

DATOS DEL ESTUDIANTE

- Nombre completo: Nicolas Muñoz Álvarez
- Código estudiante: 8912595
- Numero cedula: 1144098702
- Correo: Nicolasmunoz@javerianacali.edu.co
- Celular: 3182632663
- Direccion: Calle 30 # 1-25, Jamundi
- Empresa: Metalicas e ingenieria S.A.S
- Cargo: Residente de obra



Pontificia Universidad
JAVERIANA
Cali

**FORMULACIÓN DE ESTRATEGIAS PARA LA GESTIÓN DE LA
INFORMACIÓN EN EL USO DE ESTRUCTURA METÁLICA EN PROYECTOS
DE CONSTRUCCIÓN: ESTUDIO DE CASO.**

Programa de Maestría en Ingeniería Civil

Presentado por:

NICOLÁS MUÑOZ ÁLVAREZ

Pontificia Universidad Javeriana Cali

Facultad de Ingeniería y Ciencias

Junio de 2024

TABLA DE CONTENIDO

ABSTRACT.....	2
RESUMEN	4
1. INTRODUCCIÓN.	1
1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE ESTUDIO.....	3
1.1.1. Planteamiento del problema	3
1.1.2. Pregunta del estudio de caso.....	5
1.2. ALCANCE DEL TRABAJO DE GRADO	5
1.3. OBJETIVOS DEL PROYECTO	6
1.3.1. Objetivo general	6
1.3.2. Objetivos específicos.....	6
1.4. RESULTADOS.....	6
1.5. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO	8
1.6. APORTE DEL ESTUDIO DE CASO	9
2. MARCO DE REFERENCIA	11
2.1. ANTECEDENTES	11
2.2. LA GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN Y EL CONOCIMIENTO.....	17
2.3. MODALIDADES PARA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN EN ESTUDIOS DE CASO 25	
3. METODOLOGÍA DEL TRABAJO DE GRADO	30
3.1. RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS.....	30
3.2. RECOPIACION DE INFORMACIÓN PARA EL DIAGNÓSTICO DEL SECTOR METALMECÁNICO EN LA CONSTRUCCIÓN	31
3.3. DOCUMENTACIÓN DE LECCIONES APRENDIDAS EN EL DESARROLLO DE PROYECTOS EMPLEANDO ESTRUCTURA METÁLICA.	33

3.4. FORMULACIÓN DE ESTRATEGIAS PARA LA GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN SOBRE EL USO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN.....	35
3.5. REPORTE DE RESULTADOS	36
4. DIAGNÓSTICO SOBRE EL USO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN.....	37
4.1. PERCEPCIÓN DE GERENTES (DISEÑADORES) SOBRE EL USO DE ESTRUCTURA METÁLICA.....	39
4.2. PERCEPCIÓN DE GERENTES (CONSTRUCTORES) SOBRE EL USO DE ESTRUCTURA METÁLICA.....	40
4.3. PERCEPCIÓN DE ACADÉMICOS	48
5. LECCIONES APRENDIDAS EN PROYECTOS CON ESTRUCTURA METÁLICA EN EL SECTOR INDUSTRIAL.....	56
6. FORMULACIÓN DE ESTRATEGIAS PARA LA GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN CON ESTRUCTURAS METALICAS.....	83
6.1. ESTRATEGIAS DE LA HOJA DE RUTA PARA EL MANEJO DE LA INFORMACIÓN	84
6.2. PROPUESTA DE PLAN DE ACCIÓN	101
7. CONCLUSIONES	107
8. ESTUDIOS FUTUROS	112
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	113

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Tamaños de muestra comunes en estudios cualitativos.....	26
Tabla 2 Instrumento de recolección de información de los proyectos involucrados en este estudio de caso.	34
Tabla 3 Instrumento para la documentación de las soluciones para la Gestión de la Información	35
Tabla 4 Ejemplo de Levantamiento de debilidades, posibles soluciones y requerimientos para implementación de soluciones en la etapa de diseño.....	60
Tabla 5 Plan de acción para implementación de estrategias.....	104

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Desafíos para la administración de proyectos de construcción	13
Figura 2 Evolución de la Gestión del Conocimiento KM	18
Figura 3 Mapa mental resumen consolidado de la información de los actores dentro de las fases de diseño, fabricación y montaje	38
Figura 4 Ejemplo de Lecciones aprendidas en un Proyecto de estructura metálica	57
Figura 5 Espina de Pescado con Base de Dato Estandarizada.....	58
Figura 6-Diagrama Diseño - Lecciones aprendidas.....	62
Figura 7 Diagrama Fabricación - Lecciones aprendidas	70
Figura 8 Diagrama Montaje - Lecciones aprendidas	76

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Modelo de entrevista para líderes de procesos.....	116
Anexo 2. Preguntas de percepción del sector de la estructura metálica.	118
Anexo 3 Información del Proyecto.....	119
Anexo 4 Identificación de dificultades por grupo y global	126
Anexo 5 Herramienta computacional para estandarización de dificultades encontradas en los proyectos.	133
Anexo 6 Planteamiento de posibles soluciones.	134

ABSTRACT

The automation and digitalization of information have emerged as dominant trends across various sectors of contemporary society, including industry, communications, government, healthcare, and education. This shift has accelerated data exchange, enhancing its speed, security, and efficiency. Consequently, database access has become indispensable for businesses and organizations, facilitating and supporting their core operations. The transformation of the business environment, driven by technological and communicative advances, alongside economic globalization, has intensified interest in information management as a competitive strategy. However, significant challenges persist, such as manual data documentation, limitations in information analysis, data inconsistencies, diverse formats, lack of data set integration, and insufficient information management training.

These obstacles can hinder both information management effectiveness and customer satisfaction, underscoring the urgent need to address these issues to optimize business processes. Specifically focusing on the construction sector with metal structures, the increasing integration of information and communication technologies in design, construction, and engineering processes reflects a continual pursuit to meet deadlines, budgets, and quality standards to enhance market competitiveness.

This academic work, conducted as a case study, concentrates on formulating information management strategies in construction projects involving metal structures, a sector of significant economic relevance according to data from the National Administrative Department of Statistics (DANE) indicating its substantial contribution to the national GDP. It highlights the transformative influence of automation and digitalization on information management within this domain, improving efficiency and business competitiveness. The study emphasizes Knowledge

Management as a key strategy for modern organizations, recognizing knowledge as their primary asset to maintain competitive advantages. Furthermore, it underscores the need to implement quality management models and assess intangible assets to drive business success.

Within the specific context of construction with metal structures, challenges and opportunities are identified to optimize information management, emphasizing the importance of documenting lessons learned, implementing effective management systems such as Enterprise Resource Planning (ERP) systems, and enhancing real-time coordination and information flow among all project stakeholders.

In conclusion, effective information management not only enhances operational efficiency and work quality in construction projects involving metal structures but also strengthens business competitiveness. Additionally, there is an emphasis on exploring emerging topics such as artificial intelligence integration in design, evolving environmental standards, and the adoption of new contractual models in the industry, factors that could significantly transform project management and resource handling in the sector.

Recommendations include further exploration of specific aspects of information management that can foster human talent development and enhance workplace safety and health within sector companies. Recognizing that organizations directly reflect the human talent they comprise, investing in effective information management can have a crucial impact on long-term operational efficiency and competitiveness, promoting practices that value professional growth and compliance with safety and environmental sustainability regulations for sustainable success in the sector.

RESUMEN

La automatización y digitalización de la información han emergido como tendencias dominantes en diversos sectores de la sociedad contemporánea, incluyendo industria, comunicaciones, gobierno, salud y educación. Este cambio ha acelerado el intercambio de datos, mejorando su velocidad, seguridad y eficiencia. En respuesta, el acceso a bases de datos se ha vuelto indispensable para empresas y organizaciones, facilitando y respaldando sus operaciones fundamentales. La transformación del entorno empresarial, impulsada por avances tecnológicos, comunicativos y la globalización económica, ha intensificado el interés en la gestión de la información como estrategia competitiva. Sin embargo, persisten desafíos significativos como la documentación manual de datos, limitaciones en el análisis de información, inconsistencias en los datos, diversidad de formatos y falta de integración entre conjuntos de datos, además de la insuficiente capacitación en gestión de información.

Estos obstáculos pueden obstaculizar tanto la efectividad de la gestión de información como la satisfacción del cliente, subrayando la necesidad urgente de abordar estos problemas para optimizar los procesos empresariales. En el contexto específico de la construcción con estructuras metálicas, la incorporación creciente de tecnologías de información y comunicación en procesos de diseño, construcción e ingeniería refleja la búsqueda constante de cumplir con plazos, presupuestos y estándares de calidad para aumentar la competitividad del mercado.

Este trabajo de grado, realizado bajo la modalidad de estudio de caso, se concentra en formular estrategias para la gestión de información en proyectos de construcción con estructuras metálicas, sector de relevancia económica según datos del DANE que evidencian su significativa contribución al PIB nacional. Se destaca la influencia transformadora de la automatización y digitalización en la gestión de información en este ámbito, mejorando la eficiencia y

competitividad empresarial. El estudio enfatiza la Gestión del Conocimiento como una estrategia clave para organizaciones modernas, reconociendo el conocimiento como su activo principal para mantener ventajas competitivas. Además, se subraya la necesidad de implementar modelos de gestión de calidad y valorar activos intangibles para impulsar el éxito empresarial. En el contexto específico de la construcción con estructuras metálicas, se identifican desafíos y oportunidades para optimizar la gestión de información, resaltando la importancia de documentar lecciones aprendidas, implementar sistemas de gestión eficaces como los sistemas ERP (Enterprise Resource Planning, por sus siglas en inglés) y mejorar la coordinación y flujo de información en tiempo real entre todos los actores del proyecto.

En conclusión, una gestión efectiva de la información no solo mejora la eficiencia operativa y la calidad del trabajo en proyectos de construcción con estructuras metálicas, sino que también refuerza la competitividad empresarial. Además, se enfatiza la necesidad de explorar temas emergentes como la integración de inteligencia artificial en el diseño, la evolución de estándares ambientales y la adopción de nuevos modelos contractuales en la industria, factores que podrían transformar significativamente la gestión de proyectos y el manejo de recursos en el sector.

Se recomienda también profundizar en aspectos específicos de la gestión de información que puedan potenciar el desarrollo del talento humano y mejorar la seguridad y salud en el trabajo dentro de empresas del sector. Reconociendo que las organizaciones son un reflejo directo del talento humano que las conforma, invertir en gestión efectiva de información puede tener un impacto crucial en la eficiencia operativa y la competitividad a largo plazo, promoviendo prácticas que valoran el crecimiento profesional y el cumplimiento de normativas de seguridad y sostenibilidad ambiental para un éxito sostenible en el sector.

1. INTRODUCCIÓN.

Este trabajo de grado, desarrollado bajo la modalidad de estudio de caso, tiene como objetivo formular estrategias para la gestión de la información con un enfoque específico en proyectos de construcción que emplean estructuras metálicas como su principal material de construcción. La relevancia de este tema se deriva del hecho de que el uso de materiales metálicos está profundamente arraigado en el segmento económico del sector industrial de la construcción, que contribuye significativamente al 8.5% del Producto Interno Bruto Nacional (PIB), según el DANE en su boletín técnico “indicadores económicos alrededor de la construcción (IEAC)” en junio del 2022. En este contexto, se identifican oportunidades para mejorar la gestión de la información y mantenerse a la vanguardia en comparación con otras ramas de la industria.

En la actualidad, la automatización y digitalización de la información se están desarrollando en todas las áreas de la sociedad, incluyendo la industria, las comunicaciones, el gobierno, la salud, la educación y otros sectores (Figueredo León, Ortiz Díaz, & Martínez Pérez, 2017). Estos avances tecnológicos están impulsando un enfoque decidido en la gestión de la información en las empresas constructoras, tanto en obras de arquitectura como en proyectos industriales. Como resultado, se ha agilizado el intercambio de información, haciéndolo más rápido, seguro y eficiente. En consecuencia, el acceso a bases de datos se ha convertido en una necesidad empresarial y organizacional para facilitar y respaldar sus operaciones.

Además, para fortalecer la gestión de la información, es esencial considerar la importancia de la "Gestión del Conocimiento", que se ha convertido en una estrategia fundamental para las organizaciones exitosas en el siglo XXI. Los trabajadores del conocimiento, las empresas que generan conocimiento y el capital intelectual han transformado tanto a la sociedad como a las organizaciones. Bajo esta óptica, las organizaciones reconocen que el conocimiento es su activo

principal y la clave para obtener una ventaja competitiva. Como resultado, diseñan y adoptan modelos de gestión de calidad, desarrollan y aplican métodos para medir y valorar el conocimiento, protegen y gestionan estos recursos intangibles que no se registran en los libros contables. En resumen, se están adaptando a un nuevo enfoque de gestión que combina lo ontológico con lo epistemológico, lo cual se refleja en la gestión de los nuevos recursos (Rivera Berrío, 2006).

Por tanto, resulta evidente que, en el entorno empresarial actual, el éxito requiere una comprensión integral de nuestras acciones pasadas, de nuestra situación presente y de la necesidad de posicionar eficazmente nuestras estrategias para el futuro. Este enfoque ha impulsado la adopción de tecnologías relacionadas con la gestión de almacenes de datos (Kimball, 1996).

Cabe resaltar que, al respecto, el sector de la construcción no ha permanecido ajeno a los avances tecnológicos relacionados con la administración de la información. Dado que este sector desempeña un papel fundamental en la contribución al Producto Interno Bruto de los países (Horta, Camanho, Johnes, & Johnes, 2013), al materializar proyectos que mejoran la infraestructura y benefician a la sociedad en su conjunto (Wang, Wu, Wang, & Shou, 2017), cada vez más empresas constructoras están incorporando tecnologías de la información y la comunicación en sus procesos de diseño, construcción e ingeniería (Ferrada & Serpell, 2009).

Esta tendencia se debe a que las empresas reconocen que la adopción de estas tecnologías es fundamental para garantizar la finalización de los proyectos en los plazos previstos, dentro de los presupuestos estipulados, cumpliendo con las especificaciones requeridas y manteniendo altos estándares de calidad. Además, estas prácticas las hacen más competitivas en el mercado en comparación con sus competidores.

1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE ESTUDIO

1.1.1. Planteamiento del problema

Los cambios que han transformado el entorno empresarial, impulsados por avances tecnológicos, comunicativos y la globalización económica, junto con la creciente competitividad en diversos sectores industriales, han despertado un interés creciente en la gestión de la información por parte de las empresas. Este interés se deriva de la búsqueda de estrategias que proporcionen ventajas competitivas en sus operaciones.

En el mismo sentido, las empresas constructoras están continuamente adquiriendo y generando nuevo conocimiento sobre sus productos, procesos y clientes. Esto conlleva a cambios cuya implementación es variada y cuya percepción de éxito varía entre los usuarios y (Sulaiman & Mitchell, 2005). En este esquema, el registro sistemático de logros y fracasos a través de mecanismos adecuados para almacenar y compartir información, o simplemente tenerla disponible cuando se necesita, se convierte en una herramienta efectiva para mejorar procesos, el desempeño de proyectos y aumentar la productividad.

Con base en lo anterior, la gestión de la información debe ser una parte esencial del plan estratégico de las empresas constructoras, especialmente aquellas que emplean estructuras metálicas como materiales principales en proyectos de construcción industrial. Esto les permite obtener ventajas competitivas en comparación con otras organizaciones e industrias.

En la economía actual, otro aspecto crucial para las industrias, incluida la construcción, es el enfoque en el desarrollo sostenible de la Región o el País, aplicando los principios de la economía circular. Por lo anterior, una gestión adecuada de la información desempeña un papel fundamental al permitir la creación de hojas de ruta que facilitan a los empresarios y a los diferentes actores

documentar las mejores prácticas en los procesos, lo que, a su vez, puede ser replicado en cualquier momento y en cualquier proyecto, como parte de la estrategia para mejorar la competitividad.

En un nivel más amplio, la gestión de la información contribuye a abordar problemas de clientes o usuarios y a garantizar su satisfacción por la atención (Limonta Favier, Otero Caballero, Álvarez Cambas, & Ripoll Moreno, 2015). Sin embargo, las dificultades en la gestión de la información pueden surgir por diversas causas, tales como:

- Documentación manual de datos (González , Manrique, & Grajales, 2014).
- Limitada capacidad de análisis de los datos almacenados (González , Manrique, & Grajales, 2014).
- Falta de datos o datos de diversas fuentes (González , Manrique, & Grajales, 2014).
- Exceso de información que a veces resulta inútil (Uc Heredia, 2010).
- Variedad de formatos para registrar información similar (González , Manrique, & Grajales, 2014)
- Falta de interrelación entre los datos recuperados (Sørensen, et al., 2010).
- Tiempo dedicado a la recopilación de información en ocasiones innecesaria (Sørensen, et al., 2010).
- Escasa capacitación efectiva sobre gestión de información (Uc Heredia, 2010).

- Falta de compromiso en todos los niveles de la organización, posiblemente debido al desconocimiento de los beneficios de una adecuada gestión de la información (Uc Heredia, 2010)

1.1.2. Pregunta del estudio de caso

¿Qué estrategias de gestión de la información en el uso de estructura metálica en proyectos de construcción industrial, podrían aportar para el funcionamiento y la toma de decisiones en una empresa dedicada a este sector productivo?

1.2. ALCANCE DEL TRABAJO DE GRADO

En este estudio de caso se documentaron las lecciones aprendidas de una empresa dedicada al uso de estructura metálica en proyectos ejecutados en el Departamento del Valle del Cauca, específicamente con infraestructura para el sector industrial como Bodegas, Centros de Distribución (CEDIS) y Plantas de Producción. El objetivo final fue la identificación y formulación de estrategias para la gestión eficiente de la información requerida para el óptimo funcionamiento de este tipo de industria, trabajando para ello con un grupo focal seleccionado por conveniencia, conformado por Gerentes (Diseñadores y Constructores), Líderes de Procesos y Académicos.

Así mismo, la recopilación de estas lecciones aprendidas se erige como un recurso invaluable para comprender los desafíos inherentes a la implementación de estructuras metálicas en entornos de proyectos industriales, es así como a través del análisis de experiencias pasadas, se busca no solo identificar áreas de mejora, sino también formular estrategias eficaces que permitan optimizar la gestión de la información en futuros proyectos similares. Por tal motivo, la participación y la experiencia diversa de los integrantes del grupo focal enriquecen el proceso de recopilación de los

datos y el análisis de los mismos, aportando perspectivas especializadas que serán fundamentales en la definición de estrategias efectivas. Es importante también garantizar la relevancia y aplicabilidad funcional de las lecciones aprendidas, impulsando así el desarrollo de mejores prácticas para la gestión de la información en el ámbito de la construcción con estructuras metálicas.

1.3. OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.3.1. Objetivo general

Formular estrategias para la gestión de la información en el uso de estructuras metálicas en la construcción de proyectos industriales.

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico sobre el uso de estructura metálica en proyectos de construcción considerando la experiencia de los diseñadores, constructores, líderes de procesos y académicos.
- Documentar lecciones aprendidas del uso de estructura metálica en proyectos de construcción del sector industrial.
- Plantear estrategias para el manejo de la información en proyectos de construcción con estructura metálica en el sector industrial.

1.4. RESULTADOS

En este estudio de caso, se abordó una temática que ha tomado gran relevancia en el ámbito de la construcción de Colombia: referido al “Uso de estructuras metálicas en proyectos de construcción”. La investigación se enfocó en recopilar la percepción de diversos actores que hacen parte del proceso de construcción tales como; Diseñadores, Líderes de Procesos y Constructores,

también se tuvo en cuenta la percepción de los Académicos. La diversidad de perspectivas proporcionó una visión integral y enriquecedora, permitiendo identificar patrones, desafíos comunes y oportunidades de mejora en la implementación de estas estructuras.

En este sentido, los Diseñadores realizaron valiosos aportes desde su visión creativa y técnica, considerando aspectos estéticos y funcionales al emplear estructuras metálicas en sus proyectos. Los Constructores, por otro lado, ofrecieron perspectivas desde la ejecución práctica de la construcción, destacando eficiencias y posibles obstáculos en el proceso. Así mismo, la opinión de los Académicos, quienes forman a futuros profesionales en el campo, fue esencial para comprender cómo se enseña y se prepara a las nuevas generaciones para trabajar con este tipo de tecnologías constructivas.

Y por último los Líderes de Procesos, responsables de la gestión y dirección en empresas del sector, aportan una perspectiva estratégica. Su visión contribuye a identificar áreas de oportunidad para optimizar la eficiencia, reducir los costos y mejorar la calidad en el uso de estructuras metálicas. Este enfoque multidisciplinario permite abordar de manera holística los desafíos y beneficios asociados con este tipo de construcciones.

Adicionalmente, la recopilación, el análisis y la aplicación eficiente de datos se plantean como herramientas fundamentales para mejorar el funcionamiento y la toma de decisiones en las empresas dedicadas a la construcción con estructuras metálicas.

De igual manera se destaca que la implementación de sistemas de información efectivos puede ayudar a optimizar la planificación, el seguimiento de los proyectos y la gestión de recursos, contribuyendo así a la eficacia operativa y a la reducción de posibles riesgos.

Finalmente, las estrategias para la gestión de la información que se presentaran como resultado en este documento, no solo se limitan a las mejoras internas de la empresa objeto de este estudio con el manejo de la información, sino que se proyectan hacia el futuro, explorando diferentes maneras de aplicar la gestión de la información en proyectos, para promover la mejora continua en este ámbito. Este estudio de caso no solo busca resolver problemas actuales, sino también establecer un marco sólido para la evolución y adaptación continúa a medida que el sector de construcción con estructuras metálicas evoluciona.

1.5. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) se centran en reducir la pobreza dentro de un marco que busca soluciones que protejan nuestro planeta, y que fundamentan las acciones en la paz y la equidad. Específicamente, las iniciativas relacionadas con la industria (ODS 9), producción y consumo responsable (ODS 12), y ciudades y comunidades sostenibles (ODS 11) están estrechamente relacionadas con el sector de la construcción, y, en particular, con la producción y uso de materiales metálicos. Estos materiales tienen un impacto económico y ambiental significativo. En efecto, las estructuras metálicas se perfilan como una opción coherente con los requisitos de la construcción sostenible. Ofrecen ventajas como altas tasas de recuperación de material para reciclaje, una excelente relación resistencia-peso, bajos costos de mantenimiento, impacto ambiental reducido y versatilidad para adaptarse a diversos tipos de proyectos.

Una de las complejidades inherentes al sector radica en la diversidad de recursos utilizados en el desarrollo de proyectos, muchos de los cuales se consumen en grandes cantidades. Por lo tanto, es imperativo contar con sistemas efectivos para su gestión.

La gestión adecuada de la información desempeña un papel fundamental en la mejora de la eficiencia y el rendimiento. Este enfoque impulsa prácticas de trabajo cada vez más innovadoras,

respaldando decisiones más sólidas y una mayor previsibilidad. Cuando se implementa de manera efectiva, se observa un aumento en la competitividad y la capacidad del sector. Además, se abren oportunidades para nuevos modelos de negocio en toda la cadena de suministro (Tineo Reyes, 2020).

En paralelo, la transformación digital en la industria de la construcción es crucial para la adopción de la tecnología de Modelado de Información para la Construcción, las cuales está cambiando la forma en que se diseñan, construyen, operan y mantienen edificios (Tineo Reyes, 2020).

Por todas estas razones, la implementación de la gestión de la información ya no es una opción; se ha convertido en un elemento esencial de la infraestructura de clase mundial. Esto respalda la propuesta de este trabajo de grado, que busca documentar las lecciones aprendidas de una empresa especializada en fabricación de estructuras metálicas, con un enfoque en proyectos industriales en el Departamento del Valle del Cauca.

1.6. APORTE DEL ESTUDIO DE CASO

La empresa objeto de este estudio está dedicada al uso de estructura metálica en proyectos ejecutados en el Departamento del Valle del Cauca, principalmente con construcciones para el sector industrial como Bodegas, Plantas de Producción y Centros de Distribución lo cual de entrada es un elemento diferenciador de este trabajo de grado ya que aunque la empresa pertenece al sector de la construcción su especialidad es la fabricación de estructuras metálicas y de acuerdo al barrido bibliográfico que se realizó, en Colombia es incipiente aún la aplicación de herramientas, metodologías y filosofías para la gestión de la información en las empresas de este sector.

Sin embargo, los resultados encontrados abren la posibilidad de generar estrategias para la adecuada gestión de la información en los proyectos de construcción con estructuras metálicas

para avanzar en el desarrollo de procesos más eficientes apalancados con propuestas tomadas de ejemplos de otros casos de éxito a nivel internacional.

Este trabajo de grado ofrece una herramienta computacional desarrollada en Excel que permite la identificación de las principales dificultades encontradas en las fases de diseño, fabricación y montaje de un proyecto de construcción en estructura metálica haciendo uso de la espina de pescado de Ishikawa. Posteriormente, el usuario de la herramienta puede identificar los requerimientos para la implementación de las soluciones a estas dificultades. Cabe resaltar que le corresponde a la empresa la apropiación y estructuración de las soluciones de acuerdo con la capacidad organizacional de la misma.

2. MARCO DE REFERENCIA

A continuación, se describen aspectos pertinentes a este estudio de caso y estrategias metodológicas sugeridas para el abordaje de este.

2.1. ANTECEDENTES

La industria de la construcción se ha enfrentado y busca superar diversas limitaciones para la implementación de herramientas efectivas para la gestión de valor y la gestión de la información. En general, existen alternativas disponibles para ello tales como Value Management (VM), metodologías como el Building Information Modeling (BIM), y filosofías como Lean adaptado a la construcción (Lean Construction), entre otras.

Con relación al VM, es importante destacar que ha evolucionado como una poderosa herramienta para gestionar la planificación, el diseño y el rendimiento en proyectos de construcción. El VM tiene sus raíces en el sector industrial de los Estados Unidos, específicamente en la compañía General Electric (GE), a finales de la década de 1940. Su origen se debió a la escasez de piezas para ensamblar productos de la compañía como resultado de los efectos posteriores a la Segunda Guerra Mundial. Aunque inicialmente se implementó en la industria manufacturera, su adaptación a la industria de la construcción tuvo lugar a principios de la década de 1960.

En ese período, los materiales alternativos para la construcción eran comunes pero difíciles de obtener debido a las consecuencias de la guerra y la posguerra lo que conlleva a la producción de elementos de construcción de bajo costo, pero ineficientes en su uso. En respuesta a estas circunstancias, nació el enfoque de la ingeniería de valor basado en el análisis funcional, que la Asociación de Ingenieros de EE. UU. Se denomina Evaluación de Valor. Esta evaluación abarca todo el ciclo de vida de la construcción, desde la planificación del proyecto hasta su ejecución y

finalización, con un enfoque constante en la eficiencia de la industria de la construcción para encontrar soluciones y alternativas a los desafíos que enfrenta (Othman, Kineber, Oke, Zayed, & Buniya, 2021).

Cuando se aplica adecuadamente desde las primeras etapas de los proyectos de construcción, el VM tiene el potencial de reducir los costos de capital e inversión entre un 10 y un 25%. Actualmente, el VM se utiliza ampliamente en muchos países de todo el mundo. Sin embargo, en países latinoamericanos como Colombia y naciones en desarrollo como China y Malasia, esta herramienta aún se encuentra en sus primeras etapas.

Ejemplo de ello es lo que ocurre en Egipto País en donde, aunque se está explorando la adopción de la herramienta VM en la gestión de valor e información en proyectos de construcción, existen diversas barreras (Figura 1). Algunos de los desafíos más significativos incluyen la falta de colaboración y comunicación entre los actores del proyecto, la falta de conocimiento sobre herramientas para mejorar la gestión de la información y la ausencia de información recopilada en las etapas iniciales de los proyectos, lo que dificulta la generación de ideas y alternativas de mejora, entre otros obstáculos (Othman, Kineber, Oke, Zayed, & Buniya, 2021).

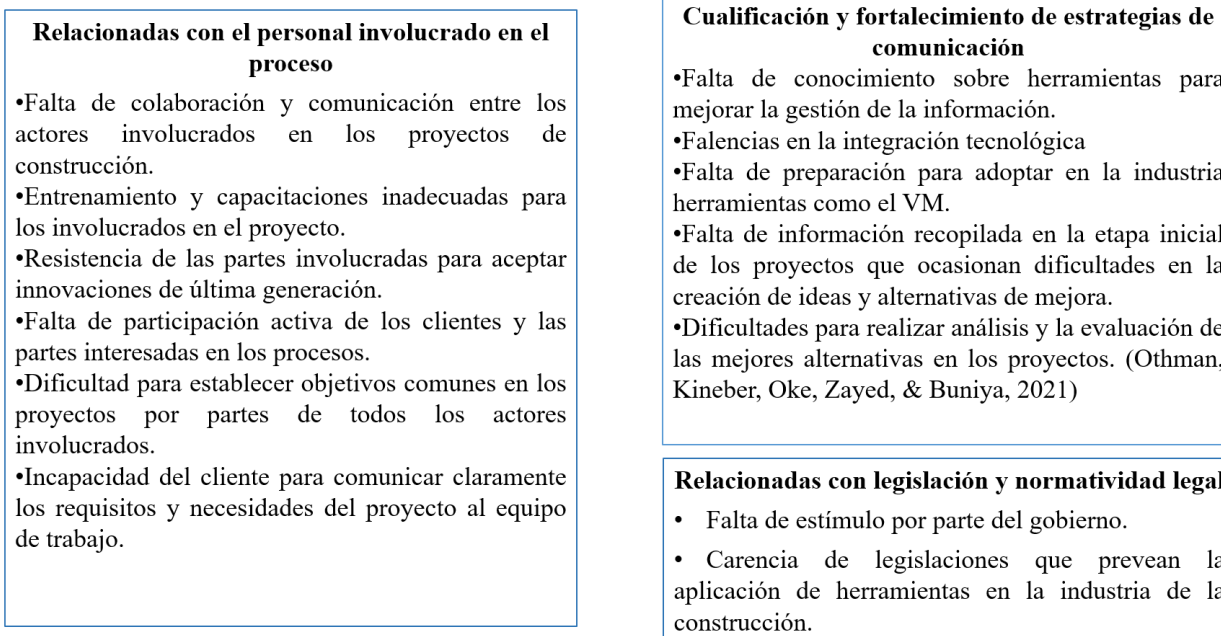


Figura 1 Desafíos para la administración de proyectos de construcción

Fuente: Adaptado de (Othman, Kineber, Oke, Zayed, & Buniya, 2021)

Por otro lado, con relación a Building Information Modeling BIM (Por sus siglas en inglés), se conoce que es una metodología de tecnología avanzada para la gestión de la información en los proyectos de construcción que cada vez toma más auge alrededor del mundo. Ejemplo de la implementación puede aprenderse de países como China en donde la industria de la construcción es un pilar fundamental de la economía nacional. Sin embargo, es una industria fragmentada, cuyo manejo de la información e integración es incipiente dando como resultado una inadecuada gestión en los proyectos.

De igual manera, la creciente atención de los ciudadanos por la forma como los proyectos se integran respetando el medio ambiente y el entorno, promueve el uso acelerado de materiales no convencionales, amigables con el medio ambiente, sostenibles y a la vez equilibrados en costos,

que generen proyectos con diseños estéticamente atractivos para el cliente, y a su vez representen rendimientos económicos para las organizaciones.

Esto presenta un reto para esta industria en el país asiático que carece aún de una información integrada y sólida para la toma efectiva de decisiones en los proyectos de construcción. Según (Haiying, 2022), la evaluación de los proyectos de construcción se basa en la teoría del ciclo de vida completo de un proyecto, en donde la integración de la construcción, la operación e incluso la demolición de una estructura están consideradas. Para (Haiying, 2022), los resultados más determinantes de los proyectos de construcción en el país asiático son:

- La metodología BIM provee una sólida información y herramientas para la adecuada gestión de la información en los proyectos de construcción durante todas sus fases, desde la fase de diseño, por ejemplo; en donde se pueden detectar problemas en el diseño previamente para corregir a tiempo antes de las ejecuciones.
- Permite proyectar y gestionar los recursos de los proyectos de construcción, por ejemplo, el número de trabajadores que se requieren y los tiempos proyectados para las tareas que deberán desempeñar.
- Apalanca la adecuada planificación de los proyectos, más en tiempos en donde el crecimiento económico, el aumento de la diversidad cultural y la conciencia jurídica por los derechos laborales de las personas, generan y exigen la aplicación de normativas estrictas para el correcto desarrollo de los proyectos.
- Es una metodología tecnológica que implica un desarrollo amplio en todos los sectores de la organización para su correcta aplicación, en este caso se aplicó para un proyecto

de construcción de gran envergadura en China con un área proyectada de construcción de 517.312 M2 – Shanghai Financial Exchange Square Project.

- Como otras metodologías para la gestión de la información en los proyectos de construcción, el BIM fomenta el trabajo colaborativo entre las diferentes áreas y actores del proceso en campos interdisciplinarios, el manejo de la información en red, así como, la adquisición, el almacenamiento, y el uso e intercambio de la información.

En cuanto a la filosofía Lean, esta desempeña un papel fundamental en la gestión efectiva de la información, especialmente en proyectos de construcción. Según la cita de Peter Senge, "Las organizaciones más exitosas del siglo XXI serán aquellas que estén abiertas al aprendizaje. La capacidad para aprender más rápido que la competencia puede convertirse en la única ventaja competitiva." Esta cita subraya la importancia de la mejora continua y el aprendizaje ágil en el entorno empresarial actual.

La filosofía Lean se ha adaptado de manera efectiva a diversas áreas de la economía, incluido el sector de la construcción, donde se conoce como Lean Construction. Esta metodología se centra en estrategias y propuestas destinadas a generar y entregar un mayor valor en los proyectos de construcción.

Un desafío común en muchas empresas y sectores industriales es la retención del conocimiento. Esto es particularmente relevante en organizaciones del sector de servicios, como la industria de la Arquitectura, la Ingeniería y la Construcción (AEC), que históricamente han sido menos industrializadas en comparación con el sector manufacturero. Estas organizaciones a menudo enfrentan dificultades para retener el conocimiento y experimentan curvas de aprendizaje más lentas.

Como resultado, en los proyectos de construcción, a menudo se observa que los equipos adoptan soluciones creativas para ahorrar tiempo y dinero. Sin embargo, muchas de estas soluciones no se documentan ni registran en ningún lugar, lo que significa que otros proyectos dentro de la misma empresa no pueden aprovechar esas ideas.

Por otro lado, en la mayoría de los proyectos, se identifican problemas y se aplican mejoras por parte del equipo de obra. Sin embargo, estas mejoras rara vez se documentan adecuadamente. Esta falta de documentación estructurada, basada en enfoques como el pensamiento A3 de Toyota o los ciclos PHVA de Deming, dificulta la identificación de las causas raíz de los problemas y conduce a la repetición de los mismos problemas una y otra vez (Ponds & Rubio, 2021).

Por esta razón, establecer un sistema de trabajo que facilite el intercambio de información dentro de la empresa o el proyecto se convierte en un factor crítico para el éxito. Como se mencionó en apartados anteriores, suele ocurrir que las empresas en la industria AEC, carezcan de procesos efectivos para gestionar la información. Como resultado de esta realidad, los errores cometidos en un proyecto se repetían con frecuencia en el siguiente, y los éxitos no se replicaban en otros proyectos. No obstante, a medida que se implementa la filosofía Lean y se promueve la disciplina en su aplicación, junto con la estandarización de procesos y sistemas de gestión capaces de retener y comunicar las lecciones aprendidas, el enfoque Lean comienza a arraigarse y a formar parte integral de la cultura de la empresa. Esto se aplica incluso en entornos tan cambiantes como los de la industria AEC (Ponds & Rubio, 2021).

2.2. LA GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN Y EL CONOCIMIENTO

La gestión de la información y el conocimiento desempeñan un papel fundamental en la mejora del rendimiento y la administración de las organizaciones (Infante Avila, y otros, 2023). Algunos expertos incluso sostienen que la gestión del conocimiento es el motor principal del desarrollo económico y social de la industria, así como un factor crucial en la competitividad de las empresas (Hui, Yiwen, Yuchuan, & Jiarui, 2022). En el contexto de la industria, la gestión de la información adquiere una importancia adicional debido a diversas razones (Infante Avila, y otros, 2023):

- Alta rotación de equipos de trabajo: La inestabilidad laboral y la rotación de personal dificultan el intercambio y la difusión de información dentro de la organización.
- Complejidad de proyectos: Los proyectos de construcción suelen ser voluminosos y de larga duración, involucrando múltiples procedimientos. Esto complica la correcta gestión de procesos e información.
- Naturaleza única de la construcción: La dinámica y complejidad propias de la industria de la construcción hacen que no sea factible aplicar directamente los métodos de gestión del conocimiento utilizados en la industria manufacturera.
- Datos poco estructurados: Los datos recopilados en la construcción tienden a ser poco estructurados, lo que dificulta su procesamiento y análisis en software especializados. Esta situación aumenta la dificultad para compartir información relevante y conocimientos entre proyectos y empresas del sector.

Todas estas razones subrayan la necesidad de desarrollar estrategias efectivas para la gestión de la información en proyectos de construcción. Hay que destacar que la gestión del conocimiento, conocida como Knowledge Management (KM), ha experimentado una rápida transformación en diversas industrias en la última década, impulsada en gran parte por avances tecnológicos

significativos (Bahoque, Gomez , & Pietrosemoli, 2007). En este sentido, la industria de la construcción no se queda atrás y busca adaptarse a estos cambios para mejorar la gestión de la información. Esta adaptación no solo le permite mantenerse al día con las demandas del mercado, sino también ser más competitiva en la actualidad (Hui, Yiwen, Yuchuan, & Jiarui, 2022).

Como se ha mencionado anteriormente, el conocimiento y su gestión tienen una larga historia que se remonta a tiempos antiguos, desde los filósofos griegos hasta figuras destacadas como Adam Smith y Alfred Marshall. Además, a lo largo del tiempo, muchas mentes brillantes han debatido sobre el concepto del conocimiento. Sin embargo, no fue hasta mediados de la década de 1990 que la gestión del conocimiento comenzó a recibir una mayor atención, impulsada por el desarrollo y la evolución de las empresas modernas. La Figura 2 ilustra la evolución de la Gestión del Conocimiento a lo largo de la historia:



Figura 2 Evolución de la Gestión del Conocimiento KM

Fuente: Adaptado de (Hui, Yiwen, Yuchuan, & Jiarui, 2022).

Según lo indicado en la Figura 2, el concepto de Gestión del Conocimiento (KM) en la Industria de la Construcción no se introdujo sino hasta el año 2008, cuando Chimay Anumba publicó un trabajo sobre la gestión del conocimiento en este sector (Hui, Yiwen, Yuchuan, & Jiarui, 2022). Desde entonces, han transcurrido 15 años desde la formalización de este concepto, lo que demuestra su estado incipiente en la Industria de la Construcción. Este hecho resalta las significativas oportunidades de mejora que aún existen en beneficio de este sector.

Paralelamente, la Gestión de la Información es un concepto que ha ganado relevancia durante un período similar. En esencia, tanto la gestión de la información como la gestión del conocimiento disponen de herramientas que impulsan la mejora continua dentro de las organizaciones (Ponds & Rubio, 2021).

Otros conceptos igualmente relevantes para tener en cuenta en este estudio de caso son el VM, el BIM y el LEAN los cuales se definen a continuación:

VM: El Value Management (VM, por sus siglas en inglés), es una poderosa herramienta para la gestión de la planeación, el diseño y el desempeño en varios componentes de los proyectos de construcción, el VM fue introducido en el sector Industrial de los Estados Unidos hacia la década de 1940 por General Electric, el término VM también es conocido como el valor estadounidense por la asociación de Ingenieros o evaluación de valor (VA, por sus siglas en inglés), también se define como una herramienta de análisis multidisciplinar orientada a equipos de trabajo, organizada y sistemática diseñada explícitamente para generar el máximo valor a través del diseño y la construcción que contempla inclusive la percepción de los clientes o consumidores finales de los proyectos de construcción, de esta forma, esta herramienta promueve un método que inicia en la etapa de planificación y va hasta la etapa final del proyecto. Con el VM también se pueden

obtener reducciones de costos innecesarios al tiempo que se incorpora el desarrollo de programas para el manejo eficiente de los presupuestos en los proyectos de construcción (Othman, Kineber, Oke, Zayed, & Buniya, 2021).

BIM: El Building Information Model (BIM, por sus siglas en inglés), es una metodología para el sector de la construcción, desarrollada para generar un manejo eficiente y preciso de la transmisión de la información en los proyectos de construcción principalmente. La investigación y aplicación del BIM ha cobrado relevancia en los últimos años a nivel mundial y sobre todo su uso en los proyectos de construcción.

De igual manera, es importante resaltar que la aplicación de la metodología BIM en los proyectos de construcción incluye tres aspectos principales que son; a) gestión de elementos del proyecto, b) gestión adecuada de la información y c) gestión integrada del diseño (Othman, Kineber, Oke, Zayed, & Buniya, 2021).

LEAN: El concepto de Kaizen se utiliza con frecuencia en el contexto de LEAN para referirse a la mejora continua. Es una palabra japonesa representada por dos caracteres chinos y se traduce como "mejora continua". Sin embargo, esta traducción no capta completamente la esencia y el significado real que subyacen en esta filosofía y el compromiso que todos deben demostrar al aplicar el Kaizen. Esta reinterpretación del concepto se alinea con la mejora continua implícita en Lean Construction.

A menudo, las empresas llevan a cabo proyectos de mejora continua con un principio y un final definidos. Cuando completan un proyecto específico de mejora, tienden a relajarse hasta que comienza uno nuevo. Sin embargo, el Kaizen implica un desafío constante para encontrar la mejor forma de hacer las cosas, lo que requiere autodisciplina y compromiso.

Un error común es pensar que el Kaizen o la mejora continua se limitan al personal operativo, pero esta es una interpretación equivocada. El Kaizen debe comenzar desde la alta dirección, y los altos directivos deben mostrar su compromiso, determinación y liderazgo como ejemplo para todos. El papel de la alta dirección es fundamental en la implementación de este enfoque, seguido por los mandos intermedios, y llegando hasta los empleados de rango jerárquico más bajo, incluyendo empleados a tiempo parcial o temporales.

El Kaizen no se limita solo a las áreas productivas u operativas; debe abarcar todas las áreas, como administrativas, diseño, I+D, ventas, finanzas, contabilidad, compras, logística, recursos humanos, marketing, entre otras.

En el proceso de mejora continua, el elemento humano es fundamental. Hace menos de veinte años, el concepto de "persona" no tenía un lugar destacado en la filosofía Lean. Sin embargo, se ha reconocido que las personas son el componente más intrínseco y, por lo tanto, los impulsores de la mejora continua. Se ha comprendido que las empresas deben centrarse en sus empleados y en garantizar que se sientan satisfechos en su lugar de trabajo. Una persona puede ser altamente competente en su trabajo, pero si no disfruta de lo que hace, no podrá lograr un desempeño sobresaliente. La gestión del talento humano en el contexto Lean se trata de ubicar a cada individuo en roles que les apasionen y al mismo tiempo, en los que cuenten con las habilidades y conocimientos necesarios (Ponds & Rubio, 2021).

Dentro de la filosofía Lean, uno de los métodos más empleados para el control y la mejora continua de los procesos y productos es el Ciclo Deming PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar), introducido por W. Edwards Deming en Japón en la década de los años 50. Este método iterativo de diseño y gestión se aplica en empresas y puede extenderse a todos los procesos de la

organización, adoptando una perspectiva holística. Cada una de las fases del ciclo PHVA se define de la siguiente manera (Ponds & Rubio, 2021).

- Planificar: En esta fase, se establecen los objetivos, se asignan los recursos necesarios y se elaboran planes de contingencia.
- Hacer: Aquí se lleva a cabo la implementación de lo planificado.
- Verificar: Esta fase es crucial, ya que se encarga de analizar si la situación actual coincide con la esperada.
- Actuar: En caso de que la verificación demuestre que no se han obtenido los resultados deseados, se toman acciones correctivas para acercarse a la situación ideal.

Es fundamental destacar que la eficacia de esta metodología radica en la prontitud de la toma de acciones basadas en el conocimiento adquirido y la capacidad de aprendizaje a partir de los errores cometidos. A través de los ciclos PHVA, se establecen las medidas necesarias para prevenir la recurrencia de problemas, contribuyendo así a la mejora continua de los procesos (Ponds & Rubio, 2021).

De igual manera, otras herramientas básicas para la mejora continua y de las más usadas en los entornos Lean son:

- Diagrama de causa y efecto o Diagrama de Ishikawa: El diagrama de causa y efecto, de Ishikawa o también llamado diagrama de espina de pescado es un diagrama basado en el modelo causal creado en 1943 y perfeccionado por Kaoru Ishikawa que muestra de manera esquemática las posibles causas de un problema o efecto específico, su

finalidad es organizar racionalmente el análisis de un problema prioritario en diferentes tipos de procesos, especialmente los relacionados con la producción industrial más no limitados a ellos. Es una de las siete herramientas básicas de control de calidad.

Los usos más comunes más no limitados del diagrama de Ishikawa son el diseño de productos y la prevención de defectos de calidad para identificar los posibles factores que causan un efecto general. Cada causa o razón de imperfección es una fuente de variación. Las causas suelen agruparse en categorías principales para identificar y clasificar esas fuentes de variación (Definición diagrama de causa efecto, 2023).

- Diagrama de Flujo: El diagrama de flujo, flujo grama o diagrama de actividades es la representación gráfica de un algoritmo o proceso, se utiliza en disciplinas de procesos industriales, programación, economía y psicología cognitiva. En el Lenguaje Unificado de Modelado (UML), se define como un diagrama de actividades que representa los flujos de trabajo paso a paso, un diagrama de actividades que muestra el flujo de control general.

Estos diagramas utilizan símbolos con significados definidos que representan los pasos del algoritmo y representan el flujo de ejecución mediante flechas que conectan los puntos de inicio y de fin del proceso (Definición diagrama de causa efecto, 2023).

Para llevar a cabo una gestión eficaz de la mejora continua, es esencial contar con un sistema de gestión visual. La gestión visual es una técnica fundamental que se encuentra dentro del amplio catálogo de métodos y metodologías de gestión basadas en los principios Lean. En una empresa que utiliza la gestión visual, los trabajadores tienen un conocimiento preciso y actualizado de su

progreso a lo largo del día. A través de sistemas visuales, comprenden claramente las tareas que deben realizar y su estado en relación con el plan establecido (Infante Avila, y otros, 2023)

Dentro del contexto del Lean Construction, se define el Lean Visual Management de la siguiente manera: es una forma de comunicación que permite a los equipos mejorar su rendimiento de manera constante. Esto implica la realización de tres acciones clave que, cuando se combinan, brindan una sólida base para que los equipos busquen la mejora continua:

- Uso de paneles o dispositivos visuales (Kanban): Esta técnica utiliza tableros o dispositivos visuales para representar el estado de las tareas y los procesos, lo que facilita la comprensión instantánea de la situación.
- Mantener reuniones de pie (Rutinas diarias): Estas reuniones diarias proporcionan a los equipos la oportunidad de compartir información relevante, alinear esfuerzos y tomar decisiones en tiempo real.
- Una búsqueda constante de la mejora continua: Esto se logra mediante la monitorización de indicadores clave y el constante seguimiento del desempeño del equipo.

Estas acciones se complementan entre sí, ya que reconocen la inteligencia de los empleados y buscan motivarlos al proporcionarles información sobre cómo su trabajo influye en los resultados. Durante muchos años, muchas empresas han operado bajo una premisa contraria: asumen que los trabajadores eran ignorantes, dividían el trabajo en tareas repetitivas y controlaban a los empleados de manera autoritaria. Sin embargo, la gestión visual representa un cambio de paradigma,

otorgando a los trabajadores acceso a la información y responsabilidad en la consecución de metas (Infante Avila, y otros, 2023)

2.3. MODALIDADES PARA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN EN ESTUDIOS DE CASO

La recolección de información en estudios de caso varía de una disciplina a otra y depende de las habilidades e interés de los investigadores. Lo cierto es que, en la etapa de recolección y análisis de los datos cualitativos, se debe tener en cuenta que los principales métodos para recolectar datos cualitativos son relevantes la observación, la entrevista, la encuesta, los grupos de enfoque o grupos focales, la recolección de documentos y materiales y la historia de vida (Hernandez , Fernandez Collado, & Batista, 2006).

Cabe destacar que en los estudios cualitativos el tamaño de muestra no es importante desde una perspectiva probabilística, pues el interés del investigador no es generalizar los resultados de su estudio a una población más amplia. Lo que se busca en la indagación cualitativa es profundidad. Por lo tanto, se pretende calidad en la muestra, más que cantidad despertando interés casos (participantes, personas, organizaciones, eventos, animales, hechos, etc.) que ayuden a entender el fenómeno de estudio y a responder a las preguntas de investigación (Hernandez , Fernandez Collado, & Batista, 2006). En la Tabla 1 se presentan los tamaños de muestra sugeridos dependiendo del tipo de estudio.

Tabla 1 Tamaños de muestra comunes en estudios cualitativos

Tipo de estudio	Tamaño mínimo de muestra sugerido
Etnográfico, teoría fundamentada, entrevistas, observaciones	30 a 50 casos
Historia de vida familiar	Toda la familia, cada miembro es un caso
Bibliografía	El sujeto de estudio si vive y el mayor número de personas vinculadas a él incluyendo críticos
Estudio de caso en profundidad	6 a 10 casos
Estudio de caso	Uno a varios casos, cuatro grupos por cierto tipo de población
Grupos de enfoque	Siete a 10 casos por grupo,

En el muestreo cualitativo es usual comenzar con la identificación de ambientes propicios, luego de grupos y, finalmente de individuos. Incluso, la muestra puede ser una sola unidad de análisis (estudio de caso).

Algunas de las características que definen la naturaleza del análisis cualitativo son las siguientes:

- El proceso esencial del análisis consiste en que se reciben datos no estructurados y los que se estructuran.
- Una fuente de datos importantísima que se agrega al análisis la constituyen las impresiones, percepciones, sentimientos y experiencias del investigador o investigadores (en forma de anotaciones o registradas por un medio electrónico).
- La interpretación que se haga de los datos diferirá de la que podrían realizar otros investigadores; lo cual no significa que una interpretación sea mejor que otra, sino que

cada uno posee su propia perspectiva. (Hernandez , Fernandez Collado, & Batista, 2006).

- Más que seguir una serie de reglas y procedimientos concretos sobre cómo analizar los datos, el investigador construye su propio análisis. La interacción entre la recolección y el análisis permite mayor flexibilidad en la interpretación de los datos y adaptabilidad cuando se elaboran las conclusiones (Hernandez , Fernandez Collado, & Batista, 2006)
- Debe insistirse: el análisis de los datos no es predeterminado, sino que es "prefigurado, coreografiado o esbozado". Es decir, se comienza a efectuar bajo un plan general, pero su desarrollo va sufriendo modificaciones de acuerdo con los resultados (Hernandez , Fernandez Collado, & Batista, 2006). Dicho de otra forma, el análisis es moldeado por los datos (lo que los participantes o casos van revelando y lo que el investigador va descubriendo).

Por otro lado, es importante destacar que en los procesos de investigación cualitativa los principales diseños a tener en cuenta son los siguientes:

- **Diseños de teoría fundamentada:** Su propósito es desarrollar teoría basada, en datos empíricos y se aplica a áreas específicas. El planteamiento básico del diseño de la teoría fundamentada es que las proposiciones teóricas surgen de los datos obtenidos en la investigación, más que de los estudios previos. Es el procedimiento que genera el entendimiento de un fenómeno educativo, psicológico, comunicativo o cualquier otro que sea concreto. (Hernandez , Fernandez Collado, & Batista, 2006) menciona que la teoría fundamentada es especialmente útil cuando las teorías disponibles no

explican el fenómeno o planteamiento del problema, o bien, cuando no cubren a los participantes o muestran interés. Es un diseño cualitativo que muestra rigor y dirección para los conjuntos de datos que evalúa. Obsérvese que como se establece causalidad (que en la investigación cualitativa es conceptual, no basada en análisis estadísticos como ocurre en los estudios cuantitativos).

- **Diseños de investigación acción:** La finalidad de la investigación es resolver problemas cotidianos e inmediatos (Hernandez , Fernandez Collado, & Batista, 2006) y mejorar prácticas concretas. Su propósito fundamental se centra en aportar información que guíe la toma de decisiones para programas, procesos y reformas estructurales. De igual manera la investigación-acción pretende, esencialmente, "propiciar el cambio social, transformar la realidad y que las personas tomen conciencia de su papel en ese proceso de transformación". Y también se concibe como el estudio de una situación social con miras a mejorar la calidad de la acción dentro de ella. Así mismo, representa el estudio de un contexto social donde mediante un proceso, se investiga al mismo tiempo que se interviene, de igual modo la investigación-acción construye el conocimiento por medio de la práctica envuelve la transformación y mejora de una realidad (social, educativa, administrativa, etc.).

Además, implica la total colaboración de los participantes en la detección de necesidades, ellos conocen mejor que nadie la problemática a resolver, la estructura a modificar, el proceso a mejorar, las prácticas que requieren transformación y en la implementación de los resultados del estudio (Hernandez Coton & Sanchez Gutierrez, 2006). Esta perspectiva fue la primera en términos históricos, ya que parte del fundador de la investigación-acción, Kurt Lewin.

Su modelo consiste en un conjunto de decisiones en espiral, las cuales se basan en ciclos repetidos de análisis para conceptualizar y redefinir el problema una y otra vez. Así, la investigación-acción se integra con fases secuenciales de acción: planificación, identificación de hechos, análisis, implementación y evaluación. En este tipo de investigación uno de los aspectos más relevantes es que se centra en el desarrollo y aprendizaje de los participantes implementa un plan de acción (para resolver el problema, introducir la mejora o generar el cambio).

Este tipo de investigación se compone de unos ciclos iniciando por detectar el problema de investigación, clarificar y diagnosticar (ya sea un problema social, la necesidad de un cambio, una mejora, etcétera), luego continúa con la formulación de un plan o programa para resolver el problema o introducir el cambio, después Implementar el plan o programa y evaluar resultados, finalmente se genera una retroalimentación, la cual conduce a un nuevo diagnóstico y a una nueva espiral de reflexión y acción.

Como se puede apreciar, los diseños cualitativos son diferentes de los diseños cuantitativos. En primer lugar, son más flexibles y abiertos; en segundo término, el curso de las acciones las "dicta" el campo (los participantes y la evolución de los acontecimientos). Así mismo, en un estudio cualitativo, el diseño se va ajustando a las condiciones del escenario o ambiente y la calidad en la investigación depende de la capacidad del investigador para adaptarse a las circunstancias de los participantes y su entorno.

3. METODOLOGÍA DEL TRABAJO DE GRADO

A continuación, se describe la metodología empleada en este estudio de caso bajo la modalidad de investigación cualitativa. Inicialmente se aborda la forma empleada para la recolección y el análisis de los datos. Después, se documenta el procedimiento seguido para la recopilación de la información para el diagnóstico del sector de la construcción con el uso de estructuras metálicas, la documentación de las lecciones aprendidas con los proyectos de la empresa objeto de este estudio y finalmente la formulación de estrategias para la gestión de la información en el uso de estructuras metálicas en proyectos de construcción.

3.1. RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

Este trabajo corresponde a un estudio de caso de tipo cualitativo desarrollado en una empresa del Valle del Cauca dedicada a la fabricación de estructuras metálicas para proyectos de construcción. Esta empresa hace parte del Pareto de los fabricantes de estructuras metálicas en el Departamento. Se diseñó una encuesta, la cual se presenta en el Anexo 1, dirigida a los líderes de los procesos o jefes de área que mayor injerencia tienen durante el desarrollo de los proyectos de construcción, pertenecientes a áreas como; diseño e ingeniería, producción y abastecimiento principalmente.

De igual manera, para el desarrollo de este estudio de caso se planteó una entrevista semiestructurada con preguntas de percepción dirigida a los gerentes de las compañías dedicadas a la fabricación de estructuras metálicas y una encuesta para recopilar la percepción sobre el sector de la construcción con el uso de estructuras metálicas de actores externos como los académicos, las cuales se presenta en el Anexo 2. Es importante resaltar que tanto la entrevista para los gerentes como la encuesta para los académicos estuvieron compuestas principalmente por preguntas de percepción sobre el uso de las estructuras metálicas en los proyectos de construcción. Entre tanto,

la encuesta para los líderes de proceso estuvo compuesta en su mayoría por preguntas con respuestas abiertas sobre competencias técnicas específicas del alcance de sus actividades.

3.2. RECOPIACION DE INFORMACIÓN PARA EL DIAGNÓSTICO DEL SECTOR METALMECÁNICO EN LA CONSTRUCCIÓN

Para adelantar el diagnóstico y recolectar la información se consultaron fuentes secundarias y un grupo focal. Con relación a las fuentes secundarias, se revisaron los reportes disponibles en entidades como el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL), el Instituto Colombiano de la Construcción con Acero (ICCA), Asociación Americana de Construcción en Acero (AISC), entre otros.

De igual manera, la muestra del grupo focal estuvo compuesta por líderes de proceso como Diseñadores e Ingenieros de la empresa objeto de este estudio. Para ampliar la visual de la información se realizó también un acercamiento con constructores y académicos del sector por medio de entrevistas con preguntas de percepción, las cuales al ser abiertas permitieron generar un contexto más amplio y apalancar la información suministrada por los líderes de proceso con base a diferentes perspectivas. El diseño de la encuesta aplicada tuvo en cuenta métodos como el mencionado por (Yacuzzi, 2006) en su texto *“El estudio de caso como metodología de la investigación: Teoría, Mecanismos causales, Validación”*

En el proceso para formular las preguntas de la encuesta se contemplaron diferentes factores que agruparon las necesidades de la gestión de la información en las empresas de construcción de estructura metálica referenciadas en la empresa objeto de este estudio. Es así, como por medio de experiencias y vivencias propias dentro del sector, se identificaron algunas necesidades en la gestión de la información en los proyectos de construcción con estructuras metálicas, de este modo,

se analizaron algunos eslabones representativos de esta cadena comprendidos en las fases de Diseño Fabricación y Montaje, dentro de estas fases se captó la información necesaria para el desarrollo de este estudio de caso.

La encuesta con las preguntas realizadas para captar la información de los líderes de proceso se presenta en el Anexo 1. Las preguntas se agruparon en cinco secciones principales:

1. Preguntas de desempeño, capacidad y productividad.
2. Preguntas de tecnología.
3. Metodología de trabajo.
4. Documentación y calidad.

Aplicadas las encuestas a los líderes de proceso, se procedió a realizar acercamientos con los Gerentes por medio de una entrevista y con los Académicos por medio de una encuesta, ambas compuestas por preguntas de percepción, estas preguntas fueron las siguientes;

1. ¿Cómo percibe usted el uso de la estructura metálica en los proyectos de construcción en el Valle del Cauca?
2. ¿Qué tipo de capacitación considera usted requerirían los constructores y diseñadores para masificar el uso de las estructuras metálicas en los proyectos de construcción?
3. ¿Cómo califica en términos de impacto y beneficios el proceso de fabricación de estructuras metálicas en el Valle del Cauca?, y en Colombia?
4. ¿Qué limitaciones considera usted se presentarán en el sector de la construcción en el Valle del Cauca, si se impusieran mayoritariamente las construcciones con estructura metálica?

5. ¿Cómo compañía, qué factores contribuyen en la escogencia de la estructura metálica en sus proyectos de construcción sobre los materiales convencionales?
6. ¿Desde el punto de vista técnico, considera usted que es conveniente el uso masivo de las estructuras metálicas dentro de los proyectos de construcción?

Posteriormente, se consolidó esta información en un mapa mental en donde se plasmaron las ideas más relevantes y afines entre los participantes, con la finalidad de establecer criterios relevantes que contribuyan a este estudio de caso. El mapa mental se muestra en detalle en la fase de resultados.

3.3. DOCUMENTACIÓN DE LECCIONES APRENDIDAS EN EL DESARROLLO DE PROYECTOS EMPLEANDO ESTRUCTURA METÁLICA.

Para la documentación de las lecciones aprendidas en los proyectos de construcción con estructuras metálicas de la empresa objeto de este estudio, se emplearon como instrumento de recolección de los datos y la información unas tablas básicas compuestas de ítems representativos para captar la información más relevante proyecto a proyecto considerando durante el tiempo del análisis del estudio de caso siete proyectos. Los ítems generales que componen la tabla se muestran a continuación;

- Información general del proyecto: Contiene el nombre del proyecto, ubicación del proyecto, tipo de proyecto.
- Descripción del proyecto: Incluye aspectos como, finalidad, funcionalidad, impacto y área a intervenir del proyecto en m².

- Alcance del proyecto: En esta parte se definen los límites del proyecto, objetivos, plazos y entregables.
- Dificultades: Se refiere a las novedades encontradas durante el proceso de desarrollo del proyecto en las fases de Diseño, Fabricación y Montaje.

La Tabla 2 representa el instrumento para la recolección de los datos como se describió anteriormente. La información contenida permite la identificación de estrategias para la gestión de la información en el uso de estructura metálica en los proyectos de construcción de este estudio de caso.

Tabla 2 Instrumento de recolección de información de los proyectos involucrados en este estudio de caso.

Información general del proyecto	
Nombre del proyecto	
Ubicación del proyecto	
Tipo de proyecto	
Alcance del proyecto	
Descripción del proyecto	
Dificultades encontradas en el proyecto	

3.4. FORMULACIÓN DE ESTRATEGIAS PARA LA GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN SOBRE EL USO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN.

Después de determinar las lecciones aprendidas en las fases de Diseño, Fabricación y Montaje se propusieron unas estrategias que en orden lógico pudiesen abordar de manera general las problemáticas identificadas que afectan la gestión de la información en los proyectos de construcción. De manera conjunta, se registraron los cambios siguiendo la metodología de (Sulaiman & Mitchell, 2005), que permite una clasificación sencilla de las lecciones aprendidas para identificar el cambio a realizar, teniendo en cuenta las dificultades encontradas y el cambio propuesto para implementar. Para ello se empleó, la Tabla 3 que representa el instrumento base para la documentación de las soluciones propuestas, que conllevan a generar las estrategias para la Gestión de la Información:

Tabla 3 Instrumento para la documentación de las soluciones para la Gestión de la Información

NOMBRE DEL PROYECTO		
LECCIONES APRENDIDAS	DESCRIPCION	FASE DEL PROYECTO
AREAS INVOLUCRADAS	RECOMENDACIÓN	
CAMBIOS A IMPLEMENTAR		

Como se mencionó anteriormente, el planteamiento de las estrategias para el manejo de la gestión de la información involucra las fases establecidas para el proceso, que fueron determinadas como Diseño, Fabricación y Montaje.

Y por medio del instrumento para la documentación de las soluciones para la gestión de la información, se registraron las estrategias identificadas a partir de las lecciones aprendidas. Al final, se plantea una hoja de ruta para implementar las estrategias, un paso a paso para encontrar soluciones a los problemas de desarrollo de proyectos de construcción con estructuras metálicas.

3.5. REPORTE DE RESULTADOS

El reporte de los resultados se realizó con base en un análisis cualitativo de Investigación-Acción, considerando que los reportes cualitativos pueden ser, igual que los cuantitativos, académicos y no académicos.

Hay que destacar tres aspectos relevantes en la presentación de los resultados mediante el reporte: la narrativa, el soporte de las categorías (con ejemplos) y los elementos gráficos.

En este estudio de caso se elaboraron los siguientes reportes de resultados:

- Reporte de diagnóstico de cada proyecto analizado el cual se encuentra en el Anexo 3 e incluye la descripción y situación del contexto. Así como, las categorías y temas vinculados con el problema.
- Identificación de dificultades por grupo y global (Anexo 4).
- Elaboración de diagramas causa-efecto (Ishikawa).
- Desarrollo de herramienta computacional para estandarización de dificultades encontradas en los proyectos (Anexo 5).
- Planteamiento de posibles soluciones (Anexo 6).

4. DIAGNÓSTICO SOBRE EL USO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN

La Construcción de estructuras Metálicas es un área en constante crecimiento a nivel global, nacional y con un enfoque marcado en el suroeste colombiano, concretamente en el departamento del Valle del Cauca, donde está la empresa objeto de este estudio.

Para la captación de la información en primera instancia se aplicó una encuesta enfocada a los líderes de los procesos en la empresa objeto de este estudio y en empresas del mismo sector en el Valle del Cauca. En la encuesta las preguntas se agruparon en cuatro secciones o áreas principales de interés; a) preguntas de desempeño, capacidad y productividad, b) preguntas de tecnología, c) preguntas de metodología de trabajo y d) preguntas de documentación y calidad. El modelo de la encuesta se presenta en el anexo 1 como se mencionó anteriormente.

De acuerdo a la información generada por los líderes de proceso, se obtuvo una visión más amplia y actualizada acerca de algunos aspectos relevantes que caracterizan el sector de la construcción con estructuras metálicas en nuestra región.

Así y con las respuestas a las preguntas se estableció un diagnóstico general de cómo se percibe el sector de la construcción con estructuras metálicas en la empresa objeto de este estudio y en el Valle del Cauca. Este diagnóstico general de percepción se ilustra en la figura 3 (mapa mental).

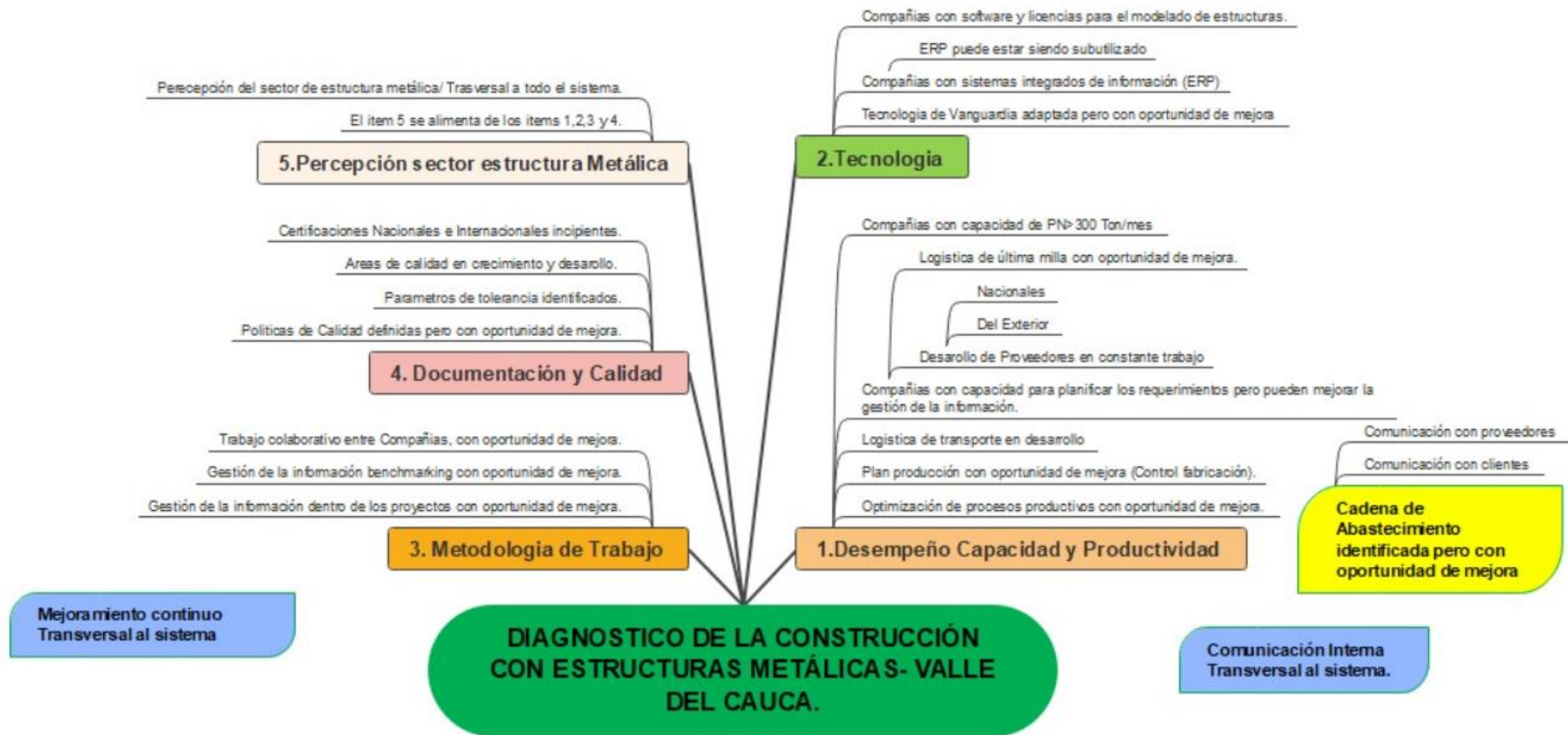


Figura 3 Mapa mental resumen consolidado de la información de los actores dentro de las fases de diseño, fabricación y montaje

La figura 3, representa un resumen consolidado de la información captada de los actores involucrados en los proyectos dentro de las fases de diseño, fabricación y montaje. Entre tanto, para captar la percepción de los Gerentes (Diseñadores y Constructores) se realizó una entrevista y con respecto a los Académicos se realizó una encuesta con preguntas de percepción en empresas del mismo sector en el Valle del Cauca. Los apartes más relevantes se presentan a continuación.

4.1. PERCEPCIÓN DE GERENTES (DISEÑADORES) SOBRE EL USO DE ESTRUCTURA METÁLICA

En general los Diseñadores coinciden en que las estructuras metálicas representan métodos alternativos “no convencionales” que permiten generar soluciones en la Industria de la construcción principalmente en el sector Industrial, Agroindustrial y las Obras Civiles de Ingeniería. Actualmente y enfocados en la empresa objeto de este estudio y en la región, los proyectos más relevantes van dirigidos al sector Industrial del consumo masivo y a la Agroindustria, con renovación y construcción de plantas de proceso y producción, centros de distribución (CEDIS), centros de acopio y almacenamiento como bodegas, ampliación de bahías (muelles para carga y descarga), entre otros.

Igualmente, se visualizan proyectos interesantes para usos comerciales, residenciales y recreativos y deportivos, en los que los métodos convencionales de construcción se combinan con métodos no convencionales y alternativos como estructuras metálicas para proponer soluciones a las necesidades actuales del sector de la construcción.

Por otra parte, los Diseñadores destacan también que el uso de las estructuras metálicas en el sector de la construcción en el Valle del Cauca sigue cobrando importancia y muestra de ello es que la empresa objeto de este estudio amplía cada vez más su oferta de construcción a sectores

Industriales, Agroindustriales, Comerciales, Residenciales y Obras Civiles de Ingeniería como puentes vehiculares, peatonales, entre otros.

Así mismo, los Diseñadores ven con optimismo el crecimiento del sector de la construcción con estructuras metálicas en la Región. Sin embargo, son conscientes de que aún hay desafíos por resolver en el sector relacionados principalmente con la disponibilidad de los materiales para la construcción, la volatilidad en los costos de estos por factores externos e internos, la estandarización de los procesos relacionados a la construcción con estas alternativas y las deficiencias en la gestión de la información en el sector. Este último desafío enumerado por ellos es ejemplo de la realidad y pertinencia de la temática de este trabajo de grado considerando que el manejo adecuado de la información se erige como factor clave para el éxito y desarrollo de cualquier sector industrial.

4.2. PERCEPCIÓN DE GERENTES (CONSTRUCTORES) SOBRE EL USO DE ESTRUCTURA METÁLICA

Los constructores presentan una visión más holística de los proyectos de construcción con estructuras metálicas, una síntesis que captura descripciones del ayer, del presente y del futuro, en un área que presenta así mismo grandes desafíos, pero innumerables oportunidades.

Como se dijo antes la percepción de los constructores se captó entrevistando preguntas abiertas al Gerente Técnico de la empresa objeto de este estudio y a Gerentes de empresas del mismo sector en el Valle del Cauca. A continuación, se presenta la síntesis tomando en orden de cada pregunta empleada. No se han editado las respuestas incluidas para conservar la idea del entrevistado.

- **¿Cómo percibe usted el uso de la estructura metálica en los proyectos de construcción en el Valle del Cauca?:** El uso de las estructuras metálicas está

fundamentado en las bondades propias de las mismas. Asimismo, en el Valle del Cauca la construcción con estructuras metálicas ha tenido un buen desarrollo en comparación con otros Departamentos del país esto respaldado en foros, congresos etc., sobre construcción de estructuras metálicas como el congreso internacional de la construcción con acero que se realiza anualmente en la ciudad de Bogotá y que ya llega a su novena versión.

Las estructuras metálicas se enfocan en el Valle del Cauca en proyectos de construcción como edificaciones de diversos sectores, tanto en el área de la construcción general y el área de la industria, en el sector Industrial el mayor enfoque es en la construcción de bodegas, hangares, plantas de producción y en los últimos años en proyectos de construcción de CEDIS o Centros de Distribución. Se impacta también en el sector de la Agroindustria, con proyectos de ampliación de plantas y diferentes soluciones en infraestructura para el sector. De igual manera, en los proyectos de construcción enfocados en el aspecto comercial, la estructura metálica es muy versátil para desarrollar edificios y para proyectos comerciales como centros comerciales, parqueaderos, oficinas y demás.

En el ámbito de la recreación y el deporte, la mayoría de los escenarios cubiertos como; coliseos, estadios y complejos deportivos en general se desarrollan con estructura metálica.

En la infraestructura se emplea la estructura metálica en construcciones como; las terminales de transporte, estaciones de los sistemas integrados de transporte masivo,

puentes de conexión y peatonales entre otros. Otro renglón de la infraestructura en donde se emplea la estructura metálica es en la construcción de puentes vehiculares.

- **¿ Qué tipo de capacitación considera usted requerirían los constructores y diseñadores para masificar el uso de las estructuras metálicas en los proyectos de construcción?:** Es importante resaltar que se requiere desarrollar en el personal habilidades que tienen que ver directamente con la parte técnica de la fabricación, en donde aún se encuentran dificultades para encontrar fuentes calificadas de mano de obra para realizar proceso de armado de estructura, soldadura, pintura y montaje, por esta razón es muy importante que desde la academia se entiendan las necesidades que tiene el sector productivo, en el caso concreto de las estructuras metálicas se requiere poder contar con profesionales y tecnólogos que puedan desarrollar las actividades requeridas en los programas adecuados para acometer trabajos de estructura metálica, en ese orden de ideas, desde la parte teórica y de diseño pues todo se fundamenta en la metodología BIM. A partir de la metodología BIM, se realiza el modelado de estructuras y toda su perspectiva de construcción y del control de las mismas. Esto quiere decir que no solamente se requiere que existan buenos diseñadores estructurales, sino que esos diseños estructurales sean llevados a la realidad desarrollándose en la plataforma y así se puedan obtener excelentes planos de fabricación, a la vez que se pueda mediante ayudas de bases de datos y buenos controles basados en la información que emana la modelación BIM llevar a cabo el control de producción de estas estructuras metálicas. Lo anterior, desde el punto de vista de modelar, fabricar y construir.

Ahora, si bien es cierto que entidades como el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), tienen programas enfocados en desarrollar habilidades como la aplicación de la soldadura en las estructuras metálicas, se considera que en la parte de la fabricación y el montaje de las estructuras metálicas aún tienen falencias y se genera una brecha la cual es primordial que mejore, ya que la industria de construcción con estructura metálica en esos rubros o en esos capítulos para un emprendedor que está iniciando en este negocio, le es difícil encontrar personal calificado y para quienes tienen empresas consolidadas, mantener, encontrar y reclutar nuevas personas con las habilidades y las competencias requeridas es complejo.

En cuanto al tema de mejora de las competencias de control de la calidad en estructuras metálicas también se ha venido desarrollando. Actualmente se ofertan más cursos, hay mayor disponibilidad de información, conocimiento y nivel de formación en las competencias. Sin embargo, se debe mencionar que el “control de calidad” era un tema vedado en el sector y aún presenta oportunidades de mejora, de tal manera que se encuentren mayores oportunidades y oferta de personal calificado.

En lo referente al área de seguridad y salud en el trabajo SST, también hay una oportunidad de mejora en la academia para tener profesionales y tecnólogos que entiendan el enfoque real de las estructuras metálicas porque probablemente en los centros de educación les entregan un enfoque muy básico y por consiguiente cuando están ejerciendo en la práctica del desarrollo de un proyecto de estructura metálica se evidencian desconocimiento y vacíos en la formación académica de este personal.

- **¿Cómo califica en términos de impacto ambiental y beneficios el proceso de fabricación de estructuras metálicas en el Valle del Cauca?, y en Colombia?:** En la actualidad este es un tema o punto álgido debido a que las acerías inherentemente son empresas contaminantes, lo cual es una realidad. Entonces, si bien es cierto que los hornos y los molinos a nivel nacional se han venido depurando y acercando a generar una menor contaminación ambiental, aún representan una actividad económica que tiene mucho por mejorar en términos de proteger el medio ambiente.

De todas formas, es importante tener en cuenta también que el acero en gran parte es reciclable entonces ese factor de alguna manera contribuye a mitigar el impacto ambiental derivado por los excedentes industriales del acero. Sin embargo, como tal los procesos de alto horno y de molino en los países que producen acero a gran escala, son procesos contaminantes, que también demandan mucha energía y recursos naturales. Ahora si bien existe esta dificultad, cuando se comparan las construcciones con estructuras metálicas con las construcciones en concreto de todas maneras se pueden tener algunas ventajas significativas ya que el uso de formaletas y agregados que son agentes altamente contaminantes de esta industria, en la estructura metálica se obvian.

- **¿Qué limitaciones considera usted se presentarán en el sector de la construcción en el Valle del Cauca, si se impusieran mayoritariamente las construcciones con estructura metálica?:** Es un tema álgido por diversos factores, uno de estos factores es nuestra economía, ya que la construcción y los factores relacionados al proceso van en función de cómo se comporta la economía del País y del avance del conocimiento y de la formación que haya del talento humano para poder evolucionar en conjunto

con los modelos de la industria. En este contexto, es importante ser realistas para poder reconocer que Colombia tiene como País una economía con dificultades, aunque la economía del País demanda proyectos de construcción y se copian o se replican algo de los modelos de construcción de otros países de la región o de otros continentes, definitivamente la masificación de las construcciones con estructura metálica va en función de que la economía del país crezca para que así se demanden proyectos que utilicen mejores tecnologías e involucren este tipo de estructuras.

Siendo realistas, pero también optimistas en el sentido de aspirar a que nuestra economía como País mejore y así mismo aumenten las oportunidades con proyectos de construcción con estructuras metálicas. Si el desarrollo económico del País va a un ritmo acelerado y crece, en consecuencia, habrá mayores oportunidades de contratar proyectos con estructuras metálicas.

- **¿Cómo compañía qué factores contribuyen en la escogencia de la estructura metálica en sus proyectos de construcción sobre los materiales convencionales?:**

En primer lugar, para promover el uso de las estructuras metálicas en los proyectos de construcción a nivel internacional existen asociaciones de constructores con este tipo de estructura en diferentes países una de las más importantes es la Asociación Americana de Construcción en Acero (AISC, por sus siglas en inglés), entidad que promueve el uso del acero en las estructuras. En Colombia, desde hace aproximadamente 20 años se fundó una asociación similar que es el Instituto Colombiano de Construcciones en Acero, esta entidad básicamente cumple una labor gremial enfocada a que se mejoren las prácticas del proceso o de las estructuras metálicas y a presentar los beneficios de las estructuras metálicas frente a los

proyectos, para que este sector de la economía tenga un mejor recibo y una mejor demanda frente a los futuros clientes. El Instituto Colombiano de Construcciones en Acero realiza también cada dos años congresos y conferencias y traen invitados y expositores internacionales, tienen una página web consolidada, cuentan con un canal de YouTube y ofrecen webinars y conferencias interesantes que fortalecen la formación continuada de todos los involucrados en el sector, este desarrollo en plataformas y redes sociales permite que cualquier persona interesada en entender y aprender sobre construcción de estructuras metálicas tenga acceso libre a la información para tener una claridad y mejorar sus conocimientos.

A parte de la promoción del sector de la construcción con estructuras metálicas, es importante resaltar que este tipo de materiales son versátiles y de acuerdo con la preferencia del cliente pueden sustituir a los materiales convencionales de tal manera que se logren beneficios económicos, ambientales y en tiempos de entrega principalmente como se ha mencionado en este mismo documento de investigación. En realidad, entre más difusión se logre sobre los beneficios de las estructuras metálicas, más oportunidades habrá de que se puedan reemplazar proyectos con materiales convencionales por proyectos con estructuras metálicas o tomar opciones combinadas de acuerdo a los beneficios comunes una vez analizado el propósito del proyecto, esto como también se indica en el aparte del punto de vista técnico que se presenta a continuación.

- **¿Desde el punto de vista técnico, considera usted que es conveniente el uso masivo de las estructuras metálicas dentro de los proyectos de construcción?:** Es importante mencionar que los constructores de estructura metálica en el Valle del Cauca siempre están buscando que hay afuera a nivel global en tendencias de construcción y como lo pueden implementar en sus proyectos, es así como siempre están modernizando los procesos, la maquinaria, los equipos, los software para ir a la vanguardia de las necesidades del mercado de la construcción con estructuras metálicas. Sin embargo, al comparar en términos reales las metodologías empleadas aún “falta mucho” como País para estar a la vanguardia de otros mercados. Por lo tanto, se debe continuar mirando al futuro con optimismo, creyendo en el País, un País y una economía en desarrollo donde todavía hay unas oportunidades enormes, lo que se requiere ahora mismo es que esas oportunidades empiecen a concretarse y de esta manera haya más oportunidades de inversión, crecimiento y seguridad.

Ahora, con respecto al uso masivo de las estructuras metálicas dentro de los proyectos de construcción se puede inferir que beneficios para elegir construir con estructuras metálicas hay varios, en términos económicos y de tiempos de entrega principalmente. Sin embargo, estos beneficios se encuentran asociados a la particularidad de cada proyecto, lo que significa que en general los proyectos se deben analizar individualmente y a cada proyecto se le debe buscar su mejor opción u alternativa para el desarrollo constructivo, ya que se pueden presentar situaciones en donde no solo la estructura metálica o el concreto pueden ser la solución por ende pueden haber soluciones combinadas, en donde haya también un beneficio económico, ambiental,

arquitectónico entre otros factores que intervienen, por estos motivos se sustenta la importancia de los análisis individuales de los proyectos.

4.3.PERCEPCIÓN DE ACADÉMICOS

Respecto a la percepción de los académicos se tuvo una mirada holística de los conceptos asociados con la percepción del sector de la estructura metálica, estos aportes son de estudiantes y docentes relacionados en su mayoría con las áreas de la Ingeniería Civil y afines, las percepciones consolidadas se muestran a continuación pregunta a pregunta. Las respuestas incluidas no han sido editadas para conservar en su totalidad la idea de los encuestados;

- **¿Cómo percibe usted el uso de la estructura metálica en los proyectos de construcción en el Valle del Cauca?:** En las respuestas, de esta cuestión se encontraron opiniones diversas, tales: “ Como bien, creo que hace falta mayor alcance en ese sector, tengo entendido que se usa mucho este material en la construcción en el Valle del Cauca, poco usual, están en desarrollo, no me he informado bien del tema, la verdad no tengo conocimiento sobre esta pregunta, pues no soy de ese departamento, los metales como el acero tienen una alta relación resistencia-peso, lo que significa que pueden soportar cargas considerables sin ser excesivamente pesados. Esto permite la construcción de estructuras más ligeras y delgadas en comparación con otros materiales”.

Las anteriores respuestas demuestran una variada percepción sobre el uso de la estructura metálica en los proyectos de construcción, opiniones que abren la ventana para inferir en la divulgación del campo de aplicación en la academia, sobre todo si se tiene en cuenta que el sector de la metalmecánica en el Valle del Cauca ha presentado

con los años una gran acogida y desde la academia es importante apalancar este crecimiento en aras de fortalecer el desarrollo del sector.

- **¿Qué tipo de capacitación considera usted requerirían los constructores y diseñadores para masificar el uso de las estructuras metálicas en los proyectos de construcción?:** Con relación a este cuestionamiento se recolecto la siguiente información; tomada textualmente de la encuesta con preguntas abiertas aplicada a los académicos, algunos de los cuales opinan que se requiere capacitación en el tema de la resistencia de los materiales, otros opinaron que sería ideal hacer capacitación en el tema de soldadura y conexiones, las normativas respectivas, los diseños y sobre todo la práctica; algunos otros consideran que deben enfocarse en lo rápido y seguro que puede ser el ensamblaje de la estructura metálica.

Adicionalmente, puede ser que no sea necesario hacer el montaje in situ, puede ser prefabricado y de esta manera mejorar la productividad. También se sugiere estudiar saber un poco más sobre los beneficios que tiene este material, tanto mecánico, físico y económico. Su uso, beneficios, y proveedores disponibles. De igual manera, la identificación de los tipos de perfiles, ángulos. Otros sugieren un curso sobre la importancia, uso y construcción en estructuras metálicas, capacitación no solo del uso de este tipo de estructuras sino también de los cuidados y seguridad de este.

Por otro lado, los diseñadores y los ingenieros deben comprender las propiedades del material y cómo se comporta en diferentes situaciones. Esto incluye el diseño de conexiones, cálculos de cargas y análisis estructurales específicos para estructuras metálicas. Así mismo, los constructores deben entender también los procedimientos

de control de calidad y seguridad relacionados con la fabricación y construcción de estructuras.

Las opiniones sobre las temáticas en las que se visualiza una necesidad de capacitación y profundización abren la posibilidad de crear y fortalecer cursos y temáticas en programas como Ingeniería Civil, Arquitectura o similares relacionados directamente con el campo de la construcción.

- **¿Cómo califica en términos de impacto y beneficios el proceso de fabricación de estructuras metálicas en el Valle del Cauca?, y en Colombia?:** Con respecto a este punto se encontraron diversidad de opiniones también. Textualmente se incluyen algunas de las respuestas de los encuestados:

- “Bien, lo califico de manera positiva, aunque es necesario apoyar la formación de trabajadores en ese ámbito y la inversión a este campo”.
- “No conozco el Valle del Cauca, pero en Colombia creo que se puede calificar con 3/10 porque se usa poco”.
- “En Colombia, cada vez se usa más, pero se ve más solamente para cubiertas”.
- “No tengo conocimiento sobre la fabricación. Sería de gran avance para el país ya que tendríamos un fabricante local”.
- “Podría llegar a ser beneficioso porque daría un golpe de innovación a los proyectos ya hechos y una nueva mirada a los proyectos por hacer”.
- “Facilita la fabricación e instalación de los materiales”. “Aporta gran resistencia. armonía en cuanto a la fuerza y el peso por unidad”.

- “Es grande en cuanto a la maleabilidad y son resistentes a todo tipo de desastres o movimientos sísmicos”.
- Impacto ambiental en la producción: La fabricación de estructuras metálicas puede tener un impacto ambiental significativo debido al consumo de energía y recursos naturales en la extracción, procesamiento y transformación de metales. Emisiones de gases de efecto invernadero: La producción de metales a menudo conlleva emisiones de gases de efecto invernadero, contribuyendo al cambio climático. Generación de residuos: El proceso de fabricación puede generar residuos y subproductos que deben gestionarse adecuadamente para evitar impactos ambientales negativos”.

En las anteriores respuestas se pueden apreciar opiniones encontradas respecto a los impactos y beneficios de las estructuras metálicas, estas opiniones permiten abrir un debate sano de conceptos en la academia en miras de buscar y encontrar mejoras y soluciones para el sector, sería muy interesante entonces evaluar la posibilidad de incluir algunos de estos conceptos en investigaciones en el sector de la construcción con estructuras metálicas.

- **¿Qué limitaciones considera usted se presentarán en el sector de la construcción en el Valle del Cauca, si se impusieran mayoritariamente las construcciones con estructura metálica?:** Con respecto a las limitaciones los encuestados presentaron las siguientes opiniones textuales;
 - “No sé; podrían surgir algunas limitaciones y desafíos que requerirían atención y planificación por parte de los profesionales de la industria y las autoridades”.

- “En estos procesos no pueden existir imposiciones, creo que debe ser una elección del profesional”.
- “Ninguna; limitar el uso de ciertas secciones, las cuales no sean adecuadas para su uso.”
- “La resistencia a la corrosión y que no se pueden usar en todos los ambientes y factores externos, pues en algunos casos puede jugar en contra”.
- “Una limitación podría ser el poco desarrollo de este en las vidas de los ciudadanos y el poco conocimiento de su construcción”.
- “No conozco, la exposición constante al sol y otros elementos climáticos puede acelerar el proceso de corrosión y causar desgaste en la superficie de las estructuras metálicas”.

Con respecto al concepto de las limitaciones en el sector, también hay una gran diversidad de opiniones, por parte de los encuestados lo cual es bastante interesante en el sentido de que en la academia hay una oportunidad para abordar estos temas de una manera profesional con el firme objetivo de afianzar y contextualizar los conocimientos sobre el sector de la construcción con estructuras metálicas.

- **¿Cómo compañía que factores contribuyen en la escogencia de la estructura metálica en sus proyectos de construcción sobre los materiales convencionales?:** Respecto a los factores que inclinan la balanza para escoger proyectos de construcción con estructuras metálicas se tuvieron los siguientes conceptos de los encuestados;
 - “Calidad, N/A. Aún no he incursionado en ese ámbito como para opinar desde mi experiencia”.

- “No tengo compañía”.
- “Muy buenos sus beneficios como material en propiedades físicas y mecánicas”.
- “La zona, el entorno de la obra y su finalidad. Sería bueno ya que estarían evolucionando diariamente junto con tecnología en el sector constructivo”.
- “El costo; costo-beneficio-alcance; Las estructuras metálicas tienden a ser más eficientes en términos de tiempo de construcción en comparación con las estructuras de hormigón, esto se debe a que las piezas metálicas se fabrican previamente en talleres y luego se ensamblan en el lugar de construcción, en contraste, las estructuras de hormigón a menudo requieren encofrados y tiempos de curado más largos, lo que puede alargar significativamente el proceso de construcción”.

Con respecto a este cuestionamiento sobre los factores que contribuyen en la escogencia de las estructuras metálicas en los proyectos de construcción queda también abierta la posibilidad de explorar e investigar para apalancar técnicamente con la ayuda de la academia los factores de relevancia que influyan en la escogencia de la estructura metálica como una alternativa masiva en los proyectos de construcción.

- **¿Desde el punto de vista técnico, considera usted que es conveniente el uso masivo de las estructuras metálicas dentro de los proyectos de construcción?:** Con relación a las respuestas desde el punto de vista técnico se tuvieron las siguientes apreciaciones;

- “Si, Creo que debe haber un balance, porque si se empieza a depender totalmente de estas estructuras, a la larga los recursos no podrían abastecer toda la demanda e incluso estarían bajando la calidad de los productos para poder cumplir con las entregas y eso ocasiona grandes impactos negativos”.
- “Considero que depende, no es prudente quedarse con una sola opción, deben existir varias opciones para poder escoger”.
- “Depende del tipo del proyecto. Si cumple con los estudios sí”.
- “No, porque solamente eso puede ocasionar daños significativos en la estructura”.
- “Podría ayudar en diferentes modalidades dependiendo del uso que se le vaya a dar”.
- “No en gran cantidad, pues existen otro tipo de materiales más económicos y amigables con el medio ambiente”.
- “Sometidas a cargas cíclicas, las estructuras metálicas pueden sufrir fatiga y desgaste con el tiempo, lo que podría llevar a problemas estructurales”.
- “Es importante evaluar cuidadosamente estas desventajas en relación con las necesidades específicas del proyecto, el presupuesto y las consideraciones ambientales antes de optar por el uso de estructuras metálicas en la construcción”.

Finalmente, en la percepción de si es conveniente o no el uso masivo de las estructuras metálicas en los proyectos de construcción desde el punto de vista técnico, las opiniones diversas de los encuestados van más hacia el lado de encontrar un balance en el desarrollo de los proyectos de construcción. Es decir, emplear sistemas de construcción mixtos que

involucren los sistemas de construcción convencionales con las estructuras metálicas, este tema también abre la discusión académica que por medio de estudios técnicos y profundos puede determinar la pertinencia de los proyectos mixtos o de igual manera proponer la masificación de los proyectos de construcción con estructuras metálicas.

5. LECCIONES APRENDIDAS EN PROYECTOS CON ESTRUCTURA METÁLICA EN EL SECTOR INDUSTRIAL.

Para la documentación de las lecciones aprendidas identificadas en los proyectos de construcción con estructuras metálicas ejecutadas por la empresa involucrada en este estudio de caso, se evaluaron siete proyectos de construcción de los últimos dos años. Estos proyectos abarcan una diversidad de estructuras destinadas al sector industrial, tales como bodegas, centros de distribución (CEDI), laboratorios, sedes administrativas y complejos industriales, entre otros. En razón al vínculo laboral del autor de este estudio de caso se tuvo acceso a información relevante y a las problemáticas cotidianas que acompañan el desarrollo de proyectos de construcción de esta naturaleza.

Las dificultades identificadas a lo largo de las actividades por proyecto se registraron y consolidaron haciendo uso de la Tabla 2 y en la herramienta desarrollada en Excel. A manera de ejemplo, el registro de cada caso analizado queda detallado como se ilustra en la Figura 5. El registro completo de estas problemáticas se encuentra discriminado por proyecto en el Anexo 3.

INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO	
Nombre del proyecto	Proyecto 2
Ubicacion	Villa Rica (Zona Franca del Sur)
Tipo de proyecto	Construccion de Infraestructura fisica
ALCANCE DEL PROYECTO	
<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de estructura metálica que incluye: Diseños estructurales al igual que los planos de fabricación y detalles con la ayuda de sus Ingenieros y proyectistas en los programas ETABS y TEKLA. • Un plan de Calidad para garantizar la completa trazabilidad de la fabricación, esto incluye los Certificados de Calidad de todos los materiales, despiece de elementos y ubicación de los mismos. Certificados de Procedimientos y Operarios de Soldadura, pruebas de aceptación con Ensayos No Destructivos. • Fabricación de estructuras en planta y transporte de los elementos fabricados a obra donde se dispondrá de personal de montaje experimentado y equipos requeridos (Soldadores Studs, grúas, torregrúas, montacargas, winches) para el descargue, manejo y montaje de la estructura. 	
DESCRIPCION DEL PROYECTO	
Estructura metálica de CUBIERTA PARA EDIFICIO DE LABORATORIO, CUBIERTA CORREDOR, MUROS DE FACHADAS Y MUROS INTERNOS para un area en planta 727.24 m2 aproximadamente.	
DIFICULTADES ENCONTRADAS EN EL PROYECTO	
D1. Reprocesos de actividades por falta de definición	
D2. Falta de definición de procesos para realizar actividades de manera segura. (Plan de calidad).	
D3. Comunicación poco asertiva entre el cliente y los contratistas de estructura metálica	
D4. Condiciones del terreno deficiente para la recepción, el almacenamiento, transporte de materiales y el desarrollo de las actividades	
D5. Cambios en el alcance durante el desarrollo del proyecto (alcance, objetivo, costos y entregables mal definidos).	
D6. Manejo inadecuado de la gestión de residuos en la obra (Todos los residuos generados)	
D7. No hay un procedimiento establecido para generar los balances económicos o costos reales al cierre de la obra.	
D8. Conflictos y retrasos por falta de coordinacion con todas las especialidades	

Figura 4 Ejemplo de Lecciones aprendidas en un Proyecto de estructura metálica

Una vez identificadas las dificultades se elaboró la base de datos para agrupar las tipologías de las problemáticas encontradas alrededor de los aspectos Contractuales, Técnicos, Salud Ocupacional y Seguridad Industrial, Ambientales, Administrativos y Financieros en las etapas consideradas en este estudio, es decir Diseño, Fabricación y Montaje.

Posteriormente, en Excel se genera la correspondiente espina de pescado del proyecto analizado.

A manera de ejemplo, en la Figura 5 se aprecia la espina de pescado para uno de los proyectos.

A manera de ejemplo, en la Tabla 4 se presenta la identificación de problemas, las posibles soluciones y los procesos susceptibles para la implementación de soluciones, levantadas con el grupo focal para la etapa de Diseño.

Tabla 4 Ejemplo de Levantamiento de debilidades, posibles soluciones y requerimientos para implementación de soluciones en la etapa de diseño

DC		SOLUCIÓN	REQUERIMIENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN
DC1	Deficiencias en el proceso de selección de proveedores, contratistas y subcontratistas	Con relación a los proveedores, contratistas y subcontratistas se recomienda la actualización de la hoja de vida de estos con el fin de destacar los aciertos y desaciertos durante los proyectos.	Sistematización de la hoja de vida de los proveedores, contratistas y subcontratistas, incluyendo aciertos y desaciertos en la ejecución de los proyectos, y una calificación o recomendación para futuras contrataciones.
DC2	Cambios en el alcance durante el desarrollo del proyecto (adicionales, otro sí, suprimir actividades, etc.)	Revisión en conjunto con los involucrados de las repercusiones económicas y en tiempo de las modificaciones	Implementación de reuniones, ajustes de cronograma y ajustes de la línea de producción, remitiendo las decisiones a los implicados informando nuevas fechas, documentos que deben tener confirmación de recibido por parte de los interesados.
DS1	Falta de definición de procesos para realizar actividades de manera segura (Plan de calidad)	Definición de un plan de calidad coherente con el proceso constructivo y actualización del panorama de riesgos laborales de acuerdo a las necesidades arquitectónicas y estructurales de cada proyecto	Se requiere un profesional experto en SST encargado del levantamiento de riesgos laborales y adquisición de elementos de protección personal así como también de un programa de capacitación adecuado para mitigación de riesgos o uso de EPP en caso que sea necesario, con la frecuencia dependiendo del riesgo identificado

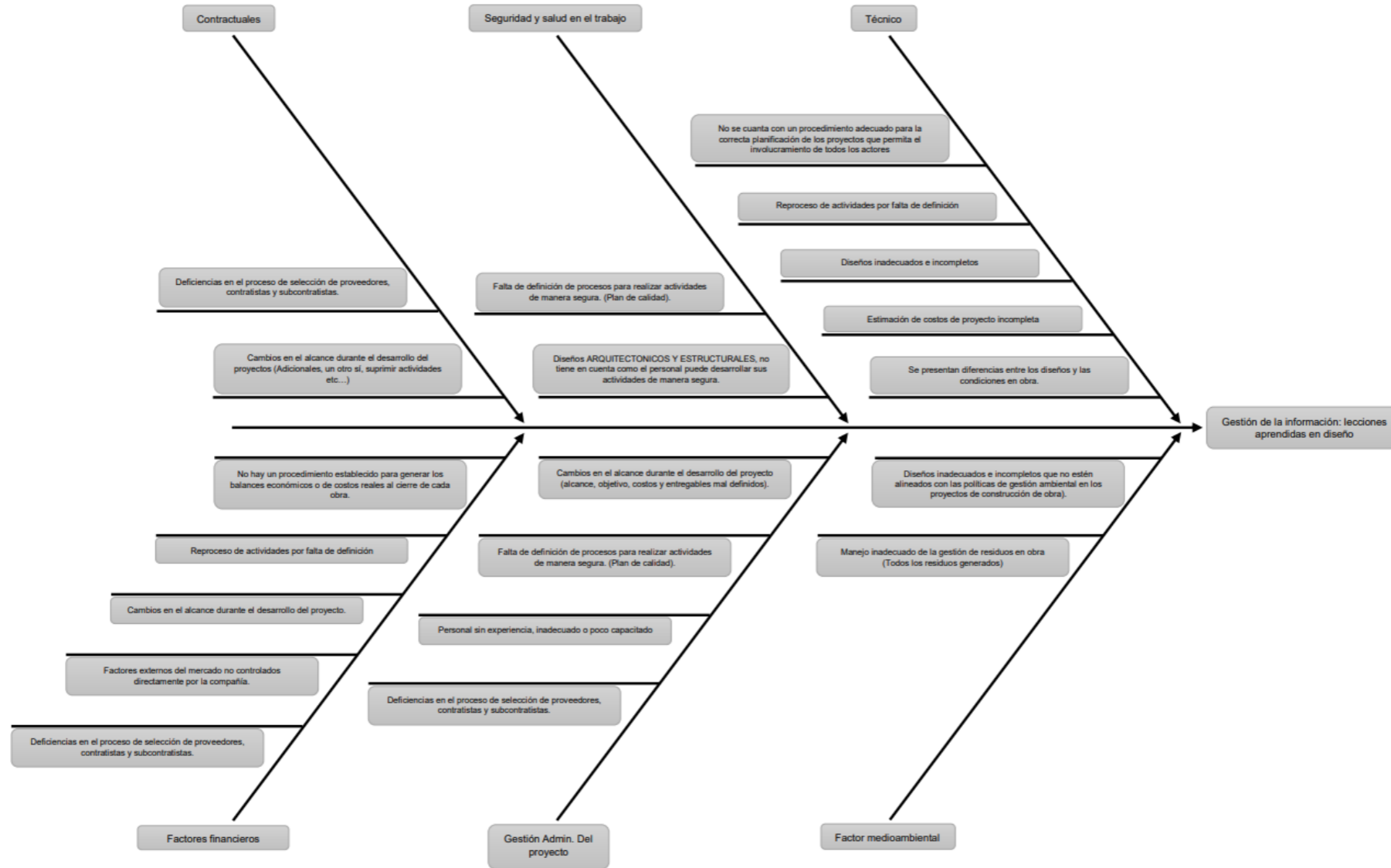
Luego, la información recopilada se categorizó en las tres fases que delimitan el marco del desarrollo de los proyectos dentro de la empresa objeto de este estudio y conforme al alcance específico de cada uno de ellos (Anexo 5), se recogen las lecciones aprendidas. Estas lecciones se estructuraron mediante diagramas de causa y efecto, también conocidos como espina de pescado o diagrama de Ishikawa. Cada diagrama se diseñó según las fases identificadas: Diseño, Fabricación y Montaje. El análisis por fase y los diagramas correspondientes a cada punto se presentan en orden a continuación.

5.1. LECCIONES APRENDIDAS EN DISEÑO:

Las lecciones aprendidas en la fase de diseño proporcionan una visión estratégica y reflexiva para contribuir en el mejoramiento de la productividad en futuros proyectos. Este análisis se fundamenta en las experiencias previas de los proyectos seleccionados para este caso de estudio y tiene como objetivo identificar patrones, oportunidades de mejora y prácticas recomendadas. De igual manera, al establecer detalladamente las causas que generan los mayores efectos o problemáticas se infieren valiosas lecciones que tienen un impacto positivo en la práctica.

Como se sintetiza en el diagrama de la fase de Diseño (Figura 6), que se presenta a continuación, el estudio de caso realizado proporciona una visión profunda y holística sobre los desafíos y las oportunidades que enfrenta esta fase en los proyectos de construcción con estructuras metálicas. Así, mediante el análisis de factores técnicos, ambientales, de seguridad y salud en el trabajo, contractual, gestión administrativa del proyecto y financieras, se delineó un marco sólido que abarca todas las dimensiones críticas en esta etapa.

Figura 6-Diagrama Diseño - Lecciones aprendidas



En concordancia con el objetivo de estudio es pertinente abordar individualmente cada uno de los factores que representan estos nichos claves representados en la figura anterior, de esta manera se inicia con el análisis del factor técnico.

5.1.1. Análisis de las lecciones aprendidas en los factores técnicos:

El factor técnico resalta su relevancia como un pilar esencial en la planificación, ejecución y el éxito general de los proyectos de construcción con estructura metálica aún más teniendo en cuenta que esta es la fase inicial y de la cual dependen las fases subsecuentes de fabricación y montaje. Estas lecciones generan también una trascendencia práctica y estratégica de valor replicable en otros proyectos de construcción. Es importante resaltar, que la claridad en los objetivos y las especificaciones técnicas permiten sustentar toda la fase de diseño, una fase crítica en la cual cada detalle que se pase por alto o sea mal interpretado genera repercusiones desfavorables en términos de costo, tiempo y calidad del producto final.

En consecuencia, el factor técnico en la fase de diseño destaca la importancia de la claridad en los objetivos, la coordinación interdisciplinaria, la adaptabilidad, la integración de tecnologías innovadoras, la evaluación de riesgos, la retroalimentación post-implementación y la gestión eficiente de documentos. Al asimilar estas lecciones, los equipos de diseño pueden potenciar su capacidad para afrontar desafíos, optimizar procesos y ofrecer resultados excepcionales en proyectos de construcción.

5.1.2. Análisis de las lecciones aprendidas en seguridad y salud en el trabajo:

De acuerdo con el análisis realizado de las lecciones aprendidas en cuanto a factores de seguridad y salud en el trabajo para la gestión de la información en proyectos de construcción, representa un tema de gran importancia en las empresas de este sector y está ligado inherentemente a la fase de

Diseño. Así se identificaron dos factores de riesgo laboral que podrían afectar a la integridad del personal involucrado en el proceso, por lo que se requiere mejorarlos para un desarrollo óptimo en proyectos de construcción con estructura metálica.

Como resultado de este estudio de caso en esta fase se aduce que las falencias en el factor de seguridad y salud en el trabajo están estrechamente relacionadas con la falta de un plan de calidad bien estructurado y ligado al diseño del proyecto, entendiendo que un plan de calidad es un conjunto de actividades planificadas y sistemáticas que se implementan en un proyecto para garantizar que los productos y/o servicios cumplan con los requisitos de calidad. Si no se definen procesos para realizar actividades de manera segura, los trabajadores pueden estar expuestos a riesgos innecesarios.

De esta manera, la carencia de un plan de calidad estructurado se traduce en la ejecución de tareas sin pautas claras de seguridad, lo que puede llegar a generar riesgos no identificados y afectar la eficiencia del proyecto. Otro aspecto destacado en el análisis es la integración insuficiente de la seguridad en los procesos existentes, un indicador de posibles deficiencias en la capacitación y la concientización del personal sobre las mejores prácticas de seguridad. Además, se observa un impacto negativo en la productividad, con posibles retrasos en el cronograma de las actividades y la generación de costos adicionales.

En segundo lugar, la falta de consideración de la seguridad en el diseño arquitectónico y estructural es una lección crítica que representa un factor de riesgo laboral importante, de tal manera que si el Diseño del proyecto no está alineado al desarrollo de las actividades del personal de manera segura, los trabajadores pueden estar expuestos a riesgos innecesarios también la ausencia de evaluaciones exhaustivas de riesgos durante la planificación del diseño de los proyectos podría exponer al

personal a peligros no identificados, resultando en condiciones de trabajo inseguras con una mayor probabilidad de que ocurran accidentes.

Por lo tanto, es importante que las empresas tomen medidas para identificar y controlar los factores de riesgo laboral y apropien como parte de su cultura organizacional la mejora en la gestión de la seguridad y salud en el trabajo en proyectos de construcción para establecer procesos detallados y seguros desde el principio, garantizando así que el diseño arquitectónico y estructural considere la seguridad del personal en todas las etapas del proyecto. Esto puede incluir la implementación de un plan de calidad, la realización de evaluaciones de riesgos laborales y la adopción de medidas de seguridad y salud en el trabajo. Es importante tener en cuenta que la integración de la seguridad en la cultura del proyecto y la formación continua es la clave para evitar riesgos, mejorar la eficiencia operativa y garantizar un entorno de trabajo seguro.

5.1.3. Análisis de las lecciones aprendidas en los factores medio ambientales:

Los factores medioambientales para la gestión de la información resaltan dos desafíos cruciales que afectan la sostenibilidad y seguridad del proyecto. En primer lugar, se observa que los diseños inadecuados e incompletos no están alineados con las políticas de gestión ambiental, esto revela una falta de integración de consideraciones ambientales desde las fases iniciales del proyecto. La complejidad y problemas de implementación que surgen de esta falta de alineación sugieren la necesidad de involucrar a expertos en gestión ambiental desde el diseño inicial.

Además, se destaca el riesgo para la sostenibilidad del proyecto y la posibilidad de incurrir en consecuencias legales y regulatorias.

En segundo lugar, el manejo inadecuado de la gestión de residuos en las obras es un factor recurrente que genera desafíos y oportunidades de mejora. De este modo la deficiencia en la

planificación de la gestión de residuos durante la fase de diseño indica la necesidad de desarrollar planes integrales que aborden la clasificación, manejo y disposición adecuados. Se destaca el impacto directo en la seguridad del personal, donde un manejo deficiente de los residuos u excedentes puede resultar en lesiones y accidentes. Además, las posibles consecuencias ambientales y legales subrayan la importancia de cumplir con regulaciones ambientales y establecer protocolos de revisión y auditorías periódicas.

Para mejorar la gestión medioambiental, es esencial abordar el manejo deficiente de residuos y ajustar los diseños. De igual manera, La integración temprana de expertos, revisiones periódicas, programas de formación y la implementación de planes integrales de gestión de residuos son fundamentales. Estas medidas no solo aseguran la alineación con políticas ambientales, sino que también contribuyen a un entorno de trabajo más seguro y sostenible a lo largo del ciclo de vida del proyecto de construcción.

5.1.4. Análisis de las lecciones aprendidas gestión administrativa:

La gestión de proyectos en la fase de diseño presenta desafíos particulares, destacando la necesidad de una administración eficiente desde el inicio para lidiar con los cambios constantes en el alcance y la falta de planes detallados para la realización de las actividades. En este análisis se abordaron las lecciones aprendidas en la gestión administrativa, centrándonos en la adaptación a cambios de alcance y la importancia de una planificación rigurosa.

Es importante resaltar que la naturaleza dinámica de los proyectos de estructuras metálicas a menudo implica cambios en el alcance, los objetivos, los entregables y la planificación de cronogramas y costos. En este sentido, es necesario establecer un sistema robusto de gestión de cambio ya que la falta de flexibilidad en este aspecto puede conducir a retrasos y sobrecostos

significativos. Por esta razón, implementar un proceso claro para evaluar, aprobar y documentar los cambios durante el desarrollo del proyecto es esencial.

De igual manera, la comunicación efectiva se erige como herramienta vital en la gestión de cambios, garantizando que las partes estén informadas sobre las modificaciones en el alcance, lo que ayuda a mantener expectativas realistas y a prevenir reprocesos. Es así como, la retroalimentación constante con los stakeholders facilita la adaptación proactiva a los cambios, minimizando posibles conflictos y asegurando la alineación con los objetivos del proyecto.

Otro aspecto a tener en cuenta en los proyectos de estructuras metálicas es la precisión en la ejecución, lo cual es esencial ya que la carencia de una planificación rigurosa puede resultar en un caos operativo. Así mismo, la gestión administrativa debe priorizar la elaboración de planes detallados que aborden cada fase del proyecto, desde la adquisición de materiales hasta la instalación final.

En consecuencia, la implementación de metodologías de gestión de proyectos, como el enfoque de la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT), puede ayudar a descomponer tareas complejas en componentes más manejables. Además, la asignación clara de responsabilidades y de recursos desde el principio del proyecto evita la improvisación y fomenta un flujo de trabajo más eficiente. Para fortalecer la gestión administrativa en proyectos de estructuras metálicas, es esencial incorporar tecnologías de colaboración y seguimiento, plataformas de gestión de proyectos y herramientas de comunicación en línea que permiten una supervisión constante y una respuesta rápida a los cambios. Cabe destacar que la capacitación del personal en estas herramientas también es crucial para maximizar su eficacia.

Además, la retrospectiva al final de cada fase del proyecto proporciona una valiosa oportunidad para identificar áreas de mejora y aplicar lecciones aprendidas a futuros proyectos. Por lo tanto, documentar estas lecciones y compartir las mejores prácticas contribuye a la creación de un conocimiento institucional que beneficia a toda la organización.

En resumen, la gestión administrativa en la fase de diseño requiere una mentalidad flexible para abordar cambios constantes en el alcance y una planificación detallada para la ejecución eficiente de las actividades. Así mismo, al aprender de experiencias pasadas y adoptar enfoques proactivos, las organizaciones pueden mejorar su capacidad para entregar proyectos exitosos en el dinámico y desafiante entorno de las estructuras metálicas.

5.2. LECCIONES APRENDIDAS EN FABRICACION:

Dentro del contexto de una empresa dedicada a la construcción de estructuras metálicas, y de acuerdo con los resultados obtenidos se presenta el análisis detallado de las lecciones aprendidas en el área de fabricación, las cuales están representadas en la () que se muestra a continuación y constituye un componente fundamental para el desarrollo de procesos eficientes y la mejora continua de la calidad del producto final. Este examen minucioso no sólo arrojó luz sobre los desafíos enfrentados en la fase de fabricación, sino que también proporciono una base sólida para la implementación de estrategias y prácticas para el fortalecimiento de la operatividad de la empresa.

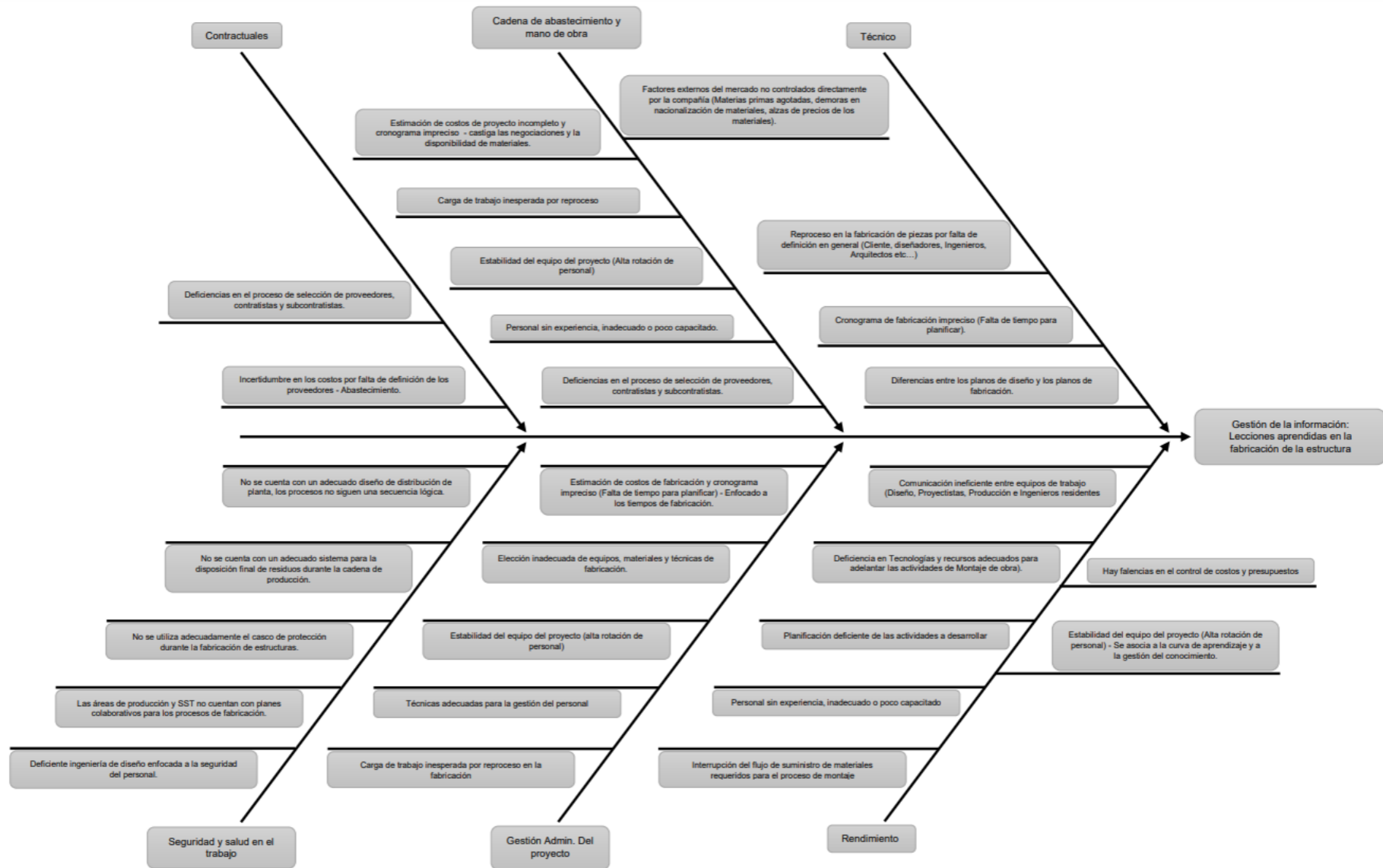
5.2.1. Análisis de las lecciones aprendidas en los factores técnicos:

Después de examinar los procesos dentro de la cadena de producción apalancados con los proyectos analizados se pudo inferir que a raíz de una comunicación fluctuante entre los actores involucrados se generan reprocesos que se ven reflejados principalmente en tiempo, costo y valor,

en la fabricación de estructuras metálicas, lo cual es consecuente en el hecho de que la optimización de los procesos es un factor relevante y para lograr esto es determinante la identificación de cuellos de botella e ineficiencias dentro de la cadena productiva, esto representa un punto clave de intervención. Así mismo, la implementación de mejoras continuas en la secuencia de producción puede contribuir en una reducción significativa de los tiempos de entrega, y a minimizar los costos operativos, consolidando así un enfoque proactivo hacia la eficiencia.

De igual manera, los protocolos de calidad para la revisión y la recepción de las materias primas claves en el proceso de producción han emergido como pilares inquebrantables en la fabricación de estructuras metálicas.

Figura 7 Diagrama Fabricación - Lecciones aprendidas



Por tal razón, establecer controles de calidad desde la recepción de los materiales hasta la inspección final se ha revelado como una estrategia efectiva para garantizar la conformidad de las estructuras con estándares y especificaciones que se ajusten a la normatividad técnica, salvaguardando la integridad del producto y la satisfacción del cliente.

En consecuencia, con lo anterior, la adopción continua de tecnologías innovadoras ha permitido mejorar la precisión, velocidad y versatilidad en los procesos de fabricación. Este enfoque no solo ha fortalecido la competitividad de la empresa, sino que también ha posicionado a la organización a la vanguardia de las mejores prácticas en esta industria.

5.2.2. Análisis de las lecciones aprendidas gestión administrativa:

El manejo eficiente del inventario se ha erigido como un componente vital para evitar problemas de escasez o exceso de materiales. Por tal razón, la implementación de sistemas de gestión de inventario eficientes ha garantizado la disponibilidad oportuna de materiales, mitigando así gastos innecesarios y optimizando la continuidad operativa, en la cadena de suministros de la compañía. En la actualidad se tienen identificadas las materias primas Pareto por consumo que son claves para el desarrollo continuo del proceso productivo, de esta manera y con una comunicación permanente con los proveedores y otros actores de la cadena, se garantiza el abastecimiento continuo de los materiales para garantizar la operación en los centros de fabricación, se implementan también metodologías de trabajo con proveedores a los cuales se les proporcionan proyecciones estimadas de consumo de los materiales y se implementan métodos como el de inventario de mercancía en consignación que se denomina como inventario del proveedor en bodega del cliente, esto con el fin de minimizar los agotados de las materias primas clave del proceso.

Por otra parte, en este estudio de caso y analizados los proyectos, se han evidenciado fallas en la gestión de la información lo cual afecta directamente la coordinación entre la planeación de la producción y las otras áreas involucradas directamente como lo son diseño e ingeniería y proyectos (montaje de estructuras). Estas fallas de coordinación podrían superarse mediante el desarrollo de planes de producción integrales, que consisten en una planificación detallada con base a la información recopilada de las diferentes áreas, la cual se compone principalmente de las sugerencias y las necesidades de los distintos actores. Lo anterior, conlleva a la coordinación efectiva entre las fases de diseño, fabricación y montaje, asegurando así la coherencia en todo el proyecto, desde la concepción hasta la ejecución.

5.2.3. Análisis de las lecciones aprendidas en seguridad y salud en el trabajo:

La fabricación de estructuras metálicas, más allá de su complejidad técnica, demanda una gestión efectiva de la seguridad y salud en el trabajo (SST) para salvaguardar la integridad de los trabajadores. En este análisis, se exploraron las lecciones aprendidas y los desafíos encontrados en los procesos de fabricación de estructuras metálicas, considerando aspectos como la distribución de planta, la disposición de los residuos, el uso de equipos de protección personal (EPP) y la integración de la ingeniería de diseño enfocada en la seguridad.

Durante la recolección de los datos se pudo inferir que actualmente se carece de un diseño de distribución de planta adecuado siendo esto un factor crítico que afecta tanto a la eficiencia de los procesos como a la seguridad de los trabajadores. De igual manera, las lecciones aprendidas subrayan la necesidad de manejar una planificación cuidadosa que garantice una secuencia lógica de procesos en la línea de producción (corte, armado, soldadura y recubrimiento de estructuras metálicas), para así minimizar los riesgos asociados con movimientos innecesarios y evitar la interferencia entre áreas de trabajo.

Una propuesta para minimizar los riesgos durante la fabricación de la estructura, consiste en implementar un diseño de distribución de planta apoyado en conceptos de ergonomía y seguridad y salud en el trabajo (SST) que facilite la fluidez de la producción y al mismo tiempo, minimice la exposición a los riesgos del personal involucrado, lo anterior debe tener una trazabilidad que permite generar ajustes de manera continuada para adaptarse a los cambios en las necesidades de la producción y mejorar aspectos relacionados con la seguridad y salud en el trabajo.

Por otra parte, la inadecuada disposición de los residuos durante la cadena de producción de estructuras metálicas representa riesgos ambientales y de salud. Por lo cual se resalta la importancia de contar con un sistema integral para la disposición final de residuos. Esto incluye una clasificación adecuada, el almacenamiento seguro y la disposición final responsable de los desechos generados en el proceso. En este sentido, se resalta la importancia de la implementación de políticas ambientales y la integración de prácticas sostenibles en la cadena de producción contribuyendo así a minimizar el impacto ambiental y al cumplimiento de las regulaciones y normativas, para lograr este objetivo la concientización y capacitación del personal son pasos cruciales que permiten asegurar la adhesión a estos protocolos.

De igual manera, el uso inadecuado de los equipos de protección personal constituye un riesgo significativo que indica la necesidad de una aplicación rigurosa de normas de seguridad que incluyan la utilización correcta de los mismos, especialmente durante la fabricación de estructuras metálicas dónde riesgos como caídas de objetos y material particulado son partes inherentes del proceso.

En consecuencia, con lo anterior, los programas de capacitación y supervisión regular son esenciales para garantizar el uso adecuado de los equipos de protección personal. Así como, la

implementación de una cultura de seguridad que promueva la responsabilidad individual y colectiva para reforzar la importancia de estos protocolos.

Por otra parte, la falta de colaboración entre las áreas de producción y SST se identifica como un obstáculo significativo para el proceso de fabricación. Las lecciones aprendidas con esta investigación resaltan la necesidad de generar planes colaborativos que integren medidas de seguridad en los procesos de fabricación desde su concepción. Es importante resaltar que una participación activa de los responsables de SST en la planificación y la toma de decisiones puede contribuir positivamente a la identificación y mitigación temprana de los riesgos.

De esta forma la comunicación efectiva y la creación de equipos multidisciplinarios en las fases de diseño, fabricación y montaje que incluyan a profesionales de SST son fundamentales para garantizar que la seguridad esté intrínsecamente incorporada en cada etapa del proceso.

5.3.LECCIONES APRENDIDAS MONTAJE

Cabe destacar que, aunque un proyecto termina cuando el producto es recibido a satisfacción por el cliente para propósitos de este estudio de caso, se aborda la última fase en esta etapa que corresponde al montaje. A continuación, se presentan los hallazgos encontrados como lecciones aprendidas durante el montaje.

5.3.1. Análisis de las lecciones aprendidas en los factores técnicos:

El proceso de montaje de estructuras metálicas implica una serie de desafíos técnicos y de gestión que requieren atención cuidadosa para garantizar el éxito del proyecto. En este análisis, se destacan varios aspectos críticos que afectan la gestión de la información y las lecciones aprendidas durante dicho proceso, el resumen se puede apreciar en la Figura 8.

De acuerdo con este estudio de caso se identificó que la deficiente planificación en la secuencia de construcción puede generar problemas significativos, una secuencia mal diseñada puede conducir a retrasos en la ejecución del proyecto, desperdicio de recursos y riesgos para la seguridad de los trabajadores. En este sentido, es esencial establecer una secuencia lógica y bien coordinada para optimizar la eficiencia y minimizar los riesgos.

Figura 8 Diagrama Montaje - Lecciones aprendidas



Así mismo, los accesos y zonas de trabajo inadecuadas, especialmente en terrenos deficientes, representan otro desafío importante para la ejecución del proyecto. La falta de accesibilidad puede dificultar el transporte de materiales y equipos, así como aumentar el riesgo de accidentes durante el montaje de las estructuras metálicas. Por lo anterior, se requiere una evaluación cuidadosa del terreno y la implementación de medidas para mejorar las condiciones de trabajo.

Otro aspecto para tener en cuenta se refiere a los constantes cambios in situ debido a la compatibilidad de la estructura con otras especialidades (Obra civil, red contra incendios, HVAC, telecomunicaciones, sistemas hidráulicos y sistemas eléctricos) lo cual puede complicar aún más el proceso. Estos cambios pueden verse reflejados en retrasos en la obra, aumentos de costos y dificultades de coordinación entre equipos y contratistas. Por este motivo, es fundamental establecer protocolos claros para la gestión de cambios y garantizar una comunicación efectiva entre todas las partes involucradas.

También se pudo evidenciar en los proyectos evaluados que la instalación deficiente de los anclajes para la estructura en general es otro factor crítico para considerar ya que los anclajes mal posicionados o defectuosos pueden comprometer la integridad estructural de la construcción, poner en riesgo la seguridad de los trabajadores y usuarios del proyecto, además de generar reprocesos en la ejecución de las labores o actividades de montaje. En razón a lo anterior, se deben seguir estrictamente los procedimientos de instalación y asegurar una supervisión adecuada para evitar problemas futuros.

Debido a lo anterior, es crucial considerar durante la ejecución del proyecto los requisitos de mantenimiento futuros para atenuar los reclamos por postventas y también proporcionar acceso seguro a áreas de difícil alcance con el ánimo de realizar actividades como los mantenimientos

locativos. La falta de planificación en este sentido puede resultar en costos adicionales y dificultades operativas a largo plazo. Por tal motivo, se deben implementar medidas proactivas para facilitar las actividades de mantenimiento y garantizar la seguridad de los trabajadores.

Otros aspectos para tener en cuenta son los conflictos y retrasos debido a la falta de coordinación e información que se debe compartir con los líderes de todas las especialidades que se nombraron anteriormente, estos errores de coordinación y gestión de la información son comunes en proyectos de esta magnitud. Por lo tanto, la coordinación efectiva entre equipos de trabajo y contratistas es esencial para minimizar los conflictos y garantizar un flujo de trabajo fluido y eficiente.

Finalmente, la falta de tiempo para planificar adecuadamente las actividades más la poca información que los diferentes actores de las otras especialidades tienen sobre la estructura metálica afectan directamente el costo y el cronograma propuesto para el desarrollo de la obra. De acuerdo con experiencias de los proyectos revisados se vuelve una necesidad imperante que en la construcción de los cronogramas de actividades se involucren a los actores principales de todas las especialidades, esto, con el fin de tener fechas realistas con los tiempos de trabajo de cada especialidad, disminuyendo así los conflictos y los cruces de actividades en aras de mantener un flujo de trabajo continuo y que genere mayor eficiencia y rendimiento para lograr un resultado que beneficie a todos los actores en términos de tiempo y costo.

En conclusión, para mejorar la gestión de la información y aplicar las lecciones aprendidas en el uso de estructuras metálicas que afectan directamente los factores técnicos en la fase montaje, es relevante abordar los aspectos mencionados anteriormente, en los cuales la planificación detallada, la coordinación eficiente y la integración con la seguridad y la calidad son aspectos que garantizan un rendimiento óptimo en el montaje de estructuras.

5.3.2. Análisis de las lecciones aprendidas en seguridad y salud en el trabajo:

El montaje de estructuras metálicas requiere una atención especial a los aspectos de seguridad y salud en el trabajo. A continuación, se examinan los principales factores identificados en este ámbito en la fase de montaje:

Es importante entonces tener en cuenta que la formación deficiente en el manejo seguro de equipos y procedimientos de trabajo por parte de los colaboradores representa un riesgo significativo. En este sentido, ellos necesitan comprender los procedimientos seguros y reconocer los riesgos potenciales asociados con el montaje de estructuras metálicas para prevenir accidentes.

Así mismo, la falta de planes para identificar y eliminar peligros potenciales, mantener las áreas de trabajo y gestionar materiales peligrosos puede exponer a los colaboradores a riesgos innecesarios. Por este motivo, es crucial establecer protocolos claros para identificar y abordar los peligros, así como para mantener limpias y seguras las áreas de trabajo.

Otro aspecto identificado se refiere a la comunicación y participación limitadas de los colaboradores en cuestiones de seguridad y salud en el trabajo, lo cual es preocupante si se tiene en cuenta que la seguridad es un factor preponderante en el desarrollo de cualquier actividad. La falta de involucramiento puede dificultar la identificación y solución de problemas de seguridad por ello. es esencial fomentar un entorno donde los colaboradores se sientan capacitados y alentados a comunicar preocupaciones y contribuir con ideas para mejorar la seguridad.

Por otra parte, los diseños inadecuados e incompletos pueden poner en riesgo la seguridad de los colaboradores durante el montaje de estructuras metálicas. En este sentido, es fundamental que los

diseños consideren cómo los colaboradores llevarán a cabo sus tareas de manera segura, garantizando la fluidez y minimizando los riesgos de accidentes.

En conclusión, la gestión efectiva de la información y las lecciones aprendidas en el montaje de estructuras metálicas desde la perspectiva de la seguridad y salud en el trabajo requiere una formación adecuada, planes de identificación y eliminación de peligros, comunicación abierta y diseños que prioricen la seguridad de los trabajadores. Al abordar estos aspectos, se puede crear un entorno de trabajo más seguro y saludable para todos los involucrados en el proceso de montaje de estructuras metálicas.

5.3.3. Factores de rendimiento:

La gestión eficiente del montaje de estructuras metálicas se basa en un conjunto de factores críticos que influyen directamente en el rendimiento del proceso. Por lo tanto, destacar la importancia de estos aspectos es esencial para optimizar la ejecución y asegurar el éxito del proyecto.

De acuerdo con lo anterior y con los proyectos evaluados en el anexo 2 se ha identificado que la comunicación ineficiente entre equipos de trabajo constituye un factor clave ya que la falta de coordinación y transmisión de información entre los actores involucrados, como el equipo de diseño, los proyectistas, la producción y los ingenieros residentes de obra, puede desencadenar errores, malentendidos y retrasos considerables en la ejecución del proyecto.

Otro factor determinante es la deficiencia en tecnologías y recursos adecuados, es así como la falta de herramientas modernas y equipos especializados puede ralentizar el ritmo de trabajo y dificultar la ejecución eficiente de las tareas de montaje.

Así mismo, la planificación deficiente de las actividades a desarrollar también representa un obstáculo significativo, ya que un plan de trabajo detallado y bien estructurado, que contemple todas las etapas del montaje y cuente con una correcta asignación de los tiempos y recursos, es esencial para mantener la eficiencia y evitar retrasos innecesarios.

También se ha podido identificar que la presencia de personal sin experiencia, inadecuado o poco capacitado puede impactar negativamente en el rendimiento del montaje. Por lo tanto, contar con un equipo competente y bien capacitado es fundamental para garantizar la ejecución eficiente y segura de las tareas asignadas.

Por otra parte, se pudo identificar que las interrupciones en el flujo de suministro de materiales pueden ocasionar retrasos significativos en el proceso de montaje, por ello establecer una gestión de inventario eficiente y mantener una comunicación constante con los proveedores son medidas cruciales para evitar interrupciones en el suministro y mantener el flujo de trabajo constante.

De igual manera, la correcta gestión de costos y presupuestos es un elemento fundamental para mantener la viabilidad financiera del proyecto. Un seguimiento detallado de los costos y la implementación de medidas correctivas oportunas son esenciales para evitar desviaciones presupuestarias y excesos de gastos.

Otro aspecto que juega un papel crucial es la estabilidad del equipo del proyecto, en relación con la rotación del personal ya que incide directamente en el rendimiento del montaje. La retención del personal clave y la transferencia efectiva de conocimientos dentro del equipo son estrategias importantes para mitigar los impactos negativos de la alta rotación del personal.

Por último, las diferencias entre los diseños y las condiciones reales de montaje pueden generar problemas y retrasos significativos en el proceso. Es esencial adaptar los diseños según las condiciones específicas del sitio y realizar revisiones detalladas para garantizar la coherencia y viabilidad del montaje.

En resumen, la gestión eficiente del montaje de estructuras metálicas requiere abordar estos aspectos de manera integral y proactiva. Al priorizar la comunicación efectiva, el uso adecuado de los recursos, una planificación rigurosa, la capacitación del personal, la gestión de suministros y costos, la estabilidad del equipo y la coherencia entre los diseños y las condiciones de montaje, de tal manera que se pueda garantizar un rendimiento óptimo y la culminación exitosa del proyecto.

También es importante tener en cuenta que en la fase de montaje están involucrados de manera inherente aspectos relacionados con la gestión administrativa del proyecto dado que al ser una cadena secuencial el producto final depende de las decisiones anteriores y de acuerdo con la revisión detallada de los proyectos evaluados si no se tiene una correcta planificación de las actividades concebidas desde el inicio con dificultad se logrará una fase de montaje sin contratiempos. Al final se hace evidente que sin una adecuada gestión de la información y sin la toma de acciones tendientes a la mejora continua de la gestión administrativa los procesos de montaje serán reactivos, generarán complicaciones y retrasos significativos, riesgos de incidentes, desviaciones financieras significativas, presión adicional sobre el equipo de trabajo y se puede ver comprometida la calidad y seguridad del trabajo realizado.

6. FORMULACIÓN DE ESTRATEGIAS PARA LA GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN CON ESTRUCTURAS METALICAS

Definidas las lecciones aprendidas en el capítulo anterior, se prosigue a lo largo de esta sección a presentar las estrategias para “la gestión de la información en el uso de estructura metálica en proyectos de construcción”. Estas estrategias finalmente se agruparon en una hoja de ruta de tal forma que se permita mediante un paso a paso y en secuencia lógica emplearlas de manera general para abordar cualquier problemática relacionada al desarrollo de un proyecto de construcción.

Se destaca también en esta sección que para gestionar la información de manera pertinente en los proyectos de construcción con estructuras metálicas esta intrínsecamente ligado a desarrollar un sistema de gestión de proyectos de acuerdo con las necesidades de la organización. Por lo tanto, en este punto es fundamental tener en cuenta que cada organización independientemente del sector industrial al que pertenezca tiene sus propias particularidades y con base a ello se debe estructurar la gestión del proyecto. Implementar un sistema de gestión del proyecto efectivo para lograr el objetivo de la organización debe tener como pilar fundamental entender la psicología de la compañía en todos sus actores.

Para apalancar este proceso se recomienda el apoyo con herramientas tecnológicas útiles para el manejo de la información en línea y en tiempo real como por ejemplo los sistemas integrados de información (ERP), los cuales se pueden asociar también a los sistemas de Gestión de Proyectos para generar un tipo de sistema colaborativo para el manejo de la información lo cual puede contribuir positivamente en la gestión de la información en los proyectos. Es importante tener en cuenta también que desarrollar un sistema de gestión de proyectos que se ajuste a las necesidades

específicas de una organización en el contexto de proyectos de construcción que emplean estructuras metálicas requiere un enfoque estratégico y orientado a resultados.

6.1. ESTRATEGIAS DE LA HOJA DE RUTA PARA EL MANEJO DE LA INFORMACIÓN

Por lo expuesto anteriormente, y para determinar los puntos principales que componen la hoja de ruta, se tuvieron en cuenta las siguientes estrategias;

- A. **Análisis de requisitos y necesidades:** Realiza un análisis exhaustivo de los requisitos y necesidades de gestión de proyectos de la organización, centrándose especialmente en los aspectos relacionados con la gestión de la información en proyectos de construcción con estructuras metálicas, para poder identificar las áreas clave que necesitan ser mejoradas o fortalecidas.

- B. **Definir objetivos claros:** Es fundamental poder establecer objetivos claros y específicos para el sistema de gestión de proyectos y principalmente para la gestión de la información. Estos objetivos deben ser consistentes con la visión y la estrategia organizacional, y deben abordar las necesidades identificadas durante el análisis de requisitos. De acuerdo con lo analizado en este estudio de caso de investigación, se hace relevante la inclusión de tácticas, mecanismos e instrumentos que permitan medir de manera concreta el cumplimiento de los objetivos formulados para la gestión de un proyecto de construcción, de tal manera que se pueda establecer con claridad y con cifras si se está cerca a la meta de cumplimiento o no con respecto a cada rubro o fase del proyecto. A continuación, se presentan algunos que pueden ser útiles

- **Fijar los objetivos:** Desde el inicio del proyecto, es crucial establecer objetivos claros y medibles en términos de gestión de la información. Estos objetivos deben ser específicos, alcanzables, relevantes y estar acotados en el tiempo (SMART, por sus siglas en inglés).
- **Precisar los indicadores clave de desempeño (KPI):** Ayuda a identificar los KPIs relevantes que permitan medir el desempeño y el cumplimiento de los objetivos de gestión de la información. Estos pueden incluir la precisión de la documentación, la eficiencia en la comunicación, la disponibilidad de la información, entre otros.
- **Implementar herramientas de seguimiento y monitoreo:** Por medio de herramientas y sistemas de seguimiento permiten monitorear el progreso del proyecto en tiempo real. Estas herramientas pueden incluir software de gestión de proyectos, sistemas de control de versiones, tableros de control y otros recursos tecnológicos.
- **Revisiones periódicas y reportes de avance:** Es importante mantener un programa de revisiones periódicas del progreso del proyecto y generar reportes de avance que incluyan información sobre el cumplimiento de los objetivos de gestión de la información. Estos reportes deben ser claros, concisos y proporcionar datos relevantes para la toma de decisiones.
- **Evaluación de riesgos y desviaciones:** Permite identificar posibles riesgos y desviaciones que puedan afectar el cumplimiento de los objetivos de gestión de la información. Además, contribuye a desarrollar planes de contingencia y

acciones correctivas para abordar estos riesgos y minimizar su impacto en el proyecto.

- **Retroalimentación y mejora continua:** Las retroalimentaciones regulares con los miembros del equipo y de las partes interesadas para identificar las áreas de mejora en la gestión de la información son de relevancia para el cumplimiento de los objetivos de mejora continua. Utilizar estas retroalimentaciones para realizar ajustes y optimizar los procesos a lo largo del proyecto son clave para el cumplimiento de los objetivos de mejora trazados.
- **Auditorías internas y externas:** Las auditorías internas y externas periódicas para evaluar el cumplimiento de los objetivos de gestión de la información son importantes sobre todo para garantizar el cumplimiento de los estándares y las regulaciones pertinentes.

Por lo expresado anteriormente, al implementar estas tácticas, mecanismos e instrumentos, se puede contribuir a verificar de manera efectiva el cumplimiento de los objetivos de gestión de la información en los proyectos de construcción que emplean estructuras metálicas, lo que permitirá la identificación de áreas de mejora y asegurar el éxito del proyecto.

- C. **Selección de las herramientas y tecnologías adecuadas:** En un proceso de esta índole se hace imperativo investigar y seleccionar las herramientas y tecnologías que mejor se adapten a las necesidades de la organización y a las características específicas de los proyectos de construcción con estructuras metálicas. Esto puede incluir software

de gestión de proyectos, herramientas de colaboración en línea, sistemas de gestión documental, entre otros.

Así mismo, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) ofrecen diversas tácticas, mecanismos e instrumentos para recopilar información y modelar proyectos de construcción que emplean estructuras metálicas. Estas pueden adaptarse a las necesidades específicas de la organización y mejorar la gestión de la información en proyectos de construcción. A continuación, se presentan algunos de los más relevantes:

- **Análisis de softwares:** En la actualidad en los proyectos de construcción El BIM es una metodología que ha tomado relevancia para la ejecución de proyectos y emplea softwares especializados para crear modelos digitales tridimensionales de edificios y estructuras. Estos modelos contienen información detallada sobre la estructura metálica, lo que facilita la planificación, el diseño, la coordinación y la visualización del proyecto – (Revisar si aquí va lo del VM)
- **Herramientas Tecnológicas para levantamientos y reconocimientos en sitio:** En la actualidad ha cobrado relevancia el uso de escáneres láser y drones para recopilar datos precisos sobre el sitio de construcción y la estructura existente. Esto proporciona una base precisa para el modelado del proyecto y ayuda a identificar posibles desafíos y restricciones en la etapa de diseño.
- **Plataformas de colaboración en la nube:** Las plataformas en la nube facilitan la colaboración y el intercambio de información entre los miembros del equipo del proyecto, incluso si están trabajando en ubicaciones geográficamente

dispersas. Estas plataformas permiten compartir documentos, planos, modelos (Archivos IFC) y otras informaciones de manera centralizada y en tiempo real.

- **Aplicaciones móviles y herramientas de gestión de campo:** Actualmente las aplicaciones móviles y las herramientas de gestión de campo permiten a los equipos de construcción acceder a la información del proyecto desde cualquier lugar y en cualquier momento. Estas herramientas pueden incluir software para la gestión de tareas, inspecciones de calidad, reportes de avance y comunicación en tiempo real.
- **Uso de realidad aumentada y realidad virtual:** Con los avances tecnológicos actuales una táctica que puede cobrar relevancia es la referente al uso de la realidad aumentada y la realidad virtual las cuales pueden utilizarse para visualizar y simular el proyecto antes de que se inicie su etapa de construcción y durante el desarrollo de este. Estas tecnologías permiten también a los equipos explorar y evaluar el diseño de la estructura metálica de manera interactiva, identificando posibles mejoras y optimizaciones.

Finalmente, las organizaciones pueden aprovechar al máximo las TIC para recopilar información y modelar proyectos de construcción que emplean estructuras metálicas. Es importante integrar a los sistemas de gestión de proyectos, metodologías como el BIM, la gestión documental y otras herramientas TIC para garantizar la coherencia y la eficiencia en la gestión de la información. Esto implica establecer flujos de trabajo claros y automatizar la transferencia de datos entre los diferentes sistemas.

D. Adaptar las herramientas seleccionadas a las necesidades de la organización: Esta estrategia ayuda a personalizar y configurar las herramientas y tecnologías seleccionadas para que se ajusten a los procesos y flujos de trabajo específicos de la organización y de los proyectos de construcción, permitiendo adaptar el sistema a las preferencias y requerimientos del equipo del proyecto. En los proyectos de construcción con estructuras metálicas no es ajeno el uso de las nuevas tecnologías que vayan a la vanguardia de los adelantos actuales, como la IA, la Internet de las cosas etc., que permitan ser más eficientes y generar un manejo de la información en línea y en tiempo real.

En consecuencia es importante llevar un orden en la implementación de las tecnologías y tener en cuenta siempre puntos clave como la investigación sobre nuevas tecnologías, para poder entender sobre el uso y las aplicaciones de las mismas, preparar o capacitar el personal en nuevas tecnologías y finalmente poder aplicarlas en el proceso según su pertinencia, esto entendiendo que si bien el desarrollo de un proyecto tiene unos parámetros y lineamientos básicos, cada proyecto en sí tiene sus propias necesidades y particularidades.

Así mismo, en los proyectos de construcción, y de acuerdo con el resultado de este estudio de caso, más el barrido bibliográfico que se realizó se puede inferir que es común el uso de herramientas tecnológicas como Revit, Project, Tekla, Edificar y los sistemas integrados de información ERP, como SIESA ENTERPRISE, SAP y ORACLE entre otros; los cuales permiten integrar la información en toda la cadena que compone el desarrollo de los proyectos de construcción.

De igual modo, la implementación de nuevas tecnologías en la gestión de la información en proyectos de construcción que emplean estructuras metálicas puede mejorar la eficiencia, la precisión y la seguridad en todas las etapas del proyecto. A continuación, se presentan algunas tácticas, mecanismos e instrumentos para llevar a cabo esta implementación de una manera más efectiva:

- **Investigación y evaluación de tecnologías:** En primer lugar, es importante realizar una investigación exhaustiva para identificar las tecnologías más adecuadas que se puedan adaptar al proyecto de construcción. De igual manera, se deben evaluar las soluciones disponibles en el mercado y considerar aspectos relevantes como la escalabilidad, la interoperabilidad, la facilidad de uso y el costo principalmente.
- **Desarrollo de un plan de implementación:** Un aspecto fundamental es la creación de un plan detallado para la implementación de las nuevas tecnologías que establezca los objetivos de la implementación, los recursos necesarios, los plazos y las responsabilidades en todas las fases del proceso. De igual manera se debe dividir el proceso de implementación en fases claras y establecer hitos para medir el progreso con el cumplimiento de los objetivos trazados.
- **Integración de los sistemas de información:** Es importante comprender las ventajas y los beneficios que conllevan integrar las nuevas tecnologías de gestión de la información con los sistemas existentes de la empresa, como software de diseño, gestión de proyectos y contabilidad. Esto facilitará la transferencia de los datos y la colaboración entre diferentes equipos de trabajo y departamentos de la compañía.

- **Colaboración en línea:** Actualmente, las plataformas permiten a los equipos de trabajo compartir documentos, planos, modelos virtuales y otra información centralizada y en tiempo real. Lo cual, facilitará la comunicación y la coordinación entre los miembros del equipo, incluso si están trabajando en ubicaciones remotas.
- **Manejo seguro de la información:** Es importante en cualquier caso implementar medidas de seguridad robustas para proteger los datos confidenciales del proyecto, como el cifrado de datos, la autenticación de usuarios y el monitoreo de la actividad del sistema. De igual manera, se deben cumplir con las regulaciones y normativas de privacidad de datos aplicables.

Por lo descrito anteriormente, al implementar estas tácticas, mecanismos e instrumentos, se puede aprovechar al máximo las nuevas tecnologías en la gestión de la información en proyectos de construcción que emplean estructuras metálicas, mejorando la eficiencia operativa y reduciendo los riesgos asociados con errores y reproceso.

E. **Formación y preparación del talento humano:** Una estrategia fundamental es conseguir formar y preparar el personal de las organizaciones para que este cuente con las competencias técnicas requeridas para adaptarse a los cambios y a las mejoras continuas, además de que estén capacitados en el uso de herramientas y sistemas de gestión.

La formación y preparación del talento humano en la gestión de la información en proyectos de construcción que emplean estructuras metálicas es crucial para garantizar

el éxito y la eficiencia del proyecto. A continuación, se presentan algunas tácticas, mecanismos e instrumentos que las organizaciones pueden emplear para este fin:

- **Identificación de necesidades de formación:** Realiza una evaluación de las habilidades y competencias actuales del personal en gestión de la información y determina las brechas de conocimiento y habilidades que deben ser abordadas.
- **Desarrollo de programas de formación:** Diseña programas de formación adaptados a las necesidades específicas de la organización y del proyecto. Estos programas pueden incluir cursos presenciales, seminarios, talleres, sesiones de capacitación en línea y otras actividades de aprendizaje.
- **Enfoque en herramientas y tecnologías relevantes:** Proporciona formación en herramientas y tecnologías específicas utilizadas en la gestión de la información en proyectos de construcción con estructuras metálicas, como software que implementen metodologías BIM, sistemas de gestión documental y herramientas de colaboración en línea, etc.
- **Formación en estándares y buenas prácticas:** Capacita al personal en los estándares y las mejores prácticas de la industria relacionados con la gestión de la información en proyectos de construcción. Esto puede incluir estándares, normas de gestión documental, regulaciones de privacidad de datos, entre otros.
- **Aprendizaje práctico y activo:** Incorpora actividades prácticas y experiencias de aprendizaje en el programa de formación. Esto puede incluir proyectos

prácticos, simulaciones de situaciones reales, estudios de caso y ejercicios de resolución de problemas.

- **Mentoría y tutoría:** Establece programas de mentoría y tutoría donde los empleados más experimentados comparten su conocimiento y experiencia con quienes se están formando en gestión de información en proyectos de construcción, permitiendo la transmisión del conocimiento en la compañía.
- **Evaluación y retroalimentación:** Realiza evaluaciones periódicas para medir el progreso y la efectividad de los programas de formación. Proporciona retroalimentación a los empleados sobre su desempeño y brinda oportunidades para la mejora continua.
- **Certificaciones y acreditaciones:** Incentiva la obtención de certificaciones y acreditaciones relevantes en gestión de la información y tecnologías específicas utilizadas en proyectos de construcción con estructuras metálicas. Esto puede ayudar a validar y reconocer el nivel de habilidades y conocimientos del personal.

Al emplear estas tácticas, mecanismos e instrumentos, las organizaciones pueden preparar y fortalecer el talento humano en la gestión de la información en proyectos de construcción, lo que contribuirá a mejorar la eficiencia, la calidad y el éxito general de los proyectos.

- F. **Establecer procesos y procedimientos:** Es imperativo definir y documentar procesos y procedimientos claros para la gestión de la información en proyectos de construcción con estructuras metálicas. Estos procesos deben abordar aspectos como la creación, el

almacenamiento, la distribución, revisión y actualización de la información del proyecto. A continuación, se presentan algunas tácticas, mecanismos e instrumentos para desarrollar este punto de una manera más efectiva:

- **Establecer estándares de documentación:** Esta táctica define estándares claros para la documentación de la información en proyectos de construcción con estructuras metálicas. Estos estándares deben abordar qué información se debe documentar, el formato que se debe utilizar, los criterios de calidad y cualquier otro requisito relevante.
- **Documentar la información:** Esta táctica consiste básicamente en contar con la información disponible de las diferentes fases del proyecto en una base de datos de fácil accesibilidad para todos los actores involucrados, permitiendo de esta manera mejorar el flujo de la información y además que cada uno de los actores esté contextualizado acerca de las realidades de cada proyecto durante su ejecución. Para ello es posible el uso de herramientas de almacenamiento de datos e información como; Drive, DropBox, Microsoft etc. que permiten almacenar información en línea. En razón a lo anterior, documentar la información de manera efectiva es crucial para la gestión de proyectos de construcción que emplean estructuras metálicas.
- **Identificar los tipos de documentos necesarios:** Permite reconocer los diferentes tipos de documentos que se necesitan para el proyecto, como planos arquitectónicos, especificaciones técnicas, listas de materiales, informes de inspección, entre otros. Adicionalmente, esto ayuda a establecer quién será el responsable de crear, revisar, aprobar y mantener cada tipo de documento.

- **Herramientas de gestión documental:** Este tipo de instrumento de gestión documental facilita la creación, organización, almacenamiento y acceso a la documentación del proyecto. Estas herramientas pueden incluir sistemas de gestión de documentos en línea, repositorios digitales y software de colaboración.
- **Establecer un sistema para el control de versiones:** Implementa un sistema de versionado para controlar las diferentes versiones de los documentos a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Asegurándose de que sea claro con las diferentes versiones de los documentos y de que se registren los cambios realizados.
- **Definir procedimientos de revisión y aprobación:** Esto permite establecer procedimientos claros para la revisión y la aprobación de los documentos del proyecto. Así como, definir quiénes son los responsables de revisar y aprobar cada documento, teniendo en cuenta los plazos y los criterios para la revisión.
- **Organizar la documentación de manera lógica y coherente:** Utiliza una estructura de carpetas o etiquetas clara y consistente que refleje la estructura del proyecto y que permita acceder rápidamente a la información relevante. Organizar la documentación de manera lógica y coherente facilitará su búsqueda y recuperación.
- **Incluir filtros y etiquetas relevantes:** Agregar etiquetas relevantes a los paquetes de datos para facilitar su búsqueda y clasificación. Estas etiquetas pueden incluir información como el nombre del autor, la fecha de creación, la

descripción del contenido y las palabras clave relacionadas con el contenido del documento.

- **Garantizar la seguridad y la confidencialidad:** Es relevante para implementar medidas de seguridad adecuadas en aras de proteger la confidencialidad y la integridad de la información documentada. Para lograrlo, se emplean controles de acceso, cifrado de datos y otras técnicas de seguridad que protegen la información sensible contra accesos no autorizados.
- **Facilitar el acceso y la distribución de la documentación:** Esta táctica asegura en un alto grado que el equipo del proyecto y otras partes interesadas tengan acceso fácil y seguro a la documentación relevante del proyecto. Utiliza herramientas de colaboración en línea y establece procedimientos para la distribución eficiente de la información.
- **Monitoreo y mejora continua:** Establece mecanismos de monitoreo y evaluación para medir el desempeño del sistema de gestión de proyectos en cuanto a la gestión de la información para recibir retroalimentación del equipo de trabajo y de las partes interesadas, para utilizar esta información para mejorar y optimizar el sistema en el tiempo.

En resumen, al implementar algunas de estas tácticas, mecanismos e instrumentos, se podrá documentar la información de manera efectiva en proyectos de construcción que emplean estructuras metálicas, lo que contribuirá a mejorar la comunicación, la transparencia y la eficiencia en la gestión del proyecto.

G. Implementación gradual y pilotos: Esta estrategia permite implementar el sistema de gestión de proyectos de manera gradual, comenzando con proyectos piloto o áreas específicas de la organización lo cual permite identificar posibles problemas y realizar ajustes antes de implementar el sistema a gran escala, de acuerdo con la experiencia en campo se sugiere realizar pilotos o prototipos sencillos de evaluar y de bajo costo ya que la finalidad es poder recopilar la opinión de los involucrados en el equipo de trabajo tendiente a plantear mejoras en el proceso que se deseen implementar. A continuación, se presentan algunas tácticas, mecanismos e instrumentos para llevar a cabo esta implementación de una manera más efectiva:

- **Desarrollar Canales de comunicación:** Esta táctica se refiere a la comunicación y colaboración permanentes entre los actores involucrados en los proyectos por medio de actividades como reuniones diarias, charlas cortas de 5 min, preStar, comités, teniendo de esta manera canales de comunicación claros y efectivos con todos los miembros del proyecto. De igual manera, empleando herramientas tecnológicas como Microsoft teams, Google Meet, etc. y herramientas visuales.
- **Establecer estándares claros para la comunicación:** Define estándares claros para una comunicación asertiva en proyectos de construcción con estructuras metálicas. Estos estándares deben abordar qué información se debe documentar, el formato que se debe utilizar, los criterios de calidad y cualquier otro requisito relevante.
- **Utilizar herramientas de gestión documental:** Implementa herramientas de gestión documental que faciliten la creación, organización, almacenamiento y

acceso a la documentación del proyecto. Estas herramientas pueden incluir sistemas de gestión de documentos en línea, repositorios digitales y software de colaboración.

- **Definir procedimientos de revisión y aprobación:** Es importante para poder establecer procedimientos claros para la revisión y la aprobación de los documentos del proyecto. Además, permite definir quiénes son los responsables de revisar y aprobar cada documento, así como los plazos y los criterios de revisión.
- **Garantizar la seguridad y la confidencialidad:** Es relevante en el sentido de implementar medidas de seguridad adecuadas para proteger la confidencialidad y la integridad de la información documentada, para este efecto se pueden emplear controles de acceso, cifrado de datos y otras técnicas de seguridad que permiten proteger la información sensible contra accesos no autorizados.

Por medio de estas tácticas, mecanismos e instrumentos, se puede apalancar la implementación gradual y afianzar los canales de comunicación de manera efectiva en proyectos de construcción que emplean estructuras metálicas, lo que contribuirá a mejorar la comunicación, la transparencia y la eficiencia en la implementación y gestión de la información.

H. Metodología para el control y la generación de cambios: El objetivo principal de esta estrategia es establecer un sistema que permita controlar las modificaciones en las

diferentes fases del proyecto de tal manera que la documentación sea clara y detallada para evaluar su impacto en el cronograma de actividades y en el presupuesto.

El control y la generación de cambios en proyectos de construcción son aspectos críticos para la gestión eficaz del proyecto. A continuación, se enuncian varias tácticas, mecanismos e instrumentos que pueden ser útiles para este propósito:

- **Proceso formal de gestión de cambios:** Es importante establecer un proceso formal y estructurado para la gestión de cambios. Este proceso incluye la identificación, evaluación, aprobación, implementación y seguimiento de los cambios propuestos en el proyecto.
- **Sistema de documentación para el control de los cambios:** Es de gran interés y relevancia poder utilizar un sistema de documentación robusto que permita registrar todos los cambios propuestos, incluyendo la justificación para el cambio, el impacto previsto en el proyecto y la decisión tomada respecto al cambio en aras de poder tomar decisiones que beneficien los aspectos relacionados con el desarrollo del proyecto.
- **Evaluación del impacto de los cambios:** Es pertinente realizar una evaluación completa del impacto de los cambios propuestos en términos de alcance, cronograma, presupuesto, calidad y riesgos del proyecto. Esto implica analizar cuidadosamente cómo cada cambio afectará a otros aspectos para poder tomar las medidas pertinentes.
- **Priorización de cambios:** Clasificar los cambios de acuerdo con su nivel de prioridad y su impacto en el proyecto. Esto ayuda a enfocar los recursos y la

atención en los cambios que tienen el mayor impacto en el éxito del proyecto y en la satisfacción del cliente.

- **Revisión por parte del comité de cambios:** Establecer un comité de cambios compuesto por representantes clave del proyecto que revisen y aprueben los cambios propuestos. Este comité puede evaluar el impacto de los cambios y tomar decisiones informadas sobre si deben ser implementados o no.
- **Seguimiento y control continuo:** Una táctica importante es la de realizar un seguimiento continuo de los cambios a lo largo del proyecto para asegurarse de que se implementen según lo planeado, este seguimiento se puede apalancar del uso de elementos documentales como fotografías, soportes de texto y otros registros que contribuyan a mitigar el surgimiento de nuevas dificultades o novedades como resultado de los cambios realizados.
- **Aprendizaje y mejora continua:** En aras de aprender de la experiencia e identificar áreas de mejora es importante revisar el proceso de gestión de cambios al final de cada proyecto. Esto garantiza que el proceso sea cada vez más eficiente y efectivo en el desarrollo de proyectos futuros.
- **Utilización de metodologías ágiles:** En algunos casos, adoptar metodologías ágiles de gestión de proyectos puede facilitar la incorporación de cambios y adaptaciones en el proceso de construcción de estructuras metálicas. Estas metodologías permiten una mayor flexibilidad y capacidad de respuesta a medida que surgen nuevas necesidades y requisitos. En la actualidad unas de las metodologías más empleadas son el Scrum y el Kanban

En resumen, las metodologías de documentación y control de cambios permiten mediante lecciones aprendidas corregir y apropiar ciertos aspectos que pueden inferir tanto de manera positiva como negativa en el desarrollo de las fases del proyecto, entendiendo que todo lo referenciado hace parte de un proceso de mejora continua para llevar con éxito el desarrollo de los proyectos.

6.2. PROPUESTA DE PLAN DE ACCIÓN

La implementación de las estrategias depende del análisis de necesidades de cada empresa. Para este caso de estudio, en el Anexo 6 se aprecian las posibles soluciones a cada una de las problemáticas identificadas en los proyectos. A manera de ejemplo, para la fase de diseño.

- DC1.
 - Problemática identificada con relación a contratación. Deficiencias en el proceso de selección de proveedores, contratistas y subcontratistas
 - Solución: Con relación a los proveedores, contratistas y subcontratistas se recomienda la actualización de la hoja de vida de estos con el fin de destacar los aciertos y desaciertos durante los proyectos.
 - Requerimientos: Sistematización de la hoja de vida de los proveedores, contratistas y subcontratistas, incluyendo aciertos y desaciertos en la ejecución de los proyectos, y una calificación o recomendación para futuras contrataciones.
- DC2.
 - Problemática identificada con relación a contratación. Cambios en el alcance durante el desarrollo del proyecto (adicionales, otro sí, suprimir actividades, etc.)

- Solución: Revisión en conjunto con los involucrados de las repercusiones económicas y en tiempo de las modificaciones.
- Requerimientos: Implementación de reuniones, ajustes de cronograma y ajustes de la línea de producción, remitiendo las decisiones a los implicados informando nuevas fechas, documentos que deben tener confirmación de recibido por parte de los interesados.

Por lo anterior, se propone un plan de acción genérico, que debe ajustarse a las condiciones de productividad y a la capacidad organizacional de la misma. Una vez definido el plan de acción, para la retroalimentación de cada una de las estrategias, en caso que sea viable, se puede hacer uso de la técnica de análisis CATWOE de Checkland (1988) (Checkland, 2000) considerando los siguientes aspectos:

- Cliente: Como usuario final de la obra, bien o servicio puede calificar objetivamente
- Actor: Cada responsable de la cadena de producción en cada etapa del proyecto.
- Transformación: Las expectativas del cliente y la capacidad de producción del constructor deben materializar el bien o servicio esperado por el usuario mediante un adecuado canal de comunicación entre las partes involucradas justamente en el proceso productivo.
- Visión del Mundo: Adecuada implementación del sistema de documentación.
- Visión de la Empresa: Se busca satisfacer que las estrategias de gestión de la información en el uso de estructura metálica en proyectos de construcción industrial aporten para el funcionamiento y la toma de decisiones en una empresa dedicada a este sector productivo

- Implicaciones Ambientales: La retroalimentación de cada proyecto coadyuva a mejorar los procesos de mejora continua.

Tabla 5 Plan de acción para implementación de estrategias

Estrategia	Objetivo	Descriptor (por qué?)	Mejoramiento (para qué?)	Temporalidad (cuándo?)	Acciones de avance (indicador)	Recursos	Responsable (quién?)
Analizar requisitos y necesidades de gestión de proyectos de la organización	Identificar las áreas claves que necesitan ser mejoradas o fortalecidas	Reconocimiento de las problemáticas recurrentes en lo relacionado a gestión de información	La búsqueda de soluciones a las áreas de interés de la organización	Inmediato	Número de necesidades identificadas, Número de soluciones implementadas	Grupo operativo	Ingeniero Residente, Gerente
Definir objetivos claros	Establecer objetivos claros y específicos para el sistema de gestión de proyectos y gestión de la información	La organización debe definir su interés principal para orientar sus recursos hacia el logro de las metas	Se establecerán objetivos claros para el manejo de información, precisando indicadores de desempeño con herramientas de seguimiento y monitoreo empleadas en revisiones periódicas. Se realizarán evaluaciones de riesgos y desviaciones del proyecto y se retroalimentará al equipo de trabajo estableciendo una pirámide organizacional para la transferencia de la información. Así mismo, se procederá a la implementación de auditorías externas e internas.	La periodicidad depende de la duración del proyecto, planteándose como mínimo una revisión semanal y para proyectos con duración de más de 6 meses una auditoría cada 3 meses.	Número de auditorías, Número de reuniones	Reuniones periódicas en obra y en oficina, generación de videos cortos con información	Ingeniero de obra, Gerente

Seleccionar las herramientas tecnológicas adecuadas	Seleccionar las herramientas y tecnologías que mejor se adapten a las necesidades de la organización y a las características específicas de los proyectos de construcción con estructuras metálicas	En la actualidad hay variedad de software para gestión de proyectos, herramientas de colaboración en línea, sistemas de gestión documental y tecnología para gestión de la información	La diversidad de software, herramienta tecnológica, plataformas de colaboración en la nube, aplicaciones móviles, uso de realidad aumentada, entre otros, exige un reconocimiento de inventarios, ventajas y desventajas para una adecuada selección.	Corto plazo	Levantamiento de inventario de software, herramientas computacionales		
Adaptar las herramientas seleccionadas a las necesidades de la organización	Configurar las herramientas y tecnologías seleccionadas para que se ajusten a los procesos y flujos de trabajo específicos de la organización y de los proyectos de construcción, permitiendo adaptar el sistema a las preferencias y requerimientos del equipo del proyecto	Los proyectos de construcción en estructura metálica pueden hacer uso de las nuevas tecnologías, como por ejemplo la IA, la Internet de las cosas etc. generando un manejo de la información en línea y en tiempo real y por ende requieren herramientas especializadas	Recuperación de información en tiempo real	Mediano Plazo	Software adquirido para cada uso según identificación de necesidades	Software como ejemplo: Revit, project, tekla, edificar, ERP, SIESA, Enterprise, SAP, Oracle, et.	Ingeniero, Gerente
Capacitar al talento humano	Preparar el personal de las organizaciones para que este cuente con las competencias técnicas requeridas para adaptarse a los cambios y a las mejoras continuas	La inclusión de nuevas herramientas y tecnologías exige que el personal se capacite en el uso de las mismas	La adecuada capacitación del personal asegura la calidad en los trabajos y disminuye los riesgos derivados de accidentes laborales	Corto plazo	Número de capacitaciones, Número de certificaciones y de retroalimentación	Reuniones de formación, Capacitaciones especializadas	Convenios con instituto, personal especializado que funcione como diáspora de transferencia de conocimiento en la obra a manera de mentoría y tutoría

Elaborar procesos y procedimientos	Establecer estándares de documentación:	Se requiere documentar la información necesaria mediante un mecanismo adecuado de gestión documental que lleve un adecuado control de versiones	La definición de procesos permite el mejoramiento continuo en el acceso y distribución de la documentación	Mediano plazo	Número de proceso definidos incluyendo filtros y etiquetas relevantes		Personal operativo, jefes de planta, Ingeniero
Implementar un programa piloto	permite implementar el sistema de gestión de proyectos de manera gradual, comenzando con proyectos piloto o áreas específicas de la organización		Un programa piloto lo cual permite identificar posibles problemas y realizar ajustes antes de implementar el sistema a gran escala	Mediano plazo	Programa piloto	Proyecto en curso	Ingeniero, Gerente, Dueño del proyecto
Definir una metodología para el control y la generación de cambios	Establecer un sistema de documentación para el control y la generación de cambios	Porque se necesita gestión eficaz del proyecto	Implementación de la metodología de control de cambios para evaluar su impacto en el cronograma de actividades y en el presupuesto	Largo plazo	Sistema de documentación	Comité de control de cambios	Comité de control de cambios

7. CONCLUSIONES

En este estudio de caso se realizó un diagnóstico de la percepción del uso de estructura metálica en la construcción según la visión de diseñadores, constructores y académicos. También, se analizaron las lecciones aprendidas en proyectos de construcción de bodegas en estructuras metálicas y se plantearon estrategias para el manejo de información en este tipo de proyectos.

Con relación al diagnóstico de la percepción de los diseñadores, constructores, líderes de proceso y académicos sobre los proyectos de construcción con estructuras metálicas muestra que hay vacíos y desafíos en la gestión de la información que impiden el adecuado desarrollo del sector.

En esencia, los diseñadores ven con optimismo el crecimiento del sector de la construcción con estructuras metálicas en la Región. Sin embargo, son conscientes de que aún hay desafíos por resolver en el sector relacionados principalmente con la disponibilidad de los materiales para la construcción, la volatilidad en los costos de estos por factores externos e internos, la estandarización de los procesos relacionados a la construcción con estas alternativas y aún falta tener un mayor nivel de tecnificación de la mano de obra.

En este sentido, el presente trabajo de grado genera herramientas para apalancar y fortalecer las estrategias tendientes a influir positivamente en la gestión de la información para concatenar e integrar a todos los actores del proceso, teniendo en cuenta también que el manejo adecuado de la información se erige como un factor clave para el éxito y el desarrollo de cualquier sector de la industria.

Referente a las lecciones aprendidas de proyectos de construcción de bodegas en estructura metálica, este estudio muestra la forma como se abordaron los siete proyectos analizados en sus

diferentes etapas. Justamente, la identificación de las dificultades encontradas y la documentación de las soluciones implementadas le ofrecen a la empresa estrategias a nivel organizacional para ser más competitiva y revela que por parte de la gestión administrativa en la fase de diseño, fabricación y montaje se requiere una mentalidad flexible para abordar cambios constantes en el alcance sin perder de vista la planificación detallada para la ejecución eficiente de las actividades.

Cabe destacar que el diagnóstico realizado de la información recolectada en este estudio de caso se observó la carencia de un diseño de distribución de planta adecuado en la empresa objeto de este estudio siendo esto un factor crítico que afecta la eficiencia de los procesos y la seguridad de los colaboradores. De igual manera, las lecciones aprendidas subrayan la necesidad de manejar una planificación cuidadosa que garantice una secuencia lógica de procesos en la línea de producción (corte, armado, soldadura y recubrimiento de estructuras metálicas), para así minimizar los riesgos asociados con movimientos innecesarios y evitar la interferencia entre áreas de trabajo.

Así mismo, se encontró que el tema de los accesos y las zonas de trabajo inadecuadas, especialmente en terrenos deficientes representan otro desafío importante para la ejecución del proyecto en sitio. Es así como, la falta de accesibilidad puede dificultar el transporte de materiales y equipos, así como aumentar el riesgo de accidentes durante el montaje de las estructuras metálicas. Por lo anterior, se requiere una evaluación cuidadosa del terreno y la implementación de medidas para mejorar las condiciones de trabajo en los proyectos de construcción con estructuras metálicas.

Al aprender de experiencias pasadas y adoptar enfoques proactivos, las organizaciones pueden mejorar su capacidad de gestión para entregar proyectos exitosos en el dinámico y desafiante entorno de las estructuras metálicas. Así mismo, para esta empresa es clave establecer revisiones periódicas, integrar expertos en todas las fases del diseño de los proyectos y realizar programas de

formación para garantizar una alineación continua con políticas ambientales en el desarrollo de los proyectos de construcción con estructura metálicas.

En cuanto al trabajo en planta, uno de los hallazgos más significativos es la importancia de la interconexión entre las fases del proceso que se estudiaron (Diseño, Fabricación y Montaje) en donde se identificaron desde cuellos de botella hasta necesidades puntuales de coordinación efectiva entre los equipos multidisciplinarios de trabajo, resaltando que cada factor contribuye de manera única al éxito o fracaso de un proyecto. El estudio de caso destaca la importancia de no considerar estos factores de manera aislada, sino más bien como componentes interdependientes que requieren una atención equitativa.

Cabe destacar que la implementación de metodologías de programación de proyectos basadas en estructura de desglose de trabajo (EDT), estructura de desglose de localización (EDL) o basada en proceso social (LPS). Además, la asignación clara de responsabilidades y de recursos desde el principio del proyecto evita la improvisación y fomenta un flujo de trabajo más eficiente. Además, se evidenció en las entrevistas que la gestión integral de la seguridad y salud en el trabajo durante las fases de diseño, fabricación y montaje de estructuras metálicas requiere un enfoque holístico, dado que las lecciones aprendidas durante el desarrollo de este trabajo de grado señalan la importancia de un diseño de ingeniería enfocado en la seguridad y salud en el trabajo. Estos aspectos, cuando se abordan de una forma integral no solo mejoran la seguridad laboral, sino que también contribuyen a la eficiencia y la sostenibilidad del proceso a largo plazo.

El estudio muestra también que, en el desarrollo de proyectos con estructuras metálicas, la integración temprana de criterios, como la seguridad y salud en el trabajo y la sostenibilidad en la fase de diseño emerge como una lección aprendida crucial. Ya que esto, no solo mejora la

eficiencia operativa, sino que también contribuye a una cultura organizacional que valora la responsabilidad social y ambiental. Es por ello por lo que, la interacción fluida entre los aspectos técnicos, ambientales y de seguridad y salud en el trabajo demuestra ser esencial para el éxito a largo plazo de los proyectos. Esto refuerza la idea de que el conocimiento adquirido por parte de los involucrados en el proceso tiene el potencial de ser transformador en el terreno de la construcción.

Por otro lado, es relevante destacar que para el desarrollo de proyectos con estructura metálica los resultados de esta investigación apuntan hacia una mayor colaboración entre disciplinas y especialidades, así como a la adopción continua de tecnologías emergentes y a la priorización de criterios sostenibles en las fase de diseño, fabricación y montaje al ofrecer orientación práctica, de tal manera que este estudio de caso se convierte en una valiosa guía para profesionales de la industria que buscan mejorar sus prácticas y abrazar innovaciones en los proyectos de construcción con estructuras metálicas.

En términos generales, las empresas del sector de la construcción con estructuras metálicas presentan aun grandes desafíos en el desarrollo de sus proyectos y en sus procesos, entre estos desafíos se presenta la necesidad de digitalizar la información y de tener lugares confiables para almacenarla. De igual manera, no basta solamente con almacenar la información, sino que es de relevancia revisar la calidad de esta. Así mismo, se deben revisar los mecanismos para la transmisión efectiva de dicha información ya que actualmente y por lo menos en la empresa objeto de este estudio no están totalmente claros puesto que no se observa que haya una transmisión en línea y en tiempo real de la misma y puede quedar almacenada inútilmente.

En resumen, la información y la calidad de esta puede ser considerado uno de los activos más valioso de la compañía y si esta se potencializa puede permitir la toma de mejores decisiones empresariales, lo que a su vez puede derivar como organización en ser más eficientes, competitivos y orientados al cumplimiento de los objetivos. Así mismo, independientemente del sector industrial al que pertenezca la organización tiene sus propias particularidades y con base a ello se debe estructurar la gestión de los proyectos.

Dentro de las estrategias identificadas para el manejo de la información en proyectos de construcción con estructura metálica está la implementación de un sistema de gestión efectivo. De igual manera, para apalancar este proceso se recomienda el apoyo con herramientas tecnológicas útiles para el manejo de la información en línea y en tiempo real como por ejemplo los sistemas integrados de información (ERP), los cuales se pueden asociar también a los sistemas de Gestión de Proyectos para generar un tipo de sistema colaborativo para el manejo de la información.

8. ESTUDIOS FUTUROS

La incorporación de inteligencia artificial en el diseño, la evolución de estándares ambientales y la exploración de nuevos modelos contractuales hacen parte de las temáticas de interés en investigaciones futuras. Así mismo, se recomienda para futuras investigaciones profundizar en los temas relacionados con la gestión de la información para el fomento del talento humano y la seguridad y salud en el trabajo en empresas del sector como la empresa objeto de este estudio, entendiendo que es una realidad que las compañías son el reflejo del talento humano que las conforma, el cual se convierte en el “mayor activo” de las organizaciones.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bahoque, E., Gomez , O., & Pietrosemoli, L. (Septiembre de 2007). Gestión del Conocimiento en la Industria de la construcción. *Revista Venezolana de Gerencia*, 12(39), 393-409. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29014474005>
- Checkland , P. (2000). Soft Systems Methodology: A thirty year retrospective. *System Research*, 17, S11-S58. doi:[http://dx.doi.org/10.1002/1099-1743\(200011\)17:1+::AID-SRES374>3.3.CO;2-F](http://dx.doi.org/10.1002/1099-1743(200011)17:1+::AID-SRES374>3.3.CO;2-F)
- Definición diagrama de causa efecto.* (26 de Octubre de 2023). Obtenido de Wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_Ishikawa
- Ferrada, X., & Serpell, A. (2009). La Gestión del Conocimiento y la Industria de la Construcción. *Revista de la Construcción*, 8(1), 46-58.
- Figueredo León, Á., Ortíz Díaz, A., & Martínez Pérez, E. (2017). Sistema de gestión de la información en los almacenes de la empresa constructora de obras de arquitectura e industriales #4 de Granma. *3CTIC: Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 6(2), 28-37. doi:<http://dx.doi.org/10.17993/3ctic.2017.56.28-37>
- González , C., Manrique, C., & Grajales, H. (septiembre-diciembre de 2014). Formulación de un modelo conceptual para la gestión de la información en la producción de ovinos y caprinos: 1. Análisis de los sistemas de gestión y definición de las fronteras del modelo. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 61(3), 284-301.
- Haiying, J. (2022). Conceptual model construction of building information management system based on BIM architecture. 7925-7931.
- Hernandez , R., Fernandez Collado, C., & Batista, L. (2006). Metodología de la investigación. *McGraw Hill*.
- Hernandez Coton, S., & Sanches Gutierrez, J. (Enero - Junio de 2006). Modelo conceptual de las variables a investigar en el desarrollo de la gestión del conocimiento en las empresas . *Mercados y Negocios*(13), 38-60. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=571864038002>

- Hernandez Sampieri, Fernandez, C., & Batista, P. (2006). *Metodologia de la investigacion* (4ta ed.). Mexico D.F.: McGraw-Hill Interamericana.
- Horta, I., Camanho, A., Johnes, J., & Johnes, G. (2013). Performance trends in the construction industry worldwide: an overview of the turn of the century. *Journal of Productivity Analysis*, 39, 89-99. doi:<https://doi.org/10.1007/s11123-012-0276-0>
- Hui, D., Yiwen, X., Yuchuan, D., & Jiarui, L. (October de 2022). Transforming knowledge management in the construction industry through information and communications technology: A 15-year review. *Elsevier*, 142. doi:<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104530>
- Infante Avila, L. R., Gómez Torres, H. G., Pons Achell, J. F., Valdez Reynoso, C. F., Santiago Flores, E. G., & Salvatierra Garrido, J. L. (2023). *Fundamentos de lean construction y la mejora continua* (Vol. 1). Ciudad de Mexico, Mexico: Infante Avila Luis Rey.
- Kimball, R. (1996). *The Data Warehouse Toolkit: Practical Techniques for Building Dimensional Data Warehouses*. Wiley.
- Limonta Favier, Z., Otero Caballero, E., Álvarez Cambas, E., & Ripoll Moreno, Y. (2015). Productos y servicios informacionales como evidencia de la aplicación de procesos de gestión de la información y del conocimiento en centros de información. *Biblios*, 58, 54-61.
- Othman, I., Kineber, A., Oke, A., Zayed, T., & Buniya, M. (2021). Barries of value management implementation for building projects in Egyptian Construction Industry. *Ain Shams Engineering Journal*, 12(1), 21-30. doi:<https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.08.004>
- Ponds, J. F., & Rubio, I. (2021). *Lean Construction las 10 claves del exito para su implementación* (1 ed.). Madrid: Consejo general de la arquitectura tecnica de España.
- Rivera Berrío, J. (2006). Gestión del conocimiento o gestión de la información tecnológica? *Tecno Lógicas*, 16, 59-82.
- Sørensen, C., Fountas, S., Nash, E., Pesonen, L., Bochtis, D., Pedersen, S., . . . Blackmore, S. (2010). Conceptual model of a future farm management information system. *Computers*

and Electronics in Agriculture, 72(1), 37-47.
doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.compag.2010.02.003>

Sulaiman, S., & Mitchell, F. (2005). Utilising a typology of management accounting change: An empirical analysis. *Management Accounting Research*, 16, 422-437.
doi:doi:10.1016/j.mar.2005.03.004

Tineo Reyes, R. (11 de agosto de 2020). Gestión de la información en la construcción, para qué sirve? Recuperado el 18 de noviembre de 2022

Uc Heredia, L. (2010). El cambio de los Sistemas de Control de Gestión: Estudio de caso múltiple en PyMEs. *Investigación y Ciencia*, 18(47), 75-82.

Wang, J., Wu, P., Wang, X., & Shou, W. (2017). The outlook of blockchain technology for construction engineering management. *Frontiers of Engineering Management*, 4(1), 67-75. doi:DOI: 10.15302/J-FEM-2017006

Yacuzzi, E. (2006). El estudio de caso como metodología de la investigación: Teorías, Mecanismos causales, Validación. *El estudio de caso como metodología de la investigación: Teorías, Mecanismos causales, Validación.*, 37. Buenos aires, Buenos aires, Argentina: Universidad del CEMA.

Anexo 1. Modelo de entrevista para líderes de procesos.



Maestría: Ingeniería Civil - Universidad Javeriana

Estudiante: Nicolas Muñoz Alvarez

Caso de estudio: Formulación de estrategias para la gestión de la información en el uso de Estructura Metalica en proyectos de construcción.

Tema actividad: Encuesta para aplicar a los líderes de proceso en las principales industrias especialistas en la Fabricación de estructuras Metalicas en el Valle del Cauca.

Lugar y fecha:

Nombre del

Empresa -

I - DESEMPEÑO, CAPACIDAD y PRODUCTIVIDAD

1. Cual es su capacidad de producción en planta (TON/MES)?

R//

2. Cual es la politica de inventarios de materiales que se maneja en sus centros de producción?

R//

3. Hay mediciones sobre los agotados de materiales en los centros de producción?

R//

SI NO

Si su respuesta es si, que tipo de indicadores emplea para las mediciones de estos agotados.

R//

4. Cual es el margen de tolerancia referido a los desperdicios de material dentro del proceso de fabricación?

R//

5. La fabricación en sus centros de producción se orienta mediante cronogramas de trabajo?

R//

6. Cual es el margen de tolerancia referido a los reprocesos en fabricación dentro de sus centros de producción?

R//

7. Tiene agendas de reuniones periódicas entre los departamentos de Presupuestos, Diseño e Ingeniería, Producción, Abastecimiento y los clientes finales para realizar seguimiento de indicadores de desempeño dentro del proceso?

R//

8- Tiene implementados sistemas de medición con sus principales proveedores para estimar el cumplimiento de los acuerdos de negociación?

R//

SI NO

Si su respuesta es si, que tipo de sistemas de medición emplea con sus proveedores;

9- Tiene implementados sistemas de medición con sus principales clientes para estimar el cumplimiento de los acuerdos de negociación?

R//

SI NO

Si su respuesta es si, que tipo de sistemas de medición emplea con sus clientes;

10 - Cuenta con flota propia para el transporte de los materiales o terceriza el proceso de logística de transporte?

R//

11. Cual es el alcance de su proceso como compañía del sector de la construcción?

R//

a. Solo fabrica

b. Solo fabrica y terceriza procesos con contratistas

c. Maneja el ciclo completo de diseño, fabricación y montaje con personal propio y contratistas

d. Diseña proyectos y se encarga de la fabricación, pero terceriza los procesos de montaje en sitio.

e. Combina las anteriores opciones , como?

f. Ninguna de las anteriores - otro cual?

12. Por que? prefiere la estructura metalica en su proyectos de construcción sobre los materiales convencionales ?

R//

13. Tiene una politica definida de inversión en maquinaria y equipos para optimizar sus procesos productivos?

R//

14. Cuantos empleados tiene su compañía?

R//

15. Como gestiona su proceso de adquisición de materiales para garantizar el abastecimiento continuo y los materiales que adquiere son nacionales, importados o una mezcla de ambos ?

R//

II - TECNOLOGIA

16. Cuenta en su compañía con un sistema integrado de información (ERP)

R// SI NO Cuales? _____

17. Cuenta en su compañía con software y licencias para el diseño y modelado de estructuras y/o proyectos de construcción?

R// SI NO Cuales? _____

18. Cuenta en su compañía con herramientas tecnológicas que contribuyan al mejoramiento de los procesos logísticos (Compras, almacenamiento y distribución)?

R// SI NO Cuales? _____

19. Cuenta con equipos de tecnología de vanguardia para apalancar los procesos de producción y/o fabricación?

R// SI NO Cuales? _____

III - METODOLOGIA DE TRABAJO

20. Tiene acuerdos o negociaciones con sus proveedores para garantizar el flujo ininterrumpido de materias primas para sus centros de producción?

R// SI NO Cuales? _____

21. Realiza trabajos colaborativos con sus clientes?

R// SI NO Que tipo de colaboraciones? _____

22. Realiza procesos de benchmarking con compañías de su gremio o sector productivo?

R// SI NO

23. Evalua las pérdidas económicas generadas por las falencias en la gestión de la información dentro de sus proyectos?

R// SI NO

24. Reconocé los beneficios que puede traer para su compañía una adecuada gestión de la información dentro del desarrollo de los proyectos?

R// SI NO

Si su respuesta es sí, indique por favor que tipo de beneficios reconoce; _____

IV - DOCUMENTACION Y CALIDAD

25. Cuenta con una política definida dentro de la compañía para la documentación de los procesos?

R// SI NO

26. La compañía tiene certificaciones Nacionales e Intenacionales en sus procesos?

R// SI NO

Si su respuesta es sí, indique por favor cuales certificaciones; _____

27. Cuenta con una area de calidad constituida que se encargue del proceso de calidad dentro de los procesos productivos?

R// SI NO

28. Tiene una política de calidad definida para la recepción de materiales de proceso así como la trazabilidad de los mismos antes de ingresarlos y usarlos en los procesos de fabricación?

R// SI NO

29. Tiene definidos los parametros de tolerancia para los defectos de las piezas de estructura fabricadas dentro de su planta de producción y aplica estos mismos parametros para las piezas fabricadas por terceros?

R// SI NO

30. La compañía promueve la aplicación de políticas de mejoramiento continuo en todas sus areas y procesos?

R// SI NO

OBSERVACIONES

--

Anexo 2. Preguntas de percepción del sector de la estructura metálica.

1. ¿Cómo percibe usted el uso de la estructura metálica en los proyectos de construcción en el Valle del Cauca?
2. ¿Qué tipo de capacitación considera usted requerirían los constructores y diseñadores para masificar el uso de las estructuras metálicas en los proyectos de construcción?
3. ¿Cómo califica en términos de impacto y beneficios el proceso de fabricación de estructuras metálicas en el Valle del Cauca?, y en Colombia?
4. ¿Qué limitaciones considera usted se presentarían en el sector de la construcción en el Valle del Cauca, si se impusieran mayoritariamente las construcciones con estructura metálica?
5. ¿Cómo compañía que factores contribuyen en la escogencia de la estructura metálica en su proyectos de construcción sobre los materiales convencionales?
6. Desde el punto de vista técnico, considera usted que es conveniente el uso masivo de las estructuras metálicas dentro de los proyectos de construcción?

Anexo 3 Información del Proyecto.

INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO	
Nombre del	Proyecto 1
Ubicación	Villa Rica (Zona Franca del Sur)
Tipo de proyecto	Construcción de Infraestructura física
ALCANCE DEL PROYECTO	
<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de estructura metálica que incluye: Diseños estructurales al igual que los planos de fabricación y detalles con la ayuda de sus Ingenieros y proyectistas en los programas ETABS y TEKLA. • Un plan de Calidad para garantizar la completa trazabilidad de la fabricación, esto incluye los Certificados de Calidad de todos los materiales, despiece de elementos y ubicación de los mismos. Certificados de Procedimientos y Operarios de Soldadura, pruebas de aceptación con Ensayos No Destructivos. • Fabricación de estructuras en planta y transporte de los elementos fabricados a obra donde se dispondrá de personal de montaje experimentado y equipos requeridos (Soldadores Studs, grúas, torregrúas, montacargas, winches) para el descargue, manejo y montaje de la estructura. 	
DESCRIPCION DEL PROYECTO	
<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de una planta industrial conformada por tres naves y dos mezzanines compuesta por estructura metálica, fachadas y cubierta tipo sándwich para un área en planta de 6.954,45 m² y una altura en fachada de 14.62m. Según diseño arquitectónico recibido y estructural que hemos desarrollado. • Construcción de estructura metálica de cinco (5) estructuras que son: Una escalera, dos pre-muelles, una zona técnica y un Rack. Según diseño arquitectónico recibido y estructural que hemos desarrollado. • Construcción de estructura metálica para vestier y pasillo. Según diseño arquitectónico recibido y estructural que hemos desarrollado. 	
DIFICULTADES ENCONTRADAS EN EL PROYECTO	
D1. Cambios en el alcance durante el desarrollo del proyecto (alcance, objetivo, costos y entregables mal definido)	
D2. No se contaba con planes de calidad en la obra para la ejecución de varias actividades	
D3. Mala ejecución y planeación del cronograma de actividades	
D4. Comites y reuniones de obra ineficientes y poco productivos para la toma efectiva de decisiones	
D5. Tiempos prolongados para los accesos al punto de la obra por tramitología en los ingresos a la Zona Franca.	
D6. Reprocesos durante la ejecución de las actividades por inconsistencias entre el plano de montaje y el plano d	
D7. Reprogramación constante del cronograma de actividades por cambios de prioridades del cliente	
D8. Se ejecutaron actividades adicionales que estaban fuera de lo contratado	
D9. El area de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) no contaba con planes de calidad para el desarrollo de	
D10. Estimación de costos del proyecto incompleta	
D11. Diseños ARQUITECTONICOS Y ESTRUCTURALES, no tiene en cuenta como el personal puede desarrollar sus	
D12. Se presenta una alta rotación de personal por inconformidades dentro del desarrollo del proyecto.	
D13. Conflictos y retrasos por falta de coordinación con todas las especialidades	
D14. La información relevante del desarrollo del proyecto esta centralizada y controlada por algunos actores	
D15. Hace falta una mayor participación del personal operativo en la planeación de la ejecución de las	
D16. No se manejan cronogramas de abastecimiento	

INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO	
Nombre del	Proyecto 2
Ubicacion	Villa Rica (Zona Franca del Sur)
Tipo de proyecto	Construccion de Infraestructura fisica
ALCANCE DEL PROYECTO	
<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de estructura metálica que incluye: Diseños estructurales al igual que los planos de fabricación y detalles con la ayuda de sus Ingenieros y proyectistas en los programas ETABS y TEKLA. • Un plan de Calidad para garantizar la completa trazabilidad de la fabricación, esto incluye los Certificados de Calidad de todos los materiales, despiece de elementos y ubicación de los mismos. Certificados de Procedimientos y Operarios de Soldadura, pruebas de aceptación con Ensayos No Destructivos. • Fabricación de estructuras en planta y transporte de los elementos fabricados a obra donde se dispondrá de personal de montaje experimentado y equipos requeridos (Soldadores Studs, grúas, torregrúas, montacargas, winches) para el descargue, manejo y montaje de la estructura. 	
DESCRIPCION DEL PROYECTO	
Estructura metálica de CUBIERTA PARA EDIFICIO DE LABORATORIO, CUBIERTA CORREDOR, MUROS DE FACHADAS Y MUROS INTERNOS para un area en planta 727.24 m2 aproximadamente.	
DIFICULTADES ENCONTRADAS EN EL PROYECTO	
D1. Reprocesos de actividades por falta de definición	
D2. Falta de definición de procesos para realizar actividades de manera segura. (Plan de calidad).	
D3. Comunicación poco asertiva entre el cliente y los contratistas de estructura metálica	
D4. Condiciones del terreno deficiente para la recepción, el almacenamiento, transporte de materiales y el	
D5. Cambios en el alcance durante el desarrollo del proyecto (alcance, objetivo, costos y entregables mal	
D6. Manejo inadecuado de la gestión de residuos en la obra (Todos los residuos generados)	
D7. No hay un procedimiento establecido para generar los balances económicos o costos reales al cierre de la	
D8. Conflictos y retrasos por falta de coordinacion con todas las especialidades	

INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO	
Nombre del	Proyecto 3
Ubicacion	Villa Rica (Zona Franca del Sur)
Tipo de proyecto	Construccion de Infraestructura fisica
ALCANCE DEL PROYECTO	
<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de estructura metálica que incluye: Diseños estructurales al igual que los planos de fabricación y detalles con la ayuda de sus Ingenieros y proyectistas en los programas ETABS y TEKLA. • Un plan de Calidad para garantizar la completa trazabilidad de la fabricación, esto incluye los Certificados de Calidad de todos los materiales, despiece de elementos y ubicación de los mismos. Certificados de Procedimientos y Operarios de Soldadura, pruebas de aceptación con Ensayos No Destructivos. • Fabricación de estructuras en planta y transporte de los elementos fabricados a obra donde se dispondrá de personal de montaje experimentado y equipos requeridos (Soldadores Studs, grúas, torregrúas, montacargas, winches) para el descargue, manejo y montaje de la estructura. 	
DESCRIPCION DEL PROYECTO	
<p>Construcción de estructura metálica que Incluye: Suministro, fabricación, transporte y montaje de un mezzanine con área en planta de 76.45M2 según levantamiento arquitectónico para la ampliacion de la zona de calderas y taller. Adicional se realizo el desmonte de estructura y panel de cubierta existente para su reutilizacion.</p>	
DIFICULTADES ENCONTRADAS EN EL PROYECTO	
D1. El area de SST no contaba con planes de calidad para el desarrollo de actividades	
D2. Mala ejecución y planeación del cronograma de actividades	
D3. Se presenta una alta rotación de personal por inconformidades dentro del desarrollo del proyecto.	
D4. Condiciones del terreno deficiente para la recepción, el almacenamiento, transporte de materiales y el	
D5. Tiempos prolongados para los accesos al punto de la obra por tramitología en los ingresos a la Zona Franca.	
D7. Conflictos y retrasos por falta de coodinacion con todas las especialidades	
D8. Elección inadecuada de equipos para el montaje de la estructura.	
D9. Deficiencia de servicios basicos necesarios para la ejecución de las actividades	

INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO	
Nombre del proyecto	Proyecto 4
Ubicación	Villa Rica (Zona Franca del Sur)
Tipo de proyecto	Construcción de Infraestructura física
ALCANCE DEL PROYECTO	
<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de estructura metálica que incluye: Diseños estructurales al igual que los planos de fabricación y detalles con la ayuda de sus Ingenieros y proyectistas en los programas ETABS y TEKLA. • Un plan de Calidad para garantizar la completa trazabilidad de la fabricación, esto incluye los Certificados de Calidad de todos los materiales, despiece de elementos y ubicación de los mismos. Certificados de Procedimientos y Operarios de Soldadura, pruebas de aceptación con Ensayos No Destructivos. • Fabricación de estructuras en planta y transporte de los elementos fabricados a obra donde se dispondrá de personal de montaje experimentado y equipos requeridos (Soldadores Studs, grúas, torregrúas, montacargas, winches) para el descargue, manejo y el montaje de la estructura. 	
DESCRIPCION DEL PROYECTO	
<p>Construcción de dos naves industriales, una como planta de producción y la otra como bodega de almacenamiento de productos de consumo masivo; compuestas por cubiertas y mezzanines en estructura metálica según diseños arquitectónicos para un área total construida de 4061,71 m2. Incluye fabricación, transporte y montaje de la estructura.</p>	
DIFICULTADES ENCONTRADAS EN EL PROYECTO	
D1. Cambios del alcance durante el desarrollo del proyecto	
D2. La información suministrada en los planos estructurales no coincidía con la ejecución en obra (Instalacion de	
D3. Comunicación ineficiente entre los actores involucrados en la Obra Civil y el montaje de la Estructura Metálic	
D4. No se contaba con planes de calidad en la obra para la ejecución de varias actividades	
D5. Mala ejecución y planeación del cronograma de actividades	
D6. Reprocesos de actividades por falta de definiciones	
D7. Herramientas de planificación mal ejecutadas (Last planner system)	
D8. Tiempos prolongados para los accesos al punto de la obra por tramitología en los ingresos a la Zona Franca.	
D9. Se generan decisiones arbitrarias por parte del cliente que alteran el libre desarrollo del cronograma de	
D10. Comites y reuniones de obra ineficientes y poco productivos para la toma efectiva de decisiones	
D11. Reprocesos durante la ejecución de actividades por inconsistencias entre el plano de montaje y las ejecucion	
D12. Bajo nivel de trabajo colaborativo entre los diferentes frentes de trabajo	
D13. Condiciones del terreno deficiente para la recepción, el almacenamiento, transporte de materiales y el	
D14. La información relevante del desarrollo del proyecto esta centralizada y controlada por algunos actores	
D15. Hace falta una mayor participación del personal operativo en la planeación de la ejecución de las	
D16. No se manejan cronogramas de abastecimiento	

INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO	
Nombre del	Proyecto 5
Ubicacion	Villa Rica (Zona Franca del Sur)
Tipo de proyecto	Construccion de Infraestructura fisica
ALCANCE DEL PROYECTO	
<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de estructura metálica que incluye: Diseños estructurales al igual que los planos de fabricación y detalles con la ayuda de sus Ingenieros y proyectistas en los programas ETABS y TEKLA. • Un plan de Calidad para garantizar la completa trazabilidad de la fabricación, esto incluye los Certificados de Calidad de todos los materiales, despiece de elementos y ubicación de los mismos. Certificados de Procedimientos y Operarios de Soldadura, pruebas de aceptación con Ensayos No Destructivos. • Fabricación de estructuras en planta y transporte de los elementos fabricados a obra donde se dispondrá de personal de montaje experimentado y equipos requeridos (Soldadores Studs, grúas, torregrúas, montacargas, winches) para el descargue, manejo y el montaje de la estructura. 	
DESCRIPCION DEL PROYECTO	
<p>Construcción de una bodega (CENDIS/Centro de distribución), en estructura metálica según diseños arquitectónicos para un área de 11879 m2. Las estructuras estuvieron compuestas por columnas armadas, Sheds, Vigas en Alma llena, correas en PHR C, riostras y conexiones en acero ASTM A 572 Gr 50, Placas base en lámina ASTM A 572 Gr 50 y tornillería A-325. Se construyeron muros en mampostería y se instalaron paneles tipos sándwich para las fachadas y cubiertas de cada uno de los edificios (Bodega, Oficinas, Escalera y Portería).</p>	
DIFICULTADES ENCONTRADAS EN EL PROYECTO	
D1. Bajo nivel de competencia de los contratistas	
D2. Se presenta una alta rotación de personal por inconformidades dentro del desarrollo del proyecto.	
D3. Falta de planeación y cronogramas con fechas muy ajustadas para el desarrollo de actividades	
D4. Conocimiento y capacitación incompleta sobre tecnicas de construcción	
D5. El area de SST no contaba con planes de calidad para el desarrollo de actividades	
D6. La estructura no contaba con puntos de anclajes definidos para el desarrollo de actividades e instalación de	
D7. No hubo una sincronización entre en area de diseño y el area de SST para formular los planes de seguridad	
D8. Comites y reuniones de obra ineficientes y poco productivos para la toma efectiva de decisiones	
D9. Los diseños arquitectonicos y estructurales no comtenplaban temas de seguridad y salud en el trabajo	
D10. Deficiente trabajo colaborativo entre los contratistas - Actividades cruzadas	
D11. No hubo una correcta distribución del personal entre los diferentes frentes de trabajo	
D12. Deficiencia en los criterios para definir las condiciones tecnicas que garanticen la funcionalidad del edificio	
D14. Se ejecutaron actividades adicionales que estaban fuera de lo contratado	
D15. No todo el personal de los contratistas estaba alineado con las politicas de la compañía, se evidencian	
D16. Se incurrio en gastos adicionales por actividades no previstas y cantidades mal calculadas	
D17. No se contaba con tecnicas de planificación para la fluidez de actividades	
D18. Reprogramación constante del cronograma por cambios de prioridades del cliente	
D19. Se manifiesta una baja participacion del personal operativo en la elaboraci3n de cronograma de trabajo	
D20. Condiciones del terreno deficiente para la recepci3n y almacenamiento de material y el desarrollo de	
D21. Reproceso de actividades por varadas constantes en algunos equipos de montaje e izaje de estructura	
D22. La informaci3n relevante del desarrollo del proyecto esta centralizada y controlada por algunos actores	
D23. No se manejan cronogramas de abastecimiento	

INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO	
Nombre del	Proyecto 6
Ubicacion	Autopista Fusagasugá - Bogotá (Cundinamarca)
Tipo de proyecto	Construccion de Infraestructura fisica
ALCANCE DEL PROYECTO	
<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de estructura metálica que incluye: Diseños estructurales al igual que los planos de fabricación y detalles con la ayuda de sus Ingenieros y proyectistas en los programas ETABS y TEKLA. • Un plan de Calidad para garantizar la completa trazabilidad de la fabricación, esto incluye los Certificados de Calidad de todos los materiales, despiece de elementos y ubicación de los mismos. Certificados de Procedimientos y Operarios de Soldadura, pruebas de aceptación con Ensayos No Destructivos. • Fabricación de estructuras en planta y transporte de los elementos fabricados a obra donde se dispondrá de personal de montaje experimentado y equipos requeridos (Soldadores y grúas) para el descargue, manejo y el montaje de la estructura. 	
DESCRIPCION DEL PROYECTO	
<p>Construcción de cubiertas para zonas administrativas y comedor del consorcio RUTA 40. La estructura metálica del proyecto incluye: Suministro de materiales, fabricación, pintura, transporte y montaje. Al igual que el suministro, transporte e Instalación de Panel tipo sandwich y demás elementos según diseños arquitectónicos.</p>	
DIFICULTADES ENCONTRADAS EN EL PROYECTO	
D1. Falta de planeación y cronogramas con fechas muy ajustadas para el desarrollo de actividades	
D2. El area de SST no contaba con planes de calidad para el desarrollo de actividades	
D3. La estructura no contaba con puntos de anclajes definidos para el desarrollo de actividades e instalación de	
D4. El personal desempeño actividades por fuera del resorte de su especialidad	
D5. Los diseños arquitectónicos y estructurales no contenían temas de seguridad y salud en el trabajo	
D6. Se ejecutaron actividades adicionales que estaban fuera de lo contratado	
D7. Se incurrió en gastos adicionales por actividades no previstas y cantidades mal calculadas	
D8. Reprogramación constante del cronograma por cambios de prioridades del cliente	
D9. No se contaba con equipamiento propio para las actividades de montaje de estructura	
D10. Estimación de costos del proyecto incompleta	

INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO	
Nombre del	Proyecto 7
Ubicacion	Palmira - Valle
Tipo de proyecto	Construccion de Infraestructura fisica
ALCANCE DEL PROYECTO	
<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de estructura metálica que incluye: Diseños estructurales al igual que los planos de fabricación y detalles con la ayuda de sus Ingenieros y proyectistas en los programas ETABS y TEKLA. • Un plan de Calidad para garantizar la completa trazabilidad de la fabricación, esto incluye los Certificados de Calidad de todos los materiales, despiece de elementos y ubicación de los mismos. Certificados de Procedimientos y Operarios de Soldadura, pruebas de aceptación con Ensayos No Destructivos. • Fabricación de estructuras en planta y transporte de los elementos fabricados a obra donde se dispondrá de personal de montaje experimentado y equipos requeridos (Soldadores y grúas) para el descargue, manejo y el montaje de la estructura. 	
DESCRIPCION DEL PROYECTO	
<p>Este Proyecto se compone de 2 fases; la primera fase corresponde a "Reforzamiento de estructura metálica Obra Galería" y una segunda fase que esta compuesta por la Construcción de estructura metálica para losa mezzanine, losa técnica, escaleras y marquesinas en tubería. El proyecto Incluye: Suministro de materiales, fabricación, pintura, transporte y montaje.</p>	
DIFICULTADES ENCONTRADAS EN EL PROYECTO	
D1. Falta de planeación y cronogramas con fechas muy ajustadas para el desarrollo de actividades	
D2. El area de SST no contaba con planes de calidad para el desarrollo de actividades	
D3. La estructura no contaba con puntos de anclajes definidos para el desarrollo de actividades e instalación de	
D4. Condiciones del terreno deficiente para la recepción, almacenamiento de material y el desarrollo de	
D5. Los diseños arquitectonicos y estructurales no comtenplaban temas de seguridad y salud en el trabajo	
D6. Se ejecutaron actividades adicionales que estaban fuera de lo contratado	
D7. No hubo una sincronización entre en area de diseño y el area de SST para formular los planes de seguridad	
D8. Se manifiesta una baja participacion del personal operativo en la elaboraci3n de cronograma de trabajo	
D9. La informaci3n relevante del desarrollo del proyecto esta centralizada y controlada por algunos actores	
D10. Cambios del alcance durante el desarrollo del proyecto	
D11. Bajo nivel de aplicacion de herramientas vanguardistas para planificacion	
D12. Deficiencia de servicios basicos necesarios para la ejecuci3n de las actividades	

Anexo 4 Identificación de dificultades por grupo y global

Puntos Macro en el desarrollo de los Proyecto en la Empresa Objeto de estudio: “EFECTOS PRINCIPALES - OPORTUNIDADES DE MEJORA”.

A. DISEÑO:

- Factor técnico:
 - Se presentan diferencias entre los diseños y las condiciones en obra.
 - Estimación de costos de proyecto incompleta.
 - Diseños inadecuados e incompletos.
 - Reproceso de actividades por falta de definición.
 - No se cuenta con un procedimiento adecuado para la correcta planificación de los proyectos que permita el involucramiento de todos los actores.
- Seguridad y salud en el trabajo:
 - Diseños ARQUITECTONICOS Y ESTRUCTURALES, no tiene en cuenta como el personal puede desarrollar sus actividades de manera segura.
 - Falta de definición de procesos para realizar actividades de manera segura. (Plan de calidad).
- Factor contractual:
 - Cambios en el alcance durante el desarrollo del proyectos (Adicionales, un otro sí, suprimir actividades etc...).
 - Deficiencias en el proceso de selección de proveedores, contratistas y subcontratistas.

- Factor financiero:
 - Deficiencias en el proceso de selección de proveedores, contratistas y subcontratistas.
 - Factores externos del mercado no controlados directamente por la compañía.
 - Cambios en el alcance durante el desarrollo del proyecto.
 - Reproceso de actividades por falta de definición.
 - No hay un procedimiento establecido para generar los balances económicos o de costos reales al cierre de cada obra.

- Gestión administrativa del proyecto:
 - Deficiencias en el proceso de selección de proveedores, contratistas y subcontratistas.
 - Personal sin experiencia, inadecuado o poco capacitado.
 - Falta de definición de procesos para realizar actividades de manera segura. (Plan de calidad).
 - Cambios en el alcance durante el desarrollo del proyecto (alcance, objetivo, costos y entregables mal definidos).

- Factor medioambiental:
 - Manejo inadecuado de la gestión de residuos en obra (Todos los residuos generados).
 - Diseños inadecuados e incompletos que no estén alineados con las políticas de gestión ambiental en los proyectos de construcción de obras.

B. FABRICACION:

- **Factor técnico:**

- Diferencias entre los planos de diseño y los planos de fabricación.
- Cronograma de fabricación impreciso (Falta de tiempo para planificar).
- Reproceso en la fabricación de piezas por falta de definición en general (Cliente, diseñadores, Ingenieros, Arquitectos etc.).

- **Cadena de abastecimiento y mano de obra:**

- Factores externos del mercado no controlados directamente por la compañía (Materias primas agotadas, demoras en nacionalización de materiales, alzas de precios de los materiales).
- Estimación de costos de proyecto incompleto y cronograma impreciso - castiga las negociaciones y la disponibilidad de materiales.
- Carga de trabajo inesperada por reproceso.
- Estabilidad del equipo del proyecto (Alta rotación de personal).
- Personal sin experiencia, inadecuado o poco capacitado.
- Deficiencias en el proceso de selección de proveedores, contratistas y subcontratistas.

- **Factor contractual:**

- Incertidumbre en los costos por falta de definición de los proveedores - Abastecimiento.
- Deficiencias en el proceso de selección de proveedores, contratistas y subcontratistas.

- **Seguridad y salud en el trabajo:**

- Deficiente ingeniería de diseño enfocada a la seguridad del personal.
- Las áreas de producción y SST no cuentan con planes colaborativos para los procesos de fabricación.
- No se utiliza adecuadamente el casco de protección durante la fabricación de estructuras.
- No se cuenta con un adecuado sistema para la disposición final de residuos durante la cadena de producción.
- No se cuenta con un adecuado diseño de distribución de planta, los procesos no siguen una secuencia lógica.

- **Gestión administrativa del proyecto:**

- Carga de trabajo inesperada por reproceso en la fabricación.
- Técnicas adecuadas para la gestión del personal.
- Estabilidad del equipo del proyecto (alta rotación de personal).
- Elección inadecuada de equipos, materiales y técnicas de fabricación.
- Estimación de costos de fabricación y cronograma impreciso (Falta de tiempo para planificar) - Enfocado a los tiempos de fabricación.

- **Rendimiento:**

- Interrupción del flujo de suministro de materiales requeridos para el proceso de montaje.
- Personal sin experiencia, inadecuado o poco capacitado.
- Planificación deficiente de las actividades a desarrollar.

- Deficiencia en Tecnologías y recursos adecuados para adelantar las actividades de Montaje de obra).
- Comunicación ineficiente entre equipos de trabajo (Diseño, Proyectistas, Producción e Ingenieros residentes.
- Estabilidad del equipo del proyecto (Alta rotación de personal) - Se asocia a la curva de aprendizaje y a la gestión del conocimiento.
- Hay falencias en el control de costos y presupuestos

C. MONTAJE:

- **Factor técnico:**

- Deficiente planificación en la secuencia de construcción.
- Accesos y zonas de trabajo inadecuadas (Terrenos deficientes).
- Conflictos y retrasos por falta de coordinación con todas las especialidades.
- Instalación deficiente de anclajes para columnas.
- Reproceso de actividades por falta de definición en general (Cliente, diseñadores, Ingenieros, Arquitectos etc.).
- Conflictos y retrasos por falta de coordinación con todas las especialidades.

- **Seguridad y salud en el trabajo:**

- Formación deficiente en el manejo seguro de equipos, procedimientos de trabajo seguros y reconocimiento de riesgos potenciales.

- Falta de planes para la identificación y eliminación de peligros, el mantenimiento de áreas de trabajo y la gestión adecuada de residuos y materiales peligrosos.
 - Poca comunicación y participación de los trabajadores en cuestiones de seguridad y salud en el trabajo.
 - Diseños inadecuados e incompletos: No tiene en cuenta como el personal puede desarrollar sus actividades de manera segura para tener una fluidez en el proceso de montaje.
 - Cronogramas con plazos demasiado justos para el desarrollo de las actividades, lo cual puede desencadenar incumplimientos y fallos.
- **Factor contractual:**
 - Poca claridad en la asignación de obligaciones y responsabilidades con algunos actores del proceso.
 - Deficiencias en el proceso de selección de proveedores, contratistas y subcontratistas.
 - Factores externos del mercado no controlados directamente por la compañía, que llegasen a afectar las actividades de montaje de las estructuras.
- **Contratistas, subcontratistas y proveedores:**
 - Estabilidad del equipo del proyecto (Alta rotación de personal).
 - Personal sin experiencia, inadecuado o poco capacitado.
 - Deficiencias en el proceso de selección de proveedores, contratistas y subcontratistas.

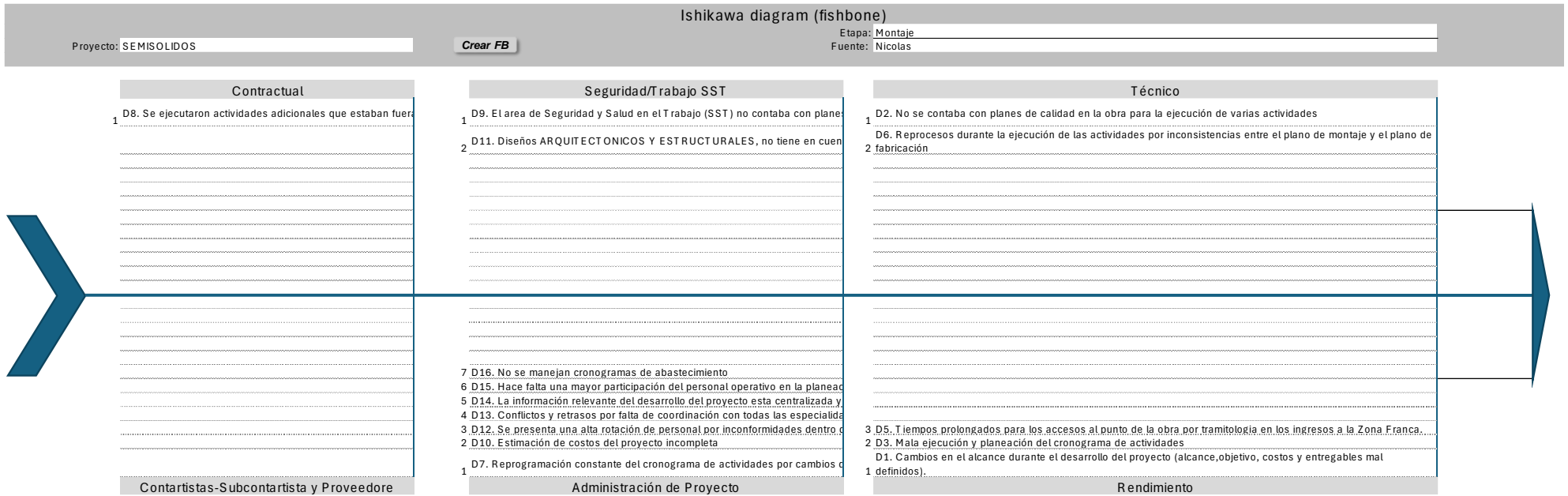
- **Gestión admirativa del proyecto:**

- Cronogramas con tiempos demasiado justos para el correcto desarrollo de las actividades.
- Técnicas adecuadas para la gestión del personal.
- Hay falencias para llevar los procesos de control de costos y presupuestos.
- Contar con planes robustos que apalanquen el cumplimiento de los requisitos normativos del proyecto y que permitan una adecuada gestión de los riesgos.
- Cambios en el alcance durante el desarrollo del proyecto (Alcance, objetivo, costos y entregables mal definidos de obra).

- **Rendimiento:**

- Interrupción del flujo de suministro de materiales requeridos para el proceso de montaje.
- Personal sin experiencia, inadecuado o poco capacitado.
- Planificación deficiente de las actividades a desarrollar.
- Deficiencia en Tecnologías y recursos adecuados para adelantar las actividades de Montaje de obra).
- Comunicación ineficiente entre equipos de trabajo (Diseño, Proyectistas, Producción e Ingenieros residentes).
- Estabilidad del equipo del proyecto (Alta rotación de personal) - Se asocia a la curva de aprendizaje y a la gestión del conocimiento.
- Hay falencias en el control de costos y presupuestos.

Anexo 5 Herramienta computacional para estandarización de dificultades encontradas en los proyectos.



Anexo 6 Planteamiento de posibles soluciones.

DIFICULTAD	DESCRIPCION	SOLUCIÓN	REQUERIMIENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN
Diseño			
DC1	Deficiencias en el proceso de selección de proveedores, contratistas y subcontratistas	Con relación a los proveedores, contratistas y subcontratistas se recomienda la actualización de la hoja de vida de estos con el fin de destacar los aciertos y desaciertos durante los proyectos.	Sistematización de la hoja de vida de los proveedores, contratistas y subcontratistas, incluyendo aciertos y desaciertos en la ejecución de los proyectos, y una calificación o recomendación para futuras contrataciones.
DC2	Cambios en el alcance durante el desarrollo del proyecto (adicionales, otro sí, suprimir actividades, etc.)	Revisión en conjunto con los involucrados de las repercusiones económicas y en tiempo de las modificaciones	Implementación de reuniones, ajustes de cronograma y ajustes de la línea de producción, remitiendo las decisiones a los implicados informando nuevas fechas, documentos que deben tener confirmación de recibido por parte de los interesados.
DS1	Falta de definición de procesos para realizar actividades de manera segura (Plan de calidad)	Definición de un plan de calidad coherente con el proceso constructivo y actualización del panorama de riesgos laborales de acuerdo a las necesidades arquitectónicas y estructurales de cada proyecto	Se requiere un profesional experto en SST encargado del levantamiento de riesgos laborales y adquisición de elementos de protección personal así como también de un programa de capacitación adecuado para mitigación de riesgos o uso de EPP en caso que sea necesario, con la frecuencia dependiendo del riesgo identificado
DS2	Diseños arquitectónicos y estructurales no tienen en cuenta cómo el personal puede desarrollar de forma segura sus actividades	Definición de un plan de calidad coherente con el proceso constructivo y actualización del panorama de riesgos laborales de acuerdo a las necesidades arquitectónicas y estructurales de cada proyecto	Se requiere un profesional experto en SST encargado del levantamiento de riesgos laborales y adquisición de elementos de protección personal así como también de un programa de capacitación adecuado para mitigación de riesgos o uso de EPP en caso que sea necesario, con la frecuencia dependiendo del riesgo identificado
DT1	No se cuenta con un procedimiento adecuado para planificación de proyectos y relacionamiento de actores	Planificación adecuada, revisión cuidadosa de objetivos y de las especificaciones técnicas	Organización del equipo de trabajo, reuniones previas que permitan de manera oportuna la revisión detallada de planos y especificaciones técnicas.
DT2	Reproceso de actividades por falta de definición	Planificación adecuada, revisión cuidadosa de objetivos y de las especificaciones técnicas	Organización del equipo de trabajo, reuniones previas que permitan de manera oportuna la revisión detallada de planos y especificaciones técnicas.
DT3	Diseños inadecuados e incompletos	Planificación adecuada, revisión cuidadosa de objetivos y de las especificaciones técnicas	Organización del equipo de trabajo, reuniones previas que permitan de manera oportuna la revisión detallada de planos y especificaciones técnicas.
DT4	Estimación de costos de proyecto incompleta	Planificación adecuada, revisión cuidadosa de objetivos y de las especificaciones técnicas	Organización del equipo de trabajo, reuniones previas que permitan de manera oportuna la revisión detallada de planos y especificaciones técnicas.
DT5	Se presentan diferencias entre los diseños y las condiciones de obra	Planificación adecuada, revisión cuidadosa de objetivos y de las especificaciones técnicas	Organización del equipo de trabajo, reuniones previas que permitan de manera oportuna la revisión detallada de planos y especificaciones técnicas.

DF1	Deficiencias en el proceso de selección de proveedores, contratistas y subcontratistas	Con relación a los proveedores, contratistas y subcontratistas se recomienda la actualización de la hoja de vida de estos on el fin de destacar los aciertos y desaciertos durante los proyectos.	Sistematización de la hoja de vida de los proveedores, contratistas y subcontratistas, incluyendo aciertos y desaciertos en la ejecución de los proyectos, y una calificación o recomendación para futuras contrataciones.
DF2	Factores externos del mercado no controlados directamente por la compañía	Identificación de normatividad a nivel nacional e internacional que pudiera repercutir en las decisiones estructurales y los costos asociados al rpoeyctos	Revisión y cumplimiento de las normas técnicas para diseños estructurales garantizando el mejor acercamiento a los costos del proyecto
DF3	Cambios en el alcance durante el desarrollo del proyecto.	Identificación de normatividad a nivel nacional e internacional que pudiera repercutir en las decisiones estructurales y los costos asociados al rpoeyctos	Revisión y cumplimiento de las normas técnicas para diseños estructurales garantizando el mejor acercamiento a los costos del proyecto
DF4	Reproceso de actividades por falta de definición.	Identificación de normatividad a nivel nacional e internacional que pudiera repercutir en las decisiones estructurales y los costos asociados al rpoeyctos	Revisión y cumplimiento de las normas técnicas para diseños estructurales garantizando el mejor acercamiento a los costos del proyecto
DF5	Ausencia de procedimiento para generar balances económicos o de costos reales al cierre de cada obra	Identificación de normatividad a nivel nacional e internacional que pudiera repercutir en las decisiones estructurales y los costos asociados al rpoeyctos	Revisión y cumplimiento de las normas técnicas para diseños estructurales garantizando el mejor acercamiento a los costos del proyecto
DG1	Deficiencias en el proceso de selección de proveedores, contratistas y subcontratistas	Con relación a los proveedores, contratistas y subcontratistas se recomienda la actualización de la hoja de vida de estos on el fin de destacar los aciertos y desaciertos durante los proyectos.	Sistematización de la hoja de vida de los proveedores, contratistas y subcontratistas, incluyendo aciertos y desaciertos en la ejecución de los proyectos, y una calificación o recomendación para futuras contrataciones.
DG2	Personal sin experiencia, inadecuado o poco capacitado	La definición del requisito de experiencia en manejo de estructura metálica para proveedores, contratistas y subcontratistas.	Contratación exclusiva de los proveedores, contratistas y subcontratistas que cuenten con la experiencia adecuada. Así mismo, ofrecer opciones de capacitación para el personal en alianza con instituciones capacitadas para este proceso de formación.
DG3	Falta de dirección de procesos para realizar actividades de manera segura (Plan de calidad)	Capacitación al personal directivo y al personal operativo que lidera los procesos de manera que funcionen como diásporas de formación.	Definición de un programa de formación en control de calidad de procesos.
DG4	Cambios en el alcance durante el desarrollo del proyecto (alcance, objetivo, costos y entregables mal definidos).	Revisión en conjunto con los involucrados de las repercusiones económicas y en tiempo de las modificaciones elaborando un EDT	Implementación de reuniones, ajustes de cronograma y ajustes de la línea de producción de acuerdo a los cambios según el EDT, remitiendo las decisiones a los implicados informando nuevas fechas, documentos que deben tener confirmación de recibido por parte de los interesados.

DA1	Manejo inadecuado de gestión de residuos de obra (todos los residuos generados)	Definición de consideraciones de sostenibilidad y seguridad ambiental del proyecto desde su concepción hasta la finalización del mismo garantizando el cumplimiento de disposiciones legales y normativas que incluyen entre otros aspectos aquellos relacionados con el manejo y disposición de residuos.	Se requiere la participación de al menos un experto en Gestión Ambiental en todas las etapas del proyecto, empezando con una contratación parcial en etapa inicial.
DA2	Diseños inadecuados e incompletos que no están alineados con las políticas de gestión ambiental en los proyectos de construcción de obra.	Definición de consideraciones de sostenibilidad y seguridad ambiental del proyecto desde su concepción hasta la finalización del mismo garantizando el cumplimiento de disposiciones legales y normativas que incluyen entre otros aspectos aquellos relacionados con el manejo y disposición de residuos.	Se requiere la participación de al menos un experto en Gestión Ambiental en todas las etapas del proyecto, empezando con una contratación parcial en etapa inicial.
Fabricación			
FC1	Deficiencias en el proceso de selección de proveedores contratistas y subcontratistas	Con relación a los proveedores, contratistas y subcontratistas se recomienda la actualización de la hoja de vida de estos on el fin de destacar los aciertos y desaciertos durante los proyectos.	Sistematización de la hoja de vida de los proveedores, contratistas y subcontratistas, incluyendo aciertos y desaciertos en la ejecución de los proyectos, y una calificación o recomendación para futuras contrataciones.
FC2	Incertidumbre en los costos por falta de definición de los proveedores (Abastecimiento)	Identificación de proveedores (de materia prima y maquinaria) a nivel nacional e internacional	Establecimiento de rutes de movilidad de materia prima de proveedores nacionales e internacionales
FCM1	Factores externos del mercado no controlados directamente por la compañía (Materias primas agotadas, demoras en nacionalización de materiales, alzas en precios de materiales)	Identificación de proveedores (de materia prima y maquinaria) a nivel nacional e internacional	Establecimiento de rutes de movilidad de materia prima de proveedores nacionales e internacionales
FCM2	Estimación de costos de proyecto incompleto y cronograma impreciso-castiga las negociaciones y la disponibilidad de los materiales	Planificación adecuada, revisión cuidadosa de objetivos y de las especificaciones técnicas	Organización del equipo de trabajo, reuniones previas que permitan de manera oportuna la revisión detallada de planos y especificaciones técnicas y elaboración de presupuestos reales
FCM3	Carga de trabajo inesperada por reprocesos	Planificación adecuada, revisión cuidadosa de objetivos y de las especificaciones técnicas	Organización del equipo de trabajo, reuniones previas que permitan de manera oportuna la revisión detallada de planos y especificaciones técnicas y elaboración de presupuestos reales
FCM4	Estabilidad del equipo del proyecto (Alta rotación de personal)	Planificación adecuada, revisión cuidadosa de objetivos y de las especificaciones técnicas	Organización del equipo de trabajo, reuniones previas que permitan de manera oportuna la revisión detallada de planos y especificaciones técnicas y elaboración de presupuestos reales

FCM5	Personal sin experiencia, inadecuado o poco capacitado	La definición del requisito de experiencia en manejo de estructura metálica para proveedores, contratistas y subcontratistas.	Contratación exclusiva de los proveedores, contratistas y subcontratistas que cuenten con la experiencia adecuada. Así mismo, ofrecer opciones de capacitación para el personal en alianza con instituciones capacitadas para este proceso de formación.
FCM6	Deficiencias en el proceso de selección de proveedores, contratistas y subcontratistas	Con relación a los proveedores, contratistas y subcontratistas se recomienda la actualización de la hoja de vida de estos con el fin de destacar los aciertos y desaciertos durante los proyectos.	Sistematización de la hoja de vida de los proveedores, contratistas y subcontratistas, incluyendo aciertos y desaciertos en la ejecución de los proyectos, y una calificación o recomendación para futuras contrataciones.
FT1	Reproceso en la fabricación de piezas por falta de definición en general (cliente, diseñadores, ingenieros, arquitectos, etc.)	Planificación adecuada, revisión cuidadosa de objetivos y de las especificaciones técnicas y estimación de costos.	Organización del equipo de trabajo, reuniones previas que permitan de manera oportuna la revisión detallada de planos y especificaciones técnicas y estimación de presupuesto.
FT2	Cronograma de fabricación impreciso (falta de tiempo para planificar)	Planificación adecuada, revisión cuidadosa de objetivos y de las especificaciones técnicas y estimación de costos.	Organización del equipo de trabajo, reuniones previas que permitan de manera oportuna la revisión detallada de planos y especificaciones técnicas y estimación de presupuesto.
FT3	Diferencias entre los planos de diseño y los planos de fabricación	Planificación adecuada, revisión cuidadosa de objetivos y de las especificaciones técnicas y estimación de costos.	Organización del equipo de trabajo, reuniones previas que permitan de manera oportuna la revisión detallada de planos y especificaciones técnicas y estimación de presupuesto.
FS1	Deficiente ingeniería de diseño enfocada a la seguridad del personal	Definición de un plan de calidad coherente con el proceso constructivo y actualización del panorama de riesgos laborales de acuerdo a las necesidades arquitectónicas y estructurales de cada proyecto	Se requiere un profesional experto en SST encargado del levantamiento de riesgos laborales y adquisición de elementos de protección personal así como también de un programa de capacitación adecuado para mitigación de riesgos o uso de EPP en caso que sea necesario, con la frecuencia dependiendo del riesgo identificado
FS2	Las áreas de producción y SST no cuentan con planes colaborativos para los procesos de fabricación	Definición de un plan de calidad coherente con el proceso constructivo y actualización del panorama de riesgos laborales de acuerdo a las necesidades arquitectónicas y estructurales de cada proyecto	Se requiere un profesional experto en SST encargado del levantamiento de riesgos laborales y adquisición de elementos de protección personal así como también de un programa de capacitación adecuado para mitigación de riesgos o uso de EPP en caso que sea necesario, con la frecuencia dependiendo del riesgo identificado
FS3	No se utiliza adecuadamente el casco de protección durante la fabricación de las estructuras	Definición de un plan de calidad coherente con el proceso constructivo y actualización del panorama de riesgos laborales de acuerdo a las necesidades arquitectónicas y estructurales de cada proyecto	Se requiere un profesional experto en SST encargado del levantamiento de riesgos laborales y adquisición de elementos de protección personal así como también de un programa de capacitación adecuado para mitigación de riesgos o uso de EPP en caso que sea necesario, con la frecuencia dependiendo del riesgo identificado

FS4	No se cuenta con un adecuado sistema para la disposición final de residuos durante la cadena de producción.	Definición de un plan de calidad coherente con el proceso constructivo y actualización del panorama de riesgos laborales de acuerdo a las necesidades arquitectónicas y estructurales de cada proyecto	Se requiere un profesional experto en SST encargado del levantamiento de riesgos laborales y adquisición de elementos de protección personal así como también de un programa de capacitación adecuado para mitigación de riesgos o uso de EPP en caso que sea necesario, con la frecuencia dependiendo del riesgo identificado
FS5	No se cuenta con un adecuado diseño de distribución de planta, los procesos no siguen una secuencia lógica.	Definición de un plan de calidad coherente con el proceso constructivo y actualización del panorama de riesgos laborales de acuerdo a las necesidades arquitectónicas y estructurales de cada proyecto	Se requiere un profesional experto en SST encargado del levantamiento de riesgos laborales y adquisición de elementos de protección personal así como también de un programa de capacitación adecuado para mitigación de riesgos o uso de EPP en caso que sea necesario, con la frecuencia dependiendo del riesgo identificado
FG1	Carga de trabajo inesperada por reprocesos en la fabricación	Capacitación al personal directivo y al personal operativo que lidere los procesos de manera que funcionen como diásporas de formación, acompañado de incentivos económicos por rendimientos y por transferencia de conocimiento a compañeros de trabajo.	Definición de un programa de formación en control de calidad de procesos acompañado de incentivos para los multiplicadores de la transferencia de conocimiento adquirido.
FG2	Técnicas adecuadas para la gestión del personal	Capacitación al personal directivo y al personal operativo que lidere los procesos de manera que funcionen como diásporas de formación, acompañado de incentivos económicos por rendimientos y por transferencia de conocimiento a compañeros de trabajo.	Definición de un programa de formación en control de calidad de procesos acompañado de incentivos para los multiplicadores de la transferencia de conocimiento adquirido.
FG3	Estabilidad del equipo del proyecto (Alta rotación de personal)	Capacitación al personal directivo y al personal operativo que lidere los procesos de manera que funcionen como diásporas de formación, acompañado de incentivos económicos por rendimientos y por transferencia de conocimiento a compañeros de trabajo.	Definición de un programa de formación en control de calidad de procesos acompañado de incentivos para los multiplicadores de la transferencia de conocimiento adquirido.
FG4	Elección inadecuada de equipos, materiales y técnicas de fabricación	Identificación de proveedores (de materia prima y maquinaria) a nivel nacional e internacional	Actualización de ruteos de movilidad de materia prima de proveedores nacionales e internacionales e implementación de inventario de mercancía en consignación asegurando precio
FG5	Estimación de costos de fabricación y cronograma impreciso (Falta de tiempo para planificar), enfocado a los tiempos de fabricación	Planificación adecuada, revisión cuidadosa de objetivos y de las especificaciones técnicas y estimación de costos.	Organización del equipo de trabajo, reuniones previas que permitan de manera oportuna la revisión detallada de planos y especificaciones técnicas y elaboración de presupuestos reales

FR1	Interrupción del flujo de suministro de materiales requeridos para el proceso de montaje	Identificación de proveedores (de materia prima y maquinaria) a nivel nacional e internacional	Actualización de ruteos de movilidad de materia prima de proveedores nacionales e internacionales e implementación de inventario de mercancía en consignación asegurando precio
FR2	Personal sin experiencia, inadecuado o poco capacitado	Capacitación al personal directivo y al personal operativo que lidera los procesos de manera que funcionen como diásporas de formación, acompañado de incentivos económicos por rendimientos y por transferencia de conocimiento	Definición de un programa de formación en control de calidad de procesos acompañado de incentivos para los multiplicadores de la transferencia de conocimiento adquirido.
FR3	Estabilidad del equipo del proyecto (Alta rotación de personal). Se asocia a la curva de aprendizaje y a la gestión del conocimiento.	Capacitación al personal directivo y al personal operativo que lidera los procesos de manera que funcionen como diásporas de formación, acompañado de incentivos económicos por rendimientos y por transferencia de conocimiento	Definición de un programa de formación en control de calidad de procesos acompañado de incentivos para los multiplicadores de la transferencia de conocimiento adquirido.
FR4	Planificación deficiente de las actividades a desarrollar.	Capacitación al personal directivo y al personal operativo que lidera los procesos de manera que funcionen como diásporas de formación, acompañado de incentivos económicos por rendimientos y por transferencia de conocimiento	Definición de un programa de formación en control de calidad de procesos acompañado de incentivos para los multiplicadores de la transferencia de conocimiento adquirido.
FR5	Hay falencias en el control de costos y presupuestos.	Planificación adecuada, revisión cuidadosa de objetivos y de las especificaciones técnicas y estimación de costos.	Organización del equipo de trabajo, reuniones previas que permitan de manera oportuna la revisión detallada de planos y especificaciones técnicas y elaboración de presupuestos reales
FR6	Deficiencia en tecnologías y recursos adecuados para adelantar las actividades de montaje en obra.	Planificación adecuada, revisión cuidadosa de objetivos y de las especificaciones técnicas y estimación de costos.	Organización del equipo de trabajo, reuniones previas que permitan de manera oportuna la revisión detallada de planos y especificaciones técnicas y elaboración de presupuestos reales
FR7	Comunicación ineficiente entre equipos de trabajo (diseño, proyectistas, producción e ingenieros residentes).	Planificación adecuada, revisión cuidadosa de objetivos y de las especificaciones técnicas y estimación de costos.	Organización del equipo de trabajo, reuniones previas que permitan de manera oportuna la revisión detallada de planos y especificaciones técnicas y elaboración de presupuestos reales
Montaje			
MC1	Deficiencias en el proceso de selección de proveedores, contratistas y subcontratistas	Con relación a los proveedores, contratistas y subcontratistas se recomienda la actualización de la hoja de vida de estos on el fin de destacar los aciertos y desaciertos durante los proyectos.	Sistematización de la hoja de vida de los proveedores, contratistas y subcontratistas, incluyendo aciertos y desaciertos en la ejecución de los proyectos, y una calificación o recomendación para futuras contrataciones.

MC2	Poca claridad en la asignación de obligaciones y responsabilidades con algunos actores del proceso.	Planificación adecuada, revisión cuidadosa de objetivos y de las especificaciones técnicas y estimación de costos.	Organización del equipo de trabajo, reuniones previas que permitan de manera oportuna la revisión detallada de planos y especificaciones técnicas y elaboración de presupuestos reales
MC3	Factores externos del mercado no controlados directamente por la compañía, que llegasen a afectar las actividades del montaje de las estructuras	Identificación de proveedores (de materia prima y maquinaria) a nivel nacional e internacional	Establecimiento de ruteos de movilidad de materia prima de proveedores nacionales e internacionales
MC4	Cronogramas con plazos demasiado justos para el desarrollo de las actividades, lo cual puede desencadenar incumplimientos y fallos.	Planificación adecuada, revisión cuidadosa de objetivos y de las especificaciones técnicas y estimación de costos.	Organización del equipo de trabajo, reuniones previas que permitan de manera oportuna la revisión detallada de planos y especificaciones técnicas y elaboración de presupuestos reales
MS1	Diseños inadecuados e incompletos. No tiene en cuenta cómo el personal puede desarrollar sus actividades de manera segura para tener una fluidez en el proceso de montaje.	Planificación adecuada, revisión cuidadosa de objetivos y de las especificaciones técnicas y estimación de costos.	Organización del equipo de trabajo, reuniones previas que permitan de manera oportuna la revisión detallada de planos y especificaciones técnicas y elaboración de presupuestos reales
MS2	Poca comunicación y participación de los trabajadores en cuestiones de seguridad y salud en el trabajo.	Definición de un plan de calidad coherente con el proceso constructivo y actualización del panorama de riesgos laborales de acuerdo a las necesidades arquitectónicas y estructurales de cada proyecto	Se requiere un profesional experto en SST encargado del levantamiento de riesgos laborales y adquisición de elementos de protección personal así como también de un programa de capacitación adecuado para mitigación de riesgos o uso de EPP en caso que sea necesario, con la frecuencia dependiendo del riesgo identificado
MS3	Falta de planes para la identificación y eliminación de peligros, el mantenimiento de áreas de trabajo y la gestión adecuada de residuos y materiales peligrosos.	Definición de un plan de calidad coherente con el proceso constructivo y actualización del panorama de riesgos laborales de acuerdo a las necesidades arquitectónicas y estructurales de cada proyecto	Se requiere un profesional experto en SST encargado del levantamiento de riesgos laborales y adquisición de elementos de protección personal así como también de un programa de capacitación adecuado para mitigación de riesgos o uso de EPP en caso que sea necesario, con la frecuencia dependiendo del riesgo identificado
MS4	Formación deficiente en el manejo seguro de equipos, procedimientos de trabajo seguros y reconociendo de riesgos potenciales.	Definición de un plan de calidad coherente con el proceso constructivo y actualización del panorama de riesgos laborales de acuerdo a las necesidades arquitectónicas y estructurales de cada proyecto	Se requiere un profesional experto en SST encargado del levantamiento de riesgos laborales y adquisición de elementos de protección personal así como también de un programa de capacitación adecuado para mitigación de riesgos o uso de EPP en caso que sea necesario, con la frecuencia dependiendo del riesgo identificado
MT1	Conflictos y retrasos por falta de coordinación con todas las especialidades	Definición de un plan de calidad coherente con el proceso constructivo y actualización del panorama de riesgos laborales de acuerdo a las necesidades arquitectónicas y estructurales de cada proyecto	Se requiere un profesional experto en SST encargado del levantamiento de riesgos laborales y adquisición de elementos de protección personal así como también de un programa de capacitación adecuado para mitigación de riesgos o uso de EPP en caso que sea necesario, con la frecuencia dependiendo del riesgo identificado

MT2	Reproceso de actividades por falta de definición en general (cliente, diseñadores, ingenieros, arquitectos, etc.)	Definición de un plan de calidad coherente con el proceso constructivo y actualización del panorama de riesgos laborales de acuerdo a las necesidades arquitectónicas y estructurales de cada proyecto	Se requiere un profesional experto en SST encargado del levantamiento de riesgos laborales y adquisición de elementos de protección personal así como también de un programa de capacitación adecuado para mitigación de riesgos o uso de EPP en caso que sea necesario, con la frecuencia dependiendo del riesgo identificado
MT3	Insalación deficiente de anclajes y columnas	Planificación adecuada, revisión cuidadosa de objetivos y de las especificaciones técnicas y estimación de costos.	Organización del equipo de trabajo, reuniones previas que permitan de manera oportuna la revisión detallada de planos y especificaciones técnicas y elaboración de presupuestos reales
MT4	Conflictos y retrasos por falta de coordinación con todas las especialidades	Planificación adecuada, revisión cuidadosa de objetivos y de las especificaciones técnicas y estimación de costos.	Organización del equipo de trabajo, reuniones previas que permitan de manera oportuna la revisión detallada de planos y especificaciones técnicas y elaboración de presupuestos reales
MT5	Accesos y zonas de trabajo inadecuadas (terrenos deficientes)	Planificación adecuada, revisión cuidadosa de objetivos y de las especificaciones técnicas y estimación de costos.	Organización del equipo de trabajo, reuniones previas que permitan de manera oportuna la revisión detallada de planos y especificaciones técnicas y elaboración de presupuestos reales
MT6	Deficiente planificación en la secuencia de construcción	Planificación adecuada, revisión cuidadosa de objetivos y de las especificaciones técnicas y estimación de costos.	Organización del equipo de trabajo, reuniones previas que permitan de manera oportuna la revisión detallada de planos y especificaciones técnicas y elaboración de presupuestos reales
MCS1	Estabilidad del equipo del proyecto (alta rotación de personal)	Capacitación al personal directivo y al personal operativo que lidere los procesos de manera que funcionen como diásporas de formación, acompañado de incentivos económicos por rendimientos y por transferencia de conocimiento a compañeros de trabajo.	Definición de un programa de formación en control de calidad de procesos acompañado de incentivos para los multiplicadores de la transferencia de conocimiento adquirido.
MCS2	Personal sin experiencia, inadecuado o poco capacitado	Capacitación al personal directivo y al personal operativo que lidere los procesos de manera que funcionen como diásporas de formación, acompañado de incentivos económicos por rendimientos y por transferencia de conocimiento a compañeros de trabajo.	Definición de un programa de formación en control de calidad de procesos acompañado de incentivos para los multiplicadores de la transferencia de conocimiento adquirido.
MCS3	Deficiencias en el proceso de selección de proveedores, contratistas y subcontratistas	Con relación a los proveedores, contratistas y subcontratistas se recomienda la actualización de la hoja de vida de estos con el fin de destacar los aciertos y desaciertos durante los proyectos.	Sistematización de la hoja de vida de los proveedores, contratistas y subcontratistas, incluyendo aciertos y desaciertos en la ejecución de los proyectos, y una calificación o recomendación para futuras contrataciones.

MG1	Cronogramas con plazos demasiado justos para el desarrollo de las actividades, lo cual puede desencadenar incumplimientos y fallos.	Planificación adecuada, revisión cuidadosa de objetivos y de las especificaciones técnicas y estimación de costos.	Organización del equipo de trabajo, reuniones previas que permitan de manera oportuna la revisión detallada de planos y especificaciones técnicas y elaboración de presupuestos reales
MG2	Técnicas adecuadas para la gestión del personal	Capacitación al personal directivo y al personal operativo que lidere los procesos de manera que funcionen como diásporas de formación, acompañado de incentivos económicos por rendimientos y por transferencia de conocimiento a compañeros de trabajo.	Definición de un programa de formación en control de calidad de procesos acompañado de incentivos para los multiplicadores de la transferencia de conocimiento adquirido.
MG3	Hay falencias en el control de costos y presupuestos.	Planificación adecuada, revisión cuidadosa de objetivos y de las especificaciones técnicas y estimación de costos.	Organización del equipo de trabajo, reuniones previas que permitan de manera oportuna la revisión detallada de planos y especificaciones técnicas y elaboración de presupuestos reales
MR1	Interrupción del flujo de suministro de materiales requeridos para el proceso de montaje	Identificación de proveedores (de materia prima y maquinaria) a nivel nacional e internacional	Establecimiento de rutas de movilidad de materia prima de proveedores nacionales e internacionales
MR2	Personal sin experiencia, inadecuado o poco capacitado	Capacitación al personal directivo y al personal operativo que lidere los procesos de manera que funcionen como diásporas de formación, acompañado de incentivos económicos por rendimientos y por transferencia de conocimiento a compañeros de trabajo.	Definición de un programa de formación en control de calidad de procesos acompañado de incentivos para los multiplicadores de la transferencia de conocimiento adquirido.
MR3	Planificación deficiente de las actividades a desarrollar.	Planificación adecuada, revisión cuidadosa de objetivos y de las especificaciones técnicas y estimación de costos.	Organización del equipo de trabajo, reuniones previas que permitan de manera oportuna la revisión detallada de planos y especificaciones técnicas y elaboración de presupuestos reales
MR4	Deficiencia en tecnologías y recursos adecuados para adelantar las actividades de montaje en obra.	Capacitación al personal directivo y al personal operativo que lidere los procesos de manera que funcionen como diásporas de formación, acompañado de incentivos económicos por rendimientos y por transferencia de conocimiento a compañeros de trabajo.	Definición de un programa de formación en control de calidad de procesos acompañado de incentivos para los multiplicadores de la transferencia de conocimiento adquirido.
MR5	Estabilidad del equipo del proyecto (alta rotación de personal) Se asocia a la curva de aprendizaje y a la gestión de conocimiento	Capacitación al personal directivo y al personal operativo que lidere los procesos de manera que funcionen como diásporas de formación, acompañado de incentivos económicos por rendimientos y por transferencia de conocimiento a compañeros de trabajo.	Definición de un programa de formación en control de calidad de procesos acompañado de incentivos para los multiplicadores de la transferencia de conocimiento adquirido.

MR6	Planificación deficiente de las actividades a desarrollar.	Planificación adecuada, revisión cuidadosa de objetivos y de las especificaciones técnicas y estimación de costos.	Organización del equipo de trabajo, reuniones previas que permitan de manera oportuna la revisión detallada de planos y especificaciones técnicas y elaboración de presupuestos reales
MR7	Hay falencias en el control de costos y presupuestos.	Planificación adecuada, revisión cuidadosa de objetivos y de las especificaciones técnicas y estimación de costos.	Organización del equipo de trabajo, reuniones previas que permitan de manera oportuna la revisión detallada de planos y especificaciones técnicas y elaboración de presupuestos reales
MR8	Deficiencias en tecnologías y recursos adecuados para adelantar las actividades de montaje de obra	Identificación de proveedores (de materia prima y maquinaria) a nivel nacional e internacional	Establecimiento de ruteos de movilidad de materia prima de proveedores nacionales e internacionales
MR9	Comunicación ineficiente entre equipos de trabajo (diseño, proyectistas, producción e ingenieros residentes).	Planificación adecuada, revisión cuidadosa de objetivos y de las especificaciones técnicas y estimación de costos.	Organización del equipo de trabajo, reuniones previas que permitan de manera oportuna la revisión detallada de planos y especificaciones técnicas y elaboración de presupuestos reales