la gerente del proyecto la Ing. Diana García, la programadora de obra la Ing. Marcela Riaño, la directora de obra la Ing. Tatiana Rondón, los ingenieros residentes, la Ing. María Castellanos y el Ing. Luis Carlos Peña, el ingeniero logístico el Ing. Antonio Ballesteros, el ingeniero de fábrica de contratos el Ing. Juan Felipe Cubides y el practicante Lean Rafael Tarazona.

En el proyecto Los Caobos la planificación intermedia se realiza todos los miércoles a las 7:00 am, conformado por la gerente del proyecto la Ing. Diana García, la programadora de obra la Ing. Marcela Riaño, la directora de obra la Ing. Yaneth Bautista, el ingeniero residente el Ing. Diego Pimentel, el ingeniero logístico el Ing. Antonio Ballesteros, el ingeniero de fábrica de contratos el Ing. Juan Felipe Cubides y el practicante Lean Rafael Tarazona.

La planificación intermedia se lleva a cabo en 3 fases en cada uno de los proyectos:

- *Antes:* el objetivo es preparar las actividades de la planificación intermedia, conocer el estado de las restricciones pendientes y gestiones importantes que se deben resolver, para ello cada personal debe tener presente la planeación maestra y los hitos del proyecto en la etapa de construcción. Por otro lado, se debe tener claro las actividades que se van a ejecutar en las próximas

6 semanas, que el facilitador que es el practicante organiza en el tablero de la programación a 6 semanas.

- *Durante:* en este momento de la reunión se tienen en cuenta 2 aspectos. El primer aspecto es la revisión de la liberación de las restricciones, el cual se revisa por parte de la programadora y el practicante los compromisos de gestión pactados en semanas anteriores y verificar si se liberaron las restricciones con compromisos vencidos; las restricciones vencidas que no fueron liberadas se les debe agregar nueva fecha en el tablero y finalmente el cálculo del porcentaje de promesas cumplidas (PPC) se realiza de manera global para todo el equipo de Marval. Y el segundo aspecto es la planeación a 6 semanas e identificación de restricciones, en compañía de todo el equipo administrativo y con base al plan maestro, se identifican en el tablero las actividades a desarrollar en las siguientes 6 semanas. De estas actividades se deben identificar las restricciones que se puedan presentar para poder desarrollar la actividad, por ejemplo, contratos, materiales, mano de obra, equipos, temas de diseño. De la segunda reunión en adelante, se pasa a revisar actividades de la sexta semana para nuevamente completar seis semanas junto con las restricciones que se transforman en un compromiso del personal directo junto con la fecha.

Figura 5. Programación a 6 semanas – Proyecto Los Caobos.



Figura 6. Programación a 6 semanas – Proyecto El Country Masai.

- *Después:* al finalizar la identificación y liberación de las actividades / restricciones, se debe realizar el mismo procedimiento en la plataforma Analytics. Las restricciones que no estén establecidas en este medio se deberán crear. De esta manera se lleva seguimiento en la plataforma y se realiza la calificación global del equipo, la cual debe ser socializada en la reunión intermedia realizada semanalmente.

4.1.2 Planificación semanal

En el proyecto El Country Masai la planificación semanal se realiza todos los martes a las 3:00 pm, conformado por la programadora de obra la Ing. Marcela Riaño, la directora de obra la Ing. Nathalia Álvarez, los ingenieros residentes, el Ing. Jhon Barba, el Ing. José Pérez y el Ing. Julián Rugeles, la ingeniería logística la Ing. Ruth Maldonado, el inspector en seguridad y salud en el trabajo Carlos Andrés Ramírez, el practicante Lean Rafael Tarazona y los respectivos contratistas de acuerdo al avance de la obra, esto quiere decir que solo asisten los contratistas que están activos en el proceso de la ejecución de la obra.

En el proyecto Country Living la planificación semanal se realiza todos los miércoles a las 10:00 am, conformado por la programadora de obra la Ing. Marcela Riaño, la directora de obra la Ing. Tatiana Rondón, los ingenieros residentes, la Ing. María Castellanos y el Ing. Luis Carlos Peña, el ingeniero logístico el Ing. Antonio Ballesteros, el inspector de seguridad y salud en el trabajo Daniela Plata, el practicante Lean Rafael Tarazona y los respectivos contratistas de acuerdo al avance de la obra, esto quiere decir que solo asisten los contratistas que están activos en el proceso de la ejecución de la obra.

En el proyecto Los Caobos la planificación semanal se realiza todos los viernes a las 3:00 pm, conformado por la programadora de obra la Ing. Marcela Riaño, la directora de obra la Ing. Yaneth Bautista, el ingeniero residente el Ing. Diego Pimentel, el ingeniero logístico el Ing. Antonio Ballesteros, el inspector de seguridad y salud en el trabajo Adriana Ramírez, el practicante Lean Rafael Tarazona y los respectivos contratistas de acuerdo al avance de la obra, esto quiere decir que solo asisten los contratistas que están activos en el proceso de la ejecución de la obra.

La planificación semanal se lleva a cabo en 3 fases en cada uno de los proyectos:

Figura 7. Esquema de la reunión semanal.

Esquema de la reunión:



- *Antes:* previo a cada reunión semanal (el día anterior) se debe enviar un correo a todos los contratistas con los siguientes parámetros para la reunión: convocatoria (fecha y hora de la

reunión), Inventario de Trabajo Ejecutable (ITE) el cual es la lista de actividades que la realiza el facilitador (practicante Lean) con el apoyo del director de obra teniendo en cuenta la programación maestra y el seguimiento de los compromisos de la semana anterior, el director de obra determina las prioridades de las actividades de la obra porque hay actividades que no permiten que se puedan avanzar con las siguientes actividades, la explicación y motivación a que revisen el ITE y basado en las prioridades traigan a la reunión luego de verificar los recursos en terreno, sus propias tareas que puedan hacer (ITE).

-

Figura 8. Ejemplo de citación del correo.

Asunto: Reunión semanal - LAST PLANNER (Proyecto y hora)

Señores Contratistas obra XXXX

Cordial saludo,

Mediante el presente correo me permito recordarles su asistencia a la reunión de planificación semanal llevada a cabo en el campamento de obra el día de mañana (FECHA).

Hora: La reunión se llevará a cabo a las xxx en la **sala de juntas de la obra XXXX**.

Inventario de Tareas Ejecutables y Prioridades*:

Para la reunión de mañana se requiere que traigan preparado los papeles de colores con las actividades que se **comprometen** a realizar durante la semana.

Adicionalmente, es importante tener claro las posibles restricciones para realizar dichas actividades para expresarlas durante la reunión y tratar de darle solución con el equipo de Marval.

Para esto se adjunta la siguiente lista de posibles actividades a programar:

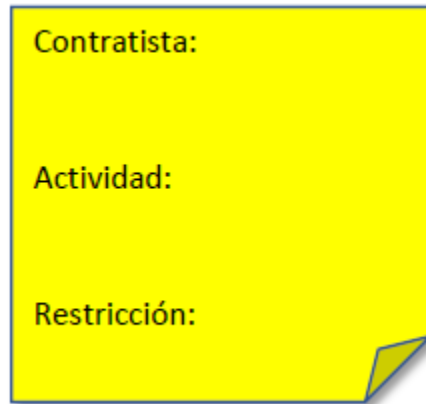
UBICACIÓN	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	META
xxx	xxx	xxx	xxx
xxx	xxx	xxx	xxx

(Esta lista se debe exportar del registro realizado en **Analytics** (ITE). Se puede exportar en Excel y pegar la tabla o exportar en PDF y adjuntar el documento.)

Una vez los contratistas tengan las actividades ejecutables y prioridades identificadas, cada contratista debe presentar de manera escrita en un post-it las actividades que realizará durante la semana, y en caso de existir se deben incluir las restricciones asociadas a cada actividad. Dichas

actividades serán evaluadas en la reunión y se hará seguimiento hasta la siguiente planificación semanal.

Figura 9. *Ejemplo de post-it.*



Contratista:

Actividad:

Restricción:

Los post-it son las actividades diarias que el contratista se compromete a realizar y pueden ser porcentaje de la actividad. Además, se debe escribir el sector, ubicación o zona específica en el post-it.

- *Durante:* en la reunión se establece un orden del día, donde el primer punto a tratar es la revisión del no cumplimiento de los compromisos (PAC), explicar por qué no se pudo avanzar en dicha actividad para después realizar el análisis de la causa raíz (CNC), seguidamente se realiza la programación de las actividades de la próxima semana en el tablero de la planeación semanal y es donde cada contratista pasa al frente del tablero y sustenta día a día sus actividades de obra. Es posible que al final de la programación se realice modificación de los compromisos debido a temas puntuales que se hayan dejado pendiente por solucionar, o que hayan surgido nuevas restricciones posteriores.

Figura 10. *Reunión semanal – Proyecto El Country Masai.*



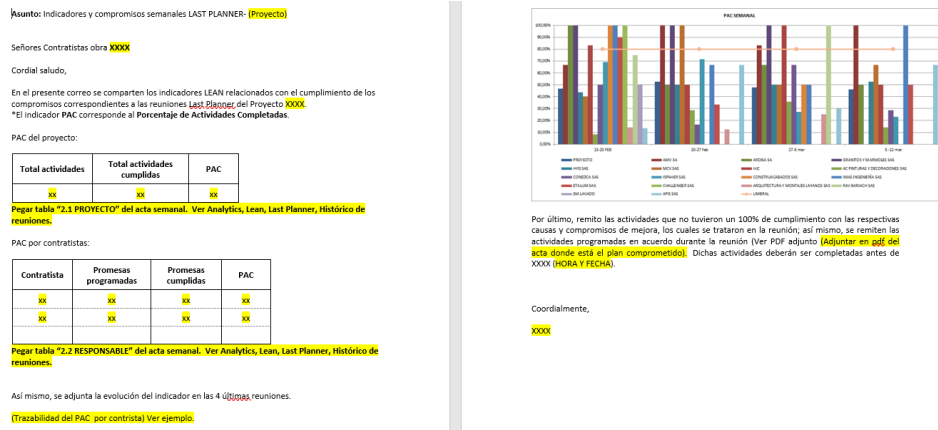
Figura 11. *Reunión semanal – Proyecto Country Living.*



Figura 12. *Reunión semanal – Proyecto Los Caobos.*



- *Después:* al finalizar la reunión se realiza el envío del plan de trabajo semanal e indicadores LEAN, donde se procesa la información en Analytics, para que finalmente se envíe el correo donde a los contratista y equipo de trabajo se les socializa el porcentaje de actividades cumplidas (PAC) del proyecto, el porcentaje de actividades cumplidas (PAC) de cada contratista, las causas del no cumplimiento y acciones definidas para que vuelva a suceder y finalmente los compromisos de los contratistas de la semana en curso. Y en conjunto se realiza la actualización de los tableros visuales con el objetivo de reforzar una gestión visual en el proyecto, el PAC se publica en el tablero de calificación a los contratistas y se coloca en el sitio de la reunión de la obra.

Figura 13. Modelo del correo con las actas Last Planner.


4.2 Realizar la inspección de las actividades que están listas para sellos de calidad en obra gris y blanca según parámetros de la metodología definida en el manual de sellos de calidad de la Constructora Marval, registrando los datos obtenidos oportunamente en la plataforma de Analytics.

El sello de calidad es la evaluación del producto que permite conocer si el mismo es o no es conforme a los criterios de calidad definidos por la compañía Marval, en este caso el área de control interno junto con el área Lean realizan la inspección del sello de calidad por medio del practicante Lean.

4.2.1 Acta de acuerdo de calidad

Inicialmente, antes de comenzar cualquier proceso constructivo por el contratista y por el equipo de obra se diligencia un acta de acuerdo de calidad donde el contratista se compromete con la Constructora Marval, en ejecutar su actividad de manera correcta y de acuerdo con los criterios que establece tanto la compañía como las normas de construcción colombianas. Para ello hay actas de acuerdo de calidad en: estructura, redes eléctricas, redes hidrosanitarias, mampostería y pañete,

afinado, impermeabilización, vanos de estructura y mampostería, estuco, enchape, ventanería, drywall, carpintería madera, puertas, pintura y superboard,

Figura 14. Ejemplo de acta de acuerdo de calidad.

FORMATO					
ACTA DE ACUERDO DE CALIDAD					
Código: FT-GIR-CAL-005		Versión: 002		Fecha: 17/02/2021	
Página: 1 de 1					
ACTIVIDAD PROTOTIPO:		DRYWALL			
FECHA:	AN8 Y NOMBRE CONTRATISTA:		DIRECTOR DE OBRA:	REPRESENTANTE:	
PROYECTO:	TORRE:				
TIPOLOGIA DE INMUEBLES Y M ² :			N° INMUEBLES:		
INFORMACIÓN DE ENTRADA PARA INSPECCIÓN DE SELLO DE CALIDAD					
Una vez verificadas las especificaciones técnicas del proyecto, los planos tipo, los kit de acabados aplicables y realizado el recorrido de la primer actividad ejecutada por el contratista por tipología de inmueble se debe aplicar el primer sello dejando en Analytics las muestras de los números de inmuebles inspeccionados con sus respectivas observaciones, hallazgo y registro fotográfico por cada tipo de inmueble, se pactan los criterios aplicables para desarrollar las actividades a fin de que sean revisadas en la entrega a satisfacción de dichas actividades por parte del Proyecto y a su vez son los parámetros para la aplicación de sellos de calidad conforme a los siguientes parámetros:					
PARÁMETRO	CRITERIO	OBSERVACIÓN	VALOR ACEPTACIÓN	TOLERANCIA	UNIDAD DE MEDIDA
DRYWALL	ESTADO Y ACABADO	Defectuoso: presenta grietas, huecos, hendiduras, el acabado no es homogéneo, se ven las cintas, conforme a las especificaciones técnicas y contractuales.	CUMPLE O DEFECTUOSO	N/A	N/A
A continuación Lista de chequeo para su USO el desarrollo de actividades que deberán ser de estricto cumplimiento para lograr el estándar de calidad en la ejecución de sus actividades:					
ÍTEM A REVISAR			ÍTEM A REVISAR		
1	Debe corresponder a lo definido en las especificaciones del proyecto.	7	No debe presentar grietas ni huecos.		
2	Revisar el tipo si es estándar o RH de acuerdo a la zona.	8	Acabado homogéneo y uniforme.		
3	Revisar el tipo uno (1), dos (2) y tres (3).	9	No debe verse las cintas.		
4	No se deben percibir uniones ni ondulaciones.	10	Limpieza del sitio de trabajo.		

La única acta de acuerdo de calidad que no realiza control interno con el practicante Lean es la de la estructura, ya que esta acta la realiza una supervisión técnica a la constructora, ya que la norma le exige que debe ser un tercero.

De acuerdo con las actas de acuerdo de calidad en el proyecto Country Living se procedió a realizar el acta de acuerdo de calidad de redes eléctricas y redes hidrosanitarias, ya que el proyecto se encontraba en estructura; el proyecto El Country Masai se procedió a realizar el acta de calidad de redes eléctricas, redes hidrosanitarias, mampostería y pañete, afinado, estuco y ventanería durante los 6 meses de la practica; y finalmente en el proyecto Los Caobos se procedió a realizar acta de acuerdo de calidad en la torre 6 de ventanería, enchape, drywall, puertas, pintura segunda mano y tercera mano; en la torre 5 se procedió a realizar acta de acuerdo de calidad de

mampostería y pañete, afinado, enchape, ventanería y pintura de segunda mano durante los 6 meses de la pasantía.

4.2.2 Inspección de sellos de calidad

El procedimiento que se debe llevar a cabo para la toma del sello de calidad es el siguiente:

- *Alerta de liberación de sellos a dirección de obra:* al momento de revisar los avances de obra se puede identificar en qué momento quedó finalizada dicha ejecución. En ese momento el practicante informa por medio de un correo a la dirección de obra, ya que son los autorizados para liberar los sellos desde la plataforma Analytics.

Figura 15. Ejemplo de la alerta de liberación de sellos de calidad.

sdmoreno

De: Diana Lorena Sierra Delgado <DSIERRA@marval.com.co>
Enviado el: lunes, 7 de diciembre de 2020 11:06 a. m.
Para: Dennyzy Tatiana Rondon; Manuel Moya
CC: LAURA MARCELA PICO CASANOVA; SERGIO DAVID MORENO MILLAN
Asunto: ALERTA LIBERACION SELLO CALIDAD OBRA GRIS- VENTURA (TORRE 4)

Cordial Saludo

Con el fin de garantizar la correcta ejecución de la secuencia, los procesos constructivos y a su vez asegurar la inspección de calidad para las unidades recibidas a satisfacción. Agradecemos la liberación de Sellos obra Gris que se detallan a continuación, ya que en el recorrido se evidencia que se encuentran con avance.

ALERTA LIBERACION DE SELLOS DE CALIDAD			
TORRE	PISOS	SELLOS DE OBRA	CRITERIOS
4	2 AL 13 (Serie 25, 26, 30)	Gris	Mampostería y Pañete

Es importante tener en cuenta que la actividad de liberación de inmuebles debe ir de acuerdo al avance en productividad del proyecto y en tiempo real.

NOTA: la revisión de sellos se tiene programada para el día Viernes, 11 de Diciembre del 2020

Cordialmente

Diana Lorena Sierra Delgado

- *Citación a contratistas para inspección del sello de calidad:* una vez se haya realizado la liberación del sello, el practicante se comunica con el contratista para acordar fecha y hora de la toma del sello de calidad y lo deja plasmado por medio del correo electrónico.

Figura 16. Ejemplo de citación a contratista para la toma del sello de calidad.

sdmoreno

De: David Gilberto Fernandez Gonzalez <dgfernande@marval.com.co>
Enviado el: sábado, 23 de enero de 2021 12:42 a. m.
Para: atencionmarval@etalum.com; FRANZ ALEXANDER HERAZO ORTEGA; duartehidrosanitariasygassas@gmail.com
CC: RODRIGUEZ RODRIGUEZ FABIO ELBERTO; ACOSTA RUBIANO DARIO; SUAREZ PALENCIA VLADIMIR; LAURA MARCELA PICO CASANOVA; SERGIO DAVID MORENO MILLAN
Asunto: INSPECCIÓN SELLOS DE OBRA LIBERADOS - BULEVAR DEL PUENTE

Cordial Saludo,

Por medio del presente notificamos fecha de Inspección y programación de sellos PROYECTO **BULEVAR DEL PUENTE** de las siguientes actividades:

TORRE	SELLO	CONTRATISTA	FECHA DE INSPECCIÓN
5	Obra Blanca / Ventanas	Etalum SAS	Lunes 25 de enero de 2021 - 7:30 a.m.
7	Obra Gris / Redes Eléctricas	AMV SA	Lunes 25 de enero de 2021 - 1:30 p.m.
7	Obra Gris / Redes Hidrosanitarias	Duarte Hidrosanitarias y Gas SAS	Lunes 25 de enero de 2021 - 1:30 p.m.
6	Obra Blanca / Ventanas	Etalum SAS	Miércoles 27 de enero de 2021 - 7:30 a.m.

De acuerdo a lo anterior, de manera atenta solicitamos a la Dirección del proyecto, la socialización de la fecha de inspección a los representantes de cada Contratista y así garantizar su asistencia, siendo ésta de carácter obligatorio.

Cordialmente,

DAVID G FERNANDEZ GONZALEZ
PRACTICANTE DE INGENIERÍA
 Obra Bulevar d del Puente
 PBK: 6333 987 / Piedecuesta - Colombia



- *Formato del sello de calidad:* al momento de ir a realizar la inspección del sello de calidad se requiere imprimir el formato para el registro de la información, este formato varía dependiendo de la actividad que haya finalizado.

Figura 18. Ejemplo de visualización en la plataforma de Analytics.

PROYECTO SELLO		VENTURA Estructura/obra gris				
▼ Estado		Volver				
ABIERTO (18)						
▼ UNIDAD						
226 (1)						
228 (4)						
229 (2)						
230 (2)						
426 (2)						
428 (1)						
429 (4)						
430 (2)						
Seleccionar varios						
UNIDAD	CRITERIO	UBICACION	Estado	COMENTARIO		
⊕	429	ALINEACION VERTICAL	Alcoba principal	ABIERTO	+	
⊕	429	ALINEACION VERTICAL	Otros	ABIERTO	+	
⊕	426	ALINEACION VERTICAL	Alcoba principal	ABIERTO	+	
⊕	230	ALINEACION VERTICAL	Alcoba principal	ABIERTO	+	
⊕	228	ALINEACION VERTICAL	Sala	ABIERTO	+	
⊕	226	ALINEACION VERTICAL	Alcoba auxiliar 2	ABIERTO	+	

4.2.3 Informe de sellos de calidad

Por último, el informe de sello de calidad es quien resume el trabajo ejecutado en cada proyecto que trabaja de la mano con el cierre de los hallazgos, en la plataforma Analytics se debe ver reflejado en cada unidad de muestra el numero 0 por el cual significa que ya no se encuentra ningún hallazgo. Sin embargo, si se encuentra el número 1, se debe reflejar en el informe junto con evidencia que se encuentra una inconsistencia y debe ser subsanada por el contratista de obra con revisión del equipo de ingeniería de obra. El informe de sellos de calidad se presenta de manera ejecutiva y sin mucho preámbulo siendo conciso con el apartamento en el que se encuentra el hallazgo, que patología presenta el hallazgo y su respetivo registro fotográfico para que quede de manera más clara la inconsistencia del hallazgo.

4.3 Modelar el proyecto “Cadena de Valor” de la Constructora Marval en la interacción de las áreas en las diferentes etapas del proyecto

El proyecto de cadena de valor permite entender en dónde se encuentra la constructora y en qué consiste la generación y transformación del valor en la compañía. En este proyecto se unió el equipo Lean con el área de sistemas integrados de gestión con el fin de identificar 2 aspectos

importantes al momento de realizar un proyecto: el primer aspecto es identificar quienes son los actores en este caso áreas o terceros que intervienen en cada actividad y como segundo aspecto generar acuerdos de servicio entre las partes para cumplir las actividades, que permitan garantizar que los procesos de la compañía concuerdan en sus entradas y salidas. El proyecto de cadena de valor tiene como objetivo es modelar la interacción de las áreas en las diferentes etapas del proyecto durante los 6 meses de la pasantía.

4.3.1 Ciclo PHVA de cada área de MARVAL S.A

Por parte del área de sistema de gestión se recopila la información en mapas de procesos, por el cual la constructora lleva a cabo procesos estratégicos, misionales y de apoyo. En dónde los estratégicos son aquellos procesos que incluyen actividades a nivel global que determinan la orientación estratégica de la compañía, a partir del planteamiento y evaluación de lineamientos organizacionales que condicionan la gestión de los demás procesos; los misionales son aquellos procesos que incluyen actividades relacionadas con el flujo de valor de la compañía y que se orientan a la satisfacción de las necesidades y expectativas de los cliente; y finalmente, los de apoyo son aquellos procesos que incluyen actividades para soportar, facilitar y viabilizar la gestión de los demás procesos de la compañía.

Según Martins Julia, (2022), [13] el ciclo PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar) es una estrategia interactiva de resolución de problemas para mejorar procesos e implementar cambios. El ciclo PHVA es un método de mejoras continuas. No es un proceso que se ejecuta una sola vez, sino un espiral continuo que busca mejorar los procesos e iteraciones. Al seguir el ciclo PHVA, los equipos desarrollan hipótesis, ponen a prueba las ideas y las mejoran. El ciclo PHVA es una técnica muy útil para abordar, analizar y resolver problemas en empresas. Dado que el ciclo

PHVA se basa en el proceso de mejora continua, ofrece un alto nivel de flexibilidad y mejora iterativa.

Para ello se logró identificar que caracterización dentro del ciclo PHVA tienen las entradas de cada uno de los subprocesos en cada área. Se evaluó el área gerencial, planeación de proyectos, gestión comercial, gestión financiera, compras y logística, diseño y desarrollo, fábrica de contratos, gestión humana, gestión del riesgo, garantías y planta física, construcción, servicio al cliente, sistemas de gestión y gestión tecnológica.

Figura 19. Ejemplo de caracterización del proceso con el ciclo PHVA.

CARACTERIZACIÓN DE PROCESO									
CONSTRUCCIÓN									
Código: CP-ING-ING-001			Versión: 002		Fecha: 01/02/2022		Página: 1 de 4		
INFORMACIÓN GENERAL									
MISIONAL									
Desarrollar proyectos de construcción bajo criterios de calidad, costo y tiempo, satisfaciendo las necesidades y expectativas de los clientes.									
Gerencia de Proyectos									
OBJETIVO DEL SUBPROCESO	PROVEEDORES	ENTRADAS	PH ¹	ACTIVIDADES		ÁREA(S) RESPONSABLE(S)	SALIDAS	CLIENTES	
	Proceso: Planeación y Gestión Estratégica de Proyectos	- Aspectos técnicos y legales aplicables a los proyectos. - Planeación del método constructivo. - Secuencia de construcción (Etapas y/o fases). - Especificaciones técnicas. - Programación general del workflow. - Presupuestos de proyectos.	P	Plantear la logística interna y esquema de seguridad física de las obras, incluyendo especificaciones de locaciones provisionales, servicios públicos provisionales, campamentos, casino, almacén, disposición de residuos, cerramientos, entre otras.		Ingeniería	- Plan logístico. - Layout. - Esquema de seguridad física de las obras. - Especificaciones de locaciones provisionales.	Proceso: Construcción	
	Proceso: Diseño y Desarrollo	- Planos de diseños arquitectónicos y urbanísticos. - Información de modelos virtuales.							
	Proceso: Construcción	- Programación maestra de proyectos. - Estrategia constructiva.							

4.3.2 Ubicación de las áreas de la constructora en las etapas de un proyecto

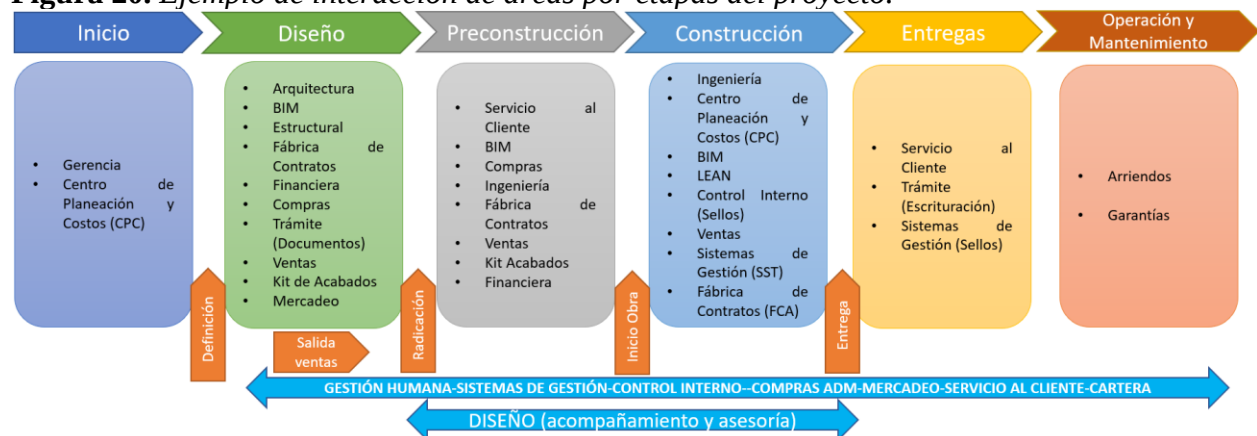
Teniendo identificadas las actividades del ciclo PHVA, el siguiente objetivo del proyecto es la ubicación de las áreas de la constructora en las etapas de un proyecto con la respectiva caracterización del proceso, esto quiere decir que cada uno de los procesos debe tener su caracterización, sin embargo como desde el área de sistemas de gestión y el equipo Lean no llega a profundidad que función tiene cada área, fue de vital importancia realizar reuniones con cada

representante principal de cada área para catalogar y caracterizar cada función dentro de las fases del proyecto, el cual se llevó un Excel recopilando la información y determinando que funciones de cada área son las más importantes para planificarlas como hitos principales en el proyecto de obra. Para ello se realizó un Excel donde se especifica el tipo del proceso, proceso, subproceso, actividad, fase, área relacionada y observaciones.

4.3.3 Modelo de la interacción de las áreas con las etapas del proyecto en Bizagi Modeler

Finalmente, teniendo la información organizada en el Excel de caracterización por fases del proyecto junto con las actividades, se organizó en el software Bizagi Modeler la información recolectada con el fin de obtener una mejor visualización grafica. El modelo en el programa Bizagi Modeler es de uso exclusivo de la constructora. Y así, de esta manera se logró con el primer objetivo del proyecto de cadena de valor que se realizó durante los 6 meses de la pasantía, es decir, el 50% del proyecto quedó realizado; el otro 50% es llegar a lograr acuerdos de servicios entre áreas para los hitos principales en las fases del proyecto con el fin de optimizar tiempos y recursos.

Figura 20. Ejemplo de interacción de áreas por etapas del proyecto.



5. Análisis DOFA resultado de la pasantía

5.1 Análisis desde la empresa

Por medio de la siguiente tabla, se evidencia el análisis DOFA desde la empresa.

Tabla 1. Análisis DOFA desde la empresa

Debilidades	Oportunidades
Teniendo en cuenta que la empresa Marval es una constructora a nivel nacional, estandariza procesos administrativos, al momento en el que surge un imprevisto quedan paradas dichas actividades esperando a que se realice primero el proceso administrativo. Cada funcionario de la empresa tiene una alta carga laboral, desde el punto de vista del equipo de ingeniería cuando se están llevando a cabo todos los espacios de trabajo el ingeniero encargado no da abasto para revisar la ejecución de obra ya que debe estar solicitando material de acuerdo con los diseños para que puedan llegar a obra en el tiempo programado. Incumplimiento en los tiempos de entrega por parte de los proveedores, esto afecta directamente a la constructora debido a que si no llega un material perjudica el trabajo del contratista y las actividades posteriores. Rotación interna del personal, al momento de una renuncia, queda vacío el puesto de trabajo y a medida que pasa el tiempo o por falta de experiencia en el puesto de trabajo.	Las auditorías Last Planner, los practicantes visitan durante los 6 meses las otras obras en función de auditor Lean, esto permite que se dé a conocer buenas prácticas o aspectos por mejorar dentro de los procesos administrativos internos de la empresa o en la ejecución de la obra. Mejora en el cargo profesional, la empresa ofrece la oportunidad de seguir creciendo profesionalmente internamente en la empresa, esto depende de la evaluación interna de la constructora. Capacitaciones y actualizaciones en la construcción, por medio de la constructora se realizan capacitaciones con empresas como por ejemplo Cemex, Argos, entes gubernamentales; son de gran ayuda para crecer profesionalmente y estar actualizado en el campo de la construcción.
Fortalezas	Amenazas
El gran talento profesional de los trabajadores de la empresa, el cual permite avanzar en los conocimientos de manera rápida y eficaz generando soluciones y toma de decisiones correctamente. La organización de los equipos de trabajo y su cooperación con las diferentes áreas permite obtener un flujo de trabajo constante, generando buenas prácticas al momento de realizar las actividades, creatividad a la resolución de problemas, entre muchos otros casos. La mejora continua, este espacio está diseñado para corregir errores internos y externos, de tal manera que siempre están abiertos al diálogo y corrección de los errores.	La recesión económica del país es un principal factor, ya que va ligado directamente al campo de la construcción debido a que el mercado no circula y no se genera el pensamiento de adquirir un inmueble o finca raíz. La inflación de la materia prima es una problemática que afecta directamente a la construcción debido a que altera los precios y genera altos costos para la compra de materiales y para los clientes que al final desean adquirir una vivienda.

Nota: Matriz DOFA (Debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas).

5.2 Análisis personal

Por medio de la siguiente tabla, se evidencia el análisis DOFA desde lo personal.

Tabla 2. Análisis DOFA personal

Debilidades	Oportunidades
Una de las principales debilidades, por no decir la principal debilidad, es la falta de experiencia del practicante al momento de saber cómo son los procesos de la construcción de un proyecto y mucho más a una gran escala como la maneja la constructora Marval.	Las reuniones continuas de obra permiten adquirir la trazabilidad de la obra mucho más rápido junto con la comunicación con las diferentes áreas para el mismo proyecto, ya que permite generar mayor conocimiento a la solución de una problemática.
El lenguaje de la construcción, en obra hay términos que se entienden directamente en el proceso de ejecución de las actividades.	Continuar en la empresa a penas termine la pasantía empresarial, esto depende de la calificación interna de la constructora, la cual ofrece la oportunidad de seguir con un puesto de trabajo en la empresa.
Desconocimiento de funciones específicas en las áreas para la programación de las actividades.	
Fortalezas	Amenazas
La capacidad de liderazgo y del manejo del personal, ya que al momento de liderar reuniones se demuestra conocimiento ante dicha actividad y se lidera al momento de explicar cómo es que se debe realizar de manera correcta la actividad.	El salario por convenir de acuerdo con la experiencia, a medida que se va creciendo profesionalmente, muchas veces las funciones son cada vez mayores, pero no son directamente proporcionales con la aspiración salarial.
La capacidad de resolución de problemas y la proactividad a las diferentes funciones del cargo ante la metodología Lean y los respectivos equipos de obra.	

Nota: Matriz DOFA (Debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas).

6. Aportes

Para poder mencionar de una manera más clara los aportes realizados por el pasante Lean en la constructora Marval, se añade la siguiente tabla, el cual es una tabla que permite evidenciar el tipo del aspecto, su respectiva descripción y el impacto que genera.

Tabla 3. Aportes del pasante a los proyectos El Country Masai, Country Living y Los Caobos.

Aspecto	Descripción	Impacto
Administrativo	En la metodología de Last Planner System, al final de la planificación semanal se entrega de manera virtual el	Por medio de las actas Last Planner permite llevar trazabilidad a las actividades de obra y al

Aspecto	Descripción	Impacto
	acta Last Planner al equipo de obra, contratistas y programación de obra.	momento de revisar por qué no se ha avanzado en dicha actividad, se encuentre registrado el porqué.
Administrativo	Por fuera de las funciones de la metodología Lean, se ayudó a realizar requerimiento de obra, el cual permite analizar los diseños para poder sacar cantidades de obra y realizar el pedido del material necesitado.	Optimizar tiempos de entrega, en el proyecto El Country Masai se llevaba a cabo la construcción de todo el conjunto al tiempo, el equipo de obra requirió apoyo en el practicante para realizar algunos requerimientos de obra.
Administrativo	Organización de los tableros de programación y tableros Lean en la planificación intermedia y semanal.	Ayudas visuales dentro del espacio de trabajo, de manera que permite recordar las tareas primordiales para seguir avanzando con la ejecución del proyecto.
Administrativo	Excel con el seguimiento de la obra; los proyectos tienen varios espacios de trabajo por el cual se realizó un Excel con cada uno de los espacios del proyecto para llevar una secuencia constructiva en las actividades que se están realizando y las que ya finalizaron.	Permite generar una visión del avance de la obra para los ingenieros residentes de obra por espacios de trabajo, es decir se logra visualizar de manera mas detallada las actividades a realizar en la obra.
Administrativo	Evaluación de la metodología Last Planner en otros proyectos, el practicante hace función de auditor Lean en otras obras, aspecto por el cual genera un formato de evaluación Lean y es socializado al equipo de obra auditado.	La calificación de las auditorias permite determinar el correcto uso de la metodología Last Planner System, indicando si se están realizando las cosas de acuerdo con la filosofía Lean.
Administrativo	En los sellos de calidad, se envían correos electrónicos generando alertas de liberación de sello, reversión de sello, aspecto por el cual permite recordar a la dirección de obra el fin de una actividad.	Los correos electrónicos permiten recordar de manera formal la actualización de la obra, procediendo a documentar las diferentes actas, registros de documentos

Aspecto	Descripción	Impacto
		para llevar al día la documentación de la obra.
Técnico	Los informes Lean, dentro de los aportes más importantes del practicante al equipo de obra de cada proyecto es el informe Lean. A cada proyecto de obra se le entregó bimensualmente el informe Lean.	El impacto del informe Lean es un resumen ejecutivo del avance del proyecto, estado actual de la obra, análisis del indicador de tiempo, estado de contratos, estado de materiales, estado de sellos de calidad, orden, aseo y desperdicios, estado de almacenes, observaciones sobre las reuniones Last Planner, espacio Lean, conclusiones de las nuevas acciones de mejora en Lean Construction.
Técnico	Los informes de los sellos de calidad, el practicante entregó mensualmente los informes de los sellos de calidad en cada uno de los proyectos asignados.	El impacto de los informes de sello de calidad es generar alertas de los hallazgos encontrados en las diferentes inspecciones de obra, con el fin de subsanar dichos hallazgos lo más prontamente posible.
Técnico	El informe del proyecto de innovación llamado “Cadena de Valor” permite generar un valor agregado a la constructora Marval para que dé continuación al siguiente objetivo dentro del proyecto.	Dentro del proyecto de cadena de valor se encontraron dos objetivos para poder finalizar la cadena de valor de la constructora, el practicante modeló la interacción de las áreas en las etapas del proyecto en el software Bizagi Modeler, señalando los hitos principales de cada área.

Nota: Cuadro de resumen de los aportes a los proyectos El Country Masai, Country Living y Los Caobos.

7. Lecciones aprendidas

Durante el tiempo de la pasantía empresarial todos los días se aprendía algo nuevo, de manera personal, profesional y ético. Describir de manera específica el día a día es complejo por

el diferente aprendizaje de conocimiento, sentimientos encontrados, retos, aptitudes, actitudes, entre muchas otras cosas más. Sin embargo, de manera profesional en las diferentes funciones de la práctica se lograron obtener varias lecciones aprendidas llevando a cabo 3 proyectos que se encontraron en diferentes etapas, el proyecto Country Living está iniciando su ejecución desde la cimentación, el proyecto El Country Masai se encuentra en el momento más alto de la construcción que es a mitad de la ejecución ya que se llevan a cabo muchas actividades al tiempo y finalmente en el proyecto Los Caobos se encuentra en finalización de la ejecución de la obra y se prepara para entregar las zonas a la administración del conjunto, por lo tanto en el siguiente cuadro se resumen las lecciones aprendidas por medio del tipo de lección, descripción, solución e impacto y persona que aprobó la solución.

Tabla 4. Lecciones aprendidas

Tipo de lección	Descripción	Solución e impacto	Persona que aprobó la solución
Metodología Lean Construction en los proyectos El Country Masai, Country Living y Los Caobos	Llevar un orden o una manera de hacer las cosas cuando hay demasiadas actividades al tiempo se convierte en un reto lograr que todos los involucrados tengan el mismo objetivo y es sacar el proyecto adelante.	La metodología Lean permite llevar un orden a la construcción del proyecto, por lo tanto, se explicó el uso de la metodología Lean en la constructora, cómo se deben desarrollar las planificaciones semanales e intermedias con el fin de ser precisos en las actividades y generar soluciones pertinentes. Al hacer entender la metodología se optimizó el tiempo de las reuniones, se prepararon las reuniones de acuerdo con los criterios Lean, se logró llevar una trazabilidad del proyecto de manera real semana a semana y se desarrolló un flujo de trabajo optimo en el día a día del proyecto.	La dirección de obra de cada proyecto implementó la metodología y dio a entender a los demás involucrados como contratistas, logística, syst, entre otros.

Tipo de lección	Descripción	Solución e impacto	Persona que aprobó la solución
Inventario de tareas ejecutables (ITE)	El ITE fue de vital importancia ya que es la herramienta por el cual se realiza la programación semanal de las actividades de obra, esto permitió entender cómo es que se realizan las actividades de obra, que rendimientos manejan las actividades para poder programar la cantidad de las actividades de cada contratista de acuerdo con las necesidades de la obra y el contrato para cada especialidad constructiva.	La programación del inventario de tareas ejecutable permitió programar de manera más real semana a semana, ya que varias veces los contratistas decían que no alcanzaban a llegar esos rendimientos, pero el hecho de ir a revisar las tareas programadas permitió determinar que rendimientos se pueden manejar de acuerdo con las cuadrillas o personal de obra que tenga el contratista.	La dirección de obra y la programación de obra estuvieron muy de acuerdo con esas revisiones de las tareas junto con el rendimiento de ellas mismas con el fin de una correcta ejecución de la actividad.
Información por medio de la plataforma Analytics 1.0.	La programación de obra se lleva a cabo en el software Analytics 1.0, relacionado con fechas reales y trabajado en conjunto de la dirección de obra, gerencia del proyecto y el programador de obra. Para ello se suministraba información de la plataforma.	El software Analytics 1.0 no es de gran uso para la dirección de la obra, sin embargo, el apoyo por parte del practicante para la búsqueda de la información en la plataforma es de gran ayuda para tener en cuenta información como vencimiento de contratos, hallazgos de sellos no otorgados y el practicante suministra y socializa dicha información.	La gerencia del proyecto, dirección de obra, equipo de obra y programación de obra.
Informes ejecutivos	Lograr comunicar de manera eficaz la información es complejo de cierta manera, ya que se debe analizar mucha información al tiempo. Las entregas de los informes bimensuales Lean, informes mensuales de sellos de calidad.	El impacto generado de los informes ejecutivos es de gran ayuda para la gerencia y la dirección de obra, suministrando de manera concisa y pertinente la información que requiere la alta gerencia, esto se realiza después de haber hecho un análisis profundo de cada información detallado para poder lograr un porcentaje de resumen.	La gerencia del proyecto y el equipo de obra del proyecto agradecen dicha información, ya que dentro de las funciones de ellos no está designado, aspecto que apoya el equipo Lean.
Personalidad profesional	De cada experiencia en obra se desarrolla experiencia personal al	La solución o el impacto de cada experiencia es demostrar que el	Cada uno de los involucrados en los proyectos El Country

Tipo de lección	Descripción	Solución e impacto	Persona que aprobó la solución
	momento de tomar decisiones, de revisión de actividades, entre otras.	profesional acepta retos y demuestra disciplina y es responsable con las funciones que se le asigna. Aspecto por el cual demuestra seguridad y proporciona confianza a la hora de tomar decisiones.	Masai, Country Living y Los Caobos.
Proactividad	Cada profesional se caracteriza por cumplir varias funciones en el desarrollo del proyecto.	Para ello se logró obtener una mayor productividad de las tareas asignadas, siendo proactivos al momento de solucionar un problema, no generar problemas sino más bien ser crítico ante ellos.	Cada uno de los involucrados en los proyectos El Country Masai, Country Living y Los Caobos.
Proyecto de innovación a la Constructora Valor	Desde el equipo Lean se busca que cada practicante deje un agregado a la empresa asignando a cada uno de ellos un proyecto de innovación con el fin de aportar el desarrollo de una mejora internamente en la constructora Marval.	El impacto del proyecto “Cadena de valor” asignado por el equipo Lean fue modelar las áreas de la construcción en las etapas del proyecto identificando los hitos principales del proyecto.	El equipo Lean, coordinador Lean, gerente del área de sistemas integrados de gestión y alta gerencia.

Nota: Cuadro de resumen de lecciones aprendidas.

8. Recomendaciones

Desde la experiencia como pasante Lean durante los 6 meses de práctica profesional en la Constructora Marval S.A. se brindan dos espacios; la mejora continua y las buenas prácticas. Dentro de las funciones del cargo como practicante en la constructora busca que sus empleados sean críticos con cada proceso interno para que se mejoren dichos procesos, ojalá en menos tiempo de lo programado, a continuación, se mencionan algunas recomendaciones:

- Se recomienda a la constructora Marval fortalecer la filosofía Lean en todas las áreas internas; ¿Por qué sería bueno que todas las áreas manejaran la filosofía Lean? Porque permite optimizar recursos, tiempo, organizar funciones de trabajo. La metodología de Lean Construction

está enfocada netamente en la construcción, al momento de que una persona externa del equipo de ingeniería ingresa a una planificación se observa que está perdida en la reunión o no tiene claridad del orden de la metodología.

- Se recomienda establecer lineamientos más estrictos a los contratistas con respecto al orden y aseo de la obra, ya que muchos de sus empleados realizan actividades y no poseen la mentalidad de recoger lo que se ensució, aspecto que es desfavorable para las actividades posteriores a realizar.
- Se recomienda realizar más caminatas gamba (son caminatas a la obra que no duran mas de 15 minutos enfocadas a un tema más específico) por ejemplo, la construcción genera desperdicios, en un espacio de 15 minutos se realiza una inspección de la obra específicamente en ese tema con el fin de generar una solución al problema desde el equipo de obra y los contratistas.
- Se recomienda mejorar la programación de los pedidos de materiales, ¿Por qué? En obra se evidencian dos aspectos: el primero es la falta de material al momento de realizar la actividad, esto genera retraso directamente a las actividades de obra, por lo que se recomienda que se debe actualizar un formato con los tiempos de entrega de los proveedores de Marval; y segundo la acumulación de mucho material en la obra, estos retrasos generan que los materiales en stock del almacén no generen rotación y se afecte por factores externos como por ejemplo la lluvia, humedad de la zona, mal transporte, entre otros. Al final se recomienda llevar un equilibrio entre la falta de material y el exceso de material.
- Se recomienda optimizar procesos administrativos para reducir el tiempo de espera de decisiones, por ejemplo, en una obra generalmente se presentan imprevistos y se requiere comprar un material rápido, para ello en vez realizar el requerimiento y se proceda a la gestión del logístico, se podría implementar un dinero de caja menor administrado por la dirección de la obra dando solución al problema puntual.

9. Conclusiones

Durante los 6 meses de pasantía profesional como practicante Lean en los proyectos El Country Masai, Country Living y Los Caobos de la constructora Marval S.A., se logró concluir lo siguiente:

Se efectuó la metodología Lean en la ejecución de obra en los proyectos El Country Masai, Country Living y Los Caobos en la organización y preparación de las planificaciones intermedias y semanales.

Se realizó el inventario de tareas ejecutables (ITE) semana a semana en los proyectos El Country Masai, Country Living y Los Caobos basado en los rendimientos reales de la obra teniendo en cuenta las restricciones para cada actividad a programar.

Se realizó la inspección de los sellos de calidad en las obras El Country Masai y Los Caobos; en el proyecto El Country Masai se otorgó el sello de calidad de redes eléctricas, redes hidrosanitarias y mampostería y pañete en la torre 1 y 2; en el proyecto Los Caobos se otorgó el sello de calidad de redes eléctricas, redes hidrosanitarias, mampostería y pañete, afinado, vanos de mampostería en la torre 5, en la torre 6 se otorgó el sello de calidad de afinado, ventanería, pisos y enchape y puertas principales.

Se modeló el proyecto de “Cadena de Valor” en el software Bizagi Modeler dejando el 50% de avance del proyecto total con el fin de que se continúe con el siguiente objetivo del proyecto y es la generación de los acuerdos de servicio entre las áreas involucradas de los hitos principales en las etapas del proyecto.

Se implementó la metodología Lean en el proyecto Country Living, ya que este proyecto empezó desde cero y se requería dejar clara la información acerca de las planificaciones intermedias y semanales.

Se avanzó en la ejecución de la obra de los 3 proyectos: En el proyecto El Country Masai pasó de tener un avance del 10% a un 36% de la totalidad del proyecto; en el proyecto Los Caobos pasó de tener un avance del 75% al 89% de la totalidad del proyecto; el proyecto Country Living pasó de tener un avance del 1% a un 11% de la totalidad del proyecto, de acuerdo con la información suministrada en Analytics 1.0.

Se realizó auditorias Lean en los otros proyectos de la constructora Marval con el fin de evaluar la metodología Lean a nivel regional.

Se participó en el inventario nacional de materiales de la constructora Marval revisando que el material que se encontraba en el almacén de la obra coincidiera con el stock del sistema JD Edwards.

Se socializó bimensualmente el informe Lean de cada obra explicando ejecutivamente al equipo de obra los indicadores en el avance del proyecto, indicador de tiempo, estados de contratos, estados de materiales, estado de sellos de calidad, orden, aseo, desperdicios, estado de almacenes y mejoras en el espacio Lean.

Referencias

- [1] Empresa Municipal de la Vivienda de Jerez, “Glosario Emuvijesa,” 2019.
- [2] C. Y. D. MINISTERIO DE EDUCACIÓN, “GLOSARIO DE TÉRMINOS UTILIZADOS EN CONTROL DE EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES,” 2011.
- [3] J. Quintero and J. Sánchez, “La cadena de valor: Una herramienta del pensamiento estratégico The Value Chain: A Strategic Thought Tool,” 1997.
- [4] Orihuela Pablo, “Lean_Construction_Peru,” 2011.
- [5] T. Richert and A. Vargas, “¿Qué es el Last Planner System?” Accessed: Feb. 11, 2024. [Online]. Available: <https://leanconstructionblog.com/What-is-the-Last-Planner-System-Que-es-el-Last-Planner-System.html>
- [6] Argos, “¿Qué es la planeación de obra?” Accessed: Feb. 11, 2024. [Online]. Available: <https://colombia.argos.co/que-es-la-planeacion-de-obra-y-por-que-es-importante-para-la-construccion/#:~:text=La%20planeaci%C3%B3n%20de%20obra%20se,tiempo%20y%20costo%20determinado%20previamente.>
- [7] Camacol, “Marval.” Accessed: Feb. 11, 2024. [Online]. Available: <https://camacol.co/productividad-sectorial/digitalizacion/bim-forum/catalogo-digital/marval>
- [8] “NOSOTROS - MARVAL.” Accessed: Feb. 13, 2024. [Online]. Available: <https://marval.com.co/nosotros-2/>
- [9] OIKOS Constructora, “Aportes que genera la industria de la construcción a la economía del país,” 07 de marzo.
- [10] EPM, “Normas Técnicas”, Accessed: Feb. 13, 2024. [Online]. Available: <https://www.grupo-epm.com/site/bibliotecaepm/inicio/servicios/normas-tecnicas>

- [11] CEMEX, “Normatividad del concreto”, Accessed: Feb. 13, 2024. [Online]. Available: <https://www.cemexcolombia.com/productos/concretos/normatividad>
- [12] MIN VIVIENDA, “POT - Ministerio de Vivienda.” Accessed: Feb. 13, 2024. [Online]. Available: <https://minvivienda.gov.co/viceministerio-de-vivienda/espacio-urbano-y-territorial/plan-ordenamiento-territorial/pot#:~:text=El%20POT%20es%20un%20instrumento,utilizaci%C3%B3n%2C%20ocupaci%C3%B3n%20y%20transformaci%C3%B3n%20del>
- [13] Martins Julia, “¿Qué es el Ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA)?” Accessed: Feb. 15, 2024. [Online]. Available: <https://asana.com/es/resources/pdca-cycle>