

**OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS Y PROCESOS INTERNOS A PARTIR DE LA
IMPLEMENTACION DE LA METODOLOGIA LEAN CONSTRUCTION EN EL
CONSORCIO ECOCASA**

JOHN SEBASTIAN NITOLA HIGUERA

**PROYECTO INTEGRAL DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN GERENCIA DE EMPRESAS CONSTRUCTORAS**

ORIENTADOR

**ROBERT MAURICIO LEAL PARRA
MASTER OF BUSINESS ADMINISTRATION (MBA)**

**FUNDACION UNIVERSIDAD DE AMERICA
FACULTAD DE ARQUITECTURA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE EMPRESAS CONSTRUCTORAS
BOGOTA D.C.**

2022

NOTA DE ACEPTACIÓN

Nombre del director

Firma del Director

Nombre

Firma del presidente Jurado

Nombre

Firma del Jurado

Nombre

Firma del Jurado

Bogotá, D.C. marzo de 2022

DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. Mario Posada García-Peña

Vicerrector Académico y de Recursos Humanos

Dr. Luis Jaime Posada García-Peña

Vicerrectora Académica y de Investigaciones

Dra. Alexandra Mejía Guzmán

Vicerrector Administrativo y Financiero

Dr.. Ricardo Alfonso Peñaranda Castro

Secretario General

Dr. José Luis Macías Rodríguez

Decana de la Facultad de Arquitectura

Dra. Arq. María Margarita Romero Archbold

Director Especialización en Gerencia de Empresas Constructoras

Dra. Arq. María Margarita Romero Archbold

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

DEDICATORIA

A Dios como promotor de vida y salud, a mis seres queridos por su apoyo incondicional, y a todas las personas que de una u otra manera contribuyeron en el proceso de aprendizaje.

AGRADECIMIENTOS

A los docentes de la Universidad de América por sus conocimientos impartidos a lo largo del posgrado; a mis compañeros de estudio por las retroalimentaciones y trabajos en equipo; finalmente al Arquitecto Robert Leal, tutor de la presente monografía, por su acompañamiento continuo y apoyo en la elaboración del documento.

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	11
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
2. PREGUNTA DE INVESTIGACION	14
3. ANTECEDENTES	15
4. HIPÓTESIS DEL TRABAJO	17
5. OBJETIVOS	18
5.1 Objetivo general	18
5.2 Objetivos especificos	18
6. LIMITACIONES Y ALCANCE	19
6.1 Limitaciones	19
6.2 Alcance	19
7. MARCO TEÓRICO	20
7.1 Lean Construction	20
7.2 Desperdicio	21
7.3 PRINCIPIOS LEAN	24
7.3.1 Valor	24
7.3.2 Value Stream	24
7.3.3 Flujo	25
7.3.4 Sistema Pull	26
7.3.5 Perfección	26
7.4 Herramientas del Lean Construction	26
7.4.1 Administración de procesos por demanda	27
7.4.2 Sistema Del Último Planificador – Sup (Last Planner System)	27
7.4.3 Just In Time (Jit)	29
7.4.4 Gestion De Calidad Total (Total Quality Management)	29
7.4.5 Lean Project Delivery System (Lpds)	30
7.4.6 Target Costing	32
7.4.7 Prueba de los cinco minutos para el análisis de pérdidas	32
8. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	34

9. DESARROLLO DE LA METODOLOGIA DE INVESTIGACIÓN	35
9.1 Componente Operativo	36
9.1.1 <i>Actividades productivas</i>	36
9.1.2 <i>Actividades asistenciales</i>	36
9.1.3 <i>Actividades nulas</i>	36
9.1.4 <i>Rendimientos de mano de obra</i>	37
9.1.5 <i>Maquinaria y equipos pesados</i>	37
9.2 Componente Administrativo	38
9.3 Componente Materiales E Insumos De Obra	39
9.3.1 <i>Proveedores</i>	39
9.3.2 <i>Almacén de obra</i>	39
10. ANÁLISIS DE RESULTADOS	41
10.1 Componente Operativo	41
10.1.1 <i>Actividades productivas, asistenciales y nulas.</i>	41
10.1.2 <i>Rendimientos de mano de obra.</i>	43
10.1.3 <i>Maquinaria y equipos pesados.</i>	46
10.2 Componente Administrativo	49
10.2.1 <i>Cronograma de obra</i>	49
10.2.2 <i>Actas de cobro e Informes mensuales</i>	49
10.2.3 <i>Contratistas de obra</i>	51
10.3 Componente materiales e insumos de obra	51
11. HERRAMIENTAS LEAN CONSTRUCTION IMPLEMENTADAS EN EL CONSORCIO ECO CASA	52
12. CONCLUSIONES	54
BIBLIOGRAFIA	56
ANEXOS	57

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1 Principales residuos/desperdicios en la construcción.	21
Figura 2 Desperdicios dentro de la industria de la construcción.	23
Figura 3 Representación de la cadena o flujo de valor según la filosofía Lean	25
Figura 4 Planificación usual	28
Figura 5 Modelo LPDS.	30
Figura 6 Estructura de análisis de componentes.	35
Figura 7 Figura de horas productivas, asistenciales y nulas por semana.	42
Figura 8 Porcentaje por horas acumulado.	42
Figura 9 Rendimiento por semana Muro en Bloque No. 5 (M2)	44
Figura 10 Rendimiento por semana Estructuras en Concreto (M3)	45
Figura 11 Acumulado semanal – Vibrocompactador	48
Figura 12 Estado general de Informes y Actas mensuales de Obra (Fecha de corte: Agosto 2021)	50

LISTA DE TABLAS

	pág
Tabla 1 Acumulado de horas productivas, asistenciales y nulas por semana.	41
Tabla 2 Rendimiento diario Muro en Bloque No. 5 (M2)	43
Tabla 3 Rendimiento diario Estructuras en Concreto (M3)	44
Tabla 4 Acumulado de horas por semana – Retroexcavadora	47
Tabla 5 Acumulado semanal – Retroexcavadora	47
Tabla 6 Acumulado de horas por semana - Vibrocompactador	48

INTRODUCCIÓN

El proyecto “Construcción del Centro Ecológico de Protección y Bienestar Animal – CEA – Casa Ecológica de los Animales”, es un proyecto de la ciudad de Bogotá, que busca ejercer actividades de protección y bienestar a la fauna doméstica y silvestre del distrito; cuenta con infraestructura y equipamiento necesario para la ejecución de los programas de protección ambiental y donde serán llevados los animales domésticos o domesticables de las especies bovinas, bufalinas, camélidos, equinas, porcinas, ovinas, caprinas, asnales, mulares, caninas, cániculas (conejos), felinos (gatos) y aviares (palomas y aves de corral), cuando sean decomisados o capturados por las autoridades de policía, o abandonados, o rescatados por encontrarse en riesgo, o en condición de desprotección, o ser víctimas de maltrato animal, o en condiciones no adecuadas en vías o espacios públicos del área urbano y rural de la ciudad de Bogotá

El Centro Ecológico Distrital de Protección y Bienestar Animal – CEA “Casa Ecológica de los Animales” está siendo construido en un lote de 89.548,08 m², con un área total construida de 12.537,20 m² que incluye Zonas administrativas, Clínica de animales de compañía y hospitalización, Clínica animales de producción, Zona de arribo – cuarentena, Establo Bovinos y Equinos, Establo de Cabras, Cocheras, Galpones, Zona de control – depósito de basuras – cuarto frío – aislamiento primario, Subestación, Área empleados, Zona de mantenimiento y depósito de alimentos, Zona Etología – Asolación, Alojamiento caninos y Alojamiento Felinos.

La gerencia de empresas constructoras debe desarrollar un pensamiento estratégico que permita crear sostenibilidad, eficiencia, eficacia, y efectividad en el manejo apropiado de los recursos, con el fin de poder satisfacer las necesidades del cliente.

Partiendo del concepto anterior, surge una metodología que admite estudiar, evaluar y aplicar diferentes alternativas, permitiendo a las empresas constructoras llevar un control óptimo y eficiente de los procesos técnicos y administrativos dentro de la ejecución de sus obras, con el fin de mitigar pérdidas económicas por bajos rendimientos de mano de obra, demoras en llegada de material, fallas de equipos de construcción, entre otros.

Dicha metodología recibe el nombre de *Lean Construction*, que, según el Lean Construction Institute (LCI), *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 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. (Instituto de Lean Construction -LCI-, 1997)

El presente trabajo de investigación, tiene como objetivo realizar la implementación de la metodología *Lean Construction*, en el Consorcio Eco-casa, con el fin de mitigar las pérdidas económicas, producto de los malos procesos constructivos.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el Consorcio Eco-casa, en la actualidad presentan bajos rendimientos de mano de obra, demoras en la llegada de material, insuficiencia de maquinaria para movimientos de tierra, entre otros. La mayoría del personal operativo no está cumpliendo a cabalidad con sus funciones diarias que debe desarrollar en la ejecución del proyecto, lo que evidencia que no existe conciencia en los daños económicos que conlleva su bajo rendimiento. Por otra parte, la demora y probablemente el mal uso de los recursos (maquinaria, equipos, materiales), están generando sobrecostos administrativos que afectan directamente la rentabilidad del proyecto.

Existe incertidumbre del por qué el área encargada de la supervisión del personal operativo, no ejercen un adecuado control sobre los rendimientos de mano de obra, y permiten que el personal no cumpla a cabalidad con sus funciones establecidas; se evidencia que hace falta un mayor control que contribuya a mitigar los problemas que se han venido generando al interior del proyecto.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, es claro que existe un conformismo con el desarrollo de las actividades por parte del personal operativo, lo que directamente está afectando los índices de rentabilidad en el proyecto, y a su vez, el crecimiento y reconocimiento empresarial con respecto a las demás empresas constructoras.

Con la implementación de la metodología *Lean Construction*, se pretende realizar un control gerencial efectivo y asertivo a los procesos internos que derivan el desarrollo normal de la obra.

2. PREGUNTA DE INVESTIGACION

¿Cómo optimizar los recursos y procesos internos del Consorcio a partir de la implementación de la metodología Lean Construction?

3. ANTECEDENTES

El término “lean” se origina en Japón a finales de la década de los 50’s e inicios de los 60’s, como producto de las investigaciones realizadas por ingenieros de la empresa ensambladora de automóviles Toyota Motor, que pretendía mejorar su línea de producción. El ingeniero Taiichi Ohno, encargado de la producción, fue uno de los más reconocidos en el tema; Ohno, quien buscaba eliminar los residuos y mejorar los tiempos de entrega de los automóviles a los clientes sustituyendo la tradicional producción en masa por la producción a pedido del cliente y evitar, además, la acumulación de mercancía. (Porrás, Sanchez, & Galvís, 2014, pág. 139)

Lo que se conoce como metodología “Lean” aplicado a la construcción, nació en el año 1992, y fue hasta el 2002, cuando llegó a Colombia de la mano de instituciones como la Universidad EAFIT (Medellín) y la Universidad de los Andes (Bogotá) con grupos de investigación dedicados al estudio e implementación de esta estrategia de gerencia, haciendo difusión de conceptos y principios mediante capacitación de sensibilización tanto a nivel directivo de las empresas como a los grupos de producción. No existe ningún ente o legislación que controle el uso de la metodología para Colombia, hay organizaciones como la Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL), y el consejo Colombiano de Construcción sostenible (CCCS) con cursos permanentes para el fomento de la metodología y sus lineamientos y estrategias de gerencia. (Cano, Nieto, & Arango, 2017, pág. 19)

Durante su estancia en la Universidad de Stanford, California, USA, en 1992, el finlandés Lauri Koskela escribió el documento Aplicación de la nueva filosofía de la producción a la construcción, en el que estableció los fundamentos teóricos del nuevo sistema de producción aplicado a la construcción. El trabajo pionero de Koskela fue un hito clave en el desarrollo de una corriente de investigación sobre la aplicación del sistema de producción Toyota y la filosofía Lean a la industria de la construcción. El término Lean Construction fue acuñado por los fundadores del Grupo Internacional de Lean Construction (IGLC) en 1993. (Pons Achell, 2014, pág. 26)

Lean Construction, al igual que la práctica actual, tiene el objetivo de satisfacer mejor las necesidades del cliente mientras usa menos de todo. Pero a diferencia de la práctica actual, la construcción ajustada se basa en principios de gestión de la producción, la "física1" de construcción. El resultado es un nuevo proyecto de sistema de entrega que se puede aplicar a cualquier tipo de construcción, pero es particularmente adecuado para proyectos complejos, inciertos y rápidos. (Howell, 1999, págs. 1-10)

4. HIPÓTESIS DEL TRABAJO

De acuerdo a lo expuesto en el planteamiento del problema, se ha evidenciado falta de control en los recursos y procesos internos del Consorcio, lo cual está llevando a generar bajos índices de rentabilidad, demasiados desperdicios de material por falta de control, demoras excesivas en la llegada de material y el uso inapropiado de los equipos y maquinaria pesada, los cuáles al ser en alquiler, generan gastos operativos por hora, que no se ven reflejados en el avance de la obra.

Por lo general, las empresas constructoras Colombianas, no cuentan con una metodología establecida que controle los recursos y procedimientos internos y que a su vez, evalúe los factores que afectan el curso normal de los mismos. Existen bases de datos sobre rendimientos de mano de obra, de materiales, equipos y maquinaria pesada, los cuales sirven de guía para establecer parámetros de rendimientos, sin embargo, no son 100% confiables porque no han sido evaluados con una metodología definida, que garantice la veracidad y confiabilidad de los datos.

Con base en la necesidad presentada, con el desarrollo de la presente investigación se quiere demostrar que por medio de la implementación de la metodología Lean Construction, se identificarán y evaluarán los factores que afectan el desempeño y rendimientos adecuados, de tal forma que se puedan optimizar los recursos y procesos internos; esto fortalecerá el proceso de aprendizaje y mitigarán las falencias operativas que retrasan el curso normal del cronograma de obra del Consorcio.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Implementar la metodología Lean Construction en el Consorcio Eco-casa con el fin de optimizar los recursos y procesos internos desde el marco de la planificación, aplicación y control gerencial, promoviendo el desarrollo eficiente en la ejecución de la obra.

5.2 Objetivos específicos

- Examinar las causas influyentes en los bajos rendimientos de mano de obra, demoras en llegadas de materiales, e ineficiencia en el uso adecuado de equipos y maquinaria.
- Estructurar el Lean Construction como referente metodológico en el Consorcio Eco-casa.
- Determinar y comprobar los beneficios que conlleva la aplicación de la metodología Lean Construction en la optimización de los recursos y procesos internos del Consorcio.

6. LIMITACIONES Y ALCANCE

6.1 Limitaciones

- Consentimiento por parte de Gerencia general para poder desarrollar la presente investigación y en su defecto implementar la metodología propuesta.
- Aprobación de permisos para el ingreso a la Obra “Casa Ecológica de los Animales” con el fin de recoger datos para su posterior análisis.
- Colaboración del personal operativo y administrativo para brindar información relevante para la toma de datos.

6.2 Alcance

El proyecto está ubicado en la Vereda La Florida, municipio de Funza y límite occidental de la localidad de Engativá en la ciudad de Bogotá; la recolección de datos, estudio, análisis e implementación de la metodología establecida se llevará a cabo en el periodo de 4 meses a partir de la aprobación del anteproyecto.

La exploración está centrada en la optimización de los recursos y procesos internos del Consorcio, para esto se realizarán las siguientes actividades:

- Análisis de rendimiento en mano de obra y de desempeño del personal operativo y administrativo.
- Identificación de procesos que no agregan valor.
- Implementación y estandarización de procedimientos que garanticen la optimización de tiempo y recursos.

7. MARCO TEÓRICO

Con el fin de poder aplicar la metodología Lean Construction en el Consorcio Eco-casa, es importante definir, analizar y entender en que consiste la Metodología y la aplicación de sus conceptos en la industria de la construcción, como un nuevo modelo a seguir en la gestión de proyectos. (Howell, 1999, págs. 1-10)

7.1 Lean Construction

Según el Instituto de Lean Construction (ILC), Lean Construction es una filosofía orientada hacia la administración de la producción en construcción, cuyo objetivo fundamental es la eliminación de las actividades que no agregan valor (pérdidas). Se enfoca en crear un sistema de producción ajustado que minimice residuos y herramientas específicas aplicadas al proceso de ejecución de proyectos. (Instituto de Lean Construction -LCI-, 1997)

La aplicación de los principios y herramientas del sistema Lean a lo largo de todo el ciclo de vida de un proyecto de construcción se conoce como Lean Construction o construcción sin pérdidas. Lean Construction abarca la aplicación de los principios y herramientas Lean al proceso completo de un proyecto desde su concepción hasta su ejecución y puesta en servicio. Entendemos Lean como una filosofía de trabajo que busca la excelencia de la empresa, por lo tanto, sus principios pueden aplicarse en todas las fases de un proyecto: diseño, ingeniería, pre-comercialización, marketing y ventas, ejecución, servicio de postventa, atención al cliente, puesta en marcha y mantenimiento del edificio, administración de la empresa, logística y relación con la cadena de suministro. (Pons Achell, 2014, pág. 5)

En el libro “La máquina que cambió el mundo” los autores refieren la metodología LEAN como un sistema de negocio o producción que permite desarrollar un producto con el menor esfuerzo, menor valor, menor tiempo y con una óptima calidad que permita satisfacer al cliente final. Inicialmente fue desarrollado por Toyota después de la segunda Guerra Mundial como respuesta a la producción en masa: la mitad de esfuerzo humano en la fábrica, la mitad de espacio en la fabricación, la mitad de inversión en herramientas,

la mitad de horas de ingeniería para desarrollar un nuevo producto en la mitad de tiempo. Además, requiere mantener mucho menos de la mitad del inventario necesario en el sitio, dando lugar a muchos menos defectos y produce una mayor e incluso creciente variedad de productos. (Womack, Jones, & Roos, 1991, págs. 1-4)

En resumen y con base en los conceptos anteriormente mencionados, se entiende que el Lean Construction es un método efectivo que genera valor a las actividades que lo requieren, optimizando recursos, mejorando índices de calidad, reduciendo costos y aumentando rentabilidad en la empresa.

7.2 Desperdicios

Para efectos de la metodología Lean, es necesario entender como desperdicio toda actividad que gasta o absorbe recursos, pero que al final no crea valor. Es decir, todo aquello innecesario que no permite que mi producto final pueda ser entregado al costo, al tiempo y a la calidad deseada donde las ganancias de la empresa estén garantizadas. (Restrepo, 2020, pág. 6)

Lean Construction clasifica las 10 principales causas de residuos o desperdicios de construcción en la Figura 1:

Figura 1.

Principales residuos/desperdicios en la construcción.

PRINCIPALES TIPOS DE DESPERDICIOS EN LA CONSTRUCCIÓN	CAUSAS PRINCIPALES
1- Entrega tardía del trabajo	Falta de mano de obra y recursos laborales
2- Proceso de aprobación prolongado	Aprobación del consultor
3- Retrasos en el inicio de actividades	Retraso y escasez de suministro de materiales
4- Trabajos de reparación	Mala mano de obra
5- Avería del equipo	Falta de un procedimiento de mantenimiento adecuado
6- Períodos de espera / inactividad	Esperando aprobación / permisos de la autoridad
7- Largo tiempo de transporte	Adquisición a larga distancia / sitio remoto
8- Defectos laborales	Mala / mala supervisión
9- Material dañado	Mal método de almacenamiento / almacenamiento
10- Interrupciones del trabajo	Condiciones climáticas

Nota. La figura representa los principales desperdicios y causas principales en la construcción. Tomado de: Al-Aomar, R. (2012). *Analysis of lean construction practices at Abu Dhabi construction industry*. In *Lean Construction Journal* (pp. 8-9).

Por otra parte, “Taiichi Ohno” clasificó los 7 desperdicios que causaban la mayor parte de las interrupciones del flujo dentro de la cadena o flujo de valor en la planta de producción que él mismo dirigía. La siguiente tabla refleja una adaptación a la industria de la construcción de los 7 desperdicios de Ohno más el desperdicio del talento y la falta de creatividad según fue definido por Jeffrey Liker. (Pons Achell, 2014, pág. 19)

Figura 2.

Desperdicios dentro de la industria de la construcción.

DESPERDICIOS	DESCRIPCIÓN
SOBREPRODUCCIÓN	Producción de cantidades más grandes que las requeridas o más pronto de lo necesario; planos adicionales (no esenciales, poco prácticos o excesivamente detallados); uso de un equipamiento altamente sofisticado cuando uno mucho mas simple sería suficiente; mas calidad que la esperada.
ESPERAS O TIEMPO DE INACTIVIDAD	Esperas, interrupciones del trabajo o tiempo de inactividad debido a la falta de datos, información, especificaciones u órdenes, planos, materiales, equipos, esperar a que termine la actividad precedente, aprobaciones, resultados de laboratorio, financiación, personal, área de trabajo inaccesible, iteración entre varios especialistas, contradicciones en los documentos de diseño, retraso en el transporte o instalación de equipos, falta de coordinación entre las cuadrillas, escasez de equipos, repetición del trabajo debido a cambios en el diseño y revisiones, accidentes por falta de seguridad.
TRANSPORTE INNECESARIO	Se refiere al transporte innecesario relacionado con el movimiento interno de los recursos (materiales, datos, etc) en la obra. Por lo general, está relacionado con la mala distribución y la falta de planificación de los flujos de materiales e información. Sus principales consecuencias son: pérdida de horas de trabajo, pérdida de energía, pérdida de espacio en la obra y la posibilidad de pérdidas de material durante el transporte.
SOBREPROCESAMIENTO	Procesos adicionales en la construcción o instalación de elementos que causan el uso excesivo de materia prima, equipos, energía, etc. Monitorización y control adicional (inspecciones excesivas o inspecciones duplicadas).
EXCESO DE INVENTARIO	Se refiere a los inventarios excesivos, innecesarios o antes de tiempo que conducen a pérdidas de material (por deterioro, obsolescencias, pérdidas debidas a condiciones inadecuadas de stock en la obra, robo y vandalismo), personal adicional para gestionar ese exceso de material y costes financieros por la compra anticipada.
MOVIMIENTOS INNECESARIOS	Se refiere a los movimientos innecesarios o ineficientes realizados por los trabajadores durante su trabajo. Esto puede ser causado por la utilización de equipo inadecuado, métodos de trabajo ineficaces, falta de estandarización o mal acondicionamiento del lugar de trabajo. Pérdida de tiempo y bajas laborales.
DEFECTOS DE CALIDAD	Errores en el diseño, mediciones y planos; desajuste entre planos de diseño y planos de estructura o instalaciones, uso de métodos de trabajo incorrectos, mano de obra poco cualificada. Las dos consecuencias principales de la mala calidad son: la repetición del trabajo y la insatisfacción del cliente.
TALENTO	Se pierde tiempo, ideas, aptitudes, mejoras y se desperdician oportunidades de aprendizaje y de conseguir altos rendimientos por no motivar o escuchar a los empleados y por tener una mano de obra poco cualificada, poco formada, mal informada y con falta de estímulos y recursos para la mejora continua y la resolución de problemas.

Nota. La figura representa la descripción de los desperdicios presentados en la construcción. Tomado de: Pons Achell, J. F. (2014). *Introducción a Lean Construction. Fundación Laboral de la Construcción, 1-74.*

Con base en la Figura 1 y Figura 2 se logran conocer los diferentes tipos de desperdicios que existen en la construcción, de acuerdo a esto, el constructor puede analizar las actividades que se deben fortalecer, así como las que se debe eliminar; hay que tener en cuenta que muchas de las actividades que se realizan en el proyecto de construcción, no añaden un valor, pero sin embargo es necesario su ejecución.

7.3 PRINCIPIOS LEAN

7.3.1 Valor

El valor se puede definir como lo que desea obtener el cliente. El valor es el punto de inicio del pensamiento Lean, siendo que es la valoración que un cliente o consumidor le da a un producto para satisfacer sus necesidades a un precio estipulado.

En una empresa Lean, debemos distinguir entre dos tipos de cliente. Por un lado tenemos el cliente externo, al que generalmente se identifica como el usuario o consumidor –generalmente es el que define el valor del producto o servicio– aunque también puede ser un almacenista, intermediario o un instalador. Por otra parte, tenemos el cliente interno, que en un sistema Lean es todo aquel que dentro del flujo de valor recibe una entrada de material o información por parte de un proceso ubicado aguas arriba en el flujo de valor.

7.3.2 Value Stream

Cadena o flujo de valor son todas las actividades actualmente necesarias para la transformación de materiales e información en un producto o servicio terminado y entregado al cliente, desde la concepción de su diseño hasta su lanzamiento y desde el pedido hasta la entrega. El método Lean, desde el primer momento asume que algunas de estas actividades aportan valor añadido y otras no.

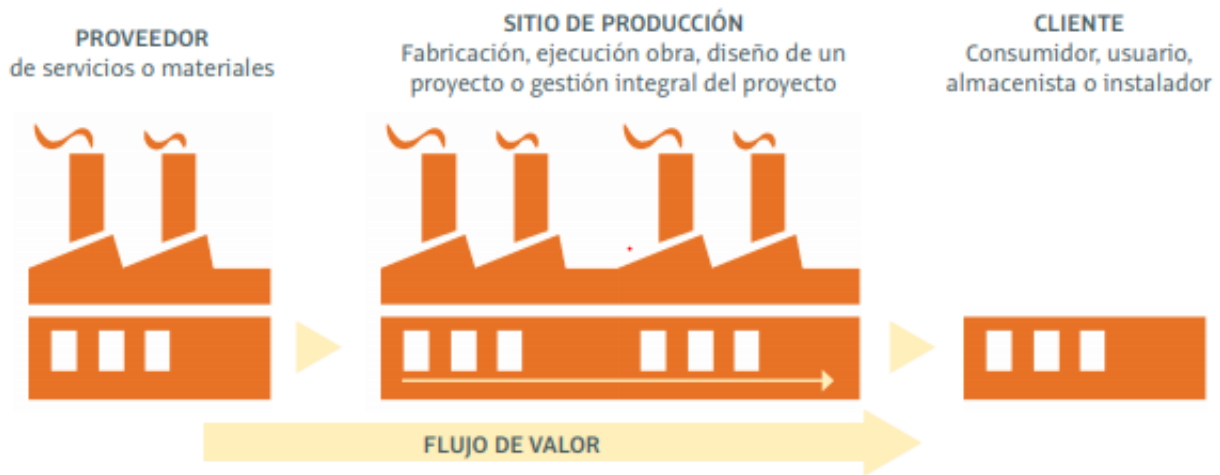
Esta cadena o flujo está determinado desde que entra en una empresa un pedido o contrato hasta que se hace efectivo el cobro o la entrega de la materia prima

transformada, generalmente existe un flujo de valor por cada familia de productos y/o servicios que ofrezca la empresa.

Las empresas que utilizan la metodología Lean, se centran en los flujos de valor porque es donde se genera el dinero y donde resulta más útil identificar el desperdicio y desarrollar un plan de acción para eliminarlo. Sin embargo, la empresa tradicional está gestionada por departamentos y, normalmente, focalizada en la mejora de tareas individuales en lugar de la mejora de todo el flujo de valor, por lo tanto, resulta más difícil identificar los desperdicios y la improductividad.

Figura 3.

Representación de la cadena o flujo de valor según la filosofía Lean



Nota. La figura representa la representación de la cadena o flujo de valor según la filosofía Lean. Tomado de: Pons Achell, J. F. (2014). *Introducción a Lean Construction*. Fundación Laboral de la Construcción, 1-74.

7.3.3 Flujo

Son las actividades que realmente intervienen en el producto final o que añaden valor en el mismo. En la mayoría de los flujos de valor, las actividades que realmente añaden valor de la misma forma como lo percibe el cliente representan una fracción mínima del total. En este proceso se identifican las actividades que se van a suprimir o que crean el desperdicio; eliminar desperdicio es una forma de crear flujo continuo en toda la cadena de valor.

7.3.4 Sistema Pull

Es un sistema de control de la producción en el que las actividades aguas abajo dan la señal de sus necesidades a las actividades aguas arriba en la cadena de valor. De esta forma se puede controlar la producción de cada una de las actividades.

El sistema Pull es un componente fundamental del Just-in-Time y se esfuerza por eliminar el exceso de inventario y la sobreproducción. Este sistema es el opuesto al sistema de producción tradicional o Push, que está basado en el sistema de grandes lotes de artículos producidos a gran escala y a la máxima velocidad, según la demanda prevista, moviéndolos o empujándolos hacia el siguiente proceso aguas abajo o bien hacia el almacén de productos terminados, sin tener en cuenta el ritmo actual de trabajo del siguiente proceso o la demanda real del cliente. (Pons Achell, 2014, pág. 22)

7.3.5 Perfección

Se define como el punto final a donde el constructor o empresa quieren llegar. Lean Lexicón precisa perfección como un proceso que proporciona puro valor, tal y como ha sido definido por el cliente, sin ninguna muda o desperdicio de ninguna clase. Con el fin de poder obtener lo mencionado anteriormente, se encuentran tres herramientas fundamentales de la cultura Lean: El Kaizen o mejora continua, la estandarización de los procesos y un plan de acción o PDCA.

7.4 Herramientas del Lean Construction

Con el fin de que Lean Construction funcione, es necesario el uso de herramientas que simplifiquen su uso y permitan llevar los principios de la filosofía a la realidad. A continuación, se explorarán las herramientas que forman parte de la metodología:

7.4.1 Administración de procesos por demanda (Pull-Driven Process Management)

Consiste en ejecutar una actividad sólo cuando sea pre-requisito inmediato de otra actividad. Su objetivo es construir de forma óptima en términos de tiempo y costo, sin olvidar la calidad.

7.4.2 Sistema Del Último Planificador – Sup (Last Planner System)

Glenn Ballard y Greg Howell, desarrollaron este sistema de acuerdo a los objetivos de la filosofía “Lean Construction” como un sistema de planificación y control de la producción para mejorar la rentabilidad en las obras de construcción y disminuir la fluctuación en las actividades programadas.

El sistema denominado Último Planificador, herramienta más utilizada dentro de la filosofía de Lean Construction, presenta cambios fundamentales en la manera como los proyectos son controlados y planificados. Planificar adecuadamente se convierte en uno de los más efectivos métodos para incrementar la productividad, lo cual mejora la producción mediante la eliminación de esperas, se realizan las actividades en la secuencia más conveniente y coordina la interdependencia de las múltiples actividades por realizar. (Botero & Villa, 2005, pág. 150)

Como se observa en la Figura 4, los tres estados teóricos de la planificación son: lo que se debe hacer, lo que se hará y finalmente lo que se puede hacer en obra.

Figura 4.

Planificación usual.



Nota. La figura representa la planificación usual planteada por el Sistema del Último Planificador. Tomado de: *Porrás, H., Sánchez, O., & Galvís, J. (2014). Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos, 1-139.*

El Último Planificador está compuesto por tres fases o componentes, las cuales se enfocan en diferentes periodos de tiempo y a su vez en detalles de planificación: La primera de estas es la Planificación General o programa maestro de la ejecución del proyecto. En segundo orden la Planificación Intermedia y por último se tiene la Planificación Semanal, donde se realiza por medio del Porcentaje de Actividades Completadas (PAC), midiendo el porcentaje del plan completado y permitiendo aprender de las causas de no cumplimiento. (Despradel, y otros, 2011, pág. 3)

- *Planificación general o programa maestro:* Primera fase de planificación del SUP, es la programación de todas las actividades requeridas para realizar la construcción desde la cimentación hasta los acabados finales, entre otros, que hacen parte del proyecto. La programación maestra se hace en forma de Figura de Gantt y se establecen los tiempos de todas las actividades necesarias para cumplir la etapa de construcción del proyecto.
- *Planificación Intermedia:* Segunda fase de planificación del SUP, consiste en desglosar la programación general de forma que se mitiguen las pérdidas de tiempo y material; se resaltan aquellas actividades que estén próximas a iniciar. En esta fase

se controlan los diseños, los proveedores, los requisitos previos para realizar las actividades y finalmente la información necesaria para que los grupos de trabajo cumplan con sus objetivos en obra.

- *Planificación semanal:* Última fase de planificación del SUP, esta fase se encuentra a cargo del área administrativa de la obra, residentes, inspectores y todo el personal que se encuentre vinculado directamente con la ejecución de los trabajos en obra. Se mide el porcentaje de Actividades Completadas PAC para saber porcentualmente cual fue el número de actividades programadas que realmente se ejecutaron en obra y así medir que tan efectiva fue la planificación semanal y además tabular las causas por las cuales el PAC no fue del 100% para corregirlas en la siguiente semana.

7.4.3 Just In Time (Jit)

El término "Just-In-Time" (JIT), utilizado por para describir la entrega de materiales a un sitio de construcción, sugiere que los materiales se llevarán a su ubicación para la instalación final e instalarse inmediatamente a su llegada sin incurrir en ningún retraso debido al almacenamiento en un área de descanso o de preparación. JIT es un concepto desarrollado por los japoneses que crearon el Sistema de producción Toyota. El objetivo de la producción JIT es suministrar los materiales adecuados, en el momento adecuado, en el lugar correcto y en la cantidad exacta. (Tommelein & Weissenberger, 1999, pág. 110)

7.4.4 Gestion De Calidad Total (Total Quality Management)

Es un conjunto de estrategias de gestión basadas en conseguir que se cumplan las demandas del cliente. Se enfoca en el cumplimiento de los procesos y en la mejora continua de estos. La calidad debe estar controlada y aprobada antes de que una actividad sea caracterizada "completa". Con esto, se asegura que las actividades subsecuentes no se realicen a partir de actividades defectuosas. (Bonke & Misfeldt, 2004, págs. 1-12)

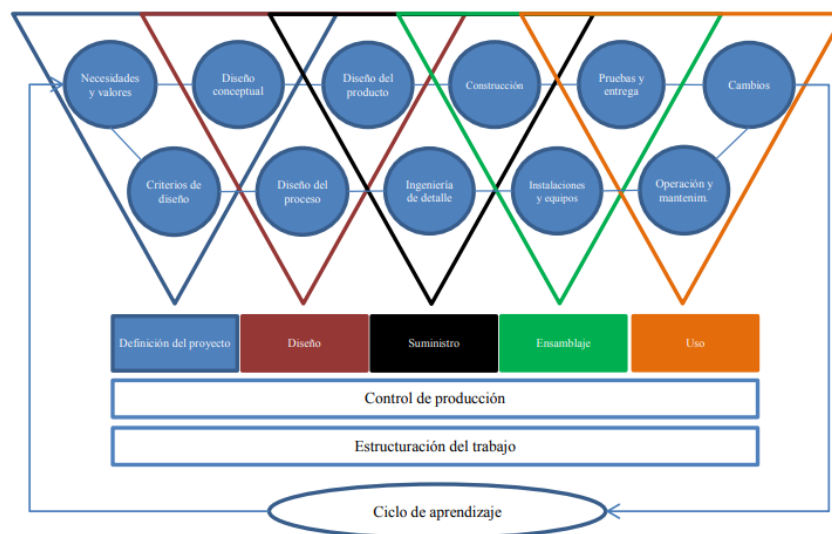
7.4.5 Lean Project Delivery System (Lpds)

Se define como un proceso de alineación de fines, medios y restricciones; la alineación se logra a través del dialogo con el cliente en donde se averigua lo que quieren lograr y las limitaciones (ubicación, costos, tiempo) de los medios para lograr sus fines. Con esta herramienta, los profesionales de la construcción tienen la tarea de proporcionar los medios solicitados por los clientes, quienes están en su autonomía de revelar o no revelar sus propósitos o valores; los profesionales no tienen ningún vínculo directo con el propósito y el valor del cliente.

En el LPDS, se asume que el trabajo del equipo de ejecución del proyecto no es solo proporcionar lo que el cliente desea, sino ayudar primero al cliente a decidir lo que quiere. En consecuencia, es necesario comprender el propósito y las limitaciones del cliente, exponer al cliente a medios alternativos para lograr sus propósitos más allá de los que ha considerado previamente, y ayudar a los clientes a comprender las consecuencias de sus deseos. Este proceso cambia inevitablemente todas las variables: fines, medios y limitaciones. (Ballard, 2008, págs. 1-19)

Figura 5.

Modelo LPDS.



Nota. La figura representa el modelo LPDS. Tomado de: *García, O. (2012). Aplicación De La Metodología Lean Construction En La Vivienda De Interes Social. Bogotá.*

En el desarrollo del LPDS, se destacan las siguientes cinco fases:

- Fase de definición del proyecto:

En esta fase, el equipo de profesionales en construcción trabaja de la mano con los clientes, con el fin de definir el propósito y transformarlo en requisitos específicos. Durante esta fase, el cliente define el presupuesto máximo que puede soportar el modelo de negocio y, por otra parte, los profesionales tasan los costes teóricos, que son menores que los costes autorizados, de tal forma que se promueva la innovación. El coste esperado es la cantidad que se espera que cueste el proyecto, y es por lo general más alto que el coste objetivo. $\text{Coste permitido} \geq \text{Coste esperado} \geq \text{Coste objetivo}$.

- Fase de diseño Lean:

En esta fase, el equipo de profesionales proporciona distintas alternativas, de acuerdo a los requisitos de diseño, las limitaciones del proyecto y el coste objetivo. El principal objetivo es encontrar la mejor alternativa de diseño que entregue el máximo valor y cumpla con las expectativas del cliente. Durante todo el proyecto, el cálculo rápido y sincronizado de alternativas es importante para permitir la toma de decisiones que más beneficie al negocio y al proyecto.

- Fase de suministro Lean:

El suministro Lean consiste en ingeniería de detalle, fabricación y entrega, lo que requiere como prerrequisito indispensable para el diseño del producto y del proceso, de tal forma que el sistema conozca con detalle lo que debe producir y cuando debe entregar esos componentes. Los planes de la cadena de suministro están diseñados para facilitar la entrega Just-in-Time de materiales a la obra. La filosofía detrás de estos convenios es proporcionar sólo lo necesario, puntualmente en el tiempo requerido, solo en la cantidad necesaria.

- Fase de montaje o ejecución *Lean*:

Esta fase está conformada por los módulos fabricación, logística, instalación y puesta en servicio. En el caso del montaje de los materiales en obra se ha optado por la prefabricación, que permite operar de una manera “Lean” mediante la reducción de muchos pasos, teniendo en cuenta que los trabajos en obra se ven afectados por condiciones de incertidumbre, como las variaciones del clima y las limitaciones de mano de obra especializada, materiales y equipos.

- Fase de uso y mantenimiento:

El ensamblaje finaliza cuando el cliente tiene un uso beneficioso de las instalaciones, que comúnmente se produce después de la entrega y puesta en marcha. Esta fase termina con el cierre de la obra, los remates finales y el mantenimiento de las instalaciones.

7.4.6 Target Costing

Su principal objetivo es conseguir una comprensión verdadera de las necesidades y exigencias del cliente, con el fin de asegurar una rentabilidad antes de comenzar el proyecto. Mientras que una empresa con un modelo de gestión tradicional tiende a dirigir su negocio basándose principalmente en costes y beneficios, las empresas Lean ponen su punto de atención en el valor que pueden crear para el cliente y el beneficio de toda la cadena de valor. Target Costing permite a las empresas Lean dirigir su negocio desde el valor del cliente.

7.4.7 Prueba de los cinco minutos para el análisis de pérdidas

En el proceso de aplicación de Lean construction el primer paso es realizar un estudio cuantitativo del tiempo de permanencia en obra de los trabajadores, para estimar que tan productiva es la labor de todo el conjunto de cuadrillas en la obra, es decir

analizar cómo están distribuyendo el tiempo que debe ser dedicado para trabajar en la obra y así tener un estimado del tiempo dedicado realmente a hacer labores para optimizarlo y tomar medidas de corrección en cuanto al el tiempo desperdiciado. Para ello se realiza un formato de prueba llamado “Medición de pérdidas” o “Prueba de los cinco minutos”.

El procedimiento consiste en hacer un muestreo aleatorio simple de la población de estudio en las actividades más relevantes y analizar a que se dedica un tiempo de cinco minutos/obrero en ese intervalo de tiempo estudiado un obrero puede usar el tiempo de tres formas:

- Tiempo productivo (TP): Es el tiempo que el trabajador destina a la producción de alguna unidad constructiva.
- Tiempo contributivo (TC): Es el tiempo dedicado a labores necesarias para que se realicen las acciones productivas
- Tiempo no contributivo (TNC): Es el tiempo que no se aprovecha para trabajar, como por ejemplo descanso, tiempo ocioso, entre otros.

Para el análisis de los resultados de los tiempos que se toman en campo es muy útil usar los Figuras de Pareto.

8. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

- Examinar el planteamiento del problema y pregunta de investigación.
- Estudiar los rendimientos de mano de obra, consumo de materiales y uso de maquinaria, con el fin de determinar puntos críticos.
- Analizar y estudiar la metodología Lean Construction como herramienta a utilizar para optimizar los recursos y procesos internos del Consorcio Eco-casa.
- Formular las herramientas del Lean Construction presentadas, con el fin de obtener el control de las actividades operativas y administrativas del Consorcio.
- Generar e implementar los siguientes formatos de control:
 - Formato 1. Control de actividades diarias
 - Formato 2. Control de Rendimientos de Mano de Obra diarios
 - Formato 3. Control de maquinaria y equipos
 - Formato 4. Control de entrega Informes y Actas parciales
 - Formato 5. Control de entrega de actas de corte - contratistas
 - Formato 6. Base de datos proveedores
 - Formato 7. Control de insumos y materiales - Entradas y Salidas
 - Formato 8. Requerimiento de contrato
- Divulgar e infundir el pensamiento Lean al personal técnico, administrativo y operativo del Consorcio Eco-casa, con el fin de involucrar y direccionar a todas las partes hacia el mismo objetivo.
- Estandarizar la metodología *Lean Construction* como punto de referencia para el desarrollo y ejecución de futuros proyectos en la empresa.

9. DESARROLLO DE LA METODOLOGIA DE INVESTIGACIÓN

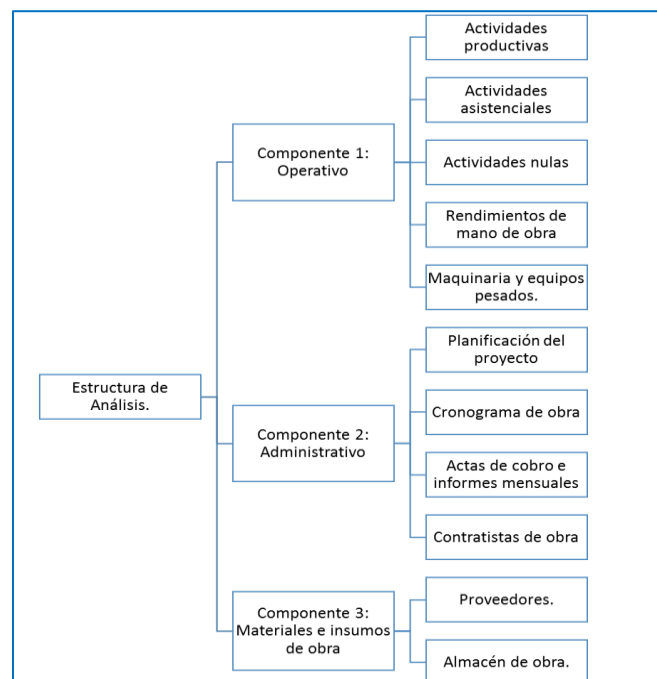
Con el fin de efectuar un análisis real de las pérdidas y/o actividades que no aportan valor al proyecto, y que a su vez pueden estar generando sobrecostos y atrasos con base en el cronograma de obra, es necesario examinar los rendimientos de mano de obra, el consumo de materiales, el control de maquinaria y equipos pesados; por otra parte, se evalúan las funciones del personal operativo y administrativo del consorcio, con el fin de determinar si se está cumpliendo con las responsabilidades adquiridas.

La estructura empleada para analizar lo expuesto anteriormente se divide en tres componentes:

- Componente Operativo
- Componente Administrativo
- Componente de materiales e insumos de obra.

Figura 6.

Estructura de análisis de componentes.



Nota. La figura representa la estructura de análisis de componentes propuesta para el desarrollo de la metodología de investigación.

9.1 Componente Operativo

En este componente se investigó todo lo relacionado con la parte operativa de la obra: actividades ejecutadas, rendimientos de mano de obra, control de maquinaria y equipos pesados.

El componente está conformado por actividades productivas, actividades asistenciales, actividades nulas, rendimientos de mano de obra y maquinaria y equipos pesados; lo que se busca es identificar actividades que generan valor y de igual forma, actividades que generan pérdidas, de esta manera se puede dar enfoque a las actividades que requieren mayor control para evitar pérdidas en valor y tiempo.

9.1.1 Actividades productivas

Se entiende por actividades productivas al tiempo 100% dedicado por el empleado en la ejecución de sus labores asignadas.

9.1.2 Actividades asistenciales

Se interpreta por actividades asistenciales al tiempo empleado para apoyar las actividades productivas. Por ejemplo: Transporte de materiales, preparación de materiales, monte y desmonte de andamios, escaleras, mediciones de cantidades de obra y entrega de actividades a interventoría.

9.1.3 Actividades nulas

Las actividades nulas son los tiempos empleados por el trabajador para tomar alimentos, realizar pausas activas, asistir a reuniones, capacitaciones, entre otros. Estas actividades no generan valor productivo, pero algunas de ellas generan valor intelectual.

9.1.4 Rendimientos de mano de obra

Se consideran rendimientos de mano de obra como la cantidad de obra de alguna actividad completamente ejecutada por una cuadrilla, compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad por unidad de recurso humano.

9.1.5 Maquinaria y equipos pesados

Son máquinas y equipos diseñados para ejecutar actividades de construcción en donde con mayor frecuencia se involucran movimientos de tierra.

Entregables: Se diseñaron los siguientes formatos:

- Formato de control diario de actividades productivas, asistenciales y nulas: En este formato se plasmará el tiempo diario que se dedica a cada una de las actividades en mención. El fin es identificar puntos críticos que se puedan estar presentando y tomar medidas de control preventivas. (*Ver anexo 1.*)
- Formato de rendimiento de mano de obra: En este formato se llevará control del rendimiento de mano de obra de acuerdo a la actividad en estudio, y se contrastará con el rendimiento proyectado en el análisis de precios unitarios (APU). Con este formato se espera poder identificar a tiempo posibles diferencias con el rendimiento esperado y tomar medidas de control. (*Ver anexo 2.*)
- Formato de control de maquinaria y equipos pesados: Formato diseñado para controlar el uso adecuado de equipos y maquinaria pesada de acuerdo a la actividad requerida; el principal objetivo es prevenir sobrecostos innecesarios por alquiler y/o mantenimiento. (*Ver anexo 3.*)

9.2 Componente Administrativo

En este componente se hace seguimiento de la programación del proyecto (cronograma de obra), revisando si el porcentaje (%) de avance programado corresponde con el porcentaje (%) de avance físico reportado, con base en estos datos, se puede determinar si existe un porcentaje (%) de atraso, y tomar medidas de contingencia que mitiguen y regulen los tiempos de entrega establecidos.

Por otra parte, se revisa el estado de entrega de los informes y actas parciales de cobro a la entidad contratante, toda vez que dentro del marco contractual del proyecto es una obligación fija. De igual forma se revisan las causales de no aceptación por parte de interventoría (en caso que aplique), con el fin de generar lineamientos que permitan la rápida aprobación de actas e informes teniendo en cuenta lo exigido por la entidad contratante. Es importante resaltar que el flujo de caja del proyecto depende en gran parte del cumplimiento en la entrega mensual de las actas de cobro.

Finalmente, se supervisa el proceso de cortes de obra a contratistas, con el fin de detectar si existen procesos que perjudiquen el pago oportuno en las fechas establecidas. Es variable también juega un papel importante en el proyecto, dado que, el no cumplimiento de pagos, puede repercutir en el abandono de actividades por parte del contratista, ocasionando imprevistos en el cumplimiento del cronograma de obra.

En resumen, en este componente se analizan las siguientes variables:

- Cronograma de obra
- Actas de cobro e informes mensuales
- Contratistas de obra

Entregables: Se diseñaron los siguientes formatos:

- Formato de entrega “Actas de cobro e Informes mensuales”: En este formato se deja la trazabilidad de entregas a Interventoría para aprobación; el fin es tener un control de cambios y subsanación de observaciones en el menor tiempo posible, esto permite optimizar tiempos, recursos, y de igual forma cumplir con las exigencias establecidas. *(Ver anexo 4.)*
- Formato de control “Actas de corte - contratistas”: El objetivo de este formato es controlar las fechas de cortes de obra, entrega y aprobación de memorias de cantidades, elaboración y aprobación de acta de corte, emisión y aprobación de factura por parte del departamento contable, y finalmente desembolso por parte del departamento de tesorería. *(Ver anexo 5.)*

9.3 Componente Materiales E Insumos De Obra

Se considera de gran relevancia este componente, toda vez que un exceso de desperdicios, falta de materiales, demora en el proceso de compras, entre otras cosas más, puede contraer afectaciones económicas perjudiciales para la correcta ejecución del proyecto. Dentro de este componente encontramos:

9.3.1 Proveedores

Con el fin de mantener una base de datos sólida y actualizada, se diseña formato de registro de proveedores, de esta forma se espera mantener información y contacto de proveedores de todo tipo de insumos y materiales necesarios durante el proceso constructivo.

9.3.2 Almacén de obra

El almacén de obra hace parte de los requerimientos esenciales para el desarrollo normal de la obra, en esta bodega se albergan insumos, materiales y equipos. Es

necesario mantener un inventario actualizado con el fin de prever con tiempo cuando la disponibilidad de insumos o materiales es inferior a lo requerido.

Con el fin disponer siempre del material suficiente para las actividades que lo requieran, se diseña formato de control de entrada y salida de insumos y materiales de obra. Este formato permitirá conocer el material o insumo disponible en almacén, y de la misma forma permite controlar la cantidad de material que se entrega a los obreros, partiendo de esto, se puede analizar si se está utilizando exceso de material para la actividad requerida, y en caso dado, supervisar y mejorar el proceso.

Entregables: Se diseñaron los siguientes formatos:

- Formato de registro proveedores (base de datos) (*Ver anexo 6.*)
- Formato de control de entrada y salida de insumos y materiales. (*Ver anexo 7.*)

10. ANÁLISIS DE RESULTADOS

10.1 Componente Operativo

10.1.1 Actividades productivas, asistenciales y nulas.

En esta variable se analizaron los tiempos de ejecución de actividades productivas, asistenciales y nulas, los cuales quedaron registrados en el formato implementado de “Control diario de actividades”. Se realizó toma de datos por cuatro (4) semanas.

Con base en los datos registrados en el Formato 1. Control de actividades diarias, en la siguiente tabla se puede evidenciar el resumen de horas por tiempo productivo, tiempo asistencial y tiempo nulo:

Tabla 1.

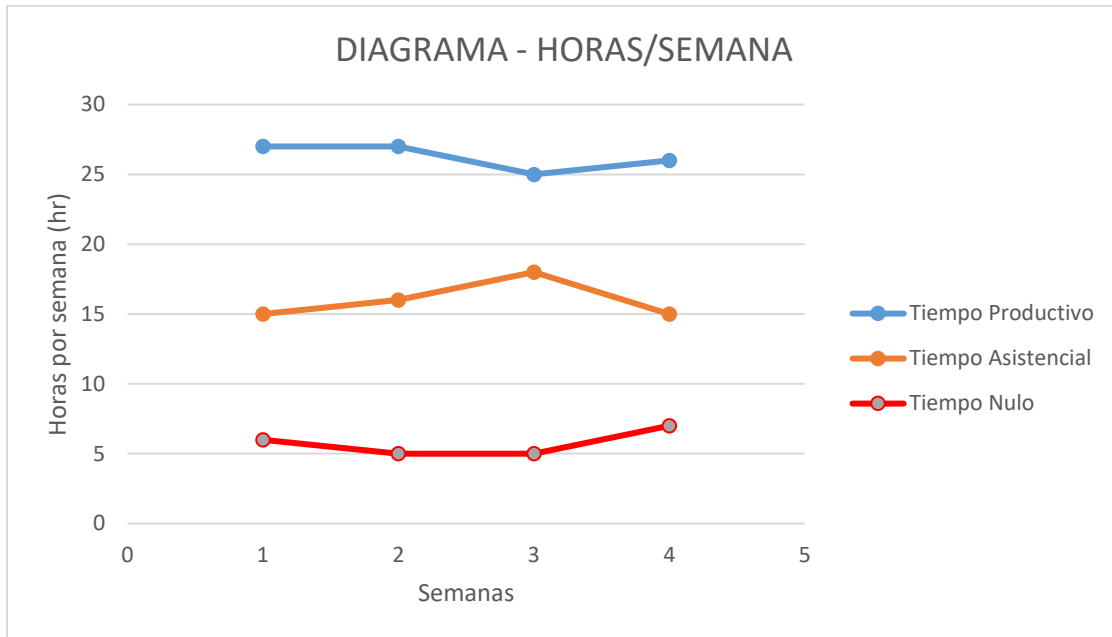
Acumulado de horas productivas, asistenciales y nulas por semana.

ACUMULADO DE HORAS POR SEMANA				
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Tiempo Productivo	27	27	25	26
Tiempo Asistencial	15	16	18	15
Tiempo Nulo	6	5	5	7
Total Horas:	48	48	48	48

Nota. La tabla representa el acumulado de horas por semana de acuerdo a los tiempos productivos, asistenciales y nulos.

Figura 7.

Figura de horas productivas, asistenciales y nulas por semana.

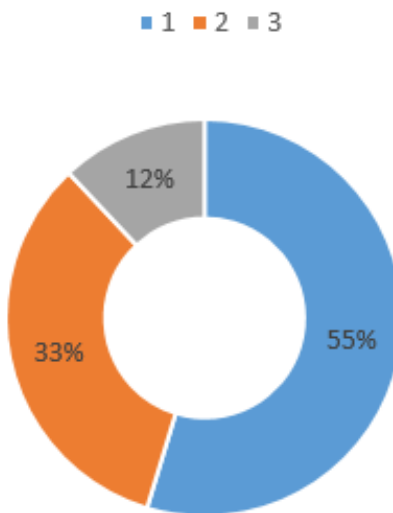


Nota. La figura representa la variación del tiempo productivo, asistencial y nulo a lo largo de las cuatro (4) semanas de seguimiento.

Figura 8.

Porcentaje por horas acumulado.

PORCENTAJE DE HORAS ACUMULADO



Nota. La figura circular representa el porcentaje de horas acumulado dividido por: tiempo productivo (55%), tiempo asistencial (33%) y tiempo nulo (12%).

En la Tabla 1 se resume el acumulado de horas por semana registrado en el Formato 1. Control de actividades diarias. Esta actividad fue llevada por el inspector de obra en un lapso de cuatro (4) semanas, allí se puede observar la sumatoria de horas invertidas en tiempo productivo, tiempo asistencial y tiempo nulo.

En la Figura 8 se evidencia que el 55% del tiempo total corresponde a tiempo contributivo, y un 45% restante, corresponde a tiempo asistencial y nulo; analizando estos porcentajes, se concluye que los tiempos asistenciales y nulos se encuentran elevados, y en cierta medida no están aportando valor a la empresa, afectando directamente el cronograma de obra, los rendimientos esperados, y los costos operativos y administrativos de la obra.

10.1.2 Rendimientos de mano de obra.

Se analizaron los rendimientos de mano de obra, los cuales quedaron registrados en el Formato 2. Control de Rendimientos de Mano de Obra diarios para este análisis se contemplaron dos actividades, consideradas las más relevantes y a su vez, las que se encontraban en ejecución a la fecha de toma de datos de la presente monografía:

- Muro sencillo en bloque No. 5.
- Elementos en concreto: Columnetas y viguetas.

Tabla 2.

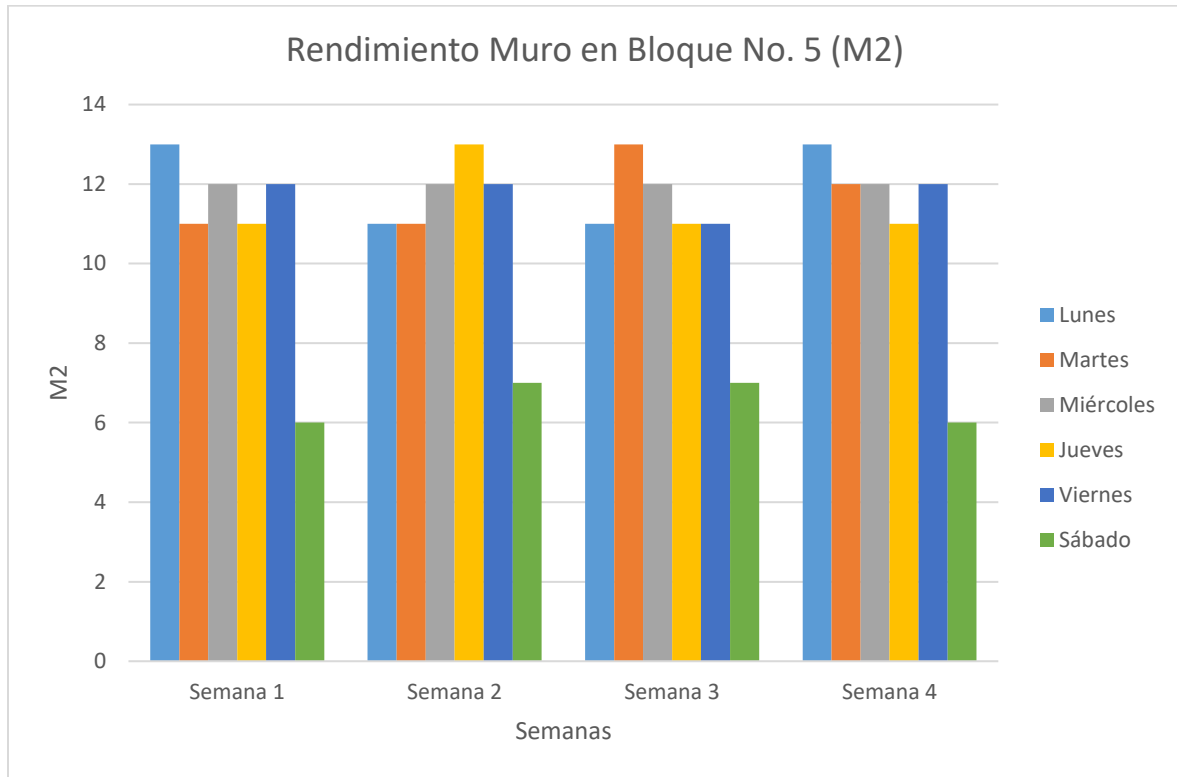
Rendimiento diario Muro en Bloque No. 5 (M2)

MURO EN BLOQUE No. 5 (M2)							TOTAL	Promedio (Lunes a Viernes)
Día / Semana	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado		
Semana 1	13	11	12	11	12	6	65	11.80
Semana 2	11	11	12	13	12	7	66	11.80
Semana 3	11	13	12	11	11	7	65	11.60
Semana 4	13	12	12	11	12	6	66	12.00

Nota. La tabla representa el rendimiento diario de la actividad “Muro en Bloque No. 5” a lo largo de las cuatro (4) semanas de seguimiento.

Figura 9.

Rendimiento por semana Muro en Bloque No. 5 (M2)



Nota. La figura de barras representa el rendimiento diario agrupado por semanas en la actividad “Muro en Bloque No. 5” a lo largo de las cuatro (4) semanas de seguimiento.

Tabla 3.

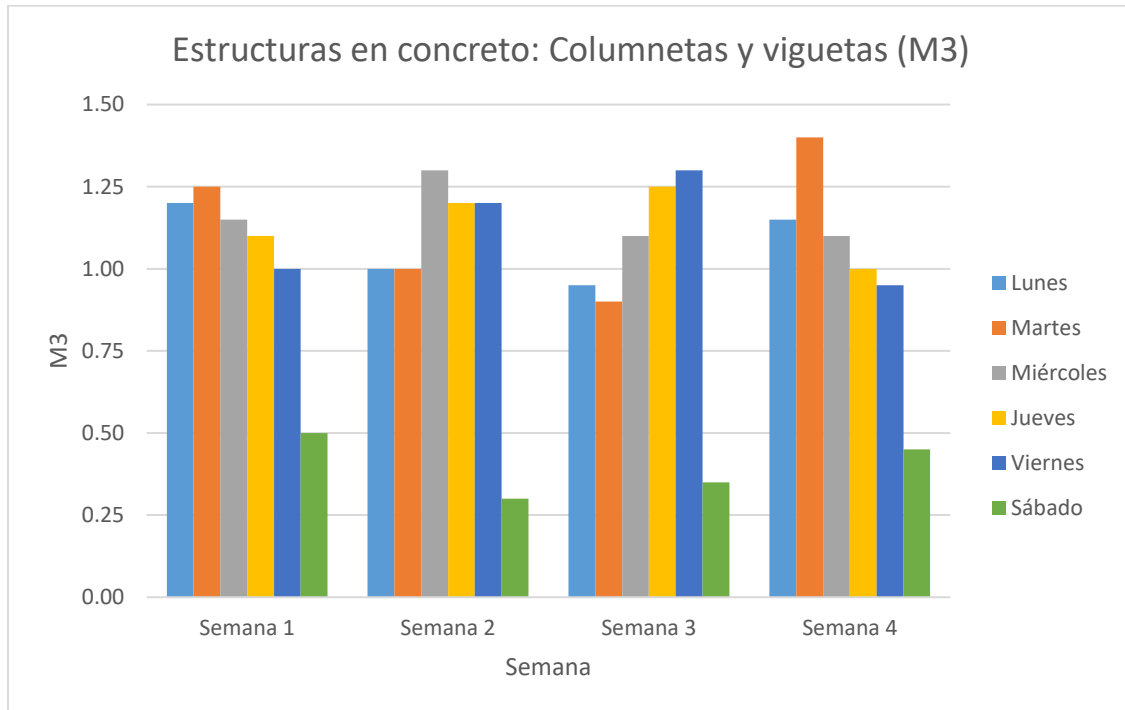
Rendimiento diario Estructuras en Concreto (M3)

Estructuras en Concreto: Columnetas y Viguetas (M3)							TOTAL	Promedio (Lunes a Viernes)
Día / Semana	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado		
Semana 1	1.20	1.25	1.15	1.10	1.00	0.50	6.20	1.14
Semana 2	1.00	1.00	1.30	1.20	1.20	0.30	6.00	1.14
Semana 3	0.95	0.90	1.10	1.25	1.30	0.35	5.85	1.10
Semana 4	1.15	1.40	1.10	1.00	0.95	0.45	6.05	1.12

Nota. La tabla representa el rendimiento diario de la actividad “Estructuras en Concreto” a lo largo de las cuatro (4) semanas de seguimiento.

Figura 10.

Rendimiento por semana Estructuras en Concreto (M3)



Nota. La figura de barras representa el rendimiento diario agrupado por semanas en la actividad “Estructuras en concreto” a lo largo de las cuatro (4) semanas de seguimiento.

Con base en la Tabla 2, se puede evidenciar el rendimiento de mano de obra diario de Muro en bloque No. 5 a lo largo de cuatro (4) semanas; para la semana 1 y 2 se obtuvo un promedio diario de 11.80 m² respectivamente, para la semana 3 se obtuvo un promedio diario de 11.60 m² (bajó de acuerdo al rendimiento de las 2 semanas anteriores), finalmente para la semana 4, se obtuvo un promedio diario de 12.00 m², está última semana obtuvo el rendimiento diario más alto de las 4 semanas analizadas.

Analizando los resultados obtenidos, y de acuerdo al rendimiento calculado y proyectado en el APU que corresponde a 2.00 m² / hora / cuadrilla (2 ayudantes), lo que equivale a 2.00 m²/hora x 8 horas diarias = 16.00 m² / día o 96.00 m² / semana, se puede evidenciar que el rendimiento semanal real es bajo comparado al rendimiento proyectado en el APU, esto se debe a que el tiempo semanal productivo no corresponde a 48 horas, en promedio oscila entre 25 a 27 horas por semana, de acuerdo a la Tabla 1. Acumulado de horas productivas, asistenciales y nulas por semana.

Por otra parte, de acuerdo a la Tabla 3. *Rendimiento diario Estructuras en Concreto (M3)*, se puede evidenciar el rendimiento diario de mano de obra para Estructuras en concreto (Columnetas y viguetas) a lo largo de cuatro (4) semanas; para la semana 1 y 2 se obtuvo un promedio diario de 1.14 m³ respectivamente, para la semana 3 se obtuvo un promedio diario de 1.10 m³ (bajó respecto a las semanas 1 y 2), finalmente en la semana 4 se obtuvo un promedio diario de 1.12 m³.

Con base en los datos anteriores y de acuerdo al rendimiento calculado y proyectado en el APU que corresponde a 0.22 m³ / hora / cuadrilla (1 oficial y 2 ayudantes), equivalente a 0.22 m³/hora x 8 horas diarias = 1.76 m³ / día o 10.56 m³ / semana, se puede evidenciar que el rendimiento semanal es bajo comparado al rendimiento proyectado en el APU, esto se debe a que el tiempo semanal productivo no corresponde a 48 horas, en promedio oscila entre 25 a 27 horas por semana, de acuerdo a la Tabla 1. Acumulado de horas productivas, asistenciales y nulas por semana.

Se deja la salvedad que se promediaron únicamente rendimientos diarios de lunes a viernes, toda vez que el día sábado la jornada laboral está compuesta únicamente por medio día, los datos obtenidos en este día no pueden ser promediados porque las condiciones no son las mismas.

10.1.3 Maquinaria y equipos pesados.

Se diseñó el Formato 3. Control de maquinaria y equipos con el fin de controlar el uso adecuado de equipos y maquinaria pesada de acuerdo a la actividad requerida; en este formato se registró hora por hora la actividad en que fue utilizado el equipo o maquinaria, con el fin de determinar si fue una actividad productiva que aporta valor al proyecto, o por si lo contrario fueron actividades no productivas, que no agregan valor. Se realizó análisis y seguimiento a la siguiente maquinaria y equipos:

- Retroexcavadora Oruga.
- Vibrocompactador Benitin.

Para la Retroexcavadora Oruga se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 4.

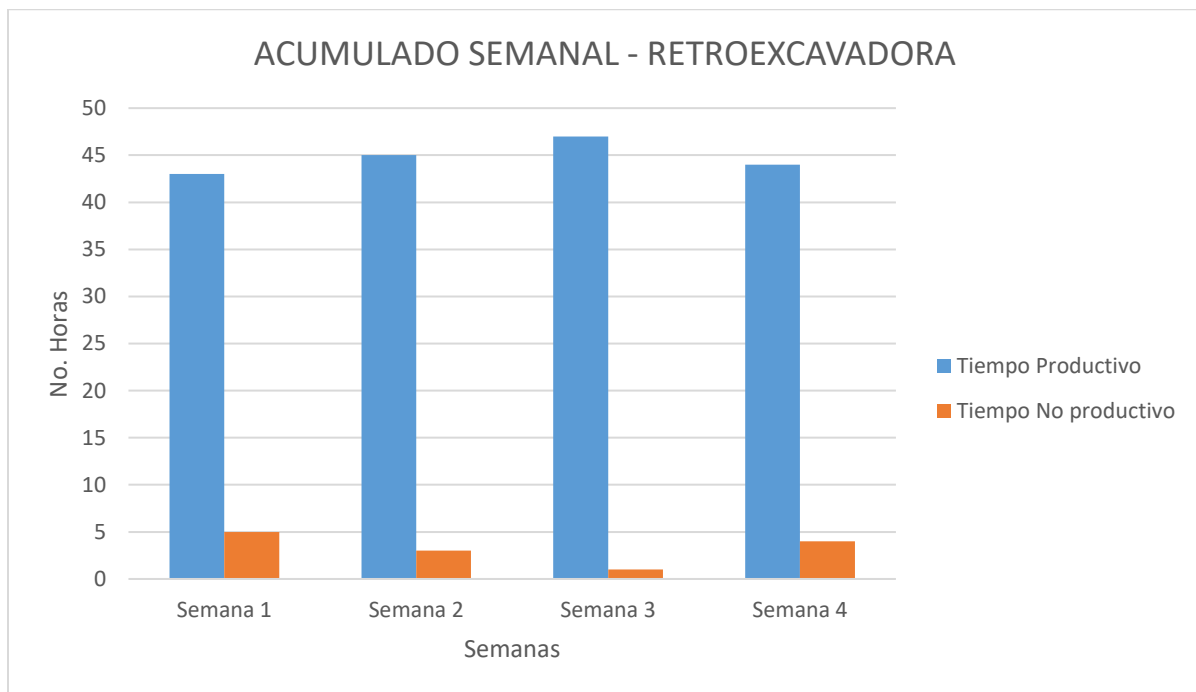
Acumulado de horas por semana – Retroexcavadora

ACUMULADO DE HORAS POR SEMANA - RETROEXCAVADORA				
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Tiempo Productivo	43	45	47	44
Tiempo No productivo	5	3	1	4
Total Horas:	48	48	48	48

Nota. La tabla representa el acumulado de horas por semana de la Retroexcavadora.

Tabla 5.

Acumulado semanal – Retroexcavadora.



Nota. La figura de barras representa el acumulado semanal de trabajo productivo y no productivo de la retroexcavadora.

De acuerdo a la Tabla 4. Acumulado de horas por semana – Retroexcavadora, se puede evidenciar que a lo largo de las cuatro (4) semanas de seguimiento, se reportaron 13 horas no productivas, lo cual repercute en costos de alquiler que no agregan valor al proyecto. Para el vibrocompactador Benitin se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 6.

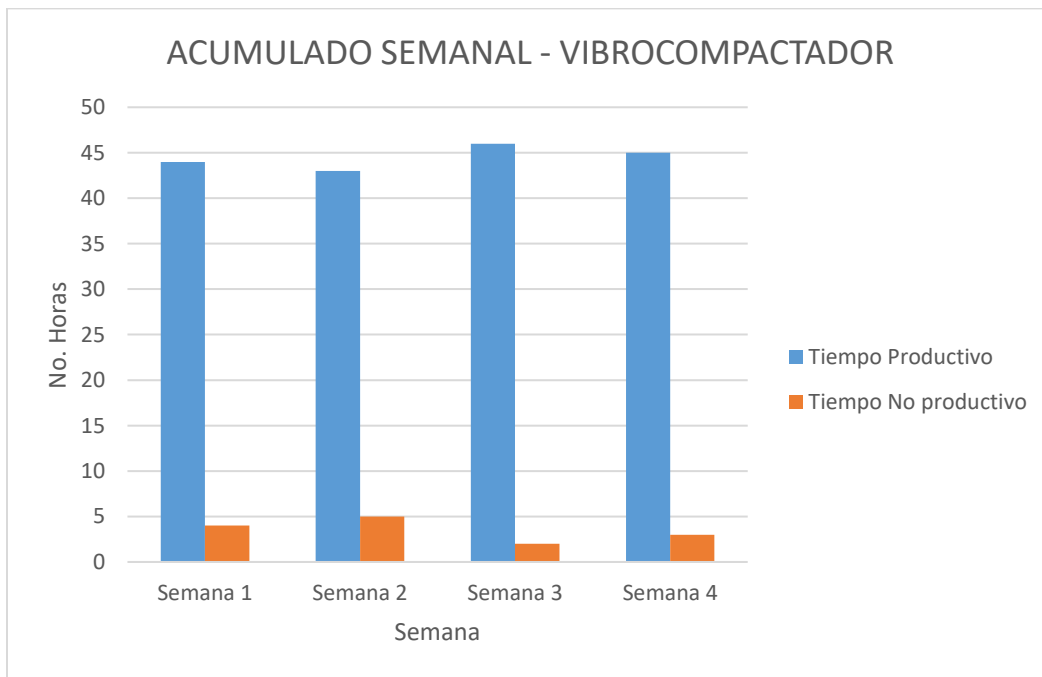
Acumulado de horas por semana - Vibrocompactador

ACUMULADO DE HORAS POR SEMANA - VIBROCOMPACTADOR				
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Tiempo Productivo	44	43	46	45
Tiempo No productivo	4	5	2	3
Total Horas:	48	48	48	48

Nota. La tabla representa el acumulado de horas por semana del Vibrocompactador.

Figura 11.

Acumulado semanal – Vibrocompactador



Nota. La figura de barras representa el acumulado semanal de trabajo productivo y no productivo del Vibrocompactador.

De acuerdo a la Tabla 6. Acumulado de horas por semana - Vibrocompactador, se puede evidenciar que a lo largo de las cuatro (4) semanas de seguimiento, se reportaron 14 horas no productivas, lo cual, al igual que la retroexcavadora, se está repercutiendo en costos de alquiler que no agregan valor al proyecto.

10.2 Componente Administrativo

10.2.1 Cronograma de obra

Se determinó que el porcentaje de obra programado con fecha de corte del 31 de agosto de 2021, corresponde a 67%; por otra parte, el porcentaje de obra física ejecutada, calculado y conciliado con interventoría, corresponde a un 65.50%, esto nos muestra que existe un atraso mínimo tasado en 1.50%.

En muchas ocasiones, estos atrasos se presentan por el no seguimiento y control a los rendimientos de mano de obra, al escaso monitoreo de maquinaria y equipos pesados utilizados en actividades como excavación y rellenos, o en su defecto, a la ausencia de materiales e insumos de obra requeridos.

Como medida de contingencia que hagan frente a estos sucesos, se planteó el uso obligatorio de los formatos implementados (Formato 1. Control de actividades diarias, Formato 2. Control de Rendimientos de Mano de Obra diarios, Formato 3. Control de maquinaria y equipos) con el fin de ejercer mayor supervisión y control a las actividades propias de la obra.

10.2.2 Actas de cobro e Informes mensuales

Como parte de la revisión efectuada en el proceso de entrega y aprobación de informes y actas de cobro mensuales, se resumió en la siguiente tabla el estado actual con corte al mes de agosto del 2021.

Figura 12.

Estado general de Informes y Actas mensuales de Obra (Fecha de corte: Agosto 2021)

No. de Informe	Periodo	Estado actual
Actas e Informes No. 1 al 30	Marzo 2018 – Diciembre 2020	Aprobados por Interventoría y con pago por parte de la entidad.
Acta e Informe No. 31	Diciembre 2020 – Enero 2021	Aprobado por Interventoría y pendiente de pago por parte de la entidad.
Acta e Informe No. 32	Enero – Febrero 2021	Aprobado por Interventoría y pendiente de pago por parte de la entidad.
Acta e Informe No. 33	Febrero – Marzo 2021	Periodo con acta de suspensión. Únicamente se entregó y aprobó Informe técnico.
Acta e Informe No. 34	Marzo – Abril 2021	Aprobado por Interventoría y pendiente de pago por parte de la entidad.
Acta e Informe No. 35	Abril – Mayo 2021	Aprobado por Interventoría y pendiente de pago por parte de la entidad.
Acta e Informe No. 36	Mayo – Junio 2021	Aprobado por Interventoría.
Acta e Informe No. 37	Junio – Julio 2021	Aprobado por Interventoría.
Acta e Informe No. 38	Julio – Agosto 2021	Aprobado por Interventoría.

Nota. La figura representa el estado general de los informes y actas mensuales de obra con fecha de corte en agosto 2021.

Con el fin de optimizar y conocer el estado actual de Informes y actas mensuales de cobro, se diseñó el Formato 4. *Control de entrega Informes y Actas parciales*, el cual permitirá suministrar información como es fecha de entrega o devolución, número de oficio y observaciones generales; el principal objetivo es conservar la información actualizada y mantener la trazabilidad en fechas, oficios y estado actual de los informes y actas de cobro mensuales.

Con esta información se podrá determinar si los informes y actas están siendo entregados en las fechas estipuladas, o si por el contrario, se está incumpliendo con la obligación contractual de entrega de informes y actas de cobro mensuales; en caso de ser así, poder generar medidas correctivas con brevedad.

10.2.3 Contratistas de obra

Como parte del proceso de supervisión y mejor continua frente al pago oportuno de los cortes de obra a contratistas, se diseñó el Formato 5. Control de entrega de actas de corte - contratistas, el cual permite hacer seguimiento desde la entrega de memorias de cálculo de actividades a cobrar, hasta la entrega del acta de obra y factura al departamento de contabilidad.

10.3 Componente materiales e insumos de obra

Este componente está conformado por las variables de Proveedores y Almacén de obra; en primer lugar, se diseñó el Formato 6. Base de datos proveedores, el cual fue entregado por medio digital al almacenista y analista de compras, el objetivo es diligenciarlo y mantenerlo actualizado.

Una sólida base de datos brinda la posibilidad de conseguir cotizaciones y analizar la oferta más viable en menor tiempo; de esta forma se puede evitar sobrecostos e imprevistos que afecten el valor presupuestado por cada material o insumo de obra.

En segundo lugar, se diseñó y entregó al almacenista de obra el Formato 7. Control de insumos y materiales - Entradas y Salidas, su objetivo es registrar a diario los insumos o materiales que ingresen al almacén, y de igual forma los que se entreguen. Esto nos permite mantener un control de inventario actualizado en tiempo real y conocer hacia qué actividad fue entregado el insumo o material.

Con base en esta información, el residente de obra puede analizar y estimar si existen pérdidas o desperdicios en el uso de materiales e insumos de obra; en caso de ser así, se puede ejercer un control oportuno que mitiguen sobrecostos en el proyecto.

11. HERRAMIENTAS LEAN CONSTRUCTION IMPLEMENTADAS EN EL CONSORCIO ECOCASA

La comprensión, entendimiento y seguimiento de la filosofía *Lean Construction*, nos permitió estandarizar procesos que pasaban por desapercibidos, que de una u otra forma afectaban directamente el desarrollo óptimo de la obra, generando sobrecostos operativos y administrativos que se encuentran vinculados básicamente por la falta de control en las actividades diarias de la obra, en esto se incluye:

- Desperdicios y falta de control en el uso adecuado de insumos y materiales (entradas y salidas).
- Escasez de seguimiento en los tiempos de marcha de equipos y maquinaria.
- Supervisión técnica y control de los rendimientos de mano de obra.
- Entrega oportuna de informes y actas de cobro mensuales.
- Retrasos en pagos de cortes de obra a contratistas.

Como medida de apoyo y estandarización de procesos operativos y administrativos, se utilizaron las siguientes herramientas *Lean Construction*:

- Prueba de los cinco minutos para el análisis de pérdidas: Con la ayuda de esta herramienta, se realizó seguimiento a los tiempos productivos, contributivos (asistenciales) y no contributivos (nulos), para esto se diseñó el Formato 1. Control de actividades diarias, en el cual se detectaron los tiempos no contributivos (nulos) y se generaron medidas de control con el fin de disminuirlos.
- Total Quality Management: Se diseñó e implementó Formato 4. Control de entrega Informes y Actas parciales, con el fin de hacer seguimiento y control en el proceso de aprobación de informes y actas parciales por parte de la Interventoría; de esta forma, se promueve un mejor canal de comunicación Contratista – Interventoría, y se mitigan controversias que puedan causar incumplimiento a una de las demandas de la entidad que es la entrega mensual de informes y actas.

- Just in time: Esta herramienta es utilizada para el control de insumos y materiales de obra, para esto se creó el Formato 7. Control de insumos y materiales - Entradas y Salidas, en este formato se mantendrá el reporte diario de insumos o materiales que ingresan y salen del almacén; esto permitirá mantener un control de inventario en tiempo real, y realizar ordenes de pedido justo a tiempo, previniendo el agotamiento de las existencias en almacén en el momento de ser requerido.
- Target costing: Se diseña Formato 8. Requerimiento de contrato, el principal objetivo de este formato es conseguir una comprensión verdadera entre el Consorcio Ecocasa y el contratista, en cuanto al alcance del contrato, limitaciones, tiempo de ejecución y costos totales, con el fin que el contratista pueda planificar y asegurar su rentabilidad, y por otra parte, el Consorcio pueda estimar los costos de inversión.
- Last Planner System: Esta herramienta permite controlar y planificar adecuadamente el proyecto en costos y tiempo, para esto, se plantea el uso continuo y obligatorio del programa Project, ya que este programa permite estimar las duraciones de las actividades, sus costos asociados, actividades predecesoras, sucesoras y porcentaje de avance programado. Es muy útil para mantener un control preciso de cada actividad.

12. CONCLUSIONES

- La implementación del Formato 1. Control de actividades diarias permitió evidenciar el tiempo productivo real invertido en las actividades que agregan valor al proyecto, así como el tiempo no contributivo o “nulo”. Partiendo de esto, se realizaron reuniones con el personal administrativo y operativo, con el fin de crear conciencia en las acciones que repercuten en tiempo mal invertido, ocasionando bajos rendimientos de obra e incumplimiento del cronograma de obra en curso.
- Con ayuda del Formato 2. Control de Rendimientos de Mano de Obra diarios, se estimaron los rendimientos de obra real vs los rendimientos de obra proyectados en el APU, encontrando diferencias que repercuten en sobrecostos y tiempo adicional.
- Se determinó que los bajos rendimientos de obra están asociados a la falta de supervisión por parte de los profesionales encargados, esto se demuestra en el análisis de los tiempos no contributivos (nulos) que se estaban presentando.
- Se generó la alerta a los profesionales técnicos encargados de las actividades de campo con el fin de ejercer mayor control y supervisión en la mano de obra, de esta manera, se deben mitigar las diferencias presentadas optimizando los tiempos de ejecución.
- El Formato 3. Control de maquinaria y equipos suministró mecanismos para que el residente de obra estuviera enterado del movimiento diario de los equipos y maquinaria; de esta forma, se pueden determinar tiempos muertos que no agregan valor al proyecto y se pueden tomar medidas de control que fortalezcan su uso apropiado en el 100% de la jornada laboral.
- Por medio del Formato 4. Control de entrega Informes y Actas parciales se optimizaron los tiempos de entrega, revisión y aprobación de informes y actas de

cobro mensuales, con el fin de mantener el cumplimiento de la obligación contractual estipulada por la entidad contratante.

- Basándose en el Formato 5. Control de entrega de actas de corte - contratistas, se articularon procedimientos de entrega de memorias de cantidades, aprobación, generación de acta en el programa Sinco y entrega de documentos al departamento contable; la trazabilidad en fechas permitió al residente de obra estar alerta frente a posibles retrasos en los cortes de obra.
- Se realizó entrega del Formato 6. Base de datos proveedores al almacenista del proyecto y analista de compras, con el fin de crear una base de datos de proveedores de materiales, insumos, equipos y maquinaria de construcción; de esta forma, se proveen variables que faciliten la captación de cotizaciones necesarias para estudiar costos y rentabilidades.
- Con base en el Formato 7. Control de insumos y materiales - Entradas y Salidas, se actualizó el inventario de almacén; el control de entradas y salidas de almacén facilita realizar requerimientos de insumos y materiales en tiempos prudentes y prevé insuficiencia de materiales en la bodega de almacén.
- El análisis de las salidas de almacén permitió conocer en que se está usando cada insumo o material, y determinar si se están utilizando las cantidades requeridas o si por el contrario, se están generando desperdicios de materiales por malos procedimientos.
- La implementación de la filosofía *Lean Construction* permitió crear estrategias de control al Consorcio, optimizando tiempos, recursos y procesos.
- La rentabilidad proyectada y esperada de un proyecto está condicionada al control minucioso de cada uno de los procesos que lo conforman, se debe trabajar siempre en pro de corregir errores en tiempo real, creando oportunidades de mejora continua que agreguen valor al proyecto.

BIBLIOGRAFIA


- Al-Aomar, R. (2012). Analysis of lean construction practices at Abu Dhabi construction industry. In *Lean Construction Journal* (pp. 8-9).
- Ballard, G. (2008). The Lean Project Delivery System: An Update . *Lean Construction Journal*, 1-19.
- Bonke, S., & Misfeldt, E. (2004). Quality Control in Lean Construction. *12th Annual Conference on Lean Construction*, 1-12.
- Botero, L. F., & Villa, M. E. (2005). Last planner, un avance en la planificación y control. *Ingeniería & Desarrollo* .
- Cano, H., Nieto, N., & Arango, K. (2017). *Implementación de la Metodología Lean Construction para la optimización de recursos en la empresa Gramar S.A.*
- Despradel, I., Guerrero, C., Jourdain, M., López, J., Núñez, A., & Oliver, C. (2011). Lean Construction: implicaciones en el uso de una nueva filosofía, con miras a una mejor administración de proyectos de Ingeniería Civil en República Dominicana. 1-3.
- Elaborado por: John Sebastián Nítola H. (2021). Bogotá.*
- García, O. (2012). *Aplicación De La Metodología Lean Construction En La Vivienda De Interes Social. Bogotá.*
- Howell, G. A. (1999). *What is Lean Construction.*
- Instituto de Lean Construction -LCI-. (1997). *Lean Construction Institute*. Retrieved from <http://www.leanconstruction.org>
- Pons Achell, J. F. (2014). Introducción a Lean Construction. *Fundación Laboral de la Construcción*, 1-74.
- Porras, H., Sanchez, O., & Galvís, J. (2014). Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos. 1-139.
- Restrepo, A. (2020). *Implementación Metodología Lean en Empresas Constructoras.*
- Tommelein, I. D., & Weissenberger, M. (1999). More Just-In-Time: Location Of Buffers In Structural Steel Supply And Construction Processes. *Not Just-In-Time: Structural Steel Supply and Construction Processes*, 109-120.
- Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (1991). La máquina que cambió el mundo. *Revista de Economía Aplicada*, 1-4.

ANEXOS

ANEXO 1

Formato 1.

Control de actividades diarias.


 CONSORCIO ECOCASA	FORMATO					
CONTROL DIARIO DE ACTIVIDADES DE OBRA						
				<i>CONSECUTIVO:</i>		
<u>CONTRATISTA:</u>				<i>FECHA:</i>		
<u>OBJETO DEL CONTRATO:</u>						
<u>UBICACIÓN:</u>						
REGISTRO DE HORAS						
DIAS DE LA SEMANA:	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
TIEMPO PRODUCTIVO (hr)						
ACTIVIDAD 1:						
ACTIVIDAD 2:						
ACTIVIDAD 3:						
TOTAL HORAS:						
TIEMPO ASISTENCIAL (hr)						
ACTIVIDAD 1:						
ACTIVIDAD 2:						
ACTIVIDAD 3:						
TOTAL HORAS:						
TIEMPO NULO (hr)						
ACTIVIDAD 1:						
ACTIVIDAD 2:						
ACTIVIDAD 3:						
TOTAL HORAS:						
OBSERVACIONES GENERALES						
ELABORADO POR: _____ CARGO: _____ EMPRESA: _____						

Nota. Formato elaborado por: John Sebastián Nítola H., 2021.

ANEXO 2

Formato 2.

Control de Rendimientos de Mano de Obra diarios


	FORMATO								
	CONTROL DIARIO DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA								
CONSORCIO EDCO-COCASA				CONSECUTIVO:					
CONTRATISTA:				FECHA:					
OBJETO DEL CONTRATO:				UBICACIÓN:					
REGISTRO DE HORAS									
ACTIVIDAD:									
Día / Semana	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	TOTAL	Promedio (Lunes a Viernes)	
Semana 1									
Semana 2									
Semana 3									
Semana 4									
ACTIVIDAD:									
Día / Semana	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	TOTAL	Promedio (Lunes a Viernes)	
Semana 1									
Semana 2									
Semana 3									
Semana 4									
ACTIVIDAD:									
Día / Semana	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	TOTAL	Promedio (Lunes a Viernes)	
Semana 1									
Semana 2									
Semana 3									
Semana 4									
OBSERVACIONES GENERALES									
ELABORADO POR: _____ CARGO: _____ EMPRESA: _____									

Nota. Formato elaborado por: John Sebastián Nítola H., 2021.

ANEXO 3

Formato 3.

Control de maquinaria y equipos


 CONSORCIO ECOCASA	FORMATO			
	CONTROL DIARIO DE MAQUINARIA Y EQUIPOS			
[CONSECUTIVO: _____]				
REGISTRO DE HORAS				
NOMBRE DE MAQUINA O EQUIPO:				
FECHA:				
HORA		ACTIVIDAD		Nombre del conductor
		Marque con una (X)		
		Productiva	No productiva	
07:00 a. m.	08:00 a. m.			
08:00 a. m.	09:00 a. m.			
09:00 a. m.	09:30 a. m.	DESAYUNO		
09:30 a. m.	10:30 a. m.			
10:30 a. m.	11:30 a. m.			
11:30 a. m.	12:30 p. m.			
12:30 p. m.	01:30 p. m.	ALMUERZO		
01:30 p. m.	02:30 p. m.			
02:30 p. m.	03:30 p. m.			
03:30 p. m.	04:30 p. m.			
		TOTAL HORAS:		
NOTA:	Las casillas de "Productiva" o "No productiva" únicamente puede ser determinado y diligenciado por el Residente de Obra y/o Director de Obra.			
OBSERVACIONES GENERALES				
En este campo diligencie si el equipo o máquina presentó algún daño o imprevisto, o en su defecto alguna novedad que el Residente de Obra deba conocer.				
ELABORADO POR: _____ CARGO: _____ EMPRESA: _____				

Nota. Formato elaborado por: John Sebastián Nítola H., 2021.

ANEXO 4

Formato 4.

Control de entrega Informes y Actas parciales.


 CONSORCIO ECOCASA		FORMATO				
		CONTROL DE ENTREGA INFORMES Y ACTAS PARCIALES DE OBRA				
		CONSECUTIVO:				
FECHA	No. INFORME / ACTA	ENTREGA	RECIBE	No. OFICIO	OBSERVACIONES	NOMBRE Y FIRMA
						Contratista:
						Interventoría:
						Contratista:
						Interventoría:
						Contratista:
						Interventoría:
						Contratista:
						Interventoría:
						Contratista:
						Interventoría:
						Contratista:
						Interventoría:
						Contratista:
						Interventoría:

Nota. Formato elaborado por: John Sebastián Nítola H., 2021.

ANEXO 8

Formato 8.

Requerimiento de contrato

 CONSORCIO ECOCASA	FORMATO		
	REQUERIMIENTO CONTRATO		
		<i>CONSECUTIVO:</i>	
<u>CONTRATISTA:</u>		<u>FECHA:</u>	
<u>NIT:</u>		<u>UBICACIÓN:</u>	
OBJETO DEL CONTRATO			
ALCANCE DEL CONTRATO			
DURACIÓN DEL CONTRATO			
PRESUPUESTO			
OBERVACIONES GENERALES			
CONTRATISTA		CONSORCIO ECOCASA	
NIT		NIT	
TELEFONO		TELEFONO	
CORREO ELECTRÓNICO		CORREO ELECTRÓNICO	
CARGO		CARGO	
FIRMA		FIRMA	

Nota. Formato elaborado por: John Sebastián Nítola H., 2021.