



Propuesta estratégica para mejorar la eficiencia operativa y la gestión de recursos en el armado de estructuras metálicas en CMA Ingeniería y Construcción S.A.S.

Mabel Andrea Sanguino Luna

José Sebastián Muñoz Restrepo

Universidad Ean

Facultad de administración, finanzas y ciencias económicas

Maestría en Administración de Empresas - MBA

Bogotá, Colombia

25/06/2025

Propuesta estratégica para mejorar la eficiencia operativa y la gestión de recursos en el armado de estructuras metálicas en CMA Ingeniería y Construcción S.A.S.

Mabel Andrea Sanguino Luna
José Sebastián Muñoz Restrepo

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Magister en Administración de Empresas

Director (a):

Jose Alejandro Martinez Sepulveda

Modalidad:

Consultoría Profesional

Universidad Ean

Facultad de administración, finanzas y ciencias económicas

Maestría en Administración de Empresas - MBA
Bogotá, Colombia

25/06/2025

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del director del trabajo de grado

Bogotá, 25/06/2025

Dedicatoria

A mi familia, por enseñarme que los verdaderos triunfos no se miden solo en metas alcanzadas, sino en las personas que caminan contigo hasta lograrlas.
(Muñoz, s.f.)

Agradecimientos

Expresamos nuestro sincero agradecimiento a la empresa CMA Ingeniería y Construcción S.A.S., especialmente al equipo operativo y administrativo que participó activamente en el diligenciamiento de los instrumentos diseñados para la presente investigación. Su colaboración fue fundamental para identificar patrones, detectar problemáticas clave y comprender el estado actual del proceso de armado de estructuras metálicas, lo cual enriqueció significativamente el desarrollo de este trabajo de grado.

De igual manera, queremos extender un agradecimiento a nuestro tutor, el Ing. José Alejandro Martínez Sepúlveda, por su acompañamiento constante, orientación académica y valiosos aportes durante todas las etapas del proyecto. Su guía fue clave para mantener el enfoque metodológico.

Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo proponer estrategias que optimizaran la eficiencia operativa, la gestión de recursos y la estandarización en el proceso de armado de estructuras metálicas en CMA Ingeniería y Construcción S.A.S. Para ello, se realizó un diagnóstico del estado actual del proceso, evaluando la estandarización, el desempeño del personal y la eficiencia operativa mediante la recopilación de información primaria y secundaria. Posteriormente, se determinó el nivel de madurez organizacional de la empresa a través del Modelo de Madurez de Capacidades (CMM), aplicando encuestas, entrevistas y observación directa del proceso.

Los resultados obtenidos permitieron evidenciar problemáticas clave que afectaban la eficiencia del proceso, tales como la baja estandarización operativa, deficiencias en la gestión de recursos y limitaciones en la formación técnica del personal. Con base en estos hallazgos, se diseñaron estrategias enfocadas en tres frentes fundamentales: la propuesta de un programa de inspección por etapas, el desarrollo de un plan de capacitación técnica y la estructuración de un esquema de alistamiento y gestión de materiales. Estas acciones permitieron visualizar oportunidades concretas de mejora en la reducción de errores, el aumento de la productividad y una mejor coordinación operativa.

Finalmente, se proponen indicadores clave de desempeño (KPIs) que permiten evaluar la eficiencia de las estrategias propuestas y su impacto en la mejora del proceso. Este estudio buscó contribuir al fortalecimiento de las prácticas operativas de CMA Ingeniería y Construcción S.A.S., promoviendo una cultura de mejora continua y aumentando su competitividad en el sector de estructuras metálicas.

Palabras clave: Eficiencia operativa, gestión de recursos, estandarización de procesos, mejora continua, gestión organizacional, Modelo de madures de capacidades (CMM), Indicadores claves de desempeño (KPI)

ABSTRACT

This study aimed to propose strategies to optimize operational efficiency, resource management, and process standardization in the assembly of metal structures at CMA Ingeniería y Construcción S.A.S. To achieve this, a diagnostic assessment of the current process was conducted, evaluating standardization, personnel performance, and operational efficiency through the collection of both primary and secondary data. Subsequently, the organizational maturity level of the company was determined using the Capability Maturity Model (CMM), applying surveys, interviews, and direct observation of the process.

The results revealed key issues negatively impacting process efficiency, such as low operational standardization, deficiencies in resource management, and limited technical training for personnel. Based on these findings, three main strategic initiatives were developed: the implementation of a stage-based inspection program, the design of a technical training plan, and the structuring of a material preparation and management scheme. These actions enabled the identification of concrete opportunities for improvement in error reduction, increased productivity, and better operational coordination.

Finally, key performance indicators (KPIs) were proposed to assess the effectiveness of the implemented strategies and their impact on process improvement. This study aimed to contribute to the strengthening of operational practices at CMA Ingeniería y Construcción S.A.S., promoting a culture of continuous improvement and enhancing the company's competitiveness in the metal structures sector.

Keywords: Operational efficiency, resource management, process standardization, continuous improvement, organizational management, Capability Maturity Model (CMM), key Performance Indicators (KPIs).

Contenido

	Pág.
Lista de Figuras	10
Lista de Tablas	11
Introducción	12
Objetivos	14
<i>Objetivo general</i>	<i>14</i>
<i>Objetivos específicos.....</i>	<i>14</i>
Justificación.....	15
Marco Institucional	17
<i>Misión.....</i>	<i>17</i>
<i>Visión</i>	<i>17</i>
<i>Posición en el Mercado</i>	<i>18</i>
<i>Sector Económico</i>	<i>18</i>
<i>Productos y Servicios.....</i>	<i>18</i>
Marco Conceptual y contextual	19
<i>Modelos de Gestión.....</i>	<i>20</i>
<i>Tipos de Modelo de Gestión.....</i>	<i>20</i>
<i>Herramientas de optimización de procesos</i>	<i>28</i>
<i>Casos de Éxito en la Industria</i>	<i>29</i>
Diseño Metodológico de la Consultoría	31
<i>Enfoque de la Investigación.....</i>	<i>31</i>
<i>Fases de la Investigación</i>	<i>31</i>
Diagnóstico Organizacional	36
<i>Resultados de la aplicación de instrumentos de captura de información secundaria... </i>	<i>36</i>
<i>Resultados de la aplicación de instrumentos de captura de información primaria</i>	<i>47</i>
Resultados de la Solución.....	61
Conclusiones y Recomendaciones	79
<i>Conclusiones.....</i>	<i>79</i>

<i>Recomendaciones</i>	81
Limitaciones del estudio y proyecciones a futuro	82
Referencias	84
A. Anexo. Estadísticas de los resultados de la encuesta sobre madurez operativa. 90	
B. Anexo. Plantilla de Alistamiento y Gestión de Recursos Críticos	93

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 Etapas de madurez del Modelo de Gestión de Proyectos Organizacionales (OPM3)	25
Figura 2 Modelo de madurez de capacidades CMM.....	26
Figura 3 Análisis Pestel.....	37
Figura 4 Cinco Fuerzas de Porter.....	39
Figura 5 Matriz DOFA	40
Figura 6 Modelo de Negocio CMA.....	46
Figura 7 Proceso de armado de estructura metálica.	48
Figura 8 Diagrama de causa y efecto que muestra las causas fundamentales de la baja madurez organizacional.	59
Figura 9 Cronograma de Implementación de propuestas	77

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 Informe de Estado Financiero CMA	42
Tabla 2 Indicadores Financieros CMA	43
Tabla 3 Descripción de los subprocesos en el proceso de armado de estructuras metálicas	51
Tabla 4 Encuesta para medir la madurez operacional del proceso de armado de estructuras metálicas en CMA Ingeniería SAS.	53
Tabla 5 Análisis de cuellos de botella, reprocesos y fallas por ausencia de Inspección en el proceso de armado.	61
Tabla 6 Indicadores clave de desempeño para el programa de Inspección.	66
Tabla 7 Propuesta Plan de capacitación (12 semanas).	68
Tabla 8 Indicadores clave de desempeño para plan de capacitaciones.....	70
Tabla 9 Estimación de costos del plan de capacitación.	72
Tabla 10 Matriz de Clasificación de Herramientas y Materiales según Nivel de Prioridad.74	
Tabla 11 Indicadores clave de desempeño para el plan estratégico de alistamiento y gestión de recursos.	75
Tabla 12 Proyección de ingresos, costos y EBITDA con la implementación de las propuestas.	78

Introducción

El armado de estructuras metálicas es un proceso fundamental en diversas industrias, incluyendo la construcción, manufactura y el desarrollo de infraestructuras de gran escala. Su eficiencia y precisión son factores determinantes en la rentabilidad y competitividad de las empresas dedicadas a este sector. Sin embargo, las ineficiencias operativas durante los procesos de fabricación pueden impactar negativamente los costos operativos, la calidad del producto y el cumplimiento de plazos de entrega. Según McKinsey Global Institute (2021), hasta un 30% de los costos de producción en la industria de la construcción están asociados con ineficiencias operativas, lo que resalta la necesidad de mejorar sus procesos industriales.

CMA Ingeniería y Construcción S.A.S., empresa dedicada a la fabricación y ensamblaje de estructuras metálicas, enfrenta actualmente desafíos relacionados con la productividad en su proceso de armado. A pesar de contar con equipos especializados y tecnología avanzada, la empresa ha identificado variaciones en los tiempos de producción, cuellos de botella en el flujo de trabajo y un uso ineficiente de los recursos humanos y materiales. Estas deficiencias no solo elevan los costos de producción, sino que también afectan la capacidad de la empresa para cumplir con los plazos de entrega, poniendo en riesgo su competitividad en un mercado altamente exigente (Smith, 2017).

En este contexto, resulta necesario adoptar un enfoque integral que permita comprender las causas de las ineficiencias actuales y plantear soluciones que contribuyan a fortalecer la gestión operativa. Según un informe de Global Industry Analysis (2023), la demanda por estructuras metálicas ha aumentado un 5.4% anual debido a la necesidad de infraestructuras más sostenibles y resistentes, lo que requiere procesos de fabricación más eficientes.

El presente trabajo de grado se desarrolló bajo el enfoque de consultoría profesional, con el fin de identificar oportunidades de mejora y proponer soluciones estratégicas que

permitan mejorar la eficiencia operativa y los recursos disponibles. El reto fue planteado por CMA durante el segundo semestre de 2024 y fue trabajado por cinco grupos de manera paralela. Cada grupo presentó su diagnóstico y recomendaciones a la empresa en diciembre de 2024, lo que permitió obtener una visión integral de las problemáticas y alternativas de mejora desde distintas perspectivas.

El proyecto se estructuró en varias etapas, iniciando con el diagnóstico y análisis del proceso actual, seguido de la evaluación y formulación de propuestas de mejora. Finalmente, se definieron indicadores de desempeño que permitirán monitorear y evaluar el impacto de las estrategias propuestas, en caso de que la empresa decida por implementarlas.

Objetivos

Objetivo general

Proponer una estrategia de mejora para el proceso de armado de estructuras metálicas en CMA Ingeniería y Construcción S.A.S., con el fin de incrementar la eficiencia operativa y fortalecer la gestión de los recursos.

Objetivos específicos

- Diagnosticar el estado actual del proceso de armado de estructuras metálicas, evaluando el nivel de estandarización, el desempeño del personal y la eficiencia operativa.
- Determinar los principales factores que afectan el proceso de armado de estructuras metálicas y su impacto sobre la eficiencia de la empresa.
- Establecer una propuesta de mejora, que incluya estrategias para la optimización de los procesos operativos y la gestión de los recursos.
- Definir indicadores clave de desempeño (KPIs) que permitan evaluar la eficiencia de las estrategias propuestas.

Justificación

CMA Ingeniería y Construcción S.A.S tiene un rol fundamental en la industria de la construcción y manufactura, con un impacto directo en la durabilidad, resistencia y precisión de los productos finales. Por lo que sus estándares de calidad y fiabilidad deben ser el enfoque principal de su cadena productiva, en donde la tecnología y el personal especializado juegan un papel crucial. Según datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), el sector de la construcción en Colombia representa aproximadamente el 6.5% del Producto Interno Bruto (PIB) nacional y genera alrededor de 1.5 millones de empleos directos e indirectos (DANE, 2024). Además, durante el año 2023, el área total licenciada para construcción alcanzó 24,9 millones de metros cuadrados, evidenciando la importancia y dinamismo del sector en la economía nacional. Estos indicadores subrayan la necesidad de optimizar los procesos constructivos para responder a las demandas crecientes de calidad, eficiencia y sostenibilidad en el mercado actual.

El presente proyecto surge como respuesta a la problemática que enfrenta CMA Ingeniería y Construcción S.A.S. en el proceso de armado de estructuras metálicas, donde se observa falta de estandarización de procesos, ineficiencias operativas y falla en la gestión de recursos, lo que afecta directamente la competitividad de la empresa (McKinsey & Company, 2021).

En este contexto, CMA Ingeniería y Construcción S.A.S. ha planteado como reto fundamental la necesidad de mejorar la eficiencia operativa y la gestión de recursos dentro del proceso de armado de estructuras metálicas, con el fin de reducir desperdicios, optimizar tiempos de producción y garantizar un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles. Este desafío responde a la creciente demanda del sector por soluciones más eficientes y sostenibles, que permitan a la empresa mantenerse competitiva frente a las exigencias del mercado y a las buenas prácticas de la industria. Por lo tanto, el presente proyecto se convierte

en una oportunidad estratégica para diseñar e implementar herramientas de gestión y mejora continua que fortalezcan sus procesos productivos y aporten valor a sus clientes y partes interesadas.

La motivación para el proyecto radica en la necesidad de fortalecer la competitividad y sostenibilidad de CMA Ingeniería y Construcción S.A.S. en un entorno productivo cada vez más exigente y dinámico. La empresa desempeña un papel clave en la cadena de valor del sector construcción, donde la precisión en los procesos y la eficiencia operativa son determinantes para cumplir con los estándares de calidad que exige el mercado. Sin embargo, las deficiencias detectadas en la gestión del armado de estructuras metálicas han evidenciado brechas significativas que limitan su capacidad para responder de manera eficiente a estas demandas. Esta situación, sumada al contexto económico nacional que destaca el crecimiento e impacto del sector construcción en Colombia, motivó el desarrollo de un proyecto orientado a diagnosticar, proponer y estructurar soluciones concretas que permitan optimizar los procesos internos, mejorar la gestión del talento humano y garantizar un uso más eficiente de los recursos disponibles.

La eficiencia operativa en una empresa, además de ser necesaria desde un aspecto estratégico, también debe complementarse desde lo operativo con el seguimiento a través de revisiones periódicas y auditorías internas, lo que garantizará que las propuestas se mantengan alineadas con los objetivos establecidos y exista competitividad en los sectores productivos (Pérez-Mergarejo et al., 2014).

Marco Institucional

CMA Ingeniería y Construcción S.A.S. fue fundada en 1978 y, desde entonces, ha destacado en la industria de la fabricación de estructuras metálicas en Colombia. Con más de 45 años de experiencia, se ha consolidado como una empresa líder en los sectores industrial e infraestructura, contribuyendo al desarrollo de proyectos de gran relevancia, público y privado. Su evolución ha estado guiada por un fuerte compromiso con la innovación y la mejora continua, lo que le ha permitido adaptarse a las exigencias del mercado y mantenerse competitiva.

Desde sus primeros años, CMA ha participado en proyectos representativos, como edificaciones en acero, infraestructura pública, puentes vehiculares y peatonales, y torres de comunicación y energía, posicionándose como un actor clave en el desarrollo de infraestructura en el país. (CMA Ingeniería y Construcción, s.f.)

Misión

Somos una empresa moderna, dinámica, sólida y confiable en la implementación de soluciones en acero para el desarrollo de infraestructura en Latinoamérica. (CMA Ingeniería y Construcción, 2023, p. 1).

Visión

Buscamos ser líderes del sector de infraestructura en acero en Colombia y Latinoamérica mediante la constante mejora y optimización de nuestros procesos, con tecnología de vanguardia y un recurso humano comprometido, capaz de transformar ideas en proyectos rentables y de alto valor agregado. (CMA Ingeniería y Construcción, 2023 p. 2)

Posición en el Mercado

CMA Ingeniería y Construcción S.A.S. se posiciona como una empresa destacada en el sector de las estructuras metálicas en Colombia. La empresa demuestra una sólida capacidad para competir dentro de la industria de la construcción y fabricación de infraestructuras. Comparada con otras empresas del sector, como Exco Colombiana S.A.S. o Industria Colombiana de Tapas S.A., CMA se ubica en un grupo de compañías líderes que manejan proyectos complejos y personalizados, incluyendo puentes vehiculares, torres de comunicación, edificaciones en acero y fabricaciones especiales.

Sector Económico

CMA Ingeniería y Construcción S.A.S. opera en el sector de la construcción y manufactura, específicamente en la fabricación de productos metálicos y su posterior ensamblaje en proyectos de infraestructura. Este sector está estrechamente vinculado con el crecimiento industrial y de infraestructura de Colombia, y se ve influenciado por las políticas de desarrollo urbano, inversiones en proyectos públicos y privados, y la demanda de estructuras metálicas para diferentes aplicaciones.

Productos y Servicios

CMA Ingeniería y Construcción S.A.S. ofrece una amplia gama de productos y servicios, especializados en la fabricación y montaje de estructuras metálicas, entre los que se destacan:

- Edificaciones en acero: Estructuras metálicas para edificios comerciales, industriales y residenciales.
- Infraestructura pública: Estaciones de transporte, centros recreativos, etc.
- Infraestructura industrial: Estructuras para fábricas y plantas industriales.
- Puentes vehiculares y peatonales: Fabricación y montaje de puentes metálicos.
- Fabricaciones especiales: Estructuras personalizadas para proyectos específicos.

Además, CMA complementa su oferta con servicios como:

- **Ingeniería y Diseño:** Este servicio se encarga de desarrollar planos y soluciones estructurales personalizadas, optimizando el uso de materiales y garantizando la eficiencia y seguridad en cada proyecto.
- **Centro CNC:** Utiliza tecnología de Control Numérico Computarizado para el corte y fabricación de componentes metálicos, asegurando alta precisión y calidad en piezas complejas y a gran escala.
- **Montaje en Sitio:** Se realiza el montaje en sitio de las estructuras metálicas, supervisando el proceso para garantizar un ensamblaje adecuado y cumplir con los estándares de seguridad y calidad en proyectos como puentes y edificaciones.
- **Obras Civiles:** Este servicio incluye cimentaciones, drenajes y otros trabajos de infraestructura necesarios para integrar las estructuras metálicas, proporcionando soluciones completas para los proyectos.

Marco Conceptual y contextual

El armado de estructuras metálicas es un proceso clave dentro de las industrias de la construcción y manufactura, ya que estas estructuras proporcionan la resistencia y durabilidad necesaria para grandes proyectos de infraestructura, edificación y plantas industriales. En un entorno industrial altamente competitivo, optimizar el proceso de armado es esencial para asegurar la productividad, reducir costos, y mejorar la calidad del producto final.

Este trabajo de grado en modalidad de consultoría profesional busca proporcionar un análisis del proceso de armado de estructuras metálicas, apoyado en teorías clásicas de la administración, modelos productivos modernos, y estudios de casos que permitan proponer soluciones para mejorar la eficiencia operativa.

Modelos de Gestión

En un entorno empresarial competitivo y en constante cambio, las organizaciones deben desarrollar modelos estructurados que les permitan evaluar y mejorar sus capacidades operativas. Los modelos de madurez organizacional son herramientas clave para evaluar y fortalecer las habilidades, capacidades y competencias dentro de una organización, proporcionando una guía clara para el desarrollo progresivo de sus procesos.

Estos modelos ofrecen un marco de referencia para medir el nivel de madurez de los procesos empresariales, facilitando la identificación de áreas de mejora y la implementación de estrategias de optimización. Además, fomentan una cultura de mejora continua y establecen una visión estratégica para el futuro, lo que contribuye a mejorar la eficiencia, adaptabilidad y sostenibilidad, permitiendo a las organizaciones enfrentar con éxito los desafíos del mercado.

Según un estudio de McKinsey & Company (2021), las empresas que implementan estrategias de estandarización y mejora de procesos que pueden incrementar su eficiencia operativa hasta en un 30% y reducir costos entre un 20% y 40%. Para una empresa dedicada a la fabricación de estructuras metálicas, evaluar sus procesos es clave para mejorar la calidad, optimizar el uso de materiales y recursos, reducir desperdicios, tiempos de producción, y fortalecer su competitividad.

Tipos de Modelo de Gestión

Las organizaciones necesitan estructuras eficientes y adaptables para responder a los cambios tecnológicos y a las demandas del mercado. En este contexto, los modelos de gestión empresarial se convierten en herramientas clave para la toma de decisiones, la evaluación del desempeño y la mejora continua. Estos modelos permiten alinear procesos con la estrategia, optimizar recursos, fortalecer la calidad y mejorar la competitividad. A continuación, se

presentan los principales tipos de modelos según su enfoque y aplicabilidad en distintos sectores.

1. Modelo de Gestión por procesos

El Modelo de Gestión por Procesos (BPM) es un enfoque integral que busca alinear las operaciones de una organización con sus objetivos estratégicos mediante la identificación, diseño, ejecución, monitoreo y optimización de sus procesos clave (Dumas et al., 2018). A diferencia de los enfoques funcionales tradicionales, BPM promueve una visión transversal de la organización, donde cada proceso se considera un flujo de actividades orientadas a generar valor para el cliente. Este modelo se apoya en herramientas tecnológicas y metodologías estructuradas para documentar y gestionar los procesos, facilitando la estandarización, la trazabilidad y la mejora continua (Harmon, 2019).

Entre los principales beneficios de BPM se destacan la reducción de tiempos y costos, el aumento de la eficiencia, la mejora en la calidad y una mayor adaptabilidad al cambio (Dumas et al., 2018). Además, promueve la transparencia organizacional al permitir una visión clara de la interacción entre áreas, facilitando decisiones basadas en datos. Su aplicación es especialmente relevante en sectores como la construcción de estructuras metálicas, donde la coordinación eficiente es esencial para la competitividad.

2. Modelo de gestión estratégica

Los modelos de gestión estratégica permiten a las organizaciones definir, ejecutar y monitorear su rumbo hacia el logro de objetivos a largo plazo, alineando los recursos internos con las oportunidades del entorno. Entre los más utilizados se encuentra el Balanced Scorecard (BSC), desarrollado por Kaplan y Norton (1996), el cual traduce la visión y estrategia de la organización en objetivos específicos medidos desde cuatro perspectivas clave:

financiera, clientes, procesos internos y aprendizaje y crecimiento. Este enfoque facilita la toma de decisiones basada en indicadores de desempeño y promueve una visión integral del negocio, más allá de los resultados financieros.

Otro modelo ampliamente aplicado es el de las Cinco Fuerzas de Porter, que permite analizar la competitividad de una industria mediante cinco dimensiones: rivalidad entre competidores, amenaza de nuevos entrantes, poder de negociación de proveedores, poder de negociación de los clientes y amenaza de productos sustitutos (Porter, 2008). Este modelo es clave para formular estrategias que permitan a la empresa diferenciarse, proteger su rentabilidad y adaptarse a cambios del mercado. En conjunto, los modelos estratégicos son esenciales para anticipar riesgos, aprovechar oportunidades y fortalecer la posición competitiva de una organización en entornos dinámicos y exigentes.

3. Modelos de Gestión de Calidad Total

Los modelos de gestión de calidad total (TQM) promueven la mejora continua enfocándose en el cliente, la participación del personal y la eficiencia de los procesos. La norma ISO 9001 es uno de los referentes principales, ofreciendo un marco para implementar sistemas de calidad basados en principios como el liderazgo, la mejora continua y la toma de decisiones con base en evidencias. Su aplicación ayuda a garantizar la calidad, optimizar procesos y aumentar la satisfacción del cliente.

Otro referente importante es el Modelo EFQM de Excelencia, desarrollado por la Fundación Europea para la Gestión de la Calidad. Este modelo promueve una visión global del desempeño organizacional, evaluando factores como liderazgo, estrategia, personas, procesos y resultados (European Foundation for Quality Management [EFQM], 2020). A través de la autoevaluación y el análisis de brechas, el modelo EFQM permite a las organizaciones identificar áreas de mejora y desarrollar planes estratégicos que integren la innovación,

sostenibilidad y compromiso con los grupos de interés. En sectores como la manufactura y la construcción, estos modelos son fundamentales para alcanzar altos estándares de calidad, cumplir requisitos normativos y mantenerse competitivos en el mercado global.

4. Modelos de Mejora Continua

El Modelo de Mejora Continua se basa en la implementación constante de pequeñas mejoras dentro de los procesos de una organización, con el objetivo de aumentar su eficiencia, reducir costos, mejorar la calidad y, en última instancia, satisfacer mejor las necesidades de los clientes. Esta metodología tiene sus raíces en la Gestión de Calidad Total (TQM), que promueve la participación de todos los empleados en la identificación de áreas de mejora y en la toma de decisiones para optimizar los procesos (Imai, 2012). El objetivo de la mejora continua no es solo la implementación de cambios aislados, sino el establecimiento de un ciclo constante de evaluación y mejora que forme parte de la cultura organizacional.

Uno de los enfoques más conocidos de la mejora continua es el Kaizen, un concepto japonés que significa "mejora" o "cambio para mejor". El modelo Kaizen enfatiza la importancia de realizar mejoras progresivas y sostenibles a lo largo del tiempo, basadas en la identificación y eliminación de desperdicios en todas las áreas de la organización, tales como la producción, la logística, los recursos humanos y los servicios (Imai, 2012). En su núcleo, Kaizen propone que incluso los pequeños cambios diarios suman grandes resultados a largo plazo, y su implementación efectiva depende de la participación y el compromiso de todos los empleados, sin importar su nivel jerárquico dentro de la organización.

Otro modelo relacionado con la mejora continua es Lean Manufacturing, que se enfoca en la reducción de desperdicios a través de la optimización de procesos productivos, eliminando actividades que no aportan valor al producto o servicio final. Lean promueve la creación de flujo continuo en los procesos, donde los tiempos de espera y las variabilidades

son reducidos al mínimo, lo que resulta en una producción más eficiente y costos más bajos (Womack & Jones, 2003). De manera complementaria, el modelo Six Sigma también se basa en la mejora continua, pero se enfoca en la reducción de la variabilidad y en el control estadístico de los procesos para asegurar que los resultados sean predecibles y de alta calidad. Utilizando herramientas estadísticas y métodos como el ciclo DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar), Six Sigma busca alcanzar una calidad casi perfecta, con un máximo de 3.4 defectos por millón de oportunidades (Pande et al., 2000).

La integración de estos modelos de gestión impulsa la mejora continua al optimizar procesos, alinear la estrategia y fortalecer la cultura organizacional. Permiten reducir costos, mejorar la calidad, aumentar la competitividad y elevar la satisfacción del cliente, promoviendo además un entorno colaborativo orientado a la excelencia.

5. Modelos de Madurez Organizacional

La medición del nivel de gestión en una empresa es clave para evaluar el desarrollo y la efectividad de sus procesos y capacidades. En este contexto, el modelo de madurez es una herramienta estructurada que permite evaluar el nivel de desarrollo de procesos, capacidades o prácticas dentro de una organización. Estos modelos proporcionan un marco para identificar el estado actual, establecer metas de mejora y guiar a la empresa en su evolución hacia niveles superiores de eficiencia y efectividad.

Existen diversos tipos de modelos de madurez, cada uno enfocado en diferentes aspectos del desarrollo organizacional. A continuación, se presentan tres de los modelos de madurez de gestión observados.

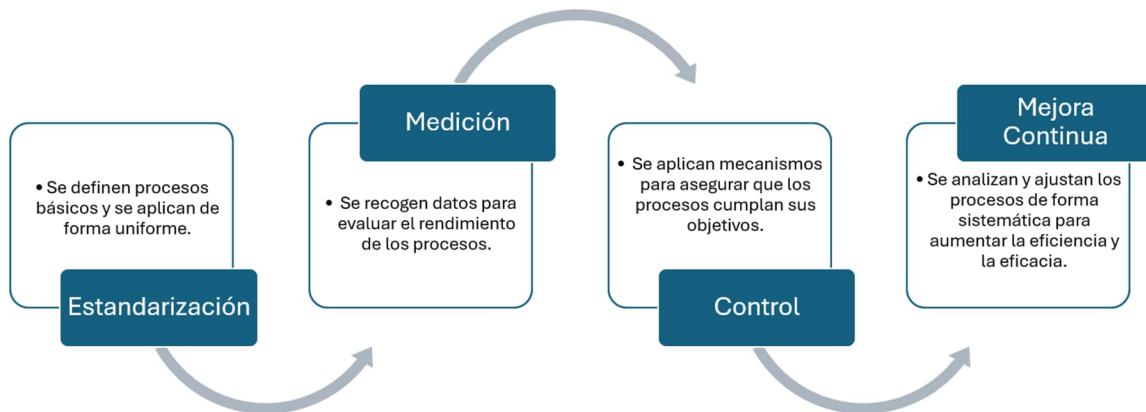
- **Modelo de Madurez de Gestión de Proyectos Organizacionales (OPM3)**

El Modelo de Madurez de Gestión de Proyectos Organizacionales (OPM3, por sus siglas en inglés: Organizational Project Management Maturity Model) fue desarrollado por el Project Management Institute (PMI) con el propósito de ayudar a las organizaciones a evaluar su nivel de madurez en la gestión de proyectos, programas y portafolios, y alinear sus prácticas con los objetivos estratégicos. Este modelo busca mejorar la capacidad organizacional para traducir la estrategia en resultados, a través de un enfoque estructurado de mejora continua (Product Portfolio Management [PPM], 2022).

Además, el modelo OPM3 propone una evolución progresiva de la madurez organizacional en torno a cuatro etapas fundamentales, que permiten a las organizaciones avanzar desde una gestión de proyectos básica hacia una cultura de mejora continua (ver Figura 1).

Figura 1

Etapas de madurez del Modelo de Gestión de Proyectos Organizacionales (OPM3)



Nota. Elaboración propia.

- **Modelo de Madurez de Capacidades (CMM)**

El Modelo de Madurez de Capacidades (CMM) fue desarrollado en la década de 1980 por el Software Engineering Institute (SEI) de la Universidad Carnegie Mellon, con el propósito de proporcionar un marco de evaluación de la madurez de los procesos organizacionales. Inicialmente diseñado para medir la capacidad de desarrollo de software, su éxito llevó a su adopción en diversas industrias, incluyendo manufactura y gestión de procesos (Lorenzo, 2016).

El modelo CMM tiene como objetivo evaluar los procesos de una organización en distintos niveles de madurez, permitiendo incrementar sus capacidades mediante la implementación de mejores prácticas. A través de su aplicación, se pueden identificar fortalezas y debilidades, así como posibles riesgos en los procesos organizacionales. De esta manera, se establecen estrategias para mejorar la eficiencia y garantizar una evolución estructurada de la gestión empresarial.

Este modelo está estructurado en cinco niveles de madurez que representan el grado de desarrollo y control de los procesos organizacionales (ver Figura 2).

Figura 2

Modelo de madurez de capacidades CMM



Elaboración propia.

- **Modelo de Madurez Digital (DMM)**

El Modelo de Madurez Digital (DMM, por sus siglas en inglés Digital Maturity Model) es una herramienta de evaluación estratégica que permite a las organizaciones medir su grado de adopción y aprovechamiento de tecnologías digitales en sus procesos, cultura y gestión empresarial. Este modelo busca identificar el nivel de transformación digital de una empresa, considerando aspectos clave como la estrategia digital, la cultura organizacional, la infraestructura tecnológica, la experiencia del cliente y la gestión de datos (Kane et al., 2017). El DMM proporciona un marco de referencia que permite establecer una hoja de ruta para evolucionar desde un nivel inicial de digitalización hasta niveles más avanzados de integración tecnológica y agilidad organizacional.

El modelo establece generalmente cinco niveles de madurez digital: inicial, en desarrollo, definido, gestionado y optimizado. Cada nivel representa un grado progresivo de capacidades digitales, desde organizaciones con poca integración tecnológica hasta empresas completamente digitalizadas y orientadas a la innovación continua (Westerman et al., 2014). El propósito de esta clasificación es facilitar el diagnóstico del estado actual de una organización y priorizar las acciones necesarias para avanzar en su proceso de transformación digital, acorde con sus objetivos estratégicos y capacidades internas.

La aplicación del Modelo de Madurez Digital permite a las empresas evaluar sus fortalezas y debilidades en materia de transformación digital, así como identificar oportunidades de mejora y desarrollo. Entre los principales beneficios del modelo se destaca su capacidad para guiar procesos de toma de decisiones, asignar recursos de manera más eficiente, mejorar la experiencia del cliente y promover una cultura organizacional orientada a la innovación y la mejora continua (Gill & VanBoskirk, 2016). Además, el DMM contribuye a reducir los riesgos asociados a la digitalización al proporcionar un marco estructurado y metodológico para gestionar el cambio.

Herramientas de optimización de procesos

La optimización de procesos se fundamenta en la aplicación de modelos avanzados como Lean Manufacturing y el sistema de producción Justo a Tiempo (JIT), ambos desarrollados en la industria automotriz japonesa, específicamente por Toyota. La filosofía Lean Manufacturing se basa en la eliminación de todo tipo de desperdicio dentro de la cadena de valor, lo que incluye la sobreproducción, los tiempos de espera, los movimientos innecesarios y los defectos en los productos (Varela, 2022).

El sistema Justo a Tiempo (JIT), por su parte, se enfoca en reducir los inventarios y asegurar que los materiales lleguen a la línea de producción justo cuando son necesarios. Esto minimiza los costos asociados con el almacenamiento y reduce la cantidad de material que debe ser manipulado (Chen & Zhang, 2023). La empresa en cuestión ha enfrentado problemas en la gestión de inventarios, ya que los materiales se clasifican por necesidad y no por tamaño, lo que genera complicaciones en el manejo del inventario. La implementación de un sistema JIT junto con un software de gestión de inventarios podría optimizar el uso de recursos, evitar la acumulación innecesaria de materiales y mejorar la continuidad del proceso de armado.

La inspección es un elemento fundamental para asegurar la calidad y eficiencia en el armado de estructuras metálicas. Este proceso incluye la evaluación de materiales antes de su uso y el monitoreo continuo de actividades como ensamblajes y soldadura, evitando reprocesos y garantizando que cada etapa cumpla con los requisitos de diseño y seguridad. Según Martínez y Gómez (2023), las inspecciones regulares contribuyen a la mejora continua en procesos industriales, permitiendo detectar desviaciones y corregirlas oportunamente para optimizar la calidad y la seguridad estructural.

De igual forma, la capacitación del personal es esencial para garantizar el uso eficiente de técnicas y herramientas en el armado de estructuras metálicas. Según Rodríguez et al. (2024), la productividad en la industria metalmecánica mejora significativamente con programas

de formación especializados que incluyen soldadura avanzada, manejo de software CAD y automatización de procesos. Formar a los operadores en estas competencias incrementa la calidad del producto, reduce errores y optimiza los tiempos de producción

Casos de Éxito en la Industria

Por otro lado, es fundamental destacar algunos casos de éxito en la aplicación de modelos de optimización productiva, como los de Boeing y Ford, estas empresas han aplicado con éxito principios como Lean Manufacturing para mejorar su eficiencia operativa. Boeing, por ejemplo, logró reducir sus tiempos de producción en un 50% al aplicar estos principios en su línea de ensamblaje (Morgan & Liker, 2020). Ford, a través de la estandarización de procesos y la adopción del sistema Justo a Tiempo (JIT), redujo desperdicios y tiempos de ciclo en toda su cadena de suministro (Sánchez et al., 2024).

La experiencia de empresas como Boeing y Ford proporciona referentes valiosos para CMA Ingeniería y Construcción S.A.S., ya que permite identificar prácticas exitosas que pueden ser adaptadas al contexto del ensamblaje de estructuras metálicas. Aunque estas compañías operan en sectores industriales distintos, los principios del Lean Manufacturing y del sistema Justo a Tiempo (JIT) son aplicables en organizaciones que buscan incrementar su eficiencia operativa. La estandarización de procesos, la reducción de tiempos de ciclo y la eliminación de desperdicios son estrategias que CMA puede incorporar gradualmente para mejorar su productividad, optimizar el uso de recursos y fortalecer su competitividad

Estos casos son relevantes para la industria del armado de estructuras metálicas, ya que demuestran que la aplicación de estas metodologías puede generar mejoras significativas en términos de eficiencia, calidad y reducción de costos. El sector de estructuras metálicas ha registrado un crecimiento sostenido del 7,3% en los últimos cinco años, impulsado en parte por la adopción de tecnologías de manufactura avanzada y por la implementación de prácticas

enfocadas en la eficiencia y la sostenibilidad operativa (Asociación Nacional de Empresarios de Colombia [ANDI], 2023).

Además, la Cámara Colombiana del Acero ha señalado que más del 40% de las empresas del sector han iniciado procesos de transformación digital y optimización productiva, con resultados positivos en términos de reducción de desperdicios, optimización del uso de materiales y mejoras en la trazabilidad de procesos (la Cámara Colombiana del Acero [CCA], 2022).

Diseño Metodológico de la Consultoría

El presente trabajo de grado se desarrollará siguiendo la metodología de consultoría profesional de la Universidad Ean, la cual está compuesta por cinco pasos: conocimiento del reto, planteamiento de la ruta de solución, diagnóstico a partir de información secundaria, aplicación de instrumentos para la captura de información primaria y desarrollo de la propuesta innovadora.

Enfoque de la Investigación

El enfoque de esta investigación será cualitativo para identificar las oportunidades de optimización en el armado de estructuras metálicas, usando herramientas para captar las percepciones del personal operativo y técnico, de esta manera identificar la forma correcta de gestionar los recursos.

La población objetivo de esta investigación estará conformada por los operarios, técnicos y supervisores involucrados directamente en el proceso de armado de estructuras metálicas. La muestra seleccionada incluirá a líder de operaciones, supervisores de área y personal técnico, quienes desempeñan roles fundamentales en las diferentes fases del ensamblaje.

Fases de la Investigación

La investigación se estructurará en cinco fases, cada una diseñada para cumplir con los objetivos específicos del estudio y apoyada por herramientas y técnicas que garantizan la validez de los resultados. A continuación, se detalla cada fase.

Fase 1: Entendimiento del reto

En esta primera fase, se realizará un diagnóstico inicial de los procesos involucrados en el armado de estructuras metálicas. El objetivo principal es identificar áreas de oportunidad para mejorar la eficiencia operativa. Para ello, se realizarán observaciones directas en planta con el fin de evaluar la ejecución de las tareas y la variabilidad en los procesos.

Adicionalmente, se realizarán entrevistas estructuradas, con el final de obtener una comprensión de los procesos y evaluar su nivel de estandarización. También se aplicarán encuestas al personal para evaluar el nivel de madurez operacional.

Fase 2: Propuesta de ruta de solución

Para la ruta de solución al reto planteado, se realizará un análisis enfocado en la identificación de los cuellos de botella dentro del proceso de armado. Este análisis permitirá detectar las principales limitaciones que afectan la eficiencia operativa y el flujo de trabajo.

Como parte de este análisis, se llevarán a cabo entrevistas, encuestas y análisis de observación directa con los responsables de la operación, con el objetivo de comprender las dificultades presentes en cada fase. La información recopilada servirá de base para el desarrollo de propuestas de mejora orientadas a optimizar la organización del trabajo y eliminar ineficiencias dentro del proceso de armado.

Fase 3: Captura de información secundaria

Esta parte de la metodología se busca captar información para identificar y comprender los factores que afectan la eficiencia en el armado de estructuras metálicas en el país. La recopilación de datos incluirá una revisión de artículos académicos, revistas especializadas, informes de consultorías y proyectos de investigación existentes.

Como parte del análisis estratégico, se empleará la herramienta PESTEL para evaluar los factores políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ecológicos y legales que influyen en

la industria. Este análisis permitirá entender los elementos externos que afectan el proceso productivo, proporcionando una visión integral de las variables estratégicas a considerar.

De igual manera, se analizará el entorno competitivo a través del modelo de las cinco fuerzas de Porter. Esta herramienta permitirá evaluar factores clave como la rivalidad entre competidores existentes, el poder de negociación de proveedores y clientes, así como las amenazas provenientes de nuevos entrantes y de productos sustitutos.

A su vez se aplicará la matriz DOFA como herramienta estratégica para analizar los factores internos y externos que inciden en la industria del armado de estructuras metálicas.

Por otra parte, se realizará un análisis financiero que incluya los principales indicadores de rentabilidad, liquidez y sostenibilidad económica, con el fin de evaluar la estructura financiera comprender la solidez económica de la empresa y su capacidad para mantenerse competitiva en el mercado.

Finalmente, se hará uso del modelo Business Model Canvas para analizar los componentes clave del modelo de negocio, esto permitirá visualizar de manera integral el funcionamiento del negocio y detectar oportunidades de mejora.

Fase 4: Captura de información primaria

Una vez se tiene la recolección de información secundaria y el análisis, se procede con la captura de información primaria que se basa en instrumentos para recolección de datos aplicados directamente a las personas que trabajan en la empresa.

La propuesta incluye una visita a la planta para recolección de información por medio de observación directa y charlas con el personal encargado.

Para el desarrollo del presente trabajo de grado, se usará un modelo de madurez organizacional como herramienta de diagnóstico, que incluye la evaluación de las distintas

etapas del proceso productivo, desde la preparación de recursos hasta la ejecución del ensamblaje, Este análisis tomará en cuenta aspectos como los procesos, la calidad, la optimización, la mejora continua y, finalmente, la capacitación del personal.

Para ello, se realizará una entrevista con el líder de operaciones en donde se abarcan los principales retos y desafíos que tiene el proceso de armado de estructuras metálicas para posteriormente pasar a realizar entrevistas específicas a los supervisores de área y operadores de CMA.

Estas tres herramientas de captura de información son validadas y aprobadas por los directivos de la empresa para la aplicación a su personal y determinar el nivel de madurez que tiene la compañía, Para ello, se seleccionó un modelo de evaluación que se ajuste a las características y necesidades específicas de CMA. De los tres modelos estudiados, se eligió el modelo de capacidades, ya que es el que mejor se ajusta a las características de la empresa. Este modelo tiene como objetivo identificar los aspectos clave de los procesos operativos, evaluar el nivel de estandarización existente y detectar oportunidades de mejora en el área de armado de estructuras metálicas

A través de este análisis, se revisaron los procesos, sus causas y consecuencias, y se realizó una evaluación integral de la madurez en la gestión de procesos, con el fin de obtener el nivel de madurez actual de la compañía.

Fase 5: Propuesta de Solución

A partir de los resultados obtenidos de las herramientas de captura de información primaria y secundaria, se desarrollarán propuestas de mejora concretas para optimizar el armado de estructuras metálicas. Esta propuesta incluirá estrategias orientadas a una asignación más eficiente de recursos y fortalecer la capacitación del personal. Además, se definirán indicadores clave de desempeño (KPIs) para evaluar el impacto de las mejoras implementadas.

La metodología propuesta garantizará un enfoque integral que abarque diagnóstico, planificación y ejecución, asegurando que la mejora del proceso de armado de estructuras metálicas en CMA Ingeniería y Construcción S.A.S. sea sostenible y contribuya a la evolución estratégica de la empresa.

Diagnóstico Organizacional

Resultados de la aplicación de instrumentos de captura de información secundaria

CMA Ingeniería y Construcción S.A.S. es una empresa especializada en la fabricación y montaje de estructuras metálicas, con más de 45 años de trayectoria en el sector de la construcción y manufactura en Colombia. A lo largo de su experiencia, ha consolidado su presencia en el mercado mediante la implementación de soluciones eficientes y adaptadas a las necesidades específicas de cada proyecto.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir de la aplicación de los instrumentos de información secundaria.

PESTEL

El análisis PESTEL permite identificar los factores externos que pueden influir en las operaciones y en la toma de decisiones estratégicas de CMA Ingeniería y Construcción S.A.S. Este análisis resulta clave para comprender las condiciones del entorno que afectan el proceso de armado de estructuras metálicas, considerando aspectos políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ambientales y legales. A partir de este diagnóstico, se podrán establecer estrategias de mejora que contribuyan a optimizar la eficiencia operativa y fortalecer la gestión de recursos de la organización (ver Figura 3).

Figura 3

Análisis Pestel



Nota. Elaboración propia.

El análisis PESTEL desarrollado permitió identificar factores clave del entorno que inciden en la eficiencia operativa y en la gestión de recursos de CMA Ingeniería y Construcción S.A.S., aspectos fundamentales para el logro de los objetivos de este proyecto. En primer lugar, las condiciones políticas y económicas del país representan un desafío importante, debido a la variabilidad en los costos de materiales y a los cambios normativos que afectan la planificación y ejecución de los procesos productivos.

En cuanto a los factores sociales y tecnológicos, se evidencia la necesidad de fortalecer las capacidades del talento humano y aprovechar las tecnologías disponibles para optimizar el proceso de armado de estructuras metálicas. Esto permitirá alcanzar un mayor nivel de

estandarización en las operaciones, mejorando el desempeño del personal y aumentando la eficiencia operativa, tal como lo plantean los objetivos específicos de este proyecto.

Por otro lado, los factores ambientales y legales representan oportunidades para que CMA Ingeniería avance hacia una gestión más sostenible y responsable, implementando buenas prácticas en el uso eficiente de recursos y el cumplimiento normativo, contribuyendo así a un mejor posicionamiento en el sector.

En síntesis, el análisis PESTEL respalda la necesidad de proponer estrategias orientadas a la mejora continua, la estandarización de procesos y la gestión eficiente de los recursos, permitiendo a CMA Ingeniería y Construcción S.A.S. incrementar su competitividad y fortalecer su desempeño operativo en el mercado de estructuras metálicas.

Cinco fuerzas de Porter

El análisis de las Cinco Fuerzas de Porter permitió identificar los factores clave que inciden en la competitividad de CMA. La amenaza de nuevos competidores se considera baja, debido a la elevada inversión en maquinaria especializada y a la experiencia técnica requerida para operar en el sector. No obstante, el avance de la automatización podría disminuir estas barreras en el futuro.

En cuanto al poder de negociación de los proveedores, representa un riesgo relevante, principalmente por la volatilidad en los precios del acero, que afecta directamente los costos de producción. Por otro lado, los clientes ejercen un alto poder de negociación, lo que obliga a la empresa a mantener precios competitivos y altos estándares de calidad. Aun así, la capacidad de CMA para ofrecer soluciones personalizadas le otorga una ventaja competitiva importante.

Actualmente, no existen sustitutos directos que puedan reemplazar al acero en grandes proyectos de construcción. Sin embargo, los desarrollos en materiales alternativos podrían representar una amenaza a largo plazo. Finalmente, la rivalidad entre competidores en el

sector es intensa, con empresas que buscan diferenciarse a través del precio, la rapidez en la entrega y el grado de automatización en sus procesos. Como se muestra en la Figura 4.

Figura 4

Cinco Fuerzas de Porter.



Nota.

Elaboración propia.

Matriz DOFA

El análisis DOFA nos permitió identificar factores internos que afectan la eficiencia de los procesos productivos en la planta. Entre las principales limitaciones se destaca la disponibilidad de solo dos grúas para el movimiento de materiales, lo que genera cuellos de botella y tiempos muertos en la producción, Asimismo, la falta de eficiencia en el desplazamiento interno de materiales incrementa los tiempos improductivos y afecta negativamente la continuidad del proceso de ensamblaje, también la falta de procedimientos

estandarizados en las distintas etapas del proceso aumentan la variabilidad en los tiempos de producción y dificultan la planificación operativa (ver Figura 5).

Figura 5

Matriz DOFA

FACTORES INTERNOS DE LA EMPRESA		FACTORES EXTERNOS A LA EMPRESA	
DEBILIDADES (-)		AMENAZAS (-)	
D1	Solo dos grúas para movilizar materiales, lo que provoca cuellos de botella y tiempos muertos en la producción.	A1	Competencia que puede ofrecer tiempos de producción más rápidos y costos más bajos debido a una mayor automatización.
D2	Movimientos ineficientes de materiales dentro de la planta, aumentando los tiempos improductivos.	A2	Aumento en los costos de materiales, lo que podría afectar los márgenes de beneficio.
D3	Falta de continuidad en el proceso de armado, lo que genera paradas y tiempos muertos.	A3	Limitación en el espacio de trabajo, lo que dificulta mejorar la distribución de materiales y el flujo de trabajo.
D4	Recursos limitados para las estructuras especiales, lo que impacta en la capacidad de producción.	A4	Regulaciones más estrictas en el sector de construcción o manufactura podrían requerir inversiones adicionales para cumplir con nuevos estándares, afectando la rentabilidad.
D5	Los procesos no están completamente estandarizados, lo que genera variabilidad en los tiempos de armado.	A5	La falta de personal especializado en el manejo de estructuras metálicas y maquinaria podría aumentar los costos de contratación y capacitación.
D6	Problemas de inventario: El material no se clasifica por tamaños, sino por necesidad, lo que complica la gestión y el control eficiente del stock.	A6	Dependencias externas, como el transporte de materias primas, podrían sufrir interrupciones, impactando el suministro de materiales en tiempo.
FORTALEZAS (+)		OPORTUNIDADES (+)	
F1	Uso de maquinaria CNC que permite alta precisión en cortes y ensamblajes.	O1	Implementación de mejores tecnologías para la automatización del flujo de trabajo y manejo de materiales.
F2	Informes semanales de avances que permiten un seguimiento constante del progreso de los proyectos.	O2	Crecimiento de la demanda de estructuras metálicas para sectores de infraestructura y construcción.
F3	Experiencia en proyectos complejos con estructuras especiales.	O3	Aplicación de un estudio de tiempos y movimientos para reducir tiempos muertos y optimizar procesos.
F4	Órdenes de trabajo detalladas que listan materiales y conjuntos específicos para cada proyecto.	O4	Posibilidad de adquirir más grúas o automatizar el transporte interno para mejorar la logística.
F5	Personal técnico especializado con experiencia en la manipulación de estructuras metálicas complejas.	O5	Optimización del inventario mediante una mejor clasificación de los materiales.
F6	Capacidad para adaptarse a diferentes tipos de proyectos, desde estructuras estándar hasta proyectos personalizados y de mayor complejidad.	O6	Programas de capacitación que mejoren las habilidades del personal y ayuden a reducir los tiempos muertos y errores operativos.

Nota.

Elaboración propia.

Estrategias FO (Fortalezas - Oportunidades)

- **Mejora de la gestión de inventarios mediante la estandarización de procesos (F4 - O5):** Implementar un sistema de gestión de inventarios más eficiente, que clasifique mejor los materiales, apoyándose en las órdenes de trabajo detalladas que ya se manejan.

- **Capacitación continua del personal técnico (F5 -O6):** Fortalecer las habilidades del personal técnico para optimizar el uso de maquinaria CNC y afrontar proyectos complejos.

Estrategias FA (Fortalezas - Amenazas)

- **Aprovechamiento de la precisión de las máquinas CNC para mejorar la competitividad (F1-A1):** Usar la alta precisión de las máquinas CNC como ventaja competitiva frente a otras empresas que puedan ofrecer precios más bajos, destacando la calidad y la durabilidad de las estructuras fabricadas.

- **Desarrollar un enfoque en sostenibilidad para cumplir con nuevas normativas (F5- A4):** Utilizar la experiencia del equipo técnico especializado para implementar prácticas sostenibles en la producción, adelantándose a posibles cambios regulatorios en el sector de la construcción y manufactura.

Estrategias DO (Debilidades - Oportunidades)

- **Optimización de la logística y el flujo de materiales (D1-O1):** Mejorar el manejo de materiales dentro de la planta adquiriendo más grúas o implementando soluciones automatizadas.

- **Estandarización de procesos para reducir la variabilidad en tiempos de armado (D5-O3):** Implementar un estudio de tiempos y movimientos para estandarizar los procesos y reducir la variabilidad en los tiempos de armado.

Estrategias DA (Debilidades - Amenazas)

- **Mitigar la falta de recursos y tiempos muertos con una mejor planificación (D3- A5):** Mejorar la planificación del uso de recursos y herramientas para estructuras especiales, minimizando los tiempos muertos y reduciendo el impacto de la falta de personal especializado.

- **Clasificación más precisa de los materiales para mejorar el control del stock (D6-A3):** Implementar un sistema de clasificación de materiales más eficiente para cumplir con posibles regulaciones futuras sobre la gestión de inventarios y control de producción, lo que mejoraría la eficiencia y reduciría el riesgo de incumplimientos.

Análisis financiero

El análisis financiero de CMA Ingeniería y Construcción S.A.S. para los años 2019 y 2023 tiene como propósito evaluar su salud financiera, identificando tendencias clave, oportunidades y áreas de mejora. Este estudio se fundamenta en la revisión de los principales estados financieros de la empresa: estado de resultados, balance general y estado de flujos de efectivo, proporcionando una visión clara de su rentabilidad, eficiencia y solvencia (ver Tabla 1).

Tabla 1

Informe de Estado Financiero CMA

Estados financieros cortados a 31 dic. (Millones de COP).	2019	2020	2021	2022	2023
Total, activos	41,166.68	41,302.61	44,155.27	49,270.07	48,590.95
Patrimonio	22,837.30	18,773.93	20,593.84	21,393.15	24,861.31
Ingresos Operacionales	39,360.00	17,408.00	33,898.00	38,886.00	48,961.00
Utilidad Bruta	3,512.16	-1,615.81	4,371.21	4,547.78	7,020.18
Utilidad Operacional	147.00	-4,041.00	1,357.00	1,542.00	4,265.00
Ganancias y Perdidas	1382	2,987.00	853.00	799.00	3,468.00
Total, pasivos	18,329.37	22,528.68	23,561.43	27,876.92	23,729.64
Gastos financieros	0.00	0.00	-276.27	-649.43	-768.71
Ebitda	146.74	-4,041.09	1,356.66	1,542.26	4,264.71

Nota. Tomado de EMIS. (2023).

1. Ingresos Operativos

Los ingresos operativos de CMA han seguido una trayectoria generalmente positiva, con excepciones puntuales. A continuación, se observan los valores registrados (EMIS, 2023).

En 2020, los ingresos cayeron a 17,408 millones COP, una disminución del 55.8% respecto a 2019. Esto refleja claramente el impacto de la pandemia de COVID-19, que afectó gravemente la industria de la construcción. Sin embargo, en 2021, los ingresos se duplicaron, alcanzando los 33,898 millones COP, lo que indica una recuperación sólida. Para 2023, la empresa alcanzó su nivel máximo de ingresos, con 48,961 millones COP, lo que representa un crecimiento acumulado del 24.9% respecto a 2022. Este incremento continuo refleja la capacidad de CMA para adaptarse a las condiciones cambiantes del mercado y aprovechar nuevas oportunidades en el sector de infraestructura y construcción.

2. Rentabilidad

La rentabilidad es otro indicador clave que refleja la eficiencia operativa y la capacidad de generar beneficios a partir de los ingresos. A continuación, se detallan los indicadores de rendimiento (ver Tabla 2).

Tabla 2

Indicadores Financieros CMA

Indicadores	2019	2020	2021	2022	2023
Retorno sobre activos (ROA)	3.36%	-7.23%	1.93%	1.62%	7.14%
Retorno sobre el patrimonio	6.05%	-15.91	4.14%	3.74%	13.95%
Margen neto	3.53%	-18.02	2.52%	2.06%	7.15%
Margen bruto	8.97%	-9.75%	12.90%	11.71%	14.47%
Margen ebitda	0.37%	- 24.37%	4.01%	3.97%	8.79%

Nota. Tomado de EMIS. (2023).

- **ROA (Rendimiento sobre los Activos):** En 2020, el ROA fue negativo, lo que indica pérdidas en la utilización de los activos de la empresa. Sin embargo, en 2023, el ROA volvió a ser positivo, lo que refleja una mejora en la rentabilidad y la capacidad de la empresa para generar ingresos a partir de sus activos.

- **ROE (Rendimiento sobre el Patrimonio):** El ROE también experimentó una caída en 2020, pero se recuperó en 2023, lo que demuestra una mejora en la gestión del capital propio y un retorno positivo para los accionistas.
- **Margen Bruto:** mide la eficiencia después de cubrir los costos directos. En el 2020, el margen bruto fue negativo debido a los altos costos y la caída en los ingresos por la pandemia. Sin embargo, desde 2021, la empresa mostró una recuperación constante, alcanzando su mejor desempeño en 2023 con un 14.47%, lo que indica una mejora en el control de costos y la eficiencia operativa.
- **Margen Neto:** En 2020, CMA sufrió una pérdida significativa, pero en los años posteriores ha logrado una recuperación constante, alcanzando un margen neto de 7.15% en 2023. Esto indica una mejor gestión de gastos y una mayor rentabilidad total.
- **Margen EBITDA:** En 2020, los márgenes de rentabilidad se vieron afectados negativamente debido a la caída en los ingresos. Sin embargo, en 2023, el margen EBITDA mostró una recuperación significativa, lo que sugiere que la empresa ha mejorado su eficiencia operativa.

3. Costos Operativos

Los costos de mercancías vendidas aumentaron proporcionalmente con el incremento en los ingresos. En 2020, los costos fueron de 15,772 millones COP, y para 2023 alcanzaron los 41,492 millones COP. Si bien los costos crecieron significativamente en los últimos años, la empresa ha logrado mantener un margen operativo adecuado, reflejando su capacidad para gestionar los costos y mantener la rentabilidad.

4. Endeudamiento

El nivel de endeudamiento ha disminuido significativamente en los últimos cinco años. En 2019, la empresa tenía una deuda considerable, pero para 2023 ha reducido su deuda a niveles más manejables, mostrando una gestión prudente del apalancamiento financiero.

5. Ganancia Operativa

La ganancia operativa (EBIT) ha mejorado notablemente, alcanzando 6,880 millones COP en 2023, en comparación con los 1,636 millones COP en 2020. Esta mejora refleja una recuperación continua en la rentabilidad operativa de la empresa, respaldada por el aumento en los ingresos y la eficiencia en la gestión de costos.

Modelo de Negocio

A continuación, se presenta el modelo de negocio de CMA Ingeniería y Construcción S.A.S., desarrollado a partir de la metodología Business Model Canvas, con el objetivo de identificar los principales elementos estratégicos que le permiten generar valor y mantener su competitividad en el sector de estructuras metálicas e ingeniería. Este modelo evidencia cómo la empresa organiza sus recursos, gestiona sus actividades clave y establece relaciones con sus clientes, destacando su enfoque en la fabricación personalizada, el uso de tecnología avanzada, la eficiencia operativa y la calidad en la entrega de proyectos (ver Figura 6).

Figura 6

Modelo de Negocio CMA



Nota.

Elaboración propia.

El análisis del modelo de negocio de CMA Ingeniería y Construcción S.A.S. evidencia un enfoque estratégico orientado a la prestación de soluciones personalizadas y de alta precisión en la fabricación de estructuras metálicas, respaldadas por servicios de ingeniería avanzada y cumplimiento de estándares de calidad y seguridad. La propuesta de valor de la empresa se centra en la capacidad de adaptación a las necesidades específicas de sus clientes, lo que le permite posicionarse como un proveedor especializado en proyectos complejos de infraestructura.

Por otra parte, se destaca la importancia de los recursos claves que soportan el modelo de negocio, tales como la maquinaria CNC avanzada, el personal técnico especializado y las relaciones sólidas con proveedores estratégicos. Estos recursos permiten a la empresa trabajar

en eficiencia operativa, optimización de procesos y subir los niveles de calidad en sus productos y servicios. Asimismo, el mantenimiento continuo de sus equipos tecnológicos es un factor diferenciador para mantener la competitividad en un mercado cada vez más exigente.

En cuanto a las actividades claves, la gestión de proyectos, el control de calidad y la optimización de procesos representan pilares fundamentales para la operación de CMA Ingeniería y Construcción S.A.S. Además, la estructura de costos refleja un alto nivel de inversión en tecnología y capacitación del talento humano, aspectos imprescindibles para sostener su propuesta de valor y responder a las expectativas del cliente.

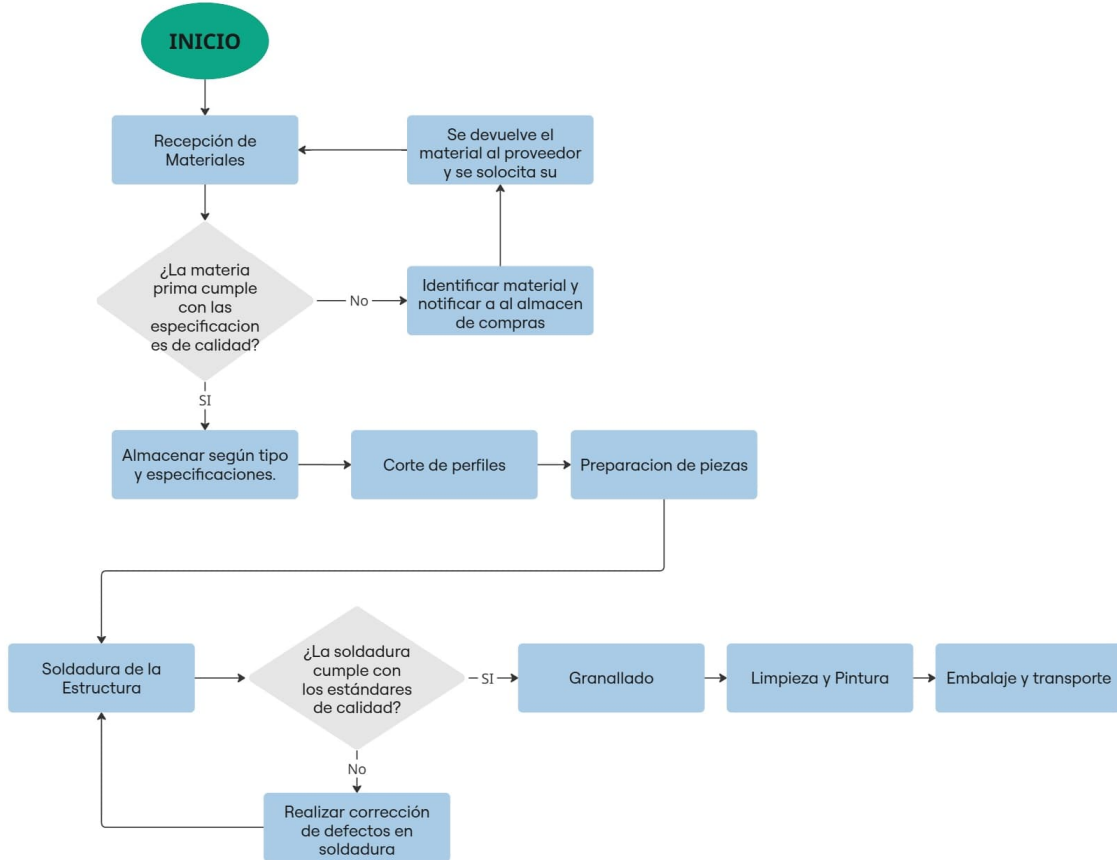
Resultados de la aplicación de instrumentos de captura de información primaria

Uno de los procesos más importantes de la empresa es el armado de estructuras metálicas, el cual se compone de diversas etapas, desde la recepción de la materia prima hasta la entrega final de las estructuras montadas. A continuación, se presenta el diagrama de proceso que detalla las fases clave de este procedimiento (ver Figura 7).

Figura 7

Proceso de armado de estructura metálica.

Diagrama de Proceso: Armado de Estructuras Metálicas



Nota. Elaboración propia.

Recepción de Materiales

El proceso inicia con la recepción de materiales metálicos, como acero, tuberías y varillas, que son descargados y organizados en áreas de almacenamiento específicas en la planta. En esta etapa, se verifica que los materiales cumplan con las especificaciones técnicas definidas en los planos del proyecto.

Almacenamiento

El almacenamiento de materiales en la planta inicia con la recepción de materiales metálicos, los cuales son ubicados en distintas áreas dentro de la planta. Sin embargo, este almacenamiento no sigue una clasificación detallada ni un sistema específico según las características o especificaciones de cada tipo de material. Los materiales se disponen en los espacios disponibles, sin un orden riguroso, lo que permite un almacenamiento rápido, pero dificulta un acceso organizado y eficiente durante las etapas posteriores del proceso

Corte de perfiles

Una vez los materiales son verificados, se trasladan a las estaciones de corte, En esta fase, se realiza el corte de los perfiles metálicos según las dimensiones requeridas en los planos de diseño. Se emplean máquinas de corte con tecnología avanzada como corte por plasma u oxicorte, según el tipo de material y el grosor del perfil.

Preparación de Piezas

Luego del corte, las piezas pasan por procesos de perforado y ajuste de dimensiones, utilizando dos máquinas de perforado CNC. En esta fase, se asegura que cada pieza cumpla con las especificaciones requeridas antes de su ensamblaje.

Soldadura de la Estructura

Las piezas preparadas son ensambladas en subcomponentes y posteriormente en la estructura principal dentro de las naves de armado. La soldadura es ejecutada por operarios calificados, asegurando la resistencia y estabilidad de la estructura. Es importante destacar que la empresa dispone de un total de 7 naves dedicadas al proceso de armado y soldadura.

Finalizada la soldadura, se realiza una inspección visual para verificar la calidad de las uniones. Se inspecciona que las soldaduras sean uniformes, sin grietas, porosidades o

defectos superficiales, y que las dimensiones de la estructura cumplan con las especificaciones establecidas.

Granallado

Antes de la aplicación de pintura, la estructura es sometida a un proceso de granallado, el cual elimina impurezas, residuos de soldadura y óxidos. Este procedimiento prepara la superficie metálica para mejorar la adherencia de la pintura y prolongar la durabilidad del recubrimiento.

Limpieza y Pintura

Después del granallado, la estructura es limpiada y se traslada al proceso de pintura, que se lleva a cabo en tres cabinas disponibles en la empresa. En estas cabinas, se aplica un recubrimiento anticorrosivo que no solo mejora la apariencia del producto final, sino que también lo protege de agentes ambientales que podrían afectar su resistencia y funcionalidad.

Embalaje y Transporte

Una vez finalizado el proceso de fabricación, las estructuras terminadas son embaladas siguiendo los estándares de protección y seguridad requeridos para su transporte. Se elabora un informe semanal de avance del proyecto, en el que se documenta el cumplimiento de los plazos, las condiciones del producto final y cualquier ajuste necesario antes de su entrega al cliente.

Cada una de estas etapas contribuye al desarrollo del proceso de armado de estructuras metálicas (ver Tabla 3), donde se sintetizan los subprocesos identificados y se describe brevemente su función dentro del proceso.

Tabla 3

Descripción de los subprocesos en el proceso de armado de estructuras metálicas

Proceso	Subproceso	Descripción del proceso
Recepción y Almacenamiento de Materiales	Recepción de materiales	Se reciben los materiales y se verifica que cumplan con las especificaciones técnicas y de calidad.
	Almacenamiento en planta	Los materiales se almacenan en los espacios disponibles dentro de la planta sin una clasificación específica.
Corte de Perfiles	Corte de materiales	Se cortan los perfiles metálicos según las medidas establecidas en los planos del proyecto, utilizando equipos como sierras, plasma o láser.
Preparación de Piezas	Adecuación de piezas	Se realizan procesos como biselado, perforado y limpieza para asegurar un correcto ensamble y soldadura.
Soldadura de la Estructura	Ensamble y soldadura	Se ensamblan las piezas y se sueldan de acuerdo con los procedimientos calificados, garantizando resistencia y durabilidad.
	Verificación de estándares de calidad	Se inspeccionan las soldaduras mediante métodos visuales y ensayos no destructivos para asegurar el cumplimiento de los estándares.
Granallado	Limpieza superficial	Eliminación de óxido, cascarilla y contaminantes mediante el impacto de granalla.
Limpieza y Pintura	Limpieza de piezas	Se eliminan impurezas mediante procesos mecánicos o químicos para preparar la superficie para la pintura.
	Aplicación de pintura y protección	Se aplican recubrimientos protectores para prevenir la corrosión y mejorar la durabilidad de la estructura.
Embalaje y Transporte	Embalaje de estructuras	Protección de las piezas o estructuras con materiales adecuados para su transporte.

Transporte y entrega	Se organizan los envíos y la logística para la entrega de las estructuras en obra, listas para su montaje.
----------------------	--

Nota. Elaboración propia.

Diagnóstico operativo y de Madurez Operacional

Para el caso de CMA Ingeniería y Construcción S.A.S., se realizó un diagnóstico inicial para evaluar el área de armado de estructuras metálicas y su nivel de madurez. El primer paso consistió en establecer un contacto directo con la empresa para comprender sus procesos. Para ello, se realizaron visitas a las instalaciones, permitiendo una observación directa en planta. Además, se llevaron a cabo entrevistas, iniciando con el jefe de producción, Supervisor de operaciones, y el gerente de proyectos para conocer sus procesos. Posteriormente, se llevó a cabo una encuesta dirigida a 10 operarios técnicos.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis de información secundaria, y con el fin de desarrollar un diagnóstico más detallado de la gestión operativa de CMA, se realizó la medición de la madurez operacional del proceso de armado de estructuras metálicas en CMA Ingeniería SAS a partir del Modelo madurez de capacidades. Esta herramienta permitió obtener información clave sobre el estado de madurez del proceso. Los resultados se pueden observar en la Tabla 4.

Tabla 4

Encuesta para medir la madurez operacional del proceso de armado de estructuras metálicas en CMA Ingeniería SAS.

Encuesta para medir la madurez operacional del proceso de armado de estructuras metálicas										
Objetivo	Determinar el nivel de madurez operacional inicial en el que se encuentra la empresa de acuerdo con la metodología del modelo de capacidades									
Instrucciones	Para cada pregunta de la encuesta se debe escoger una única respuesta de acuerdo con los 5 niveles establecidos: Nivel 1 (Inicial), nivel 2 (Gestionado - repetible pero intuitivo), nivel 3 (Definido), nivel 4 (Gestionado), nivel 5 (Optimizado)									
Dimensión	#	Pregunta/Nivel	1	2	3	4	5	Jefe de producción	Supervisor operaciones	Operador líder
Procesos	1	¿La empresa cuenta con una estrategia clara y documentada para la fabricación de estructuras metálicas?	No existe	Tiene una estrategia básica sin documentar	Tiene una estrategia básica y documentada	Sigue una estrategia clara y documentada de manera periódica	Estrategia clara, documentada y gestionada mediante un modelo de mejora continua	3	2	2
	2	¿Con que frecuencia la empresa mide sus objetivos estratégicos en el proceso de armado de estructuras metálicas?	No se miden	Se mide ocasionalmente, pero sin una frecuencia establecida	Se mide cada tres meses	Se mide cada mes	Se mide mensualmente con análisis y seguimiento continuo	1	1	1
	3	¿La empresa cuenta con procedimientos documentados para sus operaciones?	No existen	Tiene algunos procedimientos documentados	Tiene sus procedimientos básicos documentados	Tiene un procedimiento para cada secuencia de la operación	Todos los procedimientos están estandarizados y en constante validación	2	2	1
	4	¿Existe un sistema de medición para evaluar los procedimientos operacionales en el ensamblaje de estructuras metálicas?	No se miden	Existe un sistema, pero no se utiliza de manera regular	Existe un sistema para evaluar cada 3 meses	Existe un sistema de medición mensual	Existe un sistema estructurado para evaluación y mejora continua del proceso.	1	1	1
	5	¿La empresa cuenta con procesos de inspección de calidad en su ensamblaje de estructuras?	No existen	Hacen una inspección al final del proceso	Hacen inspecciones durante el proceso y al producto final	Procedimiento de inspección con tiempos definidos	Procedimiento de inspección constante y estricto con objetivos de mejora continua	2	2	2
Calidad	6	¿Hay un programa de mantenimiento de los equipos y herramientas?	No existe	Solo se repara cuando hay fallos (mantenimiento correctivo).	Se realizan mantenimientos preventivos básicos.	Se sigue un programa regular de mantenimiento con ciclos de tiempo definidos	Se utiliza herramientas avanzadas para optimizar la efectividad del mantenimiento.	2	1	1
	7	¿Existen normas aplicadas en la empresa?	No existen	Se conocen las normas, pero no se	Se aplican normas de	Se aplica la normativa de	Se usa un sistema de	2	2	1

		para asegura la calidad de las estructuras metálicas fabricadas?	aplican en todos los procesos	calidad en algunas etapas del proceso	calidad en todas las fases de producción	calidad con monitoreo en tiempo real y mejora continua bajo la normativa vigente				
Optimización y mejora continua	8	¿Se utilizan herramientas de gestión de producción como Lean Manufacturing, BPM (Business Process Management), Six Sigma, entre otras?	No se utilizan	Se han explorado, pero no implementado	Se aplican en algunas áreas	Se aplican en las operaciones y se miden con periodicidad definida	Son parte de la cultura de la empresa y se aplican en toda la organización	1	1	1
Capacitación de recurso humano	9	¿La empresa fomenta el desarrollo profesional y capacitación continua de sus empleados?	No hay programas de capacitación	Ocasionalmente se ofrecen capacitaciones.	Hay un programa estructurado de capacitación.	Hay un programa de capacitación con metas trimestrales	Programa de capacitación dinámico que incentiva el crecimiento profesional y la cultura organizacional	2	1	2
	10	¿Existe un sistema de competencias para medir el desempeño del personal?	No se mide el desempeño del personal	Se mide de forma subjetiva y no estructurada.	Existen indicadores básicos de desempeño.	Existen indicadores de desempeño con revisión trimestral	Sistema estructurado de evaluación de competencias con retroalimentación y énfasis en identidad corporativa	1	1	1
							Total	18	14	13
						Total, máximo posible	50	50	50	
						Madurez operativa	36%	28%	26%	
						Promedio de madurez operativa en el área de producción	30%			

Como interpretación de los resultados obtenidos en la encuesta aplicada para medir la madurez operacional del proceso de armado de estructuras metálicas, se encuentra que la empresa está en un Nivel 2 (gestionado repetible pero intuitivo) según el modelo de capacidades, para ampliar el análisis del resultado se identifican los aspectos relevantes de procesos, inspección de calidad, optimización y mejora continua y capacitación del recurso humano. Que serán detallados a continuación:

Procesos

El proceso de fabricación de estructuras metálicas no se encuentra completamente documentado (jefe de producción, 2024). A pesar de que existe una estrategia básica y algunas prácticas operativas, los procedimientos aún no están estandarizados ni cuentan con tiempos definidos para cada fase del proceso de ensamblaje. Esta falta de estandarización genera variabilidad en la ejecución de las tareas, lo que dificulta la planificación de la producción, impide la identificación temprana de cuellos de botella y retrasa la optimización de los tiempos del proceso.

Según la encuesta realizada (ver Anexo A), el 70% de los encuestados considera que la empresa dispone de procedimientos documentados para la fabricación de estructuras metálicas. No obstante, aún no se ha establecido ni implementado un sistema de medición. De acuerdo con el modelo de capacidades, esta situación posiciona a la empresa en un Nivel 2.

Además, la empresa no mide de manera regular sus objetivos estratégicos. De acuerdo con los resultados de la encuesta aplicada (ver Anexo A), el 70% de los encuestados señala que no existen indicadores clave de desempeño (KPIs) para evaluar el proceso de armado, mientras que el 30% indica que estos se miden ocasionalmente, pero sin una frecuencia definida. Este resultado sugiere que, aunque puedan existir métricas de evaluación, su

divulgación y aplicación dentro de la organización son limitadas, lo que evidencia una deficiencia en la comunicación de los objetivos estratégicos hacia el personal operativo.

- **Control de Tiempos y Costos**

El proceso de medición de tiempos y control de costos no se encuentra estructurado (Supervisor de operaciones), lo que dificulta la toma de decisiones informadas sobre la eficiencia operativa y los costos de producción.

Según los resultados de la encuesta (ver Anexo A), el 60% de los operarios señalan, que no existe un sistema de medición para evaluar los procedimientos, lo que refleja una falta de estructura en el control de los procesos. Esta ausencia de un sistema formal de medición limita la capacidad de identificar áreas de mejora y dificulta la optimización de las operaciones, así como la estandarización de las buenas prácticas. Además, es más difícil detectar ineficiencias y desperdicios a tiempo, lo que dificulta la toma de decisiones y el control de costos.

Inspección de Calidad

El proceso de inspección de calidad se realiza únicamente al final del proceso (Supervisor de Operaciones), lo que aumenta la posibilidad de retrabajos debido a errores no identificados en las fases iniciales. Este enfoque limita la capacidad de detectar problemas a tiempo, afectando la eficiencia y calidad del producto final.

Aunque la empresa cuenta con un proceso de inspección en el ensamblaje, el 80% de los encuestados (Ver anexo A) señala que estas inspecciones se realizan de manera esporádica y carecen de estándares claros. Este hallazgo revela que, aunque se ha implementado un proceso de inspección, no está formalizado ni estructurado de manera consistente.

Adicionalmente, aunque existan normas para garantizar la calidad de las estructuras metálicas, estas no se aplican de manera uniforme en todos los procesos (jefe de producción, 2024). La falta de criterios estandarizados y la ejecución irregular de las inspecciones dificultan que la empresa garantice una evaluación constante y uniforme de la calidad, lo que genera variabilidad en los resultados y reduce la capacidad de identificar y corregir problemas de forma temprana. Esto indica que la empresa se encuentra en una fase gestionada de forma intuitiva (Nivel 2).

Optimización y Mejora continua

Actualmente, la empresa no cuenta con herramientas estructuradas de mejora continúa incorporadas en sus procesos, tales como Lean Manufacturing, Kaizen, Seis Sigma, Benchmarking, entre otras metodologías ampliamente reconocidas. La ausencia de estas herramientas limita la capacidad de la organización para optimizar sus operaciones, reducir desperdicios y mejorar la eficiencia de manera sistemática.

Según los resultados de la encuesta aplicada (ver Anexo A), el 70% de los encuestados considera que estas herramientas no se utilizan dentro de la empresa, mientras que el 30% restante señala que han sido exploradas en algún momento, pero sin llegar a una implementación efectiva. Esto posiciona a la empresa en un Nivel 1 de madurez en relación con esta dimensión, lo que indica una etapa inicial en términos de mejora continua.

Este diagnóstico representa una oportunidad significativa para la organización, abriendo un horizonte de crecimiento orientado hacia la excelencia operacional. La adopción de herramientas de mejora continua no solo beneficiaría las áreas operativas, sino que también impactaría de manera positiva en los procesos administrativos, comerciales, de seguridad y de gestión de calidad, fortaleciendo así la competitividad y sostenibilidad de la empresa en el largo plazo.

Capacitación del Personal

De acuerdo con la encuesta realizada (Ver Anexo A), el 90% de los encuestados coincide con que la capacitación del personal se lleva a cabo de manera ocasional, por lo que la empresa se encuentra en un nivel 2, ya que ofrece el recurso, pero no hay un plan de formación estructurado y esto ocasiona brechas en conocimientos clave en áreas como soldadura, interpretación de planos y normas de seguridad.

La falta de un programa formal de capacitación limita el desarrollo de habilidades y afecta la calidad y seguridad en la producción. Fomentar el crecimiento de los colaboradores debe ser parte de la cultura organizacional para asegurar que cada persona involucrada en el proceso esta alineada con los objetivos de la empresa.

- **Medición de desempeño del personal**

Actualmente, no existe un sistema de competencias estructurado que permita evaluar de manera objetiva y periódica el desempeño del personal. La ausencia de un marco definido impide que los empleados conozcan con claridad los objetivos de su crecimiento profesional y dificulta la implementación de evaluaciones regulares que fomenten su desarrollo.

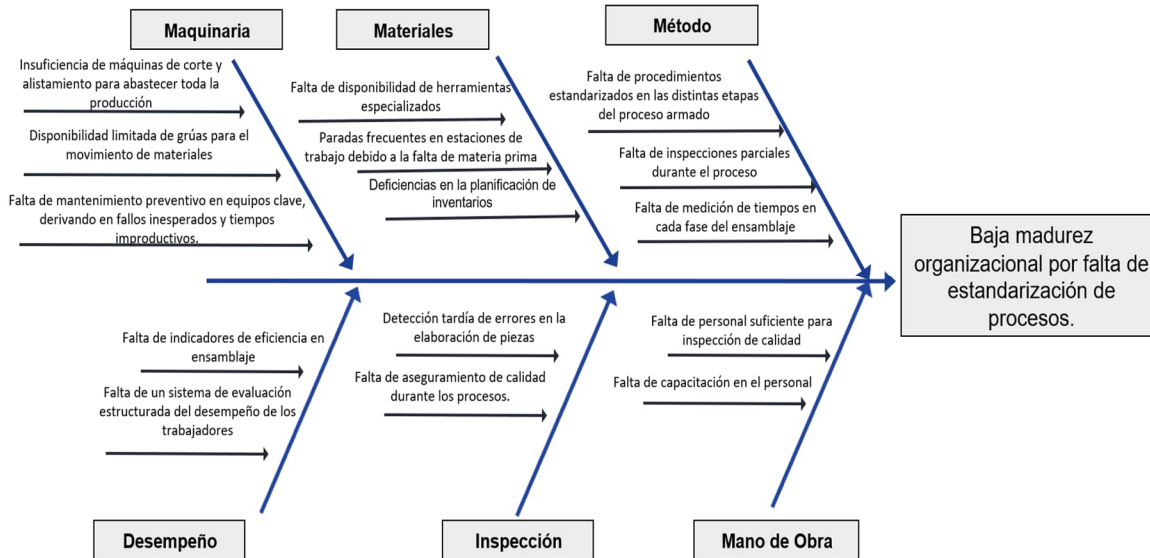
Según los resultados de la encuesta aplicada (ver Anexo A), el 30% de los encuestados considera que su desempeño no es medido en absoluto, mientras que el 70% percibe que la evaluación se realiza de manera subjetiva y sin una estructura definida. Esta situación limita la identificación de áreas de mejora y obstaculiza la implementación de estrategias efectivas para el desarrollo del talento humano dentro de la organización.

A partir del análisis previo, se reconocen una serie de falencias en el área de armado de estructuras metálicas que tienen sus causas clasificadas en desempeño, inspección, mano de obra, maquinaria, materiales y el método utilizado. Con el objetivo de identificar causa raíz de

los problemas de la empresa y evaluar el nivel de madurez actual, se realiza un diagrama de causa y efecto donde se sintetizan las problemáticas evidenciadas (ver Figura 8).

Figura 8

Diagrama de causa y efecto que muestra las causas fundamentales de la baja madurez organizacional.



Nota. Elaboración propia.

Análisis del Nivel de Madurez

De acuerdo con el análisis realizado, el grado de madurez operacional del proceso de armado de estructuras metálicas se encuentra en el nivel 2 de madurez. Aunque los procesos están establecidos y se ejecutan de manera definida, aún no se han implementado mediciones o indicadores para evaluar su desempeño de forma sistemática. Este nivel indica que, aunque hay un marco estructurado de trabajo, la falta de medición impide una evaluación precisa y continua de los resultados, lo que limita la optimización y mejora continua de los procesos. Los resultados de la encuesta reflejan un nivel de madurez operativa del 30% en el área de producción.

Fortalezas

A pesar de los desafíos mencionados, la planta cuenta con importantes fortalezas que pueden ser aprovechadas para mejorar su competitividad. El uso de maquinaria CNC garantiza alta precisión en los cortes y ensamblajes, permitiendo reducir errores y optimizar los tiempos de producción. La implementación de informes semanales de avances facilita el seguimiento del progreso de los proyectos, asegurando un control efectivo sobre las actividades en curso.

Otra fortaleza clave es la amplia experiencia en proyectos de alta complejidad, lo que ha consolidado a la empresa como un referente en el ensamblaje de estructuras metálicas especializadas. La capacidad de adaptación a diferentes tipos de proyectos, desde estructuras estándar hasta diseños personalizados, le otorga una ventaja competitiva en el sector. Asimismo, la empresa dispone de un equipo confirmado por un personal técnico altamente especializado, con experiencia en la manipulación y ensamblaje de estructuras metálicas a gran escala.

Otro factor por destacar es la implementación de órdenes de trabajo detalladas, las cuales especifican de manera precisa los materiales y componentes requeridos para cada proyecto. Esta práctica no solo optimiza la planificación y distribución de los recursos, sino que también mejora la eficiencia operativa al minimizar los tiempos de inactividad. Asimismo, facilita una gestión más estructurada del inventario, asegurando la disponibilidad oportuna de insumos y evitando interrupciones en los procesos de producción.

Finalmente, la empresa ha demostrado una gran capacidad de adaptación a las exigencias del mercado, respondiendo de manera eficiente a las necesidades de cada cliente. La combinación de tecnología avanzada, personal calificado y sistemas de control eficientes

constituye una base sólida para la optimización del proceso de ensamblaje y el fortalecimiento de la competitividad empresarial.

Resultados de la Solución

1. Programa de inspección por etapas de proceso

Para optimizar el proceso de ensamblaje de estructuras metálicas, se han identificado varias oportunidades clave de mejora. En primer lugar, se destaca la implementación de un sistema de inspección parcial, dado que actualmente no se realizan controles en las fases críticas del proceso, lo que incrementa el riesgo de errores que solo se detectan al final del ensamblaje. La ausencia de inspecciones parciales podría estar generando un aumento en los reprocesos, los cuales son costosos y prolongan el tiempo de ejecución. La Tabla 5 presenta un análisis de las principales etapas del proceso de armado de estructuras metálicas, identificando los cuellos de botella operativos, los errores o reprocesos más frecuentes, así como las fallas asociadas a la falta de inspección en puntos críticos.

Tabla 5

Análisis de cuellos de botella, reprocesos y fallas por ausencia de Inspección en el proceso de armado.

Etapa del Proceso	Cuellos de Botella Identificados	Errores o Reprocesos Comunes	Errores Derivados de la Falta de Inspección
1. Corte de Perfiles	- Retrasos por cambio de herramientas.	-Cortes con medidas incorrectas.	- No detección de cortes fuera de tolerancia: Si no se realiza una inspección rigurosa de los cortes, las piezas fuera de especificación avanzan al siguiente proceso, generando desperdicios y retrabajos.

		- Identificación	
	- Espera de planos corregidos.	inadecuada de piezas llevan a confusión y a un ensamblaje incorrecto.	- Piezas mal rotuladas: La falta de inspección puede ocasionar que las piezas mal identificadas sean ensambladas incorrectamente en fases posteriores.
	- Mal uso de equipos de medición: Errores humanos al utilizar instrumentos, lo que afecta la precisión de los cortes.	- Cortes desalineados: Piezas que no se alinean correctamente por una incorrecta ejecución del corte.	
	- Esperas por herramientas.	Taladros mal posicionados o con diámetros incorrectos.	- No se verifican dimensiones antes del montaje.
	- Falta de piezas complementarias.	- Ausencia o exceso de biselado: el trabajo en los bordes puede No cumplir con las especificaciones necesarias para una correcta unión.	
2. Preparación de Piezas	- Reubicación constante de operarios.	- Confusión en el montaje por piezas mal marcadas: Error humano al clasificar y seleccionar las piezas necesarias.	- Errores que pasan inadvertidos hasta el proceso de soldadura.
	- Acumulación en un solo operario calificado: La sobrecarga de trabajo para un único operario puede generar Tiempos de Espera prolongados.	- Cordones con poros y Falta de fusión: Errores típicos de soldadura que afectan La integridad estructural.	- No se detectan errores estructurales a tiempo
3. Soldadura de Estructura	- Equipos detenidos por mantenimiento.	- Deformaciones por exceso de calor.	- Reparaciones costosas tras inspección final.
	- Falta de revisión previa.	- Mal posicionamiento de piezas.	

4. Granallado	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidad limitada del equipo. - Falta de mantenimiento. - Baja capacitación: aumenta La probabilidad de que el proceso no se ejecute correctamente. - Ambiente contaminado: La presencia de polvo o impurezas en el Ambiente afecta la calidad de la pintura. 	<ul style="list-style-type: none"> - Limpieza superficial inadecuada. - Desgaste por granallado excesivo. - Contaminación del abrasivo. - Burbujeo o descascaramiento: Errores en La aplicación de La pintura que afectan La estética y durabilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> - No se detecta adherencia deficiente antes de pintar. - Superficies con residuos pasan a pintura.
5. Limpieza y Pintura	<ul style="list-style-type: none"> - Tiempos de secado mal planificados. - Errores de mezcla. 	<ul style="list-style-type: none"> - Variación de color. - Espesor no conforme: El espesor de la pintura no está dentro de los rangos especificados, afectando la durabilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> - Defectos no detectados hasta el control final. - Retrabajos por acabado fuera de estándar.
6. Embalaje y Transporte	<ul style="list-style-type: none"> - Materiales inadecuados. - Falta de coordinación logística. - Información incompleta de despacho. 	<ul style="list-style-type: none"> - Golpes en traslado. - Piezas mal agrupadas. - Pérdida de accesorios. 	<ul style="list-style-type: none"> - No se revisa protección adecuada antes de cargar. - Entregas con faltantes no detectados al embalar.

Nota. Elaboración propia.

Como propuesta de mejora, se plantean dos alternativas principales para fortalecer los controles de calidad durante el ensamblaje

1.1 Contratación de un inspector de calidad por etapas

Se propone incorporar al menos un Inspector de Calidad de Procesos que acompañe la producción en tiempo real, verificando dimensiones, acabados y conformidad técnica en los puntos críticos (corte, preparación, soldadura, granallado, pintura y embalaje). Este profesional permitiría detectar errores antes de que avancen al siguiente proceso, reduciendo costos por retrabajo y materiales defectuosos.

Descripción del cargo – Inspector de Calidad de Procesos:

Responsabilidades principales:

- Realizar inspecciones parciales en cada etapa del proceso de ensamblaje.
- Documentar hallazgos no conformes y generar reportes diarios de control.
- Garantizar el cumplimiento de las especificaciones técnicas y normativas de calidad.
- Coordinar con el equipo de producción acciones correctivas inmediatas.
- Validar la trazabilidad e identificación correcta de piezas.

Estimación del impacto económico:

La contratación de un inspector de calidad implica una inversión aproximada mensual de entre \$2.500.000 a \$4.000.000 COP en salario base, dependiendo del nivel de experiencia. A esto se podrían sumar cargas prestacionales, generando un costo total mensual cercano a los \$5.000.000 COP (Michael Page Colombia, 2024).

Requisitos

Experiencia laboral: Mínimo dos (2) años de experiencia comprobada en funciones de control de calidad dentro de procesos de manufactura, preferiblemente en el sector metalmecánico.

Conocimientos específicos:

- Interpretación de planos técnicos de fabricación y ensamblaje.
- Metrología aplicada: uso de instrumentos de medición como calibradores, micrómetros, cintas métricas industriales, entre otros.
- Inspección visual y dimensional en procesos de corte, perforado, soldadura y pintura industrial.
- Criterios técnicos para la detección de defectos comunes como porosidades, deformaciones, fisuras, errores de ensamblaje o espesor inadecuado en recubrimientos.

De acuerdo con lo anterior, se recomienda que la organización evalúe cuidadosamente la relación costo-beneficio entre la implementación de un cargo especializado en inspección de calidad y los recursos actualmente destinados a corregir errores derivados de la falta de control en etapas críticas del proceso. Esta valoración deberá considerar aspectos como la frecuencia de los reprocesos, el tiempo adicional de mano de obra requerido, el desperdicio de materiales, las posibles demoras en la entrega de los productos y el impacto sobre la percepción del cliente. La incorporación de un inspector de calidad puede contribuir de manera significativa a la eficiencia operativa, siempre que el ahorro generado por la disminución de fallas y retrabajos justifique la inversión en talento especializado.

1.2 Fortalecimiento del control de calidad a través del personal operativo

Como segunda opción de mejora, se propone integrar el control de calidad dentro de las actividades rutinarias del proceso productivo, asignando la responsabilidad de inspección a los operarios y supervisores que intervienen en cada etapa. Este enfoque permite distribuir estratégicamente las labores de verificación mediante el uso de listas de chequeo específicas, procedimientos normalizados de operación (PNO) y capacitaciones continuas en criterios técnicos de calidad, inspección visual y uso adecuado de instrumentos de medición.

Este enfoque no solo favorece la detección temprana de no conformidades, sino que también fomenta la responsabilidad y el compromiso del equipo con los resultados finales. En términos operativos, puede agilizar la toma de decisiones al reducir los tiempos de espera entre fases y disminuir la dependencia de terceros para realizar controles.

No obstante, su implementación efectiva requiere un proceso riguroso de entrenamiento, monitoreo y seguimiento, así como el fortalecimiento de la cultura organizacional orientada a la calidad. Adicionalmente, se recomienda incorporar auditorías internas aleatorias que validen el cumplimiento de los estándares establecidos y retroalimenten el proceso.

Indicadores de desempeño para el programa de inspección

Se presentan los indicadores clave de desempeño (KPIs) para evaluar el desempeño del programa de inspección en el proceso de ensamblaje de estructuras metálicas (ver Tabla 6). Estos KPIs están diseñados para medir aspectos como la eficiencia del proceso, el cumplimiento de las especificaciones de calidad, la reducción de costos asociados a defectos y retrabajos, así como la mejora continua en la calidad de las piezas.

Tabla 6

Indicadores clave de desempeño para el programa de Inspección.

Nombre del KPI	Descripción	Fórmula o Método de Cálculo	Frecuencia de Medición	Meta Esperada
1. Tasa de Reproceso por Etapa	Mide el porcentaje de piezas que deben ser reprocesadas debido a errores detectados en fases posteriores del proceso.	$(\text{Número de Piezas reprocesadas} / \text{Total de Piezas producidas}) \times 100$	Semanal	Reducción $\leq 10\%$

2. Índice de conformidad de piezas	Mide el porcentaje de piezas que cumplen con las especificaciones de calidad (dimensionales, estructurales y estéticas) sin necesidad de ajustes posteriores.	$(\text{Piezas conformes} / \text{Total de piezas producidas}) \times 100$	Diario	$\geq 95\%$
3. Costo de retrabajo por defectos	Mide los costos asociados al retrabajo y las reparaciones derivadas de defectos no detectados a tiempo.	$(\text{Costo de retrabajo por defectos} / \text{Total de costos de producción}) \times 100$	Mensual	Mantener $\leq 10\%$ mensual

Nota. Elaboración propia.

2. Plan de Capacitación para el área de armado de estructuras Metálicas

Como parte de las estrategias para mejorar la eficiencia operativa y la gestión de recursos en el proceso de armado de estructuras metálicas, se identificó la necesidad de estructurar un programa formal de capacitación para el personal operativo y técnico. Los resultados obtenidos en el diagnóstico evidenciaron importantes brechas en habilidades clave, tales como soldadura aplicada, lectura de planos, ensamblaje estructural y cumplimiento de normas de seguridad HSEQ, las cuales impactan directamente en la calidad del producto final, el uso eficiente de los recursos y la prevención de riesgos laborales.

El plan de capacitación técnica y operativa está orientado a fortalecer las competencias del talento humano y alinear sus capacidades con los objetivos estratégicos de CMA Ingeniería y Construcción S.A.S. Este plan busca establecer un sistema estructurado y continuo de formación que permita estandarizar conocimientos, reducir reprocesos, mejorar los tiempos de

ejecución y fomentar una cultura organizacional basada en la mejora continua y la seguridad en el trabajo. A continuación, se detalla el plan propuesto, el cual contempla un cronograma definido, contenidos específicos por módulo, indicadores clave de desempeño y mecanismos de evaluación (ver Tabla 7).

Tabla 7

Propuesta Plan de capacitación (12 semanas).

Semana	Módulo de Formación	Modalidad	Duración (horas)	Responsable
1	Inducción general y objetivos del plan	Presencial	2	Recursos Humanos
2 y 3	Lectura e interpretación de planos	Taller teórico	8 (4 h/sem)	Jefe de operaciones
4 y 5	Ensamblaje de estructuras metálicas	Práctico	12 (6 h/sem)	Jefe de operaciones
6 y 7	Fundamentos de soldadura aplicada	Taller práctico	16 (8 h/sem)	Instructor externo
8	Evaluación práctica en soldadura y armado	Práctico	4	Jefe de operaciones + Instructor externo
9 y 10	Seguridad industrial y normas HSEQ	Teórico-práctico	10 (5 h/sem)	Profesional HSEQ
11	Taller de mejora continua y retroalimentación	Presencial	4	Coordinador Continuous Improvement
12	Evaluación final y plan de mejora individual	Presencial	2	RH + Jefe de operaciones

Nota. Elaboración propia.

Los perfiles de los responsables de estos entrenamientos se encuentran contratados en la empresa a excepción del instructor externo especialista en soldadura, estos perfiles tendrán las siguientes responsabilidades:

Área de Recursos Humanos: Será responsable de la coordinación general del plan de capacitación, incluyendo la programación de las sesiones, el seguimiento administrativo, la convocatoria de los participantes y el registro de la asistencia y cumplimiento. Además, liderará los procesos de retroalimentación y mejora continua del plan formativo.

Jefe de Operaciones: Actuará como enlace técnico entre los objetivos operativos de la empresa y los contenidos del plan de capacitación. Validará la pertinencia de los módulos formativos y facilitará la integración de los aprendizajes en la operación diaria. También participará en la evaluación del impacto de las capacitaciones sobre la productividad.

Instructor Externo de Soldadura: Será responsable de impartir los talleres prácticos y teóricos relacionados con técnicas de soldadura aplicada. Su función será garantizar que el personal adquiera las habilidades técnicas requeridas según estándares de calidad y seguridad.

Profesional HSE (Salud, Seguridad y Medio Ambiente): Estará encargado de liderar los módulos de capacitación en normativa HSEQ, promoviendo una cultura preventiva, la identificación de riesgos y el cumplimiento de los protocolos de seguridad industrial.

Coordinador de Continuous Improvement: Tendrá como función principal la supervisión del impacto de las capacitaciones en términos de eficiencia operativa, estandarización y reducción de desperdicios. Además, propondrá mejoras en los contenidos formativos según los resultados de los indicadores de desempeño (KPIs).

Para asegurar la sostenibilidad y efectividad del plan de capacitaciones, se recomienda formalizarlo como una política interna de formación continua dentro de CMA Ingeniería y Construcción S.A.S. Esta política debe contemplar la capacitación como un componente estratégico de la gestión del talento humano, alineado con los objetivos operativos de la empresa. La institucionalización del plan permitirá garantizar su cumplimiento, asignación de

recursos y revisión periódica, fomentando una cultura organizacional centrada en el aprendizaje y la mejora constante.

Adicionalmente, se sugiere la implementación de un sistema digital de registro y seguimiento de competencias, que permita monitorear el progreso individual y colectivo del personal capacitado. Este sistema facilitará la toma de decisiones en cuanto a promoción, rotación o refuerzo de habilidades. También se recomienda incorporar sesiones de retroalimentación con los operarios al finalizar cada módulo, para identificar oportunidades de mejora en el contenido y en la metodología.

Indicadores de desempeño para la implementación del plan de capacitaciones

A continuación, se presenta la Tabla 8, que contiene los indicadores clave de desempeño (KPIs) definidos para evaluar la implementación y seguimiento del plan de capacitaciones. Estos indicadores permiten medir de forma objetiva aspectos fundamentales como el cumplimiento del cronograma, la participación del personal, la mejora en competencias técnicas y la disminución de errores operativos. Su seguimiento periódico facilitará la toma de decisiones basadas en datos, garantizando que el plan de formación contribuya efectivamente a mejorar la eficiencia operativa y la gestión del talento humano en CMA Ingeniería y Construcción S.A.S.

Tabla 8

Indicadores clave de desempeño para plan de capacitaciones.

Nombre del KPI	Descripción	Fórmula o Método de Cálculo	Frecuencia de Medición	Meta Esperada
1. Tasa de cumplimiento del plan de formación	Mide si las capacitaciones planificadas se ejecutan según lo programado.	$\left(\frac{\text{Capacitaciones realizadas}}{\text{Capacitaciones programadas}} \right) \times 100$	Semestral	$\geq 90\%$

2. Asistencia y participación	Evalúa el nivel de compromiso del personal con el programa.	(Asistentes por módulo / Convocados) × 100	Por módulo	≥ 85%
3. Mejora de competencias técnicas	Mide la ganancia de conocimiento o habilidades después de la formación.	(Calificación posterior a la capacitación – Calificación Previa a la capacitación) / Calificación Previa a la capacitación × 100	Por módulo	≥ 20% de mejora
4. Tasa de reincidencia en errores operativos	Número de errores operativos reportados antes y después de la capacitación.	((Errores antes – Errores después) / Errores antes) × 100	Trimestral	Disminución ≥ 30%

Nota. Elaboración propia.

Estimación de costos del plan de capacitación

Para esta estimación se consideran los siguientes supuestos presentados en la Tabla 9, que pueden ser ajustados por CMA Ingeniería y construcción S.A.S con el fin de tener un presupuesto más preciso para la implementación de este plan de capacitaciones:

- Se asume un promedio salarial mensual de \$5.000.000 COP para los responsables internos (Recursos Humanos, Jefe de Operaciones, Profesional HSE, Coordinador de Mejora Continua).
- El costo del instructor externo de soldadura se estima en \$1.500.000 COP por sesión/taller.
- Cada módulo de capacitación tiene una duración de 6 horas y se dicta una vez por semestre (total: 4 módulos por semestre).
- Se considera la carga laboral del personal interno en términos de horas hombre invertidas en planificación, ejecución y seguimiento (estimado en 10 horas por módulo para cada responsable interno).

- Valor hora promedio de los responsables internos: $\$5.000.000 / 160 \text{ horas} = \31.250 COP/hora.

Tabla 9

Estimación de costos del plan de capacitación.

Concepto	Detalle	Costo Unitario	Cantidad	Subtotal
Instructor externo (soldadura aplicada)	1 sesión por semestre	\$1.500.000	1	\$1.500.000
Horas hombre responsables internos	160 horas totales	\$31.250/hora	160 horas	\$5.000.000
Materiales impresos y recursos didácticos	Estimación por módulo	\$100.000	4 módulos	\$400.000
Logística básica (refrigerios, papelería, uso de sala)	Por módulo	\$200.000	4 módulos	\$800.000

Nota. Elaboración propia.

Considerando que el plan de capacitación se considera 1 vez por semestre, se tiene un estimado total de 7.700.000 COP semestral, por lo que se recomienda aprovechar los espacios de cada módulo para capacitar la mayor cantidad de personal posible y optimizar los costos en el mediano plazo.

3. Plan estratégico de alistamiento y gestión de recursos

Se identificaron varios factores que afectan negativamente la eficiencia operativa, especialmente en la fase de alistamiento de materia prima. Uno de los principales hallazgos es que, a pesar de contar con una alta disponibilidad de materia prima, el proceso de alistamiento

no está completamente optimizado para afrontar los picos de alta demanda. Esto genera paradas en la línea de producción, lo que impacta directamente en la capacidad de cumplir con los plazos establecidos.

El principal factor que contribuye a este problema es la falta de una planificación estratégica adecuada en el proceso de alistamiento. Las máquinas de corte y alistamiento no tienen la capacidad suficiente para abastecer todas las naves de producción simultáneamente, lo que provoca cuellos de botella y tiempos de inactividad no programados. Además, la falta de coordinación entre las distintas fases de la producción, sumado a la escasez de materiales y la disponibilidad limitada de herramienta, incrementa los periodos de inactividad, lo que ocasiona interrupciones en las estaciones de trabajo como las de armado y soldadura.

Con el fin de mejorar el proceso de alistamiento y minimizar los problemas previamente identificados, se propone la implementación de un Plan estratégico de alistamiento, centrado en garantizar la disponibilidad de recursos de manera oportuna durante toda la cadena de producción. Esta propuesta contempla las siguientes acciones clave:

Anticipación a los picos de demanda: Crear un sistema de planificación que contemple las proyecciones de alta demanda para cada período de producción. Es fundamental contar con datos precisos sobre los volúmenes de trabajo esperados para poder anticipar las necesidades de materiales y recursos. Para ello, se deberá coordinar con el área de ventas y producción, asegurando que la información sobre las proyecciones de proyectos sea clara y oportuna.

Priorización de recursos críticos: Mejorar la organización y logística del alistamiento de los materiales para garantizar su disponibilidad en todas las naves de producción, especialmente en momentos críticos. Esto incluye optimizar los procesos de almacenamiento,

clasificación y distribución interna de los materiales, además de asegurar que las herramientas necesarias estén disponibles en cada fase de producción.

Para lo anterior, se propone elaborar una lista detallada de las herramientas y materiales necesarios para cada fase del proceso, categorizado según su nivel de importancia y frecuencia de uso. Esta clasificación permitirá identificar los elementos claves que deben estar disponibles en todo momento, evitando interrupciones o retrasos.

La priorización de los materiales y herramientas garantizará su disponibilidad oportuna, minimizando retrasos o paradas no planificadas en la producción. Esto permitirá una asignación más eficiente de los recursos, de acuerdo con las demandas del proceso y la criticidad de los proyectos.

Para facilitar la gestión y priorización de los recursos, se plantea utilizar un sistema tipo semáforo, que permita clasificar las herramientas según su nivel de criticidad para el proceso de producción (ver Tabla 10).

Tabla 10

Matriz de Clasificación de Herramientas y Materiales según Nivel de Prioridad.

Categoría	Color de Prioridad	Descripción
Alta prioridad	● Rojo	Herramientas y materiales cuya ausencia puede generar interrupciones significativas en el proceso productivo.
Media prioridad	○ Amarillo	Herramientas importantes, pero no críticas, que cuentan con alternativas sin afectar considerablemente la operación.
Baja prioridad	● Verde	Herramientas necesarias, aunque no esenciales, cuya falta no impacta de forma inmediata el flujo de trabajo.

Nota. Elaboración propia.

Esta lista permitirá que los equipos de trabajo puedan identificar rápidamente las herramientas clave para asegurar que siempre estén disponibles y listas para su uso, evitando cualquier posible interrupción en el proceso de producción. En el Anexo B se muestra la plantilla que facilita la priorización de las herramientas y materiales por proceso.

Indicadores clave de desempeño para el seguimiento del plan estratégico de alistamiento y gestión de recursos

Para evaluar la efectividad de las mejoras propuestas en el proceso de alistamiento de gestión de herramientas y materiales, es esencial establecer indicadores clave de desempeño (KPIs) que permitan monitorear el impacto de las acciones implementadas (ver Tabla 12).

Tabla 11

Indicadores clave de desempeño para el plan estratégico de alistamiento y gestión de recursos.

Nombre del KPI	Descripción	Fórmula o Método de Cálculo	Frecuencia de Medición	Meta Esperada
1. Disponibilidad del recurso clave	Mide la disponibilidad oportuna de herramientas y materiales esenciales, con el fin de evitar interrupciones en la producción por falta de recursos	$(\text{Cantidad de recursos críticos disponibles} / \text{Cantidad total de recursos críticos}) \times 100$	Semanal	$\geq 98\%$ de disponibilidad

2. Costo de ineficiencia Operativa	Mide el costo de paradas no planificadas e inactividad para reducir gastos operativos.	(Costo por parada de línea de producción / Total de costos de producción) × 100	Mensual	Mantener ≤5% los costos de Ineficiencia
3. Tiempo de preparación de materiales	Evalúa el tiempo empleado en el alistamiento de materiales y herramientas para verificar mejoras en la agilidad del proceso.	(Total de tiempo empleados en alistamiento / Número de pedidos preparados)	Semanal	Definir criterio con CMA

Nota. Elaboración propia

Cronograma de Implementación de las Propuestas de Mejora

Con base en las propuestas formuladas para optimizar el proceso de ensamblaje de estructuras metálicas en CMA Ingeniería y Construcción S.A.S., se ha diseñado un cronograma de implementación que organiza de manera estructurada las actividades a ejecutar.

Este cronograma incluye los responsables, con el objetivo de garantizar una ejecución efectiva, el cumplimiento de los objetivos establecidos y la mejora continua en los procesos operativos. La implementación está programada para iniciar en enero de 2026 y finalizar en agosto del mismo año, con una duración total de ocho meses (Ver figura 9)

objetivo principal reducir reprocesos, tiempos muertos e ineficiencias operativas mediante inspecciones por etapas, uso eficiente de recursos y capacitación al personal.

Como resultado de estas acciones se estima una disminución progresiva de los costos operativos directos, los cuales incluyen los gastos asociados a mano de obra directa, consumo de materiales, horas de máquinas utilizadas y servicios logísticos necesarios para la ejecución, Para año 2026 se estima una mejora operativa del 5%, del 8% en 2027 y del 10% en 2028. Como se muestra en la siguiente Tabla 12.

Tabla 12
Proyección de ingresos, costos y EBITDA con la implementación de las propuestas.

Año	Supuesto (Tasa de Crecimiento)	Ingresos (COP millones)	Costos sin mejora	Mejora Operativa	Ahorro estimado	Costos con mejora	EBITDA (COP millones)	Margen EBITDA (%)
2023		48,961	41,942				4,264	8.79%
2026		53,501	45,831	5%	2,291.56	43,539	9,961	18.6%
2027	3%	55,106	47,206	8%	3,776.49	43,429	11,676	21.2%
2028		56,759	48,622	10%	4,862.23	43,760	12,999	22.9%

Los resultados de esta proyección muestran un aumento en el EBITDA, que pasa de 9.961 millones de COP en 2026 a 12.999 millones de COP en 2028, con un margen EBITDA que pasa del 18,6 % al 22,9 %, sin necesidad de un incremento agresivo en las ventas.

Estos resultados deben ser actualizados después de la implementación de la propuesta con los valores reales, ya que esta proyección se realizó con base a supuestos en la tasa de crecimientos y mejora operativa. Una vez se calculen los indicadores de gestión se podrá identificar la viabilidad económica y financiera de la propuesta.

Conclusiones y Recomendaciones

A continuación, se presentan las conclusiones de la consultoría académica desarrollada en la empresa, así como las recomendaciones de cierre del trabajo.

Conclusiones

Este trabajo de grado en modalidad de consultoría profesional permitió consolidar aprendizajes significativos en la identificación de oportunidades de mejora y en el diseño de propuestas estratégicas aplicables a contextos organizacionales reales. La experiencia facilitó la aplicación práctica de conocimientos adquiridos en gestión operativa, planificación estratégica y mejora continua, pilares esenciales del programa MBA. Más allá del diagnóstico inicial, el verdadero aporte del proyecto radicó en la formulación de soluciones concretas y sostenibles, como el programa de inspección por etapas, el plan de capacitación técnica y el plan de alistamiento y gestión de recursos. Se espera que la implementación de estas estrategias genere impactos positivos medibles y contribuya al desarrollo de una cultura de eficiencia y control.

A través del análisis de la información recopilada, tanto primaria como secundaria, se pudo evidenciar diversos factores que impactan la eficiencia operativa del proceso, entre ellos se encuentra la falta de inspecciones parciales, la clasificación inadecuada de materiales, la limitada capacitación del personal técnico y la ausencia de evaluación formal del desempeño. Estos problemas generan cuellos de botella y retrasos en la producción.

A partir del diagnóstico, se propusieron tres estrategias principales: un programa de inspección por etapas, un plan de capacitación técnica y un plan estratégico de alistamiento y gestión de recursos. Estas estrategias buscan optimizar las operaciones mediante la reducción

de errores, el fortalecimiento de competencias técnicas del personal y la disponibilidad oportuna de materiales y herramientas. Se espera que su implementación permita mejorar los tiempos de respuesta, minimizar fallas en el proceso y elevar la calidad final del producto. Además, se espera que estas acciones no solo resuelvan los problemas actuales, sino que contribuyan al establecimiento de una cultura de mejora continua que permita a CMA avanzar hacia niveles superiores de eficiencia.

Finalmente, se diseñaron indicadores clave de desempeño (KPIs) para monitorear el impacto de las estrategias propuestas una vez se lleven a la etapa de implementación. Entre ellos se destacan la tasa de reproceso por etapa, el índice de conformidad de piezas, la tasa de cumplimiento del plan de formación y la disminución de errores operativos. Estos KPIs permitirán realizar un seguimiento constante, tomar decisiones informadas y garantizar que las mejoras implementadas contribuyan a identificar oportunidades de mejora continua y asegurar la alineación de los procesos con los objetivos estratégicos de la organización en el corto, mediano y largo plazo.

Recomendaciones

Con base en el diagnóstico del proceso de armado de estructuras metálicas en CMA Ingeniería y Construcción S.A.S., se plantean las siguientes recomendaciones orientadas a mejorar la eficiencia operativa, reducir reprocesos y optimizar el uso de los recursos humanos y técnicos. Estas sugerencias se alinean con los hallazgos obtenidos, buscan aportar soluciones concretas a la problemática identificada y sientan las bases para futuras investigaciones y desarrollos en la empresa.

Se recomienda la elaboración de manuales de procedimientos que documenten de forma clara y precisa cada una de las actividades involucradas en el armado de estructuras metálicas. Esto incluye la definición de tiempos estándar, herramientas requeridas, responsables y criterios de calidad por etapa. La estandarización permitirá reducir la variabilidad operativa, facilitar la capacitación del personal y mejorar el control de la calidad. Este sistema debe estar respaldado por diagramas de flujo, instructivos visuales y protocolos de inspección interna, accesibles para todos los operarios.

Se sugiere la implementación de un sistema de evaluaciones periódicas de desempeño para medir el nivel de competencia de los empleados en el proceso de armado de estructuras metálicas. Estas evaluaciones deben ser diseñadas para abordar tanto las competencias técnicas como las habilidades blandas, utilizando una combinación de pruebas prácticas, entrevistas y cuestionarios. Este enfoque permitirá medir con precisión las habilidades técnicas, tales como el manejo adecuado de herramientas y la correcta interpretación de planos, así como las habilidades interpersonales y de trabajo en equipo.

La empresa podría beneficiarse de la implementación de un sistema de gestión de operaciones (como un ERP o software de control de producción) que permita programar, monitorear y ajustar en tiempo real el proceso de armado. Esta tecnología facilitaría la trazabilidad de las órdenes de producción, el seguimiento de los tiempos y recursos utilizados, así como la identificación oportuna de desviaciones. La digitalización del proceso también contribuiría a tomar decisiones más informadas y ágiles por parte del equipo directivo.

Finalmente, se sugiere promover espacios de comunicación y retroalimentación entre los diferentes niveles de la organización. La creación de comités técnicos o reuniones semanales de revisión de procesos puede facilitar la identificación de oportunidades de mejora, promover la participación del personal y fortalecer el compromiso con los objetivos de eficiencia y calidad. Una cultura de mejora continua debe estar basada en la recolección sistemática de datos, el análisis de indicadores y la implementación gradual de acciones correctivas.

Limitaciones del estudio y proyecciones a futuro

Durante el desarrollo de este trabajo de grado en modalidad de consultoría profesional, se presentaron algunas limitaciones asociadas principalmente al acceso a la información. La empresa no suministró datos específicos sobre los tiempos requeridos para el ensamble de piezas ni los costos asociados a los reprocesos, lo que dificultó la estimación precisa del impacto económico de las ineficiencias detectadas.

Adicionalmente, debido a que cada proyecto ejecutado por la empresa presenta características operativas únicas, no fue posible contar con una base comparativa común que permitiera proyectar tiempos y costos de forma estandarizada. A pesar de estas limitaciones, el diagnóstico permitió identificar oportunidades relevantes de mejora y proponer estrategias viables alineadas con los objetivos organizacionales.

Como proyección a futuro, se recomienda a la empresa implementar mecanismos de registro y seguimiento sistemático de tiempos y costos operativos, que permitan evaluar con mayor precisión el desempeño del proceso y el impacto de los reprocesos. Adicionalmente, se sugiere que las estrategias formuladas en este estudio sean validadas mediante planes piloto y acompañadas por indicadores clave de desempeño (KPIs), con el fin de generar información útil para la toma de decisiones y fortalecer la cultura de mejora continua en la organización.

Referencias

ANDI. (2023). *Informe anual del sector industrial colombiano*. Asociación Nacional de Empresarios de Colombia [Informe].

<https://indd.adobe.com/view/535e8b86-7fb2-4521-ae2a-72813646c001>

Cámara Colombiana del Acero (CCA). (2022). *Diagnóstico del sector siderúrgico y de estructuras metálicas en Colombia*. CCA.

[https://www.andi.com.co/Uploads/_Informe_Siderurgico_2020_2021%20\(M\)_638052421194700054.pdf](https://www.andi.com.co/Uploads/_Informe_Siderurgico_2020_2021%20(M)_638052421194700054.pdf)

Chantias, S., & Hess, T. (2016). Understanding digital transformation strategy formation: Insights from Europe's automotive industry. *Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences*.

https://www.researchgate.net/profile/Thomas-Hess-6/publication/311443349_Understanding_Digital_Transformation_Strategy_Formation_Insights_from_Europe's_Automotive_Industry/links/5c310fe2458515a4c7109a03/Understanding-Digital-Transformation-Strategy-Formation-Insights-from-Europes-Automotive-Industry.pdf

Chen, Y., & Zhang, L. (2023). Implementación del sistema Justo a Tiempo en la industria 4.0: Desafíos y oportunidades. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 16(1), 99–112.

CMA Ingeniería y Construcción S.A.S. (s.f.). *Descripción de la empresa* <http://www.cma.com.co>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2024). *Indicadores económicos alrededor de la construcción (IEAC)*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion/indicadores-economicos-alrededor-de-la-construccion>

Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., & Reijers, H. A. (2018). *Fundamentals of business process management* (2nd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-56509-4>

EFQM. (2020). *EFQM model 2020*. European Foundation for Quality Management. <https://www.elsevier.es/en-revista-journal-healthcare-quality-research-257-pdf-S2603647920300026>

Gill, M., & VanBoskirk, S. (2016). *The digital maturity model 4.0*. Forrester Research Inc. <https://www.forrester.com/report/the-digital-maturity-model-40/RES131801>

Global Industry Analysis. (2023). *Steel structure market report 2023: Trends and forecasts*. <https://www.globalindustryanalysis.com>

Harmon, P. (2019). *Business process change: A business process management guide for managers and process professionals* (4th ed.). Morgan Kaufmann. <https://www.sciencedirect.com/book/9780128158470/business-process-change>

Harry, M., & Schroeder, R. (2006). *Six Sigma: The breakthrough management strategy revolutionizing the world's top corporations*. Currency/Doubleday.[Artículo] [https://www.elmayorportaldegerencia.com/Libros/Gerencia/\[PD\]%20Libros%20-%20Seis%20Sigma.pdf](https://www.elmayorportaldegerencia.com/Libros/Gerencia/[PD]%20Libros%20-%20Seis%20Sigma.pdf)

Imai, M. (2012). *Gemba kaizen; a commonsense approach to a continuous improvement strategy*, 2d ed. (2012). *Reference and Research Book News*, 27(5)

<https://login.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/login?url=https://www-proquest-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/trade-journals/gemba-kaizen-commonsense-approach-continuous/docview/1081899136/se-2>

ISI Emerging Markets (EMIS). (s. f.). CMA Ingeniería & Construcción S.A.S. En EMIS Company Profile. Recuperado el 25 de julio de 2024.

<https://wwwemiscom.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/v2/companies/profile/CO/1186710/companyInIndustry>

Kane, G. C., Palmer, D., Phillips, A. N., Kiron, D., & Buckley, N. (2017). Achieving digital maturity:

Adapting your company to a changing world. *MIT Sloan Management Review and Deloitte*

University Press. <https://www.truevaluemetrics.org/DBpdfs/Initiatives/MITSloan/MITSMR-59180-Deloitte-Digital-Report-2017.pdf>

Liker, J. K., & Meier, D. (2006). *The Toyota way fieldbook: A practical guide for implementing Toyota's 4Ps*. McGraw-Hill.

<https://kalima13.wordpress.com/wp-content/uploads/2017/04/book-lss-toyota-way.pdf>

McKinsey Global Institute. (2021). *Construction productivity: From theory to practice*. McKinsey & Company.

<https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/construction-productivity>

McKinsey Global Institute. (2021). *Reinventing construction: A route to higher productivity*.

<https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business%20functions/operations/our%20insights/reinventing%20construction%20through%20a%20productivity%20revolution/mgi-reinventing-construction-executive-summary.pdf>

Michael Page Colombia. (2024). *Guía de salarios Colombia 2024*.

<https://www.michaelpage.com.co/estudios-y-tendencias/estudio-de-remuneracion-2024-1-MP-086>

Morgan, J. M., & Liker, J. K. (2020). *Designing the future: How Ford, Toyota, and other world-class organizations use Lean product development to drive innovation and transform their business*.

McGraw-Hill Education.

<https://www.oreilly.com/library/view/designing-the-future/9781260128796/>

Pérez-Mergarejo, E., Pérez-Vergara, I., & Rodríguez-Ruíz, Y. (2014). Modelos de madurez y su idoneidad para aplicar en pequeñas y medianas empresas. *Ingeniería Industrial*, 35(2), 146–158.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360433597004>

Porter, M. E. (2008). The five competitive forces that shape strategy. *Harvard Business Review*, 86(1), 78–93.

<https://www.blueoceanstrategyaustralia.com.au/wp-content/uploads/2023/08/HBRs-10-Must-Reads-on-Strategy.pdf#page=26>

Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to see: Value stream mapping to add value and eliminate muda*. Lean Enterprise Institute.

https://books.google.com.co/books?hl=en&lr=&id=mrNIH6Oo87wC&oi=fnd&pg=PP2&dq=Learning+to+see:+Value+stream+mapping+to+add+value+and+eliminate+muda.&ots=25hte69Ily&sig=CSrvUoyUG3v9I1xCSGU-aQ4cCrU&redir_esc=y#v=onepage&q=Learning%20to%20see%3A%20Value%20stream%20mapping%20to%20add%20value%20and%20eliminate%20muda.&f=false

Sánchez, R., Martínez, F., & García, J. (2024). Estrategias de optimización en la industria automotriz: Caso Ford y la implementación del sistema Justo a Tiempo (JIT). *Revista de Investigación en Producción y Logística*, 42(1), 88–102.

<https://doi.org/10.1016/j.ripl.2024.01.009>

Smith, J. (2017). *Construction efficiency and cost management: Best practices for the industry*. Taylor & Francis.

Varela, P. (2022). *Lean Manufacturing: Modelos y herramientas*. ResearchGate.

<https://www.researchgate.net/publication/359604417>

Westerman, G., Bonnet, D., & McAfee, A. (2014). *Leading digital: Turning technology into business transformation*. Harvard Business Review Press.

https://books.google.com.co/books?hl=en&lr=&id=Fh9eBAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR4&dq=Turning+technology+into+business+transformation&ots=oaQhG24ms7&sig=kG1k7NkxuIUXLGkfM4wvqxdJBGw&redir_esc=y#v=onepage&q=Turning%20technology%20into%20business%20transformation&f=false

Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation* (2nd ed.). Free Press.

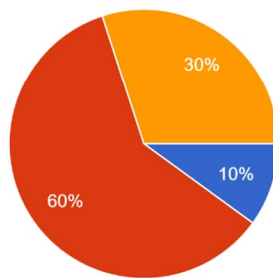
<https://login.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/login?url=https://www-proquest-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/trade-journals/lean-thinking-banish-waste-create-wealth-your/docview/197299973/se-2>

A. Anexo. Estadísticas de los resultados de la encuesta sobre madurez operativa.

Estadísticas de los resultados de la encuesta sobre madurez operativa del proceso de armado de estructuras metálicas

1. ¿La empresa cuenta con una estrategia clara y documentada para la fabricación de estructuras metálicas?

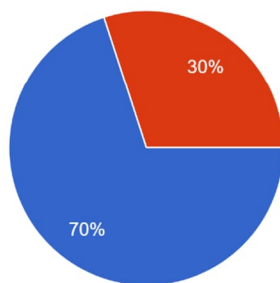
10 respuestas



- No existe una estrategia definida.
- Existe, pero no está documentada.
- Está documentada, pero no se actualiza regularmente.
- Está documentada y se revisa periódicamente.

2. ¿Con que frecuencia la empresa mide sus objetivos estratégicos en el proceso de armado de estructuras metálicas?

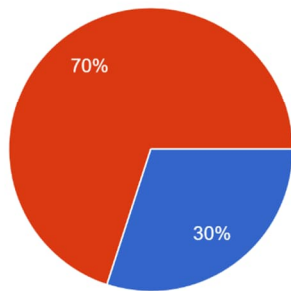
10 respuestas



- No existen KPIs para evaluar el desempeño del proceso de armado.
- Se mide ocasionalmente, pero sin una frecuencia establecida.
- Se mide cada dos o tres meses.
- Se mide de manera periódica y sistemática, con análisis y seguimiento continuo.

3. ¿La empresa cuenta con procedimientos documentados para sus operaciones?

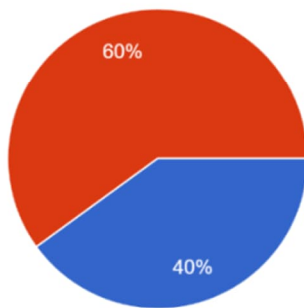
10 respuestas



- No existen procesos documentados.
- Algunos procesos están documentados.
- Todos los procesos están estandarizados y en mejora continua.

4. ¿Existe un sistema de medición para evaluar los procedimientos operacionales en el ensamblaje de estructuras metálicas?

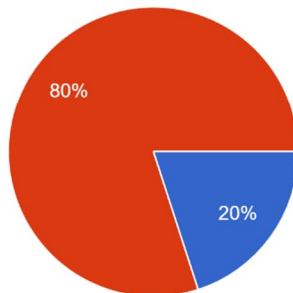
10 respuestas



- Existe un sistema, pero no se utiliza de manera regular.
- No existe un sistema de medición para evaluar los procedimientos.
- Existe un sistema estructurado para evaluación y mejora continua del proceso.

5. ¿La empresa cuenta con procesos de inspección en su proceso de ensamblaje?

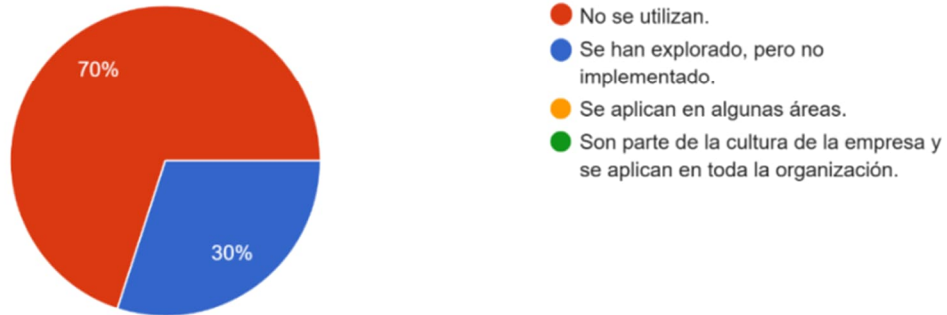
10 respuestas



- No existen procesos de inspección formalizados.
- Se realizan inspecciones esporádicas sin estándares definidos.
- Existe un sistema estructurado para evaluación y mejora continua del proceso

7. ¿Se utilizan herramientas de gestión de producción como Lean Manufacturing , BPM (Business Process Management), Six Sigma , entre otras?

10 respuestas



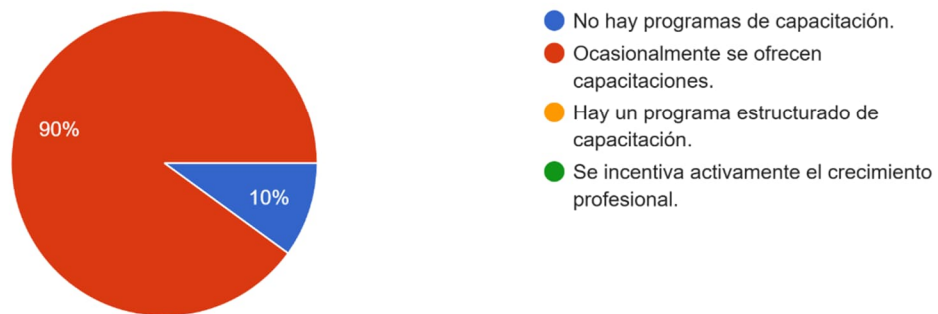
8. ¿Cómo se asegura la calidad de las estructuras metálicas fabricadas?

10 respuestas



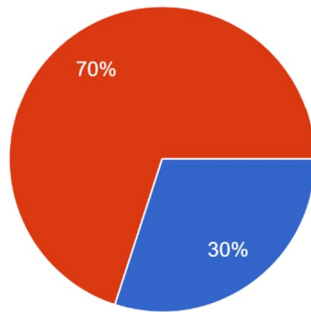
9. ¿La empresa fomenta el desarrollo profesional y capacitación continua de sus empleados?

10 respuestas



10. ¿Existe un sistema de competencias para medir el desempeño del personal?

10 respuestas



- No se mide el desempeño.
- Se mide de forma subjetiva y no estructurada.
- Existen indicadores básicos de desempeño.
- Hay un sistema estructurado de evaluación de competencias con retroalimentación.

B. Anexo. Plantilla de Alistamiento y Gestión de Recursos Críticos.

FORMATO							
Plantilla de Alistamiento y Gestión de Recursos Críticos							
	Empresa	CMA Ingeniería y Construcción S.A.S.					
	Descripción	Clasificar y priorizar las herramientas y materiales necesarios en cada fase del proceso de producción de estructuras metálicas, para asegurar su disponibilidad a tiempo, optimizar la gestión de recursos y minimizar interrupciones en la producción.					
	Nombre Proyecto						N° Nave
Proceso Productivo	Código	Herramienta / Material	Cantidad Mínima Crítica	Categoría de Prioridad	Justificación Técnica	Responsable del Área	Cargo
Corte de Perfiles	SC001	Sierra cinta industrial		Alta	Es la herramienta principal para cortar perfiles; su ausencia detiene completamente el proceso.		Líder de Corte
Corte de Perfiles		Elementos de medición (escuadra, calibrador)		Media	Son importantes para precisión, pero pueden reemplazarse temporalmente sin afectar el flujo.		Líder de Corte
Preparación de Piezas		Esmeril angular		Bajo	Fundamental para limpieza de rebabas y preparación de superficies antes de soldar.		Supervisor de Preparación
Soldadura de la Estructura		Máquina de soldadura MIG/MAG		Alta	Herramienta crítica para unir piezas metálicas; sin ella no se puede continuar el proceso.		Jefe de Soldadura
Granallado		Máquina granalladora		Alta	Clave para preparar la superficie antes de pintar; garantiza la adherencia del recubrimiento.		Coordinadora de Granallado
Granallado		Abrasivo (arena metálica)		Media	Puede ser sustituido por otros medios abrasivos; afecta la eficiencia, pero no detiene el proceso.		Coordinadora de Granallado
Limpieza y Pintura		Pistola de pintura industrial		Alta	Necesaria para aplicar el recubrimiento protector;		Líder de Pintura

					herramienta principal del proceso.		
Embalaje y Transporte		Film plástico y flejes		Bajo	Material importante para protección del producto, pero puede reemplazarse por otros en caso de escasez.		Encargada de Logística