

Práctica integral de gestión del diseño y organización de planos en la industria de fabricación de máquinas para embotellado para la empresa MAQUINADOS Y MONTAJES SAS

Fredy Orlando Júnior Carrero Villazón

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero mecánico

Director

Heller Guillermo Sánchez Acevedo

Phd. en Ingeniería Mecánica Aplicada y computacional

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas

Escuela de Ingeniería Mecánica

Bucaramanga

2026

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	11
1. Planteamiento del problema.....	13
1.1 Descripción del problema	13
1.2 Justificación del problema	14
2. Objetivos.....	17
2.1 Objetivo General.....	17
2.2 Objetivos Específicos.....	17
3. Metodología de trabajo	17
3.1 Fase de diagnóstico	17
3.2 Fase de definición de mejores practicas.....	18
3.3 Fase de documentación y organización del Sistema.....	19
3.4 Fase de establecimiento de indicadores de rendimiento	19
4. Marco de referencia	20
4.1 La ingeniería en el diseño de planos	20
4.2 Procesos y gestión.....	27
4.3 La información.....	29
4.4 Indicadores de rendimiento.....	31
4.1 Fórmulas y criterios de uso	33
5. Marco contextual	34
5.1 Estructura organizacional y enfoque operativo.....	36
5.2 Reseña histórica de la empresa	37

6. Fase de diagnóstico	38
6.1 Estado actual del diseño en MAQMO S.A.S.....	38
6.1.1 Determinación de viabilidad del posible proyecto de ingeniería.....	38
6.1.2 Registro de información inicial para el posible proyecto	39
6.1.3 Entrega de información preliminar a la dirección administrativa y financiera.....	39
6.1.4 Recepción y registro de la OT	39
6.1.5 Asignación del responsable del desarrollo del proyecto.....	40
6.1.6 Entrega y recopilación de información	40
6.1.7 Requisición de información faltante	41
6.1.8 Definición de tipo de proyecto.....	41
6.1.9 Desarrollo del proyecto.....	42
6.1.10 Resultado del proyecto.....	42
6.1.11 Revisión	42
6.1.12 Verificación.....	43
6.1.13 Control de cambios	43
6.1.14 Validación	44
6.1.15 Descripción de ensayos y/o pruebas	44
6.2 Organización de planos en la empresa MAQMO	45
6.2.1 Software de diseño.....	47
6.2.3 ¿Cómo se guardan los planos según su aplicación?.....	50
6.2.3.1 Acceder al servidor Z.....	52
6.3 Documentación técnica.....	54
6.3 Comunicación entre áreas de la empresa	58

6.4 Diagnóstico	61
6.4.1 Hallazgos principales	61
6.4.2 Justificación del diagnóstico frente al proyecto	63
6.5 Revisión de normativa y estándares nacionales aplicables al diseño de planos	64
6.3.1 Selección del formato y características de la hoja.	64
6.3.2 Representación gráfica y vistas del plano.	65
6.3.3 Identificación y simbología de elementos técnicos utilizados.	66
6.3.4 Acotaciones y tolerancias.	67
7. Mejores prácticas para el diseño y organización de planos	68
7.1 Lineamientos sobre estándares de diseño, simbología, dimensiones y especificaciones técnicas para la uniformidad y calidad en los planos.....	68
7.2 Sistema de organización y gestión de planos.....	69
7.2.1 Alcance	69
7.2.2 Roles y asignaciones	71
7.2.3 Estructura de almacenamiento de información.....	72
7.2.4 Operación general del sistema en Excel	73
7.2.5 Registro de entrega desde ingeniería	74
7.2.6 Verificación de recepción en producción	76
7.2.7 Registro de devolución desde producción	78
7.2.8 Verificación de devolución desde producción.....	79
7.2.9 Modelo de datos, estados y permisos del sistema.....	81
8. Indicadores de rendimiento.....	82
8.1 Fundamentación y propósito del análisis.....	83

8.2 Definiciones y fórmulas operativas	84
8.3 Condiciones de análisis.....	85
8.4 Resultados.....	86
9. Conclusiones.....	89
Referencias Bibliográficas	92

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 <i>Ruta de acceso para la gestión documental de los planos</i>	50
Tabla 2 <i>Características de la hoja</i>	64
Tabla 3 <i>Representación gráfica y vistas del plano</i>	65
Tabla 4 <i>Identificación y simbología</i>	66
Tabla 5 <i>Acotaciones y tolerancias</i>	67
Tabla 6 <i>Resumen de indicadores de rendimiento del área de Ingeniería</i>	87

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 <i>Organigrama jerárquico de la empresa</i>	34
Figura 2 <i>Estructura para la comprensión del organigrama jerárquico de la empresa</i> ...	35
Figura 3 <i>Software de gestión de maquinados y montajes</i>	39
Figura 4 <i>Catalogo de partes de una empacadora</i>	46
Figura 5 <i>Secuencia de organización de información de planos y archivos</i>	52
Figura 6 <i>Representación de planos externos.</i>	54
Figura 7 <i>Representación de planos con modificación</i>	55
Figura 8 <i>Representación de planos a producción</i>	55
Figura 9 <i>Registro y control de entrega de planos</i>	56
Figura 10 <i>Ruta de acceso del plano</i>	56
Figura 11 <i>Matriz de Comunicación Interna y Externa.</i>	60
Figura 12 <i>Ingreso al portal de registro</i>	73
Figura 13 <i>Menú principal</i>	74
Figura 14 <i>Campo de datos de registro</i>	75
Figura 15 <i>Confirmación del registro</i>	76
Figura 16 <i>Verificación de recepción por parte de producción</i>	76
Figura 17 <i>Cambio de estado del plano</i>	77
Figura 18 <i>Confirmación de devolución de planos</i>	79
Figura 19 <i>Devolución de planos por parte de ingeniería</i>	79
Figura 20 <i>Confirmación de devolución de planos por parte de ingeniería</i>	80

Lista de Apéndices

Los apéndices están disponibles en el Repositorio Institucional.

Apéndice A. Archivos de corte por parte de WESCO.

Apéndice B. Archivos de corte por parte de HYDROBAS.

Apéndice C. Ejemplo de la ruta de acceso de la gestión documental de los planos en la empresa.

Apéndice D. Formato para la impresión, almacenaje y estructura de planos en MAQMO

Apéndice E. Lineamientos técnicos para el diseño de planos (formato operativo)

Resumen

Título: Práctica integral de gestión del diseño y organización de planos en la industria de fabricación de máquinas para embotellado para la empresa MAQUINADOS Y MONTAJES SAS*

Autor: Fredy Orlando Júnior Carrero Villazón**

Palabras Clave: Gestión documental, Planos, Diseño, Organización, Indicadores, Ingeniería

Descripción:

El presente trabajo propone e implementa un sistema de mejores prácticas para el diseño y la organización de planos en MAQUINADOS Y MONTAJES S.A.S. (MAQMO) con el fin de optimizar la gestión documental, mejorar la trazabilidad de la información técnica y reducir los tiempos y errores asociados a la interpretación de planos en producción. A partir de un diagnóstico situacional se identificaron fallas en la estructura de almacenamiento, inconsistencias en formatos y simbologías, y vacíos en el control de planos; sobre esa base se definieron lineamientos normativos, un esquema de organización de carpetas y rutas de acceso, protocolos de entrega y verificación entre ingeniería y producción, y un conjunto de indicadores de rendimiento para evaluar la operación. La intervención incluyó la documentación de procedimientos, la estandarización de formatos de plano (cajetines, simbología y tolerancias) y la propuesta de un flujo operativo apoyado en herramientas digitales de gestión. Los resultados muestran una mejora en la localización y disponibilidad de planos, mayor claridad en la comunicación entre áreas y una disminución de riesgos de retrabajo por información ambigua; además, la propuesta facilita la generación de registros y métricas que soportan la mejora continua. Finalmente, se recomiendan ampliar la implementación a un mayor número de proyectos, la integración del software de gestión de ordenes de trabajo, programas de capacitación y auditorías periódicas para garantizar la sostenibilidad y escalabilidad del sistema.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director: Heller Guillermo Sánchez Acevedo Phd. en Ingeniería Mecánica Aplicada y computacional.

Abstract

Title: Comprehensive practice of design management and plan organization in the bottling machine manufacturing industry for the company MAQUINADOS Y MONTAJES SAS*

Author(s): Fredy Orlando Júnior Carrero Villazón**

Key Words: Document management, Plans, Design, Organization, Indicators, Engineering

Description: This work proposes and implements a set of best-practice procedures for the design and organization of drawings at MAQUINADOS Y MONTAJES S.A.S. (MAQMO) in order to optimize document management, improve the traceability of technical information, and reduce the time and errors associated with interpreting drawings in production. Based on a situational diagnosis, deficiencies were identified in the storage structure, inconsistencies in formats and graphical symbols, and gaps in drawing control; on that basis, regulatory guidelines, a folder-organization and access-path scheme, handover and verification protocols between engineering and production, and a set of performance indicators to assess operations were defined. The intervention included the documentation of procedures, standardization of drawing formats (title blocks, symbols and tolerances), and the proposal of an operational workflow supported by digital management tools. The results show improved locating and availability of drawings, clearer communication between departments, and a reduced risk of rework due to ambiguous information; additionally, the proposal facilitates the generation of records and metrics that support continuous improvement. Finally, it is recommended to extend implementation to a larger number of projects, integrate the work-order management software, and implement training programs and periodic audits to ensure the system's sustainability and scalability.

* Degree Work

** Faculty of Physico-Mechanical Engineering. School of Mechanical Engineering. Director: Heller Guillermo Sánchez Acevedo, PhD in Applied and Computational Mechanical Engineering.

Introducción

La gestión adecuada del diseño y la organización de planos es un elemento crítico en la industria de fabricación de maquinaria, pues influye directamente en la precisión de la producción, la eficiencia operativa y la calidad del producto final. En el caso de Maquinados y Montajes S.A.S. (MAQMO), una empresa con más de 25 años de trayectoria en el sector de equipos para embotellado, se identificaron deficiencias en la estructura de almacenamiento de planos, inconsistencias en formatos y simbologías, y vacíos en el control de versiones que afectan la trazabilidad y generan retrasos y errores en la producción. En este contexto, es pertinente recordar que, desde la normalización técnica, las normas se conciben como documentos de aplicación voluntaria que recogen especificaciones técnicas consensuadas para respaldar la calidad y la seguridad de procesos y productos, contribuyendo a la productividad y la competitividad organizacional (Asociación Española de Normalización [UNE], s. f.). Estas falencias constituyen el problema central que motiva la presente investigación: la falta de uniformidad técnica y de procesos claros para la gestión documental de planos en MAQMO, cuya resolución busca reducir tiempos, mitigar errores de interpretación y optimizar la operación productiva.

Los antecedentes teóricos y prácticos revisados muestran que la gestión documental y la normalización de formatos son prácticas consolidadas para mejorar la administración de información técnica y apoyar la toma de decisiones en entornos productivos. En el ámbito colombiano, el Modelo de Gestión Documental y Administración de Archivos (MGDA) del Archivo General de la Nación se configura precisamente como un marco de referencia para la implementación de la política de gestión documental en entidades que requieren garantizar acceso, control, preservación y evaluación continua del cumplimiento, sirviendo de guía para planes,

programas y reportes de seguimiento (Archivo General de la Nación, 2020). Asimismo, el MGDA enfatiza la medición del avance y la mejora continua de los productos asociados a los componentes y subcomponentes de la función archivística, lo cual respalda la necesidad de procedimientos formales y trazables en organizaciones industriales como MAQMO. (Archivo General de la Nación, 2020).

El propósito de la investigación fue implementar mejores prácticas en el diseño y la organización de planos para el proceso de producción de equipos de embotellado en MAQMO, con el fin de mejorar la eficiencia, la precisión y la calidad del producto final. A partir de este propósito se formuló la pregunta de investigación: ¿Cómo puede un sistema de organización y control documental de planos, basado en lineamientos técnicos y procedimientos operativos, mejorar la trazabilidad y reducir los errores en la interpretación de planos en MAQMO? La hipótesis de trabajo plantea que la implementación de lineamientos estandarizados, combinada con protocolos de entrega, verificación y control de versiones, genera una mejora medible en la disponibilidad de planos, en la comunicación entre áreas y en la reducción de retrabajos.

La justificación del proyecto se fundamenta en impactos operativos y sociales concretos, a nivel empresarial, la propuesta contribuye a incrementar la productividad, disminuir costos asociados a errores y retrabajos, y consolidar el conocimiento técnico institucional; a nivel sectorial, aporta un caso aplicado de gestión documental adaptable a otras compañías de la cadena de valor del embotellado y la manufactura ligera. Desde la perspectiva académica y metodológica, el trabajo entrega documentación de procedimientos, formatos normalizados y un conjunto de indicadores de rendimiento que permiten monitorear la mejora continua y sustentar futuras investigaciones o implementaciones tecnológicas en gestión de planos. Estos beneficios justifican la intervención y su potencial replicabilidad en contextos similares.

Para abordar el problema se adoptó un enfoque aplicado y se desarrollaron cuatro fases:

1. Diagnóstico del estado actual del diseño y la organización de planos.
2. Definición de mejores prácticas y lineamientos técnicos.
3. Documentación y estructuración del sistema de gestión de planos (incluyendo rutas de acceso, formatos y protocolos de entrega/recepción)
4. Establecimiento y aplicación de indicadores de rendimiento para evaluar la operación.

Esta metodología permitió transformar el diagnóstico inicial en soluciones operativas y medibles, integrando recomendaciones normativas, herramientas digitales y actividades de capacitación que faciliten la adopción y sostenibilidad del sistema propuesto.

1. Planteamiento del problema

1.1 Descripción del problema

Maquinados y Montajes SAS (MAQMO) es una empresa colombiana, con una trayectoria de 25 años en el sector de fabricación de maquinaria y componentes industriales, con sede en Girón, Santander. Su enfoque principal está en ofrecer soluciones integrales para las industrias de alimentos, bebidas, cosméticos, farmacéuticos y productos químicos. MAQMO se dedica a la fabricación, diseño y mantenimiento de equipos para procesos de producción como llenado, taponado, etiquetado, lavado, encajonado y paletizado, adaptando sus soluciones a las necesidades específicas de cada cliente. Además de su capacidad de fabricación, la empresa se distingue por brindar servicios de ingeniería personalizada y soporte técnico para optimizar la eficiencia y productividad de las líneas de producción. MAQMO también ofrece servicios de mantenimiento preventivo y correctivo, así como venta de repuestos y componentes. Uno de los grandes

compromisos de la empresa consta en la precisión, eficiencia, efectividad y calidad en la producción de sus productos y/o servicios, por consiguiente, todas las piezas, máquinas y servicios ofrecidos necesitan estos parámetros para poder sobresalir en la satisfacción del cliente, ahora bien, regular estos parámetros no es una tarea fácil, pues hay muchos aspectos en los procesos de la empresa que pueden retrasar la productividad de la misma, y es aquí donde atañe el contenido de este proyecto, el cual busca ayudar a mejorar la calidad del producto y/o servicio entregado específicamente desde el área de diseño, interviniendo en la correcta realización de los diseños de los planos (con su respectiva normatividad) y en la adecuada gestión de información de estos planos diseñados (gestión documental), la cual, permitirá acceder de forma rápida, clara y organizada cuando se requiera, a la base informativa de estos planos en cuestión.

1.2 Justificación del problema

En la industria de fabricación de máquinas para embotellado, la precisión y correcta organización de los planos de diseño son elementos cruciales que garantizan la calidad y eficiencia en la producción. Sin embargo, en la empresa MAQMO SAS, se ha identificado la posibilidad de dar uniformidad técnica en el diseño de planos para mejorar problemas como retrasos en la producción, errores en la interpretación de las especificaciones técnicas y el incremento en los costos de fabricación. Esta gestión documental de planos ayuda a la fluidez del proceso productivo, agrega trazabilidad y ayuda a la implementación de mejoras continuas en la fabricación de equipos de embotellado. Chávez Montejo & Pérez (2013) nos dice:

La cantidad inmensa de información en una empresa ha provocado un aumento sin proporcional en la producción de documentos. Esto hace que dichas empresas se enfoquen en cómo gestionar esos documentales y flujos de información, así como su activo más valioso: el capital humano. Por esta razón, las organizaciones de información están

adoptando sistemas de gestión documental, al igual que sistemas de gestión de información y sistemas de gestión del conocimiento, con el objetivo de optimizar la administración de recursos y procesos productivos que generen beneficios para la organización (p.2).

La organización de planos en procesos industriales es un tema importante en la gestión de producción, ya que la calidad y precisión de los diseños son fundamentales con el fin de acortar los plazos de producción y mejorar la eficiencia. A lo largo de los años, las empresas han adoptado distintas metodologías de gestión documental para resolver la complejidad de los procesos productivos, como es:

La gestión documental se convierte en una fuente de información sobre los procesos de la organización apoyando en la toma de decisiones, además garantiza la transparencia, el acceso a la información y la rendición de cuentas, esto contribuye a maximizar el uso de la información en un presente y futuro (Avilés, 2012, p.4).

En el caso específico de la industria del embotellado, donde los equipos deben cumplir con estrictas normativas sanitarias y de precisión, la correcta documentación y organización de planos se torna aún más crítica para garantizar un producto de alta calidad. En Colombia, las indicaciones de la norma ISO 9001, con respecto al manejo de documentos y gestión de calidad, asegura que los servicios y procesos llevados a cabo por la empresa se desarrollan siguiendo estándares de buenas prácticas, llevando a un nivel elevado de calidad en cada uno de ellos. A raíz de esta problemática, surge la necesidad de proponer una gestión del diseño y organización de planos en

la industria de fabricación de máquinas para embotellado para la empresa MAQMO SAS, que permita optimizar el proceso productivo y garantizar la calidad del producto final.

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Implementar mejores prácticas en el diseño y organización de planos para el proceso de producción de equipos de embotellado en la empresa MAQMO, con el fin de mejorar la eficiencia, la precisión y la calidad del producto final.

2.2 Objetivos Específicos

Diagnosticar el estado actual del diseño y organización de planos en MAQMO: Identificar fortalezas y debilidades en el proceso actual, incluyendo el uso de software, la documentación técnica y la comunicación entre departamentos.

Definir mejores prácticas para el diseño de planos: Establecer lineamientos claros sobre estándares de diseño, simbología, dimensiones y especificaciones técnicas para garantizar uniformidad y calidad en los planos.

Documentar un sistema de organización y gestión de planos: Documentar el sistema de almacenamiento y categorización de planos que emplea la empresa para que facilite el acceso rápido y seguro a la información necesaria durante la producción.

Establecer indicadores de rendimiento en el proceso: Establecer indicadores de rendimiento para medir la mejora en eficiencia, precisión y calidad del proceso de producción.

3. Metodología de trabajo

3.1 Fase de diagnóstico

Objetivo: Identificar el estado actual del diseño y organización de los planos.

Procedimiento:

Recolección de información: Reunión con el coordinador de diseño, para revisar el software Solid Edge utilizado para el diseño de planos y los métodos actuales de almacenamiento y acceso a los mismos.

Observación directa: Revisión de la documentación técnica, así como el flujo de trabajo para detectar aspectos importantes y áreas de mejora en la organización de planos.

Análisis de documentos: Se realizará un análisis de los planos actuales para identificar errores comunes, falta de uniformidad y posibles problemas de interpretación.

3.2 Fase de definición de mejores practicas

Objetivo: Establecer lineamientos claros para mejorar la calidad y precisión de los planos.

Procedimiento:

Investigación de normativas y estándares internacionales aplicables, que puedan ser adoptados en la empresa, o que ya estén presentes en la misma.

Revisión bibliográfica de mejores prácticas en el diseño de planos industriales, simbolismo, dimensiones y especificaciones técnicas.

Validación interna de mejores prácticas, relacionadas a la gestión documental.

Instrumentos:

- Investigación de normas ISO y análisis de guías de mejores prácticas.

Técnicas:

- Investigación documental.

3.3 Fase de documentación y organización del Sistema

Objetivo: Documentar y establecer un sistema organizado para el manejo de planos.

Procedimiento:

1. Establecimiento de un sistema digital de gestión de planos, donde se clasifiquen y almacenen de manera eficiente según proyectos, versiones y fechas.
2. Propuesta de categorías de organización (por equipo, por versión, por especificación técnica) y creación de un manual de procedimientos.
3. Informar al coordinador sobre la propuesta de organización por categorías.

Instrumentos:

- Software de gestión documental, como Excel, u otro definido.
- Documentación del sistema de organización.

Técnicas:

- Revisión técnica del software seleccionado.

3.4 Fase de establecimiento de indicadores de rendimiento

Objetivo: Medir la eficiencia, precisión y calidad tras la implementación de las mejoras.

Procedimiento:

Definición de indicadores, como tiempos de acceso a planos, reducción de errores en fabricación, disminución de retrabajos y optimización de tiempos de producción.

Medición de los indicadores para evaluar el impacto del nuevo sistema de gestión de planos.

Reportes periódicos para revisar los resultados y aplicar mejoras adicionales.

Instrumentos:

- Documento de control para el seguimiento de los indicadores.
- Reportes mensuales o trimestrales de desempeño.

Técnicas:

- Análisis estadístico de la mejora en la producción.
- Revisión de lo empleado sobre el nuevo sistema.

4. Marco de referencia

El diagnóstico de los procesos de gestión del diseño y organización de operaciones como los planos de diseño, toma en cuenta la elaboración e interpretación correcta de su estructura, ya sea con una buena normativa, una buena gestión de calidad y una correcta documentación técnica que permita la comunicación entre departamentos para lograr un proceso efectivo de diseño de producto. Por ende, los conceptos claves a considerar están ligados a la gestión del conocimiento y de procesos con un enfoque en la documentación (**gestión documental**) y organización de los planos de diseño de una empresa industrial, reconociendo la estructura de los planos y su software de elaboración, lo que se traduce en una **competencia** por desarrollar.

Se identifican dos escenarios, el primero consta del proceso de ingeniería mecánica, en cual se elaboran correctamente los planos mediante el uso del software, y el segundo escenario hace referencia a la gestión documental de dichos planos.

4.1 La ingeniería en el diseño de planos

Bajo la premisa del primer escenario, D'Alessio (2004) indica que:

Cualquier **proceso** debe considerarse como un conjunto de actividades que transforman insumos (costos) en salidas (productos/beneficios), generando un valor agregado que proporcionará una ventaja competitiva clave para la organización, diferenciándola de otras empresas que ofrezcan productos similares. Un factor que impacta los procesos es la relación entre la tecnología disponible en los activos del proceso y el nivel de conocimiento y capacitación que el personal necesita para operarlos y mantenerlos. Esta interrelación establece la curva de aprendizaje o experiencia, que se considera tanto un costo como un recurso (p.8).

Para comprender estos procesos es necesario revisar el ¿cómo funciona el diseño previo?, esto es buscar los procedimientos adecuados en los cuales se realiza el orden de las etapas de planificación y desarrollo del producto.

El proceso comienza con la creación de ideas, las cuales pueden originarse de dos formas: a partir de las demandas del mercado, respondiendo a las necesidades de los consumidores, o basadas en las tecnologías y capacidades disponibles. Esta etapa surge del reconocimiento de la necesidad de desarrollar un nuevo producto, ya sea un bien o un servicio. A continuación, se lleva a cabo la selección de las ideas, ya que no todas son viables. Para ello, se deben evaluar tres aspectos clave: el potencial del mercado, la viabilidad económica y el diseño inicial del producto junto con su posible proceso de fabricación. En esta fase preliminar, se busca desarrollar el mejor diseño para la idea seleccionada, considerando factores como costo, calidad, limitaciones técnicas y humanas, y la capacidad de producción. Luego se procede a la creación de un prototipo, el cual, si supera las pruebas con éxito, permite avanzar hacia el diseño final. Las pruebas del producto tienen como fin obtener retroalimentación del mercado para medir su aceptación. Finalmente, se

desarrolla el diseño definitivo del producto, así como los detalles del proceso de producción, distribución en planta y el flujo de trabajo necesario para su fabricación (D'Alessio, 2004, p.142).

En el diseño preliminar, encontramos nuestro **primer escenario**, en el cual es necesario pasar por un proceso correcto de elaboración técnica del plano de dicho diseño preliminar, lo que nos lleva al segundo objetivo específico de este proyecto que es la fase de mejores prácticas, en el que se busca tener los conceptos claros sobre estándares de diseño, simbología, dimensiones y especificaciones técnicas para garantizar uniformidad y calidad en los planos.

En el capítulo 1 del libro de Roldán (2021) encontramos todos los conceptos necesarios para la documentación técnica general de los planos, como el dibujo técnico, la interpretación de planos y piezas, la normalización (En este caso de España), la tolerancia, los acabados superficiales y la simbología.

Algunos aspectos clave a considerar en la documentación técnica necesaria para cualquier proceso incluyen, en primer lugar, que el diseñador proporcione al operario toda la información técnica necesaria para llevar a cabo el trabajo según los requisitos específicos de cada pieza a fabricar y las necesidades particulares del proceso. Esta documentación debe ser entregada al operario antes de iniciar el trabajo, para que pueda revisarla y analizarla cuidadosamente antes de comenzar. Es fundamental entender que la documentación técnica es esencial para evitar malentendidos y asegurar que el resultado final cumpla con las especificaciones del cliente o de quien solicitó la fabricación. Además, esta información es valiosa para planificar adecuadamente el trabajo, gestionar las tareas y organizar el proceso. Esto permite prever los tiempos de trabajo y mejorar el uso de máquinas y herramientas, especialmente cuando el equipo de trabajo está

compuesto por varios operarios. Asimismo, es importante planificar el trabajo teniendo en cuenta la distribución de los equipos en la planta de producción, con el fin de maximizar la eficiencia. En resumen, una interpretación adecuada de la documentación técnica no solo facilita el trabajo del operario y mejora la planificación, sino que también garantiza que los resultados satisfagan las expectativas del cliente, los supervisores y la empresa, cumpliendo con todas las especificaciones requeridas (Luque, 2017, p.10).

Este libro de Francisco Luque representa en gran medida el contenido que se desea abordar en este trabajo, pues especifica de forma adecuada esa documentación técnica necesaria para llevar a cabo esa gestión documental. Si bien Luque (2017) nos dice que la documentación técnica del producto y del proceso incluirá planos detallados del producto, mecanismo o pieza, el tipo de producto, las especificaciones técnicas necesarias (como calidad, materiales, tratamiento y métodos de fabricación), el costo estimado, la cantidad a producir y el proceso de fabricación a seguir. La documentación debe adaptarse al tipo de proceso o producción que se realice, ya que puede variar según las necesidades. Por ello, es recomendable realizar una prueba preliminar, que implica la creación de una planilla de proceso adaptada para optimizar la planificación y ejecución de las tareas.

En cuanto a los planos, en general, muestran objetos tridimensionales en dos dimensiones, a través de diferentes vistas y perspectivas. Para piezas simples, basta con un plano que las represente. Sin embargo, en el caso de mecanismos o piezas más complejas compuestas por varios elementos, se necesitan tanto un plano de conjunto como planos de despiece que detallen cada parte. Esto facilita la visualización y comprensión del objeto desde distintas perspectivas y niveles de complejidad (Luque, 2017).

Ahora, es importante reconocer las características que estas piezas deben llevar, pues su identificación facilita la comprensión y la rapidez de los procesos en la producción.

Cada componente debe estar identificado con un número o referencia específica, la cual permite diferenciar cada pieza y mostrarla de manera clara y organizada en el cajetín, evitando confusiones. Estas referencias deben seguir las directrices de la Norma UNE 1-100-83 (ISO 6433), que establece criterios generales para la disposición y representación de referencias de las distintas partes de un conjunto. A continuación, se mencionan algunas de estas directrices generales:

- Las referencias en un mismo dibujo deben ser uniformes y claramente diferenciadas de otras anotaciones presentes en el plano.
- Cada número o marca debe asignarse de manera consecutiva a los elementos del conjunto, ubicándose fuera del dibujo, preferiblemente siguiendo el sentido de las agujas del reloj.
- Al numerar las piezas o subconjuntos en el plano de conjunto, el orden debe ser lógico, pudiendo basarse en el proceso de ensamblaje o en la relevancia de cada elemento.
- Generalmente, cada referencia debe estar conectada a la pieza correspondiente mediante una línea de referencia.
- Los elementos iguales dentro de un mismo conjunto deben compartir la misma referencia, la cual se indicará una sola vez, salvo que resulte ambiguo y genere confusión (Luque, 2017, p.15).

La siguiente información es obtenida de la página GrupoMadiver, en un post realizado **(Enlace de vista al final del contenido textual)**:

El uso correcto de **software** en la elaboración de planos tiene gran importancia en el proceso de diseño, pues los distintos programas de software que hay para el diseño de maquinaria industrial representan una herramienta que todo ingeniero mecánico (en mi caso) debe aprender a usar para la creación de equipos y máquinas industriales. Estas herramientas permiten desarrollar modelos tridimensionales precisos de los elementos y sistemas que componen las máquinas, así como llevar a cabo simulaciones que evalúan su desempeño y operación. Las principales funciones que ofrecen estos programas incluyen:

Modelado en 3D: Crea una representación tridimensional de objetos o sistemas. Los softwares de diseño de maquinaria industrial facilitan la elaboración de modelos 3D tanto de componentes individuales como de sistemas completos.

Simulación: Simula los diversos componentes y sistemas de las máquinas, lo que ayuda a analizar su rendimiento, detectar problemas potenciales y optimizar el diseño.

Documentación: Permite generar la documentación técnica necesaria, como planos, diagramas y listas de materiales, lo cual es crucial para la elaboración de manuales de operación y la obtención de certificaciones de calidad, además muy importante en el presente trabajo.

Hay varios tipos de software para el diseño de maquinaria industrial, cada uno con características y funcionalidades específicas. Los más comunes son:

- **Software de CAD (Diseño Asistido por Computadora):** Estos programas suelen incluir herramientas especializadas para diseñar componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos.

- **Software de CAE (Ingeniería Asistida por Computadora):** Estos son los programas que permiten realizar simulaciones de componentes y sistemas, incluyendo análisis de fuerzas, tensiones, vibraciones y flujos de fluidos.
- **Software de CAM (Fabricación Asistida por Computadora):** El software de CAM se utiliza para generar programas de control numérico (CNC) para máquinas. Normalmente incluye herramientas para diseñar trayectorias de corte, fresado y otros procesos de fabricación.

La elección del software más apropiado para el diseño de maquinaria industrial depende de las necesidades específicas del usuario, considerando factores como:

- El tipo de maquinaria a diseñar, en función del sector industrial.
- La complejidad de los diseños, atendiendo a la funcionalidad y la eficiencia.
- El presupuesto disponible y las preferencias individuales del usuario (<https://www.grupomadiver.com/post/software-de-dise%C3%B1o-de-maquinarias-industriales-qu%C3%A9-es-y-para-qu%C3%A9-sirve#:~:text=Esta%20funci%C3%B3n%20permite%20generar%20documentaci%C3%B3n,proceso%20y%20certificaciones%20de%20calidad>).

En el caso de la empresa MAQMO utilizan **Solid Edge**, el cual es un software de diseño asistido por computadora (CAD) desarrollado por Siemens Digital Industries Software. Es conocido por su capacidad de modelado en 3D y su enfoque en la ingeniería de producto,

ofreciendo herramientas avanzadas para el diseño, la simulación y la fabricación. Además esta empresa cuenta con la norma ISO para representar su documentación técnica.

4.2 Procesos y gestión

De acuerdo con el **segundo escenario** D'Alessio (2004) define la organización como la creación de una estructura planificada dentro del sistema de operaciones, donde se identifican las actividades necesarias y se asignan autoridades y responsabilidades para alcanzar los objetivos del sistema. Esto implica identificar las actividades necesarias y asignar de forma clara las responsabilidades y autoridades, asegurando una operación eficiente y coordinada. La clave está en la planificación estratégica, la asignación adecuada de roles y la comunicación fluida para lograr el éxito del sistema.

En el marco de la gestión, Lièvre & Landivar (como se citó en Lievre, Bootz & Wenger-Trayner, 2023) nos dice que “En las ciencias de la gestión surge una nueva disciplina: **la gestión del conocimiento**. Aunque inexistente en los años 90, hoy en día hay un flujo de 500 artículos al año solo en el campo de la gestión. El campo puede estimarse en 10 000 referencias académicas. Concretamente, 7163 artículos fueron listados en 2018 por la base de datos SCOPUS”, por lo tanto, dado que los fundamentos teóricos son muy variados, esto evidencia la complejidad del conocimiento como objeto y la diversidad de disciplinas involucradas en su respaldo. Esta estrategia de gestión surge en el contexto de las nuevas tecnologías de información. Este modelo está diseñado para aprovechar el conocimiento, las habilidades y la experiencia acumulada dentro de la organización, utilizándolos como fundamento para su crecimiento y desarrollo (Zabaleta, 2023). Ahora bien, el propósito central de este trabajo está completamente relacionado a una **competencia**, el cual es pertinente llamarla una gestión documental de planos, lo que me lleva a

definir este término. “La competencia se entiende como la capacidad de aplicar conocimientos en un contexto específico; implica la creación de un saber que está vinculado a la acción, el desempeño o la actividad, y se manifiesta dentro de un entorno particular” (Zabaleta, 2023, p.5). Entonces, ¿Cuál es mi acción? Gestión documental de planos, ¿Cuál es mi entorno? La empresa MAQUINADOS Y MONTAJES SAS (MAQMO SAS). De lo anterior, queda definido que mi competencia debe llevar una gestión, un proceso que va desde un diagnóstico hasta una documentación, y este proceso se conoce como gestión documental. “La gestión documental se comprende de actividades facilitadoras de la coordinación y el control de diversos aspectos vinculados a la creación, recepción, organización, almacenamiento, conservación, acceso y difusión de documentos” (Russo, 2011, p.10). Adicional a esto definimos **Gestión de procesos**, gestión encaminada a la calidad y la norma, importantes en este proceso de gestión, por consiguiente, “la Gestión por Procesos no es un modelo ni una norma de referencia sino un cuerpo de conocimientos con principios y herramientas específicas que permiten hacer realidad el concepto de que la calidad se gestiona” (Pérez, 2010, p.45). La gestión por procesos se enfoca en alinear todos los esfuerzos hacia objetivos comunes de la empresa y sus clientes. El diseño de los procesos debe centrarse en agregar valor tanto en los procesos mismos como en las actividades que los componen, pues estos procesos se convierten en el eje de los esfuerzos de mejora, buscando hacerlos más fiables, eficientes y de mayor calidad. Domínguez (2016) afirma:

La gestión de procesos es una herramienta destinada a alinear la estrategia con las prácticas organizativas, adoptando una visión que considera cada función como parte de un conjunto más amplio. En esencia, busca transformar la organización en todos sus niveles operativos para mejorar la gestión actual (p.10).

Ahora bien, muchos de los estudios previos sobre el tema se enfocan en los procesos de mejora (optimización) dentro de grandes empresas. Además, la gestión de procesos suele asociarse con tecnologías avanzadas o software de gestión. Sin embargo, esta práctica es un poco diferente, pues implica diagnosticar la estructura, desde los documentos y competencias que hay hasta los roles y el organigrama, pasando por los perfiles y procedimientos adecuados para la realización de planos que vienen de un diseño previo, y esto lo definimos como **gestión documental de planos** que está basado en una **competencia** que se identifica en una **gestión del conocimiento**.

4.3 La información

La información obtenida, la cual es transcrita en un plano de diseño, se presenta como un dato contextualizado.

La información está diseñada para solucionar problemas específicos. Debe estar accesible al público y contribuir tanto al desarrollo personal como al empresarial. Está presente en todas las áreas de actividad, así como en todos los sectores de la economía, la política y la sociedad. Ningún líder organizacional toma decisiones sin consultar previamente una gran cantidad de reportes. Además, influye en el servicio, la satisfacción del cliente, la calidad de los productos, la agilidad en la toma de decisiones y la eficiencia de la organización. Dada su naturaleza temporal y cambiante, lo que hoy es información relevante, mañana puede no serlo, y lo que es significativo para unos, puede no tener valor para otros (Pérez Rodríguez & Coutín, 2005, p.4).

La información es clave para resolver problemas y debe estar accesible para cualquier ocasión. Está presente en todos los niveles de actividad, y es fundamental para la toma de decisiones dentro de cualquier organización. De igual forma, la información puede perder relevancia rápidamente, afectando el servicio, la satisfacción del cliente, la calidad y la efectividad organizacional. En este contexto, una adecuada gestión documental es esencial, ya que permite

organizar, conservar y acceder de manera eficiente a la información necesaria, asegurando su disponibilidad y relevancia en el tiempo.

La gestión documental es clave para asegurar que cada sistema satisfaga las necesidades de información de sus usuarios, mediante la adecuada selección, organización, búsqueda y recuperación de las fuentes documentales relevantes para cada requerimiento. Por ello, los sistemas de gestión documental tienen como principal objetivo ayudar en la organización y funcionamiento de todas esas grandes cantidades de documentos en las organizaciones, con el fin de aumentar la eficiencia, reducir costos y maximizar los beneficios (Chávez Montejó & Pérez, 2013, p.3).

Como elemento fundamental según Saffady (como se citó Chávez Montejó & Pérez, 2013, p.5) los aspectos importantes de la gestión Documental son:

1. **Determinación de plazos de demora en los documentos:** Las organizaciones deben consultar diversas fuentes de información para establecer los tiempos de retención adecuados. Esta decisión es crucial para gestionar correctamente las etapas activas sin comprometer la economía organizacional.
2. **Garantía con las leyes y normativa:** Es esencial que las organizaciones se alineen con las normativas y regulaciones establecidas por las entidades a nivel nacional e internacional.
3. **Gestión en el registro organizacional de los inactivos:** Deben mantener actualizados y gestionados sus registros inactivos, cumpliendo con las regulaciones relacionadas con su transferencia y eliminación.

4. **Organización y recuperación de registros activos:** Existe una estrecha relación entre la gestión documental y la gestión de información, ya que los registros organizacionales son la fuente principal para los datos.
5. **Seguridad en registros vitales:** Es crucial para evitar riesgos económicos y profesionales que podrían afectar el funcionamiento interno de la organización (Saffady, 2004, p. 218).

Si la gestión documental se revisa de manera periódica, siguiendo las normativas establecidas y manejando correctamente el ciclo de vida de los documentos, contribuirá significativamente al éxito en la gestión de información y, por ende, una buena gestión del conocimiento.

4.4 Indicadores de rendimiento

Un indicador de rendimiento, es una medida cuantitativa diseñada para observar y gestionar el desempeño de un proceso productivo o de apoyo en relación con objetivos explícitos de eficiencia, eficacia y calidad. En manufactura, su utilidad principal es aportar evidencia objetiva para la toma de decisiones y la mejora continua mediante el seguimiento sistemático de variables críticas que revelan brechas y permiten priorizar acciones. La literatura aplicada en plantas industriales muestra que un sistema de indicadores bien definido integra métricas de tiempos, desperdicio y nivel de servicio con reglas de cálculo claras y reportes periódicos, de modo que el desempeño pueda auditarse y compararse entre períodos; un ejemplo de este enfoque se encuentra en una tesis de la Universidad ECCI, donde se estructura el nivel de servicio a través de un indicador combinado y se documentan criterios de aceptación y tabulados operativos (Acosta Guerrero & Panqueva Cayachoa, 2015).

En la práctica, los indicadores suelen organizarse en dos familias complementarias:

- Indicadores de tiempo y eficiencia, que cuantifican duraciones de tareas, esperas, paros o ciclos, y permiten relacionar resultados con recursos.
- Indicadores de cumplimiento (oportunidad), que miden la entrega “a tiempo” frente a una fecha de compromiso.

El referente de la Universidad ECCI utiliza el marco OTIF (On Time In Full) como métrica de nivel de servicio y lo desagrega en sus dos dimensiones (puntualidad y completitud) para aislar si los incumplimientos provienen del calendario (retrasos) o del alcance (faltantes), conectando el análisis con causas operativas y planes de mejora específicos (Acosta Guerrero & Panqueva Cayachoa, 2015).

Además, el diseño de los indicadores de desempeño debe contemplar una definición operativa precisa, es decir, establecer con claridad qué se mide, cómo se calcula y bajo qué criterios se acepta el resultado, junto con la ventana temporal de análisis, la fuente de datos y las reglas de inclusión o exclusión aplicadas. En la tesis desarrollada en la Universidad ECCI, se resalta la importancia de documentar las condiciones de cálculo y las tolerancias de cumplimiento para garantizar la trazabilidad y la comparación de resultados a lo largo del tiempo (Acosta Guerrero & Panqueva Cayachoa, 2015). En los indicadores asociados al nivel de servicio, como el OTIF, se sugiere descomponer el análisis en dos componentes:

- El tiempo de cumplimiento.
- La completitud de la entrega.

Con el fin de identificar si las desviaciones provienen de retrasos en el calendario o de incumplimientos en el alcance pactado. De esta forma, los indicadores dejan de ser simples

registros cuantitativos para convertirse en herramientas de control y mejora continua, orientadas a optimizar el desempeño operativo y reducir pérdidas derivadas de ineficiencias en los procesos.

4.1 Fórmulas y criterios de uso

Puntualidad, (On Time, OTD).

$$\text{OTD (\%)} = (\text{Órdenes/documentos entregados en la fecha o ventana comprometida} \div \text{Órdenes/documentos entregados}) \times 100$$

Evalúa la puntualidad estricta respecto a la fecha de compromiso. Requiere definir una ventana de aceptación (por ejemplo, una tolerancia de ± 1 día según política) y establecer la fuente de marca de tiempo (orden, guía, registro del sistema).

Compleitud (In Full, IF).

$$\text{IF (\%)} = (\text{Órdenes/documentos entregados completos} \div \text{Órdenes/documentos entregados}) \times 100$$

Verifica que la entrega cumpla el alcance pactado. Es necesario explicitar los criterios de completitud (por ejemplo, porcentaje mínimo 95–100% sin faltantes críticos o, en documentación, contenido íntegro y vigente).

Nivel de servicio combinado (OTIF).

$$\text{OTIF (\%)} = (\text{Órdenes/documentos "a tiempo y completos"} \div \text{Órdenes/documentos entregados}) \times 100.$$

Exige simultáneamente puntualidad y completitud, por lo que solo otorga cumplimiento cuando ambas condiciones se satisfacen a la vez. La desagregación en OTD e IF permite diagnosticar con precisión si la brecha obedece a fechas o a contenido, y facilita diseñar acciones correctivas específicas. Para un seguimiento útil, conviene fijar la ventana de observación

(semanal/mensual), definir reglas de exclusión (por ejemplo, pedidos anulados) y reportar con consistencia (misma ventana, mismas reglas), incorporando tendencias y análisis causal.

5. Marco contextual

MAQUINADOS Y MONTAJES S.A.S (MAQMO, 2025) es una empresa colombiana fundada en 1994, con sede en Girón, Santander, especializada en la fabricación de equipos industriales para sectores como alimentos, bebidas, farmacéuticos y químicos. Su operación se centra en ofrecer soluciones integrales que abarcan desde el diseño ingenieril hasta el montaje de máquinas para procesos de envasado, taponado y etiquetado, adaptándose a las necesidades técnicas de clientes nacionales e internacionales. Con una trayectoria de casi tres décadas, la empresa tiene su posición en el mercado mediante la adopción de tecnologías avanzadas (como tornos CNC y centros de mecanizado) y certificaciones internacionales que respaldan su compromiso con la calidad, seguridad y sostenibilidad (ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001).

Según la página oficial de **MAQUINADOS Y MONTAJES S.A.S (MAQMO)**:

MISION: Proveer soluciones integrales a requerimientos, exigencias y necesidades del sector industrial, relacionados con el diseño de equipos, partes y mejoramiento de procesos a través de la ingeniería.

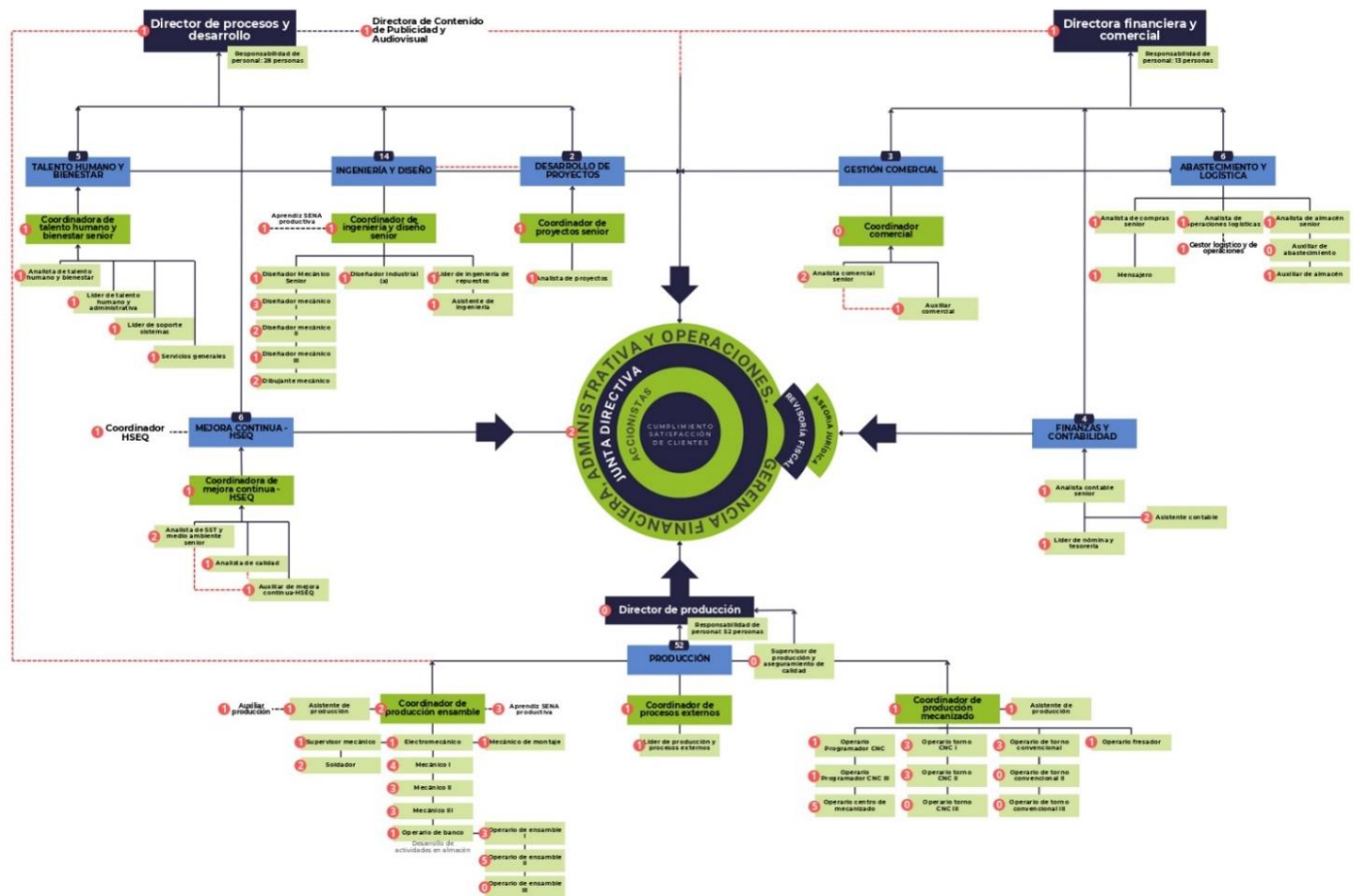
VISION: Fortalecer el reconocimiento alcanzado en Colombia y posicionarse en el mercado interamericano, como un equipo que desarrolla ingeniería con un alto desempeño investigativo e innovador, estableciendo alianzas estratégicas con empresas del sector metalmecánico.

ORGANIGRAMA JERÁRQUICO:

Figura 1

Organigrama jerárquico de la empresa

ORGANIGRAMA MAQMO
SOMOS EQUIPO



DG-F-01. V_4
ACTUALIZACIÓN: FEBRERO 01 DE 2025

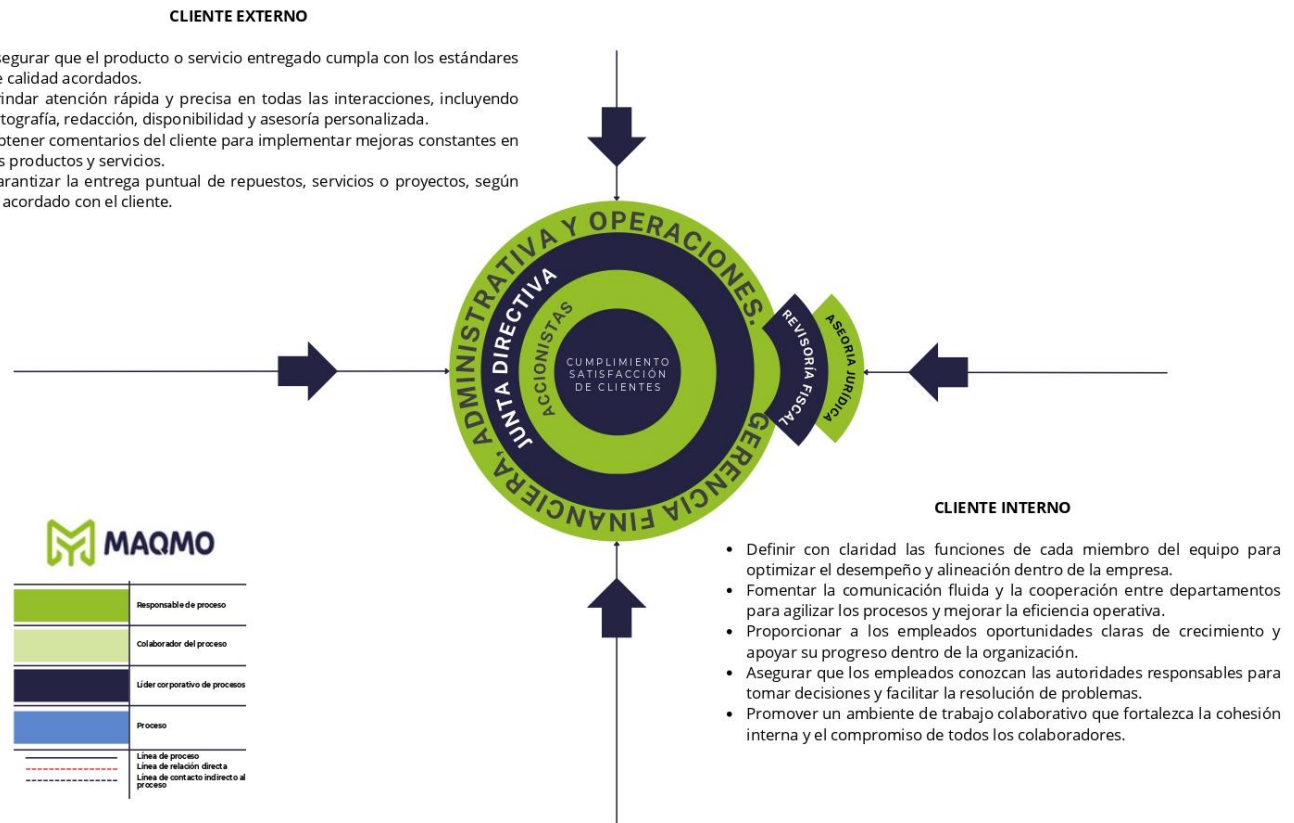
Nota. Imagen tomada de los archivos corporativos de la empresa (MAQMO).

Figura 2

Estructura para la comprensión del organigrama jerárquico de la empresa

NUEVA ESTRUCTURA PARA LA COMPRESIÓN DEL ORGANIGRAMA

SOMOS EQUIPO



DG-F-01, V_4
ACTUALIZACIÓN: FEBRERO 01 DE 2025

Nota. Imagen tomada de los archivos corporativos de la empresa (MAQMO).

5.1 Estructura organizacional y enfoque operativo

La empresa opera bajo un Sistema Integrado de Gestión (SIG), estructurado en tres pilares:

- **Procesos estratégicos:** Incluyen la gestión financiera, administrativa y la mejora continua en HSEQ (Salud, Seguridad, Medio Ambiente y Calidad).
- **Procesos misionales:** Destacan la gestión de proyectos, diseño ingenieril, producción de equipos y servicios de montaje.

- **Procesos de apoyo:** Abarcan abastecimiento (compras, almacén, logística), gestión de talento humano y gestión comercial.

MAQMO gestiona proyectos bajo un flujo estandarizado que inicia con la solicitud de cotización del cliente y finaliza con el despacho del producto, garantizando el cumplimiento de especificaciones técnicas, plazos y presupuestos. Para ello, utiliza herramientas como cronogramas detallados, matrices de riesgo y reuniones periódicas de seguimiento, para una comunicación efectiva entre los equipos de ingeniería, producción y logística.

5.2 Reseña histórica de la empresa

MAQMO inició en 1994 como un taller de mantenimiento en Bucaramanga, equipado con un torno manual de 7.5 CV. Sus primeros proyectos, como la fabricación de transportadores de botellas para EMBOSAN, sentaron las bases de su enfoque en innovación y adaptabilidad. En el año 2000, dio un salto tecnológico al adquirir su primer torno CNC y centro de mecanizado vertical, lo que le permitió fabricar piezas para maquinaria importada y competir en mercados exigentes. Esta modernización se complementó con una renovación de su imagen corporativa en 2004 y la ampliación de su portafolio a sectores como hidrocarburos y lácteos, consolidando su presencia nacional.

La internacionalización comenzó en 2006 con proyectos en Venezuela, incluyendo la fabricación de líneas de envasado para Coca-Cola FEMSA, lo que marcó su entrada formal a mercados extranjeros. Para 2011, la empresa construyó una planta industrial de 2000 m² en Girón, equipada con tecnología de punta, que le permitió fabricar equipos de gran escala, como capsuladoras monoblock y sistemas de seguridad para envasado. Este crecimiento se respaldó con la obtención de certificaciones ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 y OHSAS 18001:2007 en 2013, reforzando su credibilidad en mercados globales.

En 2018, estableció alianzas estratégicas con empresas como Hydrobas y WESCO, integrando procesos de corte láser y chorro de agua que redujeron tiempos de fabricación en un 30%. La era digital se consolidó con la implementación de software de diseño 3D (Solid Edge) para optimizar la ingeniería inversa y la personalización de equipos, así como la incorporación de sistemas IoT en 2023 para monitoreo remoto, lo que permitió mantenimiento predictivo y redujo tiempos de inactividad en un 25%. Actualmente, MAQMO opera en 12 países, incluyendo Perú, Ecuador y República Dominicana, ejecutando proyectos de montaje eléctrico-mecánico para multinacionales como Bavaria, Coca Cola y Nestlé.

Nota: Toda esta información es obtenida de la página oficial de **MAQUINADOS Y MONTAJES S.A.S (MAQMO, 2025)**

6. Fase de diagnóstico

6.1 Estado actual del diseño en MAQMO S.A.S

El procedimiento de ingeniería y diseño en MAQMO, va desde la planificación hasta la entrega final de soluciones industriales. Su **OBJETIVO** es establecer directrices que permitan mediante el uso de parámetros técnicos, obtener un proyecto de Ingeniería para procesos industriales, fabricación de máquinas, equipos y sus componentes, de tal forma que cumplan con las expectativas y necesidades del cliente, este procedimiento es el siguiente:

6.1.1 Determinación de viabilidad del posible proyecto de ingeniería

Los clientes o clientes potenciales plantean la necesidad al director de ingeniería y producción, quien evalúa y define la pertinencia del posible proyecto, teniendo en cuenta los retos y la capacidad productiva, a fin de satisfacer las necesidades expuestas. El encargado de esta primera fase es el director de ingeniería y producción. ***En caso de no haber viabilidad para la realización del proyecto se da por terminado el procedimiento.***

6.1.2 Registro de información inicial para el posible proyecto

El director de ingeniería y producción y/o los diseñadores mecánicos bajo la dirección del director de Ingeniería y Producción, realizan la toma y registro de la información que se considere pertinente para el desarrollo del posible proyecto de Ingeniería. Posterior a esto se hace el levantamiento dimensional del proyecto y/o repuesto, los encargados de este levantamiento pueden ser el director de ingeniería y producción y/o diseñadores mecánicos.

6.1.3 Entrega de información preliminar a la dirección administrativa y financiera

En base a la información suministrada por el área de ingeniería, se procede a realizar cotización, establecer el contrato, recepción del pedido, y asignar la orden de trabajo u OT. Se comunica según la complejidad del proyecto el tiempo estimado en días por parte del área de ingeniería (Coordinador de ingeniería). En esta parte se registra lo siguiente:

- Levantamiento dimensional del proyecto y/o repuesto
- Contrato
- Orden de pedido
- Orden de trabajo

Los encargados de esta sección son el director administrativo y financiero.

6.1.4 Recepción y registro de la OT

El coordinador de ingeniería realiza la recepción mediante software de gestión de M&M, para revisar el desarrollo de la OT según la promesa de entrega pactada en la reunión de producción. Como se muestra a continuación:

Figura 3

Software de gestión de maquinados y montajes



Nota. Imagen tomada como una “captura de pantalla” de la interfaz del software

(Maquinados & Montajes, 2025)

En esta sección se registra el software de gestión, las ordenes de trabajo y la planeación de ingeniería correspondiente. El encargado de esta sección es el coordinador de ingeniería.

6.1.5 Asignación del responsable del desarrollo del proyecto

El coordinador de Ingeniería en consenso con el director de Ingeniería y producción, definen según las habilidades y pertinencia del proyecto el diseñador mecánico acorde para liderar el desarrollo de la OT, esto se registra en el software de gestión, el cual genera las ordenes de trabajo en concordancia con planeación de ingeniería. Los encargados en esta sección son el director de ingeniería y producción junto al Coordinador de ingeniería.

6.1.6 Entrega y recopilación de información

El coordinador Comercial suministra la información del proyecto por medio de la orden de trabajo interna en el cual especifica el alcance, los requisitos legales, requisitos de funcionamiento y de desempeño.

El diseñador encargado busca en los archivos los planos previos, muestras, bocetos, fotos que puedan aplicar al desarrollo de la OT asignada, verificando toda la información y listando las

necesidades de información o datos que requiera para cumplir con el desarrollo de la OT y registra en la OT los elementos de entrada de ingeniería con la ruta en la que se encuentran.

6.1.7 Requisición de información faltante

El diseñador mecánico y/o coordinador de ingeniería solicitan por escrito, les sea suministrada la información faltante que considera clave para el desarrollo de la OT, al director de ingeniería y producción, quien a su vez suministra en el menor tiempo posible la información solicitada. Este registro es efectuado por medio de correos electrónicos internos de la empresa. En esta parte los encargados son el Coordinador de ingeniería y/o el diseñador Mecánico.

6.1.8 Definición de tipo de proyecto

De acuerdo con el tipo de información de entrada, el Coordinador de Ingeniería, puede definir el proyecto dentro de los siguientes tipos:

- A. Repuesto
- B. Proyecto (Puede ser de gran complejidad o simplemente una mejora partes de una maquina)
- C. Servicio (Montajes, mantenimientos, levantamientos dimensionales)

Una vez definido el tipo de proyecto el Coordinador de Ingeniería designa a través de una programación el Diseñador Mecánico encargado de desarrollarlo teniendo en cuenta sus habilidades y la programación previa para evitar sobrecargar de trabajo a ningún miembro de su equipo de Ingeniería.

NOTA: Los elementos de entrada sólo aplicará para los proyectos tipo C y tipo B.

Para los proyectos tipo A se registra en el software de gestión, mediante las ordenes de trabajo en concordancia con planeación de ingeniería. El encargado de esta sección es el diseñador Mecánico.

6.1.9 Desarrollo del proyecto

Si el proyecto es de tipo B (Proyecto):

Teniendo en cuenta los elementos de entrada, se analiza el proyecto, la función que se espera que cumpla, los requerimientos del cliente o el sitio o espacio que va a ocupar para comenzar a diseñar el proyecto. Este tipo de proyecto aplica para los desarrollos innovadores que impliquen alto grado de complejidad y análisis de ingeniería de varios sistemas.

Si el proyecto es de tipo A (Repuesto):

Partiendo de los elementos de entrada, se analiza qué función está cumpliendo la pieza, maquina o parte a mejorar, el porqué de las necesidades de cambio, a fin de dar la solución adecuada.

Se tiene en cuenta además información o planos archivados que tengan relación con la solicitud de mejora. Este tipo aplica para los desarrollos de mejoramiento que impliquen algún grado de complejidad y análisis de ingeniería de varios sistemas.

Si el proyecto de tipo C (Servicio):

En coordinación con el encargado del área de proyectos, se realizan las debidas gestiones, como establecer las fechas, el personal y los recursos necesarios para realizar el servicio solicitado, que puede ser un montaje, un mantenimiento o un levantamiento dimensional.

6.1.10 Resultado del proyecto

Los resultados del proyecto se presentan por medio de los planos y memorias de cálculo si lo requiere el proyecto.

6.1.11 Revisión

La revisión de los planos o diseños de ingeniería se efectúa buscando total satisfacción del cliente, alcanzando el cumplimiento de los requisitos establecidos para el diseño y desarrollo,

dichas revisiones serán efectuadas por el coordinador de ingeniería, director de ingeniería y producción y el coordinador de mecanizado.

Adicionalmente se deben realizar revisiones sistemáticas para evaluar la capacidad de los resultados, identificando cualquier problema, proponiendo soluciones, acciones correctivas, preventivas y de mejora tendientes al logro de los objetivos.

6.1.12 Verificación

La aceptación o rechazo de los resultados del proyecto se decide como efecto de la verificación final del proceso, en esta actividad se comparan las características finales del diseño contenidas en los planos, memorias de cálculo, especificaciones operativas, etc., contra los requerimientos del proyecto establecidos previamente.

Se registran:

- Desarrollo de plano a Producción.
- Desarrollo de plano con modificación
- Memorias de calculo

Área encargada: director de ingeniería y producción, Coordinador de ingeniería, Coordinador de mecanizado y Diseñador mecánico.

6.1.13 Control de cambios

Los cambios en el diseño de los planos de ingeniería se controlan directamente en el formato del plano cada vez que se genere un cambio o modificación y permite llevar la trazabilidad de las mejoras que se le realicen a los proyectos (el registro de estos cambios los realizara el diseñador mecánico encargado).

Estos cambios deben revisarse, verificarse y validarse según sea apropiado, así como aprobarse antes de su implementación (la aprobación de estos cambios será realizados por el director de ingeniería y/o producción, coordinador de ingeniería y/o coordinador de mecanizado).

Se debe confirmar que el cambio realizado no afecta el cumplimiento de los requisitos especificados por el cliente.

6.1.14 Validación

- La etapa inicial para el proceso de validación del proyecto se da una vez ha sido aprobada la verificación y se confirma que los criterios establecidos para esta se cumplen totalmente, en caso contrario no es posible iniciar con la validación. Esta etapa es desarrollada directamente con el director de ingeniería y producción, quien aprueba el resultado.
- El objetivo de la validación es corroborar finalmente que, el diseño cumple con las necesidades y expectativas solicitadas por el cliente, para lo cual se establecen los requisitos técnicos que el proyecto requiere para su óptimo desempeño y funcionamiento.
- La validación del producto fabricado para el proyecto se realiza con el objetivo de reconfirmar la validación del proyecto directamente sobre el producto tangible y en condiciones reales; para esto se realizan pruebas y/o ensayos de taller y de ser el caso pruebas de campo en condiciones normales de funcionamiento.

6.1.15 Descripción de ensayos y/o pruebas

Los ensayos y/o pruebas de taller se definen de acuerdo con las condiciones y características del producto fabricado, estas pueden involucrar pruebas de tipo hidrostáticas, presión, soporte de cargas y los que sean requeridos. (se deja registro de los resultados de los ensayos y pruebas en el formato de planos de producción)

Si la validación es realizada por el cliente, él determina sus condiciones y registros. Formalmente el director de ingeniería y producción solicitará la retroalimentación de esta información.

Nota: Para proyecto se debe hacer reporte de servicio técnico. El jefe de producción será el encargado de cargar en el software de gestión la validación de estos tipos de proyectos antes de marcar como terminada la OT.

En esta última fase se registran:

- Correo electrónico
- Cartas
- Formatos propios de los clientes
- Validación de proyectos de ingeniería
- Software de gestión
- Reporte de servicio técnico

Áreas encargadas: director de ingeniería Y producción, Cliente y jefe de producción.

6.2 Organización de planos en la empresa MAQMO

En primer lugar, es importante reconocer ¿cómo generan estos planos? ¿Qué programa utilizan? ¿Y cuáles sus formatos de elaboración?

Como se evidencio anteriormente en el procedimiento de ingeniería de diseño, una vez es aprobado el proyecto, se identifica el tipo de OT (Si el proyecto es de **tipo R** (Repuesto), si el proyecto es de **tipo P** (Proyecto), si es de **tipo S** (Servicio)).

A tipo de ejemplo, utilizamos una OT de tipo P, en el cual mejoran o modifican una maquina en específico para su correcto y eficiente funcionamiento, para esto un encargado del área de diseño va al local de la empresa, identifica la máquina, realiza un levantamiento dimensional

del local y realiza las medidas necesarias para iniciar el proyecto. Con este levantamiento dimensional se procura no exceder en dimensión la modificación de la máquina; suponiendo que la maquina requiera una pieza/sistema adicional como por ejemplo el eje conducido de una desempacadora, el cual tiene un soporte central (Varias piezas) y un eje conductor (única pieza)

Figura 4

Catalogo de partes de una empacadora



Nota. Imagen tomada de los archivos organizacionales de la empresa.

Si es una máquina que no se ha fabricado antes, se toman fotos en el levantamiento dimensional, se toman las medidas necesarias en conjunto a los requerimientos del cliente.

Pero, si es una máquina que ya se ha fabricado anteriormente, se encontrará en la planoteca de la empresa, un catálogo en donde se identifican las partes de la maquina en cuestión (figura 4), el cual proporciona la pieza a fabricar, así como sus medidas y material, en algunos casos, ya hay

piezas maquinadas, y se puede medir sus dimensiones con un calibrador para tomarla como referencia. Con estos datos, el diseñador ya puede realizar el diseño en el programa, ahora:

6.2.1 Software de diseño

Se utilizan 2 programas, Auto CAD y Solid Edge; para saber en qué caso se utiliza uno o el otro, es necesario reconocer la aplicación posterior de la pieza, es decir, ¿Qué se hará con la pieza posteriormente al diseño?

En general se realizan mecanizados mediante las maquinas CNC Y el centro de mecanizado con las maquinas Handymand 1000 de MacroMicro o la VM22 de Militronics, entre otros que hay en la empresa, y el programa utilizado para elaborar estos planos es el Solid Edge, sin embargo, hay aplicaciones en las que se requiere archivos de Auto CAD, como lo son los archivos de corte.

La secuencia de pasos y consideraciones generales para la elaboración de los archivos (planos) de corte aplica para el proceso de Ingeniería y Diseño (diseñador, dibujante y/o auxiliar), desde la elaboración hasta la entrega al proceso de producción (subproceso-procesos externos), en consecuencia, las consideraciones/definiciones son:

- **Doble o Plegado:** Es la deformación plástica del metal alrededor de un eje recto.
- **La chapa metálica:** es una lámina delgada de metal que se obtiene a partir de la laminación de diversos materiales.
- **Archivo de corte:** Es un archivo que contiene la vista 2D del modelo CAD adecuada para el proceso externo de corte laser, agua o plasma.
- **Corte laser:** Es una técnica empleada para cortar piezas de lámina (Chapa), caracterizada en que su fuente de energía es un láser que concentra luz en la superficie de trabajo. Para poder evacuar el material cortado es necesario el aporte de un gas a presión como oxígeno o nitrógeno.

- **Corte cizalla:** Es la operación de corte de una lámina de metal a lo largo de una línea recta entre dos bordes de corte. Generalmente se usa para reducir grandes láminas a secciones más pequeñas.
- **Corte agua:** Proceso de corte industrial que se produce cuando un chorro de agua a muy alta presión, o una mezcla de agua y una sustancia abrasiva, corta una amplia gama de materiales.
- **Corte plasma:** El plasma es un gas que se ha calentado a gran temperatura y conduce la electricidad. La energía necesaria para producir el corte se genera mediante un arco eléctrico entre un electrodo y el metal base en dicho gas altamente ionizado. Este arco es estrangulado en la boquilla dando lugar al calor y efecto de “soplo” necesario para desalojar el metal fundido
- Las piezas que requieren un proceso de corte son las que se fabrican a partir de una materia prima con una presentación de lámina con espesor comercial. Se debe tener en cuenta las especificaciones para cada calibre, material y formato de lámina.

Teniendo en cuenta las definiciones anteriores, los programas se usan de la siguiente manera:

- **Archivo. psm (Exclusivo de Solid Edge):** También conocido como chapa metálica, son modelos sólidos que se pueden representar tanto en la conformación de chapa como en un modelo plano. Estas piezas tienen un espesor uniforme y pueden modificarse mediante la adición de funciones. Entre las funciones se incluyen paredes, cortes, rasgaduras, plegados, despliegues, restauración de plegados, formas, entallas, punzones y desahogo.
- **Archivo. dft (Exclusivo de Solid Edge):** Este es un archivo donde se realizan los planos en 2D de las piezas que requieren proceso de mecanizado o corte sencillo.

- **Archivo. dwg:** En un archivo vectorial en 2D del modelo CAD de la pieza originario del programa AutoCAD, el cual sirve para enviar los archivos de corte para procesos externos o según requiera, en la planta MAQMO. (Casos maquinados para proceso de corte)
- **Archivo. Par (Solid Edge):** En un archivo en 3D del modelo CAD de la pieza originario del programa de Solid Edge.

Para las operaciones de corte, la empresa usa algunos proveedores, los proveedores más usados son WESCO de Bogotá el cual ofrece el servicio para corte, laser en acero inoxidable de máximo 19 mm e HYDROBAS de Bucaramanga en el cual se tiene estipulado realizar cortes hasta 8mm por láser y 25 mm por agua.

Para procesos con el proveedor WESCO se manejan tolerancias de corte entre 0.3 mm y 1 mm, las cuales varían según el espesor del material.

En cuanto a los planos, WESCO sugiere una estructura y una codificación en particular, para poder interpretar mejor el corte (ver anexo A), continuación uno de los puntos esenciales del instructivo:

- Los planos deben ser entregados en formato DXF o DWG de Auto CAD, en este formato podemos exportar directamente al programa de la máquina.

- Cada una de las piezas debe ir guardada en un archivo independiente escala 1:1 en unidad de milímetros. Al final del nombre del archivo por favor colocar el número de piezas a cortar.

- El color de los contornos debe ser blanco para corte, amarillo para marcado y rojo para líneas de plegado.

- En el texto del e-mail deben ir especificados los parámetros del material.

- a) Material (Inoxidable, HR, CR, etc.)

- b) Tipo (316L, 304, 430, etc.)

c) Calibre o espesor (0.9 - 20 mm)

De acuerdo con la potencia de la maquina está en la capacidad de cortar metales de hasta 20 mm de espesor, de acuerdo con el material, estos son los más comunes cortados por la maquina laser y los espesores máximos.

Para procesos con el proveedor HYDROBAS se manejan tolerancias de ± 0.02 mm, las cuales varían según el espesor del material, y que se presenta conicidad en corte de $\pm 1^\circ$ en espesores mayores a 8 mm, los acabados pueden variar dependiendo la velocidad de corte que se maneja así = 20%,40%,60%,80% (Ver anexo B).

Los planos deben ser proporcionados en formato DXF o DWG de Auto CAD, en unidades de mm, escala 1:1, se debe utilizar color blanco para las líneas de corte, verde para las líneas de grabado y azul para las líneas de contorno del material, es importante acotar al menos una distancia de referencia, como también relacionar el tipo de material (HR, CR, Inoxidable, etc.), calibre o espesor (cal18, t=16mm) y las cantidades necesarias de cada pieza.

Dependiendo la exigencia de la pieza a revisar, se elige la mejor alternativa respecto al proveedor para el proceso, teniendo en cuenta las ventajas en los acabados que ofrecen cada uno de estos y la variación en el costo entre ellos.

6.2.3 ¿Cómo se guardan los planos según su aplicación?

En primer lugar, es esencial definir la ruta de acceso del procedimiento para archivar registros de diseño de la empresa

Tabla 1

Ruta de acceso para la gestión documental de los planos

RUTA DE ACCESO

DISCO DE ACCESO (Z)
ARCHIVOS DE DISEÑO
PAIS
CIUDAD
CLIENTE
LINEA Y/O DEPENDENCIA
MAQUINA Y/O EQUIPO
SISTEMAS PRINCIPALES
COMPONENTES DE LOS SISTEMAS PRINCIPALES
LISTADO DE PARTES

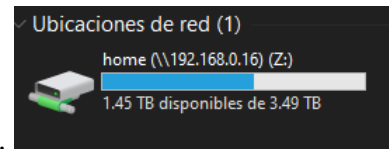
Nota. Esta tabla muestra cómo se debe organizar un plano según las características principales.

La gestión de carpetas y archivos para el área de ingeniería y diseño está organizada de acuerdo con el organigrama de la tabla 1 y su objetivo es dar a conocer al diseñador la organización de carpetas y archivos en la interfaz del explorador de Windows y el software de gestión para el área de diseño, a fin de seguir las directrices para su gestión en la creación de un nuevo proyecto.




Los pasos para acceder son los siguientes:

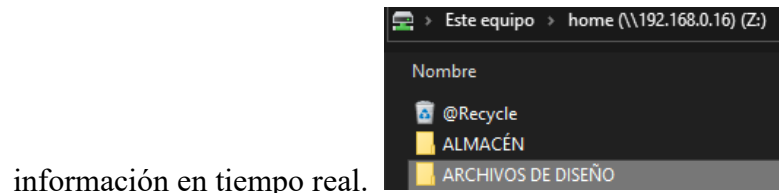
6.2.3.1 Acceder al servidor Z.

Se accede al servidor de red externa a su PC en el cual se encuentra almacenada toda la información de la organización.



Puede acceder por:

- Desde en botón de Inicio , Este Equipo .
- Desde el Icono del Explorador de Windows .
- Una vez dentro del servidor encontrara la capeta **archivos de diseño**, en esta carpeta se almacena toda la información concerniente al área de ingeniería y diseño, el cual esta conectada en cada computador de tal forma que todos puedan ver la



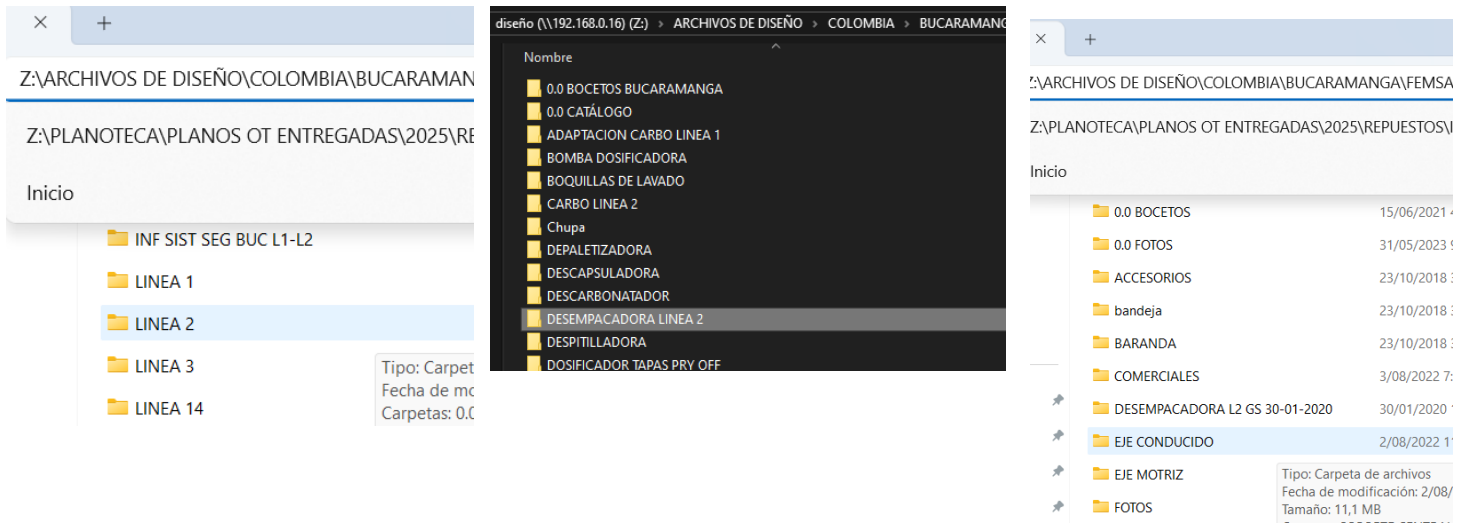
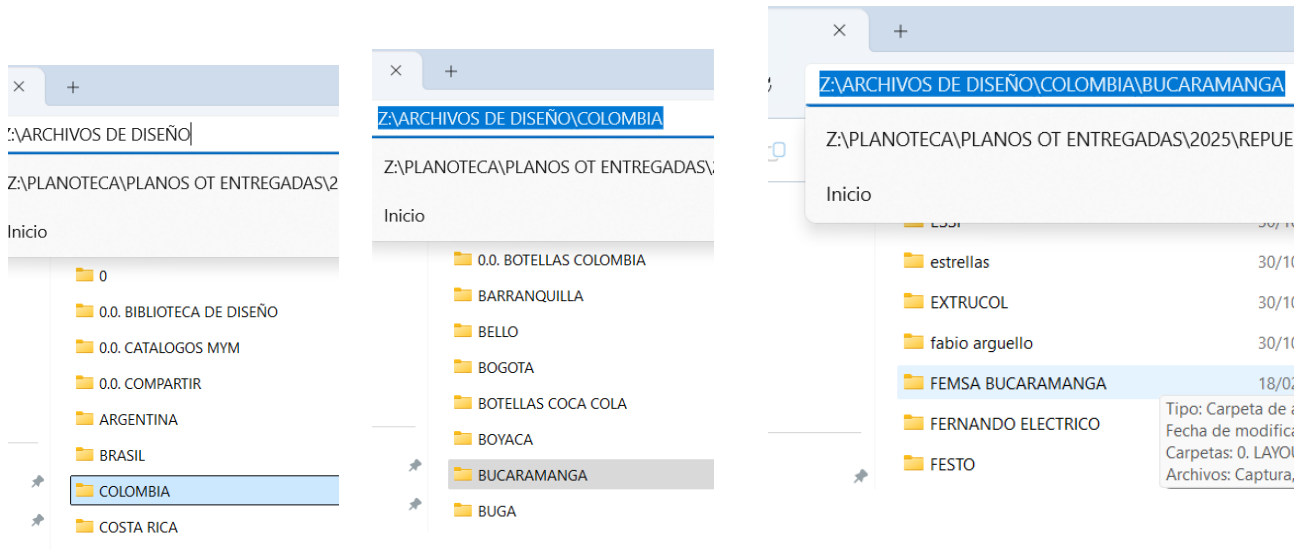
información en tiempo real.

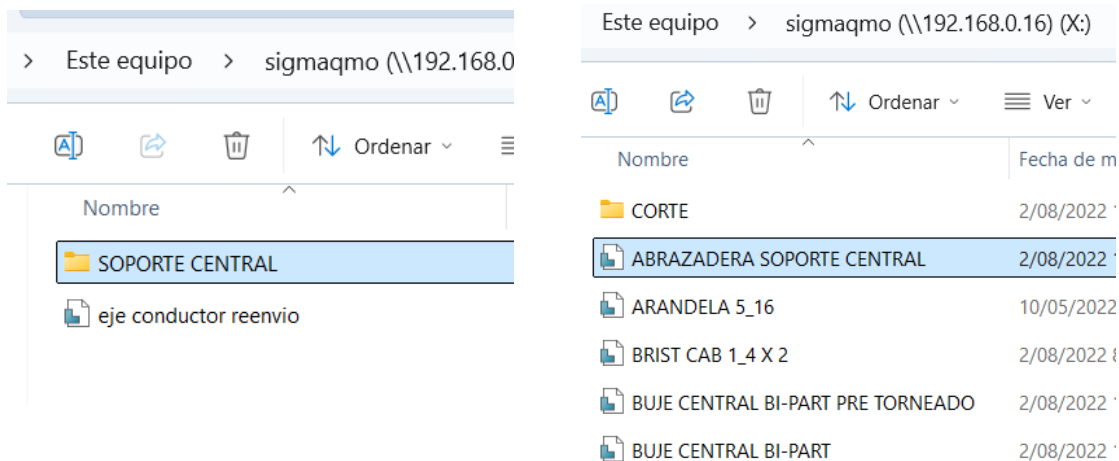
- Dentro de esta carpeta encontrara la información desglosada según la siguiente secuencia: **PAIS/CIUDAD/CLIENTE/LINEA O DEPENDENCIA/MAQUINA O EQUIPO/SISTEMA PRINCIPAL/COMPONENTES SISTEMAS/PARTES.**

A modo de ejemplo:

Figura 5

Secuencia de organización de información de planos y archivos





Nota. Imagen tomada de los archivos organizacionales de la empresa.

Las líneas son zonas de organización en las cuales están ubicadas las maquinas en el local de la empresa de forma lineal.

6.3 Documentación técnica

Después del diseño ¿Cómo se presentan los planos? Hay 3 tipos de formatos de planos según su destino o aplicación:

- **Planos externos:** Planos que serán enviados a otro centro de mecanizado o proveedor diferente para su posterior proceso.
- **Planos con modificación:** Planos de piezas ya antes hechas que requieren una modificación.
- **Planos a producción:** Planos de piezas diseñadas para su posterior creación o re-fabricación.

El formato de DESARROLLO DE PLANOS EXTERNOS es el siguiente:

Figura 6

Representación de planos externos.


										PROYECCION:  Cota Lineal:mm / Angular: ° TOLERANCIA GENERAL ISO 2768		CODIGO IN-F-10 VERSION 02		 Este plano es propiedad de Maquinados y Montajes S.A.S. Prohibida su reproducción total o parcial sin autorización.	
OT N°					DIBUJO		N° PLANO								
					FECHA										

Nota. Imagen tomada de los archivos organizacionales de la empresa.

El formato de PLANOS CON MODIFICACION es el siguiente:

Figura 7

Representación de planos con modificación

										PROYECCION:  Cota Lineal:mm / Angular: ° TOLERANCIA GENERAL ISO 2768		CODIGO IN-F-04 VERSION 02		 Este plano es propiedad de Maquinados y Montajes S.A.S. Prohibida su reproducción total o parcial sin autorización.	
CLIENTE					DIBUJO		N° PLANO								
EQUIPO					REVISO										
DESCRIPCION					APROBO										
OT N°					FECHA										

Nota. Imagen tomada de los archivos organizacionales de la empresa.

El formato de PLANOS A PRODUCCION es el siguiente:

Figura 8

Representación de planos a producción

										PROYECCION:  Cota Lineal:mm / Angular: ° TOLERANCIA GENERAL ISO 2768		CODIGO IN-F-03 VERSION 03		 Este plano es propiedad de Maquinados y Montajes S.A.S. Prohibida su reproducción total o parcial sin autorización.	
CLIENTE					DIBUJO		N° PLANO								
EQUIPO					REVISO										
DESCRIPCION					APROBO										
OT N°					FECHA										

Nota. Imagen tomada de los archivos organizacionales de la empresa.

En el caso del plano dirigido a producción, el auxiliar de producción debe recibir los planos emitidos en físico por el proceso de Ingeniería y registrar recibido en una tabla denominada IN-F-01 Registro y control de entrega de planos, como se muestra a continuación:

Figura 9

Registro y control de entrega de planos

 Código: IN-F-01 Versión 04 Fecha de actualización: 13/01/2025												
N°	FECHA	HORA	OT	EQUIPO	DESCRIPCIÓN	N° DE PLANOS	NOMBRE Y CARGO DE QUIEN ENTREGA	NOMBRE Y CARGO DE QUIEN RECIBE	CAMBIO O DEVOLUCION		PLANOS	OBSERVACIONES
									(X) C - CAMBIO Y D - DEVOLUCION			
1												
2												
3												
4												

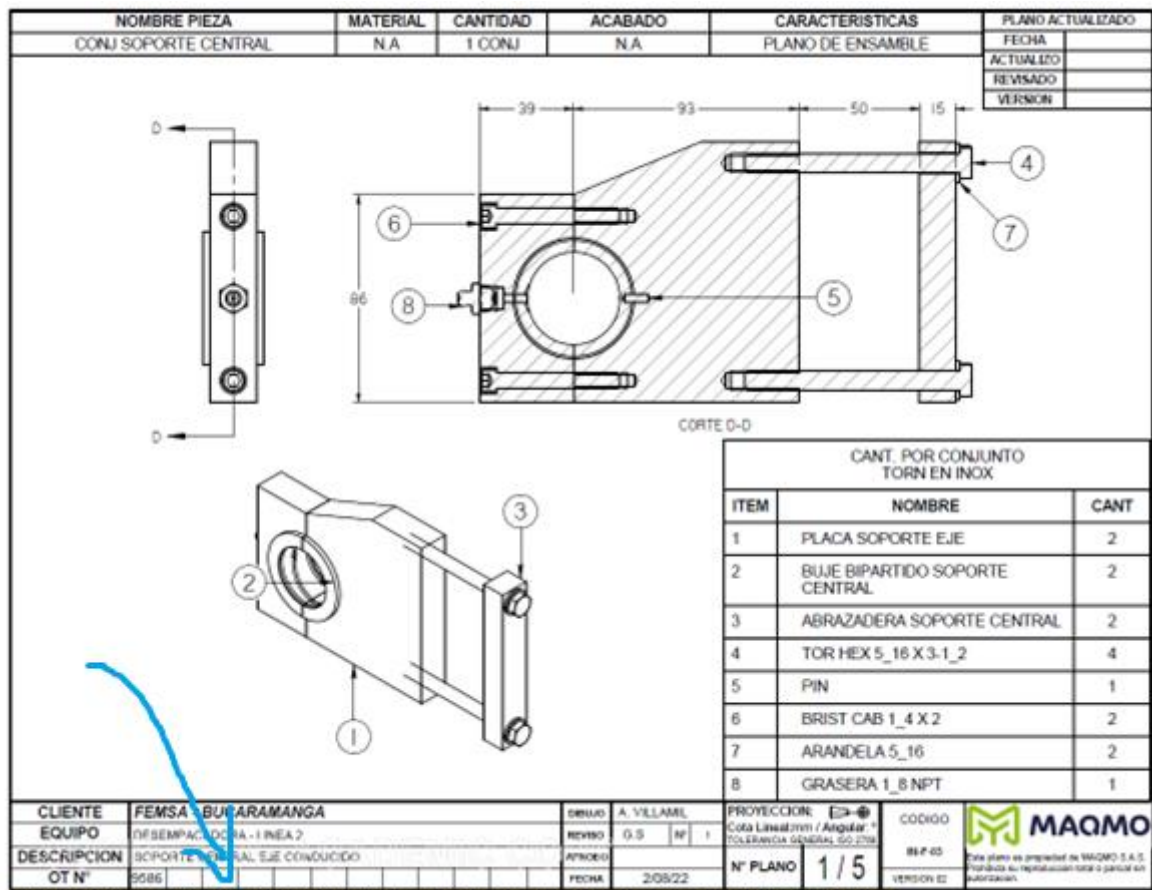
Nota. Imagen tomada de los archivos organizacionales de la empresa.

El coordinador de cada proceso debe realizar la verificación de la conformidad de los planos en la siguiente tabla que se encuentra en la parte de atrás del plano.

Una vez validados los planos, por parte de las coordinaciones, el auxiliar de producción debe organizar los planos en digital, desde la carpeta de ingeniería (según ruta de acceso que se encuentra ubicada en la parte inferior del plano como se muestra en amarillo), debe extraer copia digital en PDF del plano y archivarla en la carpeta digital de producción.

Figura 10

Ruta de acceso del plano



Nota. Imagen tomada de los archivos organizacionales de la empresa.

Todos estos planos utilizan la norma ISO 2768 para la tolerancia general, esta norma se presenta como un estándar de fabricación internacional de tolerancias que simplifica las especificaciones de dibujo para mecanizado CNC. Más sin embargo la empresa no cuenta con una documentación técnica de la elaboración de estos planos, más allá de la experiencia de los ingenieros más veteranos, además, la forma de acotar las piezas depende en gran parte de la aplicación o proceso que se le va a dar a la pieza especificada del plano, pues el punto es entregarle la información lo más clara posible al operario que está en el área de producción, por ende la estandarización y documentación técnica con respecto al diseño y elaboración de los planos, no es la más clara posible.

Otras normas utilizadas en el proceso, pero más de carácter administrativo y legales son las siguientes:

- Norma ISO 9001: 2015 (Con los requisitos para la gestión de la calidad), en los puntos 4.1, 4.2.3, 4.2.4, 7.3, 8.2.3, 8.2.4, 8.4; 8.5.1, 8.5.2, 8.5.3.
- Norma ISO 14001: 2015 (Que establece un proceso para controlar y mejorar el desempeño ambiental de una organización), en los puntos 4.1, 4.2, 4.4.6, 4.5.3
- Norma ISO 45001:2018 (Que especifica requisitos para un sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo), en los puntos 4.1, 4.2, 4.4.6, 4.5.3

6.3 Comunicación entre áreas de la empresa

EL procedimiento que utiliza la empresa aplica a todas las comunicaciones internas y externas de **MAQUINADOS Y MONTAJES S.A.S.** Los **tipos de comunicación** pueden ser internas (entre colaboradores de distintos niveles jerárquicos) y externas (dirigidas a clientes, proveedores, entes de control, comunidad, gremios, etc.).

Algunas consideraciones:

- La información confidencial es manejada de acuerdo con las políticas de la organización, asegurando que solo sea accesible por las personas autorizadas.
- **Claridad y precisión:** Las comunicaciones son claras, concisas y precisas, evitando ambigüedades y asegurando que el mensaje sea comprendido correctamente por todos los destinatarios. Además, deben mantener un tono y formato apropiados, acorde al público destinatario y al contexto de la información transmitida.
- **Acceso a las comunicaciones:** Todos los colaboradores y partes interesadas pueden acceder a la información relevante, utilizando los canales de comunicación más apropiados según cada caso.

- **Responsabilidad:** Toda comunicación tiene un responsable de la emisión y recepción, asegurando que esté capacitado para manejar la información de manera adecuada.
- Todas las comunicaciones cumplen con las leyes y regulaciones aplicables, incluyendo aquellas relacionadas con la protección de datos y la privacidad.
- **Voceros autorizados:** La designación de los voceros para la emisión de comunicaciones es determinada según la naturaleza del mensaje y el área responsable. Estos voceros son seleccionados según la situación y los lineamientos establecidos por la organización, garantizando que la información sea transmitida de manera adecuada y precisa.
- **Flujo de comunicación interna:** Puede ser descendente (desde la Gerencia hasta los trabajadores) o ascendente (desde el personal hacia la Gerencia), asegurando que se siga el conducto regular a través de los jefes inmediatos.

Términos y plazos de respuesta

- **Comunicaciones internas:** Las respuestas se emiten en un plazo no mayor a tres (3) días calendario. Si se requiere más tiempo, se debe enviar una contestación preliminar indicando la fecha estimada de respuesta.
- **Comunicaciones legales:** Las respuestas estarán sujetas a los términos establecidos por la ley, cumpliendo con los plazos y procedimientos legales correspondientes.
- **Comunicaciones externas (clientes):** Las respuestas a los clientes son enviadas dentro de los plazos acordados previamente con ellos o, en su defecto, dentro de un tiempo razonable, asegurando la satisfacción y la relación continua con el cliente. Si no se puede cumplir con el plazo, se debe notificar al cliente con una nueva fecha de respuesta estimada.

La información se documenta como evidencia de las comunicaciones y se conserva de manera adecuada. La custodia y almacenamiento de los registros de comunicaciones está a cargo del líder o coordinador del proceso emisor.

Los canales de comunicación son los siguientes:

- **Correo corporativo:** Cada trabajador cuenta con un correo corporativo en Gmail, de forma interconectada que permite comunicarse entre trabajadores en el caso requerido.
- **WhatsApp corporativo:** Cada área tiene un celular para comunicarse entre ellos.
- **Aplicaciones virtuales (Google Meet, Zoom, Teams) para reuniones.**
- **Reuniones presenciales en el salón.**
- **Televisión corporativa.**
- **Escritos.**
- **Buzón de sugerencias.**
- **Página web.**
- **Circulares informativas.**
- **Software de gestión de OTs M&M:** Para generar las ordenes de trabajo entre departamentos.

Todo el personal, de acuerdo con sus funciones, puede emitir comunicaciones. Sin embargo, se debe garantizar la jerarquía según lo establecido en la GI-F-22 Matriz de Comunicación Interna y Externa (Ver figura 11).

Figura 11

Matriz de Comunicación Interna y Externa.

país/ciudad/cliente/línea/máquina, en la práctica se detectaron inconsistencias en la nomenclatura de carpetas y archivos, copias dispersas y dependencia de la memoria de los diseñadores para localizar versiones vigentes. Esta situación dificulta la localización rápida del plano vigente y aumenta el riesgo de uso de versiones obsoletas en producción.

- **Inexistencia de documentación técnica estandarizada para la elaboración de planos.** El proceso de diseño utiliza herramientas adecuadas (por ejemplo Solid Edge y AutoCAD), pero la empresa carece de un instructivo formal que unifique criterios de cajetín, simbología, acotaciones y reglas de tolerancia más allá de la práctica empírica del personal veterano. Esto genera variabilidad en la forma en que se acotan y presentan las piezas, trasladando carga interpretativa al operario.
- **Control de versiones y registro de cambios parcial o informal.** Si bien existen registros de verificación y etapas formales en el proceso (revisión, verificación y validación), el control de cambios se apoya en prácticas individuales del diseñador (registro en el propio plano) lo que no siempre garantiza trazabilidad centralizada ni evidencia fácil de auditoría. Esto dificulta el seguimiento histórico y la gestión correcta de las modificaciones técnicas.
- **Flujos de comunicación entre ingeniería y producción mejorables.** La transmisión de planos a producción a veces se hace en físico y otras en digital, sin un protocolo único y medible para la confirmación y verificación de recepción. La falta de una matriz de responsabilidades y pasos claros incrementa la posibilidad de errores en la interpretación y en la ejecución de piezas. Esto afecta tiempos de respuesta y genera retrabajos potenciales.

- **Dependencia de proveedores externos sin estandarización completa de entregables.** Para procesos externos (corte láser, chorro de agua) se encuentra que los formatos y detalles exigidos por proveedores (DWG/DXF, escala 1:1, colores de corte/plegado, tolerancias) no siempre se entregan de forma homogénea, lo que obliga a tareas de adecuación antes de enviar los archivos y añade tiempos y costos adicionales.

El diagnóstico mostró que las deficiencias anteriores se traducen en impactos concretos sobre la operación, aumento de tiempos en la adecuación de documentación, riesgo de fabricación con planos no vigentes, incremento de retrabajo por interpretaciones ambiguas y dificultad para auditar cambios técnicos. Estos efectos repercuten directamente en costos, tiempo de entrega y calidad del producto final. Además, la falta de métricas y registros centralizados limita la capacidad gerencial para identificar cuellos de botella y proponer acciones de mejora sostenibles.

6.4.2 Justificación del diagnóstico frente al proyecto

El diagnóstico evidencia de forma clara y cuantificable que existe una brecha entre las prácticas actuales y las necesidades operativas y normativas de una empresa manufacturera que opera bajo estándares técnicos y que interactúa con proveedores externos. Dado que:

- La trazabilidad y la gestión de versiones son requisitos básicos para garantizar calidad y reproducibilidad.
- La estandarización de formatos y simbología reduce errores de interpretación.
- La formalización de rutas y protocolos acelera el acceso a la información y reduce tiempos improductivos.

Resulta imprescindible implementar lineamientos técnicos y un sistema de gestión documental para planos que estandarice responsabilidades, formatos, rutas de almacenamiento,

control de versiones y protocolos de entrega/recepción. En suma, el diagnóstico no sólo identifica problemas, también revela cambios que hacen eficaz y necesario el conjunto de mejores prácticas propuesto en las fases subsiguientes de este trabajo.

6.5 Revisión de normativa y estándares nacionales aplicables al diseño de planos

En Colombia, el dibujo técnico se rige por las Normas Técnicas Colombianas (NTC) expedidas por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), basadas en los lineamientos de la Organización Internacional de Normalización (ISO). Estas normas (vigentes al año 2025) proporcionan directrices esenciales para garantizar la uniformidad, precisión y coherencia en la elaboración de planos industriales, facilitando la comunicación técnica entre los departamentos de diseño, fabricación y control de calidad. La aplicación de estas normas permite estandarizar los procedimientos de selección de formatos, representación gráfica, acotación, simbología, rotulación y aplicación de tolerancias, asegurando que los planos cumplan con los criterios internacionales de ingeniería y con el sistema de gestión de calidad de la empresa. De manera complementaria, la NTC 6633 define los términos empleados en la documentación técnica, actuando como glosario unificado para el lenguaje especializado de los planos.

6.3.1 Selección del formato y características de la hoja.

Esta categoría abarca las normas que regulan la designación, dimensiones, disposición y campos de datos en los formatos de dibujo técnico.

Tabla 2

Características de la hoja

Norma	Tema principal	Uso / Aplicación
--------------	-----------------------	-------------------------

NTC 1001	Designación y dimensiones de los formatos de papel.	Define tamaños estándar utilizados en entornos administrativos, comerciales y técnicos.
NTC-ISO 5457:1999	Formatos y presentación de hojas de dibujo.	Aplica a dibujos técnicos manuales y asistidos por computador en cualquier campo de la ingeniería.
NTC-ISO 7200:2004	Campos de datos y rotulación de documentos técnicos.	Regula encabezados y rótulos aplicables a todas las fases del ciclo de vida del producto.

Nota. Esta tabla abarca las normas que regulan la designación, dimensiones, disposición y campos de datos.

6.3.2 Representación gráfica y vistas del plano.

Este grupo de normas define las reglas esenciales para la elaboración de vistas, cortes, escalas y referencias de ítems en los planos de ingeniería.

Tabla 3

Representación gráfica y vistas del plano

Norma	Tema principal	Uso / Aplicación
NTC-ISO 128 (Partes 1, 2 y 3)	Reglas generales de representación gráfica, tipos de líneas y vistas.	Regula dibujos en 2D y 3D, manuales o asistidos por computador.
NTC-ISO/TS 128-71:2010	Representaciones simplificadas.	Establece principios para la aplicación de simplificaciones en planos mecánicos.
NTC-ISO 7573:2008	Información mínima en planos.	Define datos necesarios para la fabricación, adquisición o mantenimiento de piezas y conjuntos.
NTC-ISO 5455:1979	Escalas de dibujo técnico.	Determina las escalas y su designación en todos los tipos de planos.

NTC-ISO 6433:2012	Referencias de ítems en ensambles.	Estandariza la numeración y referencia de componentes en planos de montaje.
----------------------	------------------------------------	---

Nota. Esta tabla define las reglas esenciales para la elaboración de vistas, cortes, escalas y referencias de ítems en los planos de ingeniería.

6.3.3 Identificación y simbología de elementos técnicos utilizados.

Las normas de esta categoría estandarizan los símbolos empleados en los planos mecánicos, eléctricos y estructurales, asegurando uniformidad en la comunicación visual.

Tabla 4

Identificación y simbología

Norma	Tema principal	Uso / Aplicación
NTC 2370 – 2373	Símbolos gráficos en esquemas cinemáticos.	Aplica a productos y sistemas de diversas ramas industriales.
NTC 2390	Símbolos sobre equipos y partes.	Instructiva visual para operarios sobre el uso y funcionamiento de equipos.
NTC 1832:1998	Representación de engranajes y ruedas de cadena.	Utilizada en planos de detalle y ensamble.
NTC 1833:1996	Representación simplificada de resortes.	Aplicable a resortes de compresión, extensión, torsión, espiral y de hoja.
NTC 1993:1996	Representación de roscas y partes roscadas.	Uniformiza la forma de representar roscas en todos los planos técnicos.
NTC 2129	Representación de barras y perfiles.	Simplifica la ilustración de secciones en planos de conjunto y detalle.
NTC 1878 / NTC 1722 / NTC 1964	Acotación y tolerancias geométricas, conos y dimensiones.	Fijan los métodos de indicación de tolerancias lineales, angulares y geométricas.

NTC 1958	Símbolos de soldadura y soldeo.	Define los símbolos y términos normalizados de procesos de unión.
NTC 1140	Engranajes cilíndricos.	Aplica a engranajes de dentado recto o helicoidal en mecánica general.

Nota. En esta tabla estandarizan los símbolos empleados en los planos mecánicos, eléctricos y estructurales, asegurando uniformidad en la comunicación visual.

6.3.4 Acotaciones y tolerancias.

Las normas siguientes establecen los principios que aseguran la correcta interpretación de dimensiones, tolerancias y acabados superficiales en los planos.

Tabla 5

Acotaciones y tolerancias

Norma	Tema principal	Uso / Aplicación
NTC 1831	Tolerancias de forma, orientación, ubicación y alineación.	Define principios de simbolización e indicación geométrica.
NTC 1957	Textura superficial.	Regula los símbolos e indicaciones textuales para acabados superficiales.
NTC 1876	Principio de material máximo.	Facilita la fabricación y el ensamblaje de partes interdependientes.
NTC 2493	Tolerancias geométricas (ISO 1101 e ISO 5459).	Establece la correcta ejecución de símbolos de tolerancia.
NTC-ISO 2768-2	Tolerancias generales.	Simplifica indicaciones y controla características no especificadas, principalmente en procesos de mecanizado.

Nota. En esta tabla se establecen los principios que aseguran la correcta interpretación de dimensiones, tolerancias y acabados superficiales en los planos.

7. Mejores prácticas para el diseño y organización de planos

7.1 Lineamientos sobre estándares de diseño, simbología, dimensiones y especificaciones técnicas para la uniformidad y calidad en los planos.

En primer lugar, es pertinente comprender los referentes normativos que se pretenden aplicar al diseño de los planos en la empresa, es decir, dar respuesta a ¿Cómo se van a aplicar las normas antes mencionadas al diseño de los planos? Con el fin de dar claridad a los lineamientos a seguir en un futuro diseño. Ahora, es pertinente destacar que la empresa ya presenta un formato establecido para la impresión, almacenaje y estructura de dichos planos (Ver anexo D), por ende, los puntos a destacar de estas normativas para el diseño de planos y el dibujo técnico serán escogidas de acuerdo con las necesidades particulares de la empresa. En discusión con el área de ingeniería y producción, y basado en mi experiencia comprendida durante las practicas, los puntos más destacados en el diseño y la interpretación de planos son los siguientes:

- Acotación y especificación de roscas
- Secciones, cortes y vistas de detalle para claridad
- Acabados superficiales
- Tolerancias dimensionales y geométricas
- Material máximo
- Soldadura

Se presenta una guía práctica y detallada sobre cómo integrar, dentro del proceso de diseño y elaboración de planos, las normas técnicas descritas en la sección 6.3. El propósito es ofrecer un flujo de trabajo que, en cada etapa, incorpore las recomendaciones y exigencias de las normas nacionales e internacionales revisadas, con el fin de garantizar que los planos sean claros,

uniformes y fácilmente interpretables por todos los involucrados en la fabricación, inspección y montaje.

Para definir mejores prácticas para el diseño de planos, se han establecido lineamientos técnicos sobre estándares de diseño, simbología, dimensiones y especificaciones que aseguran la uniformidad y calidad de los documentos técnicos.

En consecuencia, se debe consultar el contenido del Anexo E, donde se presentan de manera detallada dichos lineamientos y mejores prácticas, los cuales constituyen la base metodológica para la aplicación práctica de las normas ICONTEC e ISO dentro del proceso de diseño de planos de la empresa.

La revisión y aplicación de lo expuesto en el Anexo E resulta indispensable para comprender integralmente el presente apartado, ya que dicho anexo desarrolla los criterios operativos, ejemplos y procedimientos que materializan las directrices aquí mencionadas y permiten su implementación efectiva en el entorno industrial.

7.2 Sistema de organización y gestión de planos

7.2.1 Alcance

El alcance de este sistema se basa en los planos y documentos técnicos **producidos por el área de Ingeniería y Diseño**, incluyendo planos de conjunto, planos de una sola pieza, repuestos, esquemas de montaje, y cualquier otro archivo técnico que haya sido emitido por dicho departamento con finalidad directa de fabricación o ensamblaje. No forman parte del alcance de este sistema los documentos administrativos, comerciales, ni otras clases de documentación técnica generada por áreas distintas (por ejemplo, mantenimiento, compras o calidad) salvo cuando, de forma excepcional y previamente autorizada, éstos interactúen directamente con una

orden de trabajo que requiera referencia a los planos de Ingeniería y Diseño. Este acotamiento responde a la necesidad de garantizar procedimientos, nomenclaturas y reglas de trazabilidad adaptadas a la naturaleza técnica y a los riesgos operativos particulares de los planos (por ejemplo, el uso por la línea productiva), evitando la dilución de responsabilidades que genera un sistema documental demasiado amplio y heterogéneo. En consecuencia, todas las reglas, flujos, permisos y responsabilidades descritos en esta sección aplican únicamente a los documentos originados por el área de Ingeniería y Diseño y a las interacciones explícitas entre esa área y los receptores técnicos en producción; los procesos de intercambio con otras áreas requieren un protocolo de enlace documentado pero quedan fuera del control operativo directo de este sistema salvo que una orden de trabajo específica lo establezca.

Los principios que orientaron el diseño del sistema, y que deben entenderse siempre dentro de ese alcance limitado al área, son los siguientes:

1. La **trazabilidad completa**, entendida como la obligación de documentar, para cada emisión o modificación, quién ejecutó la acción, cuándo, por qué motivo y bajo qué autorización;
2. La **unicidad de la ubicación** del plano (una ruta digital única y, cuando corresponda, una ubicación física en la planoteca), de modo que exista una sola referencia indiscutible para la versión vigente.
3. La **segregación de funciones**, que asigna permisos y responsabilidades diferenciadas entre quienes crean, registran, verifican y aprueban los planos, con el propósito de reducir el riesgo de cambios no autorizados;

4. La **flexibilidad de la información**, implementada mediante esquemas de backup, control de integridad de archivos y procedimientos de recuperación verificados periódicamente.

7.2.2 Roles y asignaciones

Las asignaciones del sistema fueron diseñadas para ofrecer claridad operativa y responsabilidad trazable. En primer lugar, el **Coordinador de Ingeniería** es el titular de la política documental para los planos del área, responsable de aprobar estructuras de nombres, criterios de preservación, políticas de acceso y la validación final de cambios que impliquen riesgos de producción. El **Diseñador** es responsable de la generación técnica del plano, de la correcta inclusión de las especificaciones técnicas en el cajetín y de la primera carga al sistema; tiene la obligación de acompañar cada entrega con las notas técnicas necesarias que permitan su correcta interpretación en planta. El **Coordinador de Proceso** y los **jefes de Línea** reciben la responsabilidad de verificación en la fase de recepción y su conformidad es requisito para que la versión pase a estado “APROBADO”, debiendo documentar cualquier observación que conduzca a un ciclo de control de cambios. El **Auxiliar de ingeniería** administra la correlación físico-digital (impresiones, colocación en planoteca, etiquetado) y garantiza que las copias impresas reproduzcan fielmente la referencia a la ruta digital; además registra la recepción física y la firma del receptor. El **técnico en sistemas** (persona encargada de los sistemas operativos de todos los computadores de la empresa) garantiza la disponibilidad técnica del servidor de archivos, configura los permisos por niveles y ejecuta la política de backups y pruebas de recuperación. Todos estos roles cuentan con descripciones de funciones y listas de acciones autorizadas registradas, de modo que en una reunión pueda demostrarse quién realizó cada acción y bajo qué autorización. Este reparto garantiza, además, que la responsabilidad de la integridad técnica del

plano recaiga en Ingeniería, mientras que la responsabilidad operativa de la distribución y custodia física recae en Producción, con supervisión técnica del Coordinador de Ingeniería.

7.2.3 Estructura de almacenamiento de información

El sistema trabaja con tres capas que se complementan para que cada plano tenga una trazabilidad digital, un registro operativo y un respaldo físico ordenado.

- La fuente de verdad es el software de gestión documental y el servidor Z:, donde queda la versión aprobada del PDF con su ruta única.
- El registro operativo es una aplicación Excel con macros (.xlsm) instalada en el servidor, que captura los movimientos del plano desde que sale de Ingeniería hacia Producción hasta que regresa a Planoteca; allí se guardan estados, fechas, horas, usuarios y observaciones.
- El respaldo físico es la Planoteca, organizada por Cliente–País–Línea–Máquina–Volumen AZ (ver Anexo D), que recibe el plano impreso.

Es clave precisar qué información se usa en cada momento. Los datos que alimentan el registro en Excel se toman del frente del plano y del software de gestión que establece la orden de trabajo, como sigue: Número de OT, tipo de OT (Proyecto “P” o Repuesto “R”), versión vigente, fecha de emisión/aprobación, responsable y Volumen AZ previsto para su archivo físico.

Estos datos existen antes de que el plano circule y garantizan la gestión documental. En el reverso del impreso, cuando aplica, el área de Producción puede anotar trazabilidad del proceso de la pieza (por ejemplo, si se mecanizó un lado, si se ajustó una cota por condición de montaje o si se adicionó un tratamiento menor). Esas marcas de proceso son útiles para el historial de

fabricación, pero no alteran la versión del plano, ni son la base del registro; por eso, el sistema de gestión centra su control en los datos frontales y en la ruta digital.

El sistema de registro de planos vincula la operación con el repositorio digital mediante el campo Ruta de archivo (Z:\...), que se completa automáticamente según dónde esté guardado el DFT (Archivo de plano de SolidEdge) /DWG (Archivo de plano de AutoCAD) /PDF aprobado. Desde el propio registro, un usuario autorizado puede abrir el archivo, lo que evita búsquedas manuales y reduce el riesgo de trabajar con versiones distintas.

7.2.4 Operación general del sistema en Excel

La aplicación se abre con una pantalla de login con usuario y contraseña, que otorga permisos por rol (como se ve en la Figura 12).

Figura 12

Ingreso al portal de registro.



LOGIN MAQMO

INGRESAR USUARIO Y CONTRASEÑA !

USUARIO:

CONTRASEÑA:

INICIAR SESIÓN

Nota. Imagen tomada del sistema desarrollado.

Tras autenticarse, el usuario accede a un menú principal con las cuatro acciones del ciclo: Registrar planos (Auxiliar de Ingeniería), Verificación de planos (jefe de Producción), Registro de devolución (Auxiliar de Producción) y Verificar devolución (Auxiliar de Ingeniería).

Figura 13

Menú principal



Nota. Imagen tomada del sistema desarrollado.

Cada botón está habilitado solo para el rol correspondiente, de forma que nadie pueda ejecutar pasos que no le competen (como se ve en la Figura 13).

El sistema registra la traza completa del plano en tres momentos decisivos: la entrega a Producción, la verificación de recepción y la devolución. A estas acciones se suman los cierres y validaciones finales por parte de Ingeniería. Todas las operaciones generan sellos de fecha y hora, usuario y mensajes de confirmación que constituyen la evidencia de auditoría.

7.2.5 Registro de entrega desde ingeniería

Una vez el plano está aprobado por el Coordinador de Ingeniería y el PDF fue subido al Software de gestión de OTs, el Auxiliar de Ingeniería abre el módulo Registrar planos. En un mismo formulario aparecen, arriba, una grilla con los ítems del día y, abajo, los campos de captura. Se registran la OT, el tipo (P/R), el cliente, el Equipo/Máquina/Línea, la descripción del plano o

conjunto, la cantidad de impresos que bajan a piso, el responsable/dibujante, la ruta Z: (autocompletada según el archivo aprobado), el Volumen AZ y las observaciones útiles para fábrica (por ejemplo: “Se envían a producción planos 1–10. Entrega: A.C.”). El campo Estado se establece automáticamente como “Pendiente verificación”; el usuario no puede forzarlo. El formulario y la grilla se aprecian como se ve en la Figura 14.

Figura 14

Campo de datos de registro

The screenshot shows the 'NUEVO REGISTRO MAQMO' interface. At the top, it displays 'HOY ES: 23/10/2025' and 'ITEM: 6836'. Below this is a table with columns: ITEM, OT, CLIENTE, EQUIPO, DESCRIPCIÓN, PLANO, No AZ, and DIBUJÓ. The table lists several items, with item 6836 highlighted in blue. Below the table, there are fields for 'ESTADO' (set to 'PENDIENTE VERIFICACIÓN'), 'OT No.' (11276), and 'TIPO' ((R)). There are also fields for 'FECHA' (22/10/2025) and 'HORA' (8:41 AM), and a 'VER MENOS...' button. The main data entry section includes: 'CLIENTE' (BUCARAMANGA - FEMSA), 'EQUIPO / MAQUINA / LINEA' (LLENADORA MEYER 60-10 LINEA 1), 'DESCRIPCIÓN' (PARTES TRANSMISION), 'CANT' (16), 'RESPONSABLE' (F.C.), 'RUTA ARCHIVO' (\\192.168.0.16\diseño\ARCHIVOS DE DISEÑO\COLOMBIA\BUCARAMANGA\FEMSA BUCARAMANGA\INFA 1\#1 llenadora), and 'VOLUMEN AZ' (NO ASIGNADO). The 'OBSERVACIONES' field contains 'SE ENTREGA PLANOS 1,3-7,9,11-16,19-21 A PRODUCCIÓN. F.C.' and a 'REGISTRAR' button.

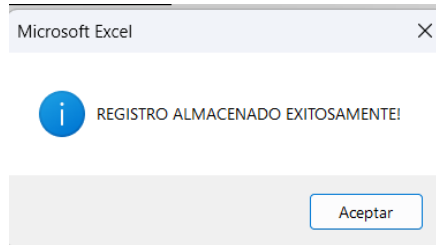
ITEM	OT	CLIENTE	EQUIPO	DESCRIPCIÓN	PLANO	No AZ	DIBUJÓ
6838	11300	VENEZUELA - FEMSA	LLENADORA PROCOM	MORDAZAS PINZA RI	2	2	N.J.
6837	11250	AJE- NICARAGUA	MONOBLOCK LLEN-C/	BASES GUIAS CUERPC	16	NO ASIGNADO	M.M.
6836	11276	BUCARAMANGA - FEMSA	LLENADORA MEYER 6	PARTES TRANSMISIOI	16	NO ASIGNADO	F.C.
6835	11276	BUCARAMANGA - FEMSA	LLENADORA MEYER 6	ARANDELA REF: 1305	3	NO ASIGNADO	F.C.
6834	11178	VENEZUELA - FEMSA	MONOBLOCK LLEN-C/	GUIA ENT Y SAL LLEN	12	NO ASIGNADO	J.T.
6833	11178	VENEZUELA - FEMSA	MONOBLOCK LLEN-C/	GUIA ENTRADA LLEN	9	NO ASIGNADO	J.T.
6832	11178	VENEZUELA - FEMSA	MONOBLOCK LLEN-C/	GUIA ENTRADA CAPS	12	NO ASIGNADO	J.T.
6831	11178	VENEZUELA - FEMSA	MONOBLOCK LLEN-C/	GUIA BI-PARTIDA CAI	5	NO ASIGNADO	J.T.

Nota. Imagen tomada del sistema desarrollado.

Al pulsar registrar, la macro valida campos obligatorios, guarda el registro y muestra la confirmación como se ve en la Figura 15.

Figura 15

Confirmación del registro



Nota. Imagen tomada del sistema desarrollado.

7.2.6 Verificación de recepción en producción

Con los planos en mano, el jefe de Producción entra al módulo verificación de planos, localiza la OT por filtros de OT/Cliente/Equipo y contrasta lo físico con lo registrado. Si todo coincide, presiona OK Recibido (Figura 16).

Figura 16

Verificación de recepción por parte de producción

VERIFICACION MAQMO HOY ES: **23/10/2025** ITEM: **6838**

ITEM	OT	CLIENTE	EQUIPO	DESCRIPCIÓN	PLANO	No AZ	DIBUJÓ
6838	11300	VENEZUELA - FEMSA	LLENADORA PROCOM	MORDAZAS PINZA RI	2	2	N.J.
6837	11250	AJE- NICARAGUA	MONOBLOCK LLEN-C/	BASES GUIAS CUERPC	16	NO ASIGNADO	M.M.
6836	11276	BUCARAMANGA - FEMSA	LLENADORA MEYER 6	PARTES TRANSMISIOI	16	NO ASIGNADO	F.C.
6835	11276	BUCARAMANGA - FEMSA	LLENADORA MEYER 6	ARANDELA REF: 130E	3	NO ASIGNADO	F.C.
6834	11178	VENEZUELA - FEMSA	MONOBLOCK LLEN-C/	GUIA ENT Y SAL LLEN	12	NO ASIGNADO	J.T.
6833	11178	VENEZUELA - FEMSA	MONOBLOCK LLEN-C/	GUIA ENTRADA LLEN	9	NO ASIGNADO	J.T.
6832	11178	VENEZUELA - FEMSA	MONOBLOCK LLEN-C/	GUIA ENTRADA CAPS	12	NO ASIGNADO	J.T.
6831	11178	VENEZUELA - FEMSA	MONOBLOCK LLEN-C/	GUIA BI-PARTIDA CAI	5	NO ASIGNADO	J.T.

ESTADO : **PENDIENTE VERIFICACIÓN** OT No: **11300** TIPO: **(R)** **SALIR**

FECHA: **22/10/2025** HORA: **5:13 PM** **VER MENOS ...**

CLIENTE: **VENEZUELA - FEMSA** EQUIPO / MAQUINA / LINEA: **LLENADORA PROCOMAC LINEA 7**

DESCRIPCIÓN: **MORDAZAS PINZA RINSE** CANT: **2** RESPONSABLE: **N.J.**

RUTA ARCHIVO : **Z:\ARCHIVOS DE DISEÑO\VENEZUELA\VALENCIA\LINEA 7 PROCOMAC\MONOBLOCK RINSE-11 EN-CAP\RINSE\RIFIES PINZAS\COT MORDAZA** VOLUMEN AZ: **2**

OBSERVACIONES: **SE ENTREGAN PLANOS 1-2 A PRODUCCIÓN N.J.** **OK RECIBIDO**

Nota. Imagen tomada del sistema desarrollado.

El sistema registra usuario, fecha y hora de la verificación, conserva el registro y deja visible el nuevo estado de la OT, “EN PRODUCCION” como se muestra en la Figura 17.

Figura 17

Cambio de estado del plano

DEVOLUCION MAQMO HOY ES: **22/10/2025** ITEM: **6688**

ITEM	OT	CLIENTE	EQUIPO	DESCRIPCIÓN	PLANO	No AZ	DIBUJÓ
6692	11275	MEDELLÍN - FEMSA	LLENADORA 62-14 (C	CERRADOR DE VÁLVL	2	3	A.V.
6690	11178	VENEZUELA - FEMSA	MONOBLOCK LLEN JL	ACCESORIOS JUNTA F	1	NO ASIGNADO	N.O
6689	11178	VENEZUELA - FEMSA	MONOBLOCK LLEN JL	JUNTA ROTATIVA PRI	9	NO ASIGNADO	N.O
6688	11178	VENEZUELA - FEMSA	MBLOCK LLEN-CAP KI	COLUMNA GIRATORI	7	NO ASIGNADO	M.M.
6673	11273	GUATEMALA - FEMSA	MESA INTRODUTOR	RODILLO VULCANIZA	10	2	N.J.
6672	11273	GUATEMALA - FEMSA	LLENADORA KHS 72-:	GRUPO DE MANEJO 1	1	14	N.J.
6671	11273	GUATEMALA - FEMSA	EMPACADORA KRON	COPA TIPO KRONES	2	5	N.J.

ESTADO : **EN PRODUCCIÓN** OT No: **11178** TIPO: **(P)** **SALIR**

DATOS DE DEVOLUCION A INGENIERIA

FECHA: **22/10/2025** PLANOS DEVUELTOS: **1** PLANOS FALTANTES: **-6** **OBSERVACIONES:** **INCOMPLPETO**

FECHA: **30/09/2025** HORA: **4:45 PM** **VER MENOS . . .** **REGISTRAR**

CLIENTE: **VENEZUELA - FEMSA** **EQUIPO / MAQUINA /** **MBLOCK LLEN-CAP KRONES - LÍNEA 6**

DESCRIPCIÓN: **COLUMNA GIRATORIA** **CANT:** **7** **RESPONSABLE** **M.M.**

RUTA ARCHIVO : **Z:\ARCHIVOS DE DISEÑO\VENEZUELA\MARACAIBO\L6\MONOBLOCK LLEN - CAP\CAP\CUERPO CAP\COLUMNA\COLUMNA GIR #** **VOLUMEN AZ** **NO ASIGNADO**

OBSERVACIONES: **SE ENTREGAN PLANOS 1-7 A PRODUCCIÓN N.J.** **REGISTRAR**

Nota. Imagen tomada del sistema desarrollado.

Esta acción habilita formalmente el uso del plano en planta y fija un punto de no ambigüedad: a partir de ahí, ese plano está en producción.

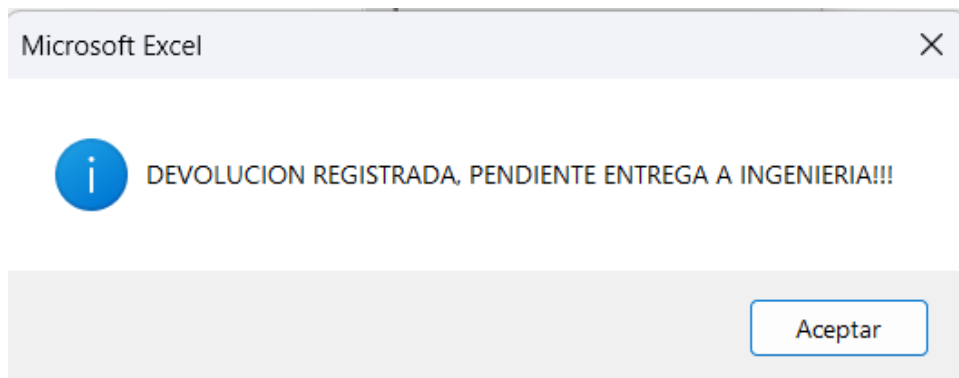
7.2.7 Registro de devolución desde producción

Al finalizar la fabricación, el Auxiliar de Producción ingresa a Registro de devolución, busca la OT y consigna cuántos planos devuelve. Si no retorna la totalidad, deja observaciones que expliquen la diferencia (por ejemplo, “faltó el #7” o “plano #3 deteriorado por aceite”). El formulario calcula automáticamente devueltos y faltantes, y deja la traza del evento en la base de

datos. La interfaz y el cálculo pueden observarse como se ve en la Figura 17, y los mensajes de confirmación como se ve en la Figura 18.

Figura 18

Confirmación de devolución de planos



Nota. Imagen tomada del sistema desarrollado.

7.2.8 Verificación de devolución desde producción

Cuando los planos regresan a ingeniería, el auxiliar de ingeniería abre verificar devolución, mira física y digitalmente lo recibido, y si todo concuerda acciona OK Recibido. El asunto queda cerrado y el plano se archiva en la planoteca exactamente en el Volumen AZ que se registró en la entrega inicial. El cierre y su confirmación se evidencian como se ve en la Figura 19 y 20 respectivamente.

Figura 19

Devolución de planos por parte de ingeniería

DEVOLUCION MAQMO HOY ES: 22/10/2025 ITEM: 6614

ITEM	OT	CLIENTE	EQUIPO	DESCRIPCIÓN	PLANO	No AZ	DIBUJÓ
6628	11091	COSTA RICA - FEMSA	LAVADORA DE BOTEL	ARGOLLAS PASACABU	2	NO ASIGNADO	F.C.
6626	11091	COSTA RICA - FEMSA	LAVADORA DE BOTEL	PARTES - ELECTRICOS	1	NO ASIGNADO	F.C.
6614	11241	BOGOTÁ - FEMSA	ENVASADORA - TAPA	CELDA TARRINA	2	NO ASIGNADO	M.U.
6609	11091	COSTA RICA - FEMSA	LAVADORA DE BOTEL	SENSOR TIEMPOS MI	2	NO ASIGNADO	G.S.
6600	11257	NICARAGUA - FEMSA	MONOBLOCK LLENAR	TUBO DE VENTEO 12	1	3	N.J.
6589	11091	COSTA RICA - FEMSA	LAVADORA DE BOTEL	PARTES - ELECTRICOS	3	NO ASIGNADO	F.C.
6588	11091	COSTA RICA - FEMSA	LAVADORA DE BOTEL	FLAUTA DE LUBRICAC	2	NO ASIGNADO	M.G.

ESTADO: **PENDIENTE DEVOLUCIÓN** OT No: 11241 TIPO: (R) SALIR

DATOS DE DEVOLUCION A INGENIERIA

FECHA: 03/10/2025 PLANOS DEVUELTOS: 2 PLANOS FALTANTES: 0 OBSERVACIONES: COMPLETO

FECHA: 22/09/2025 HORA: 11:57 AM VER MENOS... OK RECIBIDO

CLIENTE: BOGOTÁ - FEMSA EQUIPO / MAQUINA / ENVASADORA - TAPADORA TARRINAS L6

DESCRIPCIÓN: CELDA TARRINA CANT: 2 RESPONSABLE: M.U.

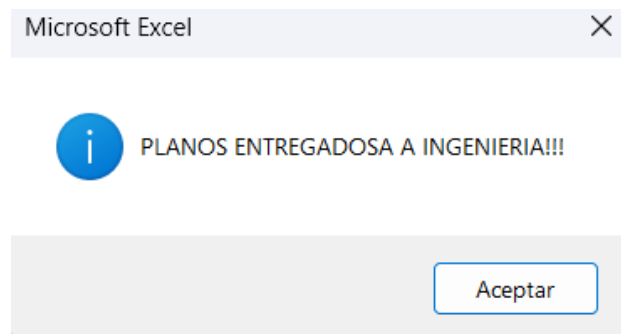
RUTA ARCHIVO: Z:\ARCHIVOS DE DISEÑO\COLOMBIA\BOGOTA\AMCOR RIGID PLASTIC\TFAM F0005\ENVASADORA - TAPADORA TARRINAS L6\CFIDA VOLUMEN AZ: 3

OBSERVACIONES: SE ENTREGAN PLANOS 1 Y 2 A PRODUCCIÓN N.J. OK RECIBIDO

Nota. Imagen tomada del sistema desarrollado.

Figura 20

Confirmación de devolución de planos por parte de ingeniería



Nota. Imagen tomada del sistema desarrollado.

7.2.9 Modelo de datos, estados y permisos del sistema

En el modelo de datos, la Orden de Trabajo (OT) es el pivote: es numérica, obligatoria y única por registro, lo que evita duplicidades y asegura que todas las acciones posteriores se encadenen a la misma unidad de trabajo. El Tipo de OT se restringe a “P” (Proyecto) o “R” (Repuesto); no se admiten otras etiquetas para impedir clasificaciones ambiguas. Los campos cliente y responsable se seleccionan desde catálogos internos controlados por ingeniería, con el fin de impedir variaciones ortográficas que entorpezcan los filtros y los reportes; si un nombre cambia, se actualiza el catálogo y el histórico conserva la trazabilidad. La ruta en el servidor Z se obtiene del repositorio digital y se guarda como vínculo operativo; de ese modo, al abrir el registro se accede a la versión aprobada del plano sin búsquedas manuales ni riesgo de usar archivos locales. El Volumen AZ se captura como entero y corresponde a la carpeta física de Planoteca en la que se archivará el impreso al cierre, asegurando la correlación físico–digital. El campo observaciones es de texto libre para consignar notas operativas, pero se vuelve obligatorio cuando la devolución no es completa o cuando se declara cualquier desviación (por ejemplo, plano deteriorado). Finalmente, el estado es calculado por la macro y está bloqueado a la edición del usuario; nadie puede forzarlo ni “saltarse” fases. Cada acción de los módulos (registro, verificación, devolución, cierre) agrega fecha, hora y usuario a la fila correspondiente, de forma que la línea de tiempo de la OT puede reconstruirse sin acudir a correos o mensajería paralela. Este diseño de datos minimiza el error humano.

La lógica de estados refleja con exactitud el recorrido del plano. Al crear el registro de entrega desde Ingeniería, el registro inicia en **pendiente verificación**; es la señal de que producción debe revisar que lo recibido coincida con lo registrado. Cuando el jefe de producción confirma en el sistema, el estado pasa a **en producción**, habilitando formalmente el uso en planta

y dejando estampados usuario, fecha y hora de la aceptación. Al finalizar el trabajo, Producción declara la devolución: si la cantidad devuelta es total, el registro queda en **pendiente devolución** a la espera de la verificación de ingeniería; si existe faltante, el estado es devuelto parcial y la macro exige obligatoriamente una observación que documente la causa (extraviado, deteriorado, etc.). Por último, cuando el auxiliar de Ingeniería verifica físicamente lo devuelto y archiva el impreso en la AZ prevista, el estado se actualiza a **en planoteca**. Esta secuencia evita cierres por “atajos”, deja claro dónde está cada plano y qué falta por hacer, y facilita reportes confiables por etapa.

El esquema de seguridad y permisos asegura la segregación de funciones. El Auxiliar de Ingeniería está habilitado para registrar entregas y verificar devoluciones, además de completar la correlación con Planoteca, pero no puede validar la recepción en nombre de Producción. El jefe de producción puede verificar la recepción (el “OK Recibido” que mueve el estado a *En producción*), pero no está autorizado para registrar devoluciones. El auxiliar de producción puede registrar devoluciones con su usuario, dejando la evidencia de cantidades y observaciones, pero no puede cerrar el ciclo: el cierre requiere la verificación final de Ingeniería. Esto evita que una sola persona controle todo el flujo, crea evidencia cruzada entre áreas y blindo la integridad del proceso frente a manipulaciones o errores involuntarios. En conjunto, datos validados, estados automáticos y permisos por rol convierten al Excel en un control documental auditable, alineado con la trazabilidad requerida por el área y con los principios de calidad establecidos en el proyecto.

8. Indicadores de rendimiento

El análisis de indicadores de rendimiento constituye una herramienta fundamental para evaluar el grado de efectividad de los lineamientos y del sistema de gestión implementado en el área de Ingeniería. En este caso, los indicadores permiten determinar si las acciones, metodologías

y procedimientos establecidos han contribuido a mejorar la eficiencia operativa, la calidad documental, la trazabilidad y el cumplimiento de los tiempos de entrega en la ejecución de órdenes de trabajo (OTs).

Durante el periodo de análisis comprendido en cuatro semanas, se gestionaron 15 órdenes de trabajo, de las cuales 12 correspondieron a repuestos y 3 a proyectos. Los repuestos, por su naturaleza operativa, requieren menos tiempo de ejecución, generalmente entre uno y dos días, mientras que los proyectos, debido a su complejidad, pueden extenderse hasta una semana o más. A partir de estos datos y con base en los principios teóricos del documento guía sobre indicadores de rendimiento, se definieron y calcularon los indicadores más pertinentes para medir la eficacia del sistema en el área de Ingeniería.

El objetivo de este apartado es evidenciar, mediante el análisis cuantitativo y cualitativo, el grado de cumplimiento de los lineamientos establecidos, así como la funcionalidad del sistema de gestión en términos de puntualidad, calidad de la información, cumplimiento documental y trazabilidad. Estos resultados permiten medir la madurez del proceso y proponer acciones de mejora fundamentadas.

8.1 Fundamentación y propósito del análisis

El establecimiento de indicadores de rendimiento dentro del área de Ingeniería tiene como propósito medir y controlar el desempeño de las actividades relacionadas con la gestión de las órdenes de trabajo. Los indicadores seleccionados reflejan los aspectos más relevantes del proceso, tales como el cumplimiento de los tiempos establecidos, la entrega completa de la documentación técnica, la trazabilidad de las actividades, la reducción de retrabajos y la adherencia a los lineamientos técnicos definidos por la organización.

De esta manera, los indicadores no solo permiten determinar el grado de cumplimiento del proceso, sino también identificar las oportunidades de mejora que contribuyan al fortalecimiento del sistema de gestión. Además, posibilitan evaluar si los lineamientos establecidos son adecuados y efectivos para garantizar resultados consistentes, reducir errores, aumentar la productividad y asegurar que la información fluya correctamente entre los diferentes responsables de las órdenes de trabajo.

El enfoque del análisis se centró exclusivamente en el área de Ingeniería, dado que este departamento representa el eje técnico del proceso productivo y es donde los lineamientos y procedimientos del sistema de gestión tienen un impacto más directo. Los resultados aquí obtenidos reflejan el comportamiento del equipo en cuanto al cumplimiento operativo, la disciplina documental y la eficiencia general del flujo de información.

8.2 Definiciones y fórmulas operativas

Los siguientes indicadores se calcularon de acuerdo con las fórmulas teóricas y los parámetros definidos en el marco de referencia, adaptados a las condiciones específicas del área de Ingeniería:

- OTD (Puntualidad)

$$\text{OTD (\%)} = (\text{Órdenes entregadas en la fecha o ventana comprometida} \div \text{Órdenes entregadas}) \times 100.$$

(Se fija ventana de aceptación: Repuestos ≤ 2 días; Proyectos ≤ 7 días).

- IF (Compleitud)

$$\text{IF (\%)} = (\text{Órdenes entregadas completas} \div \text{Órdenes entregadas}) \times 100.$$

(“Completa” = documentación + planos + lista de materiales + versión vigente).

- OTIF (a tiempo y completas)

OTIF (%) = (Órdenes que cumplen OTD y IF ÷ Órdenes entregadas) × 100.

- Tiempo medio por OT (TMO)

TMO (días) = (Suma de días reales de cada OT ÷ N° de OTs).

- Trazabilidad en el sistema (TRS)

TRS (%) = (OTs con registro completo de los sellos fecha/hora/usuario en las 3 etapas ÷ OTs totales) × 100.

(fuente: aplicación Excel / servidor Z:).

- Tasa de retrabajo (TR)

TR (%) = (OTs que requieren re-proceso por información incompleta o error técnico ÷ OTs totales) × 100.

- Cumplimiento de lineamientos (CL) indicador de calidad documental (checklist)

CL (%) = (Puntos obtenidos en checklist de lineamientos ÷ Puntos máximos) × 100.

(Checklist mide: cajetín, simbología, tolerancias, versión, ruta Z:, observaciones).

8.3 Condiciones de análisis

Para el desarrollo del análisis se partió de los siguientes datos:

- Se realizaron 15 órdenes de trabajo durante cuatro semanas, de las cuales 12 fueron repuestos con una duración promedio de entre 1 y 2 días, y 3 fueron proyectos con tiempos estimados de entre 6 y 10 días.
- Se definió como tiempo máximo aceptable de entrega dos días para repuestos y siete días para proyectos.
- Durante el periodo se observaron algunos incumplimientos tanto en tiempos como en completitud documental. Dos repuestos y un proyecto se entregaron con

información incompleta o faltante, y tres órdenes presentaron retrabajo por errores o inconsistencias en la documentación. En cuanto a la trazabilidad, se registró un cumplimiento adecuado del sistema, con 13 de las 15 órdenes correctamente trazadas en las tres etapas del proceso. Por último, el cumplimiento promedio de los lineamientos técnicos, evaluado mediante una lista de verificación, alcanzó un 82 %.

Estos datos se utilizaron para calcular los indicadores definidos y analizar su significado en el contexto de la gestión de Ingeniería.

8.4 Resultados

- OTs totales = 15 (12 R, 3 P)
- Repuestos: 8 OTs = 1 día; 4 OTs = 2 días → suma días repuestos = $8 \times 1 + 4 \times 2 = 16$ días
- Proyectos: P1 = 6 d, P2 = 8 d, P3 = 10 d; suma días proyectos = 24 días
- Suma total días reales = $16 + 24 = 40$ días
- OTs entregadas a tiempo = **13** (12 repuestos + P1)
- OTs completas = **12** (10 repuestos completos + 2 proyectos completos)
- OTs completas y a tiempo = **11**
- OTs con trazabilidad completa = **13**
- OTs con retrabajo = **3**
- Puntaje promedio checklist = **82 / 100**

- **Cálculos**

1. OTD:

$$\text{OTD} = \frac{13}{15} \times 100 = 86,67\%$$

2. IF:

$$IF = \frac{12}{15} \times 100 = 80,00\%$$

3. OTIF:

$$OTIF = \frac{11}{15} \times 100 = 73,33\%$$

4. TMO:

$$TMO = \frac{40}{15} = 2,67 \text{ das/OT}$$

5. TRS:

$$TRS = \frac{13}{15} \times 100 = 86,67\%$$

6. TR:

$$TR = \frac{3}{15} \times 100 = 20,00\%$$

7. CL:

$$CL = \frac{82}{100} \times 100 = 82,00\%$$

Tabla 6

Resumen de indicadores de rendimiento del área de Ingeniería

Indicador	Cálculo	Resultado	Interpretación breve
OTD (Puntualidad)	$(13 \div 15) \times 100$	86,67 %	Buen cumplimiento general; repuestos muy puntuales; proyectos requieren mejor planificación.
IF (Compleitud)	$(12 \div 15) \times 100$	80,00 %	20 % de OTs con faltantes documentales, como riesgo de retrabajo.

OTIF (A tiempo y completas)	$(11 \div 15) \times 100$	73,33 %	La documentación incompleta reduce el desempeño combinado.
TMO (Tiempo medio)	$40 \div 15$	2,67 días/OT	Eficiencia buena en promedio; alta variabilidad debido a proyectos.
TRS (Trazabilidad)	$(13 \div 15) \times 100$	86,67 %	Sistema en uso; faltan trazas en 2 OTs, automatizar alertas.
TR (Retrabajo)	$(3 \div 15) \times 100$	20,00 %	1 de cada 5 OTs requirió corrección; priorizar verificación previa.
CL (Cumplimiento lineamientos)	$82 / 100$	82,00 %	Buena adopción pero mejoras en cajetín, simbología y control de versiones.

Nota. En esta tabla se establecen los principios que aseguran la correcta interpretación de dimensiones, tolerancias y acabados superficiales en los planos.

El análisis técnico de los resultados evidencia una relación directa entre la puntualidad, la completitud y la calidad de la información. La diferencia entre el OTD (86,67 %) y el IF (80 %) muestra que el área de Ingeniería cumple los tiempos establecidos, aunque en algunos casos a costa de la calidad documental. Esta situación explica la disminución del indicador combinado OTIF (73,33 %), ya que una orden solo se considera exitosa cuando se entrega completa y dentro del plazo.

El retrabajo (20 %) representa una pérdida de eficiencia, pues cada corrección genera un consumo adicional de tiempo y afecta la productividad. Reducir este porcentaje impactaría positivamente en los tiempos promedio (TMO) y en los indicadores globales de cumplimiento. Asimismo, el nivel de trazabilidad (TRS) de 86,67 % refleja un uso adecuado del sistema, aunque las dos órdenes sin trazabilidad coinciden con las que tuvieron errores o retrabajos, demostrando que el control de registro es clave para evitar inconsistencias.

Se recomienda implementar un checklist obligatorio antes del cierre de cada OT para mejorar la completitud, una plantilla de estimación de complejidad para optimizar la planificación de proyectos y alertas automáticas de trazabilidad que aseguren el registro completo. La aplicación disciplinada de estas acciones permitiría elevar el OTIF por encima del 90 %, consolidando un desempeño más eficiente y controlado en el área de Ingeniería.

9. Conclusiones

El diagnóstico realizado permitió establecer con claridad el estado real de la gestión del diseño y la organización de planos en MAQMO, identificando problemas estructurales en la organización de carpetas y rutas de acceso, inconsistencias en formatos y simbologías y vacíos en el control de planos. La revisión del flujo documental y de las prácticas cotidianas evidenció que, si bien el personal posee experiencia y dominio del software de diseño (Solid Edge y AutoCAD), la ausencia de procedimientos normalizados y registros estandarizados ocasionaba demoras, pérdidas de trazabilidad y casos de información incompleta que afectaban la continuidad operativa y elevaban el riesgo de retrabajo. Estos hallazgos justificaron la intervención metodológica y orientaron la priorización de acciones dirigidas a la estandarización y al control documental.

La definición y formalización de lineamientos técnicos para el diseño de planos produjo una mejora inmediata en la congruencia y legibilidad de la documentación técnica. La estandarización, la simbología, las tolerancias y las reglas de acotación redujo la ambigüedad en la interpretación por parte de producción y permitió que los planos emitidos por ingeniería tuvieran un alcance informativo más adecuado para la manufactura. Esta unificación de criterios facilitó la comunicación técnica entre áreas y redujo la probabilidad de errores derivados de diferencias de criterio en la representación gráfica, lo cual es especialmente relevante en procesos que requieren subcontratación de corte y mecanizado con tolerancias específicas.

La estructuración y documentación del sistema de organización de planos, basada en una arquitectura de rutas (servidor Z) y en un modelo de control con estados y permisos por rol, aportó trazabilidad y control operativo al ciclo de vida de cada orden de trabajo. La implementación de un registro operacional en Excel con campos de entrega, verificación y devolución y la definición de permisos diferenciados entre auxiliares, jefaturas e ingeniería convirtieron al sistema en una herramienta auditable y reproducible. Este esquema mostró su utilidad práctica al dejar evidencia de fechas, usuarios y eventos para cada OT, facilitando la reconstrucción de la secuencia de acciones y la identificación puntual de cuellos de botella o faltantes documentales.

El análisis cuantitativo mediante los indicadores definidos corroboró el impacto de las medidas implementadas y, al mismo tiempo, delimitó áreas de mejora. Sobre una muestra de 15 órdenes de trabajo gestionadas en el periodo analizado (12 repuestos y 3 proyectos), los resultados arrojaron una puntualidad (OTD) de 86,67 %, una completitud documental (IF) de 80 %, un nivel de servicio combinado (OTIF) de 73,33 %, un tiempo medio por OT (TMO) de 2,67 días, una trazabilidad en el sistema (TRS) de 86,67 %, una tasa de retrabajo (TR) de 20 % y un cumplimiento de lineamientos (CL) promedio de 82 %. Estos valores indican un desempeño general favorable en tiempos y uso del sistema, pero también muestran que la calidad documental y la presencia de retrabajos limitan el aprovechamiento total de la mejora operativa.

El análisis interpretativo de los indicadores permitió identificar relaciones causales relevantes: la diferencia entre OTD (86,67 %) e IF (80 %) sugiere que la entrega a tiempo, en algunos casos, se logró sacrificando completitud documental, lo que redujo el OTIF combinado. Asimismo, la

coincidencia entre las OTs sin trazabilidad completa y aquellas que requirieron retrabajo confirma la importancia del registro riguroso como mecanismo preventivo frente a inconsistencias. En suma, la disciplina en el registro y la verificación previa son determinantes para disminuir retrabajos, mejorar la TMO y elevar el OTIF, objetivos a los que contribuyen los lineamientos y los controles introducidos.

Las soluciones propuestas y aplicadas demostraron ser replicables y escalables dentro del contexto operativo de MAQMO. La combinación de lineamientos técnicos, estructura de almacenamiento, roles definidos, registros obligatorios y la introducción de indicadores operativos conforman un modelo que permite sostener la mejora continua. No obstante, la experiencia muestra la necesidad de complementar estas medidas con automatizaciones (alertas de trazabilidad), integraciones con el software de órdenes de trabajo y programas de capacitación sistemáticos para consolidar el cambio de hábitos y asegurar la adopción completa por parte de todos los actores involucrados.

Finalmente, el proyecto confirma que un sistema documentado y estandarizado para el diseño y organización de planos aporta beneficios concretos; mejora la disponibilidad y localización de planos, aumenta la claridad en la comunicación entre ingeniería y producción, reduce el riesgo de retrabajo por información ambigua y genera métricas objetivas para la toma de decisiones. Para garantizar la sostenibilidad de estos beneficios se recomienda la implementación inmediata de un checklist obligatorio antes del cierre de cada OT, una plantilla para estimación de complejidad de proyectos que permita planificar mejor los plazos, la automatización de alertas de trazabilidad, la integración progresiva con el software de gestión de OTs y la realización de capacitaciones y auditorías periódicas que aseguren la continuidad y escalabilidad del sistema.

Referencias Bibliográficas

- Acosta Guerrero, Á. T., & Panqueva Cayachoa, E. (2015). Análisis de relación en el cumplimiento de los indicadores de productividad y desperdicio sobre el OTIF para una empresa del sector de empaques plásticos de alimentos [Trabajo de grado, Universidad ECCI]. Universidad ECCI.
- Archivo General de la Nación. (2020). *Modelo de Gestión Documental y Administración de Archivos (MGDA) (Versión 2.0)*. Bogotá D. C., Colombia: Archivo General de la Nación.
- Asociación Española de Normalización (UNE). (s. f.). *La normalización* (Serie Informes de Normalización). Madrid, España: Asociación Española de Normalización.
- Avilés, A. (2012, octubre). Sistemas de Gestión Documental: Una implementación adecuada en las empresas públicas y privadas de nuestro país. *Revista ciencia y tecnología*. <https://cienciaytecnologia.uteg.edu.ec/revista/index.php/cienciaytecnologia/index>
- D'Alessio, F. (2004). *Administración de las operaciones productivas segunda edición: Enfoque estratégico y de calidad*. México D.F., México: Pearson Educación
- Domínguez, M. F. (2016). *Guía para la Gestión por Procesos en Pymes Caso de Aplicación en Empresa de Ferretería y Corralón del Interior de la Provincia de Córdoba* (Order No. 30747904). Available from ProQuest One Academic. (2901808717). <https://www.proquest.com/dissertations-theses/guía-para-la-gestión-por-procesos-en-pymes-caso/docview/2901808717/se-2>
- International Organization for Standardization. (1989). *ISO 2768:1989: General tolerances — Part 1 and 2: Tolerances for linear and angular dimensions without individual tolerance indications* (ISO Standard No. 2768-1:1989). <https://www.iso.org/standard/7748.html>

International Organization for Standardization. (2015). *ISO 9001:2015 Quality management systems — Requirements* (ISO Standard No. ISO 9001:2015).

<https://www.iso.org/standard/62085.html>

International Organization for Standardization. (2015). *ISO 14001:2015 Environmental management systems — Requirements with guidance for use* (ISO Standard

No. ISO 14001:2015). <https://www.iso.org/standard/60857.html>

International Organization for Standardization. (2018). *ISO 45001:2018 Occupational health and safety management systems — Requirements with guidance for use* (ISO Standard

No. ISO 45001:2018). <https://www.iso.org/standard/63787.html>

International Organization for Standardization. (2010). *ISO/TS 128-71:2010 Technical product documentation (TPD) — General principles of presentation — Part 71: Simplified*

representation for mechanical engineering drawings (ISO Standard

No. ISO/TS 128-71:2010). <https://www.iso.org/standard/41611.html>

International Organization for Standardization. (2020). *ISO 128-1:2020 Technical product documentation (TPD) — General principles of representation — Part 1: Introduction and*

fundamental requirements (ISO Standard No. ISO 128-1:2020).

<https://www.iso.org/standard/65296.html>

International Organization for Standardization. (2020). *ISO 128-2:2020 Technical product documentation (TPD) — General principles of representation — Part 2: Basic*

conventions for lines (ISO Standard No. ISO 128-2:2020).

<https://www.iso.org/standard/69129.html>

- International Organization for Standardization. (2022).** *ISO 128-3:2022 Technical product documentation (TPD) — General principles of representation — Part 3: Views, sections and cuts* (ISO Standard No. ISO 128-3:2022). <https://www.iso.org/standard/83356.html>
- International Organization for Standardization. (2012).** *ISO 6433:2012 Technical product documentation — Part references* (ISO Standard No. ISO 6433:2012). <https://www.iso.org/standard/51527.html>
- International Organization for Standardization. (1989).** *ISO 2768-2:1989 General tolerances — Part 2: Geometrical tolerances for features without individual tolerance indications* (ISO Standard No. ISO 2768-2:1989). <https://www.iso.org/standard/7749.html>
- International Organization for Standardization. (2008).** *ISO 7573:2008 Technical product documentation — Parts lists* (ISO Standard No. ISO 7573:2008). <https://www.iso.org/standard/43883.html>
- International Organization for Standardization. (1999).** *ISO 5457:1999 Technical product documentation — Sizes and layout of drawing sheets* (ISO Standard No. ISO 5457:1999). <https://www.iso.org/standard/29017.html>
- International Organization for Standardization. (1979).** *ISO 5455:1979 Technical drawings — Scales* (ISO Standard No. ISO 5455:1979). <https://www.iso.org/standard/8484.html>
- International Organization for Standardization. (2004).** *ISO 7200:2004 Technical product documentation — Data fields in title blocks and document headers* (ISO Standard No. ISO 7200:2004). <https://www.iso.org/standard/35446.html>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (1976). *NTC 1140:1976 Engranajes rectos y helicoidales. Características* [Norma técnica]. <https://tienda.icontec.org/gp-engranajes-rectos-y-helicoidales-caracteristicas-ntc1140-1976.html>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2022). *NTC 6633:2022 Documentación técnica de producto. Vocabulario* [Norma técnica]. <https://tienda.icontec.org/gp-ntc-documentacion-tecnica-de-producto-vocabulario-terminos-relacionados-con-dibujos-tecnicos-la-definicion-de-productos-y-documentacion-relacionada-ntc6633-2022.html>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (n.d.). *NTC 1833:1996 [Documentación técnica de productos. Resortes. Parte 1: Representación simplificada]* [Norma técnica]. <https://tienda.icontec.org/gp-documentacion-tecnica-de-productos-resortes-parte-1-representaciones-simplificada-ntc1833-1996.html>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (n.d.). *NTC 1957:1996 [Especificación geométrica de productos (GPS). Indicación de la calidad o textura superficial en la documentación técnica de productos]* [Norma técnica]. <https://tienda.icontec.org/gp-especificacion-geometrica-de-productos-gps-indicacion-de-la-calidad-o-textura-superficial-en-la-documentacion-tecnica-de-productos-ntc1957-2020.html>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (n.d.). *NTC 1876:1996 [Dibujo técnico. Tolerancias geométricas. Principio del material máximo]* [Norma técnica]. <https://tienda.icontec.org/gp-dibujo-tecnico-tolerancias-geometricas-principio-del-material-maximo-ntc1876-1996.html>

- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2001).** *NTC 1831:2001 [Dibujo técnico. Tolerancias geométricas. Tolerancias de forma, orientación, localización y alineación. Generalidades, definiciones, símbolos e indicaciones en dibujos]* [Norma técnica]. <https://tienda.icontec.org/sectores/metrologia-y-medicion-fenomenos-fisicos/mediciones-angulares-y-lineales/gp-dibujo-tecnico-tolerancias-geometricas-tolerancias-de-forma-orientacion-localizacion-y-alineacion-generalidades-definiciones-simbolos-e-indicaciones-en-dibujos-ntc1831-200>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (n.d.).** *NTC 1993:1996 [Dibujo técnico. Tornillos roscados y partes roscadas. Parte 1: Convenciones generales]* [Norma técnica]. <https://tienda.icontec.org/gp-dibujo-tecnico-tornillos-roscados-y-partes-roscadas-parte-1-convenciones-generales-ntc1993-1996.html>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2001).** *NTC 1878:2001 [Dimensiones y tolerancias de perfiles]* [Norma técnica]. <https://tienda.icontec.org/gp-dimensiones-y-tolerancias-de-perfiles-ntc1878-2001.html>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (1988).** *NTC 1832:1988 [Dibujo técnico. Representación convencional de engranajes]* [Norma técnica]. <https://tienda.icontec.org/gp-dibujo-tecnico-representacion-convencional-de-engranajes-ntc1832-1988.html>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (1988).** *NTC 2493:1988 [Dibujo técnico. Símbolos para tolerancias geométricas. Proporciones y dimensiones]* [Norma técnica]. <https://tienda.icontec.org/gp-dibujo-tecnico-simbolos-para-tolerancias-geometricas-proporciones-y-dimensiones-ntc2493-1988.html>

- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (1992).** *NTC 1964:1992 [Dibujo técnico. Dimensionamiento y tolerancia. Conos]* [Norma técnica]. <https://tienda.icontec.org/gp-dibujo-tecnico-dimensionamiento-y-tolerancia-conos-ntc1964-1992.html>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (1992).** *NTC 3295:1992 [Dibujo técnico. Tolerancias generales. Tolerancias para dimensiones lineales y angulares sin indicaciones de tolerancia]* [Norma técnica]. <https://tienda.icontec.org/sectores/medio-ambiente-proteccion-de-la-salud-seguridad/proteccion-del-medio-ambiente/polucion-control-a-la-polucion-y-conservacion/gp-dibujo-tecnico-tolerancias-generales-tolerancias-para-dimensiones-lineales-y-angulares-sin-indicaciones-de-tolerancia-n>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (1993).** *NTC 2390:1993 [Dibujo técnico. Simbología. Símbolos gráficos utilizados sobre equipos. Índice y tabla sinóptica]* [Norma técnica]. <https://tienda.icontec.org/gp-dibujo-tecnico-simbologia-simbolos-graficos-utilizados-sobre-equipos-indice-y-tabla-sinoptica-ntc2390-1993.html>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (1997).** *NTC 1958:1997 [Símbolos normalizados para soldeo, soldeo fuerte y ensayos no destructivos]* [Norma técnica]. <https://tienda.icontec.org/gp-simbolos-normalizados-para-soldeo-soldeo-fuerte-y-ensayo-no-destructivos-ntc1958-1997.html>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2001).** *NTC 1722:2001 [Tolerancias de dimensiones lineales y angulares]* [Norma técnica]. <https://tienda.icontec.org/gp-dibujo-tecnico-tolerancias-de-dimensiones-lineales-y-angulares-ntc1722-2001.html>

- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2002).** *NTC 3210:2002 [Sistema de tolerancias dimensionales y en maquinado, para fundiciones]* [Norma técnica]. <https://tienda.icontec.org/gp-sistema-de-tolerancias-dimensionales-y-en-maquinado-para-fundiciones-ntc3210-2002.html>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2011).** *NTC-ISO 8015:2011 Principio fundamental de tolerancias* [Norma técnica]. <https://tienda.icontec.org/gp-ntc-iso-especificaciones-geometricas-de-producto-gps-fundamentos-conceptos-principios-y-reglas-ntc-iso8015-2011.html>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2023).** *NTC 1687:2023 [Formato y plegado de planos técnicos]* [Norma técnica]. <https://tienda.icontec.org/gp-ntc-dibujo-tecnico-formato-y-plegado-de-planos-tecnicos-ntc1687-2023.html>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (1987).** *NTC 2373, 2372, 2371 y 2370:1987 [Dibujo técnico. Diagramas cinemáticos. Símbolos gráficos]* [Normas técnicas]. <https://tienda.icontec.org/gp-dibujo-tecnico-diagramas-cinematicos-simbolos-graficos-parte-4-ntc2373-1987.html>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (1997).** *NTC 2329:1997 [Soldadura. Soldadura y corte. Soldadura fuerte y soldadura blanda de metales. Nomenclatura de procesos y números de referencia para la presentación simbólica en los dibujos]* [Norma técnica]. <https://tienda.icontec.org/sectores/agricultura/maquinas-implementos-y-equipos-de-uso-agricola/gp-dibujo-tecnico-soldadura-soldadura-y-corte-msoldadura-fuerte-y-soldadura-blanda-de-metales-nomenclatura-de-procesos-y-numeros-de-referencia-para-la-presentacion-simbolica-en-los-dibujo>

- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2001).** *NTC 2129:2001* [Representación simplificada de secciones de barras y perfiles] [Norma técnica]. <https://tienda.icontec.org/gp-dibujo-tecnico-representacion-simplificada-de-secciones-de-barras-y-perfiles-ntc2129-2001.html>
- Lievre, P., Bootz, J., & Wenger-Trayner, E. (2023). Palabras de los redactores invitados: La gestión del conocimiento a prueba de los nuevos “objetos” de la gestión del siglo XXI. *Management International*, 27(6), 13-17. <https://doi.org/10.59876/a-2kks-jfaj>
- Luque Romera, F. (2017). Máquinas, herramientas y materiales de procesos básicos de fabricación. IC Editorial. <https://www-digitaliapublishing-com.bibliotecavirtual.uis.edu.co/a/86957>
- Maquinados y Montajes SAS. (n.d.). MAQMO SAS. <https://maqmo.com/>
- Maquinados & Montajes. (2025). *Software de Gestión*. <https://websoftmaqymon.com>
- Mora, S & Arenas Y (2012). Diseño del sistema de gestión de calidad bajo la norma técnica colombiana ISO 9001:2015 en la compañía alimenticia TU PAN GOURMET SAS (Tesis de pregrado). Universidad Francisco de Paula Santander, Ocaña, Colombia.
- Pérez, J. (2010). *Gestión por procesos: Cómo utilizar ISO 9001-2000 para mejorar la gestión de la organización*. Madrid, España: ESIC
- Pérez Rodríguez, Y., y Coutín, A. (2005). *La gestión del conocimiento: un nuevo enfoque en la gestión empresarial*. Acimed,13(6).
- Roldan Vilorio, J. (2021). *Máquinas, herramientas y materiales de procesos básicos de fabricación UF0441*. Ediciones Paraninfo, S.A.
- Russo, P. (2011). *Gestión documental en las organizaciones*. Barcelona, España: Editorial UOC.
- Saffady, W. (2004). *Records and Information Management: fundamentals of Professional practice*. Kansas: Arma International.

WESCO. (s.f.). *WESCO Colombia*. Recuperado el 2 de abril de 2025, de <https://www.wesco.com.co/>

Yarelys Chávez Montejo, & Hilda Pérez Sousa. (2013). Gestión documental, Gestión de información y Gestión del conocimiento: nociones e interrelaciones. *Bibliotecas. Anales De Investigación*, (8-9), 222-227. <https://www.proquest.com/scholarly-journals/gestión-documental-de-información-y-del/docview/2245517343/se-2>

Zabaleta, A. T. (2003). Los modelos actuales de gestión en las organizaciones. *Gestión del talento, gestión del conocimiento y gestión por competencias. Psicología Desde El Caribe*, (12) <https://www.proquest.com/scholarly-journals/los-modelos-actuales-de-gestión-en-las/docview/1436993258/se-2>