



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos,
Canales y Puertos

Mejora de la planificación y gestión de proyectos mediante
Lean Construction en una empresa inmobiliaria de
Ecuador.

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Planificación y Gestión en Ingeniería Civil

AUTOR/A: Marín Burgos, Marcelo Andrés

Tutor/a: Sanz Benlloch, María Amalia

Cotutor/a externo: Herrera Valencia, Rodrigo Fernando

CURSO ACADÉMICO: 2025/2026

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos,
Canales y Puertos

Mejora de la planificación y gestión de proyectos
mediante Lean Construction en una empresa
inmobiliaria de Ecuador

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Planificación y Gestión en Ingeniería Civil

AUTOR: Marín Burgos, Marcelo Andrés

Tutora: Sanz Benlloch, María Amalia

Cotutor externo: Herrera Valencia, Rodrigo Fernando

Dedicatoria

A mi padre, cuya memoria y ejemplo continúan guiando mi camino y motivándome a crecer profesionalmente.

A mi madre, por su apoyo incondicional, su esfuerzo constante y por estar siempre presente, siendo un pilar fundamental en cada uno de mis logros.

Agradecimiento

A mi tutora y cotutor de Trabajo Fin de Máster, por su orientación, disposición y acompañamiento académico a lo largo del desarrollo de este trabajo.

A la empresa Inmodin, por la apertura y disposición brindadas para la realización de este estudio, así como por facilitar el acceso a la información y permitir el análisis de sus procesos constructivos.

A los profesores del programa MAPGIC, por los conocimientos, herramientas y experiencias compartidas durante el máster, que contribuyeron de manera significativa a mi formación profesional.

A mis compañeros del máster, por el apoyo, el compañerismo y los momentos compartidos durante esta etapa académica.

Finalmente, a todas las personas que, de una u otra manera, aportaron al desarrollo y culminación de este trabajo.

RESUMEN

En el sector de la construcción se puede evidenciar históricamente bajos niveles de productividad, estos van asociados principalmente a las pérdidas en sus procesos constructivos. En el Ecuador, especialmente en el sector inmobiliario estas pérdidas provienen de la falta de planificación, deficiencia en la gestión administrativa y control de proyectos durante las fases de construcción. La empresa analizada tiene problemas en su coordinación y cooperación entre sus empleados generando así pérdidas por sobre costos y una baja productividad.

El presente estudio identifica, analiza y prioriza las pérdidas existentes en los procesos constructivos de Inmodin, una empresa inmobiliaria ecuatoriana la cual es responsable de varios proyectos, entre ellos y el más importante Costa Jama Beach & Golf Resort. Mediante la metodología de Lean Construction se busca proponer el uso de una herramienta lean en conjunto con indicadores de desempeño para mejorar su gestión y control de sus proyectos.

Esta metodología es de carácter cualitativo y analítico, tomando como base el *Manual Lean Construction del Centro de Excelencia en Gestión de la Producción (GEPUC)*. Este está estructurado en tres etapas principales, el diagnóstico donde a través de reuniones y encuestas se identifican las mayores pérdidas y sus fuentes. El análisis, donde con el uso de herramientas gráficas y diagramas se identifican las pérdidas críticas y su causa raíz. Observando que el desaprovechamiento de las capacidades del personal técnico está asociado principalmente a una deficiencia en la gestión administrativa, su planificación y poca coordinación de la gestión de la información es el mayor problema de la empresa.

Se propone la implementación de la herramienta lean Last Planner System (LPS) y de indicadores de desempeño. Estos están orientados en la mejora de la planificación colaborativa, reduciendo así tareas administrativas no productivas y optimizando el tiempo de los técnicos. De acuerdo con el alcance del estudio se determina la viabilidad de la implementación de esta herramienta como una alternativa para fomentar la mejora continua y su adaptación al sector inmobiliario del Ecuador.

Palabras clave: Lean Construction; proyectos inmobiliarios; productividad; gestión administrativa; Last Planner System.

ABSTRACT

Historically, the construction sector has shown low levels of productivity, primarily associated with losses in its construction processes. In Ecuador, especially in the real estate sector, these losses stem from a lack of planning, deficiencies in administrative management, and poor project control during the construction phases. The company analyzed has problems with coordination and cooperation among its employees, resulting in losses due to cost overruns and low productivity.

This study identifies, analyzes, and prioritizes the existing losses in the construction processes of Inmodin, an Ecuadorian real estate company responsible for several projects, including the most important one, Costa Jama Beach & Golf Resort. Using the Lean Construction methodology, the aim is to propose the use of a lean tool in conjunction with performance indicators to improve the company's project management and control.

This methodology is qualitative and analytical, based on the *Lean Construction Manual of the Center of Excellence in Production Management (GEPUC)*. This study is structured in three main stages: diagnosis, where meetings and surveys identify the greatest losses and their sources; analysis, where graphic tools and diagrams are used to identify critical losses and their root causes; and observation that the underutilization of technical staff capabilities is primarily associated with deficiencies in administrative management, planning, and poor coordination of information management, which is the company's biggest problem.

The implementation of the Lean Last Planner System (LPS) tool and performance indicators is proposed. These are geared towards improving collaborative planning, thereby reducing unproductive administrative tasks and optimizing technicians' time. Based on the scope of the study, the feasibility of implementing this tool as an alternative to promote continuous improvement and its adaptation to the Ecuadorian real estate sector is determined.

Keywords: Lean Construction; real estate projects; productivity; administrative management; Last Planner System.

RESUM

En el sector de la construcció es pot evidenciar històricament baixos nivells de productivitat, estos van associats principalment a les perdudes en els seus processos constructius. A l'Equador, especialment en el sector immobiliari estes pèrdues provenen de la falta de planificació, deficiència en la gestió administrativa i control de projectes durant les fases de construcció. L'empresa analitzada té problemes en la seua coordinació i cooperació entre els seus empleats generant així pèrdues per sobre costos i una baixa productivitat.

El present estudi identifica, analitza i prioritza les perdudes existents en els processos constructius de *Inmodin, una empresa immobiliària equatoriana la qual és responsable de diversos projectes, entre ells i el més important Costa Jama Beach & Golf Resort. Mitjançant la metodologia de Lean Construction es busca proposar l'ús d'una ferramenta lligent en conjunt amb indicadors d'acompliment per a millorar la seua gestió i control dels seus projectes.

Esta metodologia és de caràcter qualitatiu i analític, prenent com a base el *Manual Lean Construction del Centro de Excelencia en Gestión de la Producción (GEPUC)*. Este està estructurat en tres etapes principals, el diagnòstic on a través de reunions i enquestes s'identifiquen les majors pèrdues i les seues fonts. L'anàlisi, on amb l'ús de ferramentes gràfiques i diagrames s'identifiquen les perdudes crítiques i la seua causa arrel. Observant que el desaprofitement de les capacitats del personal tècnic està associat principalment a una deficiència en la gestió administrativa, la seua planificació i poca coordinació de la gestió de la informació és el major problema de l'empresa.

Es proposa la implementació de la ferramenta lligent Last Planner System (LPS) i d'indicadors d'acompliment. Estos estan orientats en la millora de la planificació col·laborativa, reduint així tasques administratives no productives i optimitzant el temps dels tècnics. D'acord amb l'abast de l'estudi es determina la viabilitat de la implementació d'esta ferramenta com una alternativa per a fomentar la millora contínua i la seua adaptació al sector immobiliari de l'Equador.

Paraules clau: Lean Construction; projectes immobiliaris; productivitat; gestió administrativa; Last Planner System.

RESUMEN EJECUTIVO

Título	Mejora de la planificación y gestión de proyectos mediante Lean Construction en una empresa inmobiliaria de Ecuador
Autor	Marcelo Andrés Marín Burgos
Planteamiento del problema	En el Ecuador, el sector de la construcción, en especial el inmobiliario presenta deficiencias relevantes a su planificación, gestión administrativa y control de proyectos en sus fases de ejecución. Esto conlleva a pérdidas operativas en sus procesos administrativos, deficiencia en la coordinación, problemas en la gestión de información y el desaprovechamiento de las capacidades del personal técnico, las cuales se reflejan en retrasos en el cumplimiento cronogramas, incremento de costos y bajo nivel de cumplimiento de la planificación. En la empresa inmobiliaria que se estudia estas pérdidas han generado retrasos en la ejecución de sus actividades, incremento de costos y utilización ineficiente de sus recursos humanos especialmente en su personal técnico. Se ve necesario el uso de la metodología Lean Construction para identificar, analizar, proponer el uso de una herramienta lean que permita reducir dichas pérdidas apoyándose de indicadores de desempeño.
Objetivos	Objetivo general: Analizar las pérdidas presentes en los procesos constructivos en una empresa inmobiliaria en Ecuador mediante la aplicación de la metodología Lean Construction, con el fin de proponer herramientas e indicadores que contribuyan a mejorar la planificación, gestión y control de sus proyectos constructivos. Objetivos Específicos: 1. Identificar los principales tipos de pérdidas y desperdicios generados durante la fase de construcción de los proyectos inmobiliarios de la empresa Inmodin.

	2. Clasificar las pérdidas identificadas según los principios y categorías de la metodología Lean Construction. 3. Analizar las causas raíz de las pérdidas más relevantes mediante el uso de herramientas Lean adecuadas. 4. Evaluar el impacto de las pérdidas identificadas en la planificación, ejecución y control de los proyectos. 5. Proponer indicadores de desempeño orientados a la reducción de pérdidas y a la mejora continua de la gestión de proyectos.
Estructura organizativa	La estructura del presente trabajo se divide fundamentalmente en cinco capítulos. El primero es la introducción y contextualización del estudio a realizarse. El segundo capítulo muestra el marco teórico sobre Lean Construction, los tipos de perdidas, las fuentes de perdida y las herramientas lean. El tercer capítulo presenta el diagnóstico de la empresa en donde se muestran los resultados de las encuestas, el análisis de frecuencia, graficas frecuencia vs relevancia y el análisis de causa raíz mediante el diagrama de Ishikawa. El cuarto capitulo desarrollo la propuesta planteada sobre la herramienta lean a utilizarse y sus indicadores de desempeño. Para concluir se presenta el capítulo de las conclusiones, las recomendaciones, limitaciones del estudio y el aporte a la industria inmobiliaria ecuatoriana.
Método	El estudio busca un enfoque cualitativo y analítico el cual se fundamenta de tres etapas principales. La primera es el diagnostico donde mediante una reunión y después por medio de encuestas al personal técnico y administrativo se busca identificar las perdidas más frecuentes en la empresa. En esta etapa igual mediante encuestas se logra identificar las fuentes principales de estas pérdidas. En su segunda etapa, el análisis, se procesaron los resultados mediante gráficas y análisis de causa raíz. La tercera y última etapa es la propuesta, en la cual se seleccionó a Last Planner System como herramienta Lean a usarse acompañado de

	indicadores de desempeño orientados a la mejora en su planificación, gestión de proyectos y comunicación.
Cumplimiento de objetivos	El cumplimiento de los objetivos tanto general como específico se evidencia a lo largo del trabajo. El objetivo general se lo cumple al identificar el sistema de pérdidas, analizar su causa raíz y la formulación de la propuesta de mejora basándose en las herramientas de Lean Construction. Los objetivos específicos se alcanzan por medio del diagnóstico participativo, la priorización de pérdidas críticas, el análisis de impacto y dando la definición de indicadores de desempeño.
Contribuciones	Las contribuciones de este trabajo son la aplicación práctica de la metodología Lean Construction en el sector inmobiliario del Ecuador. Dando así un diagnóstico fundamentado en sus pérdidas y una propuesta concreta basada en la herramienta Last Planner System. De igual manera contribuye a la difusión de la metodología Lean como una estrategia para mejorar la planificación y el uso eficiente de sus recursos en empresas del sector.
Recomendaciones	Se recomienda a empresas inmobiliarias la implementación de forma progresiva de este tipo de herramientas, las cuales debes siempre priorizar su planificación colaborativa, la definición clara de responsabilidades y tener una gestión eficiente de su personal. Se podrán usar los indicadores de desempeño los cuales permitirán ver a la empresa la efectividad de la propuesta.
Limitaciones	El estudio se limita a la fase de construcción de proyectos inmobiliarios. La propuesta no es implementada por lo que solo se presenta un diagnóstico y recomendaciones. Futuras investigaciones podrán emplearse al incluir la evaluación cuantitativa de la implementación de la herramienta lean propuesta.

TABLA DE CONTENIDO

Capítulo 1: Introducción.....	13
1.1 Contexto y motivación del estudio	13
1.2 Descripción de la empresa a estudiar.....	14
1.3 Problemática y justificación.....	15
1.4 Objetivos y alcance	16
1.5 Metodología	18
Capítulo 2: Marco teórico.....	20
2.1 Fundamentos de la filosofía Lean Construction	20
2.2 Tipos y fuentes de pérdidas en la construcción	21
2.3 Herramientas Lean más utilizadas en la industria	24
2.4 Herramientas usadas en el manual	26
2.5 Indicadores de desempeño	34
Capítulo 3: Diagnóstico de Inmodin.....	38
3.1 Metodología de diagnóstico participativo.....	38
3.2 Taller de identificación de pérdidas y sus causas raíz	40
3.3 Encuesta de identificación perdidas más frecuentes	44
3.4 Encuesta de identificación de fuentes de perdida	50
3.5 Análisis de frecuencia vs relevancia	61
3.6 Análisis de causas raíz mediante Diagrama de Ishikawa.....	65
3.7 Resultados análisis causa raíz	68
Capítulo 4: Propuesta de herramienta Lean e indicadores	70
4.1 Herramientas Lean	70
4.2 Indicadores de desempeño	71
4.3 Plan A3	73
4.4 Beneficios potenciales de la aplicación Lean	75
Capítulo 5: Conclusiones y recomendaciones	77

5.1 Principales hallazgos del diagnóstico	77
5.2 Recomendaciones para una futura implementación Lean	78
5.3 Contribución del trabajo al sector de la construcción ecuatoriana	79
5.4 Limitaciones del estudio	80
Referencias	82

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 - Identificación de Perdidas (Defectos)</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 2 - Identificación de Perdidas (Espera)</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 3 - Identificación de Perdidas (Movimiento)</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 4 - Identificación de Perdidas (Transporte).....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 5 - Identificación de Perdidas (Sobre Procesamientos).....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 6 - Identificación de Perdidas (Inventario).....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 7 - Identificación de Perdidas (Talento)</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 8 - Identificación de Perdidas (Sobre Producción)</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 9 - Identificación de Perdidas (Hacer por hacer).....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 10 - Resultados Encuesta 1: Identificación de Perdidas más Frecuencia</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 11 - Tipos de Perdida por categorías y su frecuencia</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 12 – Resultados Encuesta 2 Fuentes de Perdida (Administración)</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 13 – Resultados Encuesta 2 Fuentes de Perdida (Recursos - Materiales)</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 14 - Resultados Encuesta 2 Fuentes de Perdida (Recursos - Mano de Obra).....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 15 - Resultados Encuesta 2 Fuentes de Perdida (Recursos - Herramientas y Maquinaria).....</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 16 - Resultados Encuesta 2 Fuentes de Perdida (Sistemas de Información).....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 17 - Relevancia y Frecuencia (Defectos)</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 18 - Relevancia y Frecuencia (Movimiento)</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 19 - Relevancia y Frecuencia (Talento)</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 20 - Plan A3</i>	<i>74</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 – Tablero modelo de identificación de pérdidas y fuentes</i>	<i>28</i>
<i>Figura 2 - Encuesta modelo identificación de pérdidas más frecuentes.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 3 - Encuesta modelo identificación de fuentes de pérdidas</i>	<i>30</i>
<i>Figura 4 – Gráfico modelo de frecuencia vs relevancia</i>	<i>31</i>
<i>Figura 5 - Panel modelo Ishikawa de búsqueda de causas raíces.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 6 - Formato modelo de plan A3.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 7 - Resultados Encuesta 1: Identificación de Perdidas más Frecuencia</i>	<i>47</i>
<i>Figura 8 - Frecuencia de Tipos de Perdida por Categorías.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 9 - Promedio de relevancia de fuente de perdida (Defectos).....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 10 - Promedio de relevancia de fuente de perdida (Movimiento).....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 11 - Promedio de relevancia de fuente de perdida (Talento).....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 12 - Frecuencia vs Relevancia (Defectos).....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 13 - Frecuencia vs Relevancia (Movimiento).....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 14 - Frecuencia vs Relevancia (Talento).....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 15 – Diagrama Ishikawa con fuentes llenadas en base a reunión</i>	<i>66</i>
<i>Figura 16 – Diagrama Ishikawa con fuentes específicas</i>	<i>67</i>
<i>Figura 17 – Diagrama Ishikawa fuentes criticas específicas</i>	<i>68</i>

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1 Contexto y motivación del estudio

Una de las principales características de la industria de la construcción es su elevada complejidad operativa, la participación de varios actores y necesidad de la coordinación de materiales, maquinaria y recursos humano en un entorno cambiante lo vuelven una de las industrias más complejas. La planificación y gestión de proyectos es un pilar fundamental para lograr asegurar el cumplimiento de plazos, costos y niveles de calidad establecidos. No obstante, se ha identificado que históricamente el sector de la construcción presenta niveles bajos de productividad en comparación a otras industrias, esto se da por la presencia de pérdidas y actividades que no agregan valor durante sus procesos constructivos (Garcés y Peña, 2023).

En la última década la metodología Lean Construction ha ido adquiriendo relevancia como una solución para mejorar la gestión de proyectos constructivos, se basa en identificar y eliminar desperdicios, la mejora continua de sus procesos y el uso eficiente de los recursos disponibles. Su aplicación ha demostrado resultados sumamente positivos en diferentes países, especialmente en la reducción de pérdidas, mejorando su planificación y mejorando la coordinación entre personal involucrado en los proyectos (Botero, 2021).

En el Ecuador el sector de la construcción enfrenta continuamente desafíos relacionados con la adaptación de metodologías modernas de gestión. En muchos de los casos sus proyectos se desarrollan bajo metodologías tradicionales los cuales tienen procesos poco estandarizados y una limitada aplicación de herramientas orientadas hacia la mejora continua. Esto causa que tengan bajos rendimientos en su eficiencia operativa y el desempeño global de sus obras. Por esta razón se busca analizar y adaptar metodologías de gestión las cuales puedan contribuir al fortalecimiento del sector incrementando así su competitividad (Ordoñez, 2017).

El presente trabajo responde al interés de contribuir al desarrollo y mejora de la industria de la construcción en el Ecuador mediante la adaptación de prácticas de gestión más eficientes y sostenibles las cuales han demostrado buenos resultados en industrias de otros

países. El resultado del estudio puede servir como guía referencial para otras empresas del sector que enfrenten problemática similar facilitando la identificación de pérdidas y aplicación de soluciones prácticas (Pavez y González, 2015).

La elección de la metodología Lean Construction es principalmente por su carácter flexible y la facilidad de implementación en el contexto ecuatoriano ya que no requiere de grandes inversiones. Su enfoque que se basa en la mejora continua, la participación del personal y la optimización de procesos son fundamentales para empresas que buscan mejorar su desempeño de manera progresiva adaptándola así a la realidad local (Botero, 2021).

1.2 Descripción de la empresa a estudiar

La empresa Inmodin es una empresa inmobiliaria ecuatoriana dedicada al desarrollo y ejecución de proyectos habitacionales, principalmente viviendas familiares, edificios residenciales y desarrollos inmobiliarios de gran escala. Las oficinas administrativas hacen sede en la ciudad de Quito donde se coordinan las actividades de planificación, administración y gestión a realizarse en sus proyectos.

Sus principales obras se realizan en la zona costera del Ecuador, donde la empresa desarrolla su proyecto inmobiliario de casi 400 hectáreas llamado Costa Jama Beach & Golf Resort. Ubicado en el sector Camarones entre los cantones Jama y Pedernales en la provincia de Manabí a 4 horas de sus oficinas en Quito.

Inmodin es responsable de toda la ejecución de las obras constructivas dentro de Costa Jama Beach & Golf Resort al pertenecer al mismo grupo empresarial que el promotor del proyecto. Las actividades que desarrolla van desde la construcción de viviendas y edificios hasta de las obras complementarias tales como la vialidad interna, redes de agua potable, sistemas de biodigestores, muros de contención, áreas deportivas y áreas sociales. La empresa se encarga de manera directa de la fase de construcción de sus proyectos, coordinando sus recursos humanos, materiales, equipos y subcontratistas. La diversidad de tipologías constructivas y la gran extensión territorial del proyecto implican la gestión simultánea de varios frentes de trabajo a la par (Inmodin, 2025).

Entre sus recursos humanos Inmodin cuenta con personal técnico y administrativo encargado de la planificación, supervisión y control de las obras. Es una empresa familiar donde su jerarquía empieza por los propietarios de la empresa y continua con un modelo tradicional en la cual distintas áreas participan de manera cooperativa en el desarrollo de sus obras.

La descripción mencionada sitúa a la empresa Inmodin con una empresa representativa en el sector inmobiliario del Ecuador lo cual nos es útil para desarrollar el análisis representativo el cual podrá servir de referencia para otras empresas del sector.

1.3 Problemática y justificación

A pesar de que Inmodin es una empresa con experiencia en el desarrollo de proyectos inmobiliarios, la empresa enfrenta grandes dificultades asociadas a la falta de planificación, gestión y control de sus proyectos principalmente en la etapa de construcción. Estas dificultades se han manifestado en la pérdida operativa recurrente la cual ha ido afectando al desempeño general de sus obras, evidenciados en los bajos niveles de cumplimiento de la planificación, retrasos en sus cronogramas y sobrecostos. Estos son medibles mediante indicadores como el Porcentaje de Plan Completado (PPC), el Schedule Performance Index (SPI) y el Cost Performance Index (CPI).

Entre los problemas principales se encuentra la deficiencia de la planificación de obra, errores en sus procesos de compra y abastecimiento del material, duplicidad de controles administrativos, sobrecarga de funciones al personal técnico y una gestión de la información poco efectiva. Esto ha llevado a aumento de tiempos de espera, reprocesos, desplazamientos innecesarios, acumulación de inventarios y un uso ineficiente del personal técnico, los cuales pueden ser evaluados por indicadores como el porcentaje de retrabajo, porcentajes de tiempo destinado a actividades no esenciales para sus capacidades. Lo cual ha impactado directamente en los plazos de entrega, sobrecostos y calidad de sus proyectos.

La complejidad del proyecto que lleva la empresa ha causado la disminución de control y aumento de pérdidas. La gestión simultánea de múltiples frentes de obra, la diversidad de tipologías constructivas y la necesidad de coordinar recursos desde oficina

administrativas ubicadas en otra ciudad refuerzan la necesidad de contar con métodos de planificación y control más estructurados y orientados a la mejora continua, lo cual podrá ser monitoreado mediante indicadores de cumplimiento.

Por ello es fundamental analizar de manera sistemática las pérdidas presentes en sus procesos constructivos, no solo para identificarlos si no para comprender cuáles son sus fuentes y el impacto que está teniendo en la gestión de su proyecto, permitiendo cuantificar su recurrencia y relevancia. Sin un diagnóstico estructurado no se pueden tomar decisiones y esto limita la capacidad de la empresa a implementar nuevas herramientas para la mejora de sus procesos.

Las herramientas de Lean Construction son adecuadas para abordar esta problemática ya que su metodología nos permitirá identificar actividades que no agreguen valor, analizar las fuentes de sus pérdidas, priorizar sus pérdidas y fuentes más relevantes para así poder proponer un plan de acción orientado a la optimización de sus procesos. Al ser un enfoque practico y progresivo permite tener facilidad a su implementación y adaptación en empresas inmobiliarias ecuatorianas. Esta al no requerir cambios drásticos en su estructura organizativa ni grandes inversiones iniciales facilita a empresas como Inmodin a poder empezar a utilizar herramientas que busque mejorar su planificación buscando siempre la mejora continua.

La justificación del presente trabajo en la necesidad de proporcionar un análisis riguroso de las pérdidas existentes en el proyecto Costa Jama Beach & Golf Resort y en la oportunidad de desarrollar una propuesta usando herramientas de Lean Construction, cuya efectividad se evaluará mediante indicadores cuantitativos de planificación, costo, productividad y calidad, las cuales contribuyan en la optimización de su planificación, gestión y control. Este resultado podrá servir como referencia a empresas con problemáticas similares fomentando así la adopción de prácticas de mejora continua en la industria de la construcción ecuatoriana.

1.4 Objetivos y alcance

El presente trabajo tiene como objetivo el análisis de las pérdidas presentes en los procesos constructivos de una empresa inmobiliaria ecuatoriana mediante la aplicación

de la metodología Lean Construction, con el fin de proponer herramientas e indicadores que contribuyan a la mejora de su planificación, gestión y control de sus proyectos.

1.4.1 Objetivo general

Analizar las pérdidas presentes en los procesos constructivos en una empresa inmobiliaria en Ecuador mediante la aplicación de la metodología Lean Construction, con el fin de proponer herramientas e indicadores que contribuyan a mejorar la planificación, gestión y control de sus proyectos constructivos.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Identificar los principales tipos de pérdidas y desperdicios generados durante la fase de construcción de los proyectos inmobiliarios de la empresa Inmodin.
2. Clasificar las pérdidas identificadas según los principios y categorías de la metodología Lean Construction.
3. Analizar las causas raíz de las pérdidas más relevantes mediante el uso de herramientas Lean adecuadas.
4. Evaluar el impacto de las pérdidas identificadas en la planificación, ejecución y control de los proyectos.
5. Proponer indicadores de desempeño orientados a la reducción de pérdidas y a la mejora continua de la gestión de proyectos.

1.4.3 Alcance del estudio

El alcance del estudio del presente trabajo se limita al análisis de proyectos inmobiliarios ejecutados por la empresa ecuatoriana Inmodin. Se enfocará particularmente en la fase de construcción dejando así de lado las etapas de diseño, comercialización y posventa de sus proyectos.

El estudio se centra en un diagnóstico de las pérdidas un análisis de sus fuentes y la formulación de una propuesta de mejora basada en la metodología Lean Construction, sin contemplar su implementación ni validación cuantitativa. Los resultados se presentan como una base para futuras acciones de mejora y como una guía de referencia para la aplicación de prácticas Lean en empresas inmobiliarias con características similares.

1.5 Metodología

El presente trabajo tiene un enfoque cualitativo y analítico orientado principalmente al diagnóstico de las pérdidas presentes en los procesos constructivos de la empresa inmobiliaria, el análisis de sus fuentes y la formulación de propuestas de mejora basándose en la metodología Lean Construction. Se toma como base el manual de Lean Construction: Manual práctico de herramientas de mejoramiento de construcción elaborado por el Centro de Excelencia en Gestión de la Producción de la Universidad Católica de Chile. Esta presenta una metodología clara y estructurada para la identificación, análisis y reducción de pérdidas en proyectos de construcción.

La metodología se adapta al contexto específico de la empresa ecuatoriana Inmodin estructurándose en 3 etapas principales, la del diagnóstico, el análisis y la propuesta. En el diagnóstico lo primero que se realizó es un acercamiento inicial a la realidad de la empresa mediante una reunión con personal técnico y administrativo involucrado en los procesos de la ejecución de los proyectos. Primero se les explicó sobre la metodología Lean y cuál era el propósito de la reunión. Una vez los participantes estaban familiarizados con los términos que se utilizan en el manual se procedió a llevar a cabo la identificación inicial de pérdidas en las cuales los participantes mediante su experiencia lograron aportar información de gran importancia. En esta etapa igual se buscó identificar dos fuentes a cada tipo de pérdida y asignar un número de acuerdo con su relevancia. Una vez concluida la reunión se aplicó la primera encuesta en la que se identificó la frecuencia de las pérdidas que se mencionaron. Con los resultados de esta se procedió a crear la segunda encuesta la cual buscaba identificar las fuentes de las pérdidas con mayor frecuencia.

En la etapa de análisis todos los resultados obtenidos de las encuestas fueron procesados y sistematizados mediante herramientas gráficas como histogramas desde frecuencia los

cuales permitieron identificar y priorizar las pérdidas más recurrentes de la empresa. Siguiendo la metodología propuesta en el manual se realizó el análisis de causa raíz de las pérdidas y fuentes críticas utilizando el diagrama de Ishikawa. Esto con el fin de comprender las causas principales, el origen y su impacto en la planificación, gestión y control de las obras.

Finalmente, y la etapa de la propuesta y partiendo de los resultados del diagnóstico y análisis realizado se selecciona una herramienta de Lean Construction la cual abordará las pérdidas identificadas. Aparte se presentarán indicadores de desempeño los cuales serán cruciales para dar un seguimiento a la implementación de la herramienta. Como lo establece el manual se presentará un plan A3 dónde se estructurará las acciones, los responsables y los criterios de seguimiento necesarios para fomentar la mejora continua de sus procesos constructivos.

Esta metodología permite que se desarrolle un análisis ordenado, sistemático y fácil de replicar en la situación actual de la empresa, proporcionando así una base sólida para la formulación del plan de mejora. El estudio no contempla la implementación no obstante el uso del manual garantiza que el enfoque metodológico adoptado se sustenta en prácticas reconocidas y validadas en el ámbito de la construcción.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 Fundamentos de la filosofía Lean Construction

La filosofía Lean inicia en la década de los 50 e inicios de los 60 en Japón con la empresa de automóviles Toyota. El ingeniero Taiichi Ohno buscaba mejorar la línea de producción eliminando los residuos y mejorando sus tiempos de entrega. Este estudio se denominó producción Lean o también conocida como producción sin pérdidas de la cual salió el Toyota Production System el cual consistía en minimizar los defectos en todas sus operaciones mejorando significativamente la producción del mercado automotriz japonés (Díaz, 2014).

Partiendo de la necesidad de replantear los procesos de la construcción en 1992, Lauri Koskela publica el documento *“Application of the new production philosophy in Construction”* donde inicia esta nueva filosofía utilizando las bases de lean en la construcción. (Koskela, 1992). Esto propone concebir a la construcción como un sistema de producción en el cual el desempeño global del proyecto depende la gestión de flujo de trabajo, materiales e información. (Botero, 2021)

A partir de esto, Lean Construction se define como un enfoque de gestión orientado a maximizar el valor para el cliente minimizando así las pérdidas a lo largo del ciclo del proyecto. A su vez promoviendo la colaboración entre las distintas partes involucradas en una obra e incentivando a la mejora continua de los procesos constructivos. (Ballard y Howell, 1998). Esto representa un cambio de enfoque a comparación de modelos tradicionales ya que busca priorizar la confiabilidad de la planificación, la coordinación entre áreas y la participación activa del personal que la ejecuta.

Lean Construction tiene como uno de sus principios fundamentales la diferenciación entre actividades que agregan valor y actividades que no. Una proporción considerable de las actividades que se realizan en los proyectos de construcción no contribuyen directamente a los requerimientos de los clientes, si no que consumen recursos los cuales no generan valor alguno. Para obtener una mejora en la productividad del sector es importante identificar y eliminar este tipo de actividades (Koskela, 2000).

De igual manera el Lean Construction busca la reducción de variabilidad en sus procesos constructivos ya que ésta es una de las principales causas de retrocesos, interrupciones y baja confiabilidad en la planificación de las obras. Para afrontar esta problemática se promueve un mecanismo de planificación colaborativa, control de compromisos y una retroalimentación continua estableciendo así un buen flujo de trabajo y mejorando el desempeño de toda la producción. (Ballard, 2000)

Otro elemento clave que tiene esta filosofía es que se enfoca en buscar integrar a propietarios, diseñadores, contratistas, subcontratistas y personal técnico en el proceso de toma de decisiones. Esto favorece a la coordinación que existe entre las diferentes partes y a que busca alinear sus objetivos. En el contexto latinoamericano se señala que la colaboración y la comunicación efectiva entre los diferentes actores contribuyen significativamente a la reducción de sus conflictos retrocesos y pérdidas asociadas a deficiencias de coordinación. Lo cual ha generado mejoras sostenidas en su productividad, calidad y cumplimiento de plazos (Martínez, 2017).

En fin, el Lean Construction no debe definirse como el conjunto de herramientas específicas si no como una filosofía de gestión que ayuda a la transformación de cómo se planifican, ejecutan y controlan los proyectos constructivos. La aplicación de esta filosofía implicará un cambio cultural el cual llevará a una mejor eficiencia, transparencia y colaboración sirviendo como base para afrontar los problemas principales que tiene la productividad en la industria de la construcción y a qué en la misma predomina modelos tradicionales y de gestión fragmentada. (Alarcón, 1997)

2.2 Tipos y fuentes de pérdidas en la construcción

Uno de los puntos más importantes y nombrados en la filosofía Lean Construction es la identificación y eliminación de pérdidas presentes en sus procesos constructivos. Se entiende como pérdida a toda actividad la cual consuma tiempo, materiales, mano de obra o información sin aportar valor al producto final (Koskela, 1992).

A comparación de los enfoques tradicionales gestión de proyectos que centran principalmente en el control de sus costes y plazos, Lean Construction busca analizar a la

construcción como un sistema de producción en dónde las pérdidas que afecten a su flujo de trabajo deben ser eliminadas.

2.2.1 Tipos de pérdidas en la construcción

De acuerdo con *Lean Construction: Manual práctico de herramientas de mejoramiento de construcción del Centro de Excelencia en Gestión de la Producción (GEPUC)* las pérdidas en la construcción se clasifican en distintas categorías. Estas basándose en los principios del Lean Manufacturing pero adaptándolas a condiciones específicas de proyectos constructivos. Los principales tipos de pérdidas identificadas en la construcción son los siguientes:

- Pérdidas por defectos o retrocesos, asociadas a trabajos mal ejecutados que requieren correcciones, reemplazos o ajustes posteriores.
- Pérdidas por esperas, generadas cuando los trabajadores, equipos o procesos permanecen inactivos por falta de información, material, decisiones o recursos.
- Pérdidas por transporte y movimientos innecesarios, se relacionan con el desplazamiento excesivo de personal, maquinaria o materiales dentro de una obra.
- Pérdidas por sobre procesamiento, éstas son actividades las cuales exceden los requisitos reales que tiene el proyecto o el cliente.
- Pérdidas por inventario, se vinculan a la acumulación de materiales que no son necesarios de forma inmediata generando así costes de almacenamiento, deterioro o desperdicio.
- Pérdidas por sobreproducción, se las asocia a los trabajos que se ejecutan antes que sean realmente necesarios.
- Pérdidas por uso ineficiente del talento, se producen cuando el personal técnico dedica tiempo a tareas administrativas o no productivas desaprovechando sus capacidades.
- Otras pérdidas específicas de construcción, pueden ser problemas que deriven de una planificación deficiente, falta de coordinación entre partes y errores en la comunicación por información incompleta.

Esta clasificación permitirá identificar de una manera estructurada las actividades que no agreguen valor facilitando así la aplicación de una herramienta lean a cuál busqué reducir o eliminar la pérdida. (GEPUC, 2017)

2.2.2 Fuentes de las pérdidas en los proyectos constructivos

Lean Construction no sólo busca identificar los tipos de pérdidas y clasificarlos sino hacer un análisis de sus fuentes las cuáles serán las causas que originan la aparición de dichas pérdidas. Según el Manual de (GEPUC, 2017), las pérdidas no se producen de forma aislada si no responden a deficiencias estructuradas en la gestión de los proyectos, las fuentes de pérdida igual son divididas en diferentes categorías en la construcción. Las principales fuentes de pérdida son las siguientes:

- Deficiencias en la planificación y programación, estas generan incumplimientos, interrupciones y trabajos no coordinados.
- Gestión ineficiente de compras y abastecimiento, lo cual provoca errores en los pedidos, retrasos en las entregas falta de material en obra.
- Problemas en la gestión de la información, estos pueden ser documentos incompletos o no actualizados y una ausencia de sistemas de comunicación efectiva.
- Falta de estandarización de procesos, estos incrementan la variabilidad y dificulta el control de las diferentes actividades.
- Deficiente coordinación entre los actores del proyecto, esto incluye desde contratistas, subcontratistas, personal técnico y administrativo.
- Limitaciones organizativas, puede ser la sobrecarga de funciones al personal técnico o una asignación inadecuada de responsabilidades.
- Factores externos, tales como condiciones climáticas, restricciones logísticas dependencia de proveedores externos.

Las fuentes de pérdidas mencionadas son fundamentales para poder orientar la mejor acción a tomar, esto permite pasar de una simple identificación de problemas a un entendimiento más profundo de su causa. Con esto se puede fundamentar la aplicación de una herramienta Lean que esté orientada a atacar la fuente encontrada.

2.3 Herramientas Lean más utilizadas en la industria

En el sector de la construcción la aplicación de la filosofía Lean se realiza a través de un conjunto de herramientas las cuales permiten mejorar la planificación, el control de la producción, la coordinación entre partes y la gestión efectiva de los recursos. Estas herramientas buscan reducir los desperdicios (Garcés y Peña, 2023).

Estas herramientas no se aplican de manera aislada, si no como una parte de un sistema de mejora continua la cual, mediante la identificación, implementación de acciones correctivas y mediciones de su desempeño permiten mejorar progresivamente la eficiencia de los procesos constructivos (Serpell, 2002).

Las herramientas Lean más usadas en los proyectos de construcción son las siguientes:

- Last Planner System (LPS)

Esta herramienta es una de las más relevantes en la industria de la construcción se orienta a mejorar la planificación y el control de la producción. Su principal característica es la participación activa de los responsables directos como lo son los ingenieros, capataces, supervisores y personal administrativo a los cuales se les denomina “últimos planificadores”. A ellos se les compromete a responsabilidades a un corto plazo (Ballard y Howell, 1998).

- 5S (Orden y limpieza)

La herramienta 5S tiene como objetivo organizar y mantener el orden y la limpieza en el sitio de trabajo mediante cinco principios: seleccionar, ordenar, limpiar, estandarizar y disciplina. En el contexto de la construcción, su aplicación contribuye a mejorar la

seguridad, reducir tiempos de búsqueda de herramientas y materiales, disminuir riesgos de accidentes y aumentar la eficiencia operativa (Serpell, 2002). La implementación de 5S igual favorece a estandarizar prácticas en la obra las cuales generarán condiciones más estables para la ejecución de las distintas actividades productivas ayudando a la reducción de pérdidas causadas por el desorden.

- Value Stream Mapping (VSM)

El mapeo de la cadena de valor o VSM, es una herramienta la cual permite la visualización del flujo de materiales, información y actividades a lo largo del proceso constructivo. Tiene como fin la identificación de las actividades que agregan valor y de las actividades que están generando desperdicios. De esta manera se puede detectar los cuellos de botella, tiempos de espera y retrocesos. En los procesos administrativos y de apoyo a la producción suele ser de gran utilidad al momento de analizar las fuentes de las pérdidas (Garcés y Peña, 2023).

- Kanban (Gestión Visual)

Kanban es una herramienta de gestión visual la cual utiliza tableros, tarjetas o señales para controlar el flujo de trabajo y materiales. En la construcción esta herramienta ayuda al visualizar el estado de las actividades, limitar el trabajo en curso evitando así la sobreproducción. El uso de la gestión visual mejora la comunicación entre los diferentes equipos facilitando así la coordinación entre áreas y apoyando la toma de decisiones oportunas en la obra (Pavez y González, 2015).

- Takt Time (Ritmo de Producción)

Esta herramienta busca la sincronización de las actividades de la obra de acuerdo con el ritmo de producción definido y alineado según la demanda del proyecto. Cuando se aplica se logra coordinar los distintos oficios reduciendo interferencias entre cuadrillas y manteniendo un flujo de trabajo continuo. Esto contribuirá a reducir los tiempos muertos mejorando la planificación colaborativa y aumentando la estabilidad en la producción (Alarcón, 1997).

- Big Room

Esta herramienta es un espacio colaborativo, físico o virtual donde las diferentes partes del proyecto trabajarán en conjunto en la planificación, coordinación y resolución de problemas. Fomentando así la comunicación directa, la toma de decisiones rápidas y a su vez reduciendo conflictos que se derivan de la falta de coordinación entre las partes. Este tipo de herramientas se suele aplicar en proyectos complejos donde la interacción temprana permite disminuir los retrabajos. (Alarcón, 1997)

- Just in Time (JIT)

Just in Time tiene como principal objetivo que los materiales, equipos y recursos lleguen al lugar de trabajo exactamente cuándo se los necesita y en la cantidad requerida. En la construcción esto permite reducir inventarios minimizando así las pérdidas por deterioro o extravío y mejorando una buena coordinación con proveedores. Esto apoya igual a la creación de flujos de trabajo más eficientes y controlados lo que reduce las pérdidas asociadas al exceso de inventario o falta de material en la obra. (Botero, 2021)

2.4 Herramientas usadas en el manual

Las herramientas Lean especificadas en el manual son las cuales ayudaran en el proceso de identificación y análisis de las pérdidas buscando reducir o eliminar las mismas. Estas permiten pasar del diagnóstico a la implementación de la acción de mejora lo cual promoverá la gestión más eficiente, colaborativa y orientada a dar valor a cada trabajo.

A comparación de los enfoques tradicionales esta herramienta no se aplica de forma aislada si no forma parte de un sistema de mejora continua en el que con el análisis de las pérdidas una vez implementada la herramienta se puede medir su desempeño dando confiabilidad. (GEPUC, 2017)

- Identificación de pérdidas y diagnóstico participativo

Una de las herramientas fundamentales en Lean Construction es la identificación sistemática de pérdidas, que suele realizarse mediante dinámicas participativas con el personal involucrado en los proyectos. Esta herramienta permite recoger el conocimiento tácito de quienes participan directamente en la ejecución de las obras y facilita la detección de actividades que no agregan valor.

En el manual se propone el uso de reuniones de diagnóstico y encuestas de identificación de pérdidas esto permite trabajar con ejemplos concretos y facilita la identificación sus principales causas.

Se muestra en la figura 1 el tablero modelo que se utilizara para en la reunión inicial en la cual se identificaran los diferentes tipos de perdidas dividiéndoles en nueve diferentes categorías. Se colocará un ejemplo de la perdida, el porqué de la perdida, identificaran dos tipos de fuentes y colocaran un número en una escala del uno al cinco dependiendo de su importancia.

Figura 1 – Tablero modelo de identificación de pérdidas y fuentes

Tablero de actividad: Identificar Tipos y Fuentes Pérdidas				
TIPOS DE PERDIDA	EJEMPLO	¿POR QUÉ?	FUENTE 1	FUENTE 2
 > Defectos			☐	☐
 > Espera			☐	☐
 > Movimiento			☐	☐
 > Transporte			☐	☐
 > Sobre Procesamiento			☐	☐
 > Inventario			☐	☐
 > Talento			☐	☐
 > Sobre Producción			☐	☐
 > Hacer por hacer			☐	☐

Fuente: GEPUC, 2017

En la figura 2 se muestra el modelo de la primera encuesta que se deberá realizar para identificar las pérdidas más frecuentes en la cual el encuestado deberá colocar cinco de las pérdidas que el considere mas repetitivas en las obras de la empresa.

Figura 2 - Encuesta modelo identificación de pérdidas más frecuentes

Identificación de las Pérdidas más Frecuentes		
PARTIDA A ESTUDIAR : _____		
1	Trabajo rehecho	
2	Daño de materiales	
3	Daño de herramientas y/o maquinarias	
4	Espera por instrucciones	
5	Espera por materiales	
6	Espera por herramientas o maquinarias	
7	Espera por mano de obra	
8	Movimiento innecesario de personas	
9	Movimiento innecesario de materiales o herramientas	
10	Trabajo Innecesario	
11	Extravío	
12	Materiales Sobrantes	
13	Herramientas y maquinarias no utilizadas	
14	Desaprovechar capacidades del personal	
15	Desaprovechar motivación del personal	
16	Exceso de producción	
17	Equipamiento y materiales altamente sofisticado	
18	Hacer por hacer	

Marque con una X los tipos de pérdida que usted identifica dentro de la partida a estudiar (máximo 5 tipos)

Fuente: GEPUC, 2017

En la figura 3 se presenta el modelo de la encuesta de identificación de fuentes de perdidas, en esta los encuestados deberán categorizar y calificar según su grado de importancia a las perdidas más frecuentes obtenidas de la primera encuesta. En esta identificarán cuales creen que son las fuentes principales de esa pérdida.

Figura 3 - Encuesta modelo identificación de fuentes de pérdidas

Identificación de las Fuentes de Pérdidas							
FUENTES / PÉRDIDAS			MÁS IMPORTANTE → MENOS IMPORTANTE				
ADMINISTRACIÓN	PLANIFICACIÓN	Planificación previa	5	4	3	2	1
		Selección de Recursos					
		Estimación de Recursos					
	CONSTRUCCIÓN & EJECUCIÓN	Planificación en obra					
		Requerimientos Innecesarios					
		Problemas de control					
		Burocracia					
		Coordinación					
		Falta de Cancha					
		Seguridad					
RECURSOS	MATERIALES	Ausencia de protocolos & procedimientos					
		Cantidad					
		Uso					
		Distribución					
		Calidad / Defectos de fábrica					
		Disponibilidad					
		Extravío					
	MANO DE OBRA	Almacenamiento					
		Cantidad de personal					
		Competencias técnicas					
		Comportamiento Inseguro					
		Distribución					
		Liderazgo					
		Confianza					
		Comunicación					
	HERRAMIENTAS & MAQUINARIA	Compromiso					
		Cantidad					
		Uso					
		Distribución					
		Calidad / Falta de certificación					
		Disponibilidad					
		Mantenión					
SISTEMAS	SISTEMAS DE INFORMACIÓN	Extravío					
		Almacenamiento					
		Innecesaria					
		Defectuosa					
		Claridad					
		Disponibilidad					
Confiabilidad							
Atrasada							

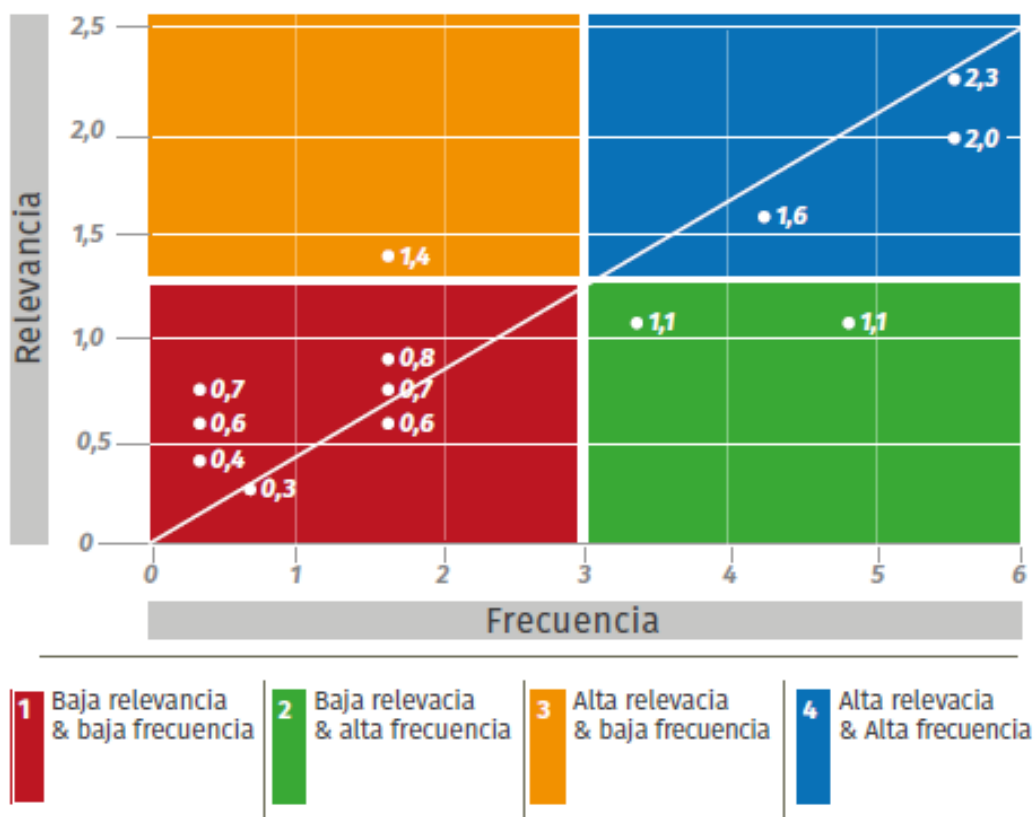
Fuente: GEPUC, 2017

- Herramientas gráficas de análisis y priorización

Con las pérdidas identificadas utilizamos herramientas gráficas las cuales nos permitirán facilitar el análisis y priorización de estas. El histograma de frecuencia y diagramas de priorización permitirán ver la recurrencia de las pérdidas y concentrar los esfuerzos de mejora en aquellas que tengan un mayor impacto.

En la figura 4 se muestra un grafico modelo de frecuencia vs relevancia donde se lo divide en cuatro cuadrantes, el inferior izquierdo es de baja relevancia y baja frecuencia, el inferior derecho es de baja relevancia y alta frecuencia, el superior izquierdo es alta relevancia y baja frecuencia, por último, la zona superior derecha marca una alta relevancia y alta frecuencia. Es ultima zona la que se debe tomar en cuenta al momento de analizar qué tipo y fuente de perdida se deberán considerar para proponer un plan de implementación de acciones correctivas (GEPUC, 2017).

Figura 4 – Gráfico modelo de frecuencia vs relevancia



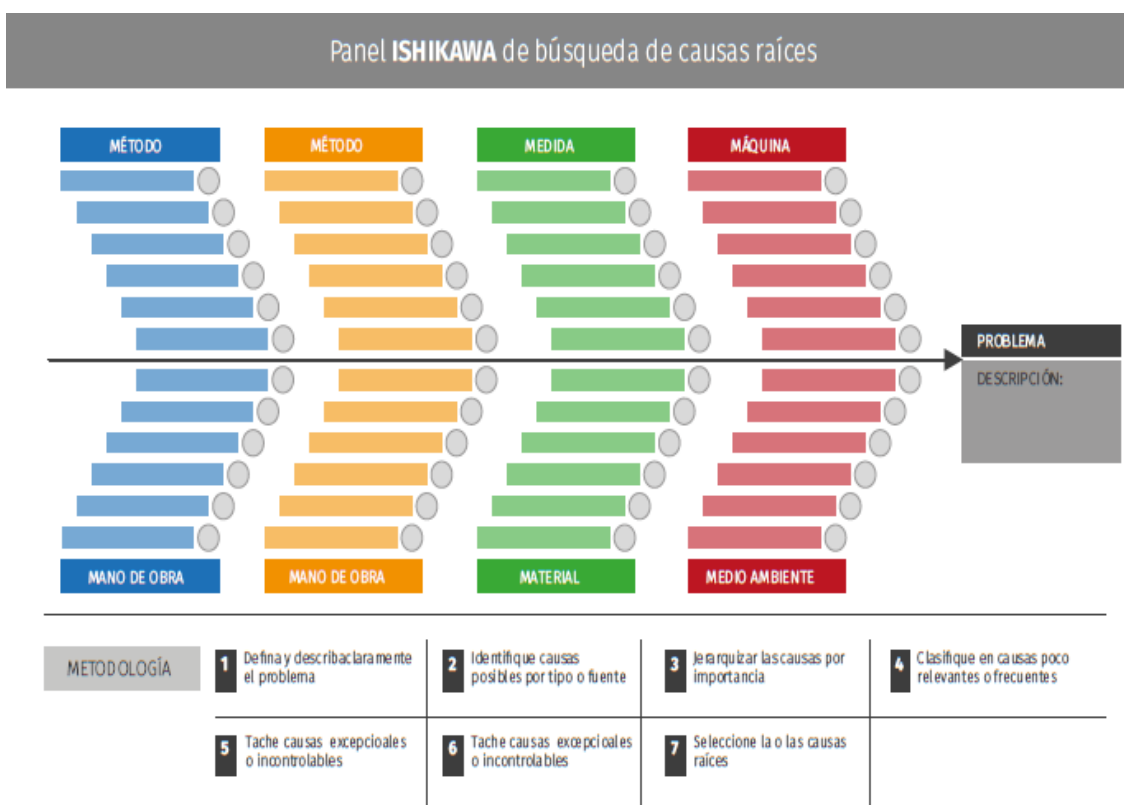
Fuente: GEPUC, 2017

- Análisis de causa raíz

El análisis de causa raíz es una herramienta fundamental para comprender dónde se producen las pérdidas identificadas y tratar de evitar soluciones superficiales. El manual propone dos herramientas principales el diagrama de Ishikawa y el método de los cinco porqués. Estas herramientas permiten el análisis estructurado de los factores de origen fomentando una visión sistemática de los procesos constructivos.

En la figura 5 se muestra el panel modelo de Ishikawa el cual presenta a su derecha la descripción del problema y en cada una de sus espinas se definen las causas posibles por tipo o fuente, estas se las colocara por jerarquía de importancia. Después estas se tacharán las causas incontrolables o excepcionales y se obtiene como resultado la selección de las causas raíz principales del problema.

Figura 5 - Panel modelo Ishikawa de búsqueda de causas raíces



Fuente: GEPUC, 2017

- Plan A3

El plan A3 es una herramienta de síntesis y comunicación utilizada en los entornos Lean. Esta estructura y el análisis de un problema, sus causas, las acciones de mejora y los indicadores de seguimiento en un formato claro y visual lo que facilitará al momento de presentar para su implementación. Con esto se busca promover la mejora continua al establecer un proceso lógico y disciplinado para la resolución de problemas.

La figura 6 muestra el modelo del plan A3 propuesto en el manual, este se divide en el título y su responsable. Donde primero se inicia con el contexto la cual define las dimensiones del problema y sus problemáticas específicas. Después en el punto dos se colocará la situación actual esta complementará al contexto estableciendo el estado actual de la problemática. En la meta y objetivos se busca establecer una meta y objetivos generales y específicos, en esta la meta debe ser suficiente y no un objetivo. Después en el análisis se verá primeramente cada dimensión usando toda la información obtenida, indicadores establecidos y las causas raíz. Se mostrarán las interacciones de cada dimensión los cuales permitirán determinar los aspectos más relevantes del mismo. En las contramedidas propuestas se vincularán con las dimensiones del problema estas buscarán aceptar, transferir, mitigar o eliminar el problema. En el plan se establece que cada medida propuesta es un compromiso por lo que deberá tener un responsable estableciendo fechas y condiciones suficientes. Esta se dará en un orden claro las cuales ayudaran a establecer medidas a tomar en su proceso. Por último, en el plan de seguimiento se dividirá en tres partes las cuales son, primero establecer indicadores de proceso e indicadores de resultado. La segunda parte se dará un proceso y un plazo de seguimiento el cual verificará cuando se dé la mejora deseada. Esto se debe realizar ya que si no se establece un tiempo específico se tiene el riesgo de que la mejora vaya decayendo con el tiempo y no exista una mejora continua. El último punto es el establecimiento de una fecha exacta de cuando se realizara una iteración de mejora (GEPUC, 2017).

Figura 6 - Formato modelo de plan A3

TÍTULO	RESPONSABLE
I. Contexto	V. Contramedidas propuestas
II. Situación Actual	VI. Plan
III. Meta / Objetivos	V. Seguimiento
IV. Análisis	¿Cómo se asegura el ciclo PDCA?

Fuente: GEPUC, 2017

- Indicadores y seguimiento de desempeño

Por último, se ve la necesidad de definir indicadores de desempeño los que permitirán medir el impacto de las mejoras al implementar herramientas con esto se busca evaluar la evolución y el progreso en el tiempo. Estos indicadores no sólo controlan resultados sino también monitorean los procesos.

2.5 Indicadores de desempeño

Con objetivo de evaluar el desempeño de la planificación, el control y la eficiencia se proponen una serie de indicadores de desempeño alineados con los principios de Lean Construction. Estos indicadores permitirán medir la confiabilidad y el cumplimiento de compromisos asumidos observando la eficiencia en el tiempo y costo (Garcés y Peña, 2023).

Los indicadores de desempeño principal s utilizados en Lean Construction son los siguientes:

- Porcentaje de Plan Completado (PPC)

Este indicador es el principal del Last Planner System y permite medir la confiabilidad de la planificación semanal. En este se calcula la relación entre el número de actividades completadas según lo planificado y el total de actividades comprometidas en el plan semanal. Si se tiene un valor elevado esto reflejará que se obtiene una planificación confiable y una adecuada coordinación entre las partes involucradas dando así menor presencia de interrupciones y reproceso (Ballard y Howell, 1998).

- Schedule Performance Index (SPI)

Este indicador evalúa la eficiencia del proyecto en términos de cumplimiento de cronogramas. Comparando así el trabajo efectivamente realizado con el trabajo planificado en un periodo de tiempo determinado. Si se tiene un valor mayor o igual aún no indica que el proyecto se ejecuta conforme al cronograma previsto mientras que valores inferiores reflejarán que existen retrasos (Garcés y Peña, 2023).

- Cost Performance Index (CPI)

Este indicador mide la eficiencia del uso de recursos económicos en un proyecto comparando así el valor presupuestado con el coste real. Si se tiene un valor igual o superior a uno indica que el desempeño es favorable en temas de costes mientras que valores inferiores evidencia un sobre coste de lo planificado. Esto permitirá evaluar el impacto económico de las pérdidas y la efectividad de las acciones de mejora implementadas (Botero, 2021).

- Porcentaje de retrabajos

El porcentaje de red trabajos mide la proporción de actividades que deben ser corregidas o ejecutadas nuevamente debido a un error o deficiencias en su calidad dadas por información incompleta u otros factores. Si se tiene un alto porcentaje de retrabajos se evidencia claramente un problema en su planificación y coordinación. Se busca reducir progresivamente este indicador lo cual reflejará una mejora en sus procesos y en la calidad de su ejecución (Pavez y González, 2015).

- Productividad de la mano de obra

Este indicador busca medir evaluando la cantidad de unidades producidas, un ejemplo puede ser los metros cuadrados construidos en relación ahora por trabajador invertido. Con esto se permite analizar la eficiencia del uso de recurso humano y detectar pérdidas que se puedan dar por esperas, movimientos innecesarios asignación inadecuada de tareas (Botero, 2021).

- Tareas con restricciones liberadas

Con este indicador se busca medir el porcentaje de actividades de plan semanal que cuentan con todos los requisitos necesarios para su ejecución ya sea por el material, información, permisos o recursos disponibles. Si es que se tiene un alto porcentaje de tareas con restricciones liberadas indicará que se tiene una adecuada planificación intermedia y una correcta anticipación a restricciones lo cual producirá la improvisación y la interrupción durante la obra (Ballard y Howell, 1998).

- Frecuencia de falla

Las frecuencias de fallas miden la repetición de pérdidas asociadas a una misma causa raíz, este indicador nos permitirá identificar deficiencias estructurales en los procesos y evaluar la efectividad de las acciones correctivas al momento de su implementación. Si se ve una disminución en la frecuencia de fallas es una señal de un avance en la mejora continua y la estandarización de sus procesos (Garcés y Peña, 2023).

- Indicadores de seguridad

Este indicador de seguridad considera variables el número de accidentes de trabajo, incidentes o días sin accidentes. Al momento de darle seguimiento se permite evaluar el desempeño en materia de seguridad y salud el cual es un aspecto fundamental dentro de la filosofía buscando así generar entornos de trabajo seguros, estables y eficientes (Garcés y Peña, 2023).

Relación de indicadores con mejora continua

Con un buen seguimiento de estos indicadores se permite evaluar el progreso del proyecto al usar una herramienta Lean. Esto facilita la identificación de desviaciones y la correcta implementación de acciones correctivas. El análisis periódico de igual manera contribuirá a la base es fundamentales para la aplicación del ciclo de mejora continua asegurando así que todas las decisiones sean tomadas con datos objetivos y que contribuyan a la optimización progresiva de los procesos constructivos (Garcés y Peña, 2023).

CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO DE INMODIN

3.1 Metodología de diagnóstico participativo

La metodología que se siguió para obtener el diagnóstico de la situación actual de la empresa fue la de Lean Construction la cual tiene un enfoque participativo. Se tomo de referencia lo establecido en el *Manual práctico de herramientas de mejoramiento de construcción del Centro de Excelencia en Gestión de la Producción (GEPUC)* de la Pontificia Universidad Católica de Chile adaptándolo al carácter de la empresa a ser estudiada. El enfoque se basa en la participación activa del personal involucrado en los procesos constructivos, sabiendo que ellos son los que ejecutan y gestionan las obras y poseen el mayor conocimiento sobre las problemáticas reales presentes en los proyectos.

Este tipo de diagnóstico participativo se tomó ya que permite tener la capacidad de identificar las pérdidas y oportunidades de mejora desde una perspectiva práctica. Evitando así análisis exclusivamente teóricos o externos a la realidad que enfrenta la empresa, esto favorece a un futuro consenso y compromiso del personal a querer incorporar procesos nuevos de mejora continua.

La metodología de diagnóstico se estructuro principalmente en dos etapas, en la primera se realizó una reunión con personal técnico y administrativo de la empresa. En esta reunión primero se buscó capacitar al personal sobre la metodología de Lean Construction y familiarizarles con los términos que posteriormente serán usados en las encuestas. Luego se buscó realizar una actividad donde se lograron identificar las pérdidas que cada uno del personal presente identificaba. Durante esta reunión igual se analizaron ejemplos claros que suceden en obra y se discutieron cuales podían ser sus posibles causas. Con esto logramos obtener dos fuentes de perdidas principales para cada tipo de perdida a las cuales se les asigno un numero de relevancia en una escala de 1 a 5, siendo 1 poco relevante y 5 muy relevante.

En la segunda etapa y basándonos en la información obtenida en la reunión inicial se diseñó la primera encuesta donde se buscó identificar cuál de las perdidas tenían mayor frecuencia en las obras. Una vez obtenidos los resultados de esas encuestas se realizó una segunda encuesta donde se centró en las tres perdidas más frecuentes identificadas. Aquí

se buscó buscar la relevancia de las fuentes de las pérdidas para cada tipo de pérdida marcando en una escala del 1 al 5 siendo 1 poco relevante y 5 muy relevante. De esta manera primero buscamos enfocarnos y priorizar aquellas pérdidas con mayor impacto en empresa. Esta combinación de herramientas tanto cualitativas como cuantitativas permitieron obtener una visión más clara del desempeño de los procesos constructivos y donde se observaban falencias.

En este diagnóstico se consideraron varios procesos de producción presentes en las obras como la planificación, la gestión de compras, la gestión administrativa, la coordinación de recursos humanos, recursos materiales y gestión de la información. De este modo el análisis no se limitó a solo una partida en concreto sino busco abordar de manera transversal los procesos constructivos enfocando siempre la terminología usada en el manual de Lean Construction.

3.1.1 Participantes del diagnóstico participativo

La reunión para el diagnóstico inicial se la realizo por vía telemática y conto con la presencia tanto personal técnico como administrativo los cuales pertenecen a diferentes puntos jerárquicos y áreas funcionales. La diversidad de perfiles permitió recoger una visión amplia e integra de la problemática que tiene la empresa en sus procesos constructivos.

En la reunión participaron representantes del área de gestión administrativa, de compras, planificación, de supervisión y de ejecución de obra. También se tuvo la oportunidad de contar con personal que están ubicados tanto en las oficinas de Quito como en el proyecto en Jama. La presencia de responsables de ejecución en campo, incluyendo personal con funciones de jefatura y supervisión directa de cuadrillas los cuales contribuyeron con la identificación de pérdidas desde una visión operativa de los procesos de producción. También se contó con profesionales del área de diseño y fiscalización los cuales aportaron criterios técnicos relacionados a temas de calidad. Esto facilito la identificación de las pérdidas tanto los procesos productivos como en procesos administrativos. La participación de todo este personal fue un pilar clave identificar correctamente las pérdidas y sus principales causas.

Este tipo de participaciones multidisciplinarias es promovido por la metodología Lean Construction la cual destaca la importancia de involucrar al personal clave en estos procesos de mejora continua.

3.2 Taller de identificación de pérdidas y sus causas raíz

La identificación de pérdidas se basó en experiencia directa de los participantes en obra y en la gestión de los proyectos permitiendo así detectar cuales eran las perdidas, por qué y sus fuentes. Toda esta información fue clasificada según los tipos de perdidas definidos por Lean tales como son los defectos, espera, movimientos, transporte, sobre procesamiento, inventario, talento, sobreproducción y hacer por hacer. Cada tipo de perdida se registró con un ejemplo en concreto observado en obra y descritos a partir de situaciones reales acontecidas en la obra.

Se busco igual identificar dos tipos de fuentes tales como planificación, comunicación, liderazgo, gestión administrativa, selección de recursos, almacenamiento, logística, disponibilidad de información y estandarización de procedimientos.

Los resultados de la reunión se presentan en las siguientes tablas donde se podrá ver de una forma estructurada:

- El tipo de perdida identificado
- Un ejemplo real observado en obra
- La causa raíz respondiendo a la pregunta ¿por qué?
- Dos fuentes principales que originan la perdida
- El nivel de relevancia asignado a cada fuente

Tabla 1 - Identificación de Perdidas (Defectos)

TIPOS DE PERDIDA	EJEMPLO	¿POR QUE?	FUENTE 1	FUENTE 2
D E F E C T O S	Se instalan pisos que luego deben reemplazarse por errores de nivelación	Falta de revisión previa del terreno y mala comunicación entre capataz e ingeniero	Problemas de Control (Gestión Administrativa – Ejecución)	Defectuosa (Gestión de Información)
	Se colocan cerámicas que luego deben reemplazarse por diferencias de color deseado	Falta de comunicación entre diseñadores y ejecución	Claridad (Gestión de Información)	Comunicación (Mano de obra)
	Hormigoneras externas no cumplen resistencia	Proveedor no cumple especificaciones	Calidad / Defectos de fábrica (Materiales)	Selección de Recursos (Gestión Administrativa – Planificación)
	Luces instaladas y luego cambiadas por decisión del jefe	No se revisó el plano antes de ejecutar	Defectuosa (Gestión de Información)	Ausencia de Protocolos y Procedimientos (Gestión Administrativa)
	Pedido llega con materiales equivocados	Proveedor no verifica despacho	Calidad / Defectos de fábrica (Materiales)	Comunicación (Mano de Obra)
	Llegaron bloques de medida incorrecta	Error del proveedor al despachar	Calidad / Defectos de fábrica (Materiales)	Distribución (Materiales)
	No existen planos As-Built	No hay procedimientos de documentación	Disponibilidad (Gestión de Información)	Ausencia de Protocolos y Procedimientos (Gestión Administrativa)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2 - Identificación de Perdidas (Espera)

TIPOS DE PERDIDA	EJEMPLO	¿POR QUE?	FUENTE 1	FUENTE 2
E S P E R A	Trabajadores esperando la llegada de bloques	Se realizan compras al último minuto	Planificación previa (Gestión Administrativa)	Disponibilidad (Materiales)
	Obra paradas por feriados	No se puede trabajar en feriados para no incomodar con ruido a propietarios	Planificación en obra (Gestión Administrativa)	Coordinación (Gestión Administrativa)
	Maquinaria inadecuada retrasa excavación	Se seleccionó maquinaria no adecuada	Selección de Recursos (Gestión Administrativa)	Mantenimiento (Herramientas y Maquinaria)
	Subcontratista no puede avanzar por cimientos incompletos	Descoordinación entre frentes	Falta de Cancha (Gestión Administrativa)	Coordinación (Gestión Administrativa)
	Cemento pedido que no llega durante un mes	Mala gestión y seguimiento con proveedor	Disponibilidad (Materiales)	Coordinación (Gestión Administrativa)
	Retrasos de proveedores en entregas	Poca confiabilidad en cadena de suministro	Disponibilidad (Materiales)	Planificación en obra (Gestión Administrativa)
	Maquinaria vieja detenida esperando reparación	Falta de mantenimiento preventivo	Mantenimiento (Herramientas y Maquinaria)	Disponibilidad (Herramientas y Maquinaria)
	Electricista detiene trabajo por falta de electrodos	No existe bodega equipada	Disponibilidad (Materiales)	Planificación previa (Gestión Administrativa)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3 - Identificación de Perdidas (Movimiento)

TIPOS DE PERDIDA	EJEMPLO	¿POR QUE?	FUENTE 1	FUENTE 2
MOVIMIENTO	Los obreros caminan largas distancias para buscar herramientas o material	Falta de organización y larga distancia hacia bodega	Almacenamiento (Materiales)	Distribución (Materiales)
	Los obreros en un mismo día trabajan en diferentes zonas las cuales no toman el trayecto mas corto	No se organizan el orden de los trabajos que deben realizar	Planificación en obra (Gestión Administrativa)	Distribución (Mano de Obra)
	Ingeniero viaja a comprar materiales a Pedernales	Materiales no previstos con anticipación	Planificación previa (Gestión Administrativa)	Disponibilidad (Materiales)
	Cada ingeniero maneja su propia bodega dispersa	No existe bodega centralizada	Almacenamiento (Materiales)	Coordinación (Gestión Administrativa)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4 - Identificación de Perdidas (Transporte)

TIPOS DE PERDIDA	EJEMPLO	¿POR QUE?	FUENTE 1	FUENTE 2
TRANSPORTE	Se trasladan materiales entre frentes lejanos en obra.	No se tiene zonas de acopio establecidas cercanas a cada obra	Distribución (Materiales)	Coordinación (Gestión Administrativa)
	Repuestos deben venir desde Quito o Manta	No se tiene stock crítico local	Disponibilidad (Herramientas y Maquinaria)	Almacenamiento (Herramientas y Maquinaria)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5 - Identificación de Perdidas (Sobre Procesamientos)

TIPOS DE PERDIDA	EJEMPLO	¿POR QUE?	FUENTE 1	FUENTE 2
PROCESAMIENTOS	Presupuestos con precios referenciales desactualizados	No se revisan precios reales	Confiabilidad (Gestión de Información)	Estimación de Recursos (Gestión Administrativa)
	Presupuestos iguales cada mes sin considerar variaciones	Copia de información sin análisis	Confiabilidad (Gestión de Información)	Planificación previa (Gestión Administrativa)
	Compra de materiales que luego no se usan por gusto del ingeniero	No hay estandarización de marcas	Selección de Recursos (Gestión Administrativa)	Planificación previa (Gestión Administrativa)
	Se duplican controles de medición entre ingeniero y maestro.	Falta de estandarización y protocolo único	Ausencia de Protocolos y Procedimientos (Gestión Administrativa)	Comunicación (Mano de Obra)
	Doble revision de planillas, deben firmar todos los ingenieros para efectuar los pagos	Falta de estandarización y confianza	Ausencia de Protocolos y Procedimientos (Gestión Administrativa)	Comunicación (Mano de Obra)
	Dificultad para revisión de planillas	Cada jefe de obra realiza diferentes formatos en sus planillas	Ausencia de Protocolos y Procedimientos (Gestión Administrativa)	Confiabilidad (Gestión de Información)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6 - Identificación de Perdidas (Inventario)

TIPOS DE PERDIDA	EJEMPLO	¿POR QUE?	FUENTE 1	FUENTE 2
I N V E N T A R I O	Se acumulan materiales como pinturas, cerámicas, piedras las cuales no son de uso inmediato.	Compras sin planificación real	Planificación previa (Gestión Administrativa)	Almacenamiento (Materiales)
	Se compran productos que ya se tienen en bodega	No se revisa inventario antes de comprar, dificultad para revisar	Confiabilidad (Gestión de Información)	Coordinación (Gestión Administrativa)
	Compras no centralizadas generan exceso de inventario	Cada ingeniero compra por su cuenta	Coordinación (Gestión Administrativa)	Selección de Recursos (Gestión Administrativa)
	Materiales de diferentes calidades en obra	No hay estándar de compras	Calidad / Defectos de fábrica (Materiales)	Selección de Recursos (Gestión Administrativa)
	Materiales no usados por cambios del ingeniero	Cambios sin seguimiento técnico	Planificación previa (Gestión Administrativa)	Selección de Recursos (Gestión Administrativa)
	Robo de herramientas en bodegas alejadas	Falta de control y seguridad	Almacenamiento (Herramientas y Maquinaria)	Seguridad (Gestión Administrativa)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7 - Identificación de Perdidas (Talento)

TIPOS DE PERDIDA	EJEMPLO	¿POR QUE?	FUENTE 1	FUENTE 2
T A L E N T O	Ingenieros con sobrecarga de actividades	Falta de delegación	Distribución (Mano de Obra)	Liderazgo (Mano de Obra)
	No hay roles ni metas claras	Centralización de decisiones	Liderazgo (Mano de Obra)	Comunicación (Mano de Obra)
	Falta de trabajo en equipo	Cada ingeniero trabaja independiente	Coordinación (Gestión Administrativa)	Comunicación (Mano de Obra)
	Diferentes sueldos para misma actividad generan desmotivación	Inconsistencia salarial	Confianza (Mano de Obra)	Compromiso (Mano de Obra)
	Dificultad de fiscalización por falta de información	Información incompleta para revisión	Disponibilidad (Gestión de Información)	Claridad (Gestión de Información)
	Ingenieros hacen tareas administrativas en lugar de planificación.	Falta de asignaciones claras de sus responsabilidades.	Distribución (Mano de Obra)	Planificación previa (Gestión Administrativa)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8 - Identificación de Perdidas (Sobre Producción)

TIPOS DE PERDIDA	EJEMPLO	¿POR QUE?	FUENTE 1		FUENTE 2	
PRODUCCIÓN	Se preparan encofrados adicionales que no se usarán en el corto plazo.	No está alineado el trabajo con la planificación real	Planificación en obra (Gestión Administrativa)	5	Coordinación (Gestión Administrativa)	5
	Fundiciones grandes con concreteras insuficientes	Proveedor no tiene capacidad	Selección de Recursos (Gestión Administrativa)	5	Planificación en obra (Gestión Administrativa)	4
	Iniciar obra sin permisos	Se omite proceso para acelerar inicio	Ausencia de Protocolos y Procedimientos (Gestión Administrativa)	5	Planificación previa (Gestión Administrativa)	4
	Construcción de muros en época de lluvias genera desplazamientos	No se planificó según clima	Planificación previa (Gestión Administrativa)	5	Problemas de Control (Gestión Administrativa)	4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9 - Identificación de Perdidas (Hacer por hacer)

TIPOS DE PERDIDA	EJEMPLO	¿POR QUE?	FUENTE 1		FUENTE 2	
HACER POR HACER	Propietarios piden arreglos años después de entrega	No se define límite de garantía	Ausencia de Protocolos y Procedimientos (Gestión Administrativa)	5	Claridad (Gestión de Información)	4
	Se empezó a realizar las escavaciones de una casa la cual los planos no cumplen con los retiros establecidos.	Se aprobaron los planos rápido para empezar a construir por presión del cliente.	Planificación previa (Gestión Administrativa)	4	Defectuosa (Gestión de Información)	4

Fuente: Elaboración propia

En las tablas presentadas se puede observar un primer diagnóstico preliminar cuyo objetivo principal es ordenar y sistematizar la información obtenida en la reunión. Usando esta información se procedió a crear la encuesta uno donde se busca identificar cual de estas pérdidas es más frecuente.

3.3 Encuesta de identificación perdidas más frecuentes

Con objetivo de identificar las perdidas más frecuentes que ocurren en las obras en los procesos constructivos de la empresa se aplicó una primera encuesta digital donde el personal técnico, administrativo y empleados generales participo. Se busco recoger información desde la experiencia propia de cada participante sobre cuál de esas pérdidas la ve más recurrente desde su punto de vista.

Esta encuesta fue respondida por un total de 19 participantes los cuales representan distintas áreas de la empresa. A cada encuestado se le solicito seleccionar máximo cinco perdidas que según sus criterios y experiencia considere como las más frecuentes dentro de la empresa. Se coloco esta restricción de cinco como lo indica el manual y lo cual permite focalizar las respuestas en aquellas problemáticas más relevantes, evitando así la dispersión de los resultados.

Las pérdidas que se colocaron en la encuesta fueron las que se obtuvieron de la reunión por lo que todos los encuestados tenían conocimiento previo, posteriormente se procedió a dividir a estas pérdidas en sus diferentes tipos propuestos por la metodología Lean Construction. Se dividieron en los siguientes tipos, defectos, espera, movimiento, transporte, sobre procesamiento, inventario, talento, sobreproducción y hacer por hacer.

En la Tabla 10 se ven los resultados de la primera encuesta, allí se lo divide por tipos de perdida y se observa en la columna de frecuencia cuantas veces esa pérdida fue seleccionada como entre las más frecuentes por los encuestados.

Tabla 10 - Resultados Encuesta 1: Identificación de Perdidas más Frecuencia

Tipo de Perdida		Pérdida	Frecuencia	%
DEFECTOS	Trabajo rehecho	Se instalan pisos que luego deben reemplazarse por errores de nivelación	0	0%
	Trabajo rehecho	Se colocan cerámicas que luego deben reemplazarse por diferencias de color	0	0%
	Daño de materiales	Hormigoneras externas no cumplen resistencia	0	0%
	Trabajo rehecho	Luces instaladas y luego cambiadas por decisión del jefe	0	0%
	Daño de materiales	Pedido llega con materiales equivocados	12	63,2 %
	Daño de materiales	Llegaron bloques de medida incorrecta	0	0%
	Espera por instrucciones	No existen planos As-Built	2	10,5 %
ESPERA	Espera de materiales	Trabajadores esperando la llegada de bloques	0	0%
	Espera por mano de obra	Obra parada por feriados	3	15,8 %
	Espera por herramientas o maquinarias	Maquinaria inadecuada retrasa excavación	1	5,3 %
	Espera por instrucciones	Subcontratista no puede avanzar por cimientos incompletos	0	0%
	Espera de materiales	Cemento pedido que no llega durante un mes	0	0%
	Espera de materiales	Retrasos de proveedores en entregas	3	15,8 %
	Espera por herramientas o maquinarias	Maquinaria vieja detenida esperando reparación	3	15,8 %
	Espera de materiales	Electricista detiene trabajo por falta de electrodos	0	0%
MOVIMIENTO	Movimiento innecesario de personas	Los obreros caminan largas distancias para buscar herramientas o material	0	0%
	Movimiento innecesario de personas	Los obreros en un mismo día trabajan en diferentes zonas	1	5,3 %
	Movimiento innecesario de personas	Ingeniero viaja a comprar materiales a Pedernales	9	47,4 %
	Movimiento innecesario de personas	Cada ingeniero maneja su propia bodega dispersa	3	15,8 %
TRANSPORTE	Movimiento innecesario de materiales o herramientas	Se trasladan materiales entre frentes lejanos en obra	3	15,8 %
	Movimiento innecesario de materiales o herramientas	Repuestos deben venir desde Quito o Manta	1	5,3 %
SOBRE PROCESAMIENTOS	Hacer por hacer	Presupuestos con precios referenciales desactualizados	0	0%
	Hacer por hacer	Presupuestos iguales cada mes sin considerar variaciones	1	5,3 %
	Hacer por hacer	Compra de materiales que luego no se usan por gusto del ingeniero	0	0%
	Hacer por hacer	Se duplican controles de medición entre ingeniero y maestro	2	10,5 %
	Hacer por hacer	Doble revisión de planillas para efectuar pagos	4	21,1 %
	Hacer por hacer	Dificultad para revisión de planillas	3	15,8 %
INVENTARIO	Materiales sobrantes	Se acumulan materiales que no son de uso inmediato	1	5,3 %
	Materiales sobrantes	Se compran productos que ya se tienen en bodega	2	10,5 %
	Materiales sobrantes	Compras no centralizadas generan exceso de inventario	1	5,3 %
	Materiales sobrantes	Materiales de diferentes calidades en obra	4	21,1 %
	Materiales sobrantes	Materiales no usados por cambios del ingeniero	0	0%
TALENTO	Extravío	Robo de herramientas en bodegas alejadas	2	10,5 %
	Desaprovechar capacidades del personal	Ingenieros con sobrecarga de actividades	7	36,8 %
	Desaprovechar capacidades del personal	No hay roles ni metas claras	6	31,6 %
	Desaprovechar capacidades del personal	Falta de trabajo en equipo	3	15,8 %
	Desaprovechar motivación del personal	Diferentes sueldos para misma actividad generan desmotivación	1	5,3 %
	Desaprovechar capacidades del personal	Dificultad de fiscalización por falta de información	2	10,5 %
	Desaprovechar capacidades del personal	Ingenieros hacen tareas administrativas en lugar de planificación	4	21,1 %
SOBRE PRODUCCIÓN	Exceso de producción	Se preparan encofrados adicionales que no se usarán en el corto plazo	0	0%
	Exceso de producción	Fundiciones grandes con concretas insuficientes	0	0%
	Hacer por hacer	Iniciar obra sin permisos	4	21,1 %
	Hacer por hacer	Construcción de muros en época de lluvias genera desplazamientos	0	0%
HACER POR HACER	Hacer por hacer	Propietarios piden arreglos años después de entrega	6	31,6 %
	Hacer por hacer	Se empieza excavación con planos que no cumplen retiros	1	5,3 %

Fuente: Elaboración propia

En la figura 7 se representan en barras la cantidad de veces que un encuestado selecciono un tipo de perdida, de esta manera es más fácil observar cuales son las más recurrentes.

Figura 7 - Resultados Encuesta 1: Identificación de Perdidas más Frecuencia



Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos en esta primera encuesta muestran claramente una concentración de respuestas en pérdidas que evidencian una falta de buena gestión y planificación en la empresa.

En la categoría de defectos el resultado que más destaca es el asociado a los pedidos que llegan con materiales equivocados con 12 de los 19 encuestados, esto representa el 63.2% de los encuestados. Esto pone a la luz los problemas que tiene la empresa en sus procesos de compra, coordinación y control de materiales.

En menor medida en la categoría de movimiento, el que los ingenieros viajan hacia pedernales por materiales tuvo un resultado de 9 de los 19 encuestados por lo que de un 47.4%. Esto evidencia la falta de planificación y coordinación al momento de realizar las compras.

En la categoría de talento la pérdida de que los ingenieros están sobrecargados de actividades obtuvo 7 votos lo que representa un 36.8% de los encuestados. Aquí se ve que no se están distribuyendo adecuadamente los trabajos asignados en el personal técnico, el cual tiene demasiadas tareas y dejan de lado el control de las obras. Se evidencia el problema de la falta de buena gestión del talento humano, puede que las responsabilidades no estén claras o falta de procesos estandarizados.

Estas tres son las pérdidas con mayor frecuencia que se pudieron obtener de los resultados de la primera encuesta estas serán las que se utilicen en la encuesta 2 de identificación de las fuentes de pérdida para estos tres tipos de pérdida. Se puede observar que los problemas no solo se dan en temas de organización si no de gestión del talento humano lo cual será muy importante tomar en cuenta al momento de analizar los resultados de la encuesta 2.

A continuación, se presenta la Tabla 11 la cual se procedió a agrupar los resultados generales por sus categorías para poder tener una mejor visualización de los problemas que está teniendo la empresa y donde estos se concentran más. Esto nos ayudara al momento de realizar nuestro análisis para definir según su relevancia y frecuencia cual es el tipo de pérdida el cual se debería identificar su causa raíz para posteriormente proponer una herramienta la cual ayude a mitigar el problema usando Lean Construction para de esta manera siempre tratar de tener una mejora continua.

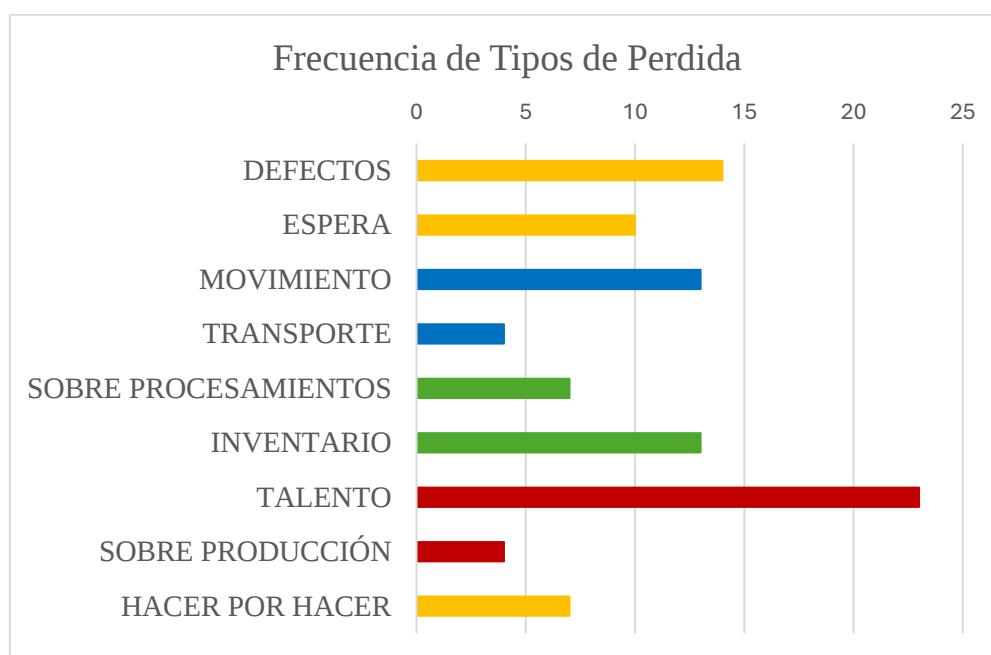
Tabla 11 - Tipos de Perdida por categorías y su frecuencia

Tipo de pérdida	Frecuencia	%
DEFECTOS	14	14.74%
ESPERA	10	10.53%
MOVIMIENTO	13	13.68%
TRANSPORTE	4	4.21%
SOBRE PROCESAMIENTOS	7	7.37%
INVENTARIO	13	13.68%
TALENTO	23	24.21%
SOBRE PRODUCCIÓN	4	4.21%
HACER POR HACER	7	7.37%

Fuente: Elaboración propia

En la figura 8 se puede observar una representación dividida en barras por sus colores respectivamente asignados siguiendo las recomendaciones del manual, se observa que la mayor frecuencia que se tiene es en pérdidas relacionadas con la categoría de talento. Sumando 23 votos en esa categoría es el 24.21% casi una cuarta parte de los tipos de pérdidas.

Figura 8 - Frecuencia de Tipos de Perdida por Categorías



Fuente: Elaboración propia

3.4 Encuesta de identificación de fuentes de perdida

Basándonos en los resultados obtenidos en la primera encuesta se procedió a crear una segunda encuesta de diagnóstico, el objetivo principal de esta es identificar las fuentes que originan las perdidas más frecuentes detectadas en la empresa. Se utilizaron los parámetros y calificaciones propuestas en el Manual Lean Construction (GEPUC).

La encuesta solicita al participante calificar la importancia de cada una de las fuentes de perdida usando una escala de 1 a 5 donde 1 es poco relevante y 5 muy relevante, el encuestado tiene la opción de dejar espacios en blanco los cuales serán tomados con una calificación de 0 para el análisis.

Esta encuesta busca no solo poder identificar cada fuente si no su nivel de relevancia. Se aplico este esquema para las tres perdidas más frecuentes detectadas.

- Defectos - Daño de material: Pedidos llegan con materiales equivocados
- Movimiento – Movimientos innecesario de personas: Ingenieros viajan a Pedernales por material
- Talento – Desaprovechamiento de capacidades del personal: Ingenieros con sobrecarga de actividades

En la encuesta primero se dividen las fuentes en tres grandes categorías, que a su vez se dividen en diferentes subcategorías, en estas ya se presentan las diferentes fuentes establecidas como fuentes de perdida según Lean Construction. El esquema de fuentes de perdidas encuestado es el siguiente:

Administración

Planificación

- Planificación previa
- Selección de Recursos
- Estimación de Recursos

Construcción y Ejecución

- Planificación en Obra
- Requerimientos innecesarios
- Problemas de control
- Burocracia
- Coordinación
- Falta de Cancha
- Seguridad
- Ausencia de protocolos & procedimientos

Recursos

Materiales

- Cantidad
- Uso
- Distribución
- Calidad / Defectos de fábrica
- Disponibilidad
- Extravío
- Almacenamiento

Mano de Obra

- Cantidad de personal
- Competencias técnicas
- Comportamiento Inseguro
- Distribución
- Liderazgo
- Confianza
- Comunicación
- Compromiso

Herramientas y Maquinaria

- Cantidad
- Uso

- Distribución
- Calidad / Falta de certificación
- Disponibilidad
- Mantención
- Extravío
- Almacenamiento

Sistemas

Sistemas de Información

- Innecesaria
- Defectuosa
- Claridad
- Disponibilidad
- Confiabilidad
- Atrasada

En esta encuesta califican las fuentes de pérdidas según su relevancia, basándose en su experiencia personal. En esta encuesta participaron 12 personas las cuales marcaron sus diferentes puntos de vista según sus perspectivas de los tres tipos de pérdidas.

Una vez obtenidos estos resultados se procedió a sacar un promedio donde las opciones que no recibían un valor eran tomadas como 0 llegando a los siguientes resultados.

En la tabla 12 se muestran los resultados de las fuentes de pérdidas de la parte de administración con sus promedios de niveles de importancia colocados por los encuestados.

Tabla 12 – Resultados Encuesta 2 Fuentes de Perdida (Administración)

		Fuente de Perdida										
		Administración										
		Planificación			Construcción y Ejecución							
		Planificación previa	Selección de Recursos	Estimación de Recursos	Planificación en Obra	Requerimientos innecesarios	Problemas de control	Burocracia	Coordinación	Falta de Cancha	Seguridad	Ausencia de protocolos & procedimientos
Tipo de Perdida	Perdida: Pedido llega con materiales equivocados (Daño de materiales - DEFECTOS)	4.25	4.17	2.08	4.17	1.92	1.58	2.00	1.92	0.67	1.17	4.67
	Perdida: Ingeniero viaja a Pedernales a comprar materiales (Movimiento innecesario de personas - MOVIMIENTO)	4.83	4.08	2.17	4.67	1.50	1.08	0.17	2.00	0.25	0.58	3.33
	Perdida: Ingenieros con sobrecarga de actividades (Desaprovechar capacidades del personal - TALENTO)	4.67	4.17	2.25	4.08	2.92	3.08	1.58	1.92	0.67	0.25	4.25

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 13 se pueden ver los resultados de la encuesta dos sobre las fuentes de pérdida de los recursos materiales con sus promedios de nivel de importancia.

Tabla 13 – Resultados Encuesta 2 Fuentes de Perdida (Recursos - Materiales)

		Fuente de Perdida						
		Recursos						
		Materiales						
		Cantidad	Uso	Distribución	Calidad / Defectos de fábrica	Disponibilidad	Extravío	Almacenamiento
Tipo de Perdida	Perdida: Pedido llega con materiales equivocados (Daño de materiales - DEFECTOS)	3.42	1.42	2.25	2.92	2.08	1.50	2.83
	Perdida: Ingeniero viaja a Pedernales a comprar materiales (Movimiento innecesario de personas - MOVIMIENTO)	2.00	2.00	2.08	0.58	2.25	0.58	2.42
	Perdida: Ingenieros con sobrecarga de actividades (Desaprovechar capacidades del personal - TALENTO)	0.67	0.25	1.25	0.50	0.17	0.08	0.83

Fuente: Elaboración propia

La tabla 14 presenta las fuentes de pérdida de los recursos de la mano de obra y sus promedios obtenidos.

Tabla 14 - Resultados Encuesta 2 Fuentes de Perdida (Recursos - Mano de Obra)

		Fuente de Perdida							
		Recursos							
		Mano de Obra							
		Cantidad de personal	Competencias técnicas	Comportamiento Inseguro	Distribución	Liderazgo	Confianza	Comunicación	Compromiso
Tipo de Perdida	Perdida: Pedido llega con materiales equivocados (Daño de materiales - DEFECTOS)	1.83	1.08	0.75	2.17	0.83	0.33	4.33	0.75
	Perdida: Ingeniero viaja a Pedernales a comprar materiales (Movimiento innecesario de personas - MOVIMIENTO)	0.42	0.08	0.08	1.58	0.08	0.08	3.17	0.08
	Perdida: Ingenieros con sobrecarga de actividades (Desaprovechar capacidades del personal - TALENTO)	4.00	4.33	2.67	1.25	3.75	2.75	4.25	2.92

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de las fuentes de pérdida de recursos en herramientas y maquinaria están presentes en la tabla 15. En esta se presentan los promedios obtenidos del nivel de relevancia colocado por los encuestados.

Tabla 15 - Resultados Encuesta 2 Fuentes de Perdida (Recursos - Herramientas y Maquinaria)

		Fuente de Perdida							
		Recursos							
		Herramientas y Maquinaria							
		Cantidad	Uso	Distribución	Calidad / Falta de certificación	Disponibilidad	Mantenimiento	Extravío	Almacenamiento
Tipo de Perdida	Perdida: Pedido llega con materiales equivocados (Daño de materiales - DEFECTOS)	0.83	0.08	0.67	0.42	0.08	0.50	0.17	2.25
	Perdida: Ingeniero viaja a Pedernales a comprar materiales (Movimiento innecesario de personas - MOVIMIENTO)	1.17	0.08	0.50	0.08	0.08	0.08	0.08	1.17
	Perdida: Ingenieros con sobrecarga de actividades (Desaprovechar capacidades del personal - TALENTO)	0.58	0.17	0.67	0.08	0.50	0.08	0.08	0.08

Fuente: Elaboración propia

El promedio de los resultados de la encuesta dos de las fuentes de pérdidas provenientes de sistemas de información se encuentran en la tabla 16. En esta se muestran los promedios obtenidos de la valoración de relevancia en una escala del uno al cinco.

Tabla 16 - Resultados Encuesta 2 Fuentes de Perdida (Sistemas de Información)

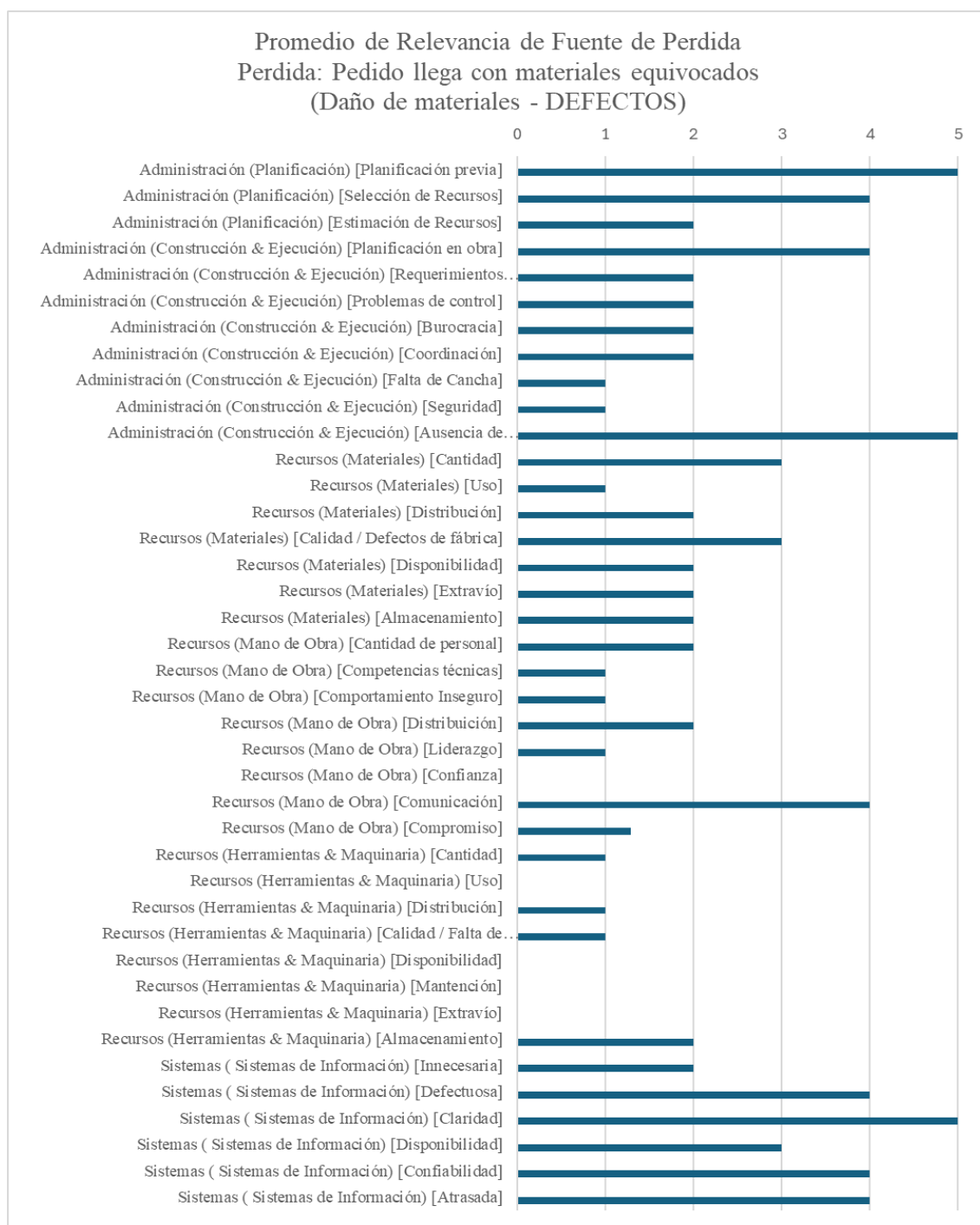
		Fuente de Perdida					
		Sistemas					
		Sistemas de Información					
		Innecesaria	Defectuosa	Claridad	Disponibilidad	Confiabilidad	Atrasada
Tipo de Perdida	Perdida: Pedido llega con materiales equivocados (Daño de materiales - DEFECTOS)	2.25	4.00	4.25	2.50	3.67	3.58
	Perdida: Ingeniero viaja a Pedernales a comprar materiales (Movimiento innecesario de personas - MOVIMIENTO)	2.17	4.00	4.08	2.67	2.08	3.67
	Perdida: Ingenieros con sobrecarga de actividades (Desaprovechar capacidades del personal - TALENTO)	2.08	3.58	4.00	3.17	3.58	3.58

Fuente: Elaboración propia

Con estos datos obtenidos se procedió a realizar graficas redondeando estos valores a números enteros para facilitar el análisis final. Esto nos ayudara a tener una visión más clara de cuáles son las fuentes de perdidas más constantes de la empresa. Si el encuestado dejaba el espacio en blanco se lo tomaba en cuenta como cero al momento de realizar los promedios. Como resultado se obtuvieron los siguientes gráficos divididos por los resultados de los tres diferentes tipos de perdidas analizados.

En la figura 9 se muestran los promedios de relevancia de la perdida encontrada sobre los pedidos llegan con materiales equivocados la cual se categorizo como una perdida perteneciente a defectos.

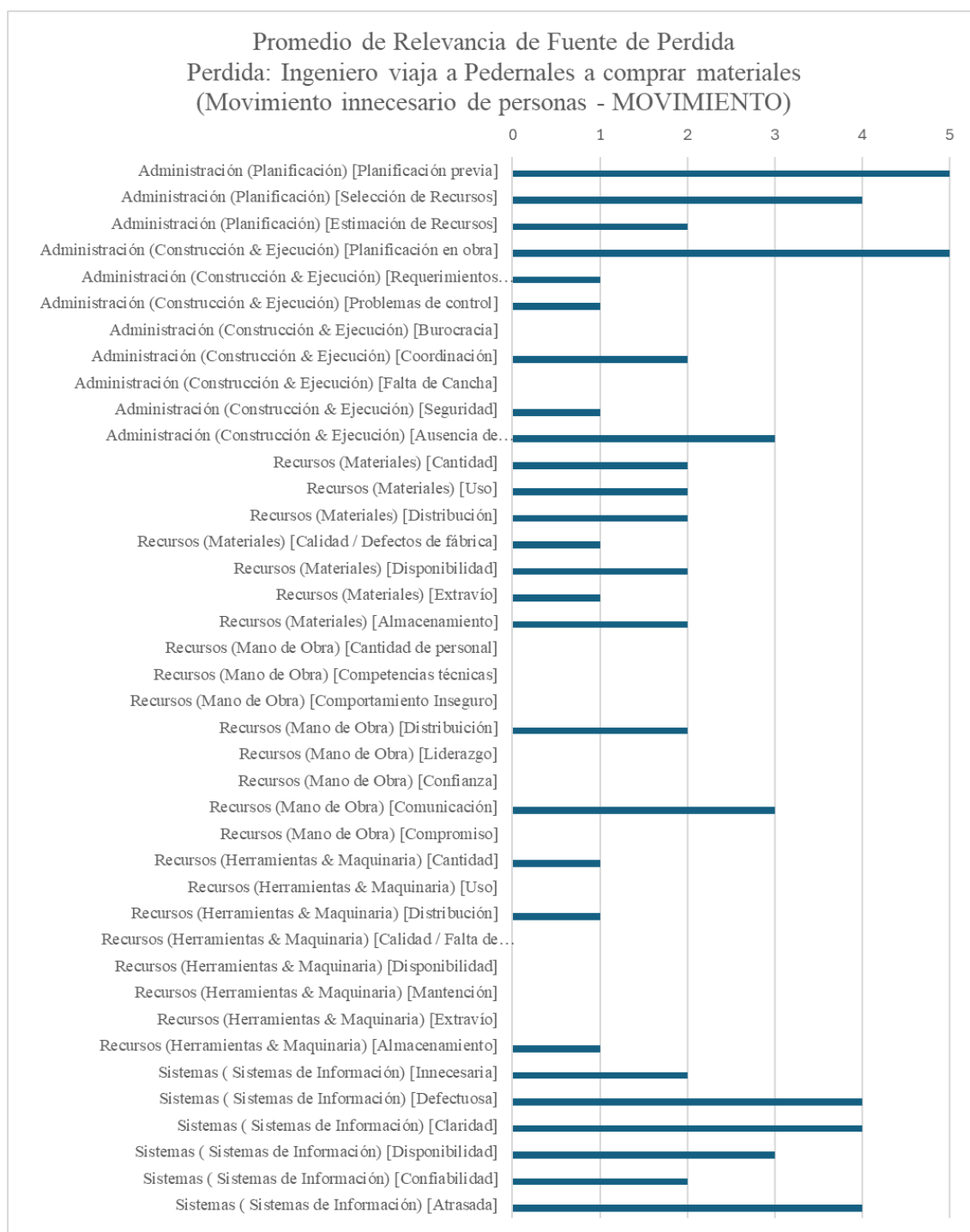
Figura 9 - Promedio de relevancia de fuente de perdida (Defectos)



Fuente: Elaboración propia

La figura 10 presenta el promedio de relevancia de la perdida detectada de que los ingenieros deben viajar hacia Pedernales para comprar materiales. Este tipo de perdida se lo categorizo como de movimiento ya que se muestra el traslado del personal técnico a otra ciudad para realizar comprar para la obra.

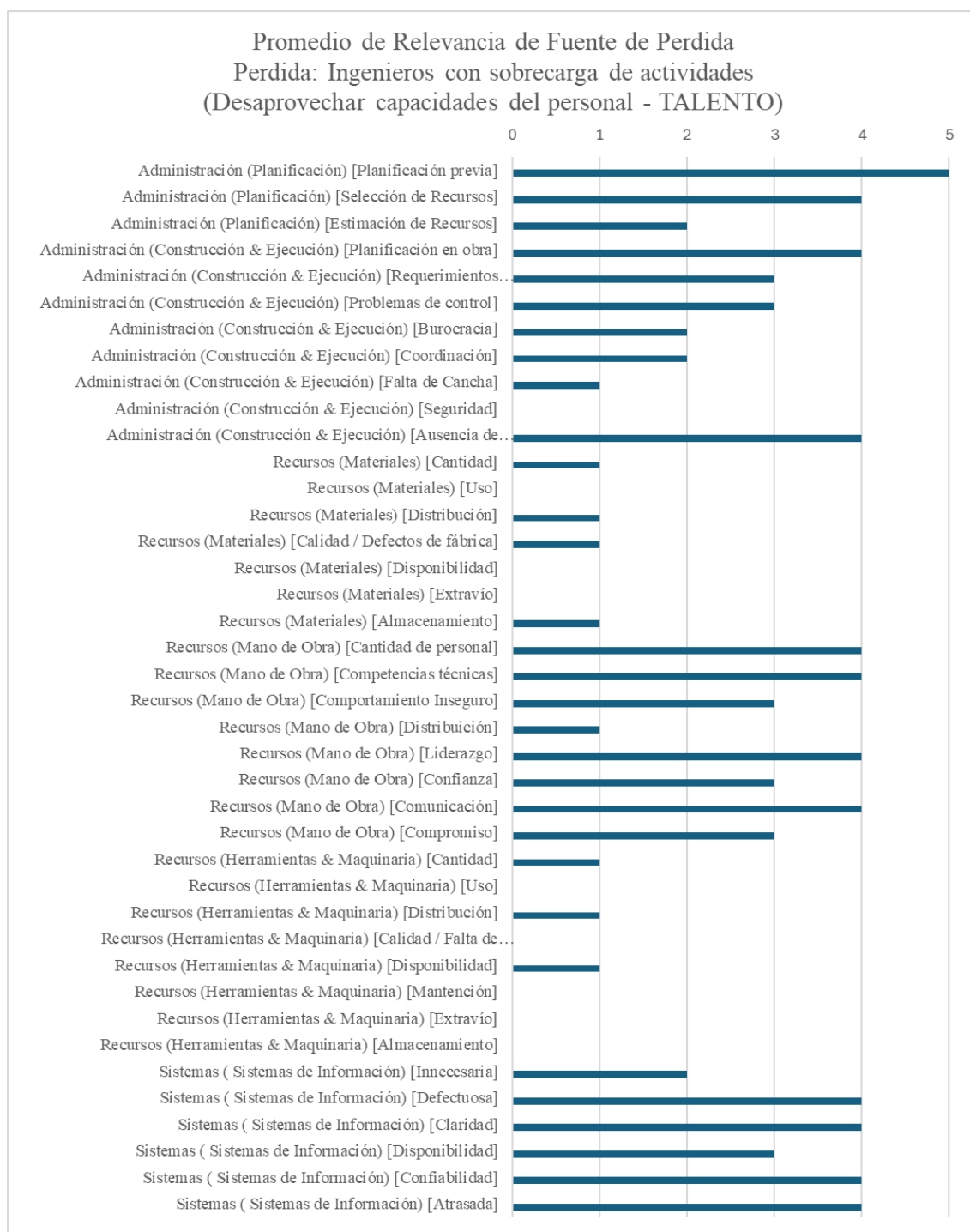
Figura 10 - Promedio de relevancia de fuente de perdida (Movimiento)



Fuente: Elaboración propia

La figura 11 presenta los promedios de relevancia obtenidos para la pérdida de sobrecarga de actividades al personal técnico, esta pérdida se la categorizó como pérdida de talento.

Figura 11 - Promedio de relevancia de fuente de perdida (Talento)



Fuente: Elaboración propia

En los resultados mostrados gráficamente vemos que están divididos en las respuestas por tipo de perdida. En el primer tipo de perdida mostrado en la figura 9 que los pedidos llegan con materiales equivocados la cual pertenece a la categoría de daños materiales de

defectos, muestran que las fuentes más relevantes son en el ámbito de la gestión administrativa. Esto tanto en la parte de planificación como de construcción y ejecución. Los valores que mayormente destacan son:

- Planificación previa
- Selección de recursos
- Planificación de obra
- Ausencia de protocolos y procedimientos
- Comunicación
- Sistemas de información
 - Defectuosa
 - Claridad
 - Confiabilidad
 - Atrasada

En el segundo tipo de pérdida mostrado en la figura 10 que los ingenieros viajan hacia Pedernales para comprar materiales lo cual es una pérdida de movimiento innecesario de personas se logra ver una tendencia clara nuevamente a la gestión administrativa. Los valores que mayormente destaca son:

- Planificación previa
- Selección de recursos
- Planificación de obra
- Sistemas de información
 - Defectuosa
 - Claridad
 - Atrasada

En el tercer tipo de pérdida mostrado en la figura 11 que los ingenieros están con sobrecarga de actividades lo cual es desaprovechamiento de capacidades del personal se ve una alta concentración de relevancia en fuentes con relación nuevamente a la gestión administrativa y planificación. Los valores que tienen mayor relevancia son:

- Planificación previa
- Selección de recursos
- Sistemas de información
 - Defectuosa
 - Claridad
 - Atrasada

En una síntesis de la segunda encuesta se ve un conjunto de resultados que permiten concluir que las fuentes de pérdida más influyentes en estas tres pérdidas analizadas se concentran en:

- Gestión Administrativa - Planificación
- Gestión Administrativa – Construcción y Ejecución
- Gestión Administrativa – Protocolos y Procedimientos
- Gestión de Información

Estas fuentes son las causantes principales de la deficiencia en la planificación, coordinación y control. Lo que ha provocado errores en el abastecimiento de los materiales, movimientos innecesarios del personal técnico y un desaprovechamiento de sus capacidades.

3.5 Análisis de frecuencia vs relevancia

Con el objetivo de priorizar las fuentes de pérdida más críticas se realiza el análisis de la frecuencia y relevancia tomando como base el procedimiento establecido en el Manual de Lean Construction. Esta herramienta permite identificar las fuentes que presentan mayor recurrencia y tienen un mayor impacto en la generación de pérdidas. De las pérdidas más frecuentes identificadas en la encuesta 1 y las fuentes más relevantes obtenidas en la encuesta 2 se sacó un promedio de relevancia agrupada en sus cinco grandes grupos:

- Administración
- Recursos – Materiales

- Recursos – Mano de obra
- Recursos – Herramientas y Maquinaria
- Sistemas de Información

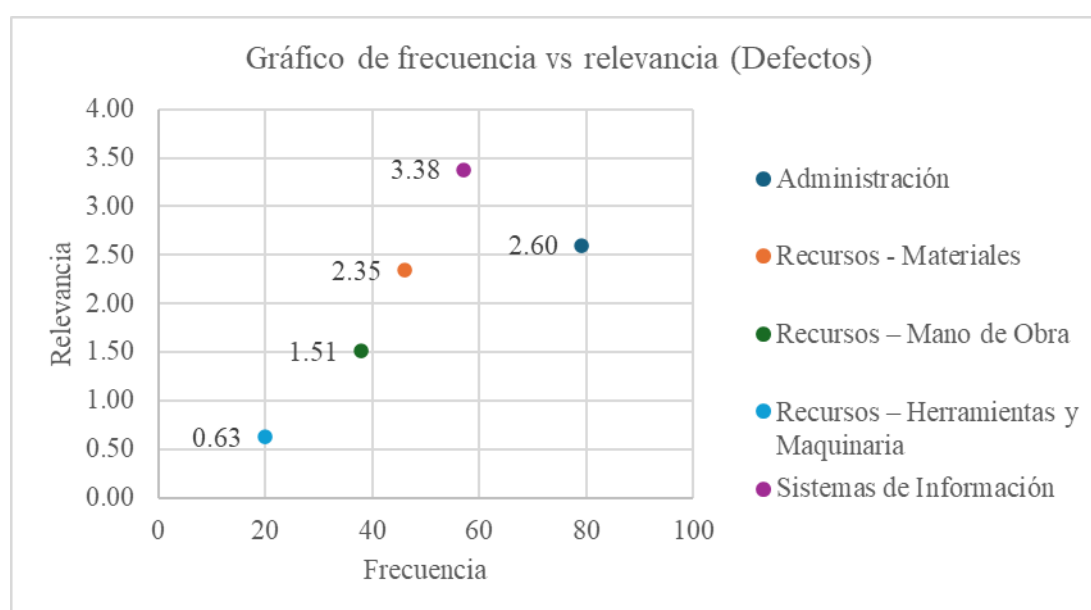
Se represento en las tablas y graficas de frecuencia vs relevancia, en estas de acuerdo con la metodología las fuentes ubicadas en el cuadrante superior derecho del grafico son aquellas con alta frecuencia y relevancia. Estas serán consideradas como la fuente criticas las cuales tiene el mayor potencial de impacto negativo en la productividad y eficiencia de los proyectos de la empresa. Esto se tomará en cuenta para el análisis causa rais y la presentación de la propuesta de mejora.

Tabla 17 - Relevancia y Frecuencia (Defectos)

PROMEDIO RELEVANCIA DE FUENTE DE PERDIDA Y FRECUENCIA - DEFECTOS					
	Administración	Recursos - Materiales	Recursos – Mano de Obra	Recursos – Herramientas y Maquinaria	Sistemas de Información
Promedio Relevancia	2.60	2.35	1.51	0.63	3.38
Frecuencia	79	46	38	20	57

Fuente: Elaboración propia

Figura 12 - Frecuencia vs Relevancia (Defectos)



Fuente: Elaboración propia

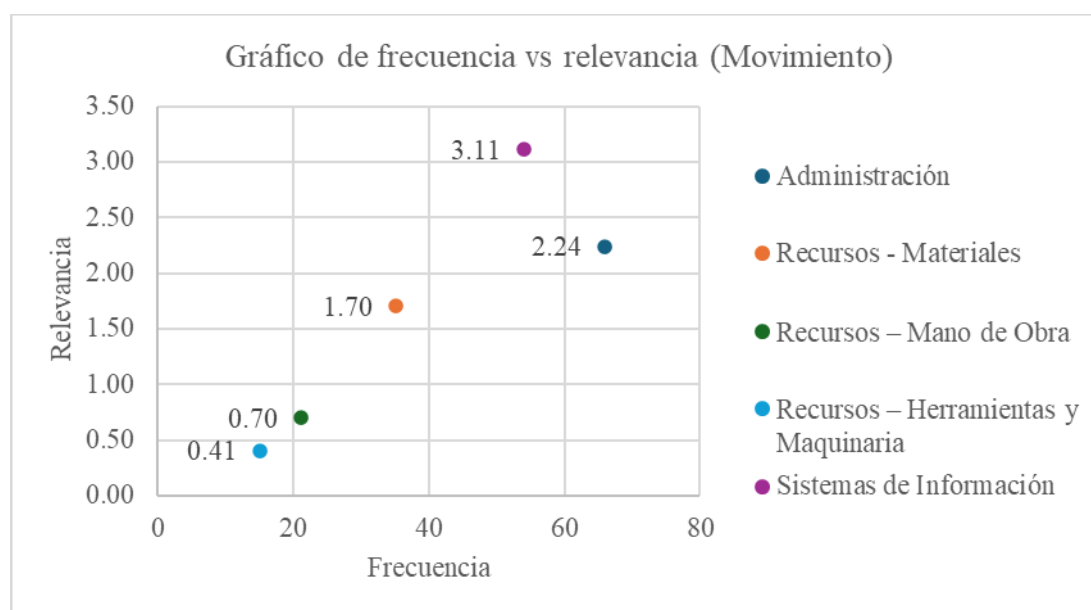
En la tabla 17 y figura 12 presentan el caso de la pérdida asociada a defectos los resultados de la gráfica muestran como fuente de pérdida crítica a las relacionadas con administración y sistemas de información. La mayor relevancia se presenta en los sistemas de información mientras que la mayor frecuencia es en la administración. Las fuentes asociadas a recursos de materiales presentan una frecuencia y relevancia intermedia mientras que los recursos de mano de obra y de herramientas y maquinaria presentan valores considerablemente menores.

Tabla 18 - Relevancia y Frecuencia (Movimiento)

	PROMEDIO RELEVANCIA DE FUENTE DE PERDIDA Y FRECUENCIA - MOVIMIENTO				
	Administración	Recursos - Materiales	Recursos – Mano de Obra	Recursos – Herramientas y Maquinaria	Sistemas de Información
Promedio Relevancia	2.24	1.70	0.70	0.41	3.11
Frecuencia	66	35	21	15	54

Fuente: Elaboración propia

Figura 13 - Frecuencia vs Relevancia (Movimiento)



Fuente: Elaboración propia

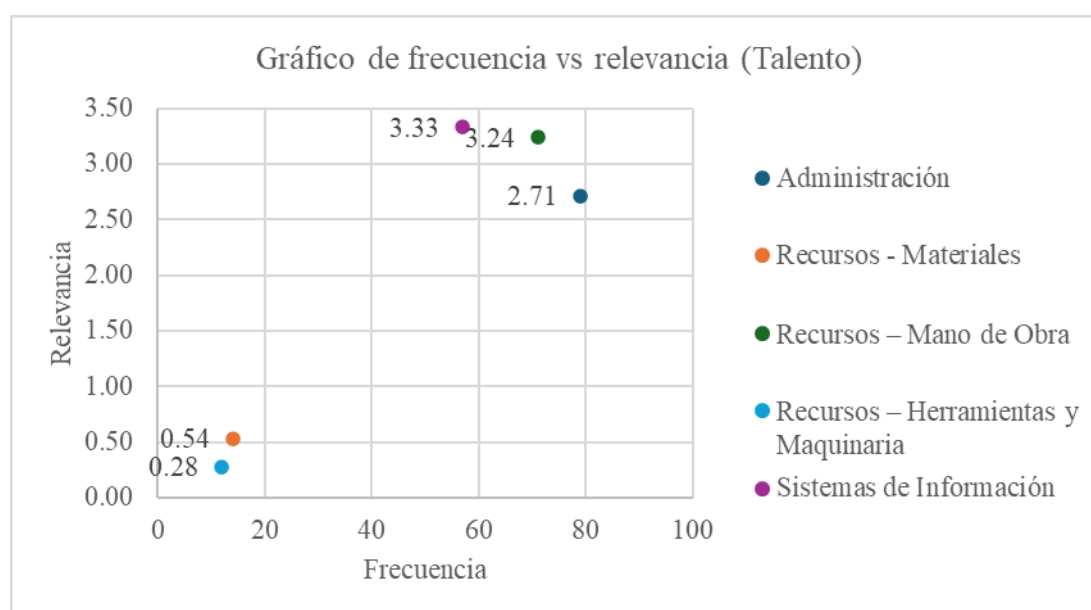
En la tabla 18 y figura 13 presentan la perdida relacionada con el movimiento innecesario se vuelve a ver una tendencia que las fuentes de administración y sistemas de información son las cuales se posicionan en el cuadrante superior derecho. Donde al igual que en la primera grafica los sistemas de información presentan una alta relevancia y la administración una alta frecuencia. Fuentes tales como recursos materiales tienen una relevancia media, por otro lado, otros tipos de recursos se encuentran en una zona de baja frecuencia y baja relevancia por lo que este tipo de perdidas no presentan una gran influencia a los problemas presentados.

Tabla 19 - Relevancia y Frecuencia (Talento)

PROMEDIO RELEVANCIA DE FUENTE DE PERDIDA Y FRECUENCIA - TALENTO					
	Administración	Recursos - Materiales	Recursos – Mano de Obra	Recursos – Herramientas y Maquinaria	Sistemas de Información
Promedio Relevancia	2.71	0.54	3.24	0.28	3.33
Frecuencia	79	14	71	12	57

Fuente: Elaboración propia

Figura 14 - Frecuencia vs Relevancia (Talento)



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 19 y figura 14 presentan el análisis correspondiente a la pérdida de talento los resultados son sumamente claros, al tener tres fuentes en su zona crítica. Las fuentes presentes son sistemas de información, administración y recursos materiales. Se puede observar claramente el desaprovechamiento de las capacidades del personal técnico lo que ha afectado directamente en las problemáticas de planificación, asignación de roles, comunicación y liderazgo. Por el otro lado se evidencia que recursos materiales y de herramientas y maquinaria no tiene mayor relevancia ni frecuencia por lo que son fuentes que no contribuyen a este tipo de pérdida.

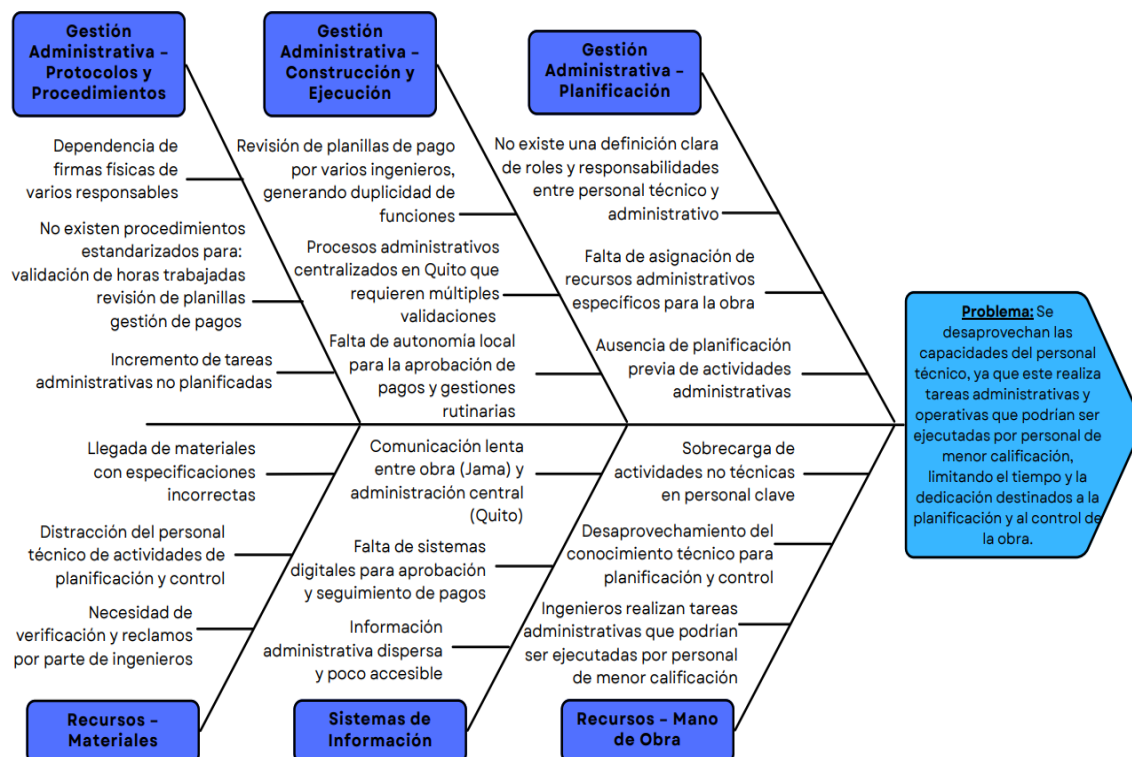
Un análisis al conjunto de los gráficos de frecuencia y relevancia permiten concluir que las tres pérdidas más significativas tienen fuentes de pérdidas similares. Sus fuentes críticas se centran en los hábitos de la administración y en sus sistemas de información. La que ha presentado un mayor énfasis y claridad en sus resultados ha sido la pérdida relacionada con el talento lo que muestra que es una de las principales fuentes de los problemas de eficiencia y productividad que tiene la empresa Inmodin.

3.6 Análisis de causas raíz mediante Diagrama de Ishikawa

Con el principal objetivo de identificar y priorizar las causas que originan el tipo de pérdida de desaprovechamiento de las capacidades del personal se desarrolló un proceso progresivo de análisis de causa raíz mostrado en la metodología del manual el cual consiste en un diagrama de Ishikawa.

En la primera etapa se completó en diagrama Ishikawa mostrado en la figura 15 donde identificando primero el problema y después sus causas generales que están asociadas. Se tomo por agrupar las espinas por las categorías de las fuentes, es decir en planificación, gestión en etapas de construcción, materiales, herramientas y maquinaria, mano de obra y sistemas de información. Como parte del proceso primero se llenó a partir de las entrevistas y el análisis realizado, colocando así las fuentes de la pérdida general.

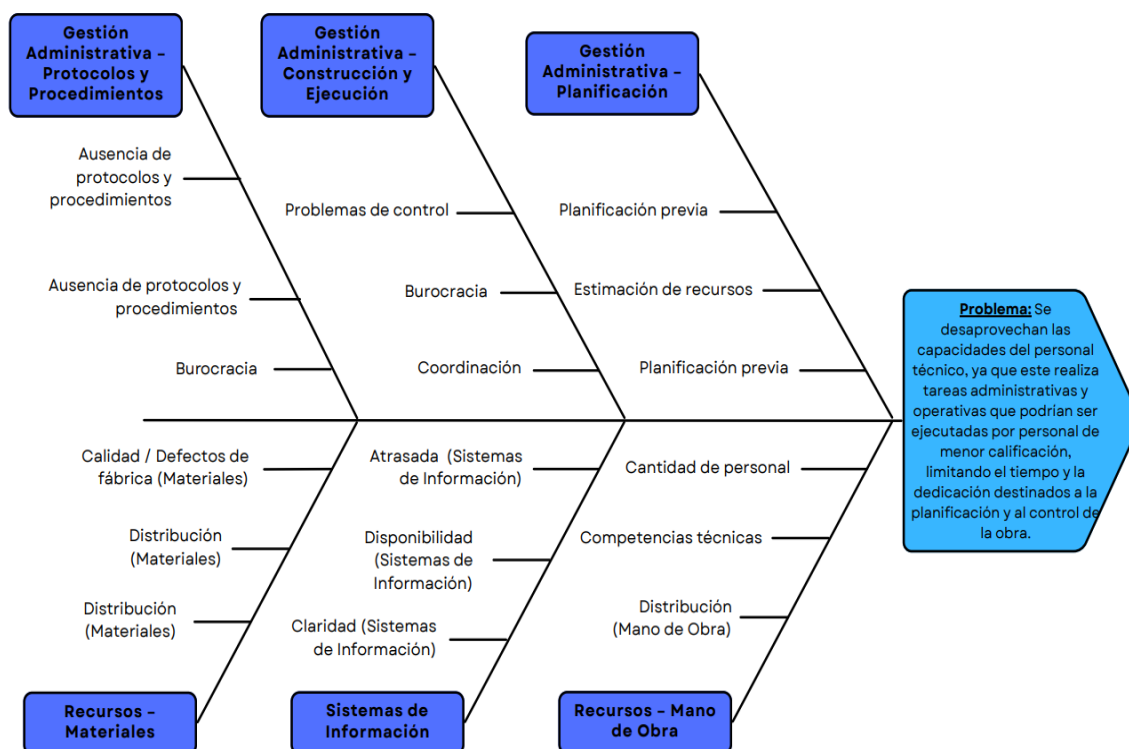
Figura 15 – Diagrama Ishikawa con fuentes llenadas en base a reunión



Fuente: Elaboración propia

Después de ya tener completo el primer diagrama se procedió a identificar y reformular cada uno de los puntos a fuentes definidas en el manual con el fin de asegurar coherencia metodológica en el estudio. Estas fuentes son específicas las cuales nos permitirá evaluar directamente al análisis cualitativo de las encuestas y se muestra en la figura 16.

Figura 16 – Diagrama Ishikawa con fuentes específicas



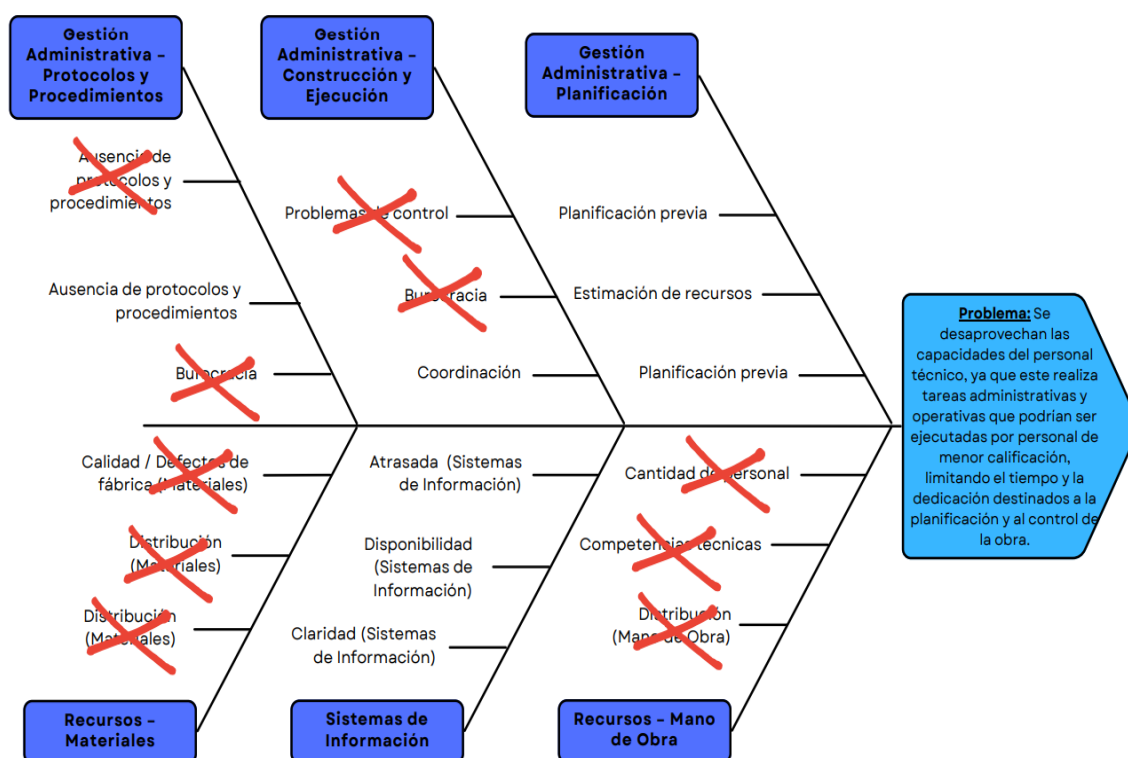
Fuente: Elaboración propia

En la tercera etapa mostrada en la figura 17 se realizó el proceso especificado en el manual donde se debe priorizar las fuentes de pérdida utilizando como criterio los resultados obtenidos en las encuestas. Se procedió a descartar aquellas fuentes que están catalogadas como:

- Poco relevantes
- Poco frecuentes
- Incontrolables

De esta manera se busca quedar solo con aquellas fuentes de alta incidencia en el problema y las cuales estén directamente relacionadas con el desaprovechamiento de las capacidades del personal. Así se permite concentrar el análisis únicamente en las fuentes críticas.

Figura 17 – Diagrama Ishikawa fuentes criticas especificas



Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenido el diagrama solo con las fuentes críticas estas serán las causas raíz del problema y constituyen la base para definir el plan de mejoramiento y selección de herramienta lean a usarse. El diagrama muestra claramente donde se requiere intervenir para reducir el desaprovechamiento de las capacidades del personal técnico.

3.7 Resultados análisis causa raíz

A partir del diagrama de Ishikawa se logró identificar y priorizar las fuentes críticas de pérdida las cuales son las que tienen una mayor incidencia en el problema del desaprovechamiento de las capacidades del personal técnico en la empresa. Como resultado podemos observar que las pérdidas críticas identificadas corresponden principalmente a la gestión administrativa y los sistemas de información. Los que más destacan son los siguientes:

- Gestión Administrativa – Protocolos y Procedimientos
 - Se puede constatar una ausencia de protocolos y procedimientos estandarizados lo cual ha generado una improvisación y dependencia de las gestiones administrativas las cuales son realizadas por el personal técnico.
- Gestión Administrativa – Construcción y Ejecución
 - Los problemas en la coordinación entre la obra y la administración central han afectado la eficiencia en la ejecución de sus procesos administrativos, esto se ve reflejado en los problemas que presentaron los técnicos.
- Gestión Administrativa – Planificación
 - La planificación previa y la estimación de recursos muestran una deficiencia lo que ha incrementado una sobrecarga administrativa la cual no estaba planificada en la obra.
- Sistemas de información
 - La falta de un sistema de información bien establecido ha causado información atrasada con baja disponibilidad y falta de claridad esto dificulta la toma de decisiones y el correcto seguimiento de las gestiones administrativas.

En el plan de mejoramiento y al momento de seleccionar la herramienta Lean se tomarán en cuenta qué estas fuentes de pérdida son las mayores causantes de los problemas que tiene la empresa. La propuesta deberá estar enfocada en mejorar la coordinación entre personal técnico y administrativo para potenciar el rol de cada posición y de esta manera tener un aprovechamiento eficiente del personal.

CAPÍTULO 4: PROPUESTA DE HERRAMIENTA LEAN E INDICADORES

4.1 Herramientas Lean

Tomando como base la información obtenida de las fuentes críticas se logró identificar que uno de los problemas principales en la obra es el desaprovechamiento de las capacidades del personal técnico, lo que se originó principalmente por una falta de gestión administrativa, coordinación y gestión de la información. Esto ha ocasionado la sobrecarga en tareas administrativas no planificadas al personal técnico lo cual ha reducido el tiempo de disponibilidad para las actividades de planificación y control de obra.

En función a las causas mencionadas se propone como herramienta Lean a implementar el Last Planner System, ya que tiene la capacidad de abordar simultáneamente las fuentes de pérdida identificadas. LPS es una herramienta la cual busca la planificación colaborativa aumentando la confiabilidad de la planificación mediante participación de los responsables directos en la ejecución, a estos se los llaman últimos planificadores. Utilizando sus distintos niveles de planificación que son el plan maestro, la planificación intermedia y planificación semanal. Esta herramienta permite anticipar restricciones y mejorar la coordinación entre el personal técnico y administrativo asignando así responsabilidades de manera clara.

Para este caso en concreto la implementación de esta herramienta permitirá:

- Mejorar la planificación previa lo cual reducirá la improvisación y la aparición de tareas administrativas no planificadas.
- La coordinación entre obra y administración se verá mejorada ya que alineará compromisos y tiempos de respuesta.
- Clarificación de las responsabilidades y roles lo cual evitará que el personal técnico asuma funciones que no le corresponden.
- Identificará y gestionará oportunamente las restricciones administrativas y de información disminuyendo así los retrasos y retrocesos.

Para la implementación de LPS en la empresa Inmodin se debe iniciar conformando el equipo de los últimos planificadores, este estará formado por el personal administrativo, personal técnico, jefes de obra y capataces. Estos serán los responsables de participar activamente en los procesos de planificación, coordinación y un buen seguimiento de la producción.

Esta implementación se dividirá en tres niveles, en el primero se utilizará el plan maestro el cual establecerá una visión general del proyecto y definirá etapas, hitos relevantes y plazos de ejecución. En este nivel se plantea marcar una referencia para de esta manera poder alinear las actividades técnicas y administrativas.

En el segundo nivel se hará una planificación intermedia la cual se enfocará en un horizonte de mediano plazo. Este tiene como objetivo la identificación anticipada de restricciones, donde se revisarán aspectos como la disponibilidad de materiales, recursos humanos, información técnica, aprobaciones administrativas y procesos de pago. Esto permitirá liberar restricciones antes de iniciar la ejecución de las obras evitando así retrasos y contratiempos.

En el último nivel se implementará la planificación semanal (Weekly Work Plan) la cual se llevará a cabo con reuniones periódicas de planificación colaborativa. Estas reuniones tendrán como objetivo definir los compromisos a corto plazo asignando así responsables claros para cada actividad. A su vez se revisarán el cumplimiento del plan semanal anterior y si fuera el caso analizando las causas de incumplimientos, de esta manera se promoverá acciones correctivas y aprendizajes continuos.

4.2 Indicadores de desempeño

Para evaluar la eficiencia de la correcta implementación del Last Planner System y poder verificar el impacto en la reducción del desaprovechamiento de las capacidades del personal técnico, se propondrán indicadores de desempeño los cuales van a estar orientados a medir tanto la confiabilidad de la planificación como de la mejora en la gestión del tiempo.

Los indicadores que se seleccionan están directamente relacionados a las fuentes de pérdida obtenidas en el análisis causa raíz. Fuentes de pérdida relacionadas con la

planificación, falta de coordinación, sobrecarga administrativa y problemas en la gestión de la información. Mediante su seguimiento se permitirá evaluar el correcto desempeño del sistema y apoyar la toma de decisiones. Los indicadores propuestos para la evaluación son los siguientes:

4.2.1 Porcentaje de Plan Cumplido (PPC)

Este indicador es el principal del LPS y permite medir la confiabilidad de la planificación semanal. En este indicador se busca expresar el porcentaje de actividades comprometidas en cada plan semanal, de esta manera se busca ver la efectividad de sus ejecuciones dentro de un periodo establecido.

Si se observa un incremento en el PPC eso automáticamente se refleja una planificación más realista, una mejor coordinación entre la parte administrativa y personal técnico. Esto igual mostrara una reducción de interrupciones y procesos lo que reducir la carga administrativa no planificada sobre el personal técnico.

4.2.2 Numero de restricciones identificadas y liberadas

Este indicador mide el número de restricciones detectadas durante la planificación intermedia después me dirá el porcentaje de ellas que son liberadas antes de la ejecución de sus actividades. Su propósito principal es la evaluación de la capacidad del sistema para anticipar y gestionar oportunamente las restricciones.

La identificación temprana y liberación de restricciones reducirá interrupciones en la obra lo cual evitará que personal técnico deba asumir tareas administrativas urgentes, esto contribuirá a mejorar el aprovechamiento de sus capacidades técnicas.

4.2.3 Reducción de tareas administrativas realizadas por ingenieros

Este indicador evaluará la disminución progresiva de tareas administrativas realizadas por personal técnico. Su seguimiento permitirá verificar si la implementación de la herramienta Lean, LPS y la asignación de responsabilidades contribuyeron a mejorar la distribución de las funciones entre el área técnica y administrativa.

Una reducción de este indicador evidenciará la mejora en la gestión organizacional y una reducción de la sobrecarga del personal técnico.

4.2.4 Mayor dedicación del personal técnico a planificación y control

Este indicador medirá el incremento del tiempo dedicado por el personal técnico a las actividades propias de la planificación, control y coordinación de obra. Reflejando así el impacto que tiene la herramienta en la optimización del uso de recurso humano calificado.

La reducción de este indicador evidenciará un mejoramiento en su gestión organizacional y una reasignación de tareas eficiente de su personal.

4.3 Plan A3

Con fin de presentar la implementación del Last Planner System para reducir el desaprovechamiento de las capacidades del personal técnico se laboró según el manual Lean Construction el Plan A3 presentado en la tabla 20. Siguiendo su formato y lineamientos propuestos se estructuró en un solo esquema el cual presenta el contexto del problema, el análisis causas raíz, las contramedidas propuestas, el plan de acción, los indicadores de seguimiento y el aseguramiento del ciclo de mejora continua. De esta manera se presenta en una manera clara facilitando la visibilidad del proceso de implementación. Esto ayudará al personal de la empresa a entender mejor los resultados de este trabajo lo que demostrará coherencia entre el diagnóstico realizado y las acciones de mejora planteadas.

El Plan A3 se lo planteó de la siguiente manera:

Tabla 20 - Plan A3

TÍTULO: Implementación del Last Planner System para reducir el desaprovechamiento de capacidades del personal técnico en obra	RESPONSABLE: Administrador de Obra / Jefe de Obra
Contexto: En la obra de construcción del edificio Nalú, ubicada en Costa Jama, se identificó como pérdida crítica el desaprovechamiento de las capacidades del personal técnico, principalmente ingenieros, quienes realizan tareas administrativas y operativas que podrían ser ejecutadas por personal de menor calificación. Esta situación afecta negativamente la planificación, el control y la coordinación de la obra.	Contramedidas propuestas: Implementar el Last Planner System (LPS) como herramienta Lean central, incorporando: - Reuniones semanales de planificación colaborativa. - Definición clara de compromisos de corto plazo. - Identificación y levantamiento anticipado de restricciones. - Participación activa de los últimos planificadores (ingenieros, capataces y administración).
Situación Actual: Actualmente, la gestión de la obra presenta deficiencias asociadas a la planificación administrativa, la coordinación de actividades y la gestión de información, lo que provoca que ingenieros participen en revisión de planillas, seguimiento de pagos, verificación de materiales y otras tareas no técnicas. Estas actividades reducen el tiempo disponible para planificación de corto plazo y control de producción.	Plan: 1. Capacitar al equipo de obra en principios básicos del Last Planner System. Plazo estimado: 1 a 2 semanas desde inicio del Plan A3 2. Implementar reuniones semanales de planificación (Weekly Work Plan). Inicio: Inmediatamente después de la capacitación (Semana 2) Frecuencia: semanal y continua durante la ejecución de la obra. 3. Definir responsables claros para actividades técnicas y administrativas. Plazo estimado: dentro de las primeras 2 a 3 semanas. 4. Registrar compromisos y restricciones detectadas. Inicio: desde la primera reunión semanal de planificación. Aplicación continua durante todo el ciclo de planificación. 5. Medir cumplimiento del plan semanal. Inicio: a partir de la semana 3, una vez estabilizado el ciclo de planificación. Evaluación semanal.
Meta: Reducir el desaprovechamiento de las capacidades del personal técnico mediante una mejor planificación y coordinación de actividades en obra. Objetivos: - Aumentar el tiempo dedicado por ingenieros a planificación y control. - Mejorar la coordinación entre áreas administrativas y operativas. - Reducir tareas administrativas no planificadas realizadas por personal técnico. - Asegurar una planificación confiable de corto plazo en obra.	Seguimiento: Indicadores de proceso: - Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) - Número de restricciones identificadas y liberadas Frecuencia de medición, semanal. Indicadores de resultado: - Reducción de tareas administrativas realizadas por ingenieros - Mayor dedicación del personal técnico a planificación y control Evaluación de resultados: mediano plazo (1 a 3 meses).
Análisis: El análisis de causa raíz, realizado mediante el Diagrama de Ishikawa, permitió identificar como fuentes principales del problema aquellas asociadas a: - <u>Gestión Administrativa – Planificación</u> : planificación previa deficiente y estimación inadecuada de recursos. - <u>Gestión Administrativa – Construcción y Ejecución</u> : falta de coordinación efectiva. - <u>Gestión Administrativa – Protocolos y Procedimientos</u> : ausencia de protocolos claros para procesos administrativos. - <u>Gestión de Información</u> : información atrasada, poco clara o no disponible oportunamente. Estas fuentes generan improvisación, sobrecarga de funciones y reasignación ineficiente del personal técnico.	¿Cómo se asegura el ciclo PDCA? El ciclo PDCA se asegura mediante: Plan : planificación semanal colaborativa (LPS) Horizonte : corto plazo (semanal) Do : ejecución de actividades comprometidas Durante la semana de planificación Check : medición del PPC y análisis de incumplimientos Revisión semanal en reunión de planificación Act : ajuste de la planificación y estandarización de buenas prácticas Aplicación progresiva y acumulada en ciclos mensuales

Fuente: Elaboración propia

En el plan desarrollado se establece como problema central el desaprovechamiento de las capacidades del personal técnico en obra. Este problema fue identificado como una de las pérdidas críticas por su alta frecuencia y relevancia. Esto se origina por la asignación de tareas administrativas y operativas que no debían ser realizadas por personal técnico. En el análisis de causa y raíz que se desarrolló mediante el uso del diagrama de Ishikawa, se identificaron como fuentes principales del problema la deficiencia en su gestión administrativa y su gestión de la información.

En respuesta a esto el plan A3 propone la implementación de Last Planner System como herramienta Lean principal. Enfocándose en la planificación colaborativa, la clarificación de compromisos y la anticipación de restricciones. En este plan se contemplan actividades como la capacitación del personal, la realización de reuniones semanales, la definición clara de responsables y un seguimiento continuo al cumplimiento de las tareas asignadas cada semana.

En el plan igual se marcan los indicadores de proceso y resultado los cuales están vinculados al seguimiento para la verificación de la correcta implementación de la herramienta. El Porcentaje de Plan Cumplido, el número de restricciones identificadas y liberadas entre otros indicadores están presentes en el plan. De esta manera se evaluará el impacto en el aprovechamiento de las capacidades del personal técnico.

Para finalizar igual asegura la aplicación del ciclo PDCA o Plan Do Check Act, el cual, con las planificaciones semanales colaborativas, la ejecución de los compromisos asumidos, la medición del desempeño y el ajuste continuo de la planificación permitirán que esta herramienta sea clave para consolidar una mejora sostenida y continúa en la gestión de las obras de Inmodin.

4.4 Beneficios potenciales de la aplicación Lean

La implementación de herramientas Lean en especial la de Last Planner System en obras de construcción presentan una amplia serie de beneficios. Estos se verán reflejados a nivel operativo cómo organizacional, ayudando a la mejora de la planificación, coordinación y gestión de sus recursos humanos.

Uno de los principales beneficios que se busca conseguir es la reducción del desaprovechamiento de las capacidades del personal técnico. Al lograr disminuir la asignación de tareas administrativas y operativas que no corresponden a su nivel de especialización permitirá que los ingenieros y arquitectos concentren sus esfuerzos a actividades que brinden un valor mayor agregado como lo son la planificación, control de producción, resolución de problemas técnicos y seguimiento de la obra.

Una de las ventajas del LPS es que se podrá ver mejoras a corto plazo lo cual aumentará la confianza y el compromiso de los empleados en la obra. Con el uso de una planificación colaborativa y un constante seguimiento utilizando los indicadores de desempeño se espera una disminución de improvisaciones e interrupciones durante la ejecución de sus obras. Esto tendrá un impacto positivo en la productividad general de todo el proyecto.

La mejora en la coordinación entre las distintas áreas involucradas en específico entre la obra y administración ayudará a establecer compromisos claros y un mayor vínculo entre empleados. Esto a su vez generará una mayor confianza y más fluida comunicación entre las distintas partes trabajando así todos hacia una mejora constante. Permitiendo así reducir los retrocesos administrativos, los retrasos en aprobaciones y problemas derivados de una comunicación deficiente.

La herramienta igual tendrá un impacto positivo en la gestión de la información, favoreciendo a tener mayor claridad, disponibilidad y oportunidad. Reduciendo así los tiempos muertos que se asocian a búsquedas, validaciones repetidas y correcciones de datos. Dando como resultado una gestión más eficiente y transparente en sus procesos administrativos que se vinculen a la obra.

La cultura de la mejora continua se ve al momento de integrar el ciclo PDCA en su gestión diaria del proyecto. Esto permitirá que la empresa identifique nuevas oportunidades de mejora de forma sistemática aprendiendo así de los incumplimientos y estandarizando las buenas prácticas. De esta manera se sentarán las bases para futuras implementaciones Lean en la empresa.

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Principales hallazgos del diagnóstico

El diagnóstico realizado en la empresa Inmodin permitió identificar de manera concisa las principales pérdidas que afectan el desempeño de sus proyectos. Basándose en la reunión y las encuestas realizadas se enfatizó que uno de los problemas mayores que tiene la empresa es el de aprovechamiento de las capacidades del personal técnico. A través del análisis de encuestas, la priorización de pérdidas y el estudio de causas raíz mediante el diagrama Ishikawa se obtuvieron los siguientes hallazgos, permitiendo comprender de forma integral la relación entre la gestión administrativa y la baja productividad observada en la obra.

Primero se evidenció que el personal técnico es decir los ingenieros en la obra destinaban una gran parte de su tiempo en la ejecución de tareas administrativas y operativas que no correspondían a su rol. Esto limitaba su participación en actividades de mayor valor agregado y en las cuales sus conocimientos eran más necesarios. Estas son la planificación, el control de producción y la mejora continua del proceso constructivo, afectando directamente la eficiencia global del proyecto.

También el análisis nos permitió identificar las principales fuentes del problema que se concentraron en la gestión administrativa especialmente en lo relacionado con la planificación previa, la estimación de recursos, la coordinación entre áreas y una ausencia de protocolos y procedimientos estandarizados. Esto generaba que existan improvisaciones, duplicidad de funciones y reasignación ineficiente del personal técnico, incrementando la variabilidad y reduciendo la confiabilidad de la planificación de corto plazo.

De igual manera se lograron determinar fallas en sus sistemas de información principalmente información atrasada, poco clara o no disponible. Esto incrementaba una carga administrativa provocando retrocesos y dificultando la toma de decisiones por los altos niveles jerárquicos, limitando la capacidad de reacción frente a desviaciones en el día a día de la obra.

El proceso de descarte sirvió para lograr determinar las fuentes de pérdidas asociadas a los recursos materiales y mano de obra no representaban causas críticas del problema central si no efectos secundarios de la deficiencia en la gestión administrativa y de la planificación, lo que confirma el carácter sistemático del problema identificado.

Para concluir el diagnóstico confirmó que el problema analizado se origina no por la falta de capacidades técnicas si no por la gestión inadecuada de la planificación y de sus procesos administrativos lo que refuerza la postura de aplicar herramientas Lean las cuales estén orientadas en mejorar la planificación colaborativa. Esto generará una mejor coordinación y gestión de la información entre las diferentes partes involucradas en el proyecto, estableciendo una base sólida para la mejora continua.

5.2 Recomendaciones para una futura implementación Lean

Partiendo de los hallazgos, las limitaciones y considerando la propuesta de implementación de la herramienta Lean de Last Planner System se plantean las siguientes recomendaciones para una futura implementación Lean en la obra analizada y en proyectos similares.

Primero se recomienda que esta implementación sea acompañada de un proceso de capacitación inicial para todas las partes involucradas. Es decir, los ingenieros, el personal administrativo y los capataces, ya que ellos son los que deberán participar en las reuniones semanales y deberán tener claro todas las capacidades y aspectos técnicos de esta herramienta. La capacitación deberá igual abordar temas como los principios fundamentales de Lean Construction, esto con el fin de promover un cambio cultural el cual oriente a la planificación colaborativa y una mejora continua en la empresa. Asimismo, la capacitación debería abordar los principales fundamentos de Lean Construction con el fin de promover un cambio cultural orientado a la planificación colaborativa y a su mejora continua.

En segundo lugar, es de suma importancia asegurar el compromiso de la administración con la implementación de esta herramienta. Ya que gran parte de las pérdidas identificadas se originan en los procesos administrativos centralizados, para esto se recomienda que los niveles directivos tengan sus objetivos claros sobre el Last Planner System. Esto facilitará

la toma de decisiones, la liberación oportuna de restricciones y una asignación clara de las responsabilidades, evitando que la herramienta se limite únicamente al nivel operativo.

Este tipo de implementaciones se deben hacer de manera gradual y controlada, se debería empezar con reuniones semanales de planificación y seguimiento para posteriormente incorporar otros niveles de planificación. Esto permitirá que el ajuste sea progresivo al sistema real que existe en obra reduciendo así la resistencia al cambio y consolidando las buenas prácticas antes de una implementación a mayor escala, asegurando la sostenibilidad del sistema en el tiempo.

Igual se recomienda que esta implementación siempre vaya de la mano del sistema de indicadores de desempeño estos permitirán evaluar periódicamente los avances y realizar ajustes oportunos en el proceso de la planificación, reforzando el enfoque basado en datos para la toma de decisiones.

Para concluir se recomienda que la empresa utilice la experiencia obtenida en la implementación de esta herramienta en una obra en específico como un caso piloto. Deberán documentar los aprendizajes y resultados con objetivo de replicar y adaptar el enfoque en futuros proyectos. De esta forma se contribuirá a la consolidación de la cultura Lean en la empresa y a la mejora continua y sostenida de la gestión de sus proyectos de construcción.

5.3 Contribución del trabajo al sector de la construcción ecuatoriana

El trabajo realizado aporta al sector de la construcción ecuatoriana con un diagnóstico completo y estructurado sobre la identificación y análisis de pérdidas en proyectos de una empresa inmobiliaria. Se han utilizado herramientas y lineamiento enfocado en Lean Construction.

Una de las principales contribuciones es la aplicación práctica de una metodología para identificación, priorización y un análisis de las causas raíz de pérdidas. Combinando encuestas, graficas de frecuencia vs relevancia y diagramas de Ishikawa. Permitiendo así a otras empresas constructoras ecuatorianas contar con una base metodológica replicable

la cual se podrá adaptar a los distintos tipos de proyectos y contextos organizacionales del sector, facilitando la adopción progresiva de prácticas Lean.

De igual manera este trabajo evidencia una problemática frecuente en el sector de la construcción en el Ecuador, el desaprovechamiento de las capacidades de su personal técnico los cuales suelen asumir tareas administrativas que no agregan valor. Al mostrar cómo éstas se vinculan con las deficiencias de la gestión administrativa y de la información se contribuye a tener una mejor comprensión de las causas reales de los índices de baja productividad.

La propuesta de la implementación de la herramienta Lean tiene una contribución relevante ya que al ser una implementación que no requiere grandes inversiones es fácilmente adaptable a empresas del Ecuador que muchas veces tienen limitaciones en sus presupuestos. Esta herramienta igual demuestra como la planificación colaborativa se utiliza no sólo para mejorar la ejecución de la obra si no optimiza la gestión administrativa, la coordinación y el uso eficiente del capital humano. En el Ecuador donde muchas empresas presentan estructuras administrativas centralizadas y con limitaciones en la gestión de información vendría a ser una solución que encajaría a la perfección.

Para concluir, este trabajo contribuye a la difusión y fortalecimiento de Lean Construction en el Ecuador ofreciendo un caso de estudio que podrá servir como referencia para profesionales, empresas constructoras o futuras investigaciones académicas. De esta manera se promueve una visión de la construcción orientada a la mejora continua, la reducción de pérdidas y la generación de mayor valor en los proyectos.

5.4 Limitaciones del estudio

Si bien se lograron identificar correctamente las pérdidas críticas y proponer la implementación de una herramienta es importante reconocer una serie de limitaciones que condicionan al alcance de los resultados obtenidos. Una de estas limitaciones es que el análisis se trató de hacer de una obra específica por lo tanto sus resultados y conclusiones no se podrán generalizar de manera directa a otros proyectos por sus diferentes contextos organizacionales o escalas. Otra limitación es en la identificación de fuentes de pérdida y priorización de estas y ya que estas se apoyan de encuestas y análisis

cualitativos los cuales dependerán a la percepción y experiencias personales de cada encuestado. Aunque se aplicaron los criterios establecidos en la metodología del manual lo cual reduce la subjetividad esta no se puede eliminar por completo, especialmente en contextos donde los procesos no están formalizados.

La implementación del Last Planner System es otra limitación ya que no se incluye la ejecución completa ni un seguimiento prolongado en campo. Por ende, los beneficios esperados se presentan como potenciales y su validación requerirá de la implementación real y monitoreo a mediano y largo plazo por parte de la empresa.

A pesar de estas limitaciones el trabajo presenta un diagnóstico bien estructurado y una propuesta metodológica coherente la cual puede servir como una base para futuras investigaciones y para la implementación progresiva de Lean Construction en proyectos similares, aportando valor tanto a la práctica profesional como al ámbito académico.

REFERENCIAS

- Alarcón, L. F. (1997). *Herramientas para identificar y reducir pérdidas en proyectos de construcción*. *Revista Ingeniería de Construcción*, (15), 37–45.
- Alarcón, L. F., Diethelm, S., Rojo, O., & Calderón, R. (2008). *Assessing the impacts of implementing lean construction*. *Revista Ingeniería de Construcción*, 23(1), 26–33.
- Ballard, G., & Howell, G. (1998). *Shielding production: Essential step in production control*. *Journal of Construction Engineering and Management*, 124(1), 11–17.
- Botero, L. F. B. (2021). *Principios, herramientas e implementación de Lean Construction*. Universidad EAFIT.
- Díaz, H. P., Rivera, O. G. S., & Guerra, J. A. G. (2014). *Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual*. *Avances*, 11(1), 32–53.
- Garcés, G., & Peña, C. (2023). *A review on Lean Construction for construction project management*. *Revista Ingeniería de Construcción*, 38(1), 43–60.
- GEPUC. (2017). *Lean Construction: Manual práctico de herramientas de mejoramiento de construcción*. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Howell, G. (1999). *What is Lean Construction?* In *Proceedings of the 7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC)*. University of California, Berkeley.
- Inmodin. (2024). *Documentación interna de la empresa y registros de proyectos*. Quito, Ecuador.
- Koskela, L. (1992). *Application of the new production philosophy to construction* (Technical Report No. 72). Stanford University.
- Koskela, L. (2000). *An exploration towards a production theory and its application to construction*. VTT Technical Research Centre of Finland.
- Martínez, J., Herrera, R. F., & Salazar, L. A. (2017). *Propuesta metodológica para la implementación de la filosofía Lean en proyectos de construcción*. In *Proceedings*

of the 1st Congreso Latinoamericano de Ingeniería (pp. 1–4). Entre Ríos, Argentina.

Ordoñez, N. (2017). *Metodología Lean Construction: hacia una edificación eficiente*. *Revista Tecnológica*, 13(19).

Pavez, C., & González, V. (2015). *Implementación de herramientas Lean en proyectos de construcción*. *Revista de la Construcción*, 14(2), 45–56.

Serpell, A. (2002). *Administración de operaciones de construcción*. Ediciones Universidad Católica de Chile.