



UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**MEJORA DEL PROCESO DE MONTAJE DE GRÚAS HIDRÁULICAS EN LA
EMPRESA AUTOELEVACIÓN**

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

Autor

Carlos Gustavo Toapanta Benavides

Tutora

Ing. Jacqueline del Pilar Villacís Guerrero Mgs.

QUITO – ECUADOR

2026

AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo, Carlos Gustavo Toapanta Benavides, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular con el nombre “MEJORA DEL PROCESO DE MONTAJE DE GRÚAS HIDRÁULICAS EN LA EMPRESA AUTOELEVACIÓN”, como requisito para optar al grado de Ingeniero Industrial. y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 10 días del mes de abril del 2026, firmo conforme:

Autor: Carlos Gustavo Toapanta Benavides

Firma:

Número de Cédula: 1723462782

Dirección: Pichincha, Quito – Sur, Tréboles del Sur.

Correo Electrónico: ctoapanta11@indoamerica.edu.ec

Teléfono:0962517895

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular “MEJORA DEL PROCESO DE MONTAJE DE GRÚAS HIDRÁULICAS EN LA EMPRESA AUTOELEVACIÓN” presentado por Carlos Gustavo Toapanta Benavides, para optar por el Título de Ingeniero Industrial.

CERTIFICO

Que dicho Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte los Lectores que se designe.

Quito, 10 de abril del 2026

.....

Ing Villacís Guerrero Jacqueline del Pilar Mgs.

C.I. 0400751988

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Integración Curricular, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito, 10 de abril del 2026

.....

Carlos Gustavo Toapanta Benavides

1723462782

APROBACIÓN DE LECTORES

El Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: “MEJORA DEL PROCESO DE MONTAJE DE GRÚAS HIDRÁULICAS EN LA EMPRESA AUTOELEVACIÓN” previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del Trabajo de Integración Curricular.

Quito, 10 de abril del 2026

.....

Ing. Pablo Ron Valenzuela, MSc.

LECTOR

.....

Ing. Blanca Liliana Topón Visarrea, MSc.

LECTOR

DEDICATORIA

Quiero dedicar el siguiente proyecto y el camino que recorrí para convertirme en Ingeniero Industrial a mi familia, por ser la columna vertebral de este proceso de transformación profesional. A lo largo de estos años, aprendí que la ingeniería no solo consiste en optimizar sistemas y recursos, sino en gestionar con resiliencia los desafíos para alcanzar objetivos de alto impacto; en cada uno de esos momentos, su respaldo fue la variable constante que garantizó mi éxito.

A todos ellos, por ser los arquitectos de mi formación integral, por cimentar en mí la disciplina de la mejora continua y por su sinergia incondicional incluso en los periodos de mayor exigencia técnica. Este título es la representación de un esfuerzo colectivo y el cierre de un ciclo de aprendizaje que no habría sido posible sin su confianza, la cual acepto hoy como el compromiso de ejercer mi profesión con la máxima integridad y enfoque en resultados

AGRADECIMIENTO

Mi sincero reconocimiento a mi tutor de tesis, la Ing. Jacqueline del Pilar Villacís Guerrero, Mgs., por su invaluable asesoría estratégica y su rigor técnico durante el desarrollo de este proyecto. Su guía no solo permitió la correcta estructuración de esta investigación, sino que también expandió mi visión crítica para abordar la resolución de problemas desde una perspectiva de optimización y eficiencia. Gracias por su exigencia y mentoría, las cuales fueron factores determinantes para alcanzar los estándares de calidad que la ingeniería moderna demanda.

Asimismo, expreso mi gratitud a la Universidad Indoamérica, por brindarme el ecosistema académico y las herramientas tecnológicas necesarias para mi evolución profesional. A la Facultad de Ingeniería, por fomentar en mí el criterio técnico y el dominio de los sistemas de gestión que hoy fundamento en este trabajo. Finalmente, agradezco a todos los docentes y colaboradores que facilitaron la obtención de datos y la validación de campo, permitiendo que esta investigación trascienda de la teoría hacia una propuesta de valor tangible y aplicable.

INDICE DE CONTENIDO

TEMA:	i
AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iv
APROBACIÓN DE LECTORES	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN EJECUTIVO.....	xix
ABSTRACT.....	xx
CAPÍTULO I	1
Introducción	1
Marco teórico	4
Antecedentes	5
Justificación	6
Objetivo general.....	7
Objetivos Específicos.....	8
CAPÍTULO II.....	9

Ingeniería del proyecto	9
Diagnóstico de la situación actual de la empresa.....	9
Descripción de los servicios y análisis de reprocesos.....	10
Recolección de datos.....	14
Diagnóstico del proceso de montaje de grúas.....	17
Plan de mejoras	24
Área de estudio	35
Modelo operativo	36
CAPÍTULO III.....	38
PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS	38
Identificar los subprocesos.....	38
Definir mejoras	39
Mapeo de procesos.....	41
Mapeo de procesos: Fabricación y montaje del subchasis	41
Análisis de mejoras: Fabricación y montaje del subchasis.....	45
Mapeo de procesos: Montaje de grúa	46
Análisis de mejoras: Montaje de grúa	48
Mapeo de procesos: Inspección de columna principal y sistemas hidráulicos	50
Análisis de mejoras: Inspección de columna principal y sistemas hidráulicos	53
Análisis de reprocesos.....	54
Análisis de reprocesos: Fabricación y montaje del subchasis	54

Análisis de reprocesos: Montaje de grúa.....	55
Análisis de reprocesos: Inspección de columna principal y sistemas hidráulicos	
56	
Documentación de manuales operativos.....	57
Establecer procedimientos	59
Resultados esperados	77
Cronograma de actividades.....	81
Análisis de costos.....	81
CAPÍTULO IV.....	85
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	85
Conclusiones	85
Recomendaciones	86
Referencias bibliográficas.....	87
ANEXOS	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Facturación a nivel nacional en consideración al mercado metalmecánico del Ecuador.....	3
Tabla 2 Participación porcentual de la facturación global de Autoelevación con relación a cada servicio que se oferta	10
Tabla 3 Montajes inconformes durante el periodo 2025.....	12
Tabla 4 Encuesta acerca de los criterios que afectan al proceso de montaje de grúas hidráulicas según los colaboradores.....	15
Tabla 5 Falencias dentro del proceso de montaje de grúas hidráulicas en base a la experiencia de los técnicos y clientes	17
Tabla 6 Actividades desarrolladas en el proceso de montaje de grúas hidráulicas.....	18
Tabla 7 Distribución de no conformidades detectadas por etapa del proceso	22
Tabla 8 Tipos de no conformidades detectadas en pruebas finales	23
Tabla 9 Mejoras al proceso de fabricación y montaje del subchasis	39
Tabla 10 Mejoras al proceso de montaje de grúa.....	40
Tabla 11 Mejoras al proceso de instalación de columna principal y sistemas hidráulicos.....	41
Tabla 12 Mapeo de procesos: Fabricación y montaje del subchasis.....	42
Tabla 13 Optimización en base a las mejoras del proceso de fabricación y montaje del subchasis	45
Tabla 14 Mapeo de procesos: Montaje de grúa	46
Tabla 15 Optimización en base a las mejoras del proceso de montaje de grúa	49
Tabla 16 Mapeo de procesos: Inspección de columna principal y sistemas hidráulicos	50

Tabla 17 Optimización en base a las mejoras del proceso de instalación de columna principal y sistemas hidráulicos	53
Tabla 18 Costos por reprocesos de fabricación y montaje de subchasis	55
Tabla 19 Costos por reprocesos de montaje de grúa.....	56
Tabla 20 Costos por reprocesos de instalación de columna principal y sistemas hidráulicos.....	57
Tabla 21 Tolerancias Estructurales y Ajustes Mecánicos.....	57
Tabla 22 Calibración del Sistema Hidráulico	58
Tabla 23 PROCEDIMIENTO PARA LA FABRICACIÓN Y MONTAJE DEL SUBCHASIS.....	59
Tabla 24 PROCEDIMIENTO PARA EL MONTAJE DE GRUA.....	63
Tabla 25 PROCEDIMIENTO PARA LA INSTALACION DE COLUMNA PRINCIPAL Y SISTEMAS HIDRAULICOS.....	67
Tabla 26 Procedimiento de pruebas finales para carrocerías metalmecánicas	73
Tabla 27 Documentos creados dentro del montaje de grúas hidráulicas	78
Tabla 28 Documentos creados dentro del proceso de fabricación y montaje de subchasis	79
Tabla 29 Documentos creados dentro del proceso de montaje de grúa	79
Tabla 30 Documentos creados dentro del proceso de instalación de la columna principal y el sistema hidráulico	79
Tabla 31 Documentos creados dentro del proceso de verificación y pruebas finales en la fabricación de carrocerías metalmecánicas.....	80
Tabla 32 Cronograma de actividades para la implementación de las mejoras propuestas	81

Tabla 33 Presupuesto – fabricación y montaje del subchasis	81
Tabla 34 Presupuesto – izaje y posicionamiento de la grúa	82
Tabla 35 Presupuesto – sistema hidráulico y calibración de presión.....	82
Tabla 36 Presupuesto – documentación y sistema de calidad	83
Tabla 37 Costos por implementación de la propuesta de mejora	83
Tabla 38 Cálculo del VAN y TIR de la propuesta.....	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Crecimiento del mercado global de equipos hidráulicos durante los años 2020 al 2033.....	2
Figura 2 Reprocesos identificados por tipo de servicio.....	12
Figura 3 Tiempos de trabajo en el montaje de grúas hidráulicas.....	13
Figura 4 Personal con buen desempeño para llevar a cabo el servicio de montaje	14
Figura 5: Encuesta hacia los colaboradores de Autoelevacion.....	16
Figura 6 Encuesta hacia los clientes de Autoelevacion	16
Figura 7 Diagrama de Pareto para determinar las tareas con mayor falencia dentro del proceso de montaje de grúas hidráulicas	19
Figura 8 Diagrama de flujo del montaje de grúas hidráulicas	25
Figura 9 Cursograma analítico actual de la Fabricación y montaje del subchasis en Autoelevación	28
Figura 10 Diagrama de flujo actual de la Fabricación y montaje del subchasis en Autoelevación	29
Figura 11 Cursograma analítico actual del montaje de grúa en Autoelevación	30
Figura 12 Diagrama de flujo actual del montaje de grúa en Autoelevación.....	31
Figura 13 Cursograma analítico actual de la instalación de columna principal y sistemas hidráulicos en Autoelevación	32
Figura 14 Diagrama de flujo actual de la instalación de columna principal y sistemas hidráulicos en Autoelevación.....	33
Figura 15 Diagrama de flujo mejorado de la fabricación y montaje de subchasis en Autoelevación	43

Figura 16 Cursograma analítico mejorado de la fabricación y montaje de subchasis en Autoelevación	44
Figura 17 Diagrama de flujo mejorado de montaje de grúa en Autoelevación	47
Figura 18 Cursograma analítico mejorado del montaje de grúa en Autoelevación...	48
Figura 19 Diagrama de flujo mejorado de la instalación de columna principal y sistemas hidráulicos en Autoelevación	51
Figura 20 Cursograma analítico mejorado de la instalación de columna principal y sistemas hidráulicos en Autoelevación	52
Figura 21 Curva S del Flujo Estimado vs Acumulado del proyecto	84

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 Evaluación de desempeño para los colaboradores dentro del proceso de montaje de grúas	88
ANEXO 2 Encuesta acerca de los criterios que afectan al proceso de montaje de grúas hidráulicas según los colaboradores.....	88
ANEXO 3 Encuesta satisfacción del cliente acerca del montaje de grúas hidráulicas	89
ANEXO 4 Preguntas de entrevista sobre las falencias dentro del proceso de montaje de grúas hidráulicas.....	89
ANEXO 5 Registro de Recepción y Análisis Técnico-FABRICACION Y MONTAJE DE SUBCHASIS	89
ANEXO 6 Registro de Inspección y Preparación de Material-FABRICACION Y MONTAJE DE SUBCHASIS.....	90
ANEXO 7 Check List de Conformado y Armado Preliminar-FABRICACION Y MONTAJE DE SUBCHASIS.....	90
ANEXO 8 Registro de Punteo y Control Dimensional-FABRICACION Y MONTAJE DE SUBCHASIS.....	91
ANEXO 9 Registro de Soldadura Estructural-FABRICACION Y MONTAJE DE SUBCHASIS.....	91
ANEXO 10 Registro de Montaje del Subchasis sobre el Chasis-FABRICACION Y MONTAJE DE SUBCHASIS.....	92
ANEXO 11 Informe de Inspección Final del Subchasis-FABRICACION Y MONTAJE DE SUBCHASIS.....	92
ANEXO 12 Acta de Conformidad del Subchasis-FABRICACION Y MONTAJE DE SUBCHASIS.....	93

ANEXO 13 Plan de Izaje de Grúa Hidráulica-MONTAJE DE GRUA.....	93
ANEXO 14 Check List de Inspección Previa al Izaje-MONTAJE DE GRUA	94
ANEXO 15 Registro de Ejecución del Izaje-MONTAJE DE GRUA.....	95
ANEXO 16 Registro de Posicionamiento sobre Subchasis-MONTAJE DE GRUA .	95
ANEXO 17 Check List de Alineación y Nivelación-MONTAJE DE GRUA.....	96
ANEXO 18 Registro de Fijación Provisional y Estabilizadores-MONTAJE DE GRUA	96
ANEXO 19 Informe de Inspección Final del Montaje de Grúa-MONTAJE DE GRUA	97
ANEXO 20 Acta de Conformidad de Montaje de Grúa Hidráulica-MONTAJE DE GRUA	97
ANEXO 21 Registro de Revisión Técnica del Sistema Hidráulico-INSTALACIÓN DE COLUMNA PRINCIPAL Y SISTEMA HIDRÁULICO DE GRÚA.....	98
ANEXO 22 Registro de Instalación Mecánica (PTO y Bomba) -INSTALACIÓN DE COLUMNA PRINCIPAL Y SISTEMA HIDRÁULICO DE GRÚA	98
ANEXO 23 Registro de Instalación Hidráulica-INSTALACIÓN DE COLUMNA PRINCIPAL Y SISTEMA HIDRÁULICO DE GRÚA	99
ANEXO 24 Registro de Carga y Purgado del Sistema Hidráulico-INSTALACIÓN DE COLUMNA PRINCIPAL Y SISTEMA HIDRÁULICO DE GRÚA.....	99
ANEXO 25 Registro de Calibración de Presión-INSTALACIÓN DE COLUMNA PRINCIPAL Y SISTEMA HIDRÁULICO DE GRÚA	100
ANEXO 26 Informe de Pruebas Funcionales del Sistema Hidráulico-INSTALACIÓN DE COLUMNA PRINCIPAL Y SISTEMA HIDRÁULICO DE GRÚA .	100

ANEXO 27 Registro de Instalación de Columna Principal-INSTALACIÓN DE COLUMNA PRINCIPAL Y SISTEMA HIDRÁULICO DE GRÚA	101
ANEXO 28 Informe de Inspección Final del Sistema Hidráulico y Columna-INSTALACIÓN DE COLUMNA PRINCIPAL Y SISTEMA HIDRÁULICO DE GRÚA. 101	
ANEXO 29 Acta de Conformidad del Sistema Hidráulico-INSTALACIÓN DE COLUMNA PRINCIPAL Y SISTEMA HIDRÁULICO DE GRÚA	102
ANEXO 30 Procedimiento de purgado de sistema hidráulico	103
ANEXO 31 Procedimiento de calibración y prueba de presión hidráulica	108
ANEXO 32 Checklist de purgado hidráulico	112
ANEXO 33 Registro de conformidad del sistema hidráulico.....	113
ANEXO 34 Checklist pre-operativo	113
ANEXO 35 Checklist Durante la Operación	114
ANEXO 36 Checklist Post-Operativo	114
ANEXO 37 Registro de Calibración y Prueba de Presión Hidráulica.....	115
ANEXO 38 Checklist de Inspección Visual General	115
ANEXO 39 Registro de Verificación Dimensional y Alineación	116
ANEXO 40 Registro de Revisión de Soldaduras y Fijaciones	116
ANEXO 41 Registro de Prueba de Estabilidad Estructural.....	117
ANEXO 42 Registro de Verificación Funcional	117
ANEXO 43 Registro de Inspección de Acabados	118
ANEXO 44 Registro de No Conformidades y Acciones Correctivas	118
ANEXO 45 Acta de Liberación del Producto.....	119
ANEXO 46 Aprobación abstract departamento de idiomas	120

UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: MEJORA DEL PROCESO DE MONTAJE DE GRÚAS HIDRÁULICAS EN LA EMPRESA AUTOELEVACIÓN

AUTOR: Carlos Gustavo Toapanta Benavides

TUTORA: Ing. Villacís Guerrero Jacqueline del Pilar Mgs.

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación se desarrolla en la empresa Autoelevación, empresa ecuatoriana dedicada a la importación, distribución, comercialización, montaje y reparación de equipos hidráulicos para la elevación y manipulación de carga pesada y ligera. El estudio se enmarca en la necesidad de fortalecer la gestión de sus procesos operativos y documentales, debido a la falta de estandarización existente, la cual genera tiempos de ejecución prolongados y la presencia de reprocesos que afectan la eficiencia organizacional. En el desarrollo de la investigación se realiza un análisis exhaustivo de la situación actual de la empresa, permitiendo identificar áreas de mejora y oportunidades de optimización en la gestión de procesos. A partir del diagnóstico, se evidencian áreas críticas relacionadas tanto con la organización de las actividades como con la gestión de la información que las respalda, lo cual incide directamente en la generación de reprocesos y pérdidas económicas. Para el levantamiento y análisis de la información, se aplicó una metodología basada en el uso de cursogramas analíticos y diagramas de flujo, complementados con información proporcionada directamente por la empresa. Estas herramientas permitieron representar de manera estructurada la secuencia de las actividades, identificar cuellos de botella, redundancias y fallas en la ejecución de los procesos. Como resultado del análisis, se determinó que la empresa presenta pérdidas económicas asociadas a reprocesos que ascienden a \$1294,16 dólares por servicio, considerando tanto costos de materiales como de mano de obra, lo cual impacta negativamente en la rentabilidad del negocio. En función de los resultados obtenidos, se proponen acciones de mejora enfocadas en la optimización y estandarización de las actividades operativas, así como en la definición clara de responsabilidades, secuencias de trabajo y mecanismos de control. Estas acciones permiten ordenar y sistematizar la ejecución de los procesos, reducir errores, minimizar reprocesos y mejorar la coordinación entre las áreas involucradas, contribuyendo así a una gestión más eficiente y sostenible dentro de la organización.

DESCRIPTORES: estandarización, mejora, procesos, reprocesos.

UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TITLE: IMPROVEMENT OF THE HYDRAULIC CRANE ASSEMBLY PROCESS AT THE COMPANY AUTOELEVACIÓN.

AUTOR: Carlos Gustavo Toapanta Benavides

TUTORA: Ing. Villacís Guerrero Jacqueline del Pilar Mgs.

ABSTRACT

This research is being conducted at Autoelevación, an Ecuadorian company specializing in the import, distribution, sale, installation, and repair of hydraulic equipment for lifting and handling both heavy and light loads. The study addresses the need to strengthen the management of the company's operational and document-related processes, due to the lack of standardization, which results in prolonged execution times and rework that affects organizational efficiency. The research involves a comprehensive analysis of the company's current situation, enabling the identification of areas for improvement and opportunities for process management optimization. Based on the diagnosis, critical areas are identified related to both the organization of activities and the management of the information that supports them, which directly contributes to rework and financial losses. For the collection and analysis of information, a methodology was applied based on the use of analytical flowcharts and flow diagrams, supplemented with information provided directly by the company. These tools made it possible to represent the sequence of activities in a structured manner and to identify bottlenecks, redundancies, and failures in process execution. The analysis revealed that the company incurs financial losses associated with rework amounting to \$1,294.16 per service, taking into account both material and labor costs, which negatively impacts the business's profitability. Based on the results obtained, improvement actions are proposed that focus on the optimization and standardization of operational activities, as well as on the clear definition of responsibilities, work sequences, and control mechanisms. These actions make it possible to organize and systematize the execution of processes, reduce errors, minimize rework, and improve coordination among the areas involved, thereby contributing to more efficient and sustainable management within the organization.

KEYWORDS: standardization, improvement, processes, reprocessing.

(ANEXO 46

Aprobación abstract departamento de idiomas)

CAPÍTULO I

Introducción

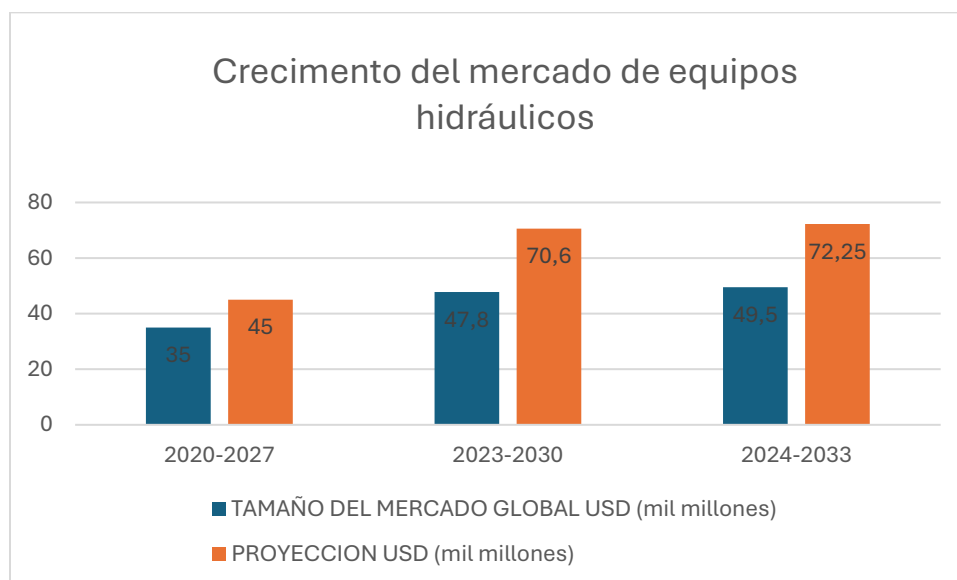
A medida que las necesidades técnicas y tecnológicas en las industrias han ido en aumento, el mercado de equipos hidráulicos se ha visto envuelto en un crecimiento que representa un elemento clave para la mecanización industrial y la logística pesada, dada su capacidad para generar mayor rendimiento, capacidad, control y fiabilidad en aplicaciones exigentes. Esta evolución exige que los procesos de instalación sean cada vez más precisos, seguros y eficientes, ya que cualquier error en la secuencia de montaje repercute directamente en la vida útil y seguridad operacional del equipo.

Considerando la evolución de esta industria, el mercado global de hidráulica alcanzó un tamaño aproximado de USD 49 mil millones en 2024, con una proyección de crecimiento hasta más de USD 72 mil millones para 2033, manteniendo la tasa de crecimiento anual compuesta estimada del 5,5 % al periodo de 2024 y 2033. Este crecimiento se mantiene dadas las nuevas necesidades industriales en donde los sistemas hidráulicos han llegado a formar parte de la automatización industrial, el sector de construcción y transporte. (Verified Market Reports, 2025)

La Figura 1 muestra el auge del mercado global de equipos hidráulicos en donde se evidencia una tendencia de crecimiento sostenido entre 2020 y 2033, respaldadas por un aumento en la tasa de crecimiento anual compuesta, que se incrementa de 4,2 % en el 2020 a 5,5 % entre 2023 y 2024. Este comportamiento refleja una expansión estructural del sector, impulsada por la creciente demanda de sistemas hidráulicos en aplicaciones industriales y de maquinaria pesada.

Figura 1

Crecimiento del mercado global de equipos hidráulicos durante los años 2020 al 2033



Nota. La tabla muestra el crecimiento en el mercado global de equipos hidráulicos durante el periodo 2020-2023. Adaptada de (Verified Market Reports, 2025)

En Ecuador, el sector metalmecánico del cual forma parte la instalación y montaje de grúas hidráulicas desempeña un papel fundamental en la industria manufacturera. Con más de 19.000 empresas registradas, este sector contribuye cerca del 1,8 % del PIB nacional y es responsable de alrededor del 12 % de la producción industrial del país. (PRO-ECUADOR, 2023).

La Tabla 1 detalla como las empresas registradas dentro de la industria metalmecánica actúan económicamente dentro del mercado nacional, evidenciando un desglose por tipo de empresa que identifica su participación porcentual hacia la facturación nacional en donde a pesar de que las empresas grandes no ocupan gran parte de la industria son las que general más del 87% de ganancias al sector.

Tabla 1

Facturación a nivel nacional en consideración al mercado metalmecánico del Ecuador

TIPO DE EMPRESA	PORCENTAJE DE FACTURACION NACIONAL GLOBAL	GANANCIAS ANUALES (USD)
PEQUEÑAS	56,90%	100 mil y un millón
MEDIANAS	33,20%	1 y 10 millones
GRANDES	10,20%	10 millones

Nota. La tabla muestra la participación porcentual por tipo de empresas en el sector metalmecánico y las ganancias asociadas al mismo anualmente. Adaptada de (BYGGER, 2024)

Sin embargo, estas industrias suelen enfrentar desafíos que afectan la productividad y la calidad de los procesos: baja estandarización, carencia de personal altamente especializado, limitada adopción de metodologías de mejora continua y una rotación laboral frecuente debido a las condiciones del entorno y la alta demanda física del trabajo. Estas características reflejan la necesidad urgente de fortalecer la formación técnica y optimizar los procesos en empresas que trabajan con maquinaria compleja como las grúas hidráulicas. Siendo esta la problemática que experimenta Autoelevación.

La empresa Autoelevación, mantiene sus actividades en el montaje de grúas hidráulicas FASSI, y dada su trayectoria se ha visto en la necesidad de expandir sus servicios. Sin embargo, han existido fallas durante el proceso de montaje de grúas hidráulicas tanto por tiempos, reprocesos y capacidad del personal. Lo cual deja a la empresa con la necesidad de desarrollar mejoras dentro del proceso que garanticen la estandarización de actividades que permitan satisfacer las necesidades de los clientes y evitar que dentro de las etapas del montaje metal mecánico, eléctrico, hidráulico y neumático se presenten reprocesos debido a trabajos realizados de forma

incorrecta, los cuales prolongan la duración total del montaje y aumenta los costos de operación. Es así como en base a lo mencionado se busca un análisis de tiempos y movimientos en los procesos ya que al no contar con esa estandarización son altamente propensos a errores repetitivos, variabilidad en los resultados y pérdidas operativas significativas. Esto refleja la necesidad urgente de desarrollar un procedimiento claro, detallado y documentado para el montaje de las grúas hidráulicas, que permita capacitar al personal de manera adecuada, reducir la improvisación en cada etapa y mejorar la productividad general de Autoelevación.

Marco teórico

Levantamiento de procesos

Se refiere al trabajo de estudiar, describir y representar de manera detallada los procesos de una organización, ya sea mediante documentación formal o a través de diagramas de flujo, según lo requiera la entidad. El rendimiento de la organización puede optimizarse mediante una adecuada gestión de sus procesos, el uso eficiente de los recursos y la reducción de las barreras entre las distintas áreas. Llevar a cabo un levantamiento de procesos constituye el paso inicial antes de implementar cualquier sistema de control, pues es fundamental entender cómo se gestiona el inventario en la actualidad para identificar sus debilidades y detectar posibles oportunidades de mejora. (Benavídez et al., 2019)

Ciclo PDCA- PVHA

El ciclo PDCA es una metodología que organiza la mejora continua en cuatro etapas: planificar, ejecutar, verificar y actuar. Su esencia es aplicar pequeños cambios controlados, medir su impacto y ajustar lo necesario para lograr un proceso más estable y eficiente. Esta técnica permite corregir fallas, estandarizar actividades y avanzar progresivamente hacia un

desempeño más consistente. Es una herramienta clave para gestionar procesos de forma sistemática. (DROPBOX, 2025)

Estudio de tiempos y movimientos

El estudio de tiempos y movimientos es una técnica que analiza detalladamente cómo se realiza una tarea, registrando cada movimiento y midiendo la duración de cada actividad. Su objetivo es encontrar la forma de trabajo más eficiente, eliminar pasos innecesarios y establecer tiempos estándar para las operaciones. Esto ayuda a mejorar la productividad, reducir esfuerzo físico y garantizar uniformidad en la ejecución. Es fundamental en la ingeniería de métodos para optimizar procesos manuales e industriales. (López, 2020)

Lean Manufacturing

Metodología que ha sido adoptada para enfrentar problemas recurrentes como tiempos muertos, retrabajos, desorden en el flujo de trabajo y baja capacitación técnica. Esta filosofía plantea la necesidad de estandarizar actividades, capacitar continuamente al personal y eliminar desperdicios generados por movimientos innecesarios, errores humanos y fallas en la organización del proceso. (Pereira, 2025).

Antecedentes

Autoelevación Cía. Ltda, con sede en Quito (Panamericana Norte N73-170), es una empresa ecuatoriana especializada en la importación, distribución, venta, montaje y reparación de equipos hidráulicos para elevación y manipulación de carga pesada y ligera. Desde su fundación en 2005 (registrada legalmente en 2006), ha construido una reputación sólida como distribuidor oficial de grúas articuladas de la reconocida marca Fassi, lo que le ha permitido expandir sus operaciones en Ecuador y consolidarse como un actor clave en el mercado nacional de grúas hidráulicas. (Autoelevacion, 2025)

Además, Autoelevación ofrece mantenimiento preventivo y correctivo, pruebas de carga y asesoramiento técnico, asegurando una atención integral desde la venta hasta la postventa. Su crecimiento y consolidación han sido reconocidos por el fabricante Fassi Gru, que en 2017 ratificó a Autoelevación como distribuidor oficial para Ecuador, destacando su capacidad técnica, operativa y comercial. (Fassi Gru S.p.A. , 2025)

En este contexto, para Autoelevación se vuelve necesario intervenir en cada uno de sus procesos de manera adecuada evitando errores, optimizando tiempos y garantizando trabajos con calidad. Sin embargo, el proceso de montaje de grúas hidráulicas mantiene falencias en sus operaciones, ya que, al existir deficiencias en la capacitación del personal, variabilidad en la ejecución de tareas y tiempos muertos generados por la ausencia de procedimientos estandarizados se ha visto afectada la eficiencia y la calidad del servicio. Es por esta razón que contar con instructivos claros, un flujo de proceso definido y un estudio técnico de tiempos y movimientos permitirá reducir errores, evitar reprocesos y fortalecer la productividad del personal. Con ello, Autoelevación podrá optimizar sus operaciones y consolidar un modelo de montaje más seguro, uniforme y eficiente, acorde con las exigencias del mercado.

Justificación

La **importancia** de este proyecto radica en que la mejora del proceso de montaje de grúas hidráulicas permitirá reducir la variabilidad, los errores y los tiempos muertos generados por la falta de estandarización, incrementando así la eficiencia operativa y la competitividad de la empresa, no solo permitirá mejorar los tiempos de trabajo, sino que dará paso a un modelo de trabajo clave para seguir incidiendo en la mejora continua dentro de la empresa.

El **impacto** del proyecto será notable, ya que la estandarización del proceso de montaje de grúas reducirá reprocesos, y mejorará el desempeño del personal técnico. Esto permitirá

optimizar recursos y disminuir costos operativos, dando paso a un sistema en el cual el personal pueda actuar de manera responsable y adecuada cumpliendo los estándares que darán a su trabajo mayor efectividad.

La **utilidad** de esta propuesta radica en poder brindar herramientas técnicas que faciliten la correcta ejecución del montaje de grúas hidráulicas. Estos recursos optimizarán el uso de los equipos, mejorarán la organización interna, darán un punto guía de sus operaciones y reducirán los errores derivados de la falta de capacitación o experiencia previa. Lo cual permitirá a la empresa generar servicios que otorguen mayor satisfacción al cliente.

Los **beneficiarios** de la propuesta serán Autoelevación y sus clientes externos, desde el interior siendo el personal y la empresa sus clientes internos, estos podrán realizar sus labores con mayor claridad y seguridad gracias a procesos definidos. Asimismo, los clientes recibirán montajes más precisos y confiables, lo que incrementará su satisfacción y fortalecerá la imagen profesional de la empresa.

La **factibilidad técnico-científica** del proyecto se basa en el uso metodologías de ingeniería, a su vez el acceso a información interna de la empresa en estudio y la disposición del personal de Autoelevación son los factores que permiten desarrollar la propuesta con rigor técnico y admite que la investigación proceda en base a una realidad que da paso para futuras investigaciones que brinden mayores mejoras dentro del trabajo y los servicios de la empresa.

Objetivo general

- Proponer la mejora del proceso de montaje de grúas hidráulicas en la empresa Autoelevación, mediante el uso de herramientas de ingeniería industrial que permitan mejorar su eficiencia operativa.

Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual del proceso de montaje de grúas hidráulicas, por medio de la recopilación y análisis de datos internos de la empresa con el fin de identificar los puntos críticos que generan ineficiencias operativas.
- Evaluar el proceso de montaje de grúas hidráulicas mediante la aplicación de cursogramas analíticos y diagramas de flujo, con el fin de cuantificar tiempos improductivos, reprocesos y su impacto económico en la operación.
- Proponer la mejora del proceso de montaje de grúas hidráulicas levantando un procedimiento estandarizado que garantice la uniformidad de las actividades, reducción de errores y mejora de la eficiencia operativa.

CAPÍTULO II

Ingeniería del proyecto

Diagnóstico de la situación actual de la empresa

Autoelevación a través de su Centro de Montajes Especiales, ubicado en el extremo norte de Quito, presta servicios técnicos para el montaje de grúas, carrocerías metalmecánicas y equipos hidráulicos, atendiendo sectores estratégicos como la minería, la construcción, el industrial y el petrolero. Dada la demanda actual que mantiene dentro de sus servicios se ha visto envuelto en el mejoramiento de sus procesos para garantizar la calidad, tiempos y reducción de costos operativos.

En el desarrollo del diagnóstico de la situación actual, la obtención de la información se realizó mediante la aplicación de encuestas dirigidas al personal operativo y administrativo de la empresa, considerando una muestra de 22 colaboradores, con el objetivo de recopilar datos relacionados con la ejecución de los procesos, tiempos de trabajo, presencia de reprocesos y dificultades operativas.

Asimismo, la información fue complementada con datos proporcionados directamente por la empresa, tales como registros de servicios, tiempos de ejecución y costos asociados a materiales y mano de obra, lo cual permitió contar con una base objetiva para el análisis. Cabe señalar que, debido al carácter confidencial y sensible de la información empresarial, no fue posible acceder a un mayor nivel de detalle en ciertos datos, por lo que el análisis se desarrolló en función de la información disponible autorizada por la organización.

Adicionalmente, se efectuaron observaciones directas en el área de montaje, permitiendo evidenciar la secuencia real de las actividades y validar la información recopilada mediante los instrumentos aplicados. Para el procesamiento y análisis de los datos obtenidos, se emplearon

herramientas como cursogramas analíticos y diagramas de flujo, los cuales facilitaron la identificación de actividades innecesarias, cuellos de botella y reprocesos dentro del proceso.

Este enfoque metodológico permitió contar con información confiable y suficiente para determinar las principales falencias del proceso, así como cuantificar su impacto en la eficiencia operativa y en los costos, evidenciando pérdidas económicas asociadas a reprocesos.

Descripción de los servicios y análisis de reprocesos

Dentro de la empresa se identifican tres líneas principales de servicio que constituyen la base de su operación: montaje de grúas, fabricación de carrocerías metalmecánicas y venta de equipos hidráulicos.

En la Tabla 2 se evidencia que dentro de las actividades que se llevan a cabo por la organización, el montaje de grúas hidráulicas ocupa la mayor parte de solicitudes durante el último año, siendo el servicio al cual se ha dado mayor enfoque dentro de sus operaciones.

Tabla 2

Participación porcentual de la facturación global de Autoelevación con relación a cada servicio que se oferta

SERVICIO	PORCENTAJE DE FACTURACION GLOBAL POR SERVICIO
Montaje de grúas	42%
Carrocerías metalmecánicas	35%
Venta de quipos hidráulicos	23%

Nota. La tabla muestra el porcentaje de ganancias que existen por cada servicio que brinda la empresa. Elaborado por el Investigador, 2025.

Ahora si bien la empresa mantiene sus operaciones dentro de estos tres servicios se brinda una descripción en donde se identifique como actúan cada una de ellas dentro de la empresa:

Montaje de grúas

El servicio de montaje de grúas consiste en la instalación integral de sistemas de izaje, incluyendo el ensamblaje de componentes estructurales, mecánicos e hidráulicos, así como su correcta alineación y calibración.

Carrocerías metalmecánicas

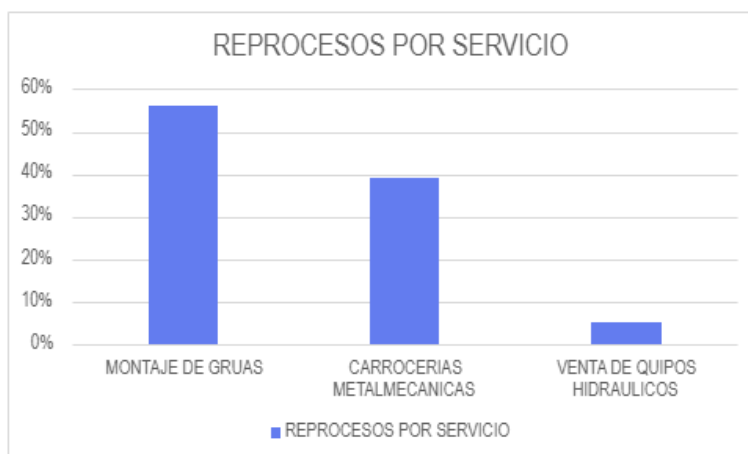
La fabricación de carrocerías metalmecánicas comprende el diseño, corte, soldadura, ensamblaje y acabados de estructuras metálicas destinadas a vehículos de uso industrial y comercial. Este servicio se caracteriza por un alto nivel de personalización según los requerimientos del cliente, lo que incrementa la necesidad de ajustes durante el proceso productivo.

Venta de equipos hidráulicos

La venta de equipos hidráulicos comprende la comercialización de sistemas, componentes y repuestos hidráulicos destinados a diversas aplicaciones industriales, sin limitarse exclusivamente al uso en grúas o carrocerías. Estos equipos incluyen bombas, válvulas, cilindros, mangueras y otros elementos que cumplen funciones esenciales en diferentes procesos productivos.

En base a estos servicios la empresa proporciona la información asociada a cuál de ellos está afectando con mayores reprocesos a la empresa, es así que en la Figura 2 se identifica que el montaje de grúas hidráulicas ocasiona más del 50% de reprocesos que han perjudicado al rendimiento y organización de las operaciones dentro de la empresa, ya que al existir estos reprocesos se involucra una nueva planificación, recursos adicionales, tiempo en mano de obra y costos adicionales en transporte.

Figura 2
 Reprocesos identificados por tipo de servicio



Nota. La figura muestra el porcentaje de reprocesos por cada servicio brindado. Elaborado por el Investigador, 2025.

Montaje de grúas

Dentro del servicio de montaje de grúas hidráulicas en base a lo que muestra la Tabla 3 se mantienen registros de conformidad, en donde durante el último año se han identificado el 26% de inconformidades con el servicio brindado ya sea por demoras o por instalaciones no adecuadas. Provocando que los clientes generen quejas o reclamos que perjudican la imagen de la empresa.

Tabla 3
 Montajes inconformes durante el periodo 2025

MES	MONTAJES EJECUTADOS	MONTAJES NO CONFORMES
Enero	9	5
Febrero	6	5
Marzo	15	3
Abril	16	3
Mayo	10	1
Junio	11	2

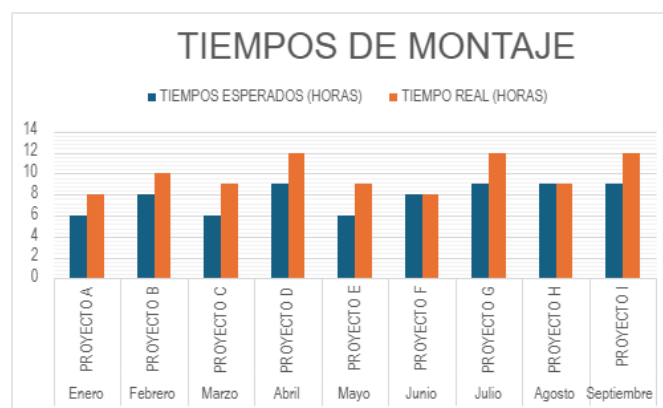
Julio	8	2
Agosto	8	1
Septiembre	9	2
TOTAL	92	24

Nota. La tabla muestra la cantidad de inconformidades que se han dado durante el año 2025 acerca del servicio de montaje de grúas hidráulicas. Elaborado por el Investigador, 2025.

De acuerdo con la información presentada en la Figura 3, se evidencia una diferencia significativa entre los tiempos estimados y los tiempos reales de ejecución del proceso de montaje. En promedio, los tiempos reales superan aproximadamente en un 27% a los tiempos planificados, lo cual refleja la presencia de ineficiencias operativas durante la ejecución del servicio.

Es importante señalar que este valor corresponde a un análisis comparativo basado en registros históricos proporcionados por la empresa, y no a un estudio de tiempos desarrollado mediante técnicas formales de medición como el cronometraje industrial. No obstante, los resultados permiten identificar desviaciones relevantes que evidencian la existencia de reprocesos, demoras y actividades no estandarizadas dentro del proceso.

Figura 3
Tiempos de trabajo en el montaje de grúas hidráulicas

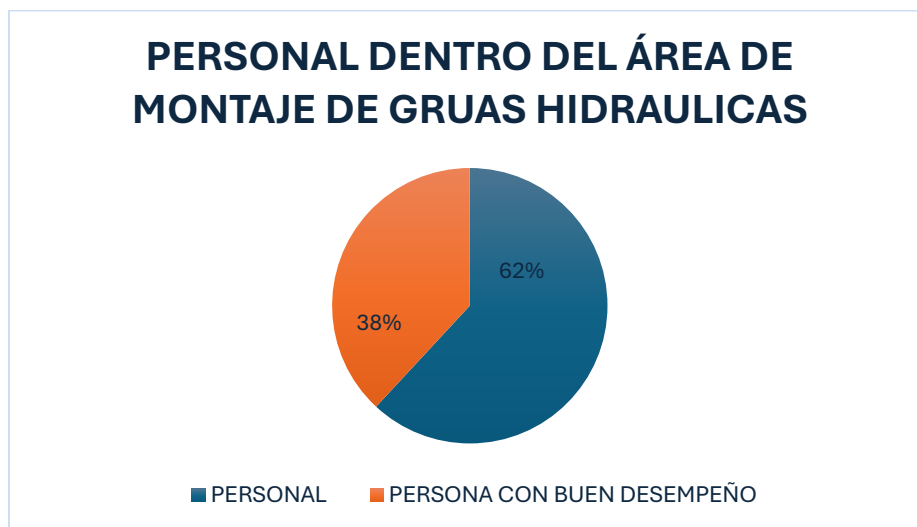


Nota. Relación de tiempos esperados y tiempos reales de trabajo en consideración a diferentes proyectos de gran magnitud durante el periodo 2025. Elaborado por el Investigador, 2025.

En consideración a las falencias que lleva el proceso se da un análisis hacia la mano de obra, en donde se considera a los 13 técnicos encargados de las operaciones de montaje(ANEXO 1), acorde a la Figura 4 se identifica que dentro del personal operativo solo el 38% de este está dando un desempeño adecuado para el desarrollo de montajes de las grúas hidráulicas, siendo uno de los puntos críticos a los cuales se debe considerar en la mejorara del proceso.

Figura 4

Personal con buen desempeño para llevar a cabo el servicio de montaje



Nota. Personal con bajo y mayor desempeño para realizar el servicio de montaje. Elaborado por el Investigador, 2025.

El personal es la clave para que el servicio se de en condiciones adecuadas, sin embargo, por parte de la empresa se ha establecido medidores de desempeño en donde se identifica que el personal no está brindando sus servicios de la manera adecuada por lo cual se ve necesario integrar dentro de la mejora a la investigación un plan de capacitaciones que le den al técnico mayores conocimientos y herramientas dentro de su trabajo.

Recolección de datos

Con el fin de identificar de mejor manera las falencias dentro del montaje de grúas hidráulicas, se realiza una encuesta a la parte operativa y administrativa relacionada directamente con el proceso.

A su vez, durante la finalización de cada montaje se realizó una encuesta a los clientes para definir sus criterios con el servicio brindado.

RESULTADOS DE LA ENCUESTA DENTRO DE AUTOELEVACIÓN

La encuesta (ANEXO 2) se realizó a las 40 personas que corresponden al área de montaje tanto administrativos como técnicos con el fin de identificar internamente las falencias.

Tabla 4

Encuesta acerca de los criterios que afectan al proceso de montaje de grúas hidráulicas según los colaboradores

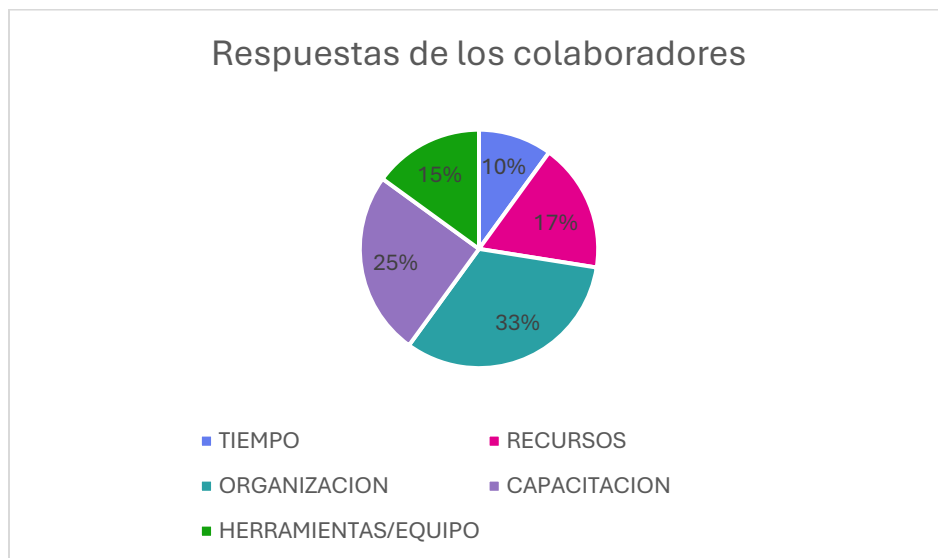
¿Cuál de los siguientes criterios considera que esta afectado al proceso dentro del montaje de grúas hidráulicas?

- 1 El tiempo en el cual se desarrollan las actividades
- 2 Las limitaciones en recursos para el desarrollo de los montajes
- 3 La falta de organización para efectuar apropiadamente cada proceso
- 4 La capacitación del personal no está siendo la adecuada
- 5 Tener las herramientas/equipos apropiados para ejecutar los trabajos

Nombre del colaborador:

En base a la Tabla 4 se identifica las opiniones de personal en donde el 33% de estos mantiene que se debe mejorar la organización dentro del proceso y el 25% la capacitación del personal tal como se muestra en la Figura 5, esto debido a que consideran que al momento de dar el servicio solo se rigen a una orden de trabajo mas no a cómo hacer el proceso de montaje lo cual ven necesario que exista algún procedimiento que los ayude a optimizar su tiempo y a no cometer errores, a su vez que solo se les menciona los datos del cliente y su requerimiento mas no llegan a un punto donde se registre o se haga más hincapié en las necesidades de cada trabajo, considerando el área, las personas involucradas, etc.

Figura 5: Encuesta hacia los colaboradores de Autoelevación

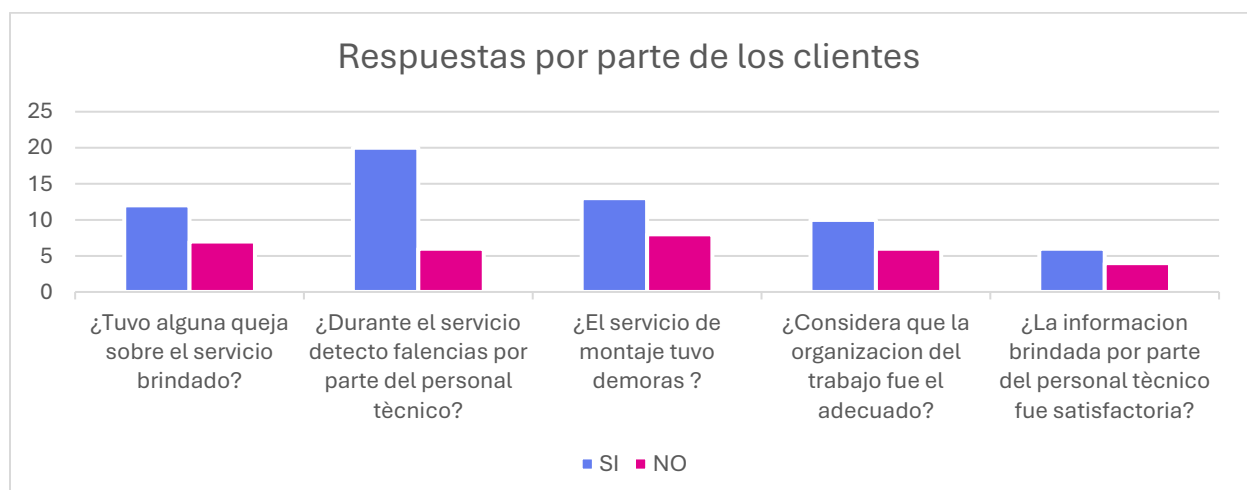


Nota. Datos de encuesta realizada a técnicos sobre las falencias en el servicio de montaje. Elaborado por el Investigador, 2025.

RESULTADOS DE LA ENCUESTA A CLIENTES

En la Figura 6 se muestra que en base a la encuesta (ANEXO 3) realizada a los clientes el 66% de estos tiene molestias con el trabajo realizado, lo cual representa contrariedades que afecta directamente al compromiso y calidad del servicio que oferta la empresa.

Figura 6
Encuesta hacia los clientes de Autoelevación



Nota. Datos de encuesta realizada a los clientes durante el periodo 2025. Elaborado por el Investigador, 2025.

Identificadas las falencias dentro del proceso de montaje, siendo la parte operativa quien genera las inconformidades, se da las siguientes especificaciones. De acuerdo con estas se identifica que parte del proceso no se está realizando adecuadamente y así verificar en que puntos deben existir mejoras.

En consideración a la falta de capacitación del personal, se ve necesario la estandarización de los procesos y el plan de capacitaciones con el fin de promover un servicio adecuada al cliente.

Diagnóstico del proceso de montaje de grúas

Dentro de la

A partir de las preguntas planteadas al personal técnico y a los clientes, presentadas en la Tabla 5, se logró identificar las principales actividades del proceso de montaje de grúas hidráulicas que generan mayores retrasos y dificultades operativas. El análisis de las respuestas permitió definir cinco falencias prioritarias, las cuales corresponden a subprocesos críticos dentro del proceso general de montaje. Estas falencias están relacionadas tanto con la complejidad técnica de las actividades como con el nivel de preparación del personal encargado de su ejecución.

Los resultados obtenidos se reflejan en la Tabla 6, donde se evidencia que las principales falencias se concentran en los subprocesos de conformado y armado, corte de UPN, izaje de la grúa, posicionamiento sobre el subchasis y calibración y prueba de presión hidráulica, los cuales representan los mayores porcentajes de incidencias dentro del proceso. La presencia de

falencias en estas etapas confirma que los reprocesos y retrasos están directamente asociados a la ejecución de subprocesos clave del montaje.

Tabla 6 se evidencia las actividades que se llevan a cabo para el montaje de grúas hidráulicas, considerando que para identificar las falencias que existen en los mismos se realiza una entrevista (Tabla 5) en base a dos preguntas clave a los técnicos y clientes en donde definían bajo su criterio en que etapas del proceso se dan más errores.

Tabla 5

Falencias dentro del proceso de montaje de grúas hidráulicas en base a la experiencia de los técnicos y clientes

PREGUNTAS

- 1 ¿Qué tarea considera que causa mayor retraso en el montaje de las grúas?
- 2 ¿En qué etapa del proceso siente que el personal no se encuentra preparado?

A partir de las preguntas planteadas al personal técnico y a los clientes, presentadas en la Tabla 5, se logró identificar las principales actividades del proceso de montaje de grúas hidráulicas que generan mayores retrasos y dificultades operativas. El análisis de las respuestas permitió definir cinco falencias prioritarias, las cuales corresponden a subprocesos críticos dentro del proceso general de montaje. Estas falencias están relacionadas tanto con la complejidad técnica de las actividades como con el nivel de preparación del personal encargado de su ejecución.

Los resultados obtenidos se reflejan en la Tabla 6, donde se evidencia que las principales falencias se concentran en los subprocesos de conformado y armado, corte de UPN, izaje de la grúa, posicionamiento sobre el subchasis y calibración y prueba de presión hidráulica, los cuales representan los mayores porcentajes de incidencias dentro del proceso. La presencia de

falencias en estas etapas confirma que los reprocesos y retrasos están directamente asociados a la ejecución de subprocesos clave del montaje.

Tabla 6

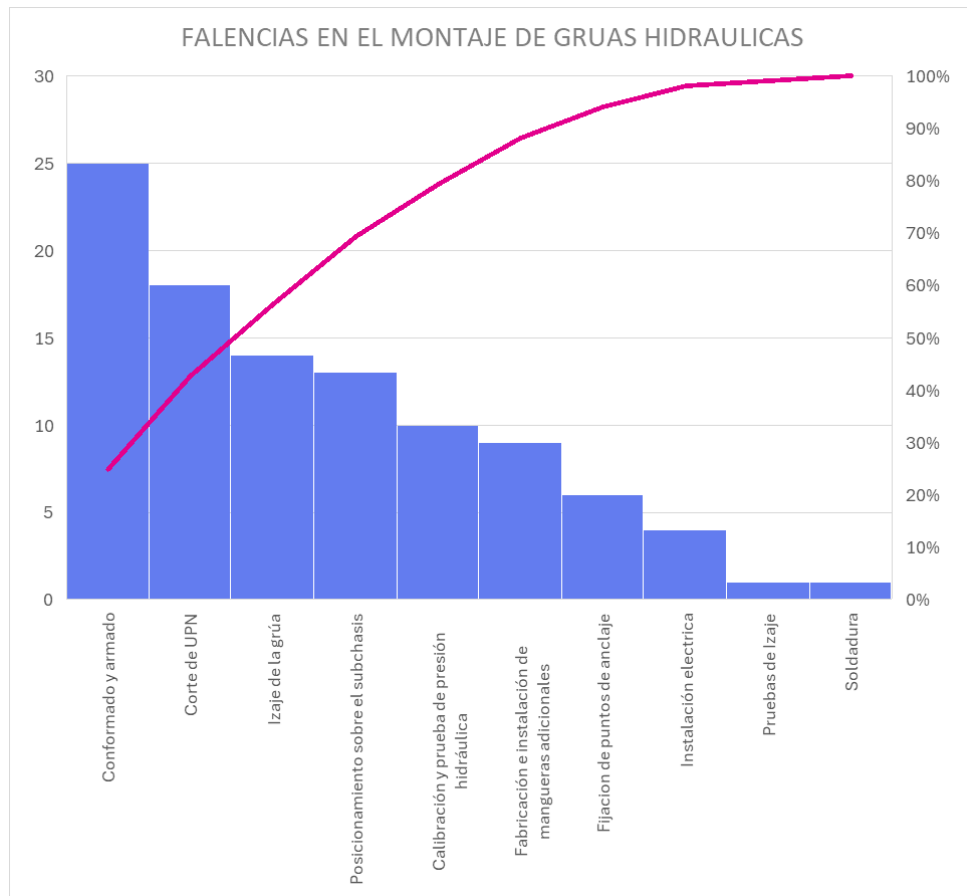
Actividades desarrolladas en el proceso de montaje de grúas hidráulicas

ACTIVIDADES	FALENCIAS	PORCENTAJE
Conformado y armado	25	25%
Corte de UPN	18	18%
Izaje de la grúa	14	14%
Posicionamiento sobre el subchasis	13	13%
Calibración y prueba de presión hidráulica	10	10%
Fabricación e instalación de mangueras adicionales	9	9%
Fijación de puntos de anclaje	6	6%
Instalación eléctrica	4	4%
Pruebas de Izaje	1	1%
Soldadura	1	1%
TOTAL	101	100%

Nota. La tabla muestra el desarrollo del proceso para el montaje de grúas hidráulicas y en cual se manejan más falencias que afectan al servicio. Elaborado por el Investigador, 2025.

Figura 7

Diagrama de Pareto para determinar las tareas con mayor falencia dentro del proceso de montaje de grúas hidráulicas



Nota. Pareto con su metodología 80/20 se evidencia que son 5 las causas que inciden sobre el reproceso en el montaje de grúas. Elaborado por el Investigador, 2025.

El diagrama de Pareto presentado en la Figura 7 muestra que las principales falencias en el montaje de grúas hidráulicas se concentran en tres etapas críticas.

- **Fabricación y montaje del subchasis**

Conformado y armado

En este subproceso se evidencia el 25% de falencias las cuales aparecen por imprecisiones en el doblado o ensamble, desgaste de herramientas o falta de calibración de equipos, lo que genera piezas fuera de tolerancia. También por errores en los

métodos de trabajo no estandarizados o falta de capacitación, afectando la alineación y calidad del subchasis.

Dentro del mismo se establece una tolerancia geométrica de ± 2.0 mm en la alineación longitudinal y transversal del subchasis, conforme a normas de fabricación de estructuras soldadas (como ISO 13920-B). El método de medición se realiza mediante galgas de precisión sobre un banco de nivelación. Las falencias detectadas actualmente muestran una desviación real promedio de 4.5 mm, lo que supera el margen permitido y genera piezas fuera de tolerancia."

Corte de UPN

En el corte de UPN evidencia el 18% de falencias las cuales surgen por ajustes incorrectos de las máquinas, desgaste de los discos o mala sujeción del material, provocando cortes imprecisos.

Para el proceso de corte de perfiles UPN, se establece una tolerancia longitudinal de ± 1.5 mm y una desviación angular máxima de 0.5° en los cortes a escuadra. El método de verificación se realiza mediante escuadras de precisión y flexómetros calibrados. Las falencias del 18% se derivan de desviaciones reales de hasta 4.0 mm causadas por el desgaste en los discos de corte y la falta de sujeción rígida, lo que imposibilita un ensamble posterior preciso.

- **Montaje de grúa**

Izaje de la grúa

En el izaje de la grúa se presenta el 14% de falencias que pueden presentarse por un mal cálculo de pesos, uso inadecuado de eslingas o equipos de elevación en mal estado, lo que puede generar inestabilidad o riesgos de caída. Además, una coordinación

deficiente entre operadores puede provocar movimientos bruscos o maniobras inseguras que afecten la integridad de la grúa y del personal.

En este caso el proceso de izaje se rige bajo un Plan de Izaje que considera el peso neto de la grúa y un factor de seguridad mínimo de 1.5 en donde las falencias del 14% se identifican al utilizar eslingas con capacidad de carga límite insuficiente o con desgaste físico visible.

Posicionamiento sobre el subchasis

En el posicionamiento de la grúa sobre el subchasis se presenta el 13% de falencias las cuales pueden surgir por falta de precisión al alinear los puntos de montaje, errores en las mediciones o desniveles en la superficie de apoyo. Estos problemas pueden causar desajustes, esfuerzos indebidos en la estructura o la necesidad de retrabajos para asegurar que la grúa quede correctamente asentada y fijada.

- **La instalación de la columna principal y sistemas hidráulico**

Calibración y prueba de presión hidráulica

En este caso para la validación del sistema hidráulico, se define una presión de operación de 305 bar. Durante las pruebas de calibración, se utiliza un manómetro con certificación vigente para contrastar la presión nominal (específica del modelo de grúa) frente a la presión medida en los puertos de prueba.

Las falencias del 10% se atribuyen a lecturas que arrojan una diferencia de presión mayor al 5% respecto al valor nominal. Por ejemplo, en lecturas donde la presión medida cae a 285 bar bajo carga nominal, se identifica una des calibración en las válvulas de alivio o fugas internas, impidiendo alcanzar el desempeño óptimo de izaje.

En conjunto, se evidencia que actuando sobre el 80% de estas falencias se puede corregir la mayoría de las deficiencias del proceso y permitir que este se desarrolle con mayor satisfacción tanto para la empresa como para el cliente.

Carrocerías metalmecánicas

La mayor concentración de no conformidades se presenta en la etapa de pruebas finales identificadas en la **Tabla 7**, representando el 38% del total. Esto evidencia que las fallas no se originan mayoritariamente en la ejecución del proceso productivo, sino que son identificadas tardíamente debido a la ausencia de controles previos y verificación final.

Tabla 7
Distribución de no conformidades detectadas por etapa del proceso

Etapa del proceso	Número de no conformidades	Porcentaje
Corte y conformado	6	12%
Soldadura	8	16%
Ensamblaje	10	20%
Acabados	7	14%
Pruebas finales	19	38%
TOTAL	50	100%

Nota. La tabla muestra la cantidad de inconformidades que se han detectado durante el proceso de fabricación de carrocerías metalmecánicas. Elaborado por el Investigador, 2025.

Las no conformidades detectadas en la Tabla 8 corresponden principalmente a aspectos verificables mediante inspecciones técnicas, lo que confirma que podrían ser identificadas y corregidas antes de llegar a la etapa final si existiera un procedimiento formal de pruebas.

Tabla 8
Tipos de no conformidades detectadas en pruebas finales

Tipo de no conformidad	Frecuencia	Porcentaje
Desalineación de estructuras	6	32%
Deficiencias en fijaciones	5	26%
Acabados incompletos	4	21%
Ajustes funcionales	3	16%
Otros	1	5%
TOTAL	19	100%

Nota. La tabla muestra el tipo de inconformidades que se han detectado durante el proceso de fabricación de carrocerías metalmecánicas dentro de las pruebas finales. Elaborado por el Investigador, 2025.

El proceso de fabricación de carrocerías metalmecánicas se encuentra debidamente estructurado y estandarizado, abarcando las etapas de diseño, corte, conformado, soldadura, ensamblaje y acabados. Durante el diagnóstico no se identificaron fallas relevantes en la ejecución del proceso productivo, ya que las actividades se desarrollan conforme a las especificaciones técnicas y permiten obtener estructuras funcionales y resistentes.

La etapa de pruebas finales no mantiene un procedimiento ni registros formales por lo que ha sido un problema dentro de la verificación final, lo cual a dado que el personal haya tenido que manejarse bajo una experiencia empírica en la entrega de sus servicios de carrocería.

Es así que se determinó que los principales inconvenientes se concentran en la fase de pruebas finales, donde se detectan ajustes tardíos relacionados con alineación, fijaciones, acabados y verificación dimensional. Esta situación se debe a la ausencia de un procedimiento formal, criterios de aceptación definidos y registros de inspección, lo que genera reprocesos, retrasos en la entrega y mayores costos operativos. En este contexto, se propone la implementación de un procedimiento estandarizado de pruebas finales y controles intermedios de calidad, con el

fin de mejorar la detección temprana de no conformidades sin modificar el proceso productivo existente.

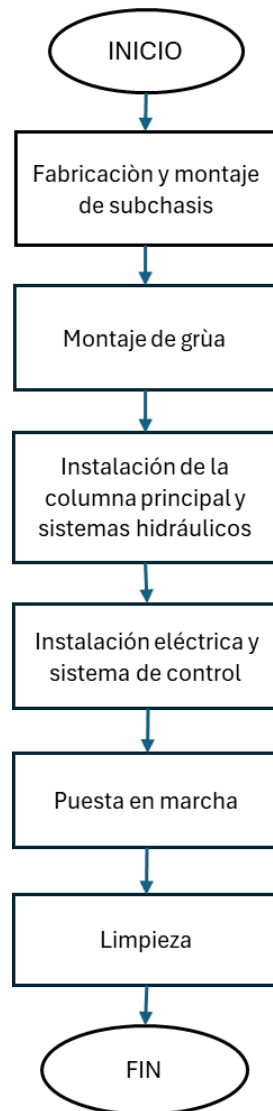
Venta de equipos hidráulicos

La venta de equipos hidráulicos comprende la comercialización de sistemas, componentes y repuestos hidráulicos destinados a diversas aplicaciones industriales, sin limitarse exclusivamente al uso en grúas o carrocerías. Estos equipos incluyen bombas, válvulas, cilindros, mangueras y otros elementos que cumplen funciones esenciales en diferentes procesos productivos. En el diagnóstico se identificó que los inconvenientes presentados en esta línea de servicio se originan principalmente por fallas propias de los equipos importados, las cuales no son atribuibles a la gestión operativa de la empresa. Estas situaciones son gestionadas mediante procesos de garantía con las compañías proveedoras, lo que ha permitido resolver los casos de manera oportuna y sin generar mayores índices de reclamos por parte de los clientes.

Plan de mejoras

En consideración a lo mencionado se presenta el diagrama de flujo del proceso Figura 8 asociado al montaje de grúas hidráulicas.

Figura 8
Diagrama de flujo del montaje de grúas hidráulicas



Nota. Diagrama de flujo del montaje de grúas hidráulicas Autoelevación. Elaborado por el Investigador, 2025.

Fabricación y montaje del subchasis

La fabricación y el montaje del subchasis incluyen la preparación, el conformado y el montaje de los elementos estructurales que soportan la grúa hidráulica, así como su fijación y alineación al chasis del vehículo. Este proceso consta de pasos sucesivos que garantizan la construcción, la conexión segura, el correcto posicionamiento y el refuerzo de la estructura para cumplir con los requisitos operativos y de resistencia de la grúa.

Montaje de grúa

El montaje de la grúa implica colocarla sobre el subchasis preinstalado y fijarla firmemente. Esto incluye elevar y posicionar la grúa, y luego alinearla y nivelarla para asegurar un ajuste perfecto. A continuación, se instalan los pernos y fijaciones de alta resistencia, y se realizan todas las soldaduras necesarias. Finalmente, se instalan los estabilizadores necesarios para garantizar el funcionamiento seguro y correcto de la grúa. Con esto finaliza el proceso de montaje.

Instalación de la columna principal y sistemas hidráulicos

La instalación de la columna principal y los sistemas hidráulicos incluye la integración de todos los componentes necesarios para el funcionamiento hidráulico de la grúa. Primero, se instalan la bomba y la toma de fuerza para generar y transmitir la presión requerida. A continuación, se instalan las mangueras principales de presión y retorno, y se fabrican mangueras adicionales de diferentes diámetros según las especificaciones de la grúa. Posteriormente, se instalan los acoples y reductores adecuados para garantizar una conexión fiable entre la grúa y el sistema hidráulico del vehículo. Finalmente, se realiza la calibración de presión para garantizar que el sistema funcione dentro de los parámetros especificados.

Instalación eléctrica y sistema de control

La instalación del sistema eléctrico y de control incluye la integración de los componentes necesarios para garantizar la disponibilidad operativa y la correcta gestión de la grúa. Esto incluye la instalación de la unidad de control neumático, que permite controlar funciones específicas del dispositivo, así como la conexión de la manguera neumática correspondiente para la alimentación.

Puesta en marcha

La puesta en marcha incluye la verificación del correcto funcionamiento de todos los sistemas hidráulicos de la grúa antes de su puesta en funcionamiento. Primero, se realizan pruebas de extensión y giro de la torre para garantizar movimientos estructurales suaves y una respuesta adecuada del actuador. A continuación, se revisa el módulo limitador de carga (LMI) para garantizar el correcto funcionamiento de los dispositivos de seguridad y control de carga dentro de los parámetros especificados. Finalmente, se realizan pruebas de carga para evaluar el rendimiento real de la grúa en condiciones de operación.

Limpieza

El proceso de limpieza corresponde a la etapa final del montaje de la grúa, en la cual se retiran residuos y cualquier elemento generado durante las actividades anteriores.

Diagrama de flujo y cursogramas analíticos

En consideración a los datos obtenidos por Pareto y con el fin de identificar las mejoras se presentan los diagramas de flujo y cursogramas analíticos actuales de los procesos relacionados a:

- Fabricación y montaje del subchasis
- Montaje de grúa
- Inspección de columna principal y sistemas hidráulicos

Figura 9

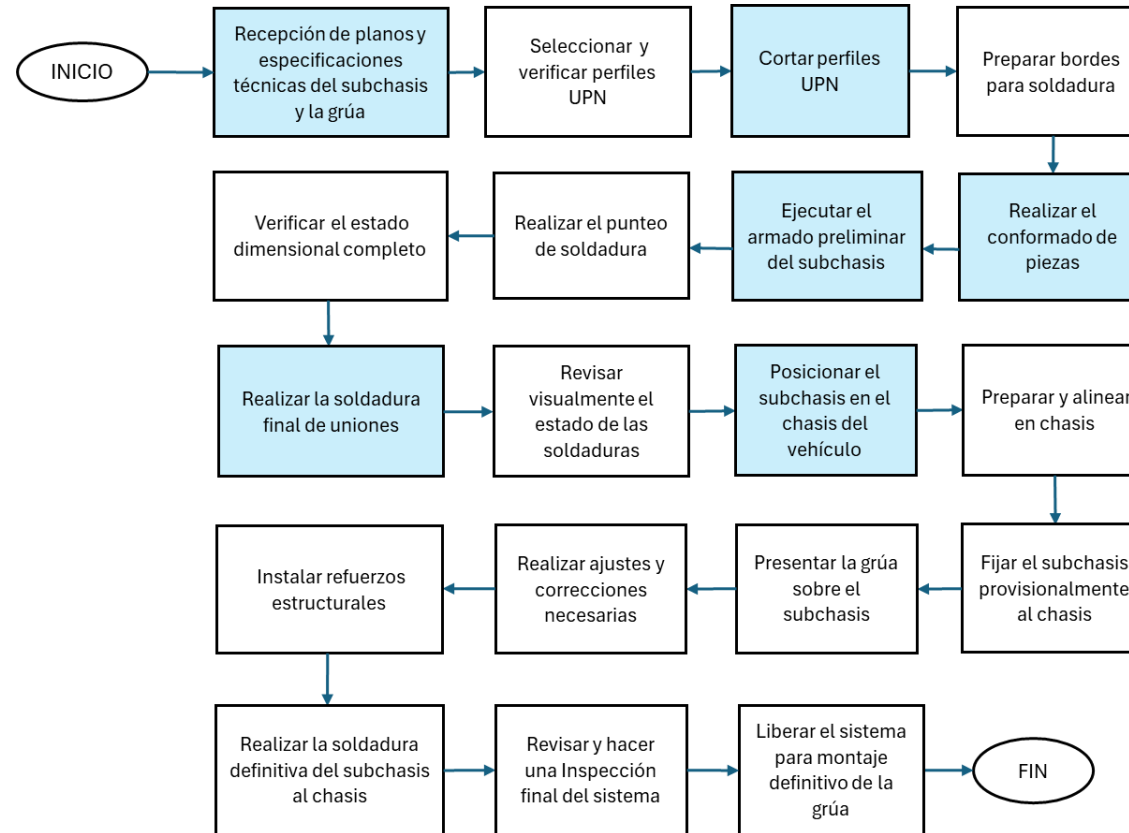
Cursograma analítico actual de la Fabricación y montaje del subchasis en Autoelevación

CURSOGRAMA ANALÍTICO					Operario <input checked="" type="checkbox"/> / Material <input type="checkbox"/> / Equipo <input type="checkbox"/>						
Diagrama no.	1				RESUMEN						
Actividad:	Fabricación y montaje del subchasis		Actividad		Actual			Propuesto			
			Operación	○	16						
Método:	Actual	<input checked="" type="checkbox"/>	Espera	◇							
	Propuesto	<input type="checkbox"/>	Transporte	⇨	3						
Lugar:	Autoelevación		Almacenamiento	▽							
Operario:	Tecnico		Distancia (mts.)	95							
Compuesto por:			Tiempo (hrs.-hom.)	116							
Aprobado por:			TOTAL								
Nº	DESCRIPCIÓN	Cantidad	Distancia	Tiempo	Actividad					OBSERVACIONES	
					○	□	◇	⇨	▽		
1	Recepción de planos y especificaciones			1	●						
2	Selección y verificación de perfiles UPN		5	3	●						
3	Transporte del material al área de corte		20	2				●			
4	Corte de perfiles UPN			8	●						
5	Limpieza, biselado y preparación de bordes		5	5	●						
6	Transporte de piezas al área de conformado		40	2				●			
7	Conformado			8	●						
8	Armado preliminar del subchasis			10	●						
9	Punteo de soldadura			5	●						
10	Inspección dimensional inicial			4				●			
11	Soldadura final de uniones			14	●						
12	Inspección visual del estado de las soldaduras			3				●			
13	Transporte del subchasis al vehículo		25	3					●		
14	Posicionamiento sobre el chasis			6	●						
15	Alineación respecto al bastidor			6	●						
16	Fijación provisional (punteo al chasis)			3	●						
17	Presentación de la grúa sobre el subchasis			4	●						
18	Inspección de compatibilidad			4				●			
19	Ajustes correctivos			8	●						
20	Instalación de refuerzos estructurales			5	●						
21	Soldadura definitiva del subchasis al chasis			8	●						
22	Inspección final del sistema			3				●			
23	Liberación del sistema para montaje definitivo de la grúa			1	●						
TOTAL			95	116	16	4		3			

Nota. El cursograma analítico presenta los tiempos y movimientos actuales dentro del proceso de fabricación y montaje del subchasis en Autoelevación. Elaborado por el Investigador, 2025.

Figura 10

Diagrama de flujo actual de la Fabricación y montaje del subchasis en Autoelevación



Nota. El diagrama de flujo muestra como es el proceso actual dentro de la Fabricación y montaje del subchasis en Autoelevación. Elaborado por el Investigador, 2025.

Figura 11

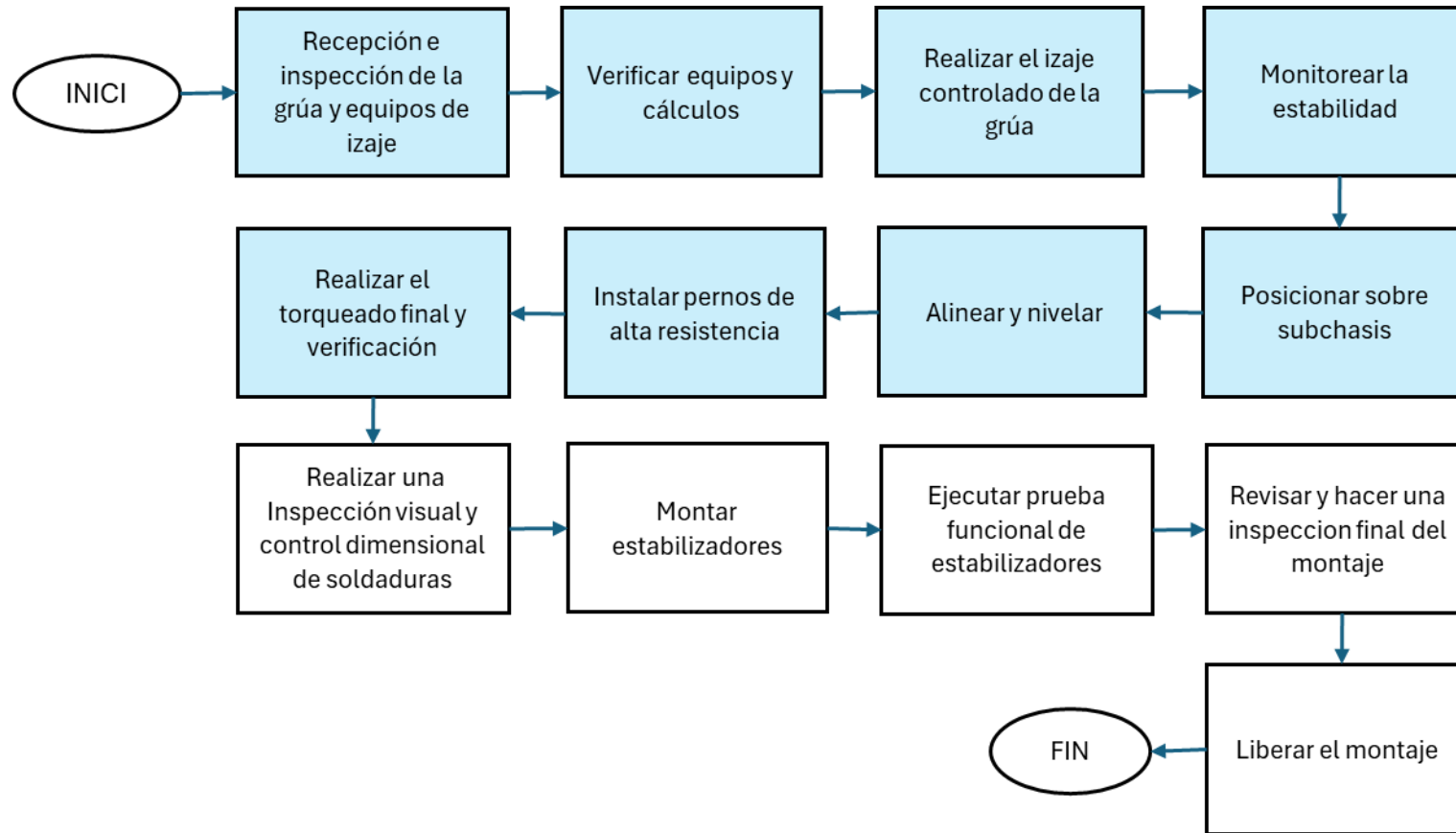
Cursograma analítico actual del montaje de grúa en Autoelevación

CURSOGRAMA ANALÍTICO					Operario <input checked="" type="checkbox"/> / Material <input type="checkbox"/> / Equipo <input type="checkbox"/>					
Diagrama no.	1		RESUMEN							
Actividad:	Montaje de grúa	Actividad			Actual		Propuesto			
		Operación	○		10					
Método:	Actual <input checked="" type="checkbox"/> / Propuesto <input type="checkbox"/>	Inspeccion	□		7					
		Espera	⊐							
Lugar:	Autoelevacion	Transporte	⇨		2					
		Almacenamiento	▽							
Operario:	Tecnico	Distancia (mts.)			10					
Compuesto por:		Tiempo (hrs.-hom.)			68					
Aprobado por:		TOTAL								
Nº	DESCRIPCIÓN	Cantidad	Distancia	Tiempo	Actividad					OBSERVACIONES
					○	□	⊐	⇨	▽	
1	Inspección del área			2						
2	Inspección de equipos			2						
3	Cálculo de carga			4						
4	Definición del plan de izaje			5						
5	Traslado de equipos		5	4						
6	Izaje de la grúa			8						
7	Ajustes de estabilidad			5						
8	Traslado hacia el subchasis		5	3						
9	Posicionamiento del subchasis			5						
10	Inspección de alineación			3						
11	Nivelación del sistema			4						
12	Instalación de pernos			4						
13	Inspección de torqueado			3						
14	Refuerzo estructural con soldaduras			6						
15	Inspección de soldaduras			2						
16	Montaje de estabilizadores			3						
17	Prueba de funcionamiento de estabilizadores			2						
18	Inspección final del montaje			2						
19	Liberación del montaje			1						
TOTAL			10	68	10	7		2		

Nota. El cursograma analítico presenta los tiempos y movimientos actuales dentro del proceso de montaje de grúa en Autoelevación. Elaborado por el Investigador, 2025.

Figura 12

Diagrama de flujo actual del montaje de grúa en Autoelevación



Nota. El diagrama de flujo muestra como es el proceso actual dentro del montaje de grúa en Autoelevación Elaborado por el Investigador, 2025.

Figura 13

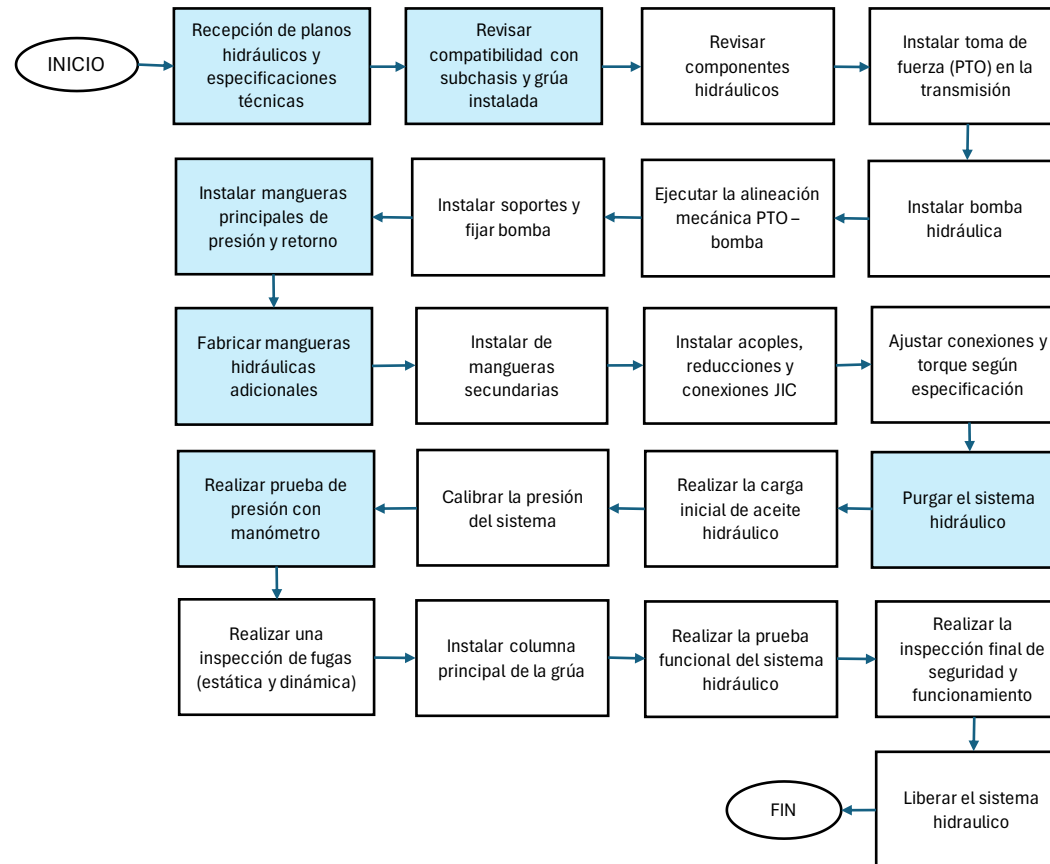
Cursograma analítico actual de la instalación de columna principal y sistemas hidráulicos en Autoelevación

CURSOGRAMA ANALÍTICO					Operario <input checked="" type="checkbox"/> / Material <input type="checkbox"/> / Equipo <input type="checkbox"/>					
Diagrama no.	1		RESUMEN							
Actividad:	Instalación de columna principal y sistemas hidráulicos	Actividad			Actual		Propuesto			
		Operación	○		16					
		Inspección	□		5					
Método:	Actual <input checked="" type="checkbox"/>	Espera	⊐							
	Propuesto <input type="checkbox"/>	Transporte	⇨							
Lugar:	Autoelevación	Almacenamiento	▽							
Operario:	Técnico	Distancia (mts.)			13					
Compuesto por:		Tiempo (hrs.-hom.)			38,5					
Aprobado por:		TOTAL								
Nº	DESCRIPCIÓN	Cantidad	Distancia	Tiempo	Actividad					OBSERVACIONES
					○	□	⊐	⇨	▽	
1	Recepción y revisión de planos hidráulicos		5	1	●					
2	Inspección de componentes hidráulicos			2	●					
3	Instalación de PTO			2	●					
4	Instalación bomba hidráulica			2	●					
5	Alineación PTO–bomba			4	●					
6	Fijación de soportes			3	●					
7	Instalación mangueras presión/retorno			1	●					
8	Fabricación de mangueras		8	3	●					
9	Instalación de mangueras secundarias			1	●					
10	Instalación acoples y reducciones JIC			1	●					
11	Ajuste y torque de conexiones			2	●					
12	Purgado del sistema			2	●					
13	Carga de aceite hidráulico			0,5	●					
14	Calibración de presión			1	●					
15	Medición con manómetro			1	●					
16	Ajustes correctivos			3	●					
17	Inspección de fugas			2	●					
18	Instalación columna principal			3	●					
19	Prueba funcional hidráulica			2	●					
20	Inspección final			1	●					
21	Liberación del sistema hidráulico			1	●					
TOTAL			13	38,5	16	5				

Nota. El cursograma analítico presenta los tiempos y movimientos actuales dentro de la instalación de columna principal y sistemas hidráulicos en Autoelevación Elaborado por el Investigador, 2025.

Figura 14

Diagrama de flujo actual de la instalación de columna principal y sistemas hidráulicos en Autoelevación



Nota. El diagrama de flujo muestra como es el proceso actual dentro de la instalación de columna principal y sistemas hidráulicos en Autoelevación Elaborado por el Investigador, 2025.

La elaboración de los cursogramas analíticos se llevó a cabo mediante un estudio de ingeniería de métodos basado en la observación directa en campo del proceso de fabricación y montaje. El procedimiento inició con el desglose detallado de cada una de las actividades, desde la recepción de materiales y el corte de perfiles UPN hasta la liberación del sistema hidráulico. Para determinar los tiempos de ejecución, se utilizó la técnica de cronometraje continuo, registrando la duración de cada tarea mientras los técnicos realizaban sus labores habituales. Este seguimiento permitió capturar no solo el tiempo productivo, sino también los tiempos de transporte, las inspecciones necesarias para garantizar la seguridad del equipo y las demoras que actualmente generan cuellos de botella en la producción.

Una vez obtenidos los tiempos brutos, estos se procesaron para obtener el tiempo estándar que figura en los diagramas. Para ello, se aplicó un factor de calificación al desempeño de los operarios y se añadieron suplementos de tiempo por fatiga y necesidades personales. De esta manera, el cursograma resultante no es una simple lista de tareas, sino una representación técnica y cuantitativa que permite visualizar el flujo real del trabajo.

Durante el diagnóstico se identifica lo siguiente:

Montaje de grúas

Durante el diagnóstico se identificó que los reprocesos en esta área se originan principalmente en la etapa de ejecución del montaje, debido a ajustes requeridos en alineación, calibración y acoplamiento de componentes mecánicos e hidráulicos. Estos reprocesos están directamente relacionados con la complejidad del proceso y las condiciones de instalación, en donde el personal no tiene un proceso claramente establecido y es afectado a la ejecución de este.

Carrocerías metalmecánicas

En este proceso, los reprocesos se presentan principalmente durante la fase de ensamblaje y acabados, como consecuencia de ajustes dimensionales, tolerancias de fabricación y personalización del producto. Estos reprocesos forman parte del proceso productivo y evidencian la necesidad de controles más rigurosos en las etapas de armado, con el fin de optimizar tiempos y recursos sin comprometer la calidad del producto final.

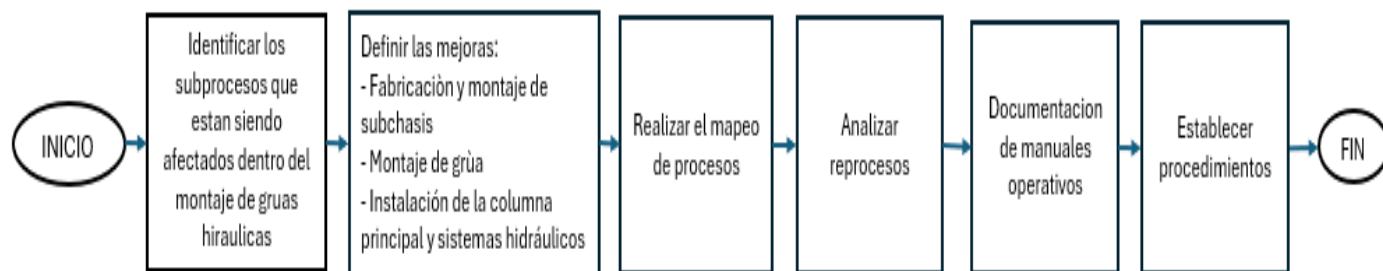
Venta de equipos hidráulicos

Los problemas identificados en esta área están asociados principalmente a fallas propias del equipo suministrado por los proveedores, por lo que no son atribuibles a la gestión interna de la empresa. Estas situaciones se gestionan mediante procesos de garantía con las compañías proveedoras, lo cual ha permitido resolver los inconvenientes sin generar altos índices de reclamos o quejas por parte de los clientes.

Área de estudio

- **Dominio:** Tecnología y Sociedad y Habitación sostenible
- **Línea de investigación:** Sistemas industriales
- **Sub-Línea de investigación:** Modelado de sistemas industriales, permite identificar y caracterizar un sistema industrial con el objetivo de optimizarlo.
- **Campo:** Ingeniería Industrial
- **Área:** Procesos
- **Aspecto:** Mejora del proceso de montaje de grúas hidráulicas
- **Objeto de estudio:** Autoelevación
- **Delimitación temporal:** septiembre-marzo 2026

Modelo operativo



1- Identificar los subprocesos

Mediante la identificación de los subprocesos del montaje de grúas hidráulicas se permite establecer el cumplimiento de los procesos evitando incumplimientos y reprocesos que afecten a la empresa y al servicio. Por lo cual se establece como base a los siguientes procesos:

- Fabricación y montaje del subchasis
- Montaje de grúa
- Inspección de columna principal y sistemas hidráulicos

2- Definir mejoras

Se presentará un plan de mejoras en donde los técnicos podrán ejecutar las actividades evitando reprocesos que afecten al servicio en consideración a los siguientes procesos:

- Fabricación y montaje del subchasis
- Montaje de grúa
- Inspección de columna principal y sistemas hidráulicos

3- Mapeo de procesos

Mediante el diagrama SIPOC se proporcionará una visión macro de los procesos en donde se facilite la identificación de los elementos que actúan dentro del proceso y como estos se relacionan a la satisfacción del cliente. (KAIZEN INSTITUTE, 2025)

4- Análisis de reprocesos

Se dará un análisis hacia los costos que representan los reprocesos dentro del montaje de las grúas hidráulicas.

5- Documentación de manuales operativos

- **Parámetros Fijos:** Define valores obligatorios como la presión y tolerancias, evitando errores de "criterio personal".
- **Método de Trabajo:** Describe la secuencia exacta de pasos y herramientas necesarias para cumplir con el tiempo estándar.
- **Criterios de Aceptación:** Dicta los requisitos mínimos de calidad que cada subproceso debe cumplir antes de avanzar, reduciendo drásticamente los re-trabajos y el desperdicio de material.

6- Establecer procedimientos

Con el fin de mantener las actividades controladas se establece un manual de procedimientos en base a los siguientes procesos:

- Fabricación y montaje del subchasis
- Montaje de grúa
- Inspección de columna principal y sistemas hidráulicos

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Identificar los subprocesos

Dentro de esta investigación se plantea la mejora de los procesos relacionados al montaje de grúas hidráulicas, por lo cual es necesario identificar los subprocesos que presentan falencias acordes a la realidad que se vive por parte de los técnicos y clientes de la organización. Este análisis permitirá determinar áreas de oportunidad y establecer medidas que optimicen el desempeño y faciliten la labor del personal.

La propuesta de este estudio se centra en identificar estos subprocesos y plantear acciones, de modo que el personal pueda gestionarlos adecuadamente y la organización logre un flujo de trabajo más efectivo y sostenible. En consideración a las observaciones de los clientes y técnicos del servicio se mantiene que existen falencias relacionadas a los procesos y subprocesos relacionados a:

- **Fabricación y montaje del subchasis**

- Corte de UPN

- Conformado y armado

- **Montaje de grúa**

- Izaje de grúa

- Posicionamiento sobre el subchasis

- **Inspección de columna principal y sistemas hidráulicos**

- Calibración y prueba de presión hidráulica

Es así, que en base a lo identificado se proponen mejoras que permitan la ejecución adecuada de los procesos y permitan la satisfacción del servicio.

Definir mejoras

Tabla 9

Mejoras al proceso de fabricación y montaje del subchasis

Fabricación y montaje del subchasis	
Corte de perfiles UPN	<p>En la etapa de corte de los perfiles UPN se proponen mejoras orientadas a la estandarización del proceso y al control dimensional preventivo.</p> <ul style="list-style-type: none">- El corte pasa a realizarse a partir de listas de corte previamente definidas y validadas, considerando las tolerancias necesarias para los procesos posteriores de soldadura.- Se incorpora una verificación dimensional previa al corte, lo que permitió disminuir errores en las dimensiones de las piezas, reducir el desperdicio de material y minimizar la ocurrencia de reprocesos. <p>Estas mejoras contribuyen a una mayor eficiencia del proceso y a una reducción significativa de los tiempos asociados a correcciones posteriores.</p>
Conformado y armado del subchasis	<p>El proceso de conformado y armado preliminar del subchasis fue optimizado mediante:</p> <ul style="list-style-type: none">- La utilización de plantillas y referencias fijas que aseguraron la repetibilidad y precisión geométrica de las piezas.- Se incorporan controles dimensionales antes del punteo de soldadura y se estableció una secuencia de armado definida, lo que permitió prevenir desalineaciones y deformaciones durante la etapa de soldadura final. <p>Como resultado, se logra una disminución de los ajustes correctivos, una mejora en la calidad estructural del subchasis y una optimización de los tiempos totales de fabricación y montaje.</p>

Nota. La tabla muestra las propuestas de mejora para el proceso de fabricación y montaje de subchasis en Autoelevación

Tabla 10
Mejoras al proceso de montaje de grúa

Montaje de grúa	
Izaje de la grúa	<p>En el proceso de izaje de la grúa se incorporaron mejoras orientadas a la planificación y control de la maniobra.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se establece una planificación técnica previa, incluyendo la verificación de pesos, centro de gravedad y selección de equipos de izaje. - Se implementa un checklist técnico y de seguridad para asegurar el correcto estado de las eslingas, grilletes y dispositivos de elevación. - El izaje pasa a realizarse de manera controlada y estabilizada, con monitoreo permanente de la estabilidad de la carga. <p>Reduciendo la dependencia de ajustes improvisados durante la maniobra.</p>
Posicionamiento de subchasis	<p>En el posicionamiento del subchasis se introdujeron mejoras centradas en el guiado y la precisión geométrica.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se incorpora el uso de pernos guía para asegurar la correcta ubicación del subchasis respecto al chasis del vehículo, junto con calzas estandarizadas para la nivelación longitudinal y transversal. - Se establece una fijación provisional previa a la instalación definitiva, permitiendo verificar la alineación antes de ejecutar las soldaduras o fijaciones finales.

Nota. La tabla muestra las propuestas de mejora para el proceso de montaje de grúa en Autoelevación

Tabla 11

Mejoras al proceso de instalación de columna principal y sistemas hidráulicos

Inspección de columna principal y sistemas hidráulicos	
Calibración y prueba de presión hidráulica	<p>En el proceso mejorado de calibración y prueba de presión hidráulica se incorporaron controles técnicos preventivos y estandarización de procedimientos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se establece el uso de manómetros certificados, se definió un procedimiento de purgado estandarizado previo a la prueba y se ordenó la secuencia correcta de carga inicial de aceite, purga, calibración y prueba. - La calibración de presión pasa a realizarse en puntos de prueba definidos, evitando ajustes empíricos. - Se integraron inspecciones de fugas tanto en condición estática como dinámica antes de liberar el sistema. <p>Estas mejoras permitieron asegurar lecturas reales de presión, prevenir sobrepresiones y garantizar el correcto funcionamiento del sistema hidráulico desde la primera puesta en marcha.</p>

Nota. La tabla muestra las propuestas de mejora para el proceso de instalación de columna principal y sistemas hidráulicos en Autoelevación

Mapeo de procesos**Mapeo de procesos: Fabricación y montaje del subchasis**

El mapeo se realiza mediante el diagrama SIPOC, el cual permite identificar de mejor manera el proceso.

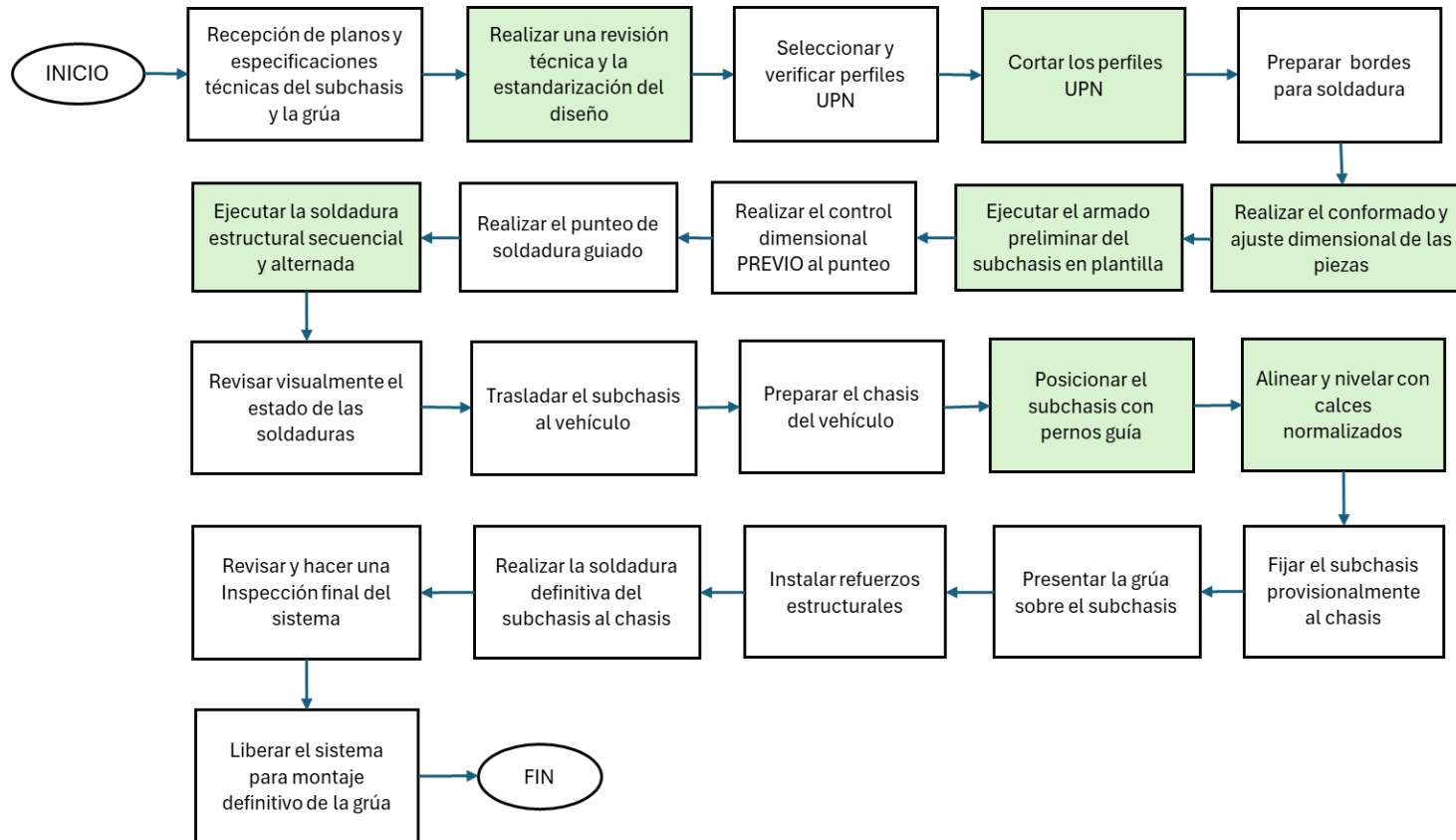
Tabla 12
Mapeo de procesos: Fabricación y montaje del subchasis

Fabricación y montaje del subchasis				
				
Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
Área de Ingeniería	Planos estructurales aprobados	Recepción y revisión técnica de planos	Planos validados	Área de Producción
Almacén	Perfiles UPN certificados	Selección, corte y conformado de perfiles	Piezas conformadas	Soldadura
Proveedor de acero	Material estructural	Armado preliminar en plantilla	Subchasis alineado	Control de calidad
Área de Soldadura	Consumibles certificados	Punteo y soldadura estructural secuencial	Subchasis soldado	Montaje
Área de Calidad	Criterios de aceptación	Inspección dimensional y visual	Subchasis soldado	Izaje y montaje

Nota. La tabla muestra cómo se desarrolla el proceso de Fabricación y montaje del subchasis en Autoelevación

Figura 15

Diagrama de flujo mejorado de la fabricación y montaje de subchasis en Autoelevación



Nota. El diagrama de flujo muestra como es el proceso con la mejora dentro de la fabricación y montaje de subchasis en Autoelevación

Figura 16

Cursograma analítico mejorado de la fabricación y montaje de subchasis en Autoelevación

CURSOGRAMA ANALÍTICO					Operario <input checked="" type="checkbox"/> / Material <input type="checkbox"/> / Equipo <input type="checkbox"/>							
Diagrama no.	1				RESUMEN							
Actividad:	Fabricación y montaje del subchasis		Actividad		Actual			Propuesto				
			Operación	○				17				
			Inspección	□					3			
Método:	Actual	<input type="checkbox"/>	Espera	◇								
	Propuesto	<input checked="" type="checkbox"/>	Transporte	⇨					3			
Lugar:	Autoelevación		Almacenamiento	▽								
Operario:	Técnico		Distancia (mts.)						95			
Compuesto por:			Tiempo (hrs.-hom.)						91			
Aprobado por:			TOTAL									
Nº	DESCRIPCIÓN		Cantidad	Distancia	Tiempo	Actividad					OBSERVACIONES	
						○	□	◇	⇨	▽		
1	Recepción de planos y especificaciones				1	●						
2	Revisión técnica y estandarización del diseño				1	●						
3	Selección y verificación de perfiles UPN			5	3	●						
4	Transporte de perfiles al área de corte			20	2				●			
5	Corte de perfiles UPN según medidas				8	●						
6	Preparación de bordes para soldadura			5	5	●						
7	Transporte de piezas al área de conformado			40	2				●			
8	Conformado y ajuste dimensional de las piezas				8	●						
9	Armado preliminar del subchasis en plantilla				10	●						
10	Control dimensional previo al punteo				1				●			
11	Punteo de soldadura guiado				4	●						
12	Soldadura estructural secuencial y alternada				10	●						
13	Inspección visual del estado de las soldaduras				3				●			
14	Transporte del subchasis al vehículo			25	3				●			
15	Preparación del chasis del vehículo				1	●						
16	Posicionamiento del subchasis con pernos guía				2	●						
17	Alineación y nivelación con calces normalizados				4	●						
18	Fijación provisional del subchasis al chasis				2	●						
19	Presentación de la grúa sobre el subchasis				4	●						
20	Instalación de refuerzos estructurales				5	●						
21	Soldadura definitiva del subchasis al chasis				8	●						
22	Inspección final del sistema				3				●			
23	Liberación del sistema para montaje definitivo de la grúa				1	●						
TOTAL				95	91	17	3		3			

Nota. El cursograma analítico presenta los tiempos y movimientos mejorados dentro de la fabricación y montaje de subchasis en Autoelevación

Análisis de mejoras: Fabricación y montaje del subchasis

En base a las mejoras propuestas en la Figura 16 se identifica lo siguiente:

- Reducción de tiempo de trabajo de 25 horas por servicio
- Estandarización y eliminación de actividades identificadas en la Tabla 13

Tabla 13

Optimización en base a las mejoras del proceso de fabricación y montaje del subchasis



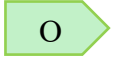

Tipo de mejora	Actividades	Optimización lograda
Clave	Revisión técnica y estandarización del diseño	Prevención de errores desde el inicio del proceso
	Uso de plantillas y pernos guía en el armado	Mayor precisión y repetibilidad
	Controles dimensionales previos al punteo	Reducción de retrabajos
	Soldadura estructural secuencial y alternada	Menor deformación y mejor calidad
	Reorganización del flujo de trabajo	Reducción de transporte interno
Eliminadas /reducidas	Ajustes correctivos posteriores	Menor reproceso
	Reinspecciones por desalineación	Ahorro de tiempo indirecto
Estandarizadas	Selección y corte de perfiles UPN	Uniformidad del proceso
	Preparación de bordes para soldadura	Mejora de la calidad de unión
	Punteo y fijación provisional guiada	Mayor control operativo

Nota. La tabla muestra las mejoras y optimización dentro de la fabricación y montaje de subchasis en Autoelevación

Mapeo de procesos: Montaje de grúa

El mapeo se realiza mediante el diagrama SIPOC, el cual permite identificar de mejor manera el proceso.

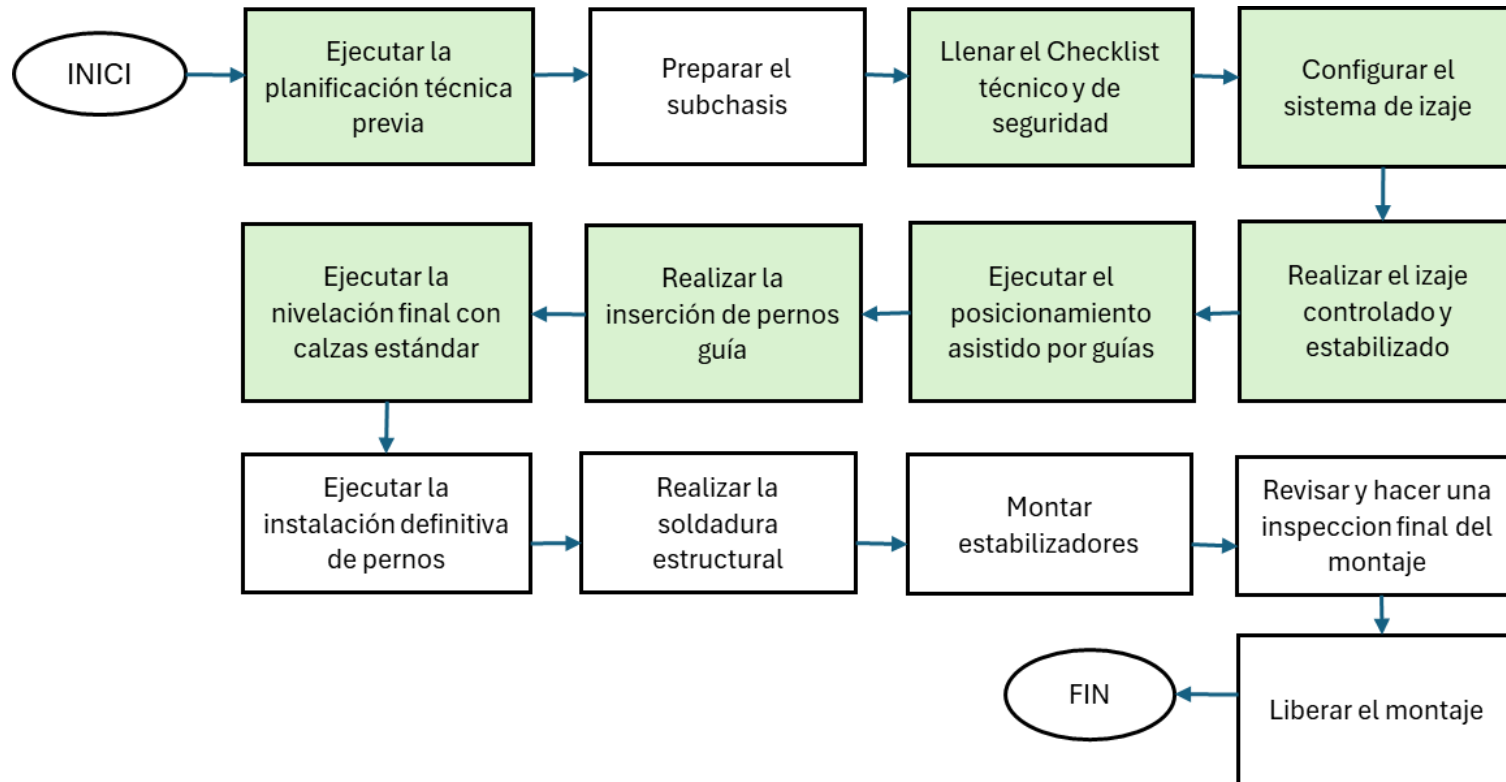
Tabla 14
Mapeo de procesos: Montaje de grúa

Montaje de grúa				
				
Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Cientes
Ingeniería	Plan de izaje aprobado	Planificación técnica del izaje	Procedimiento definido	Montaje
Seguridad y Salud	Checklist de seguridad	Inspección del área y equipos	Área habilitada	Operaciones
Almacén	Equipos de izaje certificados	Configuración del sistema de izaje	Sistema seguro	Calidad
Montaje	Pernos guía y calzas	Izaje controlado y posicionamiento	Grúa alineada	Hidráulica
Calidad	Criterios de aceptación	Inspección final del montaje	Grúa fijada y liberada	Cliente final

Nota. La tabla muestra cómo se desarrolla el proceso de montaje de grúa en Autoelevación

Figura 17

Diagrama de flujo mejorado de montaje de grúa en Autoelevación



Nota. El diagrama de flujo muestra como es el proceso con la mejora dentro del montaje de grúa en Autoelevación

Figura 18

Cursograma analítico mejorado del montaje de grúa en Autoelevación

CURSOGRAMA ANALÍTICO					Operario <input checked="" type="checkbox"/> / Material <input type="checkbox"/> / Equipo <input type="checkbox"/>					
Diagrama no.	1				RESUMEN					
Actividad:	Montaje de grúa	Actividad		Actual		Propuesto				
		Operación	○			11				
		Inspeccion	□			4				
Método:	Actual <input type="checkbox"/>	Espera	⊖							
	Propuesto <input checked="" type="checkbox"/>	Transporte	⇨		1					
Lugar:	Autoelevacion	Almacenamiento	▽							
Operario:	Tecnico	Distancia (mts.)				5				
Compuesto por:		Tiempo (hrs.-hom.)				53,5				
Aprobado por:		TOTAL								
N°	DESCRIPCIÓN	Cantidad	Distancia	Tiempo	Actividad					OBSERVACIONES
					○	□	⊖	⇨	▽	
1	Planificación técnica			4	●					
2	Preparación del subchasis			2	●					
3	Llenar el Checklist técnico y de seguridad			0,5			●			
4	Configuración de izaje			3	●					
5	Traslado de grúa		5	4				●		
6	Izaje de la grúa			8	●					
7	Posicionamiento del subchasis			5	●					
8	Inserción de pernos guía			3	●					
9	Nivelación del sistema			4	●					
10	Instalación de pernos			4	●					
11	Inspección de torqueado			2			●			
12	Refuerzo estructural con soldaduras			6	●					
13	Montaje de estabilizadores			3	●					
14	Prueba de funcionamiento de estabilizadores			2			●			
15	Inspección final del montaje			2			●			
16	Liberación del montaje			1	●					
TOTAL			5	53,5	11	4		1		

Nota. El cursograma analítico presenta los tiempos y movimientos mejorados dentro del montaje de grúa en Autoelevación

Análisis de mejoras: Montaje de grúa

En base a las mejoras propuestas en la Figura 18 se identifica lo siguiente:

- Reducción de tiempo de trabajo de 14,5 horas por servicio
- Estandarización y eliminación de actividades identificadas en la Tabla 15

Tabla 15

Optimización en base a las mejoras del proceso de montaje de grúa

Tipo de mejora	Actividades	Optimización lograda
Clave	Planificación técnica y preparación del subchasis	Prevención de errores desde el inicio del proceso
	Uso de checklist técnico y de seguridad	Mayor precisión y repetibilidad
	Configuración y definición del plan de izaje	Reducción de retrabajos
	Soldadura estructural secuencial y estabilizadores	Menor deformación y mejor calidad
	Reorganización del flujo de trabajo y reducción de distancias	Reducción de transporte interno y tiempos de desplazamiento
Eliminadas /reducidas	Inspección del área	Eliminación de pasos innecesarios, menor reproceso
	Inspección de equipos	Reducción de inspecciones redundantes
	Ajustes de estabilidad y traslados al subchasis	Menor reproceso y ahorro de tiempo indirecto
Estandarizadas	Preparación y configuración de equipos y subchasis	Uniformidad del proceso




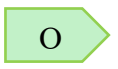

Nota. La tabla muestra las mejoras y optimización dentro del montaje de grúa Autoelevación

Mapeo de procesos: Inspección de columna principal y sistemas hidráulicos

El mapeo se realiza mediante el diagrama SIPOC, el cual permite identificar de mejor manera el proceso.

Tabla 16

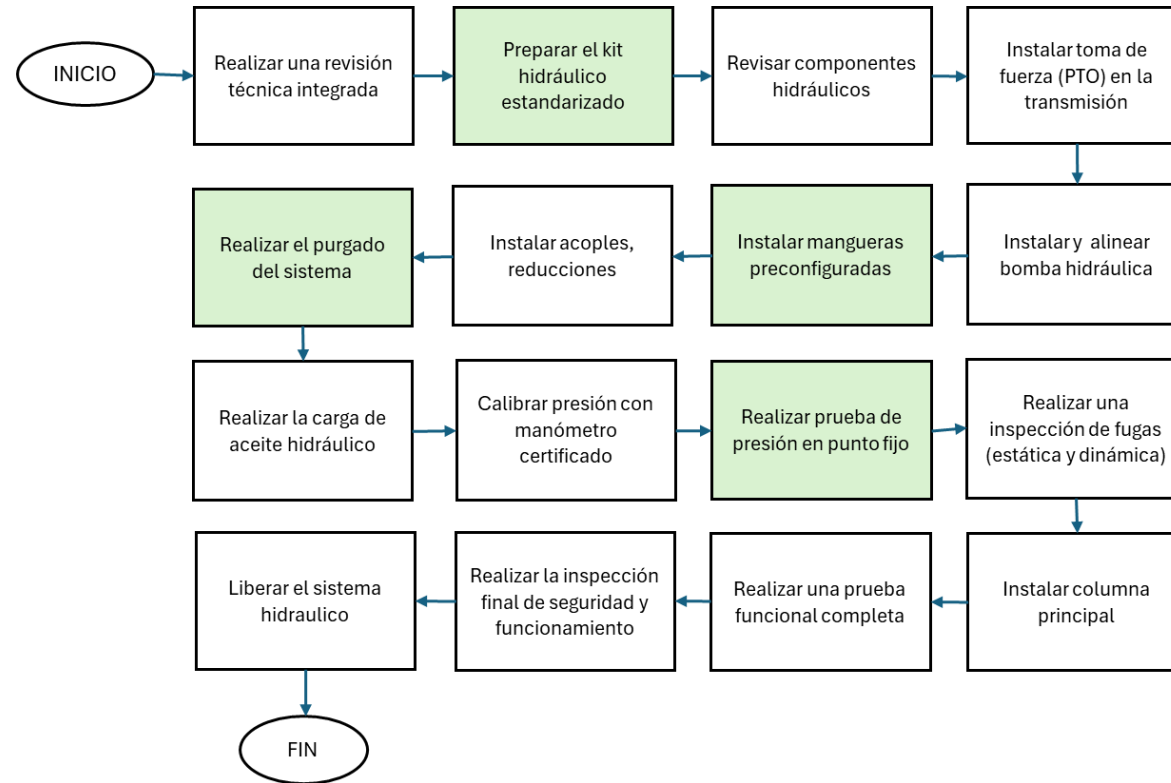
Mapeo de procesos: Inspección de columna principal y sistemas hidráulicos

Calibración y prueba de presión hidráulica				
				
Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
Ingeniería	Especificaciones hidráulicas	Revisión técnica integrada	Plan hidráulico validado	Instalación
Almacén	Kit hidráulico estandarizado	Instalación de bomba y PTO	Sistema montado	Pruebas
Proveedor hidráulico	Mangueras y acoples certificados	Instalación de líneas hidráulicas	Circuito conectado	Calidad
Mantenimiento	Aceite hidráulico	Purgado estandarizado del sistema	Sistema libre de aire	Operaciones

Nota. La tabla muestra cómo se desarrolla el proceso de inspección de columna principal y sistemas hidráulicos en Autoelevación

Figura 19

Diagrama de flujo mejorado de la instalación de columna principal y sistemas hidráulicos en Autoelevación



Nota. El diagrama de flujo muestra como es el proceso con la mejora dentro de la instalación de columna principal y sistemas hidráulicos en Autoelevación

Figura 20

Cursograma analítico mejorado de la instalación de columna principal y sistemas hidráulicos en Autoelevación

CURSOGRAMA ANALÍTICO					Operario <input checked="" type="checkbox"/> / Material <input type="checkbox"/> / Equipo <input type="checkbox"/>					
Diagrama no.	1				RESUMEN					
Actividad:	Instalacion de columna principal y sistemas hidraulicos	Actividad			Actual		Propuesto			
		Operación	○				13			
		Inspeccion	□				5			
Método:	Actual	<input type="checkbox"/>			Espera	D				
	Propuesto	<input checked="" type="checkbox"/>			Transporte	⇨		0		
Lugar:	Autoelevacion	Almacenamiento	▽							
Operario:	Tecnico	Distancia (mts.)					5			
Compuesto por:		Tiempo (hrs.-hom.)					31,5			
Aprobado por:		TOTAL								
N°	DESCRIPCIÓN	Cantidad	Distancia	Tiempo	Actividad					OBSERVACIONES
					○	□	D	⇨	▽	
1	Revisión técnica integrada		5	2	●					
2	Preparación de kit hidráulico estandarizado			4	●					
3	Inspección de componentes hidráulicos			2	●					
4	Instalación de PTO			2	●					
5	Instalación y alineación de bomba hidráulica			2	●					
6	Instalación de soportes y fijaciones			2	●					
7	Instalación de mangueras preconfiguradas (P/R)			1	●					
8	Instalación de acoples y reducciones JIC			1	●					
9	Torque controlado de conexiones			2	●					
10	Purgado del sistema			2	●					
11	Carga de aceite hidráulico			0,5	●					
12	Calibración de presión (preajustada)			1	●					
13	Medición en punto de prueba fijo			1	●					
14	Inspección integrada de fugas			2	●					
15	Instalación de la columna principal de la grúa			3	●					
16	Prueba funcional completa			2	●					
17	Inspección final			1	●					
18	Liberación del sistema hidráulico			1	●					
TOTAL			5	31,5	13	5				

Nota. El cursograma analítico presenta los tiempos y movimientos mejorados de la instalación de columna principal y sistemas hidráulicos en Autoelevación

Análisis de mejoras: Inspección de columna principal y sistemas hidráulicos

En base a las mejoras propuestas en la Figura 20 se identifica lo siguiente:

- Reducción de tiempo de trabajo de 7 horas por servicio
- Estandarización y eliminación de actividades identificadas en la Tabla 17

Tabla 17

Optimización en base a las mejoras del proceso de instalación de columna principal y sistemas hidráulicos

Tipo de mejora	Actividades	Optimización lograda
Clave	Revisión técnica integrada y preparación de kit hidráulico	Reduce pasos y mejora precisión en inicio de la actividad
	Inspección de componentes, instalación de PTO, y alineación bomba hidráulica conjunta	Disminuye reprocesos y mejora sincronización de pasos
	Estandarización del procedimiento de calibración y prueba de presión hidráulica.	Prevención de reprocesos derivados de la falta de un procedimiento claro y controles preventivos.
	Uso de manómetros certificados y medición en puntos fijos durante la prueba.	Reducción de desviaciones y lecturas inestables que obligaban a repetición de pruebas.
	Inspección integrada y temprana para detección de fugas en conexiones y mangueras.	Evita desmontajes parciales, recargas y nuevas pruebas, disminuyendo tiempos y consumo de aceite hidráulico.

Eliminadas /reducidas	Reducción de inspección detallada en acoples y ajustes	Menor tiempo en inspecciones y ajustes innecesarios
	Repetición de calibraciones y pruebas completas causadas por uso de equipos no certificados.	Ahorro en tiempo y recursos, evitando recalibraciones sucesivas.
	Reprocesos por ajustes repetitivos en válvulas reguladoras debido a aire residual en el circuito.	Menor tiempo de puesta en marcha y menor riesgo de sobrepresión en el sistema.
Estandarizadas	Procedimientos claros con checklist técnico para calibración y pruebas estáticas y dinámicas.	Mejora la uniformidad del proceso, previniendo errores y facilitando el control de calidad.

Nota. La tabla muestra las mejoras y optimización dentro de la instalación de columna principal y sistemas hidráulicos Autoelevación

Análisis de reprocesos

Análisis de reprocesos: Fabricación y montaje del subchasis

1. Reprocesos asociados al corte de perfiles UPN

Antes de la optimización, el retrabajo se debía a una longitud y un ángulo de corte insuficientes debido a mediciones manuales individuales y a la falta de tolerancias de soldadura especificadas. Estos errores resultan en tener que volver a cortar piezas, soldar extensiones o eliminar material en casos extremos.

Después de proporcionar listas de cortes estandarizadas y realizar verificaciones predimensionales, los cortes repetitivos y las secciones desperdiciadas se pueden reducir

significativamente, eliminando el retrabajo debido a errores dimensionales en las primeras etapas del proceso.

2. Reprocesos en el conformado de piezas

Durante el proceso de conformado, el retrabajo se debe principalmente a desajustes geométricos, como curvaturas incorrectas, ángulos fuera de especificación y falta de paralelismo entre las piezas. Estas variaciones requieren constantes ajustes manuales, calentamiento o ajustes adicionales, lo que aumenta el tiempo de producción. La llegada de accesorios y guías ha ayudado a estandarizar el proceso de conformación, reducir la variación dimensional y eliminar la necesidad de correcciones frecuentes durante esta etapa.

Tabla 18

Costos por reprocesos de fabricación y montaje de subchasis

Tipo de reproceso	Mano de obra	Materiales	Energía/ Consumibles	Equipos	Costo total por reproceso
Corte de UPN	\$34,88	\$350,00	\$50,00	\$87,50	\$522,38
Conformado	\$34,88	\$200,00	\$50,00	\$87,50	\$372,38
				TOTAL	\$894,76

En consideración a la fabricación y montaje del subchasis, dentro de este proceso se dan \$894,76 dólares de pérdida por reprocesos en consideración a cada servicio.

Análisis de reprocesos: Montaje de grúa

1. Reprocesos reducidos en el izaje

Antes de la optimización, las operaciones a menudo se detienen para restablecer las grúas, cambiar los puntos de elevación o corregir el equilibrio de carga. Estos intervalos aumentan el tiempo de elevación y los riesgos operativos. Al planificar y verificar con anticipación, se

eliminan los ajustes frecuentes durante el levantamiento, lo que facilita completar el levantamiento en una operación continua y segura.

2. Reprocesos reducidos en el posicionamiento

Antes de la optimización, la colocación del subchasis requirió numerosas correcciones debido a errores de alineación y nivelación identificados posteriormente, que requirieron deshacer y realinear los accesorios. Gracias a la adición de guías y cuñas estándar y la verificación de medidas anteriores, se reduce significativamente el retrabajo asociado al desmontaje parcial, ajustes repetitivos y ajustes posteriores, consiguiendo así una correcta colocación a la primera.

Tabla 19

Costos por reprocesos de montaje de grúa

Tipo de reproceso	Mano de obra	Materiales	Energía/ Consumibles	Equipos	Costo total por reproceso
Izaje	\$34,88	\$25,00	\$50,00	\$87,50	\$197,38
Posicionamiento	\$21,80		\$50,00	\$87,50	\$184,30
				TOTAL	\$381,68

En consideración al montaje de grúa, dentro de este proceso se dan \$381,68 dólares de pérdida por reprocesos en consideración a cada servicio.

Análisis de reprocesos: Inspección de columna principal y sistemas hidráulicos

1. Reprocesos identificados en la calibración y prueba de presión hidráulica

Antes de la optimización del proceso, la calibración y evaluación de la presión hidráulica se repetían con frecuencia debido a la falta de procedimientos estandarizados y pasos previos a las pruebas. La presencia de aire atrapado en el circuito provoca lecturas de presión inconsistentes, lo que requiere un ajuste constante de las válvulas de control. Además, la identificación tardía de fugas en conexiones y mangueras requiere el desmontaje parcial del

sistema, así como el drenaje y llenado de fluido hidráulico, así como repetidas pruebas estáticas y dinámicas. Estas modificaciones aumentan el tiempo de arranque, el uso de aceite hidráulico y el riesgo de sobrepresión en el sistema.

Tabla 20
Costos por reprocesos de instalación de columna principal y sistemas hidráulicos

Actividad de reproceso	Tiempo (hrs)	Costo Mano de obra	Consumo Aceite	Desgaste/Herramientas	Costo total por reproceso
Ajustes repetitivos en válvulas	\$0,50	\$2,18	\$0,00	\$0,00	\$2,18
Desensamble parcial por fugas	\$1,50	\$6,54	\$0,00	\$1,50	\$8,04
Vaciado y llenado de fluido	\$1,00	\$4,36	\$7,50	\$0,00	\$11,86
Repetición de pruebas estáticas/dinámicas	\$1,00	\$4,36	\$0,00	\$1,50	\$5,86
				TOTAL	\$17,72

En consideración a inspección de columna principal y sistemas hidráulicos, dentro de este proceso se dan \$17,72 dólares de pérdida por reprocesos en consideración a cada servicio.

Documentación de manuales operativos

Tolerancias Estructurales y Ajustes Mecánicos: Establece los parámetros geométricos rigurosos para el conformado del subchasis y el corte de perfiles UPN. Define una tolerancia máxima de ± 1.5 mm en cortes longitudinales y ± 2.0 mm en la alineación transversal y angular.

Tabla 21
Tolerancias Estructurales y Ajustes Mecánicos

Ítem de Inspección	Especificación Técnica	Medida Real	Estado (P/F)
--------------------	------------------------	-------------	--------------

Longitud de Perfiles UPN	$L \pm 1.5 \text{ mm}$		
Alineación Longitudinal	$\pm 2.0 \text{ mm}$		
Escuadra de Cortes	$90^\circ \pm 0.5^\circ$		
Penetración de Soldadura	Según norma AWS D1.1		
Planitud de Base de Grúa	$\pm 1.0 \text{ mm}$		

Calibración del Sistema Hidráulico: El seteo de las válvulas de alivio, control y seguridad. Especifica de manera obligatoria que la presión de operación debe ajustarse a 305 bar, validada mediante manómetros con certificación vigente. Previene fallas críticas por sobrepresión y asegura la capacidad nominal de izaje de la grúa.

Tabla 22
Calibración del Sistema Hidráulico


EQUIPO DE MEDICIÓN: Manómetro Certificado ID: _____
1. Presión de Stand-by: _____ bar
2. Presión de Operación Nominal: 305 bar
3. Presión de Alivio (Válvula de Seguridad): _____ bar
4. Prueba de Estanqueidad (15 min): [] Sin fugas detectadas / [] Fuga detectada
5. Verificación de Temperatura: _____ °C

Instrucciones de Torque y Sujeción de Componentes Críticos: Define los valores de torque específicos para la tornillería de alta resistencia empleada en la fijación de la columna principal y los puntos de anclaje al subchasis. El uso de tablas de torque basadas en el grado de dureza de los pernos garantiza una sujeción mecánica que impide desplazamientos accidentales durante las maniobras de carga.

Establecer procedimientos

Tabla 23

PROCEDIMIENTO PARA LA FABRICACIÓN Y MONTAJE DEL SUBCHASIS

	Codificación:	P-MG-01
	Revisión:	01
	Página:	1 de 4
PROCEDIMIENTO PARA LA FABRICACIÓN Y MONTAJE DEL SUBCHASIS		
Elaborado por:	Aprobado por:	Revisado por:



Codificación:

P-MG-01

Revisión:

01

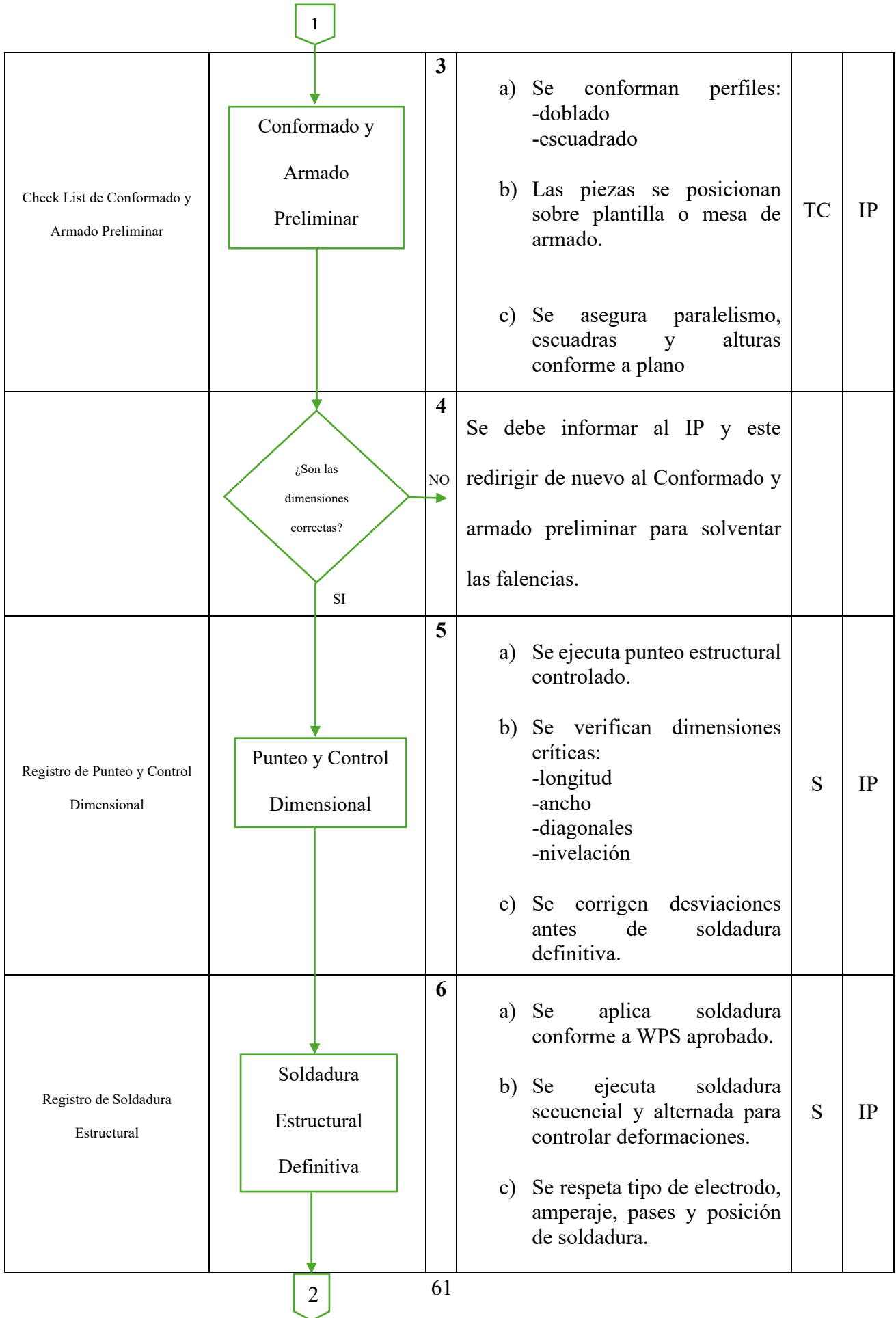
Página:

2 de 4

OBJETIVO: Asegurar la fabricación y montaje del subchasis cumpliendo tolerancias dimensionales y estructurales.

ALCANCE: Desde la recepción de la documentación técnica hasta la inspección final del subchasis montado.

Documentos asociados	Diagrama de flujo	Descripción y comentarios	E	A
Registro de Recepción y Análisis Técnico		1 <ul style="list-style-type: none"> a) Se reciben planos estructurales, detalles de soldadura, tolerancias geométricas y puntos de carga. b) Se analiza la interacción subchasis-chasis-grúa. c) Se define secuencia de fabricación y soldadura para minimizar tensiones residuales. 	IP	IP
Registro de Inspección y Preparación de Material		2 <ul style="list-style-type: none"> a) Se verifica que el material cumpla con la especificación mecánica. b) Se realiza corte de: perfiles vigas, platinas, refuerzos según lista de corte. c) Se preparan bordes de soldadura: <ul style="list-style-type: none"> -biselado -limpieza -eliminación de óxidos 	TC	IP




	<div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 30px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">2</div> <div style="margin: 5px 0;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 150px; margin: 0 auto; text-align: center;"> Montaje del Subchasis sobre el Chasis </div> <div style="margin: 5px 0;">↓</div>	7	a) El subchasis se posiciona sobre el chasis del vehículo. b) Se verifica alineación longitudinal, transversal y alturas. c) Se fija provisionalmente y se realiza soldadura definitiva.	A	IP
Registro de Montaje del Subchasis sobre el Chasis					
Informe de Inspección Final del Subchasis Acta de Conformidad del Subchasis	<div style="margin: 5px 0;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 150px; margin: 0 auto; text-align: center;"> Inspección Final </div> <div style="margin: 5px 0;">↓</div>	8	a) Inspección visual de soldaduras: -continuidad -penetración -acabado b) Verificación de alineación y dimensiones finales. c) Liberación del subchasis para montaje de grúa hidráulica.	S IP	IP
	<div style="margin: 5px 0;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 80px; margin: 0 auto; text-align: center;"> Fin </div>				
Abreviaciones y Definiciones:		Responsabilidades:			
IP: Ingeniero de proyecto TC: Técnico de corte y conformado S: Soldador A: Armador		EJECUCION		✍	✍
IP: Ingeniero de proyecto		APROBACION			

REGISTROS

- Registro de Recepción y Análisis Técnico
- Registro de Inspección y Preparación de Material
- Check List de Conformado y Armado Preliminar
- Registro de Punteo y Control Dimensional
- Registro de Soldadura Estructural
- Registro de Montaje del Subchasis sobre el Chasis
- Informe de Inspección Final del Subchasis
- Acta de Conformidad del Subchasis

Tabla 24
PROCEDIMIENTO PARA EL MONTAJE DE GRUA

	Codificación:	P-MG-02
	Revisión:	01
	Página:	1 de 4
<p>PROCEDIMIENTO PARA EL MONTAJE DE</p> <p>GRUA</p>		
Elaborado por:	Aprobado por:	Revisado por:



Codificación:

P-MG-02

Revisión:

01

Página:

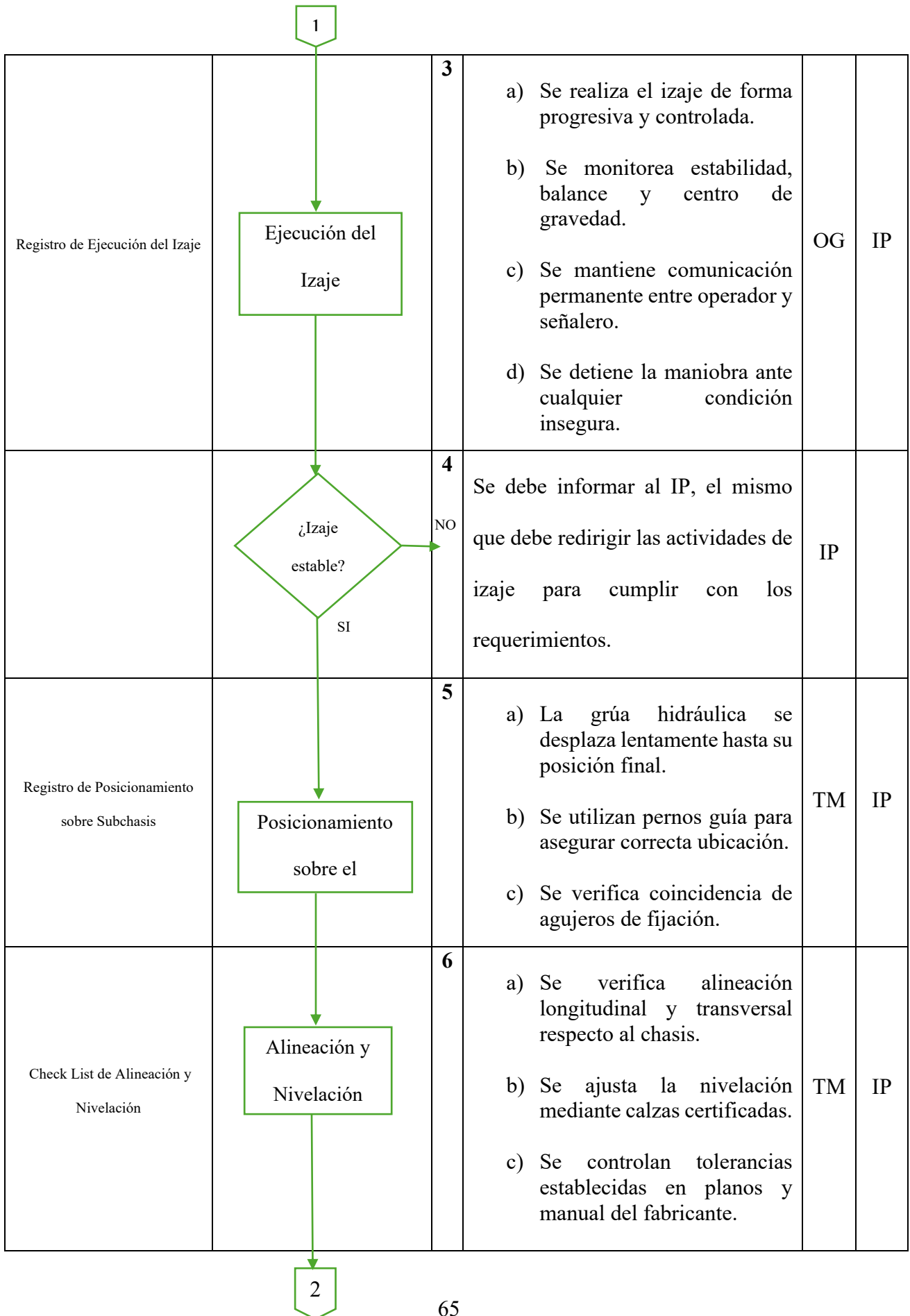
2 de 4

OBJETIVO: Establecer la metodología técnica y segura para el izaje, posicionamiento, alineación y fijación de la grúa hidráulica sobre el subchasis previamente instalado en el chasis del vehículo.

ALCANCE: Desde la planificación del izaje hasta la inspección final del montaje de la grúa, dentro del proceso integral de montaje de grúas hidráulicas en la empresa.

Documentos asociados	Diagrama de flujo		Descripción y comentarios	E	A
Plan de Izaje de Grúa Hidráulica		1	<ul style="list-style-type: none"> a) Se determina el peso total de la grúa hidráulica y sus accesorios. b) Se verifica la capacidad del equipo de izaje. c) Se seleccionan eslingas, grilletes y puntos de izaje certificados. d) Se define la secuencia del izaje, radios de trabajo y zonas de exclusión. 	IP	IP
Check List de Inspección Previa al Izaje		2	<ul style="list-style-type: none"> a) Inspección visual de puntos de izaje de la grúa hidráulica. b) Verificación del estado de eslingas, grilletes y accesorios. c) Revisión de condiciones del área: nivelación del suelo, obstáculos y señalización. d) Confirmación de roles y señales de maniobra. 	IP	IP

1




	2				
Registro de Fijación Provisional y Estabilizadores	Fijación Provisional y Estabilizadores	7	<p>a) Se realiza fijación provisional con pernos.</p> <p>b) Se instalan estabilizadores de la grúa.</p> <p>c) Se verifica correcto apoyo y distribución de cargas.</p>	TM	IP
Informe de Inspección Final del Montaje de Grúa Acta de Conformidad de Montaje de Grúa Hidráulica	Inspección Final del Montaje	8	<p>a) Verificación de estabilidad general.</p> <p>b) Control de alineación, nivelación y fijaciones.</p> <p>c) Confirmación de cumplimiento de especificaciones técnicas.</p> <p>d) Liberación del montaje para pruebas funcionales.</p>	TM IP	IP
	Fin				
Abreviaciones y Definiciones:		Responsabilidades:			
IP: Ingeniero de proyecto OG: Operador de grúa TM: Técnico de montaje		EJECUCION		↘	↘
IP: Ingeniero de proyecto		APROBACION			

REGISTROS

- Plan de Izaje de Grúa Hidráulica
- Check List de Inspección Previa al Izaje
- Registro de Ejecución del Izaje
- Registro de Posicionamiento sobre Subchasis
- Check List de Alineación y Nivelación
- Registro de Fijación Provisional y Estabilizadores
- Informe de Inspección Final del Montaje de Grúa
- Acta de Conformidad de Montaje de Grúa Hidráulica

Tabla 25

PROCEDIMIENTO PARA LA INSTALACION DE COLUMNA PRINCIPAL Y SISTEMAS HIDRAULICOS

	Codificación:	P-MG-03
	Revisión:	01
	Página:	1 de 5
<p>PROCEDIMIENTO PARA LA INSTALACION DE COLUMNA PRINCIPAL Y SISTEMAS HIDRAULICOS</p>		
Elaborado por:	Aprobado por:	Revisado por:



Codificación:

P-MG-03

Revisión:

01

Página:

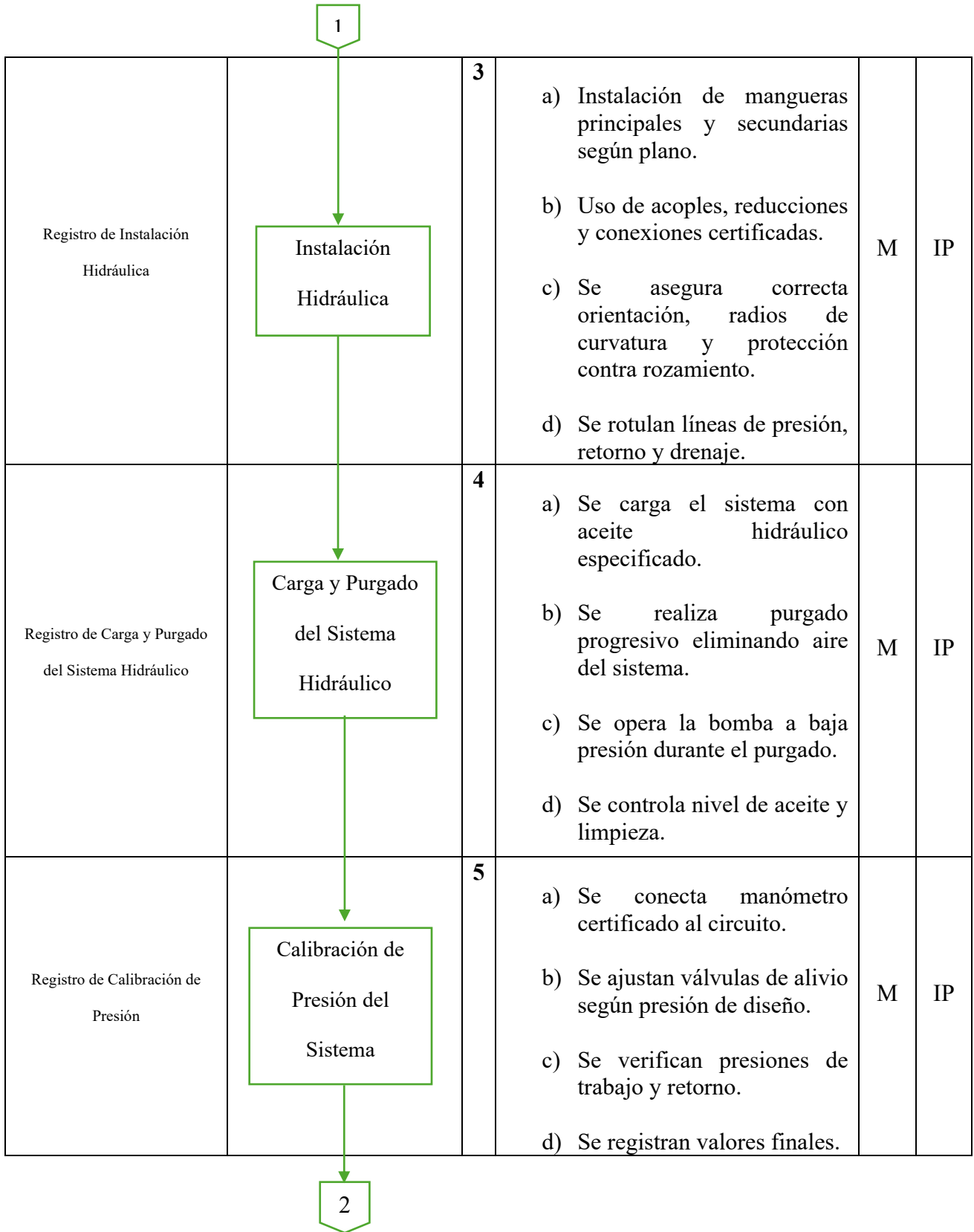
2 de 5

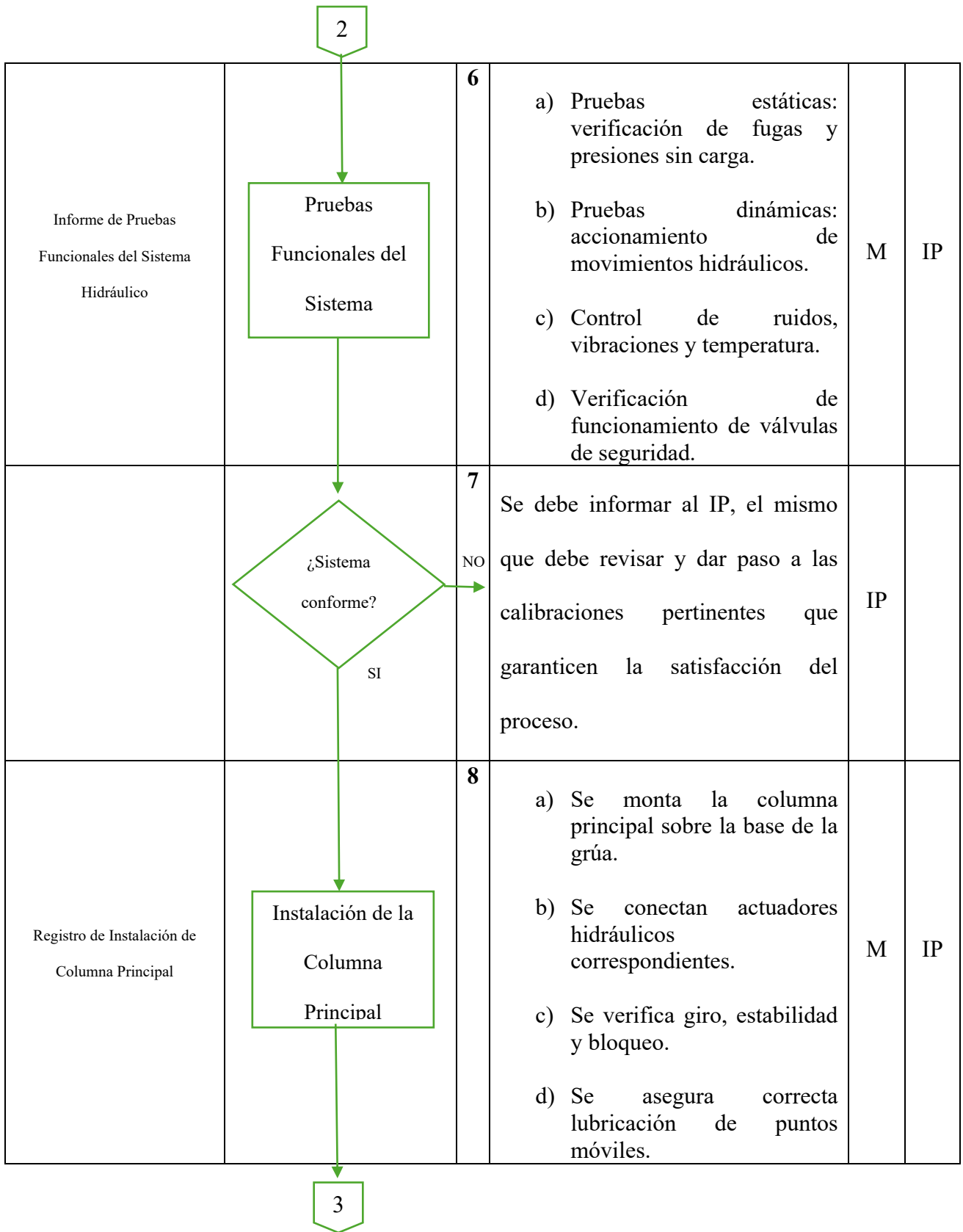
OBJETIVO: Establecer la metodología técnica y secuencial para la instalación del sistema hidráulico y la columna principal de la grúa hidráulica, asegurando compatibilidad mecánica y el correcto funcionamiento hidráulico.

ALCANCE: Desde la revisión técnica del sistema hidráulico hasta la inspección final de operación, como parte del proceso integral de montaje de grúas hidráulicas en la empresa.

Documentos asociados	Diagrama de flujo	Descripción y comentarios	E	A
Registro de Revisión Técnica del Sistema Hidráulico		1 <ul style="list-style-type: none"> a) Se revisan planos hidráulicos, diagramas de flujo y especificaciones técnicas. b) Se verifica compatibilidad entre PTO, bomba hidráulica, válvulas, actuadores y columna principal. c) Se confirman presiones de trabajo, caudales y tipo de aceite hidráulico. 	M	IP
Registro de Instalación Mecánica		2 <ul style="list-style-type: none"> a) Se instala la toma de fuerza (PTO) en la caja de transmisión. b) Se alinea mecánicamente la PTO con la bomba hidráulica. c) Se fijan soportes y se verifica correcta transmisión de potencia. d) Se controla holguras y torque de fijaciones. 	M	IP

1





<p>Informe de Inspección Final del Sistema Hidráulico y Columna</p> <p>Acta de Conformidad del Sistema Hidráulico</p>	<p style="text-align: center;">3</p> <div style="border: 1px solid green; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Inspección Final del Sistema Hidráulico y Columna</p> </div> <p style="text-align: center;">Fin</p>	9	<p>a) Verificación de seguridad general del sistema.</p> <p>b) Control final de presión, estanqueidad y operación.</p> <p>c) Confirmación de cumplimiento de especificaciones técnicas.</p> <p>d) Liberación para pruebas finales de carga.</p>	<p>M</p> <p>IP</p>	IP
Abreviaciones y Definiciones:			Responsabilidades:		
<p>IP: Ingeniero de proyecto</p> <p>M: Mecánico</p>			EJECUCION		✍
<p>IP: Ingeniero de proyecto</p>			APROBACION		✍

REGISTROS

- Registro de Revisión Técnica del Sistema Hidráulico
- Registro de Instalación Mecánica
- Registro de Instalación Hidráulica
- Registro de Carga y Purgado del Sistema Hidráulico
- Registro de Calibración de Presión
- Informe de Pruebas Funcionales del Sistema Hidráulico
- Registro de Instalación de Columna Principal
- Informe de Inspección Final del Sistema Hidráulico y Columna
- Acta de Conformidad del Sistema Hidráulico


CARROCERÍAS METALMECÁNICAS

Si bien el eje central del presente proyecto se enfoca en la optimización del proceso de montaje de grúas hidráulicas, durante el diagnóstico integral de la empresa se identificó que la línea de carrocerías metalmecánicas presenta oportunidades de mejora relacionadas con las actividades de verificación y control de calidad en su etapa final. Aunque el proceso productivo de carrocerías se encuentra debidamente estructurado y no presenta fallas significativas en su ejecución, la ausencia de procedimientos formales de pruebas finales genera reprocesos, ajustes tardíos y retrasos que impactan de manera indirecta en la planificación general de la empresa y en la disponibilidad de recursos compartidos con el área de montaje de grúas.

En este sentido, se propone el desarrollo de un procedimiento específico para las pruebas finales de carrocerías metalmecánicas, sin intervenir ni modificar el proceso productivo como tal. La finalidad de este procedimiento es estandarizar las actividades de inspección y generar registros que respalden la liberación del producto. Esta mejora permite reducir reprocesos y ajustes tardíos, fortalecer el control de calidad y asegurar la entrega de carrocerías conformes, contribuyendo a una gestión integral más eficiente dentro de la empresa.

Tabla 26

Procedimiento de pruebas finales para carrocerías metalmecánicas

	Codificación:	P-PF-01
	Revisión:	01
	Página:	1 de 4
<h1>PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS FINALES PARA CARROCERÍAS METALMECÁNICAS</h1>		
Elaborado por:	Aprobado por:	Revisado por:

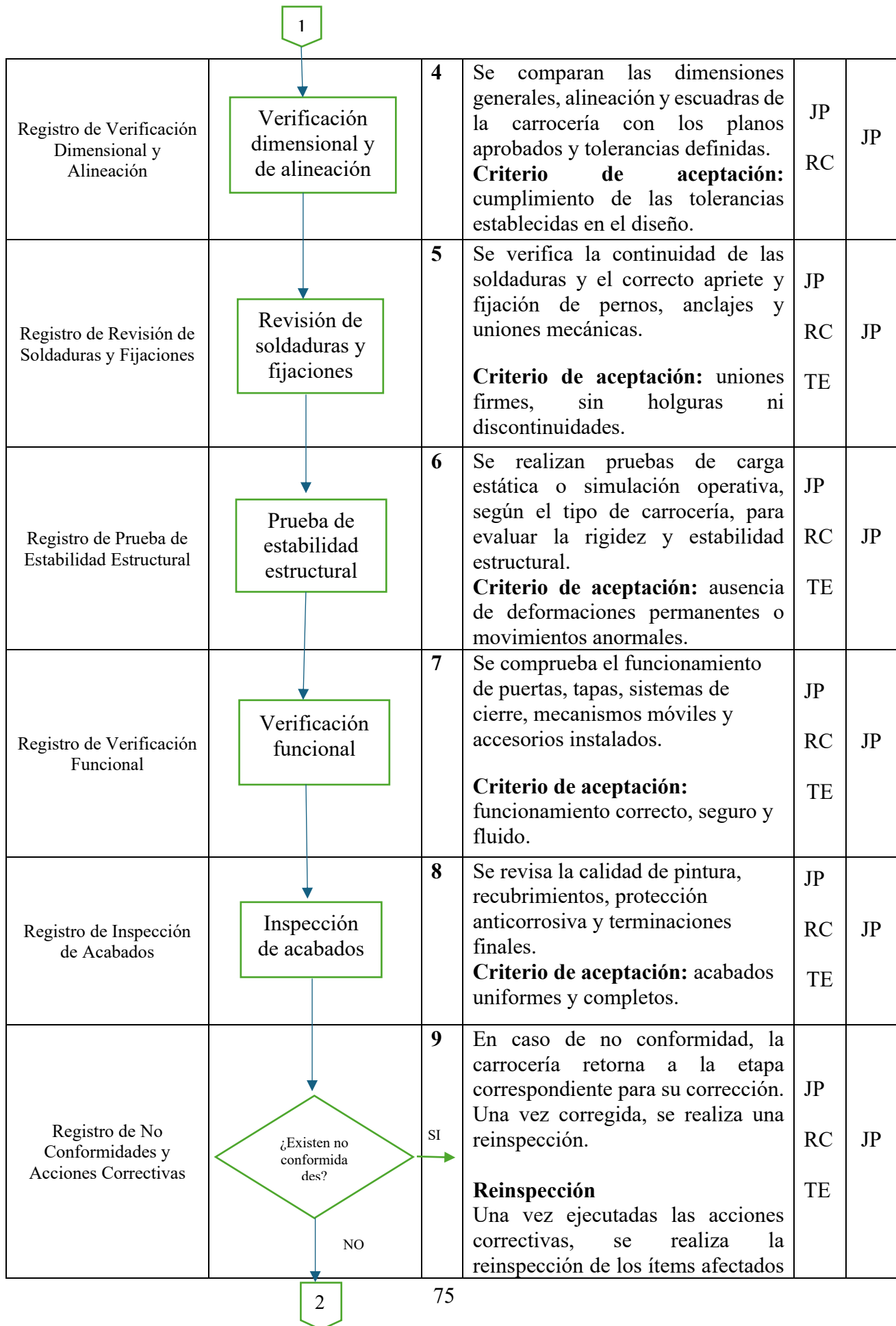


Codificación:	P-PF-01
Revisión:	01
Página:	2 de 4

OBJETIVO: Establecer el procedimiento para la ejecución de las pruebas finales de carrocerías metalmeccánicas, asegurando que el producto terminado cumpla con los requisitos técnicos, funcionales y de calidad antes de su entrega.

ALCANCE: Las carrocerías metalmeccánicas fabricadas por la empresa, independientemente de su diseño, uso o nivel de personalización.

Documentos asociados	Diagrama de flujo	Descripción y comentarios	E	A
		1 Una vez concluida la etapa de acabados, la carrocería es trasladada al área designada para pruebas finales junto con su documentación técnica correspondiente.	JP	JP
Checklist de Inspección Visual General		2 Se realiza una inspección visual completa para identificar deformaciones, fisuras, soldaduras deficientes, ausencia de elementos de fijación o defectos evidentes en acabados. Criterio de aceptación: ausencia de defectos visibles que comprometan la seguridad o funcionalidad.	RC	JP
		3 Se debe informar al JP y este realizará una revisión adicional en donde establecerá si es necesario el reproceso o no. En el caso que sea necesario, el TE deberá cubrir esas fallas y entregar la carrocería verificando que se hayan subsanado las observaciones de calidad.	TE RC	JP



2

			<p>utilizando nuevamente el registro correspondiente a la etapa donde se detectó la no conformidad</p> <p>Registro y tratamiento de no conformidades</p> <p>Cuando se detecten no conformidades en cualquiera de las etapas anteriores, estas deben ser documentadas, clasificadas y asignadas para su corrección.</p>		
Acta de Liberación del Producto	<div style="border: 1px solid green; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Liberación del producto</div>	10	La carrocería se libera únicamente cuando cumple con todos los criterios establecidos y cuenta con la aprobación del responsable de calidad.	JP RC	JP
	<div style="border: 1px solid green; border-radius: 15px; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Fin</div>				
Abreviaciones y Definiciones:		Responsabilidades:			
<p>JP: jefe de producción RC: Responsable de calidad TE: Técnico de ensamblaje</p>		EJECUCION			JP
JP: jefe de producción		APROBACION			JP

REGISTROS

- Checklist de Inspección Visual General
- Registro de Verificación Dimensional y Alineación
- Registro de Revisión de Soldaduras y Fijaciones
- Registro de Prueba de Estabilidad Estructural
- Registro de Verificación Funcional
- Registro de Inspección de Acabados
- Registro de No Conformidades y Acciones Correctivas
- Acta de Liberación del Producto

Resultados esperados

Autoelevación mediante la propuesta en mención podrá optimizar su proceso de montaje de grúas hidráulicas mediante la reducción de reprocesos, la estandarización y la inserción de mejoras en el desarrollo de las actividades que este proceso señala, de esta manera la empresa reducirá sus costos de reprocesos de \$1294.16 dólares y permitirá mantener el orden y correcta ejecución de sus servicios, en base a:

Fabricación y montaje del subchasis

- Estandarización de corte
- Uso de plantillas de armado
- Control dimensional previo y posterior
- Mejora en calidad de soldadura

En base a las mejoras propuestas el proceso se reduce en un 22% al tiempo actual de operaciones.

Montaje de grúa

- Planificación técnica del izaje
- Reducción de movimientos correctivos
- Mayor seguridad y precisión de posicionamiento

En base a las mejoras propuestas el proceso se reduce en un 21% al tiempo actual de operaciones.

Instalación de columna principal y sistemas hidráulicos

- Instrumentación certificada
- Purgado estandarizado
- Eliminación de recalibraciones
- Reducción de fugas y retrabajos

En base a las mejoras propuestas el proceso se reduce en un 18% al tiempo actual de operaciones.

Con el fin de mantener un proceso controlado se levantó la siguiente información documental que permitirá estandarizar y dar seguimiento a cada servicio.

Tabla 27

Documentos creados dentro del montaje de grúas hidráulicas

ITEM	CODIGO	DOCUMENTO	PROCESO
1	P-MG-01	Procedimiento para la fabricación y montaje del subchasis	Montaje de grúa hidráulica
2	P-MG-02	Procedimiento para el montaje de grúa	
3	P-MG-03	Procedimiento para la instalación de columna principal y sistemas hidráulicos	
4	P-MG-04	Procedimiento de purgado del sistema hidráulico	
5	P-MG-05	Procedimiento de calibración y prueba de presión hidráulica	
6	R-MG-26	Checklist de purgado hidráulico	
7	R-MG-27	Conformidad del sistema hidráulico	
8	R-MG-28	Checklist pre-operativo	
9	R-MG-29	Checklist durante la operación	
10	R-MG-30	Checklist post-operativo	
11	R-MG-31	Registro de calibración y prueba de presión hidráulica	

Tabla 28

Documentos creados dentro del proceso de fabricación y montaje de subchasis

ITEM	CODIGO	DOCUMENTO	PROCESO
1	R-MG-01	Recepción y análisis técnico	Fabricación y montaje de subchasis
2	R-MG-02	Inspección y preparación de material	
3	R-MG-03	Check list de conformado y armado preliminar	
4	R-MG-04	Punteo y control dimensional	
5	R-MG-05	Soldadura estructural	
6	R-MG-06	Montaje del subchasis sobre el chasis	
7	R-MG-07	Informe de inspección final del subchasis	
8	R-MG-08	Acta de conformidad del subchasis	

Tabla 29

Documentos creados dentro del proceso de montaje de grúa

ITEM	CODIGO	DOCUMENTO	PROCESO
1	R-MG-09	Izaje de grúa hidráulica	Montaje de grúa
2	R-MG-10	Check list de inspección previa al izaje	
3	R-MG-11	Ejecución del izaje	
4	R-MG-12	Posicionamiento sobre subchasis	
5	R-MG-13	Check list de alineación y nivelación	
6	R-MG-14	Fijación provisional y estabilizadores	
7	R-MG-15	Inspección final del montaje de grúa	
8	R-MG-16	Acta de conformidad de montaje de grúa hidráulica	

Tabla 30

Documentos creados dentro del proceso de instalación de la columna principal y el sistema hidráulico

ITEM	CODIGO	DOCUMENTO	PROCESO
1	R-MG-17	Revisión técnica del sistema hidráulico	Instalación de la columna principal y el sistema hidráulico
2	R-MG-18	Instalación mecánica	
3	R-MG-19	Instalación hidráulica	
4	R-MG-20	Carga y purgado del sistema hidráulico	
5	R-MG-21	Calibración de presión	
6	R-MG-22	Informe de pruebas funcionales del sistema hidráulico	
7	R-MG-23	Instalación de columna principal	
8	R-MG-24	Informe de inspección final del sistema hidráulico y columna	
9	R-MG-25	Acta de conformidad del sistema hidráulico	

Considerando que la empresa en base a las horas-hombre (4,36 USD) pierden 297 horas de trabajo por reprocesos y teniendo en cuenta que en promedio la empresa maneja 6 servicios al mes, la organización bajo las mejoras se estaría ahorrando \$7764,96 dólares mensuales, equivalentes a 37 días laborales de reprocesos lo que impacta directamente en la productividad y rentabilidad de la empresa

Adicionalmente como propuesta de mejora se crea el procedimiento de pruebas finales para carrocerías metalmecánicas, en donde se establece un control bajo a creación de los siguientes registros con el fin de mantener a la etapa de pruebas finales en seguimiento y así minimizar que el producto se entregue con alguna no conformidad.

Tabla 31

Documentos creados dentro del proceso de verificación y pruebas finales en la fabricación de carrocerías metalmecánicas

ITEM	CODIGO	DOCUMENTO	PROCESO
1	R-PF-1	Checklist de Inspección Visual General	Pruebas finales en la fabricación de carrocerías metalmecánicas
2	R-PF-2	Registro de Verificación Dimensional y Alineación	
3	R-PF-3	Registro de Revisión de Soldaduras y Fijaciones	
4	R-PF-4	Registro de Prueba de Estabilidad Estructural	
5	R-PF-5	Registro de Verificación Funcional	
6	R-PF-6	Registro de Inspección de Acabados	
7	R-PF-7	Registro de No Conformidades y Acciones Correctivas	
8	R-PF-8	Acta de Liberación del Producto	

Tabla 34

Presupuesto – izaje y posicionamiento de la grúa

Ítem	Descripción técnica	Cantidad	Costo unitario (USD)	Costo total (USD)
1	Eslingas certificadas (capacidad ≥ 5 t)	2	\$180	\$360
2	Grilletes certificados	4	\$45	\$180
3	Pernos guía de posicionamiento	1 set	\$120	\$120
4	Calzas normalizadas de nivelación	1 set	\$95	\$95
5	Checklist y plan de izaje normalizado	1	\$120	\$120
6	Capacitación en izaje seguro y señalización	1	\$350	\$350
			TOTAL	\$1.225

Tabla 35

Presupuesto – sistema hidráulico y calibración de presión

Ítem	Descripción técnica	Cantidad	Costo unitario (USD)	Costo total (USD)
1	Manómetro certificado	1	\$320	\$320
2	Kit de purgado hidráulico	1	\$210	\$210
3	Kit de acoples y reducciones JIC normalizadas	1	\$380	\$380
4	Mangueras hidráulicas preconfiguradas	1 lote	\$420	\$420
5	Aceite hidráulico de calidad ISO VG	1 lote	\$260	\$260
6	Capacitación en calibración y pruebas hidráulicas	1	\$480	\$480
			TOTAL	\$2.070

Tabla 36

Presupuesto – documentación y sistema de calidad

Ítem	Descripción	Cantidad	Costo unitario (USD)	Total (USD)
4.3	Implementación y auditoría interna inicial	1	\$400	\$400
			TOTAL	\$400

Tabla 37

Costos por implementación de la propuesta de mejora

Área	Subtotal (USD)
Subchasis	\$1.950
Izaje	\$1.225
Sistema hidráulico	\$2.070
Calidad y documentación	\$400
TOTAL	\$5.645

La empresa debe invertir \$5645 dólares, valor que determina capacitaciones e implementación para ejecutar un modelo de trabajo efectivo y eficiente que garantice la satisfacción del servicio y mejore las ganancias hacia la entidad.

Bajo estas consideraciones se estima un beneficio anual positivo, sin embargo, para reconocer la viabilidad del proyecto se da un análisis del VAN y el TIR con el fin de contemplar la evolución de la propuesta una vez se haya aplicado. Es así como en la **Tabla 38** se evidencia:

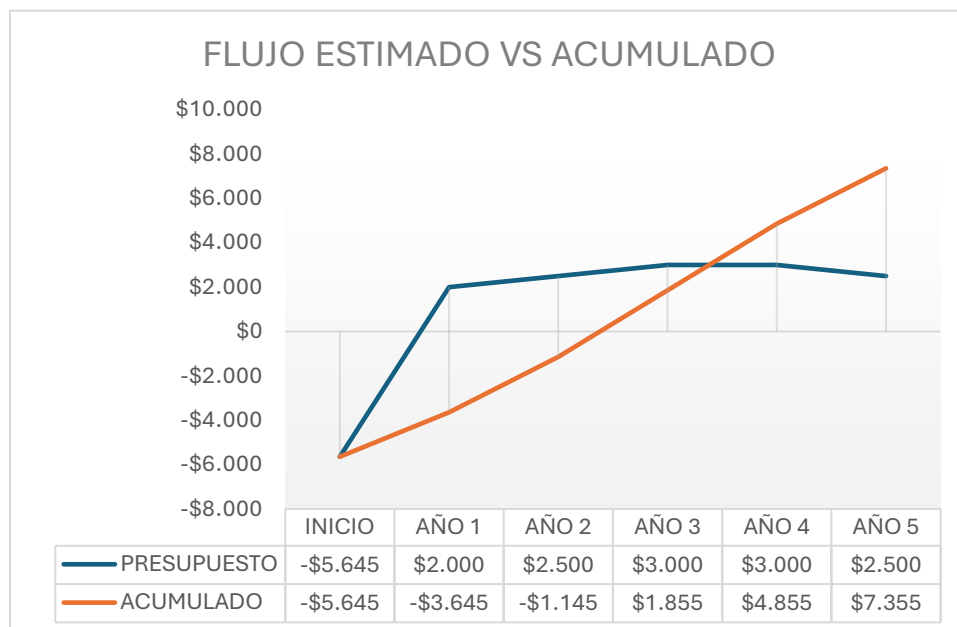
Tabla 38

Cálculo del VAN y TIR de la propuesta

INVERSION (I)		\$5.645				
TASA DE DESCUENTO (i)		12%				
NUMERO DE PERIODOS (n)		5				
INVERSION		FLUJO ESTIMADO				
0		1	2	3	4	5
F. ACTUAL	-\$5.645	\$2.000	\$2.500	\$3.000	\$3.000	\$2.500
	-\$5.645	1,12	1,25	1,40	1,57	1,76
	-\$5.645	\$1.785,71	\$1.992,98	\$2.135,34	\$1.906,55	\$1.418,57
VAN=		\$3.594,16				
TIR=		34%				

En base al caculo presentado se da un análisis financiero del proyecto hacia la mejora del proceso de montaje de grúas hidráulicas, cuya inversión evidencia su viabilidad económica, ya que con una tasa de descuento del 12% se obtiene un Valor Actual Neto (VAN) de \$3.594,16 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) aproximada del 34%, lo que demuestra que la propuesta no solo mejora la eficiencia operativa, sino que genera valor financiero significativo para la empresa.

Figura 21
Curva S del Flujo Estimado vs Acumulado del proyecto



A su vez, mediante la **Figura 21** podemos identificar un crecimiento constante que refleja flujos positivos de manera estable, logrando un punto de equilibrio a mediados del segundo año. Esto significa que la empresa a mitad del tiempo proyectado recuperará su inversión y obtendrá sus beneficios netos. Mediante ese análisis y el valor TIR del 34% se mantiene que el proyecto tiene alta capacidad de generación de valor y retorno, en donde se puede establecer que el mismo obtendrá un retorno de inversión del 30,29% durante el periodo en cuestión.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Mediante el análisis y recolección de datos internos proporcionados por la empresa, se encontró que en el proceso de montaje de la grúa hidráulica en AUTOELEVACION hubo una serie de deficiencias que afectaron el proceso, especialmente en las etapas de montaje de subchasis en donde el 25% de falencias e involucran dentro del conformado y armado, y el 18% en corte de UPN, el montaje de grúa con un 14% en izaje de grúa y un 13% respecto al posicionamiento sobre subchasis y la instalación de columna principal y sistema hidráulico con un 10% respecto a la calibración y prueba de presión. Estas falencias están relacionadas con la falta de estandarización y errores en la secuencia de trabajo, lo que incide en la necesidad de repetir procesos dando como resultado que la empresa pierda
2. Analizar el proceso de montaje de grúas hidráulicas a través de cursogramas analíticos nos permite identificar objetivamente acciones, retrasos y retrabajos innecesarios en cada etapa del proceso. Así, se determinó que la fabricación y montaje del subchasis tomó un total de 116 horas y fue el paso más lento y operativamente complejo. De igual forma, el tiempo de montaje de la grúa es de 68 horas y el tiempo de montaje de la columna principal y del sistema hidráulico es de 38,5 horas. Estos resultados indican una asignación ineficiente del trabajo y del tiempo, lo que afecta negativamente la productividad general del proceso.
3. Como propuesta de mejora se diseñaron tres procedimientos principales, dos procedimientos secundarios y 31 registros de control, los cuales permiten documentar

y organizar las actividades del proceso de montaje de grúas hidráulicas en AUTOELEVACIÓN. La implementación de estos procedimientos ayuda a la reducción de errores y la minimización de reprocesos además de facilitar el control, la trazabilidad y la capacitación del personal.

Recomendaciones

- Se recomienda un análisis más detallado con el objetivo de reasignar actividades, mejorar la planificación y posiblemente introducir herramientas o métodos de trabajo más eficientes.
- Se recomienda el uso sistemático de registros para realizar un seguimiento del tiempo y el cumplimiento de las actividades. Esto generará información confiable para la toma de decisiones, facilitará las auditorías internas y detectará rápidamente desviaciones en los procesos.
- Es recomendable identificar e implementar indicadores clave de desempeño; Estas métricas permitirán evaluar continuamente el desempeño del proceso y medir el verdadero impacto de las mejoras propuestas.
- La empresa debe enfatizar la mejora continua, con procedimientos y registros revisados y actualizados periódicamente en función de nuevos hallazgos, cambios o requerimientos del mercado.

Referencias bibliográficas

Autoelevacion. (2025). <https://www.autoelevacion.com/autoelevacion-quienes-somos/?utm>.

Obtenido de <https://www.autoelevacion.com/autoelevacion-quienes-somos/?utm>

BYGGER. (28 de 01 de 2024). *BYGGER*. Obtenido de <https://www.bygger.com.ec/analisis-de-situacion-del-sector-de-la-metal-mecanica-en-el-pais#:~:text=Sin%20embargo%2C%20las%20empresas%20grandes,adem%C3%A1s%20del%20uso%20de%20tecnolog%C3%ADa.&text=USD%202.250%20millones%2C%20destacando%20un,de%20compa%C3%B>

DROPBOX. (9 de 01 de 2025). *Dropbox*. Obtenido de <https://www.dropbox.com/es/resources/pdca>

Fassi Gru S.p.A. . (2025). *Fassi Gru S.p.A. .* Obtenido de <https://www.fassi.com/en/>

KAIZEN INSTITUTE. (2025). *KAIZEN INSTITUTE*. Obtenido de <https://kaizen.com/es/insights-es/sipoc-optimizacion-procesos/>

López, C. (11 de 06 de 2020). El estudio de tiempos y movimientos. Qué es, origen, objetivos y características. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/el-estudio-de-tiempos-y-movimientos/>

Research, D. B. (Abril de 2025). *Data Bridge Market Research*. Obtenido de <https://www.databridgemarketresearch.com/es/reports/global-hydraulics-market>

Verified Market Reports. (Febrero de 2025). *verified market reports*. Obtenido de <https://www.verifiedmarketreports.com/es/product/hydraulic-equipment-market-size-and-forecast/>

ANEXOS

ANEXO 1

Evaluación de desempeño para los colaboradores dentro del proceso de montaje de grúas

EVALUACION DE PERSONAL	
PERSONAL	DESEMPEÑO
A	3
B	6
C	4
D	9
E	10
F	2
G	5
H	10
I	9
J	6
K	8
L	9
M	5

CANTIDAD	1	4	3	5
DESCRIPCION	MALO	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
VAOR	0-2	3-5	6-8	9-10

ANEXO 2

Encuesta acerca de los criterios que afectan al proceso de montaje de grúas hidráulicas según los colaboradores

¿Cuál de los siguientes criterios considera que esta afectado al proceso dentro del montaje de grúas hidráulicas?

- 1 El tiempo en el cual se desarrollan las actividades
- 2 Las limitaciones en recursos para el desarrollo de los montajes
- 3 La falta de organización para efectuar apropiadamente cada proceso
- 4 La capacitación del personal no está siendo la adecuada
- 5 Tener las herramientas/equipos apropiados para ejecutar los trabajos

Nombre del colaborador:

ANEXO 3

Encuesta satisfacción del cliente acerca del montaje de grúas hidráulicas

Señale de acuerdo con lo que considere apropiado

CRITERIOS

- 1 ¿Tuvo alguna queja sobre el servicio brindado?
- 2 ¿Durante el servicio detecto fallencias por parte del personal técnico?
- 3 ¿El servicio de montaje tuvo demoras?
- 4 ¿Considera que la organización del trabajo fue el adecuado?
- 5 ¿La información brindada por parte del personal técnico fue satisfactoria?

Nombre del cliente:

ANEXO 4

Preguntas de entrevista sobre las fallencias dentro del proceso de montaje de grúas hidráulicas

PREGUNTAS

- 1 ¿Qué tarea considera que causa mayor retraso en el montaje de las grúas?
- 2 ¿En qué etapa del proceso siente que el personal no se encuentra preparado?

ANEXO 5

Registro de Recepción y Análisis Técnico-FABRICACIÓN Y MONTAJE DE SUBCHASIS

		CODIGO	R-MG-01
RECEPCIÓN Y ANÁLISIS TÉCNICO			
CLIENTE:		FECHA:	
DOCUMENTO	CONFORME	NO CONFORME	OBSERVACIONES
Plano estructural subchasis			
Detalles de soldadura			
Tolerancias dimensionales			
Puntos de carga			
Secuencia de soldadura			

Ingeniero de proyecto

Nombre: _____ Firma: _____

ANEXO 6

Registro de Inspección y Preparación de Material-FABRICACIÓN Y MONTAJE DE SUBCHASIS

			CODIGO	R-MG-02	
INSPECCIÓN Y PREPARACIÓN DE MATERIAL					
CLIENTE:			FECHA:		
ITEM	PERFIL/ MATERIAL	DIMENSION	CANTIDAD	CONFORME	NO CONFORME
Preparación de bordes de soldadura					
ACTIVIDAD		SI	NO	OBSERVACION	
Corte según lista					
Biselado correcto					
Limpieza de bordes					

Responsable: Técnico de Corte

Firma: _____

ANEXO 7

Check List de Conformado y Armado Preliminar-FABRICACIÓN Y MONTAJE DE SUBCHASIS

			CODIGO	R-MG-03	
CHECK LIST DE CONFORMADO Y ARMADO PRELIMINAR					
CLIENTE:			FECHA:		
VERIFICACION	CONFORME	NO CONFORME	OBSERVACIONES		
Escuadras correctas					
Paralelismo de largueros					
Nivelación					
Posición de refuerzos					
Uso de plantilla					

Ingeniero de proyecto:

Nombre: _____ Firma: _____

ANEXO 8

Registro de Punteo y Control Dimensional-FABRICACIÓN Y MONTAJE DE SUBCHASIS

				CODIGO	R-MG-04
PUNTEO Y CONTROL DIMENSIONAL					
CLIENTE:			FECHA:		
DIMENSIONES CRITICAS					
DIMENSION	PLANO (mm)	Medido (mm)	TOLERANCIA	CONFORME	NO CONFORME
Longitud total					
Ancho					
Diagonal 1					
Diagonal 2					
Altura					

Ingeniero de proyecto

Firma: _____

ANEXO 9

Registro de Soldadura Estructural-FABRICACIÓN Y MONTAJE DE SUBCHASIS

				CODIGO	R-MG-05	
SOLDADURA ESTRUCTURAL						
CLIENTE:		SOLDADOR:		WPS N°:	FECHA:	
CORDON	TIPO DE SOLDADURA	ELECTRODO	AMPERAJE	PASADAS	CONFORME	NO CONFORME

Observaciones de soldadura:

Soldador calificado:

Firma: _____

ANEXO 10

Registro de Montaje del Subchasis sobre el Chasis-FABRICACIÓN Y MONTAJE DE SUBCHASIS

		CODIGO	R-MG-06
MONTAJE DEL SUBCHASIS SOBRE EL CHASIS			
CLIENTE:		FECHA:	
VERIFICACION	CONFORME	NO CONFORME	OBSERVACIONES
Alineación longitudinal			
Alineación transversal			
Altura según plano			
Fijación provisional			
Soldadura definitiva			

Técnico de Montaje:

Firma: _____

ANEXO 11

Informe de Inspección Final del Subchasis-FABRICACIÓN Y MONTAJE DE SUBCHASIS

		CODIGO	R-MG-07
INFORME DE INSPECCIÓN FINAL DEL SUBCHASIS			
CLIENTE:		FECHA:	
Inspección visual de soldaduras			
VERIFICACION	CONFORME	NO CONFORME	OBSERVACIONES
Continuidad			
Penetración			
Ausencia de fisuras			
Acabado			
Verificación final			
Dimensiones finales			
Alineación general			
Limpieza			

Resultado final:

Aprobado Rechazado

Ingeniero de proyecto:

Firma: _____

ANEXO 12

Acta de Conformidad del Subchasis-FABRICACIÓN Y MONTAJE DE SUBCHASIS

	CODIGO	R-MG-08
ACTA DE CONFORMIDAD DEL SUBCHASIS		

Cliente: _____


Se certifica que el subchasis ha sido fabricado y montado conforme a planos y especificaciones técnicas aprobadas.

	INGENIERO DE PROYECTO		
NOMBRE	CARGO	FIRMA	FECHA

OBSERVACIONES:

ANEXO 13

Plan de Izaje de Grúa Hidráulica-MONTAJE DE GRÚA

	CODIGO	R-MG-09
IZAJE DE GRÚA HIDRÁULICA		
CLIENTE:	FECHA:	
Datos técnicos del izaje		
DESCRIPCIÓN	VALOR	
Modelo de grúa hidráulica		
Peso total (kg)		
Centro de gravedad		
Equipo de izaje		
Capacidad nominal del equipo (kg)		
Radio de trabajo (m)		
% utilización del equipo		
Elementos de izaje		

ELEMENTO	CAPACIDAD	CANTIDAD	CERTIFICADO	
			SI	NO
Eslingas				
Grilletes				
Otros				

Plan aprobado por:

Ingeniero de Proyectos: _____ Firma: _____

ANEXO 14

Check List de Inspección Previa al Izaje-MONTAJE DE GRÚA

		CODIGO	R-MG-10
CHECK LIST DE INSPECCIÓN PREVIA AL IZAJE			
CLIENTE:		FECHA:	
Inspección de la grúa hidráulica			
CRITERIO	CONFORME	NO CONFOME	OBSERVACIONES
Puntos de izaje identificados			
Integridad estructural			
Accesorios desmontados			
Inspección de elementos de izaje			
CRITERIO	CONFORME	NO CONFOME	OBSERVACIONES
Eslingas en buen estado			
Grilletes certificados			
Ganchos con seguro			
Condiciones del área			
CRITERIO	CONFORME	NO CONFOME	OBSERVACIONES
Área delimitada			
Suelo nivelado			
Sin interferencias			


Responsable inspección:

Ingeniero de proyecto

Firma: _____

ANEXO 15

Registro de Ejecución del Izaje-MONTAJE DE GRÚA


		CODIGO	R-MG-11
EJECUCIÓN DEL IZAJE			
CLIENTE:		FECHA:	
ACTIVIDAD	CONFORME	NO ONFORME	OBSERVACIONES
Izaje progresivo			
Control de balance			
Comunicación operador-señalero			
Detenciones de seguridad			

Operador de equipo de izaje:

Nombre: _____ Firma: _____

ANEXO 16

Registro de Posicionamiento sobre Subchasis-MONTAJE DE GRÚA

		CODIGO	R-MG-12
POSICIONAMIENTO SOBRE SUBCHASIS			
CLIENTE:		FECHA:	
ACTIVIDAD	CONFORME	NO ONFORME	OBSERVACIONES
Uso de pernos guía			
Coincidencia de orificios			
Posición según plano			

Técnico de Montaje:

Firma: _____

ANEXO 17

Check List de Alineación y Nivelación-MONTAJE DE GRÚA

		CODIGO		R-MG-13	
CHECK LIST DE ALINEACIÓN Y NIVELACIÓN					
CLIENTE:			FECHA:		
Alineación					
PARÁMETRO	PLANO	MEDIDO	TOLERANCIA	CONFORME	NO CONFORME
Longitudinal					
Transversal					
Nivelación					
PUNTO DE CONTROL	MEDIDO		CONFORME		NO CONFORME
Base frontal					
Base posterior					
Uso de calzas certificadas			SI <u> </u>		NO <u> </u>

Ingeniero de proyecto:

Firma: _____

ANEXO 18

Registro de Fijación Provisional y Estabilizadores-MONTAJE DE GRÚA

		CODIGO		R-MG-14	
FIJACIÓN PROVISIONAL Y ESTABILIZADORES					
CLIENTE:			FECHA:		
Fijación provisional					
PERNOS INSTALADOS	CANTIDAD	CONFORME		NO CONFORME	
Estabilizadores					
CRITERIO	CONFORME	NO CONFORME	OBSERVACIONES		
Instalación completa					
Apoyo uniforme					
Funcionamiento mecánico					

Técnico de montaje:

Firma: _____

ANEXO 19

Informe de Inspección Final del Montaje de Grúa-MONTAJE DE GRÚA

		CODIGO	R-MG-15
INSPECCIÓN FINAL DEL MONTAJE DE GRÚA			
CLIENTE:		FECHA:	
Verificación final			
CRITERIO	CONFORME	NO CONFORME	OBSERVACIONES
Estabilidad general			
Alineación final			
Fijaciones visibles			
Estabilizadores operativos			

Resultado:

Aprobado Requiere corrección

Ingeniero de calidad:

Firma: _____

ANEXO 20

Acta de Conformidad de Montaje de Grúa Hidráulica-MONTAJE DE GRÚA

		CODIGO	R-MG-16
ACTA DE CONFORMIDAD DE MONTAJE DE GRÚA HIDRÁULICA			

Cliente: _____

Se certifica que el montaje de la grúa hidráulica sobre el subchasis se realizó conforme a planos, manual del fabricante y procedimientos internos.

	INGENIERO DE PROYECTO		
NOMBRE	CARGO	FIRMA	FECHA

OBSERVACIONES:

ANEXO 21

Registro de Revisión Técnica del Sistema Hidráulico-INSTALACIÓN DE COLUMNA PRINCIPAL Y SISTEMA HIDRÁULICO DE GRÚA

		CODIGO	R-MG-17
REVISIÓN TÉCNICA DEL SISTEMA HIDRÁULICO			
CLIENTE:		FECHA:	
CRITERIO	CONFORME	NO CONFORME	OBSERVACIONES
Plano hidráulico aprobado			
Manual del fabricante			
Compatibilidad PTO–bomba			
Presión de trabajo definida			
Tipo de aceite especificado			

Responsable revisión técnica:

Nombre: _____

Cargo: _____

Firma: _____

ANEXO 22

Registro de Instalación Mecánica (PTO y Bomba) -INSTALACIÓN DE COLUMNA PRINCIPAL Y SISTEMA HIDRÁULICO DE GRÚA

		CODIGO	R-MG-18	
INSTALACIÓN MECÁNICA				
CLIENTE:		FECHA:		
CRITERIO	CONFORME	NO CONFORME	OBSERVACIONES	
PTO correctamente instalada				
Alineación PTO–bomba				
Soportes fijados				
Holguras controladas				
Control de torque				
ELEMENTO	TORQUE ESPECIFICADO	TORQUE APLICADO	CONFORME	NO CONFORME
Pernos PTO				
Soporte bomba				

Técnico Mecánico:

Firma: _____

ANEXO 23

Registro de Instalación Hidráulica-INSTALACIÓN DE COLUMNA PRINCIPAL Y SISTEMA HIDRÁULICO DE GRÚA

		CODIGO	R-MG-19	
INSTALACIÓN HIDRÁULICA				
CLIENTE:			FECHA:	
LÍNEA	Tipo (Presión/Retorno/Drenaje)	Longitud	CONFORME	NO CONFORME
1				
2				
Verificación general				
CRITERIO	CONFORME	NO CONFORME	OBSERVACIONES	
Radios de curvatura correctos				
Protección contra roce				
Acoples correctamente ajustados				
Identificación de líneas				

Técnico mecánico:

Firma: _____

ANEXO 24

Registro de Carga y Purgado del Sistema Hidráulico-INSTALACIÓN DE COLUMNA PRINCIPAL Y SISTEMA HIDRÁULICO DE GRÚA

		CODIGO	R-MG-20	
CARGA Y PURGADO DEL SISTEMA HIDRÁULICO				
CLIENTE:			FECHA:	
PARÁMETRO	VALOR			
Tipo de aceite hidráulico				
Capacidad total (L)				
Cantidad cargada (L)				
Proceso de purgado				
ETAPA	CONFORME	NO CONFORME	OBSERVACIONES	
Arranque a baja presión				
Eliminación de aire				
Nivel final correcto				

Técnico mecánico:

Firma: _____

ANEXO 25

Registro de Calibración de Presión-INSTALACIÓN DE COLUMNA PRINCIPAL Y SISTEMA HIDRÁULICO DE GRÚA

		CODIGO	R-MG-21	
CALIBRACIÓN DE PRESIÓN				
CLIENTE:		FECHA:		
PUNTO DE MEDICIÓN	PRESIÓN DISEÑO (BAR)	PRESIÓN MEDIDA (BAR)	CONFORME	NO CONFORME
Presión principal				
Retorno				
Manómetro certificado		SI		NO

Técnico mecánico:

Firma: _____

Ingeniero de proyecto:

Firma: _____

ANEXO 26


Informe de Pruebas Funcionales del Sistema Hidráulico-INSTALACIÓN DE COLUMNA PRINCIPAL Y SISTEMA HIDRÁULICO DE GRÚA

		CODIGO	R-MG-22	
INFORME DE PRUEBAS FUNCIONALES DEL SISTEMA HIDRÁULICO				
CLIENTE:		FECHA:		
Pruebas estáticas				
CRITERIO	CONFORME	NO CONFORME	OBSERVACIONES	
Sin fugas				
Presión estable				
Pruebas dinámicas				
MOVIMIENTO	CONFORME	NO CONFORME	OBSERVACIONES	
Giro				
Elevación				
Extensión				
Temperatura normal		SI		NO

Ingeniero de proyecto:

Firma: _____

ANEXO 27 Registro de Instalación de Columna Principal-INSTALACIÓN DE COLUMNA PRINCIPAL Y SISTEMA HIDRÁULICO DE GRÚA

		CODIGO	R-MG-23
INSTALACIÓN DE COLUMNA PRINCIPAL			
CLIENTE:		FECHA:	
VERIFICACION	CONFORME	NO CONFORME	OBSERVACIONES
Columna correctamente montada			
Conexiones hidráulicas seguras			
Giro libre y controlado			
Lubricación aplicada			

Técnico Mecánico:

Firma: _____

ANEXO 28

Informe de Inspección Final del Sistema Hidráulico y Columna-INSTALACIÓN DE COLUMNA PRINCIPAL Y SISTEMA HIDRÁULICO DE GRÚA

		CODIGO	R-MG-24
INFORME DE INSPECCIÓN FINAL DEL SISTEMA HIDRÁULICO Y COLUMNA			
CLIENTE:		FECHA:	
CRITERIO	CONFORME	NO CONFORME	OBSERVACIONES
Seguridad general			
Presión correcta			
Estanqueidad			
Operación completa			

Resultado final:

Aprobado Requiere corrección

Ingeniero de proyecto:

Firma: _____

ANEXO 29

Acta de Conformidad del Sistema Hidráulico-INSTALACIÓN DE COLUMNA PRINCIPAL Y SISTEMA HIDRÁULICO DE GRÚA

	CODIGO	R-MG-25
ACTA DE CONFORMIDAD DEL SISTEMA HIDRÁULICO		

Cliente: _____


Se certifica que la instalación de la columna principal y el sistema hidráulico cumple con planos, especificaciones técnicas y procedimientos internos.


	INGENIERO DE PROYECTO		
NOMBRE	CARGO	FIRMA	FECHA

OBSERVACIONES:

ANEXO 30

Procedimiento de purgado de sistema hidráulico

	Codificación:	P-MG-04
	Revisión:	01
	Página:	1 de 5
<p>PROCEDIMIENTO</p> <p>PURGADO ESTANDARIZADO DEL SISTEMA</p> <p>HIDRÁULICO</p>		
Elaborado por:	Aprobado por:	Revisado por:

	Codificación:	P-MG-04
	Revisión:	01
	Página:	2 de 5

1. OBJETIVO

Eliminar por completo el aire retenido en el circuito hidráulico de la grúa, asegurando una adecuada transferencia de presión, un uso seguro del aparato y previniendo fallos por cavitación, exceso de presión o lecturas incorrectas al momento de la calibración.

2. ALCANCE


Aplica al purgado del sistema hidráulico después de colocar la bomba, las mangueras, los acopladores y las válvulas, así como antes de llevar a cabo la calibración final de la presión en el sistema de la grúa hidráulica.

3. RESPONSABLES

- Técnico Mecánico
- Ingeniero de proyecto

4. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Aceite hidráulico
- Llaves adecuadas para conexiones hidráulicas
- Recipiente recolector de aceite
- Paños absorbentes
- Manómetro calibrado
- Elementos de protección personal (EPP)

	Codificación:	P-MG-04
	Revisión:	01
	Página:	3 de 5

5. CONDICIONES PREVIAS

- Sistema hidráulico completamente instalado
- Conexiones hidráulicas ajustadas manualmente
- Nivel de aceite inicial cargado en el depósito
- Válvulas del sistema en posición neutra


6. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

6.1 Preparación del sistema

1. Verificar que todas las mangueras estén correctamente identificadas
 - Presión
 - Retorno
 - Drenaje
2. Confirmar que el depósito hidráulico tenga el nivel mínimo de aceite requerido.
3. Asegurar que no existan obstrucciones en líneas de retorno.

6.2 Purgado inicial del circuito

1. Aflojar ligeramente las conexiones más altas del sistema
 - Puntos donde el aire tiende a acumularse
2. Encender el motor del vehículo a ralentí.
3. Activar brevemente la bomba hidráulica sin carga
 - 5–10 segundos

	Codificación:	P-MG-04
	Revisión:	01
	Página:	4 De 5

4. Permitir la salida de aire junto con pequeñas cantidades de aceite por las conexiones aflojadas
5. Cerrar las conexiones cuando el flujo de aceite sea continuo y sin burbujas.

6.3 Purgado dinámico


1. Operar lentamente los controles hidráulicos de la grúa, uno a uno, en ciclos cortos.
2. Evitar movimientos bruscos o recorridos completos en esta etapa.
3. Repetir los ciclos hasta observar un movimiento uniforme y sin vibraciones.
4. Verificar y corregir el nivel de aceite en el depósito si es necesario.

6.4 Verificación final del purgado

1. Revisar visualmente todas las conexiones hidráulicas en busca de fugas.
2. Confirmar que no existan ruidos anormales en la bomba (cavitación).
3. Asegurar que la respuesta del sistema sea progresiva y estable.

7. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

- Ausencia total de burbujas en el aceite
- Funcionamiento suave de la grúa
- Presión estable en el manómetro
- Sin ruidos anormales ni fugas visibles


	Codificación:	P-MG-04
	Revisión:	01
	Página:	5 De 5


8. REGISTROS

- Checklist de purgado hidráulico
- Registro de conformidad del sistema hidráulico

ANEXO 31

Procedimiento de calibración y prueba de presión hidráulica

	Codificación:	P-MG-05
	Revisión:	01
	Página:	1 de 4
<h1>PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN Y PRUEBA DE PRESIÓN HIDRÁULICA</h1>		
Elaborado por:	Aprobado por:	Revisado por:

	Codificación:	P-MG-05
	Revisión:	01
	Página:	2 de 4

1. Objetivo

Asegurar la exactitud en las mediciones de presión de fluidos, evitar volver a trabajar debido a aire atrapado o filtraciones, y mantener la solidez del sistema a través de métodos estandarizados.

2. Alcance

Este procedimiento aplica a todos los equipos y sistemas hidráulicos sujetos a calibración y pruebas de presión en la planta/taller.


3. Checklist de operaciones

Antes, durante y después de la ejecución de actividades relacionadas a la calibración y pruebas del sistema hidráulico se debe registrar mediante un check list el correcto proceder de las mismas con el fin de garantizar un montaje que cumpla con los criterios.

4. Procedimiento de Purgado del Sistema Hidráulico

Pasos:

1. Cerrar todas las válvulas reguladoras.
2. Abrir lentamente la válvula de purga.
3. Arrancar la bomba hidráulica a baja presión para permitir la circulación del fluido.

	Codificación:	P-MG-05
	Revisión:	01
	Página:	3 de 4


4. Mantener la bomba funcionando hasta que el fluido salga sin burbujas por la válvula de purga.
5. Cerrar la válvula de purga y aumentar gradualmente la presión hasta el valor nominal de prueba.
6. Verificar niveles de fluido y ajustar si es necesario.
7. Registrar la realización del purgado en el checklist.

Las actividades más detalladas se encuentran dentro del Procedimiento estandarizado de purgado del sistema hidráulico

5. Procedimiento de Calibración y Prueba de Presión Hidráulica

Pasos:

1. Hay que confirmar que el purgado del sistema ha sido realizado.
2. Instalar manómetros certificados en puntos de prueba fijos del circuito.
3. Abrir lentamente la bomba hidráulica y aumentar la presión hasta el valor nominal de calibración.
4. Verificar estabilidad de las lecturas.
 - Si hay fluctuaciones, revisar aire residual y conexiones.

	Codificación:	P-MG-05
	Revisión:	01
	Página:	4 de 4

5. Ajustar válvulas reguladoras según el valor nominal.
6. Inspeccionar conexiones, mangueras y componentes en busca de fugas.
7. Registrar presión máxima y mínima alcanzada, así como ajustes realizados.
8. Repetir prueba de presión dinámica para confirmar estabilidad.
9. Documentar resultados en checklist y confirmar conformidad del sistema.
10. Retirar manómetros, cerrar válvulas y limpiar el área de trabajo.

6. Registros

- Reporte de incidencias detectadas durante la prueba.
- Check list de operaciones

ANEXO 32
Checklist de purgado hidráulico

		CODIGO	R-MG-26
CHECKLIST DE PURGADO HIDRÁULICO			
CLIENTE:		FECHA:	
Seguridad y Preparación			
DESCRIPCION	CONFORME	NO CONFORME	OBSERVACIONES
Equipo detenido y despresurizado			
Bloqueo y etiquetado aplicado			
Uso de EPP adecuado			
Área de trabajo limpia y segura			
Inspección Previa			
DESCRIPCION	CONFORME	NO CONFORME	OBSERVACIONES
Nivel de fluido hidráulico correcto			
Fluido limpio y del tipo correcto			
Mangueras y conexiones sin fugas			
Válvulas de purga accesibles			
Procedimiento de Purgado			
DESCRIPCION	CONFORME	NO CONFORME	OBSERVACIONES
Apertura controlada de válvulas de purga			
Eliminación total de aire del sistema			
Flujo continuo sin burbujas			
Cierre correcto de válvulas de purga			
Verificación Final			
DESCRIPCION	CONFORME	NO CONFORME	OBSERVACIONES
Presión del sistema estable			
Funcionamiento suave de actuadores			
No existen ruidos anormales			
No se detectan fugas			

Observaciones generales:

Firma del técnico: _____

Firma del supervisor: _____

ANEXO 33

Registro de conformidad del sistema hidráulico

		CODIGO	R-MG-27
CONFORMIDAD DEL SISTEMA HIDRÁULICO			
CLIENTE:		FECHA:	
Evaluación del Sistema			
DESCRIPCION	CONFORME	NO CONFORME	OBSERVACIONES
Instalación correcta del sistema			
Fluido hidráulico especificado			
Presión de trabajo dentro de rango			
Funcionamiento de bombas			
Funcionamiento de válvulas			
Cilindros/motores operativos			
Ausencia de fugas			
Sistema purgado correctamente			
Componentes limpios y asegurados			


Acciones correctivas requeridas: _____

Nombre y firma del técnico: _____

Nombre y firma del responsable del área: _____


ANEXO 34

Checklist pre-operativo

		CODIGO	R-MG-28
CHECKLIST PRE-OPERATIVO			
CLIENTE:		FECHA:	
VERIFICACION	SI	NO	
Manómetros certificados y calibrados			
Circuito hidráulico completo y sin conexiones sueltas			
Nivel y tipo de fluido hidráulico correcto			
Todas las válvulas reguladoras en posición inicial			
Equipo de protección personal disponible y usado			
Herramientas para ajuste y medición disponibles			


ANEXO 35

Checklist Durante la Operación

	CODIGO	R-MG-29	
CHECKLIST DURANTE LA OPERACIÓN			
CLIENTE:		FECHA:	
VERIFICACION	SI	NO	
Medición en puntos de prueba fijos			
Registro de lecturas iniciales y finales			
Inspección de fugas en conexiones, mangueras y válvulas			
Verificación de ausencia de aire residual			


ANEXO 36

Checklist Post-Operativo

	CODIGO	R-MG-30	
CHECKLIST POST-OPERATIVO			
CLIENTE:		FECHA:	
VERIFICACION	SI	NO	
Registro de resultados de calibración			
Válvulas y sistema en posición segura			
Herramientas y manómetros limpios y almacenados			
Notificación de anomalías o desviaciones			

ANEXO 37

Registro de Calibración y Prueba de Presión Hidráulica

		CODIGO		R-MG-31		
CALIBRACIÓN Y PRUEBA DE PRESIÓN HIDRÁULICA						
CLIENTE:				FECHA:		
RESPONSABLE	PUNTO DE MEDICIÓN	PRESIÓN NOMINAL (BAR)	PRESIÓN MÍNIMA ALCANZADA	PRESIÓN MÁXIMA ALCANZADA	AJUSTES REALIZADOS	OBSERVACIONES

PRUEBAS FINALES EN CARROCERÍAS METALMECÁNICAS

ANEXO 38

Checklist de Inspección Visual General

		CODIGO		R-PF-1	
INSPECCION VISUAL-PRUEBAS FINALES					
CLIENTE:				FECHA:	
VERIFICACION				SI	NO
Deformaciones visibles					
Fisuras en estructura					
Continuidad de soldaduras					
Elementos faltantes					
Condición general de la estructura					
Resultado de la inspección:					


ANEXO 39

Registro de Verificación Dimensional y Alineación

		CODIGO		R-PF-2		
VERIFICACIÓN DIMENSIONAL Y ALINEACIÓN						
CLIENTE:				FECHA:		
ITEM	DIMENSIÓN NOMINAL	TOLERANCIA	DIMENSION REAL	AJUSTES REALIZADOS	CUMPLE	OBSERVACIONES
Largo total						
Ancho total						
Altura						
Escuadra / alineación						


ANEXO 40

Registro de Revisión de Soldaduras y Fijaciones

		CODIGO		R-PF-3		
REVISIÓN DE SOLDADURAS Y FIJACIONES						
CLIENTE:				FECHA:		
Zona evaluada	Tipo de unión	Condición	Cumple	No cumple	Observaciones	
	Soldadura	Continua				
	Pernos	Ajuste				
	Anclajes	Fijo				

ANEXO 41

Registro de Prueba de Estabilidad Estructural

		CODIGO		R-PF-4	
PRUEBA DE ESTABILIDAD ESTRUCTURAL					
CLIENTE:			FECHA:		
Tipo de prueba:		<input type="checkbox"/> Carga estática		<input type="checkbox"/> Simulación operativa	
Parámetro evaluado	Resultado esperado	Resultado obtenido	Cumple		
Deformación estructural	Nula				
Vibraciones	No perceptibles				
Estabilidad general	Estable				


ANEXO 42

Registro de Verificación Funcional

		CODIGO		R-PF-5	
VERIFICACIÓN FUNCIONAL					
CLIENTE:			FECHA:		
Componente evaluado	Funciona correctamente		No funciona		
Puertas					
Tapas					
Sistemas de cierre					
Accesorios					

ANEXO 43

Registro de Inspección de Acabados

		CODIGO	R-PF-6
INSPECCIÓN DE ACABADOS			
CLIENTE:		FECHA:	
ITEM	CUMPLE	NO CUMPLE	
Calidad de pintura			
Uniformidad del acabado			
Protección anticorrosiva			
Terminaciones finales			

ANEXO 44

Registro de No Conformidades y Acciones Correctivas

		CODIGO	R-PF-7		
NO CONFORMIDADES Y ACCIONES CORRECTIVAS					
CLIENTE:		FECHA:			
N.º	No conformidad detectada	Área responsable	Acción correctiva	Responsable	Fecha cierre

ANEXO 45

Acta de Liberación del Producto

	CODIGO	R-PF-8
ACTA DE LIBERACIÓN DEL PRODUCTO		
CLIENTE:	FECHA:	
Se certifica que la carrocería metalmecánica ha sido sometida al procedimiento de pruebas finales y cumple con todos los criterios de aceptación establecidos.		
Responsable de Calidad: _____	Jefe de Producción: _____	

ANEXO 46
Aprobación abstract departamento de idiomas

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTY OF ENGINEERING

Industrial Engineering

AUTHOR: TOAPANTA BENAVIDES CARLOS GUSTAVO

TUTOR: MG. VILLACIS GUERRERO JACQUELINE DEL PILAR

THEME

**IMPROVEMENT OF THE HYDRAULIC CRANE ASSEMBLY PROCESS AT THE COMPANY
AUTOELEVACIÓN.**

ABSTRACT

This research is conducted at Autoelevación, an Ecuadorian company specializing in the importation, distribution, marketing, assembly, and repair of hydraulic equipment for lifting and handling heavy and light loads. The study addresses the need to strengthen the management of its operational and documentary processes, given the existing lack of standardization, which results in prolonged execution times and the presence of rework that undermines organizational efficiency. The research involves a comprehensive analysis of the company's current situation, enabling the identification of improvement areas and optimization opportunities in process management. Based on the diagnosis of the current situation, critical improvement areas are pinpointed, encompassing both the organization of activities and the management of supporting information. Drawing from the obtained results, improvement actions are proposed, focused on the optimization and standardization of operational activities, as well as the clear definition of responsibilities, work sequences, and control mechanisms. These actions facilitate the ordering and systematization of process execution, thereby reducing errors and enhancing coordination among involved areas.

KEYWORDS: Keywords: improvement, processes, reprocessing, standardization.

