

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 Reseña histórica

INSTRUEQUIPOS Cia. Ltda. se inició en el año de 1982, con la comercialización, asesoramiento, mantenimiento y reparación de equipos de ingeniería y laboratorio, bajo la iniciativa del Ing. Mario Astudillo V., representando a la empresa DISTECNICA Cia. Ltda.

La sucursal inicia sus actividades en la Av. 12 de Noviembre y Unidad Nacional. A medida que pasó el tiempo fueron creciendo las necesidades, surgiendo la idea de ampliar el área física y adquiere para ello un terreno en la Av. Las América 01-59 y González Suárez (Ingahurco). Cinco años más tarde, empieza a edificar la construcción de su propia planta.

Paralelamente, se consigue la distribución exclusiva, para la zona central, de las estanterías metálicas modulares de la fábrica Ponce Yépez de la ciudad de Quito.

El mercado en esta zona respondió favorablemente, naciendo la idea de fabricar en su propia planta; iniciando la consecución de la maquinaria.

Para este fin se consigue un préstamo en el Bco. de Fomento, de esta forma se va aumentando el personal administrativo y de producción.

Conforme las exigencias del mercado, se ha venido fabricando y comercializando: sistemas modulares (estanterías), mobiliario médico hospitalario, productos para exhibición y afines.

1.2 Situación actual

Instruequipos es una empresa caracterizada, por su dinamia, afán de servicio y exclusividad en sus productos.

Cuenta con dos líneas bien definidas:

- Comercialización de equipos y materiales de laboratorio y médico hospitalario.
- Producción de estanterías metálicas modulares (sistemas de almacenaje), mobiliario hospitalario y productos para exhibición.

En nuestra producción innovamos los conceptos de aplicación de usos del acero, mundialmente reconocidos como material noble, a prueba de los más exigentes requerimientos.

Se emplea pintura termo curable electrostática con excelente acabado de extraordinaria adherencia.

La empresa cuenta actualmente con 18 personas que se encuentran distribuidas en el área administrativa y de producción; a su vez necesita mejorar sus procesos para incrementar la productividad, poder crecer en infraestructura y aumentar sus niveles de producción con el fin de copar nuevos mercados.

1.3 Misión

Producir sistemas metálicos modulares, productos para exhibición y mobiliario médico hospitalario de calidad a través de procesos tecnológicos eficientes, con el fin de dar solución y satisfacer las necesidades de sus clientes, dentro de los principios y valores que rigen a la empresa.

1.4 Visión

Formar una empresa consolidada organizacionalmente en los próximos 10 años, líder en la elaboración de productos de calidad, con puntos de distribución instalados estratégicamente a nivel nacional, logrando fidelidad en nuestros clientes.

.

1.5 Valores

Define su conducta y compromiso con la gente que trabaja con ellos, que invierte en ellos y compra sus productos.

Innovación: Satisfacer necesidades reales mediante ideas originales.

Calidad: Cumplir con el compromiso de entregar lo mejor.

Seguridad: Asegurar altos estándares en todo lo que hacemos.

Respeto: Cuidar a la gente, comunidades y medio ambiente.

Integridad: Hacer lo que es correcto.

Apertura: Escuchar las ideas de los demás y alentar el diálogo abierto.

1.6 Principios Operativos

Enfoque: Concentrarse en lo que más les importa a sus consumidores y clientes, y en lo más importante para desarrollar su negocio, su marca y su gente.

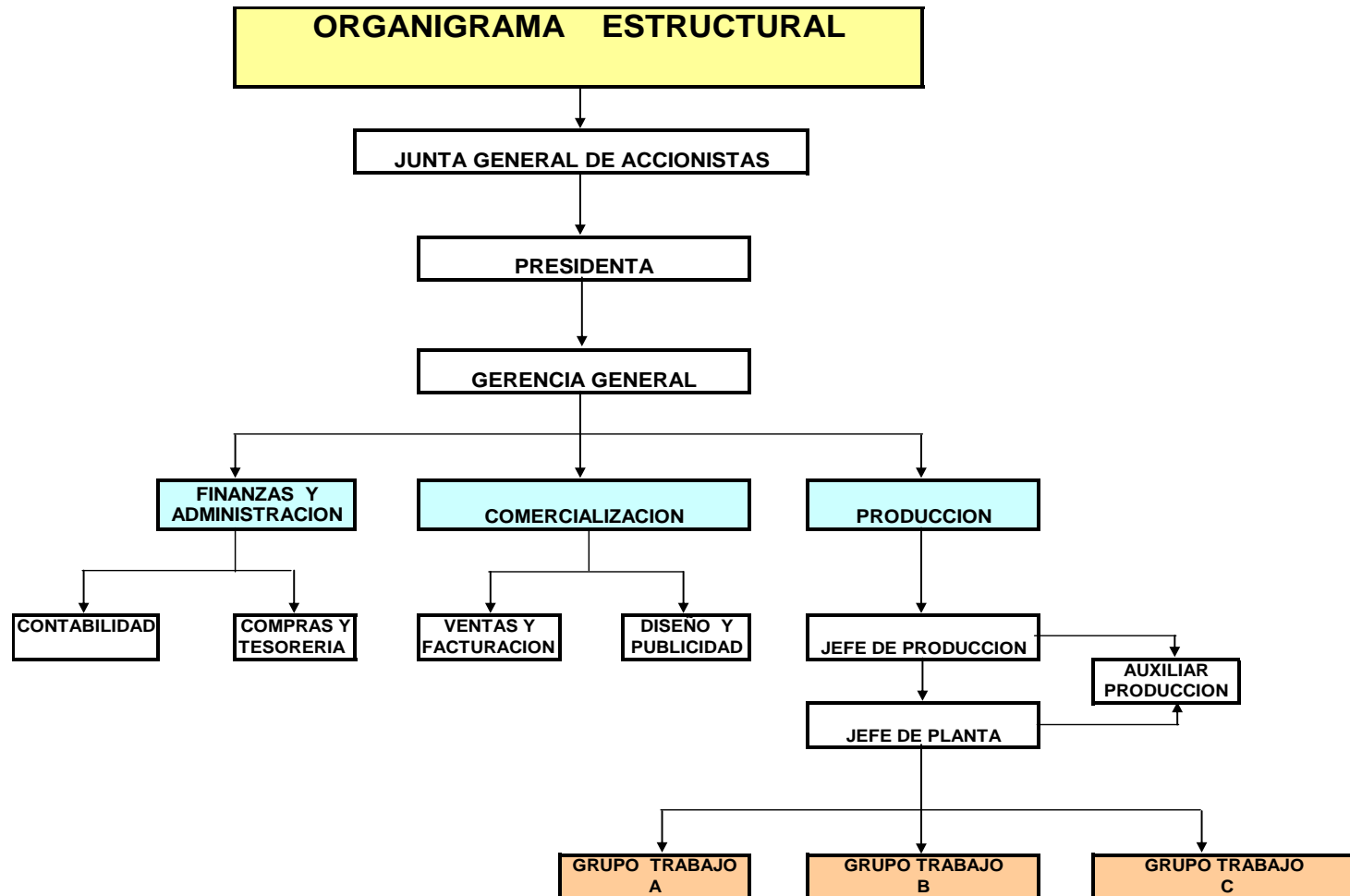
Innovación: Buscar maneras nuevas de satisfacer a los consumidores, vender a sus clientes y administrar su sistema de negocios.

Pasión: Transformar su orientación a los resultados en una pasión por el triunfo, con la seguridad de establecer metas retadoras y compromiso inquebrantable para alcanzarlas.

Agilidad: Actuar con rapidez manteniendo la disciplina apropiada para mantener por delante la competencia.

Trabajo en equipo: Utilizar la fuerza generada por el trabajo en conjunto de manera que este se extienda a todas las categorías.

1.7 Organigrama Estructural



Elaborado por Mario Fco. Astudillo E.

1.8 Planteamiento del problema

Varios son los problemas que la industria actual enfrenta en sus procesos. Algunos están relacionados con la limitación para modificar y actualizar rutinas necesarias para mantener o mejorar la calidad del producto. En Instruequipos se requiere manejar una adecuada implementación de procesos de producción como parte fundamental del sistema de gestión, basado en normas con el fin de abrirse nuevos mercados y aumentar su competitividad.

Existe la necesidad imperante de optimizar su proceso productivo, para lo cual es esencial realizar proyectos enfocados a aumentar la producción, acortar tiempos y plazos de manufactura, lo que redundará en la eficiencia de la misma.

Actualmente la empresa enfrenta tres problemas principales: calidad, mercado y rendimiento. Los problemas de calidad y mercado, están siendo atacados por los departamentos de Producción y Ventas respectivamente, mientras que los problemas de rendimiento, será el objetivo del presente estudio.

A nivel de estructuración del personal, la empresa maneja un sistema de trabajo de grupos, es decir no existe supervisores en cada proceso. Con este tipo de estructuración se aspira generar en el personal una cultura de responsabilidad y autogestión, reflejada en las labores que desarrollan. El inconveniente de este método es que debido a la falta de parámetros no se lleva un control adecuado de la eficiencia del proceso y del personal operativo.

La empresa está interesada en realizar un estudio sobre el estado actual de la gestión de sus procesos, enfocándose en las áreas productivas de corte, troquelado, doblado, lavado, pintado y secado. Para que la aplicación de gestión de procesos sea óptima para la

empresa, se requiere conocer las etapas productivas, el recurso empleado en cada una de ellas y la metodología, para medir y evaluar la gestión a desarrollarse.

Con la optimización de procesos productivos se podrán mantener un control eficiente de los procesos a través del aprovechamiento del recurso humano e infraestructura existente. El problema de la diversificación de los productos provoca que el proceso sea variable en relación a la capacidad productiva de la planta. El enfoque es dar solución a los tres problemas de forma simultánea; al mejorar la calidad del producto se logrará la ampliación del mercado y por ende se incrementarán las ventas y se optimizará el rendimiento de la planta.

Factores como el avance tecnológico en las industrias locales y la apertura de mercados internacionales obligan a la empresa actual a buscar nuevas maneras de optimizar sus recursos para producir un producto competitivo, por lo que nos planteamos las siguientes interrogantes:

- ¿Podrá la optimización de procesos productivos mejorar la capacidad de la planta en términos de rendimiento?
- ¿Es necesario evaluar la eficiencia del proceso y el personal operativo para optimizar la producción?
- ¿Con la optimización de procesos se logrará un control y aprovechamiento del recurso humano e infraestructura?
- ¿La evaluación de la gestión de procesos permitirá establecer el nivel de responsabilidad del recurso humano?

1.9 Justificación

Para tratar de alcanzar sus objetivos, la empresa obtiene del entorno los factores que emplea en la producción, tales como las materias primas, maquinarias-equipos, mano de obra, capital, etc.

Toda empresa al producir incurre en costos. Los costos de producción están en el centro de las decisiones empresariales, ya que todo incremento en los costos de producción normalmente significa una disminución de los beneficios de la empresa. De hecho, las empresas toman las decisiones sobre la producción y las ventas a la vista de los costos y los precios de venta de los bienes que lanzan al mercado.

Consideremos por un momento los diferentes tipos de factores productivos que utiliza la empresa para obtener el bien que fabrica. Algunos de estos factores los compra en el mercado en el momento en que los necesita y los incorpora totalmente al producto. *El costo* de estos factores es simplemente el precio que se ha pagado por ellos en el mercado, mientras que los *costos de producción* son el valor del conjunto de bienes y esfuerzos en que se incurren para obtener un producto terminado en las condiciones necesarias para ser entregado al sector comercial.

De esta manera general para la elaboración de las curvas de costo en corto plazo se involucra costos fijos, variables y marginales. El análisis de costo y el control de estos es una función, cuyo objetivo es mantener a la empresa en una posición económica satisfactoria.

El mejoramiento continuo de los procesos permitirá un ahorro permanente de recursos y a su vez mejorará la calidad de trabajo y su productividad.

- ***Impacto científico: Generación de conocimiento, tecnología***

El impacto científico en el mejoramiento continuo de procesos de producción, es notable ya que se debe desarrollar el ámbito tecnológico de una forma permanente, con el fin de alcanzar procesos efectivos que ayuden a crear productos de calidad.

- ***Impacto organizacional: empresa, localidad, región.***

Con respecto al ámbito organizacional la empresa se beneficia de forma permanente, ya que al implementar procesos productivos el esquema organizativo es mucho más controlable y se lo puede administrar de mejor forma.

Todos los miembros de la organización deben poner de parte para que la implementación funcione y de buenos resultados; pero de existir un impacto organizacional es un hecho.

- ***Impacto social: sector involucrado***

Socialmente hablando se puede decir que va a beneficiar a la población (clientes externos e internos), ya que con la implementación de mejora se va lograr obtener un mejor producto en menor tiempo y a costos superiores a los de la competencia.

- ***Impacto ambiental***

El impacto ambiental va a ser mínimo, ya que la tecnología que se emplee va a generar un impacto normal dentro de la producción que se realice.

La implementación de maquinaria y tecnología debe ser manejada de una forma adecuada, con el fin de canalizar los desechos y desperdicios de tal forma que sean reciclables y no afecten al medio ambiente

- ***Impacto económico o social***

El impacto económico representa a la organización una inversión, más no un gasto; ya que los resultados se verán reflejados de forma permanente en sus balances.

La cantidad o impacto económico dependerá del medio donde se realicen los cambios y el provecho que el personal desarrolle luego de la implementación y mejora.

- ***Cultural***

Culturalmente hablando la empresa debe desarrollar una mentalidad de crecimiento personal y como organización se adoptarán políticas que lleven a un cambio permanente y sustentable. Los incentivos dentro del campo productivo son vitales y hacen que todos se encuentren comprometidos con el cambio.

1.10 Objetivos

1.10.1 General:

- Establecer proyectos de mejora en el proceso de producción de estanterías metálicas en la empresa Instruequipos.

1.10.2 Específicos:

- Diagnosticar y evaluar los procesos de producción actuales de estanterías metálicas modulares de la empresa Instruequipos.
- Definir, documentar técnicas y metodologías que permitan administrar los procesos de producción de estanterías metálicas modulares de la empresa Instruequipos.
- Normalizar procesos, materiales, tiempos y movimientos en todas sus áreas (procesos), para la producción de estanterías metálicas modulares de la empresa Instruequipos.
- Evaluar los niveles de productividad alcanzados en los procesos de producción de estanterías metálicas modulares en la empresa Instruequipos.

CAPITULO II

FUNDAMENTO TEORICO

2.1 Gestión de procesos

2.1.1 Antecedentes

Independientemente de su tamaño y sector de actividad a la que pertenece, las organizaciones hacen frente a mercados competitivos en los que han de conciliar la satisfacción de sus clientes con la eficiencia económica de sus actividades. La gestión por procesos se conforma como una herramienta encaminada a conseguir los objetivos de Calidad Total. Percibe la organización como un sistema interrelacionado de procesos que contribuyen conjuntamente a incrementar la satisfacción del cliente.¹ La Gestión por procesos coexiste con la administración funcional, asignando “propietarios” a los procesos clave, haciendo posible una gestión ínter funcional generadora de valores para el cliente y que, procura su satisfacción. Actualmente, determina qué procesos necesitan ser mejorados o rediseñados, establece prioridades y provee de un contexto para iniciar y mantener planes de mejora que permitan alcanzar objetivos establecido.

¹ AITECO CONSULTORES (2005-2006) “*Gestión de Procesos*”. España: p. GR 15189

2.1.2 Conceptos Básicos

- **Mapa de Procesos:** El mapa de procesos impulsa a la organización a poseer una visión mas allá de sus límites geográficos y funcionales, mostrando cómo sus actividades están relacionadas con los clientes externos, proveedores y grupos de interés. Los mapas de procesos dan la oportunidad de mejorar la coordinación entre los elementos claves de la organización, brindan además la oportunidad de distinguir entre procesos claves, estratégicos y de soporte, permitiendo seleccionar los procesos sobre los que actuar.²
- **Modelado de Procesos:** Un modelo es una representación de una realidad compleja. Constituye la base para que el equipo de proceso aborde el diseño, mejora y establezca indicadores relevantes en los puntos intermedios del proceso y en sus resultados.
- **Documentación de Procesos:** Permite llevar el detalle de los procesos clave. El punto de partida para un proceso que van ha someterse a rediseño o mejora, es la documentación. En las organizaciones habitualmente los procesos no están identificados, ni documentados, ni delimitados.
- **Equipos de Proceso:** La configuración, entrenamiento y facilitación de equipos de proceso es esencial para la gestión de los procesos y la orientación de estos hacia el cliente. Los “dueños de procesos” son los integrantes del equipo que bajo la tutela del líder se encamina a desarrollar los sistemas de revisión y control.
- **Rediseño y mejora de procesos:** El rediseño de procesos puede incrementar la eficiencia, reducir costes, mejorar la calidad y acortar los tiempos reduciendo los plazos de producción y entrega del producto.

² AITECO CONSULTORES (2005-2006) “*Gestión de Procesos*”. España: Toma 863, Folio 180, p. 15189

Indicadores de Gestión: Mediante los indicadores de gestión la empresa puede verdaderamente conocer y mejorar su gestión.

2.1.3 Características

La Gestión por Procesos concentra su atención en el resultado de los procesos no en las tareas o actividades. La empresa posee información sobre el resultado final y cada quien sabe como contribuye con su trabajo individual al proceso global.³

La Gestión por Procesos se fundamenta en la asignación de un directivo que asuma la responsabilidad de cada uno de los procesos de la empresa, sustituyendo la organización departamental. Es decir se mantiene la estructura departamental, pero el responsable de un proceso tiene la responsabilidad del mismo.

La Gestión de los procesos tiene las siguientes características:

- a. Analizar las limitaciones de la organización funcional vertical para mejorar la competitividad de la Empresa.
- b. Reconocer la existencia de los procesos internos (*relevante*):
 - Identificar los procesos relacionados con los factores críticos para el éxito de la empresa o que proporcionan ventaja competitiva.
 - Medir su actuación (calidad, costo y plazo) y ponerla en relación con el valor añadido percibido por el cliente.
- c. Identificar las necesidades de cliente externo y orientar a la empresa hacia su satisfacción.

³ Ibidem, p. 15189

- d. Entender las diferencias de alcance entre la mejora orientada a los procesos (que y para quien se hacen las cosas) y aquella enfocada a los departamentos o a las funciones (cómo se hace):
 - Productividad del conjunto frente al individual (eficacia global frente a efectividad parcial).
 - El departamento es un eslabón de la cadena, proceso al que añade valor.
 - Organización entorno a resultados no a tareas.
- e. Asignar responsabilidades personales a cada proceso.
- f. Establecer en cada proceso indicador de funcionamiento y objetivo de mejora.
- g. Evaluar la capacidad del proceso para satisfacerlos.
- h. Mantenerlos bajo control, reduciendo su variabilidad y dependencia de causas no aleatorias (utilizar los gráficos de control estadístico de procesos para hacer predecibles calidad y costo).
- i. Mejorar de forma continua su funcionamiento global limitando su variabilidad común.
- j. Medir el grado de satisfacción del cliente interno o externo, y ponerlo en relación con la evaluación del desempeño personal.

Los cambios de comportamiento, especialmente en mandos y directivos, necesarios para gestionar los procesos de la empresa los resumimos en:

- a. Orientación externa hacia el cliente, frente a orientación interna al producto.
- b. Fusionar en las personas pensamiento y acción de mejora frente a la lógica. No se trata de trabajar más sino de trabajar de otra manera.
- c. Compromiso con resultados frente a cumplimiento.
- d. Procesos y clientes frente a departamentos y jefes.
- e. Participación y apoyo frente a jerarquización y control.
- f. Responsabilidad sobre el proceso frente a autoridad jerárquica funcional.

Los procesos siempre están diseñados por directivos; cuando están enfocados a satisfacer determinadas necesidades internas, como control o limitaciones de la responsabilidad departamental, incorporan una serie de actividades de dudoso valor agregado.⁴ Si definimos claramente la misión y objetivos de los procesos en términos del valor agregado percibido por los clientes, automáticamente se pondrá de manifiesto aquellas actividades consideradas como ineficaces.

2.1.4 Objetivos de la gestión de procesos

Como un sistema de gestión de calidad que es, el principal objetivo de la gestión por procesos es mejorar los resultados de la empresa a través de conseguir niveles superiores de satisfacción de sus clientes. Además de incrementar la productividad a través de:

- **Identificación y documentación:** Lo habitual en la organización es que los procesos no estén identificados y, por consiguiente, no se documenten ni se delimiten. Tal y como se expuso anteriormente, los procesos fluyen a través de distintos departamentos y puestos de la organización funcional, que no suelen percibirlos en su totalidad.
- **Definición de objetivos:** La descripción y definición operativa de los objetivos es una actividad propia de la gestión. La característica del enfoque es definir explícitamente esos objetivos en términos del cliente. Esto permitirá orientar los procesos hacia la calidad, es decir hacia la satisfacciones de necesidades y expectativas.
- **Especificación de responsables de los procesos:** Al estar distribuidas las actividades de un proceso entre diferentes áreas funcionales, lo habitual es que alguien se responsabilice del mismo y de sus resultados finales. La gestión de los procesos introduce la figura esencial de propietario del proceso. El propietario del proceso puede

⁴ Ibidem, p. 5

delegar este liderazgo en un equipo o en otra persona que tenga un conocimiento importante sobre el proceso.

- **Reducción de etapas y tiempos:** Existe una sustancial diferencia entre los tiempos de proceso y de ciclo. La gestión de procesos incide en los tiempos de ciclo, y en la reducción de las etapas de manera que el tiempo total de procesos disminuya.
- **Simplificación:** Reducir en número de personas y departamentos implicados en un ejercicio de simplificación característico de esta estrategia de gestión.
- **Reducción y eliminación de actividades sin valor añadido:** Frecuentemente se encuentran actividades de un proceso que no aportan nada de resultado final. Puede tratarse de actividades de control duplicadas, sugeridas, cuya presencia no ha sido justificada, estas actividades deben ser estudiadas para simplificarlas y / o eliminarlas.
- **Reducción de burocracia:** La gestión de proceso permite delimitar o aplicar el trabajo de las personas con el fin de reducir gente innecesaria o con poca labor que puede ser asignada a otras personas.
- **Aplicación de funciones y responsabilidades del personal:** Con frecuencia es necesario dotar de más funciones y de mayor responsabilidad al personal que interviene en el proceso, como medio para reducir etapas y acortar tiempos de ciclo.
- **Inclusiones de actividades de valor añadido:** Que incrementa la satisfacción del cliente del proceso.

2.1.5 Diferencia entre organigrama funcional tradicional y la organización por procesos

Algunas diferencias entre organizaciones por procesos y organización funcional tradicional:

- **Procesos:** De complejos a simples
- **Actividades:** De simples a complejas.
- **Indicadores:** De desempeño o resultados.
- **Personal:** De controlado a facultado.
- **Directivo:** De controlador a entrenador / líder

Tabla2.1. Diferencia entre la Gestión por Funciones y la Gestión por Procesos

GESTION POR FUNCIONES	GESTION POR PROCESOS
Departamentos especializados	Procesos valor añadido
Departamento forma organizativa	Forma natural organizar el trabajo
Jefes funcionales	Responsables de los procesos
Jerarquía - control	Autonomía - Autocontrol
Burocracia - formalismo	Flexibilidad - cambio - innovación
Toma de decisiones centralizada	Es parte del trabajo de todos
Información jerárquica	Información compartida
Jerarquía para coordinar	Coordina el equipo
Cumplimiento desempeño	Compromiso con resultados
Eficiencia: Productividad	Eficacia: competitividad
Cómo hacer mejor las tareas	Qué tareas hacer y para qué
Mejoras de alcance limitado	Alcance amplia - transfuncional

Fuente: AITECO CONSULTORES (2005-2006) “*Gestión de Procesos*”.

2.2 Procesos de producción

2.2.1 Que es un proceso?

Un Proceso puede definirse como un “Conjunto de actividades interrelacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados”. Estas actividades requieren la asignación de recursos tales como personal y material.

Un proceso es cualquier parte de una organización que recibe insumos y los transforma en productos o servicios mismos que se espera sean de mayor valor para la organización que los insumos originales.⁵

Los elementos de entrada y los resultados previstos pueden ser tangibles (tal como equipos, materiales o componentes) o intangibles (tal como energía o información). Los resultados también pueden ser no intencionados; tales como el desperdicio o la contaminación ambiental.

Cada proceso tiene clientes y otras partes interesadas (quienes pueden ser internos o externos a la organización) que son afectadas por el proceso y quienes definen los resultados requeridos de acuerdo con sus necesidades y expectativas.

Debería utilizarse un sistema para recopilar datos, los cuales pueden analizarse para proveer información sobre el desempeño del proceso, y determinar la necesidad de acciones correctivas o de mejora.

Todos los procesos deberían estar alineados con los objetivos de la organización y diseñarse para aportar valor, teniendo en cuenta el alcance y la complejidad de la organización.

La eficiencia del proceso puede evaluarse a través de procesos de revisión internos o externos.

2.2.2 Tipos de procesos

Pueden identificarse los siguientes tipos de procesos:

Procesos para la gestión de una organización.

⁵ Grupo ISO/TC 176 STTG (2003). *“Enfoque basado en procesos”* p. 3

Incluyen procesos relativos a la planificación estratégica, establecimiento de políticas, fijación de objetivos, provisión de comunicación, aseguramiento de la disponibilidad de recursos necesarios y revisiones por la dirección.

Proceso para la gestión del recurso.

Incluyen todos aquellos procesos para la provisión de los recursos que son necesarios en los procesos para la gestión de una organización, la realización y la medición.

Proceso de realización.

Incluyen todos los procesos que proporcionan el resultado previo para la organización.

Proceso de medición, análisis y mejora.

Incluyen aquellos procesos necesarios para medir y recopilar datos para realizar el análisis del desempeño y la mejora de la eficiencia. Incluyen procesos de medición, seguimiento y auditoria, acciones correctivas y preventivas, y son una parte integral de los procesos de gestión de los recursos y realización.

2.2.3 Comprensión del enfoque basado en procesos

Un enfoque basado en procesos es una excelente vía para organizar y gestionar la forma en que las actividades de trabajo crean valor para el cliente y otras partes interesadas.

Las organizaciones están estructuradas a menudo como una jerarquía de unidades funcionales. Las organizaciones habitualmente se gestionan verticalmente, con la responsabilidad por los resultados obtenidos dividida entre unidades funcionales. El cliente final u otra parte interesada no siempre ven todo lo que está involucrado. En consecuencia a menudo se da menos prioridad a los problemas que ocurren en los límites de las interfases que a las metas a corto plazo de las unidades. Esto conlleva a la escasa o nula mejora para las partes interesadas, ya que las acciones están frecuentemente enfocadas en las funciones más que en el beneficio global de la organización.⁶

El enfoque basado en procesos introduce la gestión horizontal, cruzando las barreras entre diferentes unidades funcionales y unificando sus enfoques hacia las metas principales de la organización. También mejora la gestión de las interfases del proceso.

El desempeño de la organización puede mejorarse a través del uso del enfoque basado en un proceso. Los procesos se gestionan como un sistema, mediante la creación y entendimiento de una red de procesos y sus interacciones.

Nota: La operación coherente de esta red a menudo se denomina “enfoque de sistemas” para la gestión

Los resultados de un proceso pueden ser elementos de entrada para otros procesos y estar interrelacionados dentro de la red global o sistema global.

2.2.4 Implementación del enfoque basado en procesos

Las siguientes metodologías de implementación pueden aplicarse a cualquier tipo de proceso. La secuencia de pasos es solo un método y no pretende ser prescrita. Algunos pasos pueden llevarse a cabo simultáneamente.

⁶ Ibidem, p. 4

2.2.4.1 Identificación de los procesos de la organización

Pasos del enfoque basado en los procesos:

a) Defina el propósito de la organización

¿Que hacer?

La organización debería identificar sus clientes y otras partes interesadas, así como sus requisitos, necesidades y expectativas para definir los resultados previstos por la organización.

Orientación

Recopile, analice y determine los requisitos de los clientes y otras partes interesadas, otras necesidades y expectativas. Comuníquese frecuentemente con los clientes y otras partes interesadas para asegurar el continuo entendimiento de sus requisitos, necesidades y expectativas.

Determine los requisitos para gestión de la calidad, gestión ambiental, gestión de la seguridad y salud ocupacional, riesgo de los negocios, o responsabilidad social y otras disciplinas del sistema de gestión que serán aplicadas dentro de la organización.

b) Defina las políticas y objetivos de la organización

¿Qué hacer?

Basándose en el análisis de los requisitos, necesidades y expectativas, establezca las políticas y objetivos de la organización.

Orientación

La alta dirección debería decidir a qué mercado debería dirigirse la organización y desarrollar políticas al respecto. Basándose en esas políticas debería entonces establecer

objetivos para los resultados deseados (por ejemplo, productos, desempeño ambiental, desempeño en seguridad y salud ocupacional).⁷

c) Determine los procesos en la organización

¿Que hacer?

Identifique todos los procesos que son necesarios para producir los resultados previstos.

Orientación

Determine los procesos necesarios para alcanzar los resultados previstos. Estos procesos incluyen gestión, recursos, realización y medición y mejora.

Identifique todos los elementos de entrada y los resultados de los procesos junto con los proveedores, clientes y otras partes interesadas (que puedan ser internos o externos).

d) Determine la secuencia de los procesos

¿Que hacer?

Determine cómo es el flujo de los procesos en su secuencia e interacción.

Orientación

Defina y desarrolle una descripción de la red de procesos y sus interacciones

Considere lo siguiente: El cliente de cada proceso.

- Los elementos de entrada y los resultados de cada proceso.
- Qué procesos están interactuando?
- Interfases y cuales son sus características.
- Tiempos y secuencia de los procesos que interactúan.
- Eficacia de la secuencia.

⁷ Ibidem, p. 5

Nota: Como un ejemplo, los procesos que terminan en un resultado (tales como un producto entregado a un cliente) interactuarán con otros procesos (tales como gestión, medición y seguimiento y procesos de provisión de recursos).

Pueden utilizarse métodos y herramientas tales como diagramas de bloque matrices de flujo para ayudar al desarrollo de la secuencia de procesos y sus interacciones.

e) Defina los dueños del proceso

¿Que hacer?

Asigne la responsabilidad y autoridad para cada proceso.

Orientación

La dirección debería definir el papel y las responsabilidades individuales para asegurar la implementación, el mantenimiento y la mejora de cada proceso y sus interacciones. A tal individuo se lo denomina “dueño del proceso”⁸

Para gestionar las interacciones del proceso puede ser útil establecer un “equipo de gestión del proceso” que tenga una visión general de todos los procesos y que incluya a representantes de cada uno de los procesos que interactúan.

f) Defina la documentación de procesos

¿Que hacer?

Determine los procesos que se van a documentar y la forma de llevarlo a cabo.

Orientación

Los procesos existen dentro de la organización y el enfoque inicial, debería estar limitado a identificarlos y gestionarlos de la manera más apropiada. No existe un “catálogo” o lista de procesos que tengan que ser documentados.

⁸ Ibidem, p. 6

El proceso principal de la documentación es permitir la operación coherente y estable de los procesos.

La organización debería determinar los procesos que deben ser documentados basándose en:

- El tamaño de la organización y tipo de actividad.
- La complejidad de sus procesos y sus interacciones.
- La criticidad de los procesos.
- La disponibilidad de personal competente.

Cuando sea necesario documentar los procesos, se puede utilizar diferentes métodos tales como representaciones gráficas, instrucciones escritas, listas, diagramas de flujo, medios visuales o métodos eléctricos.

2.2.4.2 Planificación del proceso

Pasos de enfoque basado en el proceso

a) Defina las actividades dentro del proceso

¿Que hacer?

Determine las actividades necesarias para lograr los resultados previstos del proceso.

Orientación

Defina los elementos de entrada y los resultados requeridos del proceso.

Determine las actividades requeridas para transformar los elementos de entrada en los resultados requeridos.

Determine y defina la secuencia e interacción de las actividades dentro del proceso.

Determina como se lleva a cabo cada actividad.

Nota: En algunos casos, el cliente puede especificar la manera en que debe llevarse a cabo el proceso.

b) Defina los requisitos de seguimiento y medición

¿Que hacer?

Determina donde y como debería aplicarse el seguimiento y la medición. Esto debería ser tanto para el control y la mejora de los procesos como para los resultados previstos del proceso.

Determine la necesidad de registrar los resultados.⁹

Orientación

Identifique los criterios de seguimiento y medición para el control y el desempeño del proceso, para determinar la eficiencia del proceso, teniendo en cuenta factores tales como:

- Conformidad con los requisitos.
- Satisfacción del cliente.
- Desempeño del proveedor.
- Entrega a tiempo
- Plazos
- Tasas de falla
- Desechos
- Costo de proceso
- Frecuencia de incidentes

c) Defina los recursos necesarios

¿Que hacer?

⁹ Ibidem, p. 8

Determine los recursos necesarios para la operación eficaz de cada proceso.

Orientación

Ejemplos de recursos incluyen:

- Recursos humano
- Infraestructura
- Ambiente de trabajo
- Información
- Recursos naturales
- Materiales
- Recursos financieros

d) Verifique el procesos con respecto a sus objetivos planificados

¿Que hacer?

Confirme que las características del proceso son coherentes con el propósito de la organización

Orientación

Verifique que se haya satisfecho todos los requisitos identificados en (2.2.4.1 / a). Si no considere que actividades del proceso adicionales se requieren y vuelva al (2.2.4.2 / a) para mejorar el proceso.

2.2.4.3 Implementación y medición de los procesos

Implemente los procesos y sus actividades tal como se planificó.

La organización puede desarrollar un proyecto para implementación que incluya, pero que no este limitado a:

- Comunicación
- Toma de conciencia.
- Formación
- Gestión del cambio
- Participación de la dirección
- Actividades de revisión aplicables

Realice las mediciones, el seguimiento y los controles como se planifico.

2.2.4.4 Conceptos Generales

Productividad: Es la razón de la producción a los insumos. La productividad total del factor por lo común se mide en unidades monetarias, por ejemplo dólares, tomando el valor en dólares de la producción (como bienes y servicios vendidos) y dividiendo entre el costo de todos los insumos (es decir material, mano de obra e inversión de capital).¹⁰

De manera alternativa la productividad parcial del factor se mide basándose en una entrada individual y la más común es la mano de obra. La productividad parcial del factor responde a las preguntas de cuanta producción podemos obtener de un nivel determinado de insumos; por ejemplo cuantas computadoras se fabrican por cada empleado que trabaja en la planta de fabricación de computadoras? La utilización mide la activación real del recurso. Por ejemplo ¿cual es el porcentaje de tiempo que realmente esta en operación una máquina costosa?

¹⁰ ADMINISTRACIÓN DE LA PRODUCCION Y OPERACIONES PARA UNA VENTAJA COMPETITIVA (2005) "*Medición del desempeño del proceso*" México, p. 124

Eficiencia: Es la razón de la producción real de un proceso en relación con algún estándar. Por ejemplo, considere una máquina diseñada para empaquetar cereales en una tasa de treinta cajas por minuto.

Si durante un turno de operación produce realmente una tasa de 36 cajas por minuto (36/30). Otra forma en la cual se utiliza el término *eficiencia* es para medir la pérdida o la ganancia de un proceso. Por ejemplo, si se destina 1000 unidades de energía a un proceso diseñado para convertir esa energía en otra cosa y el proceso sólo produce 800 unidades de energía en nueva forma, entonces tiene una eficiencia del 80 por ciento.¹¹

El tiempo de corrida: Es el tiempo requerido para producir un lote de partes. Esto se calcula multiplicando el tiempo que se necesita para producir cada unidad por el volumen del lote.

El tiempo de preparación de la máquina: Es el tiempo requerido para preparar una máquina con el fin de que haga un artículo particular. La máquina cuyo tiempo de preparación es largo por lo común producirá las partes en lotes.

Tiempo de operación: Es la suma del tiempo de preparación de la máquina y el tiempo de corrida para un lote de parte que se hacen en una máquina.¹² Considere la máquina de empaquetar cereal en cajas que está diseñada para producir a una tasa de 30 cajas por minuto. El tiempo de corrida para cada caja es de dos segundos.

Para cambiar la máquina de cajas de 16 onzas a cajas de 12 onzas se requiere un tiempo de preparación de máquina de 30 segundos. El tiempo de operación para producir un lote de

¹¹ ¹¹ Ibidem, p. 124

¹² ADMINISTRACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y OPERACIONES PARA UNA VENTAJA COMPETITIVA (2005) "*Medición del desempeño del proceso*" México, p. 125

10000 cajas de 12 onzas es 21800 segundos (30 minutos de preparación de máquina x 60 segundos / minuto 2 segundos / caja x 10000 cajas), o 363.33 minutos.

En la práctica a menudo el tiempo de preparación de máquina no está incluido en la utilización del proceso. En esencia, el tiempo de preparación de máquina se define como el tiempo de inactividad, causado por una reparación o alguna otra alteración del proceso. Esta suposición puede variar de una compañía a otra, de manera que es importante, cuando se compare la utilización de una máquina u otro recurso con la de la otra empresa. Comprender exactamente como define la compañía el tiempo de preparación de la máquina.

El tiempo de ciclo es el tiempo que transcurre entre el inicio y la terminación de un trabajo.

El tiempo de rendimiento: Este tiempo incluye el que realmente toma la producción de una unidad, junto con el tiempo que esta espera en una fila. Como un ejemplo sencillo considere una línea de ensamble con un ritmo que tiene seis estaciones y funciona con un tiempo de ciclo de 30 segundos.

Si las estaciones están ubicadas una justo detrás de otras y cada 30 segundos las partes se mueven de esta estación a la siguiente, entonces el tiempo de rendimiento es de 3 minutos (30 segundos x 6 estaciones / 60 segundos por minuto).¹³

La tasa de rendimiento: Es el índice de productos que se espera produzca el proceso a lo largo de cierto periodo. La tasa de rendimiento de la línea de ensamble es de 120 unidades por hora (60 minutos/ hora x 60 segundos /minuto (dividido) 30 segundos /unidad). En este caso, la tasa de rendimiento es el inverso matemático del tiempo de ciclo).

¹³ Ibidem, p. 125

A menudo no se trabaja en las unidades 100 por ciento del tiempo a medida que avanza a largo de un proceso. Como con frecuencia hay alguna variación en el tiempo de ciclo de un proceso, se incorpora inventarios de reversa en el proceso para permitir que las actividades individuales operen independientemente, por lo menos hasta cierto grado. En la sexta estación de la línea de ensamble que acabamos de describir considere el efecto de tener 100 posiciones de inventarios de reversa adicionales a lo largo de la línea. Suponga que dos de estas posiciones están entre la primera y la segunda estación de trabajo, dos están entre la estación dos y tres, etc. Si estas posiciones siempre están ocupadas, entonces el tiempo de rendimiento sería de ocho minutos (suponiendo un total de 16 posiciones a lo largo de la línea de ensamble y un tiempo de ciclo promedio de 30 segundos).

La velocidad de proceso (también conocida como **razón del rendimiento**) es la razón del tiempo de rendimiento total con el tiempo del valor agregado.

El tiempo del valor agregado: Es el tiempo que el trabajo útil se desempeña realmente en la unidad. Si se supone que todas las unidades que están incluidas en el proceso son actividades de valor agregado, el tiempo de valor agregado debe ser la suma de los tiempos de operación de la actividad en el proceso. La velocidad del proceso (o razón de rendimiento) para una línea de ensamble con las 10 posiciones de inventario de reserva adicionales, suponiendo que la posición se utilicen 100 por cien del tiempo , es de 2.66 (8minutos/3 minutos)

La ley de Little: Dice que hay una relación matemática entre la tasa de rendimiento, el tiempo de rendimiento y la cantidad de inventario de producción en proceso.¹⁴

¹⁴ Ibidem, p. 126

Dicha ley estima el tiempo que el artículo pasará en el inventario de producción en proceso, lo que puede ser útil para calcular el tiempo de rendimiento total para un proceso, si se utiliza la terminología definida en esta sección, la ley de Little se define como sigue:

$$\textit{Tiempo de rendimiento} = \frac{\textit{Producción en proceso}}{\textit{Tasa de rendimiento}}$$

Observe la forma en que esta ley es válida para el ejemplo de la línea de ensamble sin el inventario de reserva de existencias. Si la línea de ensamble tiene seis estaciones con una unidad de producción en proceso en cada estación y la tasa de rendimiento es de dos unidades por minuto (60 segundos / 30 segundos por unidad), entonces el tiempo de rendimiento es de tres minutos (6 unidades / 2 unidades por minuto). En general esta ecuación es útil cuando se conocen dos de las tres cantidades. Por ejemplo si se conocen el tiempo y la tasa de rendimiento, se puede calcular la producción en proceso. Esta fórmula es válida para cualquier proceso que esté operando en una tasa constante. La ley de Little a menudo puede ayudar a diagnosticar el desempeño de un proceso.

2.2.4.5 Análisis del Proceso

Evalúe los datos del proceso obteniendo del seguimiento y medición, con el objeto de cuantificar el desempeño del proceso. Cuando sea apropiado utilice métodos estadísticos.

Compare los resultados de la medición del desempeño del proceso con los requisitos definidos para confirmar la eficiencia del proceso y las necesidades de cualquier acción correctiva.

Identifique las oportunidades de mejora del proceso basado en los datos de desempeño del proceso.

Cuando sea apropiado, informe a la alta dirección sobre el desempeño del proceso.

El análisis de un proceso es la descomposición del mismo en sus diferentes fases de trabajo, a fin de estudiarlas para averiguar su eficiencia. El análisis del proceso constituye, a menudo, un punto de partida para reorganizar o mejorar los procesos de trabajo. Existen distintos tipos de diagramas que permiten realizar el análisis de un proceso. Estos son:

- **Diagrama de operaciones del proceso (DOP)**
- **Diagrama de análisis del proceso (DAP)**
- **Diagrama de recorrido**
- **Diagrama de flujo del proceso**

Al recoger los datos para elaborar estos diagramas es necesario seguir paso a paso el flujo del proceso y verificar cada una de las actividades del mismo; esto implica que tienen que llevarse a cabo observaciones reales sobre el terreno y efectuarse consultas directas al personal.

En cada actividad observada, el encargado debe contestarse las siguientes preguntas:

¿Qué se esta haciendo con el material? - ¿Por qué se está haciendo eso?

¿Cómo se hace? - ¿Dónde se lleva a cabo el trabajo de la planta?

Se presentan algunos símbolos con los que se pueden representar los procesos de trabajo dentro de la empresa. Estos símbolos se refieren a un “objeto” que recorre un determinado camino dentro de la empresa y; por ello, sufre ciertas influencias y alteraciones.

Dicho objeto puede ser una pieza de trabajo o bien una información o un documento. Los símbolos son los siguientes:¹⁵

¹⁵ WILLIAM K. HODSON. Manual del Ingeniero Industrial Tomo I. Cuarta Edición. 2002. Capítulo I. Pag. 3.4

- Un círculo significa “*operación*”. Se elabora el objeto y, con ello, se lo modifica de algún modo.
- ➡ Una flecha significa “*transporte*”. Para el transporte de material utilizamos flechas rellenas y para transmisión de información utilizamos flechas huecas.
- Un cuadrado significa “*inspección*”. En este caso, el objeto habitualmente no es modificado.
- ◐ Un semicírculo cerrado significa “*almacenamiento provisional por razones del proceso*”.
- ▼ El triángulo invertido significa “*almacenamiento*”.

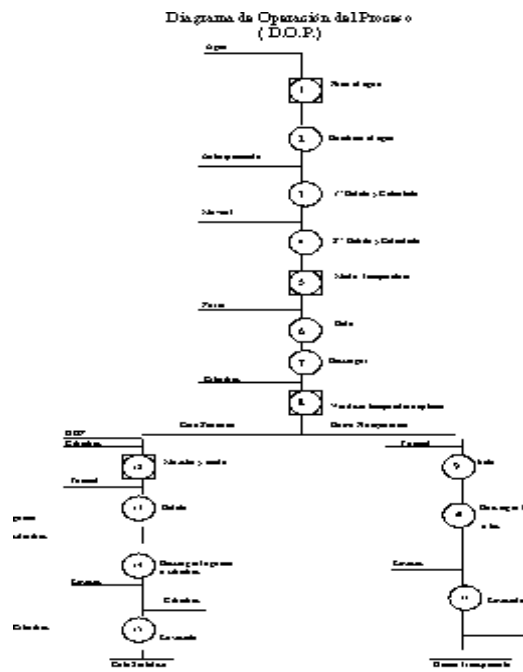
a) Diagrama de Operaciones del Proceso

La representación gráfica empleada para realizar este análisis se denomina diagrama de operaciones del proceso (DOP); en este diagrama se muestra secuencialmente las operaciones e inspecciones llevadas a cabo en el proceso, así como los puntos en que entran los materiales al mismo.

Además, incluye información necesaria para el análisis, tal como los tiempos requeridos y la descripción de las operaciones e inspecciones. El diagrama facilita una rápida visualización del proceso y sirve de base para estudiar todas las operaciones, eliminándolas, combinándolas o cambiando el orden en que se suceden, con el objeto de simplificar el proceso.

Los diagramas de operaciones del proceso varían según el grado de complejidad del producto. Por este motivo no existe un formato estándar para representar dicho diagrama.

Figura 2.1 Diagrama de Operaciones (DOP) Elaboración de Goma



Fuente: Vásconez Paulina . Tesis de grado “Optimización de la gestión de procesos”

b) Diagrama de análisis del proceso (DAP)¹⁶

El DAP es una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, transportes, inspecciones y almacenamientos que ocurren durante un proceso; asimismo, incluye información necesaria para el análisis, tal como los tiempos requeridos y distancias recorridas: este diagrama representa el proceso real.

El DAP no se utiliza para los ensambles; se aplica, por lo general, para un componente del ensamble. La hoja de análisis del proceso es la manera más adecuada de presentar el DAP.

¹⁶ Ibidem, p. 6

El DAP sirve para mostrar y mejorar actividades que no agregan valor al producto (transporte, inspección y almacenamiento). Este diagrama es una herramienta clave para mejorar el flujo de material.

Figura 2.2: Diagrama de Análisis de Proceso (DAP)

Nº	Descripción	Tipo					Cant.	Si	No	Viaje (mts)	Tiempo (min)
		○	⇒	□	▽	◇					
1	Requiere en el mostrador de entrada	○									1
2	¿Paciente nuevo?						3	4			0,25
3	Revisar datos de historial						5				5
4	Recopilar historial del médico										0,5
5	Formar el historial en la carpeta del médico										1
6	Enviar historial al departamento								15		2
7	Paciente va al departamento y esperan visita										13
8	Informarse con respecto a existencia del historial										0,25
9	Visita del médico										18
10	Paciente va al mostrador de entrada								7		1
11	Entrega ficha en mostrador de entrada										0,5
Número de actividad		5	2	1	1	1	1				
Totales									22		42,5

Fuente: “Note on Process Analysis.” HBS. Boston

Existe un índice, denominado valor del flujo, que se utiliza para evaluar los procesos productivos, y determina la eficiencia de los flujos de producción para poder plantear mejoras en las actividades que no agregan valor al producto.

Cuando este índice se aplica a todos los procesos de producción, se define como la relación entre el tiempo de fabricación y el tiempo de todas las operaciones para producir una unidad de un cierto producto.

c) Diagrama de recorrido

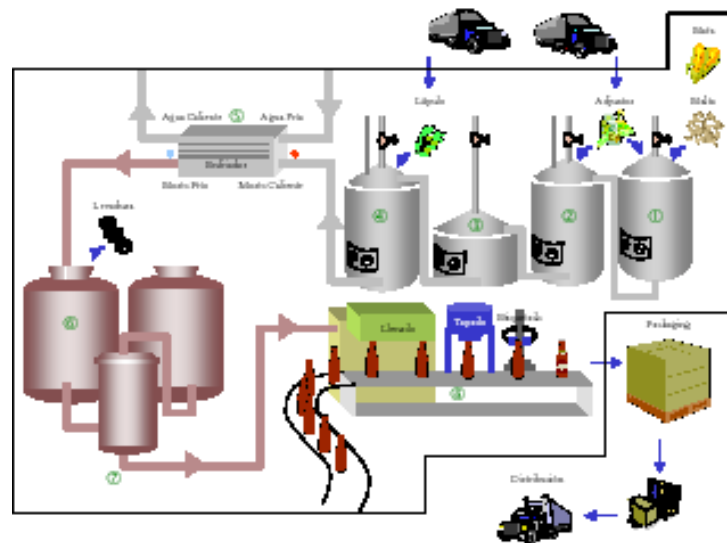
El diagrama de recorrido es la representación objetiva de la trayectoria del proceso. Se deriva del DAP y es un complemento del mismo. Este diagrama viene a ser un plano de la

distribución de una planta, hecho a escala, en el que se presenta el lugar en que se desarrollan todas las fases del proceso descrita en el DAP.

Al elaborar el diagrama de recorrido se debe identificar cada fase del proceso por medio de un símbolo y un número que correspondan a los que se representan en el DAP. Asimismo, se deben colocar flechas cada cierto trecho para indicar la dirección del recorrido. Si se quiere mostrar el recorrido de más de un artículo puede utilizarse un color diferente u otro tipo de trazo.

Este diagrama sirve para mostrar recorridos excesivos y áreas de congestión de tránsito, lo cual permitirá mejorar el flujo de material y la distribución de planta.

Figura 2.3 Diagrama de Recorrido (DAP)



Fuente: "Note on Process Analysis." HBS. Boston

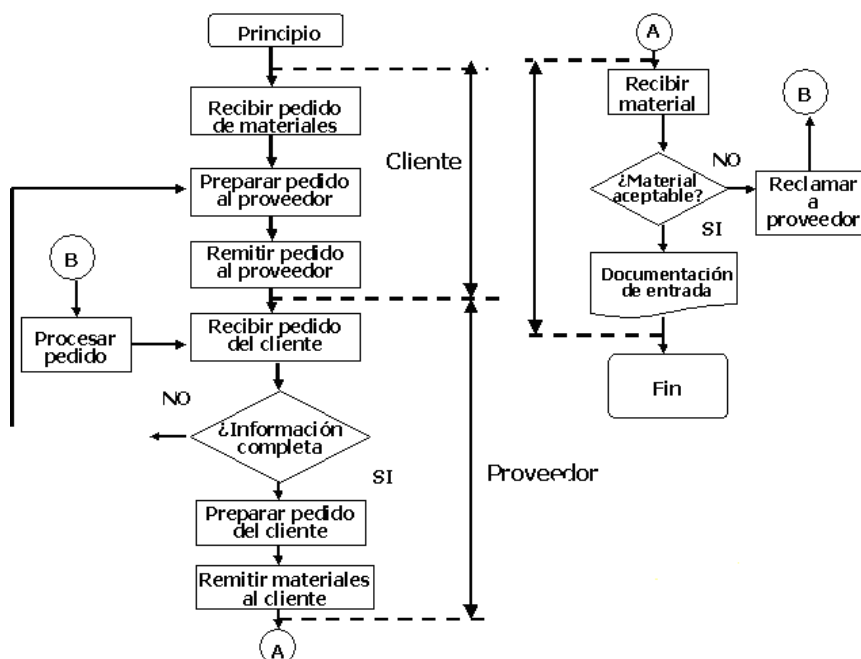
d) Diagrama de flujo del proceso

Cuando se busca mejorar un proceso, uno de los primeros pasos que se da, por lo general, es elaborar un diagrama de flujo de dicho proceso. Se considera que no es posible mejorar

un proceso, a menos que todos entiendan en qué consiste el mismo y se pongan de acuerdo al respecto.¹⁷

El diagrama de flujo es utilizado tanto para representar procesos productivos como administrativos. A continuación los símbolos básicos utilizados y su significado.

Figura 2.4: Diagrama de Flujo de Proceso



Fuente: "Note on Process Analysis." HBS. Boston

Para obtener la representación fiel de la distribución actual, es necesario contar con un croquis del espacio disponible en una escala determinada. En el croquis se representa la ubicación precisa y el tamaño de elementos estructurales como paredes, ventanas, escaleras, puertas, columnas, división de espacios, etc. La localización industrial, la distribución del equipo o maquinaria industrial, el diseño de la planta y la selección del equipo son algunos de los factores a tomar en cuenta, además de los riesgos antes de operar

¹⁷ Ibidem, p. 7

si no se llevan a cabo de manera adecuada, lo que podría provocar serios problemas en el futuro y por ende la pérdida de mucho dinero y accidentes de trabajo.

Cada sitio del flujo o proceso debe estar claramente separado, tanto desde el punto de vista físico como desde el sanitario. Una distribución donde haya choque entre distintas funciones pondrá en riesgo las personas, el producto, el proceso y las instalaciones mismas, ya que se aumentarán los factores que producen accidentes. Por tanto, una planta coherentemente distribuida, debe presentar los puntos que se desarrollan a continuación:

- Los patios de maniobra
- Zona de recepción de materia prima
- Producción
- Vías de acceso y movilización
- Vías de acceso y movilización
- Pisos, pasillos, paredes, ventanas, puertas, rampas, escaleras.
- Instalaciones sanitarias y vestidores.

La previsión constituye la segunda etapa en la elaboración del plan de distribución del espacio, donde debe cubrirse la organización, con respecto a proyectar la medida en que las decisiones de Gerencia influirán en la distribución actual y en un futuro próximo, determinar si se están contemplando cambios en la organización como pueden ser: ampliar o reducir la estructura orgánica, descentralizar funciones o unidades, incluir nuevas funciones, redireccionar funciones, variar las cargas de trabajo, implantar nuevos sistemas, desincorporar áreas o servicios, modificar el objeto de la organización, invertir recursos de capital, diversificar los productos o servicios al mercado, reorientar los productos o servicios al mercado, y fortalecer los canales de distribución. Estas medidas influirán sobre el volumen de trabajo ya que determinan el número de empleados y el espacio requerido para realizarlo. La disposición física de los puestos de trabajo y de los componentes

materiales, así como la ubicación de servicios al personal y al público, no deben omitir la consideración de aquellos factores físicos que contribuyen a la creación de un ambiente de trabajo favorable.

2.2.4.6 Acción correctiva y mejoramiento del proceso

Se debería definir el método para implementar acciones correctivas, con el fin de eliminar la causa raíz de los problemas (ejemplos de problemas incluyen errores, defectos, falta de controles del proceso adecuados). Implemente la acción correctiva y verifique su eficiencia.¹⁸

Una vez logrados los requisitos planificados del proceso, la organización debería enfocar sus esfuerzos en acciones para mejorar el desempeño del proceso a niveles más altos, de manera continua.

El método para mejorar debería estar definido e implementado (ejemplos de mejoras incluyen: simplificación de procesos, aumentar la eficiencia, mejorar la eficiencia, reducción de tiempos de ciclo del proceso). Verifique la eficiencia de la mejora.

Las herramientas para el análisis de riesgos pueden emplearse para identificar problemas potenciales. Las causas raíz de estos problemas potenciales también deberían identificarse y corregirse, previniendo que ocurran en todos los procesos con riesgos identificados de manera similar.

La metodología PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar) podría ser una herramienta útil para definir, implementar y controlar las acciones correctivas y las mejoras.

Planificar.- Establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la organización.

¹⁸ Grupo ISO/TC 176 STTG (2003). *“Enfoque basado en procesos”* p. 10

Hacer.- Implementar los procesos.

Verificar.- Realizar el seguimiento y la medición de los procesos y los productos respecto a las políticas, los objetivos y los requisitos para el producto, e informar sobre los resultados.

Actuar.- Tomar las acciones para mejorar continuamente el desempeño del proceso.

El PHVA es una metodología dinámica que puede ser desplegada dentro de cada uno de los procesos de la organización y sus interacciones. Está íntimamente asociado con la implementación, verificación y mejora.¹⁹

Se puede lograr el mantenimiento y la mejora del desempeño del proceso mediante la aplicación del concepto PHVA en todos los niveles dentro de una organización. Esto se aplica igualmente a procesos estratégicos de alto nivel y a actividades de operación sencilla.

2.3 Mejoramiento continuo

El Mejoramiento Continuo es un proceso que describe muy bien lo que es la esencia de la calidad y refleja lo que las empresas necesitan hacer si quieren ser competitivas a lo largo del tiempo.

2.3.1 Importancia

La importancia de esta técnica gerencial radica en que con su aplicación se puede contribuir a mejorar las debilidades y afianzar las fortalezas de la organización. A través del mejoramiento continuo se logra ser más productivos y competitivos en el mercado al

¹⁹ Ibidem, p. 12

cual pertenece la organización, por otra parte la organización deben analizar los procesos utilizados, de manera tal que si existe algún inconveniente pueda mejorarse o corregirse; como resultado de la aplicación de esta técnica puede ser que la organización crezca dentro del mercado y hasta llegar a ser líderes.²⁰

2.3.2 Ventajas

1. Se concentra el esfuerzo en ámbitos organizativos y de procedimientos puntuales.
2. Consiguen mejoras en un corto plazo y resultados visibles
3. Si existe reducción de productos defectuosos, trae como consecuencia una reducción en los costos, como resultado de un consumo menor de materias primas.
4. Incrementa la productividad y dirige a la organización hacia la competitividad, lo cual es de vital importancia para la organización.
5. Contribuye a la adaptación de los procesos a los avances tecnológicos.
6. Permite eliminar procesos repetitivos.

2.3.3 Desventajas

1. Cuando el mejoramiento se concentra en un área específica de la organización, se pierde la perspectiva de la interdependencia que existe entre todos los miembros de la empresa.
2. Requiere de un cambio en toda la organización, ya que para obtener el éxito es necesaria la participación de todos los integrantes de la organización y a todo nivel.

²⁰ GOMEZ BRAVO, Luis. (2002). “*Productividad: mejoramiento continuo de calidad y productividad*” FIM, Segunda Edición.

3. En vista de que los gerentes en la pequeña y mediana empresa son muy conservadores, el mejoramiento continuo se hace un proceso muy largo.
4. Hay que hacer inversiones importantes.

2.3.4 Proceso de mejoramiento

La búsqueda de la excelencia comprende un proceso que consiste en aceptar un nuevo reto cada día. Dicho proceso debe ser progresivo y continuo. Debe incorporar todas las actividades que se realicen en la empresa a todos los niveles.

El proceso de mejoramiento es un medio eficaz para desarrollar cambios positivos que van a permitir ahorrar dinero tanto para la empresa como para los clientes, ya que las fallas de calidad cuestan dinero.²¹ Asimismo este proceso implica la inversión en nuevas maquinaria y equipos de alta tecnología más eficientes, el mejoramiento de la calidad del servicio a los clientes, el aumento en los niveles de desempeño del recurso humano a través de la capacitación continua , y la inversión en investigación y desarrollo que permita a la empresa estar al día con las nuevas tecnologías.

2.3.5 Actividades básicas de mejoramiento

De acuerdo a un estudio en los procesos de mejoramiento puestos en práctica en diversas compañías en Estados Unidos, existen diez actividades de mejoramiento que deberían formar parte de toda empresa, sea grande o pequeña:

²¹ HARRINGTON, H. James. (2003). “*Mejoramiento de los procesos de la empresa*” Editorial Mc. Graw Hill Interamericana, S.A. México

1. Compromiso de la Alta Dirección: El proceso de mejoramiento debe comenzarse desde los principales directivos y progresa en la medida al grado de compromiso que éstos adquieran, es decir, en el interés que pongan por superarse y por ser cada día mejor.

2. Consejo Directivo del Mejoramiento: Está constituido por un grupo de ejecutivos de primer nivel, quienes estudiarán el proceso de mejoramiento productivo y buscarán adaptarlo a las necesidades de la compañía.

3. Participación Total de la Administración: El equipo de administración es un conjunto de responsables de la implantación del proceso de mejoramiento. Eso implica la participación activa de todos los ejecutivos y supervisores de la organización. Cada ejecutivo debe participar en un curso de capacitación que le permita conocer nuevos estándares de la compañía y las técnicas de mejoramiento respectivas.

4. Participación de los Empleados: Una vez que el equipo de administradores esté capacitado en el proceso, se darán las condiciones para involucrar a los empleados. Esto lo lleva a cabo el gerente o supervisor de primera línea de cada departamento, quien es responsable de adiestrar a sus subordinados, empleando las técnicas que él aprendió.

5. Participación Individual: Es importante desarrollar sistemas que brinden a todos los individuos los medios para que contribuyan, sean medidos y se les reconozcan sus aportaciones personales en beneficio del mejoramiento.

6. Equipos de Mejoramiento de los Sistemas (equipos de control de los procesos): Toda actividad que se repite es un proceso que puede controlarse. Para ello se elaboran diagramas de flujo de los procesos, después se le incluyen mediciones, controles y bucles

de retroalimentación. Para la aplicación de este proceso se debe contar con un solo individuo responsable del funcionamiento completo de dicho proceso.

7. Actividades con Participación de los Proveedores: Todo proceso exitoso de mejoramiento debe tomar en cuenta a las contribuciones de los proveedores.

8. Aseguramiento de la Calidad: Los recursos para el aseguramiento de la calidad, que se dedican a la solución de problemas relacionados con los productos, deben reorientarse hacia el control de los sistemas que ayudan a mejorar las operaciones y así evitar que se presenten problemas.²²

9. Planes de Calidad a Corto Plazo y Estrategias de Calidad a Largo Plazo: Cada compañía debe desarrollar una estrategia de calidad a largo plazo. Después debe asegurarse de que todo el grupo administrativo comprenda la estrategia de manera que sus integrantes puedan elaborar planes a corto plazo detallados, que aseguren que las actividades de los grupos coincidan y respalden la estrategia a largo plazo.

10. Sistema de Reconocimientos: El proceso de mejoramiento pretende asegurar que el personal sea conciente de la pertinencia e importancia de sus actividades y de cómo contribuyen al logro de los objetivos. Para ello existen dos maneras de reforzar la aplicación de los cambios deseados: corrigiendo a todos los que no logren hacer bien su trabajo todo el tiempo, o premiar a todos los individuos y grupos cuando alcancen alguna meta y así realicen una importante contribución al proceso de mejoramiento.

²² Ibidem, p. 23

2.3.6 Necesidades del mejoramiento

Los presidentes de las empresas son los principales responsables de un avanzado éxito en la organización o por el contrario del fracaso de la misma, es por ello que los socios dirigen toda responsabilidad y confianza al presidente, teniendo en cuenta su capacidad y un buen desempeño como administrador, capaz de resolver cualquier tipo de inconveniente que se pueda presentar y lograr satisfactoriamente el éxito de la compañía. Hoy en día, para muchas empresas la palabra calidad representa un factor muy importante para el logro de los objetivos trazados. Es necesario llevar a cabo un análisis global y detallado de la organización, para tomar la decisión de implantar un estudio de necesidades, si así la empresa lo requiere. Resulta importante mencionar, que el éxito del proceso de mejoramiento, va a depender directamente del respaldo aportado por el equipo que conforma la dirección de la empresa, por ello el presidente está en el deber de solicitar las opiniones de cada uno de sus miembros del equipo de administración y de los jefes de departamento que conforman la organización. Los ejecutivos deben comprender que el presidente tiene pensado llevar a cabo la implantación de un proceso que beneficie a toda la empresa y además, pueda proporcionar a los empleados con mejores elementos para el buen desempeño de sus trabajos. Se debe estar claro, que cualesquiera sea el caso, la calidad es responsabilidad de la directiva.²³ Antes de la decisión final de implantar un proceso de mejoramiento, es necesario calcular un estimado de los ahorros potenciales. Se inicia realizando un examen detallado de las cifras correspondientes a costos de mala calidad, además de los ahorros en costos. El proceso de mejoramiento implica un incremento en la productividad, reducción de ausentismo y mejoramiento de la moral. Es importante destacar que una producción de mejor calidad va a reflejar la captura de una

²³ HARRINGTON, H. James. (2000). “*Administración total del mejoramiento continuo*”. La nueva generación. Editorial Mc, Graw Hill Interamericana, S.A., Colombia.

mayor proporción del mercado. Para el logro de estos ahorros, durante los primeros años, la empresa tendrá que invertir un mínimo porcentaje del costo del producto, para desarrollar el proceso de mejoramiento; luego de esta inversión el costo de mantenimiento del programa resultará insignificante. Por otro lado, para percibir el funcionamiento eficaz del proceso de mejoramiento no sólo es necesario contar con el respaldo de la presidencia, sino con la participación activa de ella. El presidente debe medir personalmente el grado de avance y premiar a todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyan notablemente y realizar observaciones a quienes no contribuyan con el éxito del proceso. Una manera muy eficaz de determinar si el equipo en general de administradores considera la necesidad de mejorar, consiste en llevar a cabo un sondeo de opiniones entre ellos. La elaboración del sondeo va a ayudar a detectar cómo el grupo gerencial considera a la empresa y cuánto piensan que debe mejorar. Se pueden realizar interrogantes:

¿Qué tan buena es la cooperación de las personas?

¿Qué tan buena es la cooperación de los departamentos?

¿Que tanto preocupa a la dirección la calidad de trabajo?, entre otras.

Sin embargo, pueden incluirse temas como la comunicación, la organización y la productividad; tomando en consideración que el valor del sondeo va a depender exclusivamente de la honestidad de las respuestas por parte de los miembros.

2.4 Indicadores de gestión

2.4.1 Conceptos

Indicadores de gestión es la expresión matemática que cuantifica el estado de la característica o hecho que se desea controlar.

Es muy frecuente en las organizaciones establecer indicadores de eficiencia y de eficacia y esperar resultados de los mismos para esperar acciones. Pero es evidente que con esto solo conseguiremos establecer acciones para el futuro, dejando el presente a las inclemencias de los elementos.

Los indicadores de gestión están relacionados con los rastreos que nos permiten administrar realmente un proceso.

Los indicadores de gestión sirven para disponer de un marco de referencia para evaluar los resultados de la gestión de una organización y promover el mejoramiento continuo de los procesos, productos y servicios, así como el empleo puntual de sus recursos.²⁴

Un indicador es un punto en una estadística simple o compuesta que refleja algún rasgo importante de un sistema dentro de un contexto de interpretación.

Los indicadores de gestión son importantes cuando se les compara con otros de la misma naturaleza.

A través de un indicador se pretende caracterizar el éxito o la eficiencia de un sistema, programa u organización, sirviendo como una media aproximada de algún componente.

Un sistema de indicadores permite hacer comparaciones, elaborar juicios, analizar tendencias y predecir cambios. Puede medir el desempeño de un individuo, de un sistema y sus niveles, de una organización, las características del contexto, el costo y la calidad de los insumos, la eficiencia de los procesos, la relevancia de los bienes y servicios producidos en relación con necesidades específicas.

Es conveniente contar con varios indicadores para garantizar la exactitud de la medición, sin desmerecer la síntesis de la información que conlleva.

“Los indicadores son necesarios para poder mejorar. Lo que no se mide no se puede controlar, y lo que no se controla no se puede gestionar”²⁵

²⁴ MAYNARD, Harold B. *“Manual de Ingeniería y Organización Industrial”* Tercera Edición, Editorial Reventé Colombiana, S.A. 2000

Cuando la verdadera intención de la empresa es administrar eficaz y eficientemente sus procesos, entonces se desarrollan indicadores de gestión para:

- Poder interpretar lo que está ocurriendo
- Tomar medidas cuando la variables se salen de los límites establecidos.
- Definir la necesidad de introducir cambios y/o mejorar y poder evaluar sus consecuencias en el menor tiempo posible.

La primera prioridad es identificar todos los indicadores y relacionarlos con los procesos de gestión. Cualquier discrepancia deberá ser resuelta, en el sentido de desarrollar y/o sistematizar nuevos indicadores, nuevos procesos y/o dar de baja lo innecesario. Luego se deberá identificar y/o implantar esos indicadores de gestión que se constituyen en los principales artífices de la gestión de los procesos. Se recomiendan no más de cinco indicadores por procesos.

2.4.2 Características que debe reunir un indicador

Para que los indicadores sean efectivos, deben reunir las siguientes características:

- Ser relevante o útil para la toma de decisiones
- Factible de medir
- Conducir factiblemente información
- Ser altamente discriminativo
- Verificable
- Libre de sesgo estadístico o personal
- Aceptado por la organización
- Justificable en relación a su costo beneficio

²⁵ Ibidem, p. 54

- Fácil de interpretar
- Utilizable con otros indicadores
- Tener precisión matemática en los indicadores cuantitativos

2.4.3 Formulación de los indicadores

Aspectos a considerar en la formulación de indicadores de gestión:

- Es necesario definir el objetivo que se pretende alcanzar.
- Se debe considerar acciones para llevar a cabo su instrumentación por el personal normativo y operativo, tomando en cuenta los factores que faciliten su empleo.
- Deben enfocarse preferentemente hacia la medición de resultados y no hacia la descripción de procesos o actividades intermedias.
- Deben ser acordados mediante un proceso participativo en el que las personas que interviene son tanto sujetos como objetos de evaluación, a fin de mejorar conjuntamente la gestión de la organización.
- Se formulan mediante el método deductivo, se implementan por el método inductivo, y se validan a través del establecimiento de estándares de compartimiento de las partes del proceso que se están midiendo
- Se recomienda designar a un responsable, encargado de validarlos, verificarlos y de aplicar acciones inmediatas para evitar una desviación negativa, así como de preparar el concentrado de información de los mismos.

2.4.4 Niveles de aplicación

Los indicadores de gestión se dividen como sigue de acuerdo a su nivel de aplicación:

- 1) *Estratégicos*
- 2) *De gestión*
- 3) *De servicio*

El presente estudio solo se referirá a los indicadores de gestión.

Indicadores de gestión

Informan sobre procesos y funciones claves y se utilizan en el proceso para:

- Controlar la operación.
- Prevenir e identificar desviaciones que impidan el cumplimiento de los objetivos estratégicos.
- Determinar costos unitarios por áreas y programas.
- Verificar el logro de las metas e identificar desviaciones.²⁶

2.4.5 Evaluación por medio de indicadores

Para que los indicadores puedan evaluar la dimensión de las acciones, deben posibilitar la medición de:

Impacto

- Mide el cumplimiento de los objetivos
- Cuantifica valores y efectos en clientes
- Mide el desarrollo de los procesos

Cobertura

- Informa sobre el alcance de las acciones

Eficacia

- Mide costos unitarios y productividad

²⁶ Ibidem, p. 60

- Cuantifica la optimización de recursos humanos, materiales, financieros y tecnológicos, para obtener productos y servicios al menor costo y menor tiempo.

Calidad

- Mide el grado en que los productos y servicios satisfacen las necesidades y expectativas de los clientes.
- Cuantifica la satisfacción del cliente.

2.4.6 Clasificación de los indicadores de gestión

Los indicadores de gestión se clasifican de la siguiente manera:

Tabla 2.4: Clasificación de los indicadores de Gestión más importantes

PRODUCCION	
Indicador	Formula
Capacidad Utilizada	Producción Real
	Capacidad de Producción
Indice de Productividad	Indice del Producto
	Inice del Insumo Laboral
Punto de equilibrio en terminos de Producción	Costos Fijos
	1- $\frac{\text{Costo Variable}}{\text{Producto}}$
Punto de equilibrio de la en volumen físico	Total de los Costos Fijos de Producción
	Costo U. Previsto - Costo U. Variable
Tamaño de las Plantas	Número de Trabajadores
	Número de Plantas
	Inversión total
	Número de plantas
	Producción total
	Número de plantas
	Abastecimientos
	Numero de plantas

Fuente: MAYNARD, Harold B. "Manual de Ingeniería y Organización Industrial"

2.5 Tiempos y movimientos

2.5.1 Definiciones

- a) **Estudio de tiempos:** Actividad que implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras y los retratos inevitables.²⁷

- b) **Estudio de movimientos:** Análisis cuidadoso de los movimientos que efectúan el cuerpo al ejecutar un trabajo.

2.5.2 Antecedentes

Fue en Francia en el siglo XVIII, con los estudios realizados por Perronet acerca de la fabricación de alfileres, cuando se inició el estudio de tiempos en la empresa, pero no fue sino hasta finales del siglo XIX, con las propuestas de Taylor que se difundió y conoció esta técnica, el padre de la administración científica comenzó a estudiar los tiempos a comienzos de la década de los 80's, allí desarrolló el concepto de la "tarea", en el que proponía que la administración se debía encargar de la planeación del trabajo de cada uno de sus empleados y que cada trabajo debía tener un estándar de tiempo basado en el trabajo de un operario muy bien calificado. Después de un tiempo, fue el matrimonio Gilbreth el que, basado en los estudios de Taylor, ampliará este trabajo y desarrollara el estudio de

²⁷ NIEBEL, Benjamín, Ingeniería Industrial. “*Estudios de Tiempos y Movimientos.*” AlfaOmega. 2000

movimientos, dividiendo el trabajo en 17 movimientos fundamentales llamados Therbligs (su apellido al revés).

2.5.3 Objetivo de estudio de tiempos

Del estudio de tiempos.

Minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos.

Conservar los recursos y minimizan los costos.

Efectuar la producción sin perder de vista la disponibilidad de energéticos o de energía.

Proporcionar un producto que es cada vez más confiable y de alta calidad.²⁸

Del estudio de movimientos

Eliminar o reducir los movimientos ineficientes y acelerar los eficientes.

2.5.4 Requerimiento para el estudio de tiempos

Antes de emprender el estudio hay que considerar básicamente los siguientes requerimientos.

- Para obtener un estándar es necesario que el operario domine a la perfección la técnica de la labor que se va a estudiar.
- El método a estudiar debe haberse estandarizado.
- El empleado debe saber que está siendo evaluado, así como su supervisor y los representantes del sindicato.
- El analista debe estar capacitado y debe contar con todas las herramientas necesarias para realizar la evaluación.

²⁸ Ibidem, p. 21

- El equipamiento del analista debe comprender al menos un cronómetro, una planilla o formato preimpreso y una calculadora. Elementos complementarios que permiten un mejor análisis son la filmadora, la grabadora y en lo posible un cronómetro electrónico y una computadora personal.
- La actitud del trabajador y del analista debe ser tranquila y el segundo no deberá ejercer presiones sobre el primero.

2.5.5 Método para la toma de tiempos

Existen dos métodos básicos para realizar el estudio de tiempos, *el continuo* y *el de regresos a cero*.

En el método continuo se deja correr el cronómetro mientras dura el estudio. En esta técnica, el cronómetro se lee en el punto terminal de cada elemento, mientras las manecillas están en movimiento. En caso de tener un cronómetro electrónico, se puede proporcionar un valor numérico inmóvil.

En el método de regresos a cero el cronómetro se lee a la terminación de cada elemento, y luego se regresa a cero de inmediato. Al iniciarse el siguiente elemento el cronómetro parte de cero. El tiempo transcurrido se lee directamente en el cronómetro al finalizar este elemento y se regresa a cero otra vez, y así sucesivamente durante todo el estudio.

2.5.6 El estudio de movimientos

El estudio de movimientos se puede aplicar en dos formas, el estudio visual de los movimientos y el estudio de los micros movimientos

El estudio visual de los movimientos se aplica más frecuentemente por su mayor simplicidad y menor costo.

El estudio de los micro movimientos sólo resulta factible cuando se analizan labores de mucha actividad cuya duración y repetición son elevadas.²⁹ Dentro del estudio de movimientos hay que resaltar los movimientos fundamentales, estos movimientos fueron definidos por los esposos Gilbreth y se denominan Therblig's, son 17 y cada uno es identificado con un símbolo gráfico, un color y una letra o sigla:

Tabla 2.5. Movimientos fundamentales del cuerpo humano

THERBLIG	LETRA O SIGLA	COLOR
Buscar	B	negro
Seleccionar	SE	Gris Claro
Tomar o Asir	T	Rojo
Alcanzar	AL	Verde Olivo
Mover	M	Verde
Sostener	SO	Dorado
Soltar	SL	Carmín
Colocar en posición	P	Azul
Precolocar en posición	PP	Azul Cielo
Inspeccionar	I	Ocre Quemado
Ensamblar	E	Violeta Oscuro
Desensamblar	DE	Violeta Claro
Usar	U	Púrpura
Retraso Inevitable	DI	Amarillo Ocre
Retraso Evitable	DEV	Amarillo Limón
Planear	PL	Castaño o Café
Descansar	DES	Naranja

Fuente: NIEBEL, Benjamín, Ingeniería Industrial. “*Estudios de Tiempos y Movimientos.*”

²⁹ Ibidem p.28

Estos movimientos se dividen en *eficientes e ineficientes* así:

Eficientes o Efectivos

- De naturaleza física o muscular: alcanzar, mover, soltar y precolocar en posición.
- De naturaleza objetiva o concreta: usar, ensamblar y desensamblar.

Ineficientes o Inefectivos

- Mentales o Semimentales: buscar, seleccionar, colocar en posición, inspeccionar y planear.
- Retardos o dilaciones: retraso evitable, retraso inevitable, descansar y sostener.

Hay tres principios básicos, *los relativos al uso del cuerpo humano, los relativos a la disposición y condiciones en el sitio de trabajo y los relativos al diseño del equipo y las herramientas.*

Los relativos al uso del cuerpo humano

- a.** Ambas manos deben comenzar y terminar simultáneamente los elementos o divisiones básicas de trabajo y no deben estar inactivas al mismo tiempo, excepto durante los periodos de descanso.
- b.** Los movimientos de las manos deben ser simétricos y efectuarse simultáneamente al alejarse del cuerpo y acercándose a éste.
- c.** Siempre que sea posible deben aprovecharse el impulso o ímpetu físico como ayuda al trabajador y reducirse a un mínimo cuando haya que ser contrarrestado mediante un esfuerzo muscular.
- d.** Son preferibles los movimientos continuos en línea recta en vez de los rectilíneos que impliquen cambios de dirección repentinos y bruscos.

- e.* Deben emplearse el menor número de elementos o Therbligs y éstos se deben limitar de más bajo orden o clasificación posible. Estas clasificaciones, enlistadas en orden ascendente del tiempo y el esfuerzo requeridos para llevarlas a cabo, son:
- Movimientos de dedos.
 - Movimientos de dedos y muñeca.
 - Movimientos de dedos, muñeca y antebrazo.
 - Movimientos de dedos, muñeca, antebrazo y brazo.
 - Movimientos de dedos, muñeca, antebrazo, brazo y todo el cuerpo.
- f.* Debe procurarse que todo trabajo que pueda hacerse con los pies se ejecute al mismo tiempo que el efectuado con las manos. Hay que reconocer que los movimientos simultáneos de los pies y las manos son difíciles de realizar.³⁰
- g.* Los dedos cordial y pulgar son los más fuertes para el trabajo. El índice, el anular y el meñique no pueden soportar o manejar cargas considerables por largo tiempo.
- h.* Los pies no pueden accionar pedales eficientemente cuando el operario está de pie.
- i.* Los movimientos de torsión deben realizarse con los codos flexionados.

Los relativos a la disposición y condiciones en el sitio de trabajo

- a.* Deben destinarse sitios fijos para toda la herramienta y todo el material, a fin de permitir la mejor secuencia de operaciones y eliminar o reducir los Therbligs buscar y seleccionar.
- b.* Hay que utilizar depósitos con alimentación por gravedad y entrega por caída o deslizamiento para reducir los tiempos alcanzar y mover; asimismo, conviene

³⁰ Ibidem, p. 39

disponer de expulsores, siempre que sea posible, para retirar automáticamente las piezas acabadas.

- c.* Todos los materiales y las herramientas deben ubicarse dentro del perímetro normal de trabajo, tanto en el plano horizontal como en el vertical.
- d.* Conviene proporcionar un asiento cómodo al operario, en que sea posible tener la altura apropiada para que el trabajo pueda llevarse a cabo eficientemente, alternando las posiciones de sentado y de pie.
- e.* Se debe contar con el alumbrado, la ventilación y la temperatura adecuados.
- f.* Deben tenerse en consideración los requisitos visuales o de visibilidad en la estación de trabajo, para reducir al mínimo la fijación de la vista.
- g.* Un buen ritmo es esencial para llevar a cabo suave y automáticamente una operación y el trabajo debe organizarse de manera que permita obtener un ritmo fácil y natural siempre que sea posible.

Los relativos al diseño del equipo y las herramientas

- a.* Deben efectuarse, siempre que sea posible, operaciones múltiples con las herramientas combinando dos o más de ellas en una sola, o bien disponiendo operaciones múltiples en los dispositivos alimentadores, si fuera el caso (por ejemplo, en tornos con carro transversal y de torreta hexagonal).³¹
- b.* Todas las palancas, manijas, volantes y otros elementos de control deben estar fácilmente accesibles al operario y deben diseñarse de manera que proporcionen la ventaja mecánica máxima posible y pueda utilizarse el conjunto muscular más fuerte.
- c.* Las piezas en trabajo deben sostenerse en posición por medio de dispositivos de sujeción.

³¹ Ibidem, p. 47

Investíguese siempre la posibilidad de utilizar herramientas mecanizadas (eléctricas o de otro tipo) o semiautomáticas, como aprieta tuercas y destornilladores motorizados y llaves de tuercas de velocidad, etc.

2.5.7 Requerimientos de las instalaciones³²

Para el proyecto en proceso, se determinan las exigencias de capacidad, de apoyo y de espacio dentro de un contexto a largo plazo. Para que puedan ser efectivas, las decisiones que conciernen a la infraestructura básica, la flexibilidad y la futura versatilidad de utilización de instalaciones, se debe tomar en cuenta la situación de la empresa a largo plazo.

El espacio tiene atributos de cantidad (área), clase (las características físicas necesarias) y cualquier forma o configuración obligatoria necesaria. Existen varios métodos para determinar las necesidades del espacio entre las instalaciones, así:

Método de Conversión: Trata de establecer el espacio ocupado en la actualidad; ajustarlo a los requerimientos actuales y convertirlo a los requerimientos proyectados para las instalaciones propuestas, con base a los pronósticos de los parámetros de operación.

Estándares de espacio: Se suele usar en la implementación de oficinas, donde el espacio se determina mediante requerimientos de espacio personal.

Método de distribución aproximada: Se usa a menudo en proyectos que comprenden equipos grandes de formas fijas, se usa una distribución que incluya todo el equipo requerido.

³² WILLIAM K. HODSON. Manual del Ingeniero Industrial Tomo II. Cuarta Edición. 2002. Capítulo I. Pag. 13.7, 13.8

Método de tendencia y proyección de razón: Aplicable a la proyección a largo plazo, se usan las relaciones de espacio a datos operativos para pronosticar el espacio necesario, con base a proyecciones de datos operativos.

Método de saturación del lugar: Usado con frecuencia, se reparte el espacio existente de acuerdo con las clasificaciones, tanto bajo techo como en el patio.

2.5.8 Utilización de las instalaciones

Existen tres enfoques primarios para mejorar el uso de las instalaciones:

- Aumentar la capacidad sin hacer una nueva construcción.
- Reacomodar para lograr un mejor uso.
- Planificar las instalaciones en forma eficiente.

Un examen de las tendencias de uso puede señalar un área cuyo desempeño indique una necesidad de cambio, un reacomodo periódico puede indicar que estas áreas tengan una mejor respuesta a los requerimientos cambiantes.

2.5.9 Tipos de arreglos³³

Distribución por posición fija: Todas las operaciones se realizan mientras el material o el componente principal permanecen en un lugar fijo.

Distribución por proceso o función: Todas las operaciones del mismo tipo se realizan en la misma zona, las máquinas parecidas y las operaciones de ensamble similares se agrupan. Esto es, el material pasa a través de los departamentos o de las áreas de procesos.

³³ <http://www.gestiopolis.com/canales/emprendedora/articulos/22/landscape.htm>

Distribución por producto: Esta es la llamada línea de producción en cadena serie. En esta, los accesorios, máquinas, servicios auxiliares etc., son ubicados continuamente de tal modo que los procesos sean consecuencia del inmediatamente anterior. Esto significa que el material pasa de una operación a la siguiente en forma directa.

2.5.10 Sistemas de flujo³⁴

Estos tratan la circulación dependiendo de la forma física del local, planta o taller con el que se cuenta.

Figura 2.5: Flujo de producto en Línea

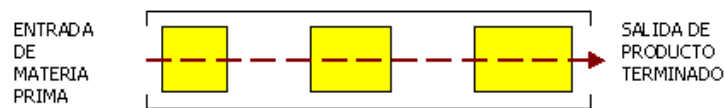


Figura 2.6 Flujo de producto en ELE

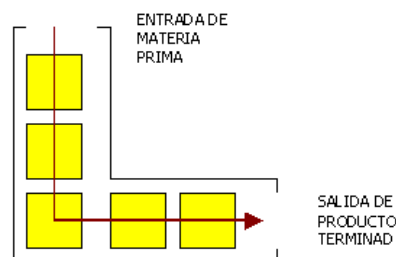


Figura 2.7: Flujo de producto en U:

³⁴ WILLIAM K. HODSON. Manual del Ingeniero Industrial Tomo II. Cuarta Edición. 2002. Capítulo I. Pag. 13.36, 13.37

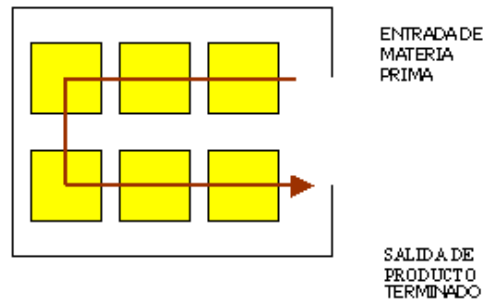
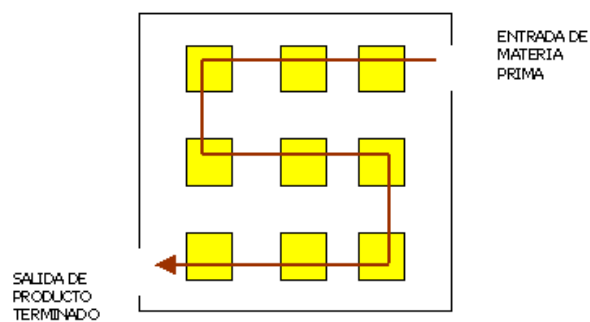


Figura 2.8: Flujo de producto en S:



Fuente: WILLIAM K. HODSON. Manual del Ingeniero Industrial Tomo II

2.6 Sistemas metálicos modulares

2.6.1 Historia de los sistemas metálicos modulares

Desde los albores de la civilización, el hombre se preocupó de vivir en un ambiente que le brinde cierta comodidad. Su afán innato de ordenar su entorno lo llevó a concebir mobiliario incipiente pero funcional, desde un simple banco, una repisa, un catre para descansar, un ropero, etc. En principio utilizó los materiales en estado primario como la piedra, la madera, la arcilla, para confeccionar sus rústicas armas y protegerse de cuanto peligro lo asechaba, luego los utensilios para su alimentación. Vivía en cuevas para

protegerse del ambiente adverso (tempestades, lluvias, heladas, y otros fenómenos), luego concibió la idea de construir su casa rustica, para que le brinde protección.

Con el paso del tiempo el hombre fue evolucionando. A mediados del siglo XVIII se produjo un inusitado desarrollo de la industria conocido con el nombre de “Revolución Industrial”. Inglaterra fue el país donde se originó este movimiento, este fenómeno fue paralelo al descubrimiento de varias máquinas (máquinas de vapor, horno de reverbero, máquinas de hilar, entre otras) que impulsaron el maquinismo; la creación de las fábricas como ahora la conocemos, en sustitución del taller industrial o familiar; el predominio de la ciudad sobre la aldea; la necesidad de grandes construcciones, almacenes, puentes, ferrocarriles, etc.

Para conseguir estos resultados era necesario un enorme incremento en la obtención de metales, especialmente de hierro y acero. (1735).

Desde el citado año hasta nuestros días, la industria metalúrgica no ha cesado en sus progresos, introduciéndose nuevos metales como el cromo, tungsteno, manganeso, cadmio, titanio, cobalto y molibdeno que producen aleaciones y propiedades especiales.

Cada objeto, cada instrumento, cada pieza se fabrica ahora con un metal o una aleación distinta y cuidadosamente estudiada para lograr mayor duración, eficacia y seguridad.

Un caso particular de la “metalurgia”, el más importante por su volumen lo constituye la obtención del hierro y sus aleaciones y recibe el nombre particular de siderurgia, (del griego sideros = hierro).

De la gama de productos metálicos que el hombre a concebido, de mucho interés, son “estructuras metálicas modulares” caracterizadas por su versatilidad, multiuso y funcionalidad.

Estos modulares son demandados en centros comerciales, supermercados, farmacias, bodegas, bibliotecas y tiendas en general.

2.6.2 Generalidades

A través de la historia el hombre a tratado de mejorar las materias primas, añadiendo materiales tanto orgánicos como inorgánicos, para obtener los resultados ideales para las diversas construcciones. Dado el caso de que los materiales más usados en la construcción no se encuentran en la naturaleza en estado puro, por lo que para su empleo hay que someterlos a una serie de operaciones metalúrgicas cuyo fin es separar el metal de las impurezas u otros minerales que lo acompañen. Pero esto no basta para alcanzar las condiciones óptimas, entonces para que los metales tengan buenos resultados, se someten a ciertos tratamientos con el fin de hacer una aleación que reúna una serie de propiedades que los hagan aptos para adoptar sus formas futuras y ser capaces de soportar los esfuerzos a los que van a estar sometidos. El acero como material indispensable da refuerzo en las construcciones, es una aleación de hierro y carbono, en proporciones variables, y pueden llegar hasta el 2% de carbono, con el fin de mejorar algunas de sus propiedades, puede contener también otros elementos. Una de sus características es admitir el temple, con lo que aumenta su dureza y su flexibilidad. En las décadas recientes, los ingenieros y arquitectos han estado pidiendo continuamente aceros cada vez mas resientes, con propiedades de resistencia a la corrosión; aceros más soldables y otros requisitos. La investigación llevada a cabo por la industria del acero durante este periodo ha conducido a la obtención de varios grupos de nuevos aceros que satisfacen muchos de los requisitos y existe ahora una amplia variedad cubierta gracias a las normas y especificaciones actuales.

2.6.3 Materias primas

2.6.3.1 Acero³⁵

El acero es una aleación de hierro con carbono en una proporción que oscila entre 0,03 y 2%. La mayor parte del hierro se destina a la obtención del acero. Se suele componer de otros elementos, ya inmersos en el material del que se obtienen. Pero se le pueden añadir otros materiales para mejorar su dureza, maleabilidad u otras propiedades. El acero tiene siempre menos de 1.7 % de carbono, pero a diferencia del hierro dulce, no contiene escoria. Si se enfría rápidamente, adquiere dureza y se utiliza para fabricar instrumentos cortantes. Esta operación se llama temple del acero. Algunos metales se añaden al acero para comunicarle nuevas cualidades. El níquel le da mayor dureza y resistencia, empleándose esta clase de aceros al níquel en la industria del automóvil. El cromo se utiliza para fabricar los aceros inoxidable (cuchillos), gracias al tungsteno conserva su dureza aún en temperaturas muy elevadas, estos aceros rápidos se utiliza para fabricar herramientas en trabajos a gran velocidad como tornos, fresas, etc. Las propiedades físicas de los aceros y su comportamiento a distintas temperaturas dependen sobre todo de la cantidad de carbono y de su distribución. Antes del tratamiento térmico, la mayoría de los aceros son una mezcla de tres sustancias, ferrita, perlita, cementita. La *ferrita*, blanda y dúctil, es hierro con pequeñas cantidades de carbono y otros elementos en disolución. La *cementita* es un compuesto de hierro con el 7% de carbono aproximadamente, es de gran dureza y muy quebradiza. La *perlita* es una mezcla de ferrita y cementita, con una composición específica y una estructura características, sus propiedades físicas son intermedias entre las de sus dos componentes. Las propiedades principales que un acero

³⁵ <http://es.wikipedia.org/wiki/Acero>

debe cumplir para ser utilizado indispensablemente en una construcción deben cumplir con las siguientes propiedades.

Fusibilidad: Es la facilidad de poder dar forma a los metales, fundiéndolos y colocándolos en moldes.

Forjabilidad: Es la capacidad para poder soportar las variaciones de formas, en estado sólido o caliente, por la acción de martillos, laminadores o prensas.

Maleabilidad: Propiedad para permitir modificar su forma a temperatura ambiente en laminas, mediante la acción de martillado y estirado.

Ductilidad: Es la capacidad de poderse alargar longitudinalmente.³⁶

Tenacidad: Resistencia a la ruptura al estar sometido a tensión.

Facilidad de corte: Capacidad de poder separarse en trozos regulares con herramientas cortantes.

Soldabilidad: Propiedad de poder unirse hasta formar un cuerpo único.

Oxidabilidad: Al estar en presencia de oxígeno, se oxidan formando una capa de óxido

2.6.3.2 Componentes

a) Perfil Angulo (40*40*1.5 / 2) mm.

Producto de acero laminado que se realiza en frío y caliente, cuya sección transversal está conformada por alas iguales que se ubican equidistantemente en la sección transversal con

³⁶ Ibidem, p. 5

la finalidad de mantener una armonía de simetría, en ángulo recto. Producido según la norma ASTM A36 / A36M - 96. Su uso está basado en la fabricación de estructuras para techados de grandes luces, industria naval, plantas industriales, almacenes, torres de transmisión, carrocerías, sistemas de almacenaje, también para la construcción de puertas y demás accesorios en la edificación de casas.

Aplicaciones

Entre los variados usos de este producto para construcciones de estructuras metálicas se describen los siguientes:

- Estructuras almacenaje
- Viaductos
- Torres de transmisión de energía eléctrica
- Componentes de camiones
- Componentes de navíos, puentes
- Fabricación de contenedores
- Ferrocarriles
- Construcciones navales

Normalización

Los ángulos estructurales de alas iguales, se fabrican de acuerdo a la norma ASTM A-6



Foto 2.1: Perfil Angulo

b) Tol laminado al frío (122*244) cm.³⁷

Este material es usado en muebles metálicos, cocinas, refrigeradoras, tubos, partes externas de vehículos y en general donde se requiera un buen acabado superficial. Estos productos se proporcionan con acabado superficial semi-mate (AS), aceitado (A), con bordes recortados (R).

Productos planos de acero laminado en frío y al caliente (LA F / C), con espesores de 0.30 mm a 2.0 mm y anchos de 905 mm y 1200 mm.



Foto 2.2: Tol laminado

³⁷ <http://www.panatlantica.com.br/Espanhol/tirasbobinas.html>

c) Pintura

La pintura es un recubrimiento de uso industrial y decorativo termo curable o termoplástico que necesita ser cargado eléctricamente, lo cual le permite adherirse a un sustrato y que al aplicarse temperatura (horneo), el producto se funde, nivela y endurece, formando una película resistente de bajo espesor sobre el mueble, intrínsecamente ecológica, 100 por ciento sólidos y con un 95 al 98 por ciento de aprovechamiento del producto.

A pesar de que el uso y la aplicación de recubrimientos en polvo ya tienen más de cuarenta años en el mundo, en nuestro país muchas personas no manejan o no conocen este tipo de pinturas de acabados excelentes y gran rendimiento por la industria del mueble.

El polvo usado es un acabado seco que en vez de ser disuelto o suspendido en un medio líquido, como un solvente o agua, se aplica de forma granular. Gracias a que el material es más fino que un grano de pimienta, pero más denso que una partícula de harina, es posible aplicarlo directamente sobre la superficie que se desea recubrir.

Existen dos tipos de polvo usados en la pintura electrostática. Los termos curables y los termoplásticos. Los primeros son reactivos, lo que significa que en un proceso de curado hay cambio molecular. Este cambio es resultado de un entrecruzamiento químico, de manera que una vez curado, el recubrimiento no se disolverá otra vez. Los acrílicos y la mayoría de los híbridos de este son ejemplos claros de polvos que se asientan termalmente, conformando el 90% de las pinturas electrostáticas usadas en la industria de acabados del metal.³⁸

³⁸ <http://www.pinturaelectrostatica.cl/web/servicios.html>



Foto 2.3: Pintura electrostática

Por otro lado los polvos termoplásticos no se entrecruzan cuando se curan sino que, se disuelven sobre la superficie de la pieza. A diferencia de los termoendurecibles esta película se endurece cuando se enfría, pero si es recalentada, se volverá a disolver. El vinilo, el nylon y el flurocarbon son ejemplos de polvos termoplásticos.

2.6.4 Máquinas utilizadas en los procesos

a) Cortadora (Cizalla)

Las cizallas de guillotina para metal, son máquinas empleadas para cortar metales generalmente en láminas. Su campo de aplicación se extiende a varios sectores industriales. Dentro de las cizallas guillotinas para metal, podemos distinguir los siguientes tipos:

- Cizallas mecánicas
- Cizallas hidráulicas

Las primeras pueden ser con o sin cuello de cisne y a su vez de embrague mecánico o de embrague a fricción. Estas máquinas se componen de:

Bancada: Pieza de fundición sobre la que descansa la máquina.

Bastidor: Pieza de hierro que se apoya sobre la bancada y soporta la cuchilla y el pisón.

Mesa: Pieza de hierro sobre la que se apoya el material a cortar y a la que pueden fijarse accesorios como guías o escuadras.

Pisón: Pieza de fundición que presiona y sujeta el material sobre la mesa de trabajo antes de efectuarse el corte.

Corredora o porta-cuchilla: Pieza que se desplaza verticalmente a la mesa y aloja a la cuchilla móvil.

Cuchilla móvil: Pieza de acero unida a la corredera diseñada para cortar el material.

Cuchilla fija: Pieza de acero unida a la mesa y diseñada para cortar.

Grupo hidráulico o Sistema mecánico: Sistemas que permiten el funcionamiento de los diferentes órganos de la máquina.

Dispositivo de accionamiento: Elemento de mando de la máquina que puede ser manual o con el pie (pulsador, pedal, barra, etc.).



Foto 2.4: Cizalla

b) Troquel

Las troqueladoras están especialmente diseñadas para el troquelado de acero siendo una máquina económica y confiable para la industria metalmecánica. Por su versatilidad y variedad de modelos, de troquelado trátase de corte, repujado, rayado o perforado de tol, ángulo, perfilaría, etc.

La máquina es de una sólida construcción, cuenta con alta precisión de manejo, todas las superficies que dan la presión son exactamente planas, la superficie troqueladora garantiza un perfecto resultado de los trabajos logrando menor desgaste de troqueles y conservando el filo de las cuchillas (matrices). Los cojinetes son de bronce y están colocados en acero especial. Los piñones y ejes son elaborados en acero de gran calidad. Todos estos detalles garantizan una larga duración de la máquina.



Foto 2.5: Troquel

c) Dobladora**Foto 2.6: Dobladora**

En concreto, las dobladoras son muy manejables para realizar "pequeños" trabajos como la realización de cajas cerradas y mobiliario múltiple. La versatilidad de combinaciones posibles de las puntas intercambiables de estas máquinas es evidente. Los diferentes modelos consisten principalmente en un robusto armazón de hierro y con unas palancas ajustadas a cada lado. Además, hay una barra superior con puntas ajustables de acero endurecido, una abrazadera para sujetar la hoja a doblar y un calibre para ajustar el material. Las palancas de la dobladora pueden colocarse en dos posiciones, con el fin de obtener la postura de trabajo más adecuada. A cada lado de la máquina, el ángulo de desplazamiento de la barra dobladora puede ser ajustado de forma aproximada o precisa a través de un calibre. La abrazadera se empuja a través de una manivela en la parte derecha de la máquina. El ajuste del mecanismo de abrazaderas al correcto grosor de la hoja se realiza con la ayuda de dos tuercas en el frente de la barra superior.

d) Soldadora**Foto 2.7 Soldadora**

La última generación de equipos de soldadura, puede programarse de acuerdo con los requerimientos individuales de cada usuario y aplicación. La calidad de soldado se caracteriza por un cordón único en forma y consistencia, que evita el pulido convencional, dentro de la fabricación y fusión de metales. Con unas fuentes de corriente basadas en tecnología de estado sólido de última generación, su peso es 1/80 del peso de las primeras fuentes de corriente lanzadas al mercado hace ahora 70 años, y con mayor potencia. Existe una amplia gama de equipos de corte por plasma, le permitirá cortar de forma rápida y precisa todo tipo de metales.

e) Máquina de pintura electrostática

Es la nueva gama flexible de equipos manuales de recubrimiento en polvo de ITW Gema. Diseñado para ser el equipo de recubrimiento en polvo tecnológicamente más avanzado. EasySystem es también uno de los sistemas de recubrimiento en polvo más fáciles de usar en la industria.

El equipo EasySystem de Gema está compuesto por tres tipos de unidades: para cajas, de fluidización y de agitación. Cada unidad de EasySystem consta de una unidad de control EasyTronic, una pistola pulverizadora manual EasySelect y una bomba EasyFlow. Además, a todas las unidades se les pueden conectar dos pistolas y dos unidades de control, si es necesario.



Foto 2.8: Equipo de Pintura Electrostática

CAPITULO III

PROCESOS PRODUCTIVOS INSTRUEQUIPOS CIA. LTDA.

3.1 Procesos de elaboración de estanterías metálicas modulares.

3.1.1 Diseño del actual flujo de procesos de producción de Instruequipos Cía. Ltda.

Al analizar la situación actual que atraviesa la empresa Instruequipos Cía. Ltda., vamos a detallar algunos aspectos importantes.

La variedad de productos que se elaboran es muy amplia entre los cuales están: estanterías metálicas modulares de diferentes medidas y modelos, modulares multiuso, islas compactas, vitrinas compactas, conjuntos de vitrinas, góndolas compactas, exhibidores, parrillas, mostradores, ganchos, soportes, porta gorras, porta zapatos, asientos modulares, canastillas multiuso, etc.; así también en la elaboración de productos médico hospitalario tenemos: cancelas, biombos, camas hospitalarias, mesas de curaciones, gradillas, camas ginecológicas, botiquines, negatoscopios, entre otros.

En la actualidad se cuenta con un edificio de 4 plantas ubicado en la Av. de las Américas 01-59 y González Suárez, las cuales están distribuidas de la siguiente manera:

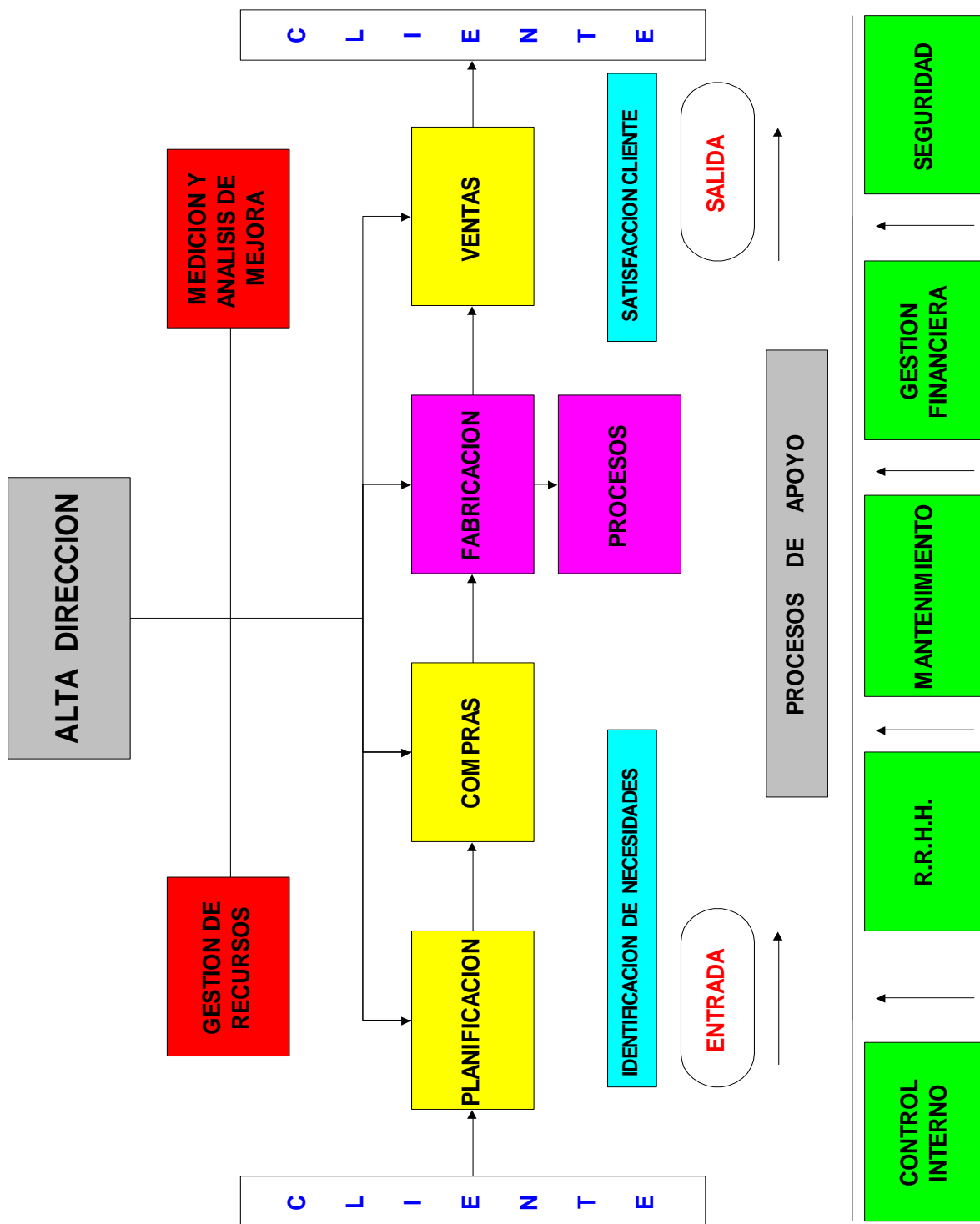
Subsuelo es el área de taller en la que se realiza el maquinado, doblado, soldado, llegada y almacenamiento de materia prima, además existen varios puestos de trabajo que se ocupan en las actividades que se requieran a través de las órdenes de producción de la semana.

La planta baja es el área de comercialización, ya que es utilizada para exhibición y venta de productos, aquí se encuentran las oficinas del ventas, jefe de producción, contador, caja, garajes y sección de ensamblado; en esta planta se exhibe y comercializa los diferentes tipos de productos que se detallaron anteriormente; aquí también existe la bodega de insumos para fabricar e insumos para ensamblar (mezanine) tales como pernos, tornillos, remaches entre otros utilizados para el ensamble final.

Los productos suben desde el área de taller a la segunda planta, para ser en algunos casos soldados, posteriormente lavados, secados, y a su vez pasan directamente a los tanques de lavado; también existe una bodega de material semiterminado; así mismo existen 2 puestos de trabajo en los que se elabora parte del procesos de acuerdo a las ordenes de producción existentes en el momento.

En la tercera planta se encuentra el área de pintura, ya que aquí los productos una vez lavados suben para someterse al proceso de pintura electrostática para luego ser almacenados en una bodega aledaña de producto terminado y así bajar al área de ensamblaje, para posteriormente ser embalados o exhibidos para la entrega a clientes.

3.1.2 Diagrama general de macro procesos



Elaborado por Mario F. Astudillo E.

3.1.3 Diagramas general de procesos (Distribución)

Las estanterías metálicas modulares y sus diferentes tipos están compuestas de tres partes más los accesorios como pernos y bases.

- a) La primera parte de la estantería son los paneles que se fabrican en diferentes medidas estándar; así:



Foto 3.1: Paneles

Tabla 3.1 Paneles para Estanterías Metálicas

PANEL – CÓDIGO	MEDIDA (cm)
PAN - 001	30 x 100
PAN - 002	30 x 115
PAN - 003	40 x 100
PAN - 004	40 x 115
PAN - 005	50 x 100
PAN - 006	50 x 115
PAN - 007	60 x 100

Elaborado por Mario F. Astudillo E.

- b) La segunda parte son los ángulos ranurados livianos (40 x 40x 1.5)mm y pesados (40 x 40 x 2), la diferencia consiste en que los ángulos pesados son fabricados con un acero de mayor espesor que los livianos, de allí también se deriva su costo, también se fabrica en diferentes medidas estándar; así:

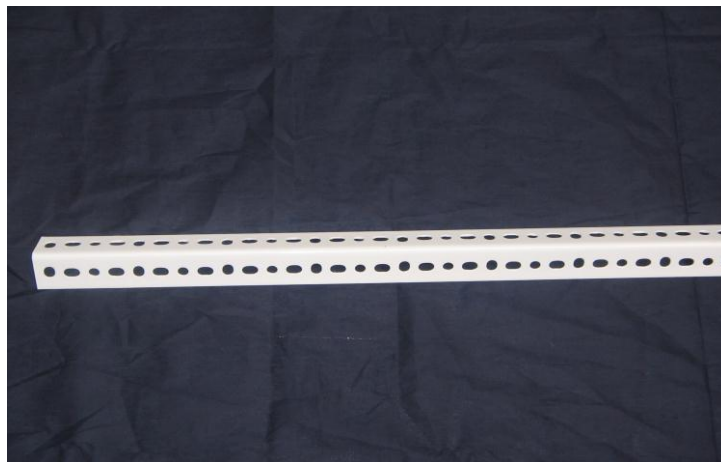


Foto 3.2: Angulo Ranurado

Tabla 3.2 Ángulos Ranurados para Estanterías Metálicas

ANGULO – CÓDIGO	MEDIDA (m)
AL-001	3.00
AL-002	2.00
AL-003	1.00

Elaborado por Mario F. Astudillo E.

- c) La tercera parte son los esquineros, estos son unas piezas troqueladas de forma triangular que se utilizan para el encuadre final de las estanterías y son de una sola medida para todos los modelos especiales y estándar; así:



Foto 3.3: Esquineros

Tabla 3.3 Esquineros Metálicos

ESQUINERO - CÓDIGO	MEDIDA (cm.)
ESQ-001	(10 x 10)

Elaborado por Mario F. Astudillo E.

Las estanterías metálicas modulares se fabrican y ensamblan en diferentes medidas, dependiendo del espacio requerido y de la mercadería que se vaya a almacenar.

Existen diferentes medidas estándar las cuales vamos a detallar a continuación:



Foto 3.4: Estantería Metálica Modular

Tabla 3.4 Estanterías Metálicas Modulares

ESTANTERIAS METALICAS CODIGO	MEDIDAS
EST-MET - 001	(200x100x30) cm / 7 pisos
EST-MET - 002	(200x115x40) cm / 6 pisos
EST-MET - 003	(200x200x40) cm / 6 pisos

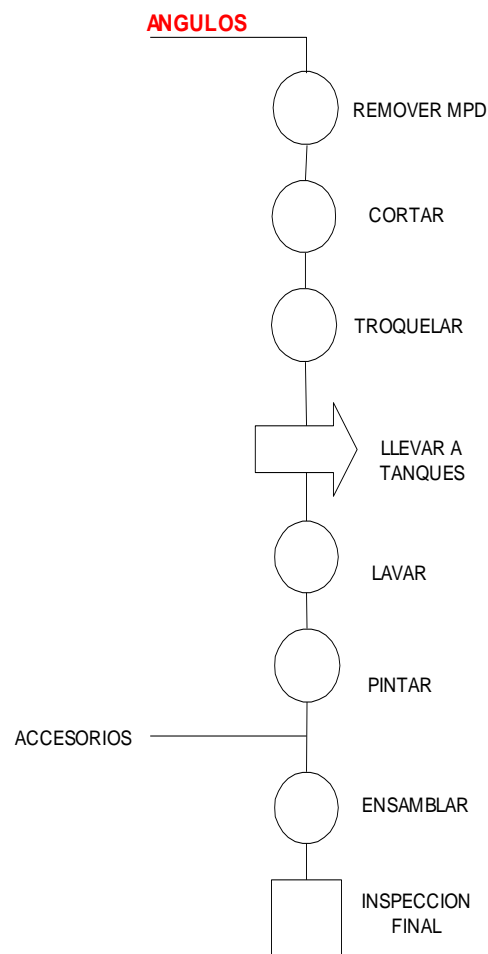
Elaborado por Mario F. Astudillo E.

3.1.4 Procesos de elaboración de partes de estanterías

Los curso gramas analíticos de material los cuales muestran el levantamiento y descripción detallada de los procesos a seguir para la fabricación actual de paneles, ángulos y esquineros para la conformación de estanterías metálicas modulares, las actividades a realizar, cantidades producidas con sus tiempos y distancias totales ocupadas en los diferentes movimientos dentro de las diferentes secciones.

- Los procesos de fabricación de ángulos para estanterías metálicas modulares son los siguientes:

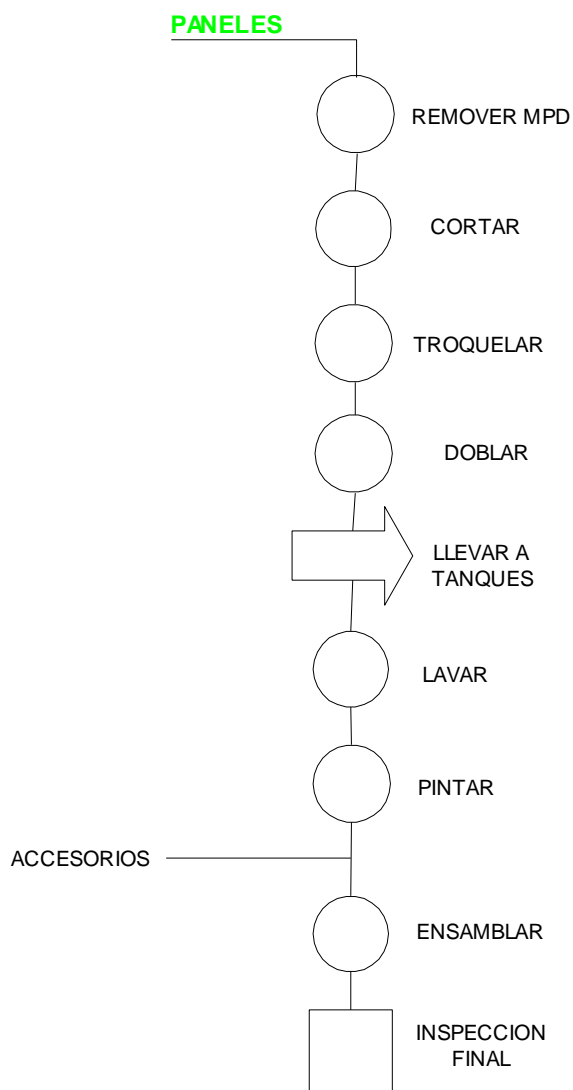
Figura 3.1: Proceso de ángulo ranurado



Elaborado por Mario F. Astudillo E.

- Los procesos de fabricación de paneles para estanterías metálicas modulares son los siguientes:

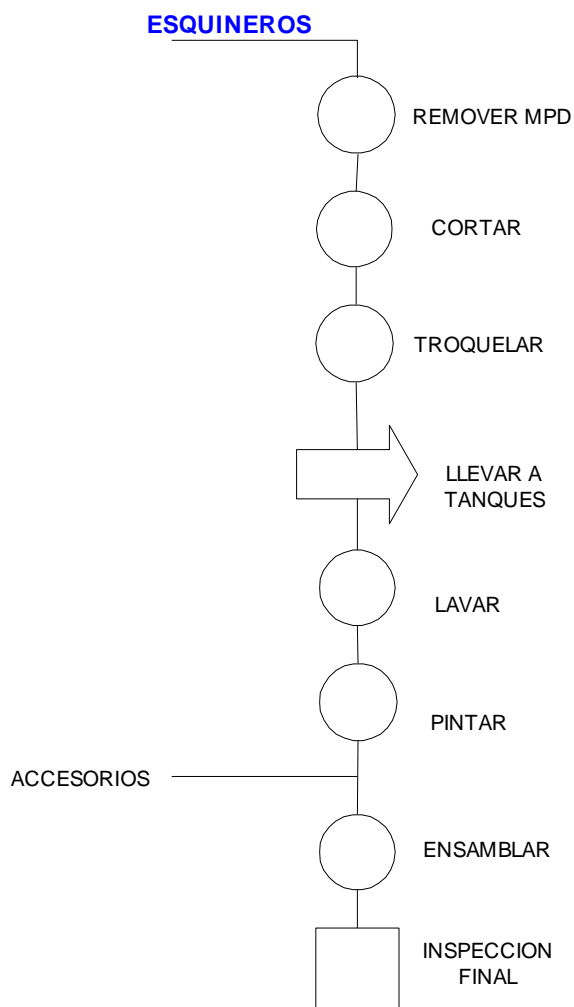
Figura 3.2: Procesos de paneles metálicos



Elaborado por Mario F. Astudillo E.

- Los procesos de fabricación de esquineros para estanterías metálicas modulares son los siguientes:

Figura 3.3: Proceso de esquineros metálicos



Elaborado por Mario F. Astudillo E.

3.1.5 Características del proceso y producto (Análisis)

Una vez identificadas las áreas de trabajo en los diferentes departamentos que posee la empresa Instruequipos, los cuales son Gerencia, Administración, Ventas, Producción, Contabilidad, etc., se procede a tomar las medidas del actual edificio para realizar los planos del mismo; los cuales muestran la vista superior a escala de las cuatro plantas: Se han tomado las medidas de espacios y maquinaria, que se ha detallado con el fin de analizar utilizando la mayor exactitud y claridad el movimiento de material que realizan los trabajadores en la empresa, específicamente en el departamento de producción que es el fundamental en el estudio actual de mejoramiento de procesos y para la distribución de maquinaria y estudio de tiempos y movimientos. Los planos de diagramación de recorrido de los ángulos (*Anexo 1*), paneles (*Anexo 2*) y esquineros (*Anexo 3*) utilizados en la fabricación de estanterías metálicas modulares, muestran el movimiento que realiza el personal, distancias y distribución de maquinaria; tomando en cuenta los almacenamientos, operaciones, transportes y esperas que funcionan en la actualidad. A continuación los resultados de los estudios y observaciones realizadas en la empresa y sus actuales instalaciones

- El departamento de producción se encuentra conformado por el área de taller, área de lavado, carpintería y pintura, el cual está dividido en las cuatro plantas del edificio, donde se han ubicado en cada una procesos utilizados en la manufactura del material, esto ocasiona graves conflictos entre puestos de trabajo.
- En el área de taller, la materia prima reposa en dos depósitos, el primer depósito es improvisado junto a las escaleras y un segundo depósito ubicado junto a la pared de la fachada lateral izquierda donde se ubican las láminas de tol, ángulos, varillas y tubos

que ingresan por la puerta de entrada de materia prima. Tenemos dos depósitos de producto manufacturado con fallas o en espera de pasar a otros procesos ubicados frente a la oficina del jefe de taller en donde los operarios también depositan sus pertenencias y vestimenta al momento de cambiarse a falta de vestidores.

- La falta de espacio ha hecho que las máquinas como troqueles, cizallas, soldadoras, esmeriles, pobladoras y taladros se encuentren distribuidas en el área central y alrededores del taller sin dejar el espacio adecuado entre ellas para la maniobrabilidad de operarios y transporte de material, lo cual ocasiona molestias en los trabajadores, pérdida de tiempo en transporte y el riesgo de accidentes de trabajo; sumado a esto los procesos de lavado y pintado al horno se han ubicado en las plantas superiores lo que aumenta el tiempo de transporte de material, fatiga de trabajadores y depósitos provisionales; por lo tanto; se concluye que el área de taller es la de mayor conflicto en la empresa por lo que necesita urgente atención.
- Se realizan demasiados depósitos provisionales de material en proceso o chatarra en diferentes áreas del taller y planta alta de lavado los cuales dificultan el trabajo y movilidad del personal.
- En ninguna de las plantas del área de producción o comercialización existe señalización de pasos de material, personal y avisos informativos para el personal, por lo tanto la seguridad industrial es escasa.
- La iluminación natural y artificial en el área de taller es inadecuada y de baja intensidad, lo cual incide directamente en el rendimiento del personal que labora en

dicho lugar, pudiendo ser esta la causa de productos defectuosos, demoras en maquinado y accidentes de trabajo.

- El área de pintura se encuentra en la planta más alta y no cuenta con el espacio suficiente para dicho proceso, sumado a esto el personal que trabaja en el área no cuenta con el equipo de protección adecuado.
- La ventilación en el área de taller es escasa, lo que incide negativamente en el personal en momentos que se realiza soldadura y en días calurosos.
- En la elaboración de paneles para estanterías metálicas modulares, la mala ubicación de las máquinas, sea esto por falta de espacio o mala distribución hace que los trabajadores muevan el material de manera inadecuada de máquina a máquina en círculo antes de pasar a la planta superior al proceso de soldado, esto ocasiona transportes y depósitos provisionales innecesarios. El flujo de material en ángulos y esquineros es eficiente en el área de taller, pero se deben realizar ciertas correcciones. En caso de producir al mismo tiempo paneles, ángulos, esquineros, se ocasiona gravísimos conflictos en el uso de maquinaria y transporte de material; los trabajadores no están correctamente informados de que máquinas utilizar para cada producto y lo hacen de forma desordenada, esto hace que pierdan tiempo en ir de un puesto a otro y se cruzan con el material por toda el área de taller corriendo el riesgo de accidentes de trabajo; se realizan depósitos provisionales junto a otras máquinas, imposibilitando las mismas para ser usadas por otros operarios obligando a los mismos a utilizar otra maquinaria ubicada en un lugar no acorde a la línea de producción de dicho producto lo cual agrava el problema.

- Un lugar de conflicto es en donde se encuentran ubicadas las dobladoras ya que cuando, se realizan al mismo tiempo paneles para estanterías y ángulo ranurado se producen problemas para maniobrar y doblar el material por falta de espacio; debido a que, en ángulos se usa la dobladora grande y en paneles las pequeñas, actualmente se encuentran juntas pero, esto es inadecuado y se deberá tomar en cuenta en el nuevo diseño. Tomando en cuenta lo antes mencionado se debe dar las indicaciones necesarias al personal de taller para que se solucionen los conflictos existentes en el lugar; además, se sugiere tomar las acciones necesarias para dar solución a los problemas antes mencionados.

3.1.6 Procesos generales

El proceso de fabricación de estanterías metálicas modulares, consiste en la producción de tres componentes esenciales:

- a) Angulo Ranurado
- b) Paneles
- c) Esquineros

En el ensamble final se acoplan los pernos (5/16 x 1/2) y las bases de caucho, que forman parte de la estructura metálica modular.

Los procesos generales por componente, que se aplican actualmente en la planta son:

3.1.6.1 Angulo Ranurado

Corte.- El sistema de corte se lo realiza en una cizalla manual con regulaciones ajustables a las medidas estándar, ya que la materia prima directa en este caso es el perfil ángulo de (40x40x1.5/2.0) mm, este viene en 600cm. Los cortes se realizan en piezas de 200cm y 300cm respectivamente; de esta forma se finaliza el primer proceso.

Troquelado.- El proceso debe ser realizado previo a una lubricación con diesel a la máquina (troquel) para mejor manejo de materiales. El perfil debe ser troquelado (perforado), en una máquina llamada troqueladora excéntrica de 40 toneladas de presión, cuyas características deben ser idóneas dependiendo del material a utilizar. Se troquela con un intervalo permanente de seis perforaciones; como el perfil tiene una forma en ángulo de 90 grados, se debe troquelar primero un lado, para luego proceder al segundo lado y de esta forma finalizar el segundo proceso.

Lavado.- Se debe someter el material a un proceso de desengrase, lavado y fosfatizado, con el fin de retirar la grasa excedente que existe en el acero. Esto se realiza en secuencia, es decir por medio de tanques que se encuentran en forma paralela; y por medio de un sistema de inmersión, se llega a limpiar el producto previo el siguiente proceso.

Pintado.- Una vez seco, se procede a limpiar las impurezas para someter a un proceso de pintura en polvo, la cual se aplica por medio de una máquina de pintura dentro de una cámara de recuperación, con el fin de reciclar la misma y esta pueda ser reutilizada. Este proceso es muy importante, ya que le da el acabado final del producto, previo el ensamble o empaque.

Horneado.- Una vez aplicada la capa de pintura sobre la pieza, se procede al transporte de la misma, hacia un horno especial donde se hornea o cura la pieza y darle así el acabado final, para luego ser almacenada.

3.1.6.2 Paneles

Corte.- La materia prima directa de los paneles es el tol laminado al caliente, la cual viene en medidas de (122x244) cm.

Se procede a cortar en mediadas estándar con el fin de optimizar la plancha y as generar el menor desperdicio posible; existen diferentes medidas de paneles, las cuales se cortan de acuerdo a la necesidad del cliente. Este proceso se lo hace a través de una máquina llamada cizalla de corte recto; esta se maneja de forma manual y el corte se hace con cuchillas aceradas en forma de tijera.

Troquelado.- Este proceso se lo hace en una troqueladora excéntrica pequeña, con 20 toneladas de presión, ya que el material a cortar es de 0.70 a 1.5 mm de espesor. Esta máquina realiza cortes de despunte a través de una matriz diseñada para este fin, el troquelado se lo realiza en los cuatro lados, ya que la lamina tiene forma rectangular y ángulos de 90 grados; previo al siguiente proceso.

Doblado.- El panel se lo dobla en una plegadora manejada manualmente, esta máquina tiene graduaciones angulares, dependiendo del dobles que se quiera realizar. Para los paneles metálicos se debe hacer tres dobleces a lo largo de la plancha en sus dos lados y a lo ancho se deberá doblar una sola vez. Este sistema de dobleces permite generar resistencia en la plancha cuando se la utilice para almacenar cualquier tipo de producto.

Soldado.- Una vez doblado se procede al soldado de refuerzos, dependiendo de la medida del panel, este refuerzo se los coloca de forma horizontal en la parte inferior. A través de una soldadora de punto diseñada específicamente para este tipo de trabajos, se procede a fundir el acero del panel con el acero del refuerzo, con el fin de dar más resistencia extra a la pieza. Este trabajo lo realiza una sola persona con la ayuda de soportes o trípodes antes de proceder al siguiente proceso.

Lavado, Pintado, Horneado.- El trabajo de estos tres procesos se lo realiza de la misma forma que se le da a los ángulos ranurados, sin excepción de pasos ni procesos adicionales.

3.1.6.3 Esquineros

Corte.- El corte de los esquineros se lo realiza de la misma forma de los paneles metálicos, la diferencia esta que la materia prima a utilizar posee distintas características en espesor (1.20 mm), pero en dimensiones sigue siendo la misma. Se procede a cortar en franjas en medidas estándar, previa al siguiente proceso de troquelado.

Troquelado.- Las franjas metálicas deben someterse a un troquelado en una troqueladora excéntrica (40 toneladas) en donde se obtendrán un corte, y perforado integro de la pieza; la que el esquinero por ser una pieza pequeña se puede obtener en forma, tamaño y peso requerido, gracias a matrices o moldes diseñados específicamente para este fin.

Lavado, Pintado, Horneado.- El trabajo de estos tres procesos se lo realiza de la misma forma que se le da a los ángulos ranurados y paneles metálicos, sin excepción de pasos ni procesos adicionales.

CAPITULO IV

METODOLOGÍA DE GRUPOS DE MEJORA

4.1 Introducción

Existe una gran cantidad de técnicas y herramientas disponibles que son utilizadas en diferentes pasos del proceso de mejoramiento y que son sencillas y fáciles de manejar por todos en la organización y a la vez muy potentes para lograr rigurosidad y sistematización en el proceso de Mejoramiento Continuo de Calidad y Productividad.

4.2 Técnicas utilizadas en el estudio de método

Las técnicas de las cuales presentamos un resumen y síntesis, son las siguientes:

- Diagrama de caracterización de la unidad
- Tormenta de ideas
- Técnica de grupo nominal
- Matriz de jerarquización
- Gráfico de corrida
- Hojas de recolección de datos
- Diagrama de proceso

- Diagrama de Pareto
- Diagrama de causa – efecto
- Diagrama de Gantt

4.3 Metodología de grupos de mejora

Para identificar de manera detallada el tema de la propuesta. Comprende:

En esta sección se desarrolla la metodología para la identificación, análisis y solución de oportunidades de mejoramiento, la cual es un proceso de aprendizaje en sí; las organizaciones que implementan ésta metodología pueden llamarse organizaciones aprendientes. El proceso de mejoramiento continuo debe estar respaldado como mínimo por siete actividades básicas de mejoramiento, las cuales son importantes para garantizar el éxito de este. Estas actividades se pueden definir de la siguiente forma:

- 1. Establecer un consejo directivo de mejoramiento**
- 2. Conformar grupos que incluyan a los miembros del sistema para los círculos de calidad**
- 3. Desarrollar actividades con la participación de los clientes**
- 4. Desarrollar actividades con la participación de los proveedores**
- 5. Desarrollar planes de mejoramiento a corto plazo**
- 6. Desarrollar una estrategia de mejoramiento a largo plazo**
- 7. Establecer un sistema de reconocimientos**

El proceso de mejoramiento es un medio eficaz para desarrollar cambios positivos que van a permitir ahorrar dinero a la empresa, obtener la fidelidad de los clientes y penetrar

nuevos mercados con mayores estándares de calidad. Un buen proceso de identificación, análisis y solución de oportunidades de mejora puede constar de siete pasos.

Antecedentes del grupo

La fábrica de muebles metálicos Instruequipos Cia Ltda., esta ubicada en la ciudad de Ambato, la fábrica está operando desde hace 26 años y se dedica a la producción de estanterías metálicas modulares entre otros productos.

Se ha considerado, que en esta empresa se han logrado ciertas mejoras en base a la intuición y experiencia de empleados y colaboradores que a la fecha son suficientes para competir a nivel de mercado interno como externo. Por esta razón ha decidido implementar un Proceso de Mejoramiento Continuo de Calidad y Productividad.

Para trabajar en el grupo de mejora la empresa ha destinado a 4 personas del área de producción, el cual ha recibido el nombre de “Los Líderes”, los cuales se encargaran de la implementación y aplicación de este proceso.



Foto 4.1: Grupo de mejora “Los Líderes”

4.3.1 Selección de los Problemas u Oportunidades de Mejora:

El objetivo de éste primer paso es la identificación y selección de los problemas de calidad y productividad del sistema aprehendiente bajo análisis.

Tenemos los siguientes subpasos:

A) *Revisar antecedentes y conocer mejor el sistema.*

En este paso el grupo “Los Líderes” debe realizar un diagrama de caracterización con el fin de desglosar un poco el sistema de producción y poder ver de mejor manera los requerimientos dentro como fuera de la planta.

Tabla 4.1 Diagrama de Caracterización

PRIMER PASO SELECCIONAR LA OPORTUNIDAD DE MEJORA

UNIDAD: *Producción de Estanterías Metálicas Modulares*

A. REVISAR ANTECEDENTES Y CONOCER MEJOR EL SISTEMA: Instruequipos a iniciado un proceso, con el objetivo de mejorar la calidad y productividad en todas las áreas y aumentar la satisfacción de sus clientes

DIAGRAMA DE CARACTERIZACIÓN

PROVEEDORES	INSUMOS	PROCESOS	SERVICIOS / PRODUCTOS	CLIENTES INTERNOS
<ul style="list-style-type: none"> ◆ BODEGA MPD ◆ JEFE DE PRODUCCION ◆ DISEÑO 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ PERFIL ANGUL. ◆ PLANCHAS TOL ◆ ALAMBRE MIG ◆ GAS 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ CORTAR ◆ TROQUELAR ◆ DOBLAR ◆ SOLDAR ◆ LAVAR ◆ PINTAR 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ ANGULO RANURADO ◆ PANELES METALICOS ◆ ESQUINEROS 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ TROQUELADO ◆ PINTURA ◆ ENSAMBLE <p>CLIENTES EXTE.</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ NINGUNO
REQUERIMIENTO DEL CLIENTE A PROVEEDOR <ul style="list-style-type: none"> ◆ ENTREGA OPORTUNA ◆ BUEN TRATO ◆ DISEÑO 	ATRIBUTOS DE LOS INSUMOS <ul style="list-style-type: none"> ◆ ESPESOR 0.70 Y 1.20 mm (TOL) ◆ ESPESOR 1.5 Y 2 mm (ANGULO) 		ATRIBUTOS DE PRODUCTOS O SERVICIOS <ul style="list-style-type: none"> ◆ SIN DEFECTOS ◆ VERSATIL ◆ ENTREGA INMEDIATA 	REQUERIMIENTO DE CLIENTES <ul style="list-style-type: none"> ◆ PEDIDO COMPLETO ◆ A TIEMPO ◆ SIN DEFECTOS

MISION: Producir estanterías metálicas modulares, con la mejor calidad y al menor costo posible para lograr la satisfacción de nuestros clientes internos y externos

Elaborado por Mario Fco. Astudillo E.

B) Listar los problemas

En la reunión de los grupos de mejora se han planteado mediante la tormenta de ideas los siguientes problemas del proceso de producción en los productos de estanterías metálicas modulares.

Tabla 4.2 Tormenta de ideas generadas

B. LISTAR PROBLEMAS: El grupo “Los Líderes” listó los siguientes problemas de Calidad y Productividad, utilizando la técnica “**Tormenta de Ideas**”

1. Mala redistribución de espacio
2. Mal manejo de materiales
3. Desgaste de matriceria y maquinaria
4. Almacenamiento inadecuado de MPD
5. Sistema de lavado deficiente
6. Deficiencia en el horneado
7. Incorrecto enbodegamiento producto terminado
8. Capacitación limitada
9. Tiempos muertos
10. Reprocesos
11. Productos defectuosos
12. Quejas de clientes internos

Elaborado por Mario Fco. Astudillo E.

C) Preseleccionar los problemas

Una vez listado los problemas el grupo de trabajo “Los Líderes” utilizando la técnica del grupo nominal se preselecciona a través de votos de los participantes con el objetivo de eliminar los menos importantes y destacar los que mas afectan o causan malestar en la organización.

Tabla 4.3 Grupo Nominal

C. PRESELECCIONAR LOS PROBLEMAS: Utilizando la técnica de “**Grupo Nominal**”, con el criterio del impacto en los resultados de la empresa, se preseleccionaron los siguientes:

- | | |
|------------------------------|-----------|
| 1. Deficiencia en horneado | 30 puntos |
| 2. Productos defectuosos | 26 puntos |
| 3. Capacitación limitada | 25 puntos |
| 4. Redistribución de espacio | 23 puntos |
| 5. Mal manejo de materiales | 23 puntos |
| 6. Reprocesos | 22 puntos |

NOTA: La técnica de “**Grupo Nominal**” se utiliza para preseleccionar los problemas que ingresarán a la Matriz de Jerarquización.

Elaborado por Mario Fco. Astudillo E.

D) Jerarquizar los más importantes

La jerarquización conlleva a encontrar el problema más importante de todos los citados anteriormente, con el objetivo de resolverlo o dar cambios que ayuden a mejorar el sistema productivo de la fabricación de estanterías metálicas modulares.

Tabla 4.4 Matriz de jerarquización de los problemas más importantes

D. JERARQUIZAR LOS MAS IMPORTANTES: Utilizando la “**Matriz de Jerarquización**” se determinó el problema más importante. El grupo de mejoramiento discutió y resolvió que los factores de ponderación son los siguientes:

F1 = Impacto en los resultados de la empresa

F2 = Facilidad de solución

F3 = Costo de la solución

	F1	F2	F3		
PROBLEMA	50%	20%	30%	TOTAL	PUESTO
PRODUCTOS DEFECTUOSOS	3 150	1 20	3 90	260	1 ero
MAL MANEJO DE MATERIALES	1 50	2 40	3 90	180	6 to
DEFICIENCIA HORNEADO	2 100	2 40	3 90	230	2 do
CAPACITACION LIMITADA	2 100	2 40	2 60	200	5 to
REPROCESOS	2 100	3 60	2 60	220	3 ro
REDISTRIBICION ESPACIOS	1 50	3 60	3 90	200	4 to

ESCALA:

F1

3. Alto Impacto

2. Medio Impacto

1. Bajo Impacto

F2

3. Fácil

2. Regular

1. Difícil

F3

3. Menos de \$500

2. Entre \$500 Y 1000

1. Mas de \$1000

Elaborado por Mario Fco. Astudillo E.

E) Seleccionar la oportunidad de mejora

El grupo “Los Líderes” ha llegado a una selección definitiva del problema seleccionando una oportunidad de mejora como es, “**Productos Defectuosos**”

E. SELECCIONAR LA OPORTUNIDAD DE MEJORA: Se determinó como el más importante a “**Productos Defectuosos**”. Por lo tanto el proyecto del grupo “Los Líderes” es:

“ DISMINUIR EL PORCENTAJE DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS ”



Foto 4.2: Primer paso metodología

4.3.2 Cuantificación y Subdivisión del Problema u Oportunidad de Mejora

Seleccionada:

El objetivo de este segundo paso es precisar mejor la definición del problema, su cuantificación y la posible subdivisión en subproblemas o causas síntomas.

Las actividades de este segundo paso consisten en:

A) Clarificar y cuantificar el problema

Una vez que se han recogido todos los datos históricos de 4 o 5 meses, se procede a llenar en las diferentes tablas, con el fin de ir analizando y a su vez depurando información.

Tabla 4.5 Productos defectuosos / Productos fabricados

SEGUNDO PASO CUANTIFICACIÓN Y SUBDIVISIÓN DEL PROBLEMA

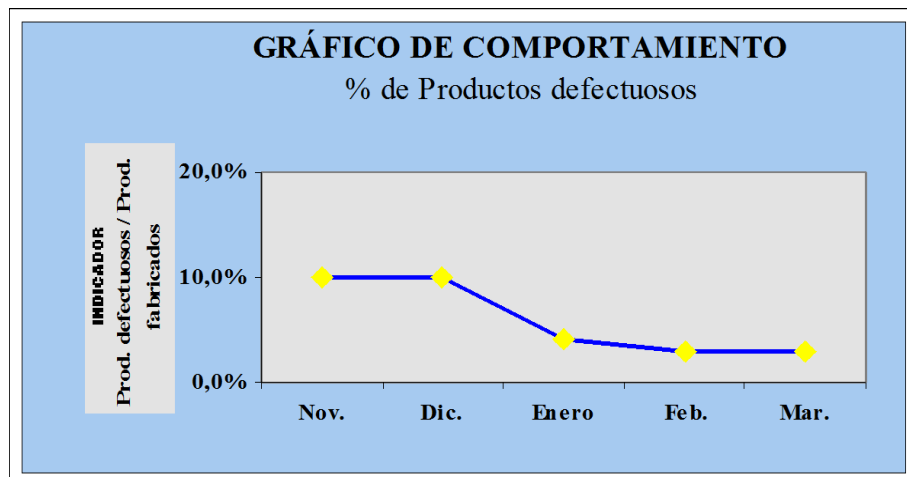
A. CLARIFICAR Y CUANTIFICAR EL PROBLEMA: De la recolección de datos durante el periodo Noviembre- Marzo (5 meses), se obtuvieron los siguientes datos

INDICADOR : PRODUCTOS DEFECTUOSOS / PRODUCTOS FABRICADOS

PRODUCTOS DEFECTUOSOS / PRODUCTOS FABRICADOS						
DETALLE	Nov / 06	Dic / 06.	Ene / 07	Feb / 07	Mar /07.	TOTAL
Total de productos fabricados	20057	17607	5906	2099	4921	50590
Total de productos defectuosos	2021	1761	248	63	149	4242
% de defectos	10,1%	10,0%	4,2%	3,0%	3,0%	8,39%

Elaborado por Mario Fco. Astudillo E.

Gráfico 4.1



Elaborado por Mario Fco. Astudillo E.

B) Dividir el problema

B. DIVIDIR EL PROBLEMA: El problema se puede dividir a diferentes criterios, según las características del problema, entre los cuales podemos mencionar por procesos, por líneas de producción, por actividades, por características del problema, por presentaciones de productos, por volúmenes de venta, etc.

Para este caso dividimos el problema por “**PRODUCTOS**”

- PANELES METALICOS
- ANGULO LIVIANO
- ANGULO PESADO
- ESQUINEROS
- PORTAPRECIOS
- PERNOS (5/16 x 1/2)
- BASES PLASTICAS

C) Escoger divisiones en base a datos

A través de la hoja de inspección y el gráfico podremos determinar la cantidad de productos defectuosos y a su vez depurarlos con el fin de trabajar con los más importantes, así:



Foto 4.3: Segundo paso metodología

C. ESCOGER DIVISIONES EN BASE A DATOS: De la hoja de inspección se obtuvieron los siguientes datos de productos defectuosos.

Tabla 4.6 Datos de productos defectuosos

DATOS DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS

DIVISIÓN	Nov.	Dic.	Enero	Feb.	Mar.	TOTAL
Esquineros	909	792	112	28	67	1908
Paneles	731	675	73	11	47	1537
Porta precios	136	106	19	9	12	282
Bases	142	111	19	8	18	298
Angulo	102	76	25	7	4	214
Otros	1	1	0	0	1	3
TOTAL	2021	1761	248	63	149	4242

Elaborado por Mario Fco. Astudillo E.

Se realizó un “Diagrama de Pareto” para determinar cuales divisiones se determinarán.

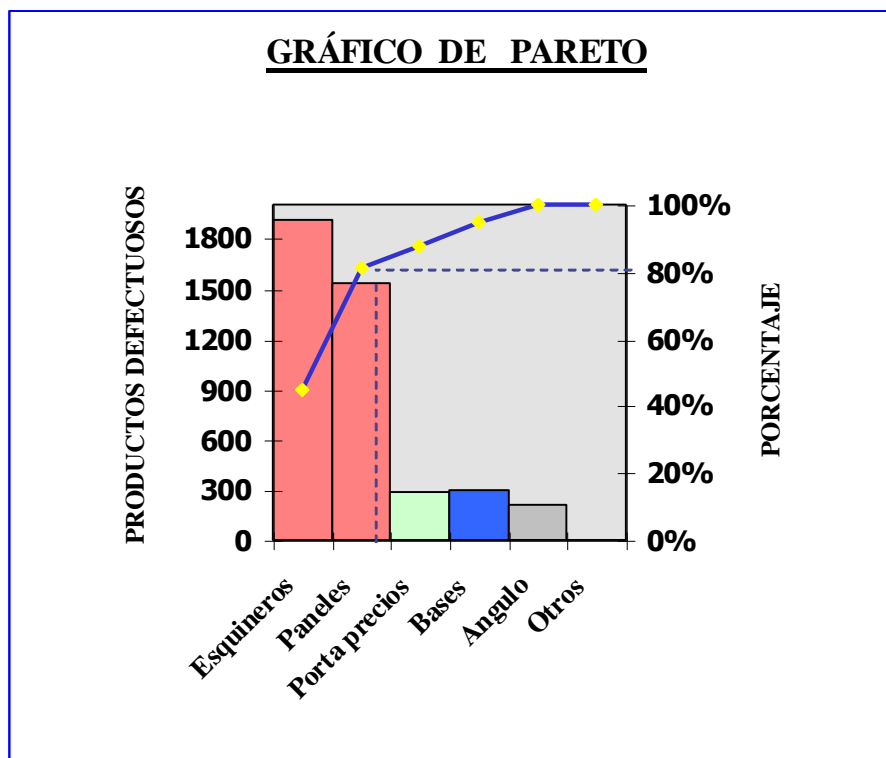
Tabla 4.7 Datos para el diagrama de Pareto

DATOS PARA EL DIAGRAMA DE PARETO

DIVISIÓN	No. Prod. Defect.	% Relativo	Prod. Defect. Acumulado	% acum.
Esquineros	1908	44,98%	1908	44,98%
Paneles	1537	36,23%	3445	81,21%
Porta precios	282	6,65%	3727	87,86%
Bases	298	7,02%	4025	94,88%
Angulo	214	5,04%	4239	99,93%
Otros	3	0,07%	4242	100,00%
TOTAL	4242	100,00%		

Elaborado por Mario Fco. Astudillo E.

Grafico 4.2



Elaborado por Mario Fco. Astudillo E.

De acuerdo a este diagrama, el 80% de productos defectuosos abarcan dos divisiones, de manera que el análisis se enfocó a Esquineros y Paneles

Investigación del Problema

Se decide tomar datos en la planta de producción y definir el grado de incidencia que tiene el proceso de producción en la productividad de la empresa, para lo cual se elabora la siguiente hoja de recolección de datos:

Tabla 4.8 Cuantificación de problemas

CUANTIFICACION DE PROBLEMAS CLASIFICADOS POR TIPO Y TIEMPO (por material)								
RESPONSABLE: Bolivar Yugsi MES DE INVESTIGACIÓN: Abril 2007								
Problema en Producción	TIEMPO DE PARO DE MAQUINARIA (min)				NUMERO DE DEFECTUOSOS			
	S	S	S	S	S	S	S	S
	E	E	E	E	E	E	E	E
	M	M	M	M	M	M	M	M
	A	A	A	A	A	A	A	A
	N	N	N	N	N	N	N	N
A	A	A	A	A	A	A	A	
	1	2	3	4	1	2	3	4
Falta de lubricantes en el procesos de troquelado	111	78	0	25				
Falta de tol en bodega	35	45	55	18				
Falta de pernos (5/16 x 1/2) en el proceso de ensamb	12	25	33	0				
Retraso en la entrega de materiales a producción					30	0	28	25
Falta de refuerzos en el proceso de soldado					15	27	0	20
Falta de bases de caucho en el proceso de ensamble	20	25	20	20				
Falta de pintura en polvo	0	5	0	10				
Falta de limpieza en los tanques de lavado	15	22	32	28				
Falta de gas en el proceso de horneado	4	20	2	5				
TOTAL EN MINUTOS	197	220	142	106				
TOTAL EN HORAS A LA SEMANA	3,28	3,67	2,37	1,77				
HORAS DE PRODUCCIÓN A LA SEMANA	40	40	40	40				
PORCENTAJE DE PAROS	8,21	9,17	5,92	4,42				
TOTAL DE ESTANTES DEFECTUOSOS					45	27	28	45
PROMEDIO PRODUCCION MENSUAL					1637	1637	1637	1637
PORCENTAJE DE DEFECTUOSOS					2,75	1,65	1,71	2,75

Elaborado por Mario Fco. Astudillo E.

Para la obtención de datos se solicitó al operador responsable, anotar todos los problemas presentados en producción con el tiempo de paro o el numero de defectuosos generados en el mes de investigación.

4.3.3 Análisis de Causas, Raíces Específicas:

El objetivo de este tercer paso es identificar y verificar las causas raíces específicas del problema en cuestión, para eliminarlas y garantizar que no se repitan.

Las actividades de este tercer paso consisten en:

A) *Listar las causas*

El grupo “Los Líderes” determinó las causas generales en hojas individuales por cada participante, con el fin de llegar a un acuerdo conjunto, obteniendo de esta manera las más relevantes a través de consenso, las cuales mencionamos a continuación.

TERCER PASO ANALIZAR LAS CAUSAS RAICES

A. LISTAR LAS CAUSAS: De la hoja de recolección de datos, se obtuvieron las siguientes causas para los productos defectuosos.

1. **Ordenes de Producción Incompletas**
2. **Troquelado a descuadre**
3. **Soldadura mal realizada**
4. **Doblado redondeado**
5. **Tratamiento de lavado inadecuado**
6. **Aplicación de pintura desigual**
7. **Filos cortantes**
8. **Curado incompleto**
9. **Quemaduras**
10. **Mal almacenado y manipulación**

B) Agrupar y cuantificar las causas

A través de la recolección de datos históricos se ha podido determinar el número de defectos por cada causa raíz, obteniendo los siguientes resultados:

B. AGRUPAR Y CUANTIFICAR LAS CAUSAS: De la “Hoja de recolección de datos”, se determinaron todas las causas y problemas y se cuantificaron.

Tabla 4.9 Recolección de datos

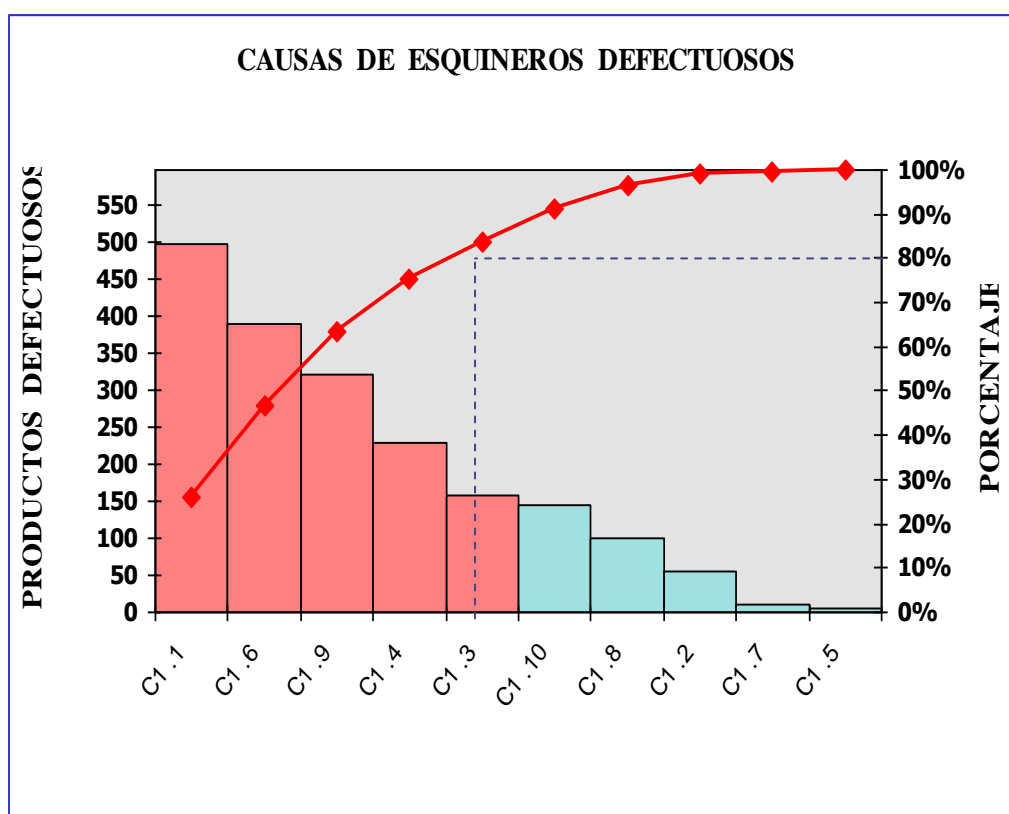
		No. Defectos		%		CAUSAS RAÍCES		
PRODUCTOS DEFECTUOS 4242 100%	ESQUINEROS 1908 44,98%	Rebaba	C1 .1	498	26,10%			
		Almacenado y mala manipulación	C1 .2	55	2,88%			
		Troquelado a descuadre	C1 .3	158	8,28%			
		Quemaduras de materiales	C1 .4	229	12,00%			
		Soldaduras mal realizadas	C1 .5	0	0,00%			
		Curado incompleto	C1 .6	389	20,39%			
		Doblado Redondeado	C1 .7	16	0,84%			
		Aplicación de pintura desigual	C1 .8	99	5,19%			
		Filos cortantes	C1 .9	320	16,77%			
		Tratamiento lavado inadecuado	C1 .10	144	7,55%			
		PANELES 1537 36,23%	Doblado Redondeado	C2.1	251	16,33%		
	Curado incompleto		C2.2	179	11,65%			
	Rebaba		C2.3	133	8,65%			
	Tratamiento lavado inadecuado		C2.4	146	9,50%			
	Quemaduras de materiales		C2.5	96	6,25%			
	Filos cortantes		C2.6	159	10,34%			
	Almacenado y mala manipulación		C2.7	40	2,60%			
	Aplicación de pintura desigual		C2.8	308	20,04%			
	Troquelado a descuadre		C2.9	199	12,95%			
Soldaduras mal realizadas	C2.10		26	1,69%				

Elaborado por Mario Fco. Astudillo E.

C) Seleccionar Causas

C. SELECCIONAR LAS CAUSAS: Se realiza un “Diagrama de Pareto”, para identificar las principales causas en cada división

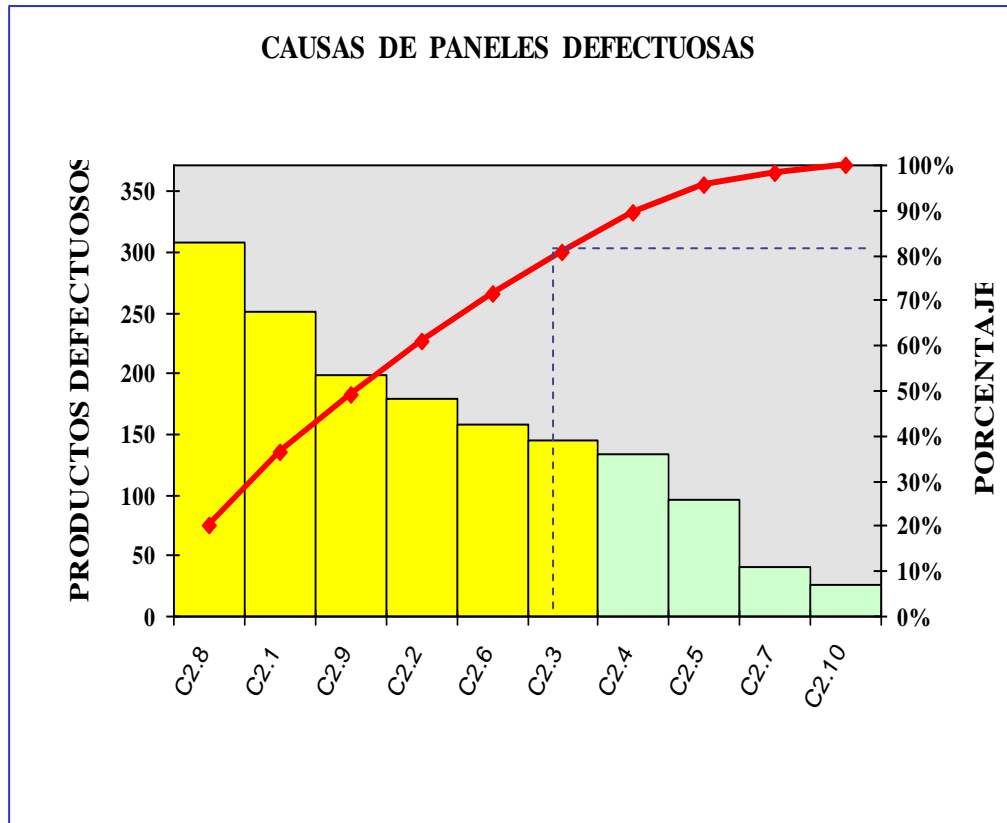
Gráfico 4.3



Código	Causas
C1.1	Rebaba
C1.6	Curado incompleto
C1.9	Filos cortantes
C1.4	Quemadura de materiales
C1.3	Troquelado a descuadre
C1.10	Tratamiento labado inadecuado
C1.8	Aplicación pintura desigual
C1.2	Almacenamiento y mala manipulación
C1.7	Doblado Redondeado
C1.5	Suelda mal realizada

Elaborado por Mario Fco. Astudillo E.

Gráfico 4.4

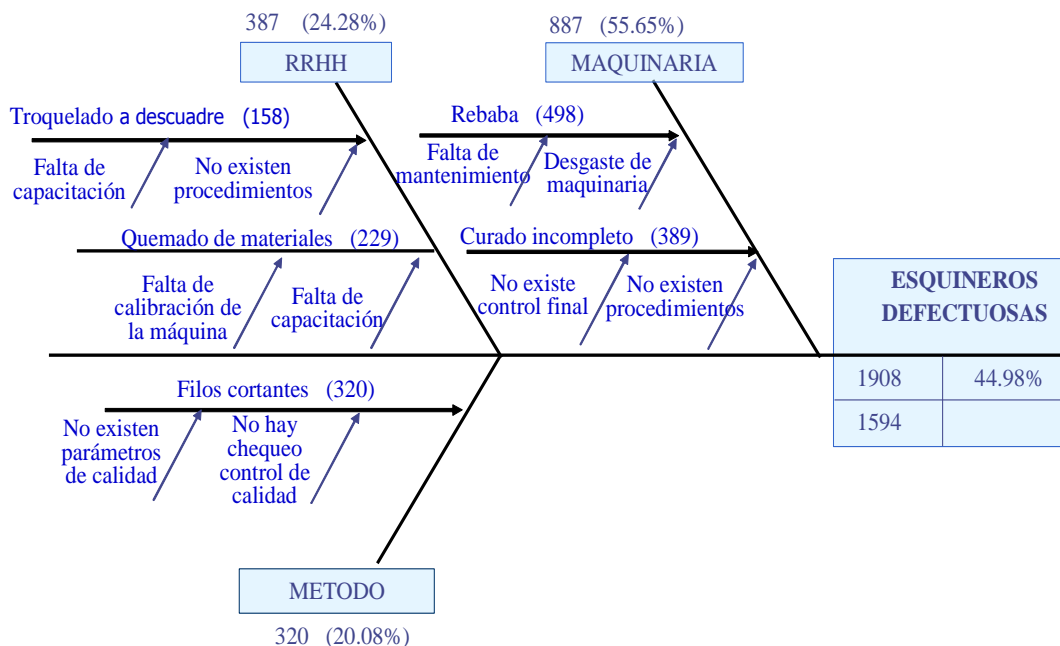


Código	Causas
C2.8	Aplicación pintura desigual
C2.1	Doblado Redondeado
C2.9	Troquelado a descuadre
C2.2	Curado incompleto
C2.6	Filos cortantes
C2.3	Tratamiento labado inadecuado
C2.4	Rebaba
C2.5	Quemadura de materiales
C2.7	Almacenamiento y mala manipulación
C2.10	Suelda mal realizada

Elaborado por Mario Fco. Astudillo E.

C. SELECCIONAR LAS CAUSAS: A las principales causas se aplica el “Diagrama Causa – Efecto”.

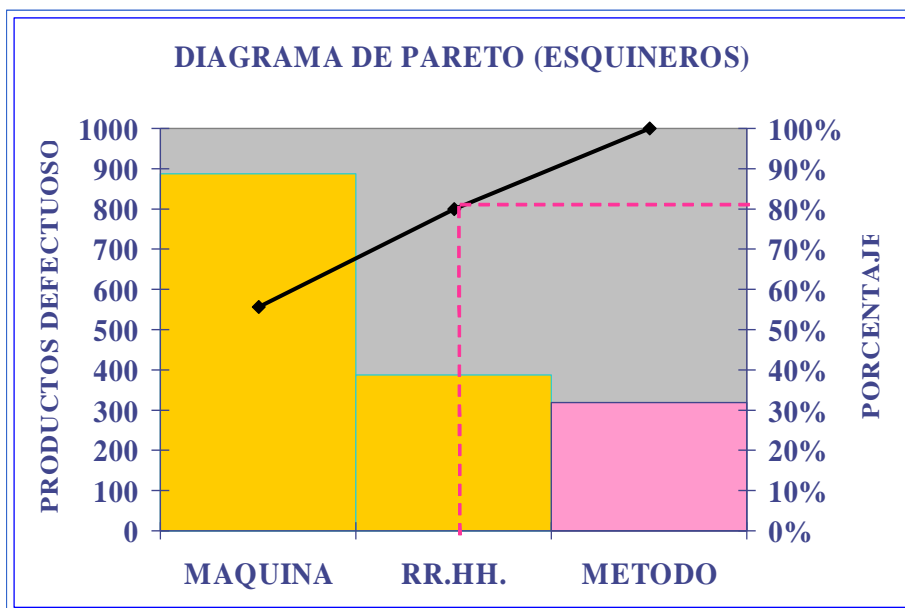
Gráfico 4.5



Elaborado por Mario Fco. Astudillo E.

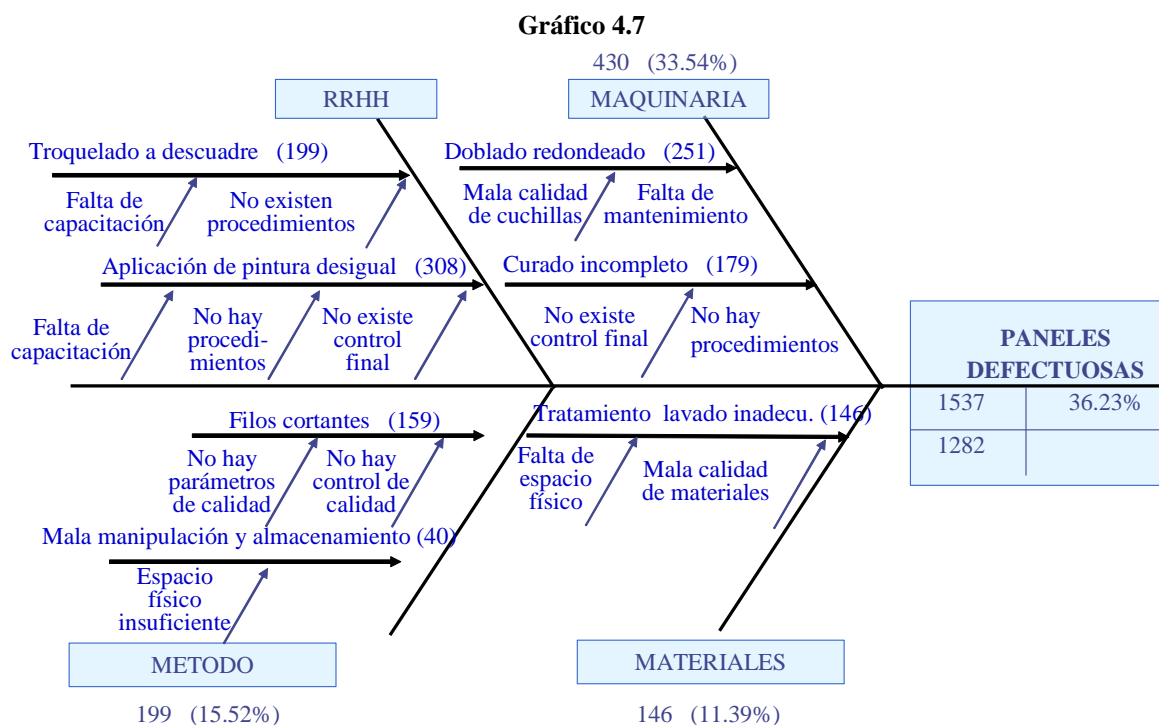
C. SELECCIONAR LAS CAUSAS: Se aplica el Diagrama de Pareto al Diagrama Causa - Efecto

Gráfico 4.6



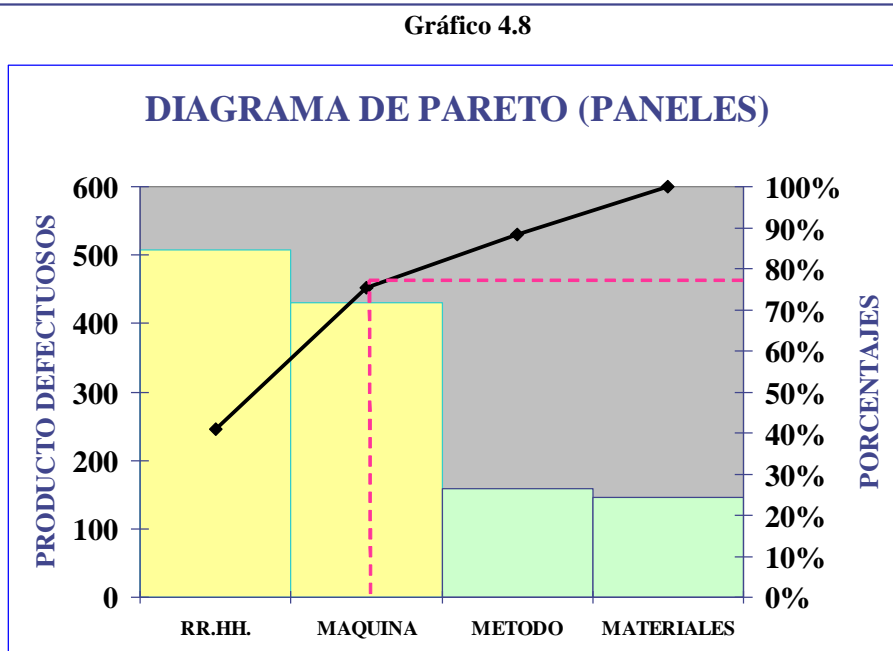
Elaborado por Mario Fco. Astudillo E.

C. SELECCIONAR LAS CAUSAS: A las principales causas se aplica el Diagrama Causa - Efecto.



Elaborado por Mario Fco. Astudillo E.

C. SELECCIONAR LAS CAUSAS: Se aplica el Diagrama de Pareto al Diagrama Causa - Efecto



Elaborado por Mario Fco. Astudillo E.



Foto 4.4: Tercer paso metodología

4.3.4 Establecimiento del Nivel de Desempeño Exigido: El objetivo de este cuarto paso es establecer el nivel de desempeño exigido al sistema o unidad y las metas a alcanzar sucesivamente.

A) Definir el nivel esperado

Se debe sacar resultados de las causas raíces indicadas anteriormente con el objetivo de llegar a una meta de mejoramiento que se la deberá cumplir dentro de un período establecido.

CUARTO PASO ESTABLECER METAS

A. DEFINIR EL NIVEL ESPERADO

- El grupo de mejoramiento determinó que se ha producido un total de 4242 productos defectuosos, el indicador debería ser cero
- El promedio actual del porcentaje de productos es del 8.39%.
- El grupo analizó las mejoras a obtenerse, en base a las causas determinadas.

Tabla 4.10

CAUSAS A ELIMINARSE O DISMINUIRSE	CANTIDAD DE QUEJAS A DISMINUIRSE		RESULTADO
ESQUINEROS			2111
Troquelado a descuadre	158	1274	
Quemado de materiales	229		
Rebaba	498		
Curado incompleto	389		
PANELES			
Troquelado a descuadre	99	837	
Aplicación de pintura desigual	308		
Doblado redondeado	251		
Curado incompleto	179		

Elaborado por Mario Fco. Astudillo E.

B) Definir la meta de mejoramiento

Se debe determinar un porcentaje a través de una fórmula que es el resultado de las causas raíces dividido para el total de productos defectuosos.

B. DEFINIR LA META DE MEJORAMIENTO: Se determina el nivel de mejora que se quiere alcanzar, atacando las causas raíces.

PORCENAJE A MEJORAR

$$(2111 / 4242) * 100$$

49.76 %

DEFINICION DE LA META

- ◆ Promedio del indicador (noviembre – marzo): 8.39 %
- ◆ Porcentaje a mejorar implantando soluciones: 49.76 %
- ◆ El 49.76% del 8.39% (promedio) es igual a: 4.17 %

- ◆ Meta del indicador:

8.39% (promedio)
- 4.17% (mejora)
4.22% (META)

ES DECIR EL INDICADOR DEL PORCENTAJE DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS ES DEL 4.22% HASTA EL 31 DE JULIO DEL 2007



Foto 4.5: Cuarto paso metodología

4.3.5 Diseño y Programación de Soluciones:

El objetivo de este quinto paso es identificar y programar las soluciones que afectarán significativamente en la eliminación de las causas raíces. En una organización donde no ha habido un proceso de mejoramiento sistemático y donde las acciones de mantenimiento y control dejan mucho que desear, las soluciones tienden a ser obvias y a referirse al desarrollo de acciones de este tipo, sin embargo, en procesos más avanzados las soluciones no son tan obvias y requieren, dependiendo del nivel de complejidad, un enfoque creativo en su diseño.

Finalmente, cuando la identificación de causas ha sido bien desarrollada, las soluciones hasta para los problemas inicialmente complejos aparecen como obvias.

A) Listar las posibles soluciones

El grupo “Los Líderes” deberá listar posibles soluciones y hacer una selección de la más idónea con el objeto de solucionar los problemas frecuentes en la organización.

QUINTO PASO: DISEÑAR Y EJECUTAR LAS SOLUCIONES

A. LISTAR LAS POSIBLES SOLUCIONES: El grupo mediante la técnica “Tormenta de Ideas”, listó las siguientes alternativas de solución.

1. ESQUINEROS

- Renovar juego de matriceria (troqueles)
- Calibración de máquinas adecuadamente
- Realizar cuadros de procedimientos e instructivos de procesos
- Chequear calidad de insumos desde el ingreso.
- Desarrollar sistema de capacitación para personal nuevo.

2. PANELES

- Capacitar al personal en escuelas de soldadura.
- Cambiar sistema de lavado al caliente o por granulación.
- Implementar horno de curado automatizado.
- Cambiar bodega de producto terminado.
- Capacitar al personal sistema de pintura.
- Desarrollar un sistema de capacitación para personal nuevo.



Foto 4.6: Quinto paso metodología

B) Seleccionar las soluciones mas factibles

Tabla 4.11

B. SELECCIONAR SOLUCIONES MAS FACTIBLES

F1 = Costo de la implantación (50%)

F2 = Facilidad de solución (30%)

F3 = Tiempo de ejecución (20%)

N°	PROBLEMA	FACTORES			TOTAL	FACTIBILIDAD
		F1 (50%)	F2 (30%)	F3 (20%)		
1	Renovar juego de matriceria (troqueles)	1 50	2 60	1 20	130	Ejecutar
2	Realizar procedimientos, instructivos y caracterización de procesos.	3 150	1 30	1 20	200	Ejecutar
3	Desarrollar sistema de capacitación para el personal nuevo	2 100	2 60	1 20	180	Ejecutar
4	Capacitar al personal en escuela de soldadura	3 150	2 60	2 40	250	Ejecutar
5	Implementar horno de curado automatizado	1 50	1 30	1 20	100	DESCARTAR
6	Capacitación al personal en sistema de pintura	3 150	2 60	2 40	250	Ejecutar
7	Chequear calidad e insumos desde el ingreso	3 150	3 90	3 60	300	Ejecutar
8	Definir y aplicar un sistema de verificación de la calidad del producto	3 150	2 60	2 40	250	Ejecutar

ESCALA:

F1

3= Menos de \$1000

2= Entre \$1000 Y \$2000

1= Mas de \$2000

F2

3= Fácil

2= Regular

1= Difícil

F3

3= Menos de 2 semana

2= Entre 2 Y 4 semanas

1= Mas de 4 semanas

Elaborado por Mario Fco. Astudillo E

C) Programar las actividades de cada solución

A través del Diagrama de Gantt se debe diseñar y programar con fechas establecidas los responsables de la solución de problemas y llegar a cumplirlas en el orden propuesto.

Tabla 4.12

C. PROGRAMAR LAS ACTIVIDADES DE CADA SOLUCION: Las soluciones están ordenadas de acuerdo al orden cronológico de inicio de aplicación de las mismas.

N°	SOLUCIÓN	RESP.	MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Renovar juego de matriceria (troqueles)	Gerente	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
2	Realizar procedimientos, instructivos y caracterización de procesos.	Jefe de Planta	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
3	Desarrollar sistema de capacitación para el personal nuevo	Gerente	■	■	■	■												
4	Capacitar al personal en escuela de soldadura	Jefe de Producción	■	■	■	■	■	■	■	■								
5	Capacitación al personal en sistema de pintura	Jefe de Producción	■	■	■	■												
6	Chequear calidad e insumos desde el ingreso	Jefe de Planta	■	■														
7	Definir y aplicar un sistema de verificación de la calidad del prodcto	Jefe de Producción	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Elaborado por Mario Fco. Astudillo E

4.3.6 Implantación de Soluciones:

Los objetivos de éste sexto paso son probar la efectividad de la(s) solución(es) y hacer los ajustes necesarios para llegar a una definitiva y asegurarse que las soluciones sean asimiladas e implementadas adecuadamente por la organización en el trabajo diario.

A) Verificar el cumplimiento de las soluciones

Llevar un control permanente hasta obtener resultados que ayuden al proceso

SEXTO PASO VERIFICAR LOS RESULTADOS

A. VERIFICAR EL CUMPLIMIENTO DE LAS SOLUCIONES

Tabla 4.13

N°	SOLUCIÓN	RESP.	FECHA	CHEQUEO	ACCIÓN
1	Renovar juego de matriceria (troqueles)	Gerente	30-Jun-2007	EN PROCESO	Verificar mantenimiento
2	Realizar procedimientos, instructivos y caracterización de procesos.	Jefe de Planta	15-Jul-2007	CUMPLIDO	Vigilar proceso
3	Desarrollar sistema de capacitación para el personal nuevo	Gerente	31-May-2007	CUMPLIDO	Vigilar proceso
4	Capacitar al personal en escuela de soldadura	Jefe de Producción	15-Jun-2007	EN PROCESO	Verificar cumplimiento
5	Capacitación al personal en sistema de pintura	Jefe de Producción	31-May-2007	CUMPLIDO	Verificar cumplimiento
6	Chequear calidad e insumos desde el ingreso	Jefe de Planta	15-May-2007	CUMPLIDO	Verificar cumplimiento
7	Definir y aplicar un sistema de verificación de la calidad del producto	Jefe de Producción	31-Jul-2007	EN PROCESO	Vigilar proceso

Elaborado por Mario Fco. Astudillo E

B) Chequear los niveles alcanzados

Realizar cuadros comparativos de resultados para verificar el avance del proceso.

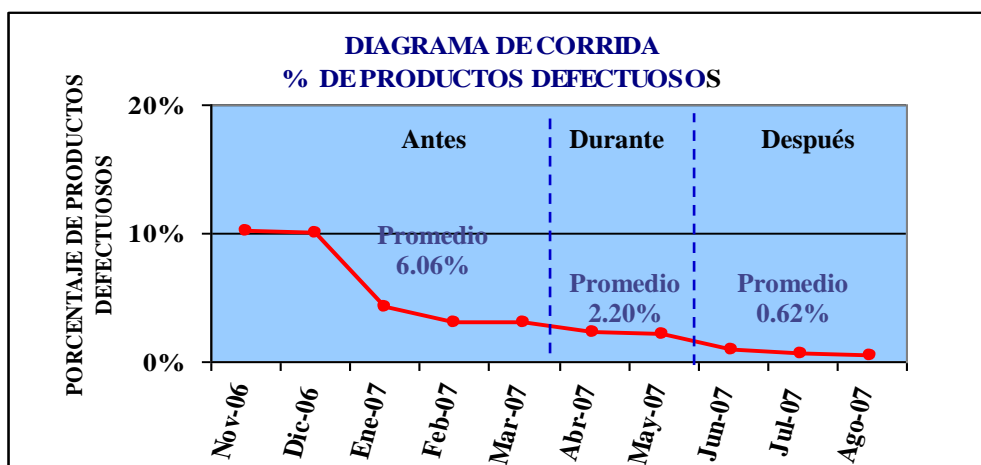
B. CHEQUEAR LOS NIVELES ALCANZADOS: La medición de los indicadores se lo realiza mensualmente.

Tabla 4.14

DETALLE	ANTES					DURANTE		DESPUÉS		
	Nov-06	Dic-06	Ene-07	Feb-07	Mar-07	Abr-07	May-07	Jun-07	Jul-07	Ago-07
Total productos fabricados	20057	17607	5906	2099	4921	6550	6220	12500	15300	18800
Total productos defectuosos	2021	1761	248	63	149	145	136	105	98	74
% de productos defectuosos	10,08%	10,00%	4,20%	3,00%	3,03%	2,21%	2,19%	0,84%	0,64%	0,39%

Elaborado por Mario Fco. Astudillo E

Grafico 4.9



Elaborado por Mario Fco. Astudillo E

C) *Evaluar el impacto de las mejoras incorporadas*

Se deberá realizar un análisis y evaluar los resultados, estableciendo conclusiones que ayuden a mejorar el proceso dentro de la organización

C. EVALUAR EL IMPACTO DE LAS MEJORAS INCORPORADAS

- Logramos el 0.62% de productos defectuosos
- Tuvimos éxito
- Superamos la meta
- Se mejoró el ambiente laboral
- Se fortaleció el trabajo en equipo
- El grupo generó ahorros mensuales



Foto 4.7: Sexto paso metodología

4.3.7 Establecimiento de Acciones de Garantía:

El objetivo de este séptimo paso es asegurar el mantenimiento del nuevo nivel de desempeño alcanzado. Es este un paso fundamental al cual pocas veces se le presta la debida atención. De este paso dependerá la estabilidad en los resultados y la acumulación de aprendizaje para profundizar el proceso.

A) *Normalizar prácticas operativas*

Tabla 4.15

SEPTIMO PASO ESTABLECER ACCIONES DE GARANTIA**A. NORMALIZAR PRACTICAS OPERATIVAS**

ACTIVIDAD	RESP.	FECHA	OBSERVACIONES
◆ Actualizar y difundir manuales de procedimientos	Jefe de Producción	30-Mayo-2007	Se involucra a todo el personal
◆ Implementar sistema de grupos de trabajo	Jefe de Planta	31-Agost-2007	Se involucra a todo el personal
◆ Realizar análisis de procesos mensualmente	Jefe de Producción	Cada mes	Análisis de valor agregado
◆ Implementar sistema de inducción para personal nuevo	Gerente	15-Junio-2007	Manual de procedimiento

Elaborado por Mario Fco. Astudillo E

B) *Entrenamiento en los nuevos métodos*

Tabla 4.16

B. ENTRENAMIENTO EN LOS NUEVOS MÉTODOS

ACTIVIDAD	RESP.	FECHA	OBSERVACIONES
◆ Capacitar al Jefe de Producción en sistemas de mejoramiento	Gerente.	30-Jul-2007	Contratar Instructor
◆ Capacitar al líder del grupo, en sistemas de calidad	Jefe de Producción.	30-Junio-2007	Realizarlo en Dpto. de Producción
◆ Entrenar al personal en control de procesos	Jefe de Planta.	15-Agost-2007	

Elaborado por Mario Fco. Astudillo E

C) Incorporar al control de gestión del departamento

Tabla 4.17

C. INCORPORAR AL CONTROL DE GESTIÓN DE DEPARTAMENTO

ACTIVIDAD	RESP.	FECHA	OBSERVACIONES
◆ Indicador de % productos defectuosos	Jefe de producción	Cada mes	Siempre tomar datos
◆ Colocar pizarrón para comunicación e información	Jefe de Planta	15-Mayo-2007	En donde sea visible para todos.
◆ Análisis de indicador	Jefe de Producción	Cada mes	Diagramas de corrida
◆ Revisión de registros de producción	Jefe de Producción	Permanente	Mantener archivo de registros.

Elaborado por Mario Fco. Astudillo E

D) Reconocer y difundir resultados

Tabla 4.18

D. RECONOCER Y DIFUNDIR RESULTADOS

ACTIVIDAD	RESP.	FECHA	OBSERVACIONES
◆ Documentar el proyecto de mejora	Jefe de Planta	15-Junio-2007	
◆ Entregar al Jefe de Producción	Jefe de Planta	16-Agosto-2007	
◆ Presentar al comité en jornadas de calidad	Todos	21-Junio-2007	

Elaborado por Mario Fco. Astudillo E

En el proceso de Investigación Análisis y Solución de las Oportunidades de Mejora, es fundamental el compromiso de la alta dirección así como el de todos los integrantes de la organización, para que este proceso llegue a ser parte de la cultura corporativa de la empresa y esta se convierta en una Organización Aprendiente.

CAPITULO V

ANÁLISIS Y ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS

5.1 Mapa de procesos

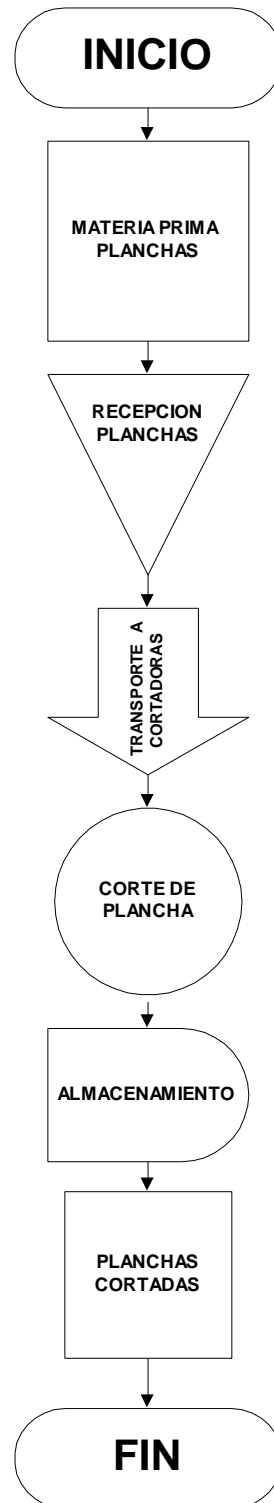
5.1.1 Definición

Es una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, los transportes, las inspecciones, las esperas y los almacenamientos que ocurren durante un proceso. Incluye, además, la información que se considera deseable para el análisis, por ejemplo el tiempo necesario y la distancia recorrida. Sirve para las secuencias de un producto, un operario, una pieza, etc.

5.1.2 Objetivos del Análisis y Estandarización de los Proceso

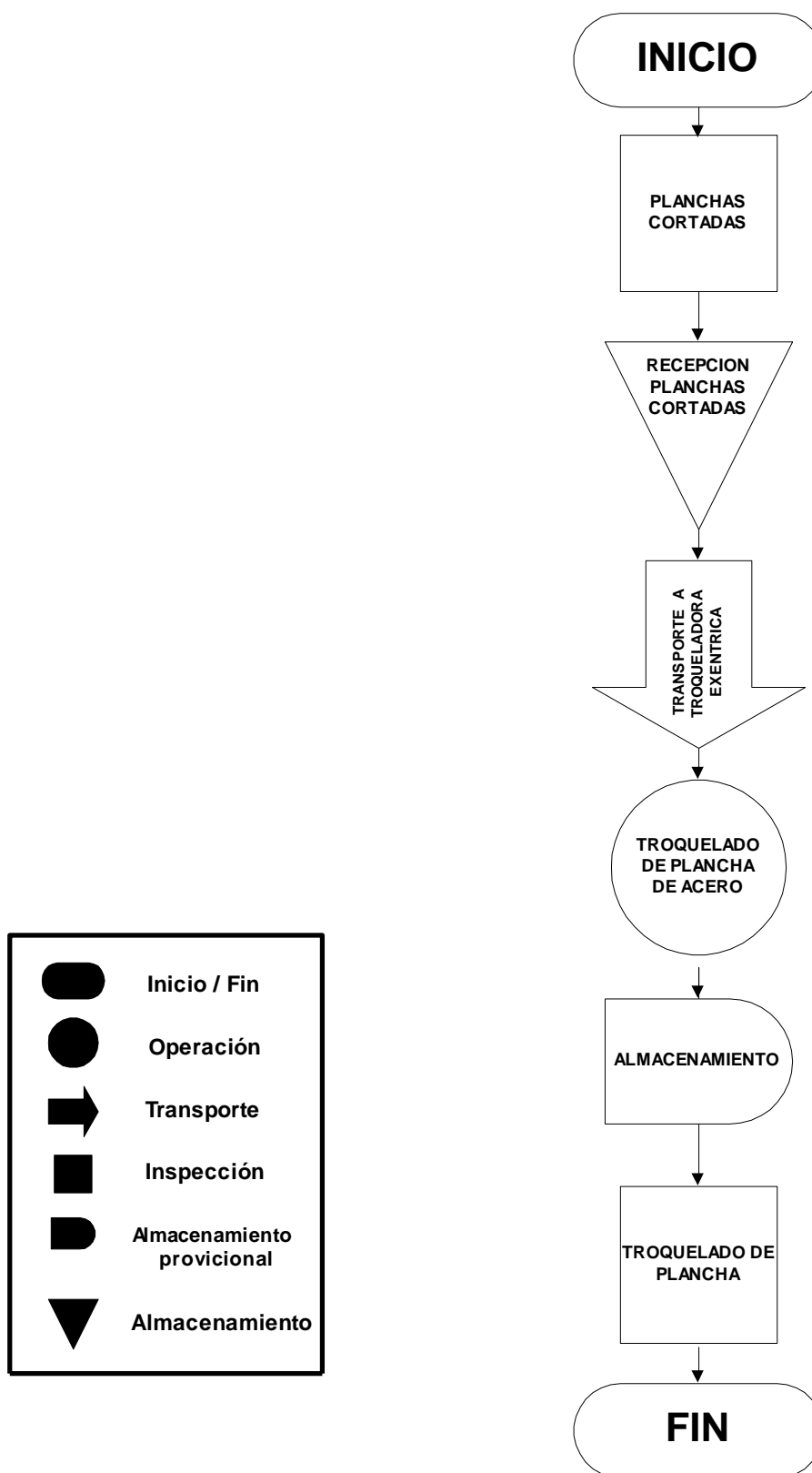
- Proporcionar una imagen clara de toda secuencia de acontecimientos del proceso.
- Disminuir las esperas, estudiar las operaciones y otras actividades en su relación recíproca.
- Comparar métodos, eliminar el tiempo improductivo y escoger operaciones para su estudio detallado.
- El diagrama contiene, en general, muchos más detalles que el de operaciones.
- Se aplica sobre todo a un componente de un ensamble o sistema para lograr la mayor economía en la fabricación.

5.1.3 Diagramas de procesos

PROCESO DE CORTE

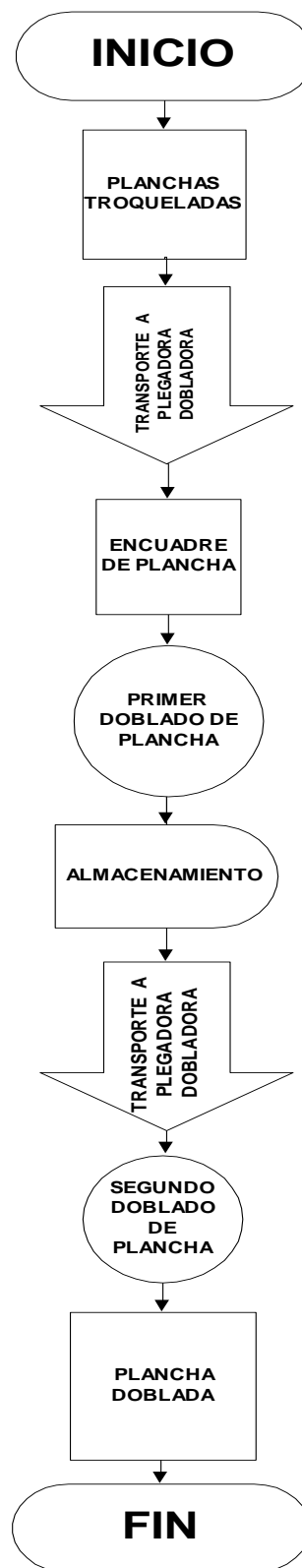
Elaborado por Mario F. Astudillo E.

PROCESO DE TROQUELADO



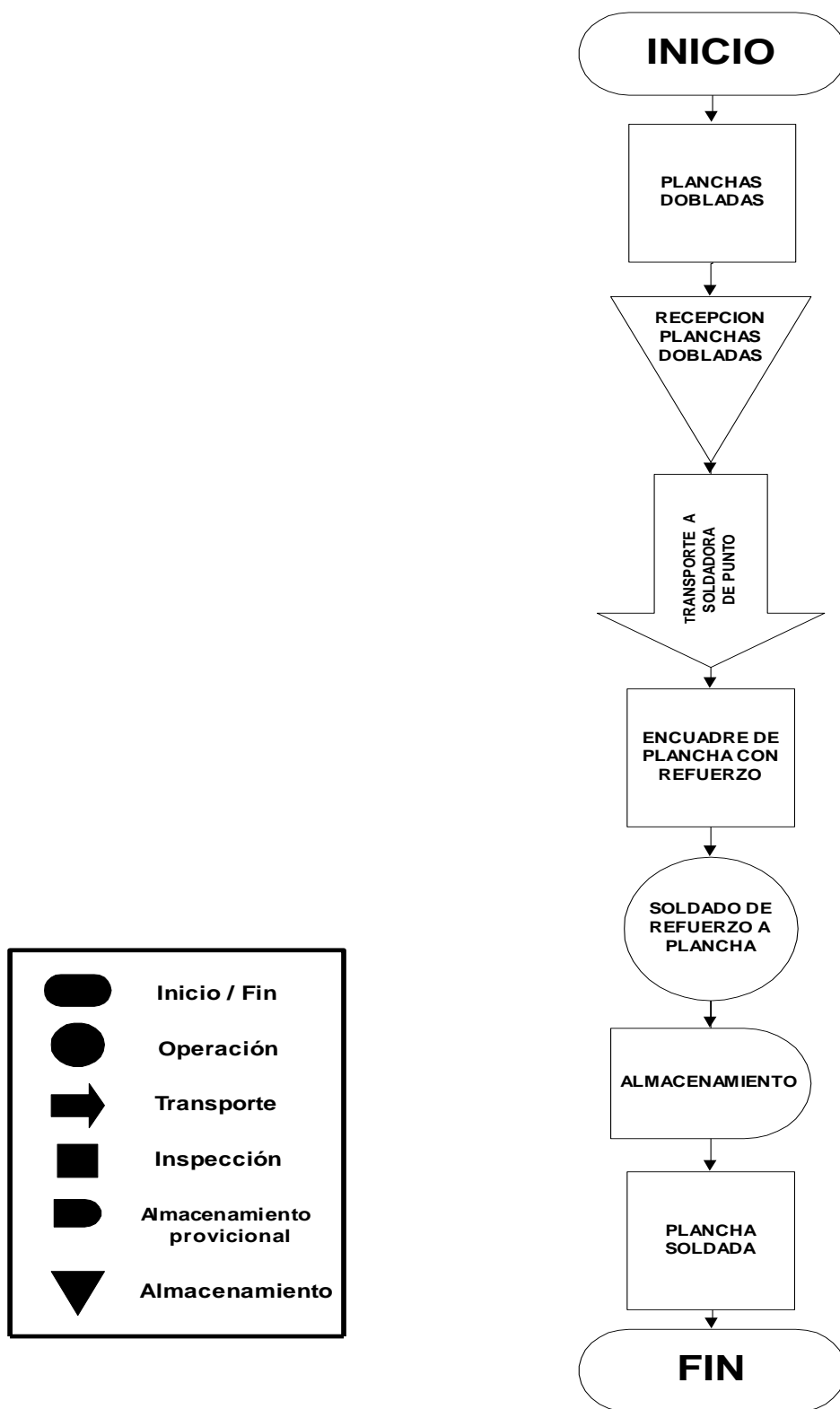
Elaborado por Mario F. Astudillo E.

PROCESO DE DOBLADO



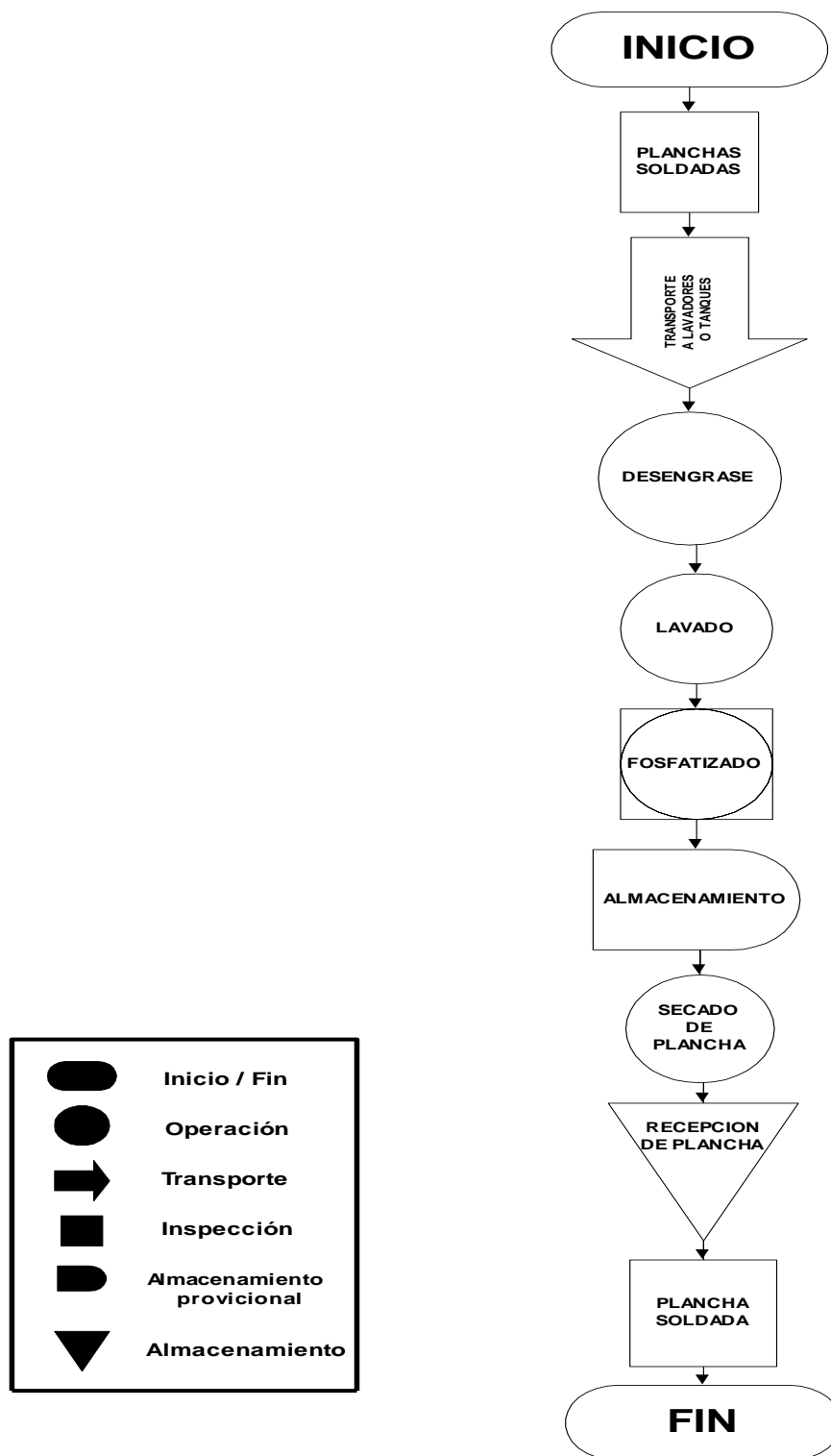
Elaborado por Mario F. Astudillo E.

PROCESO DE SOLDADO



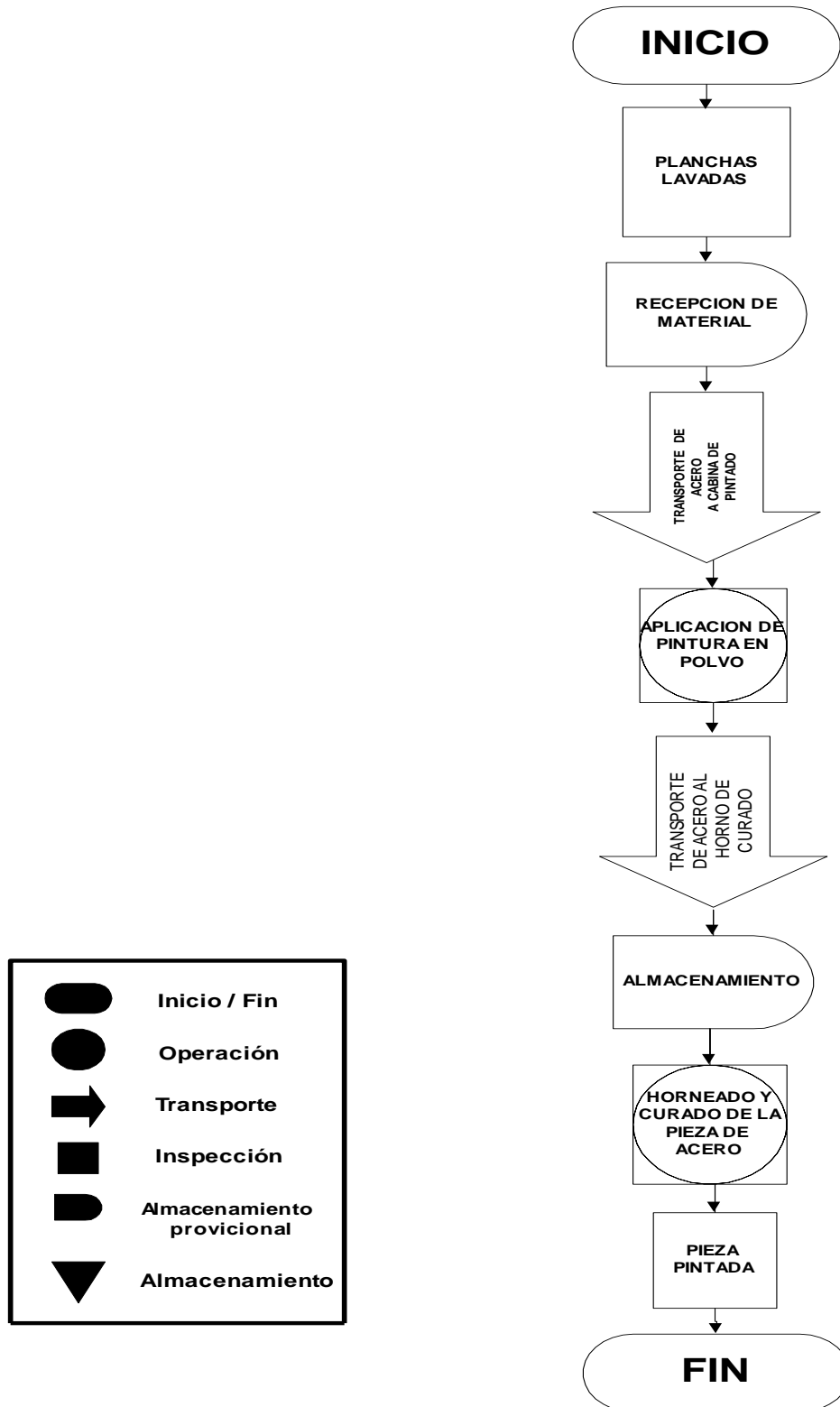
Elaborado por Mario F. Astudillo E.

PROCESO DE LAVADO



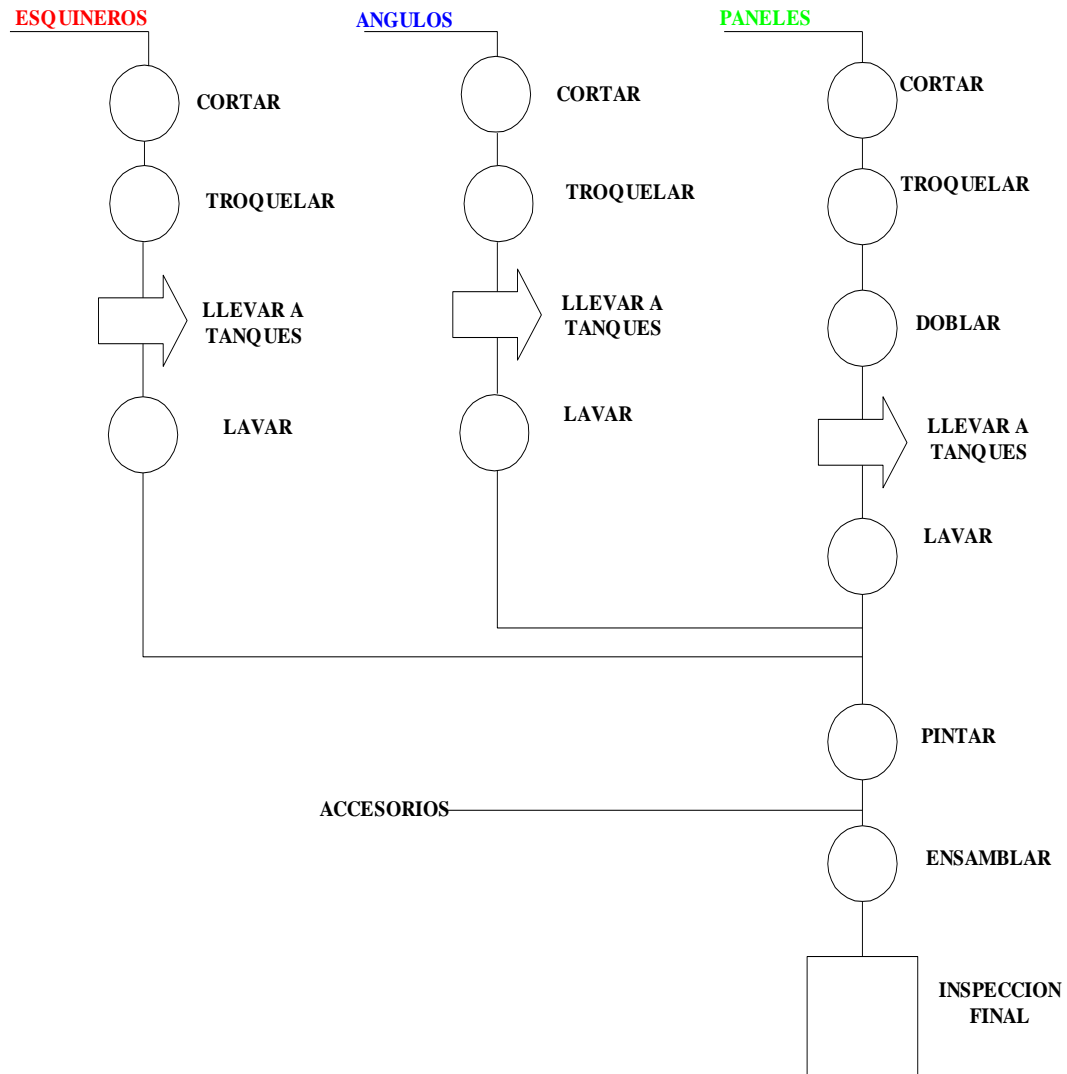
Elaborado por Mario F. Astudillo E.

PROCESO DE PINTADO



Elaborado por Mario F. Astudillo E.

5.2 Mapa de Operaciones



Elaborado por Mario F. Astudillo E.

5.3 Procedimientos para la estandarización de procesos

5.3.1 Introducción

Un manual de procedimientos es el documento que contiene la descripción de actividades que deben seguirse en la realización de las funciones de una unidad administrativa, o de dos o más de ellas.

El manual incluye además los puestos o unidades administrativas que intervienen precisando su responsabilidad y participación.

Suelen contener información y ejemplos de formularios, autorizaciones o documentos necesarios, máquinas o equipo de oficina a utilizar y cualquier otro dato que pueda auxiliar al correcto desarrollo de las actividades dentro de la empresa.

En él se encuentra registrada y transmitida sin distorsión la información básica referente al funcionamiento de todas las unidades administrativas, facilita las labores de auditoría, la evaluación y control interno y su vigilancia, la conciencia en los empleados y en sus jefes de que el trabajo se está realizando o no, adecuadamente.

5.3.2 Utilidad

- Permite conocer el funcionamiento interno por lo que respecta a descripción de tareas, ubicación, requerimientos y a los puestos responsables de su ejecución.
- Auxilian en la inducción del puesto y al adiestramiento y capacitación del personal ya que describen en forma detallada las actividades de cada puesto.
- Sirve para el análisis o revisión de los procedimientos de un sistema.
- Interviene en la consulta de todo el personal; que se desee emprender tareas de simplificación de trabajo como análisis de tiempos, delegación de autoridad, etc.

- Para establecer un sistema de información o bien modificar el ya existente.
- Para uniformar y controlar el cumplimiento de las rutinas de trabajo y evitar su alteración arbitraria.
- Determina en forma más sencilla las responsabilidades por fallas o errores.
- Facilita las labores de auditoria, evaluación del control interno y su evaluación.
- Aumenta la eficiencia de los empleados, indicándoles lo que deben hacer y como deben hacerlo.
- Ayuda a la coordinación de actividades y evitar duplicidades.
- Construye una base para el análisis posterior del trabajo y el mejoramiento de los sistemas, procedimientos y métodos.

Conformación del manual

a) Identificación

Este documento debe incorporar la siguiente información:

- Logotipo de la organización.
- Nombre oficial de la organización.
- Denominación y extensión. De corresponder a una unidad en particular debe anotarse el nombre de la misma.
- Lugar y fecha de elaboración.
- Número de revisión (en su caso).
- Unidades responsables de su elaboración, revisión y/o autorización.

- Clave de la forma. En primer término, las siglas de la organización, en segundo lugar las siglas de la unidad administrativa donde se utiliza la forma y, por último, el número de la forma. Entre las siglas y el número debe colocarse un guión o diagonal.

b) Índice o contenido

Relación de los capítulos y páginas correspondientes que forman parte del documento.

c) Prólogo y/o introducción

Exposición sobre el documento, su contenido, objeto, áreas de aplicación e importancia de su revisión y actualización. Puede incluir un mensaje de la máxima autoridad de las áreas comprendidas en el manual.

d) Objetivos de los procedimientos

Explicación del propósito que se pretende cumplir con los procedimientos.

Los objetivos son uniformar y controlar el cumplimiento de las rutinas de trabajo y evitar su alteración arbitraria; simplificar la responsabilidad por fallas o errores; facilitar las labores de auditoría; la evaluación del control interno y su vigilancia; que tanto los empleados como sus jefes conozcan si el trabajo se está realizando adecuadamente; reducir los costos al aumentar la eficiencia general, además de otras ventajas adicionales.

e) Áreas de aplicación y/o alcance de los procedimientos

.

Dentro de la administración pública federal los procedimientos han sido clasificados, atendiendo al ámbito de aplicación y a sus alcances, en: procedimientos macro administrativos y procedimientos mezo administrativos o sectoriales.

f) Responsables

Unidades administrativas y/o puestos que intervienen en los procedimientos en cualquiera de sus fases.

g) Políticas o normas de operación

En esta sección se incluyen los criterios o lineamientos generales de acción que se determinan en forma explícita para facilitar la cobertura de responsabilidad de las distintas instancias que participaban en los procedimientos.

Además deberán contemplarse todas las normas de operación que precisan las situaciones alterativas que pudiesen presentarse en la operación de los procedimientos. A continuación se mencionan algunos lineamientos que deben considerarse en su planteamiento:

Se definirán perfectamente las políticas y/o normas que circunscriben el marco general de actuación del personal, a efecto de que esté no incurra en fallas.

h) Concepto (s)

Palabras o términos de carácter técnico que se emplean en el procedimiento, las cuales, por su significado o grado de especialización requieren de mayor información o ampliación de su significado, para hacer más accesible al usuario la consulta del manual.

i) Procedimiento (descripción de las operaciones)

Presentación por escrito, en forma narrativa y secuencial, de cada una de las operaciones que se realizan en un procedimiento, explicando en qué consisten, cuándo, cómo, dónde, con qué, y cuánto tiempo se hacen, señalando los responsables de llevarlas a cabo. Cuando la descripción del procedimiento es general, y por lo mismo comprende varias áreas, debe anotarse la unidad administrativa que tiene a su cargo cada operación. Si se trata de una descripción detallada dentro de una unidad administrativa, tiene que indicarse el puesto responsable de cada operación. Es conveniente codificar las operaciones para simplificar su comprensión e identificación, aun en los casos de varias opciones en una misma operación.

j) Formulario de impresos

Formas impresas que se utilizan en un procedimiento, las cuales se intercalan dentro del mismo o se adjuntan como apéndices. En la descripción de las operaciones que impliquen su uso, debe hacerse referencia específica de éstas, empleando para ello números indicadores que permitan asociarlas en forma concreta. También se pueden adicionar instructivos para su llenado.

k) Diagramas de flujo.

Representación gráfica de la sucesión en que se realizan las operaciones de un procedimiento y/o el recorrido de formas o materiales, en donde se muestran las unidades administrativas (procedimiento general), o los puestos que intervienen (procedimiento

detallado), en cada operación descrita. Además, suelen hacer mención del equipo o recursos utilizados en cada caso. Los diagramas representados en forma sencilla y accesible en el manual, brindan una descripción clara de las operaciones, lo que facilita su comprensión. Para este efecto, es aconsejable el empleo de símbolos y/o gráficos simplificados.

l) Glosario de términos.

Lista de conceptos de carácter técnico relacionados con el contenido y técnicas de elaboración de los manuales de procedimientos, que sirven de apoyo para su uso o consulta. Procedimiento general para la elaboración de manuales administrativos.

5.3.4 Contenido de un procedimiento

	FABRICACION DE ESTANTERIAS METALICAS MODULARES	Código: EST-001 Fecha Elaboración: 05-20-07 Ultima Aprobación: 07-12-07 Revisión: 3
Elaborado por: Mario Astudillo	Revisado por: Lic. Liliana Logroño	Aprobado por: Ing. Mario E. Astudillo. V.

1.- OBJETIVO:

Fabricar estanterías metálicas modulares con la máxima calidad, desde la consecución de la materia prima directa, hasta la obtención del producto terminado; garantizando el uso permanente y satisfacción total.

2.- ALCANCE:

Desde la obtención de la materia prima directa, la consecución de todos sus procesos, hasta la obtención del producto terminado.

3.- DEFINICIONES:

Estanterías metálicas modulares: Estructura metálica modular de acero, versátil, funcional y resistente; la cual sirve para almacenar de forma ordenada y permanente, clasificando los productos de acuerdo a su requerimiento.

4.- HERRAMIENTAS:

- Base de Datos (Inventarios / Smart Manager)
- Sistema de Diseño (Autocar / Excel / Word)
- Reglamento Interno (Asignación de órdenes de producción numeradas / Requisiciones)

5.- POLÍTICAS:

1. La fabricación de estructuras metálicas modulares debe ser realizada de acuerdo al parámetro de producción u hoja auxiliar de datos que poseen los cada grupo de trabajo.
2. Si existen cambios en el diseño tanto de forma o de fondo en la fabricación de estructuras, debe ser notificado al jefe de planta.
3. Las estructuras metálicas modulares se fabrican de acuerdo a la optimización de materias primas directas; si existen medidas diferentes a las convencionales, se deberá realizar los cálculos necesarios para su correcto desempeño.
4. La fabricación de estructuras deben ser realizadas, entregadas y revisadas con el jefe de grupo.
5. La fabricación debe realizarse en un tiempo determinado, dependiendo del diseño, la cantidad y tamaño establecido.
6. La obtención idónea del producto terminado dependerá del correcto proceso de fabricación que se le aplique a la misma, caso contrario se realizarán reprocesos, que perjudican al correcto desarrollo de la planta.

6.- ACTIVIDADES

1. El Jefe de Producción recibe la orden de acuerdo a los requerimientos del cliente. La orden de producción de acuerdo al formato **OP-001**, la cual indica en detalle la cantidad exacta y requerimientos generales para su correcta consecución. (*Formato 5.0*).
2. El jefe de grupo hace el pedido de materia prima al Jefe de Producción de acuerdo a la orden establecida y así éste, deberá entregar de manera exacta la cantidad de materiales necesarios para iniciar la consecución de los procesos.
3. El operario inicia realizando el primer proceso de *Corte* según el Instructivo **CORTE-MAQ-001**. El cual debe seguir en detalle de acuerdo a las instrucciones y normas establecidas por el proceso. (*Formato 5.1*).
4. El Operario recibe la cantidad exacta con las condiciones necesarias para proceder al segundo paso que es el proceso de *Troquelado* según el Instructivo **TROQUEL-MAQ-003**. El cual debe seguir en detalle de acuerdo a las instrucciones y normas establecidas por el proceso. (*Formato 5.2*).
5. El Operario recibe la cantidad exacta con las condiciones necesarias para proceder al tercer paso que es el proceso de *Doblado* según el Instructivo **DOBLADORA-MAQ-002**. El cual debe seguir en detalle de acuerdo a las instrucciones y normas establecidas por el proceso. (*Formato 5.3*).
6. El Operario recibe la cantidad exacta con las condiciones necesarias para proceder al cuarto paso que es el proceso de *Soldado* según el Instructivo **SOLDADORA-MAQ-005**. El cual debe seguir en detalle de acuerdo a las instrucciones y normas establecidas por el proceso. (*Formato 5.4*).

7. El Jefe de Producción debe realizar una Orden de Lavado y Pintura de acuerdo al requerimiento establecido por el cliente y/o el stock mínimo existente. Esta orden se debe realizar de acuerdo al formato **OPL - 002**, la cual indica en detalle la cantidad exacta y requerimientos generales para su correcta consecución. (*Formato 5.5*).
8. El Operario recibe la orden de lavado exacta con las condiciones necesarias para proceder al siguiente paso que es el proceso de *Lavado* según el Instructivo **TANQUES D01 – L02 – F03**. El cual debe seguir en detalle de acuerdo a las instrucciones y normas establecidas por el proceso. (*Formato 5.6*).
9. El Operario recibe la orden de pintura exacta con las condiciones necesarias para proceder al sexto paso que es el proceso de *Pintado* según el Instructivo **EQUIPO PINTURA - 004**. El cual debe seguir en detalle de acuerdo a las instrucciones y normas establecidas por el proceso. (*Formato 5.7*).
10. El Operario se encarga de ensamblar considerando el tiempo y fechas de entrega establecidas, dependiendo de la cantidad solicitada; de acuerdo al formato **OE-001**, el cual debe seguir en detalle las instrucciones y normas establecidas por el procesos. (*Formato 5.8*).

7.- MÉTODO:

La fabricación de estructuras metálicas modulares se debe realizar de acuerdo a la orden de producción establecida y optimización de recursos. Dependiendo de la cantidad y parámetros que se requiera ya sea para ordenes especiales o estándar.

8.- RESPONSABLE:

- Dpto. de Diseño
- Dpto. de Producción
- Dpto. de Calidad

9.- DOCUMENTOS

- Manual de procesos
- Ordenes de Producción (original)
- Reportes de producción (Kárdex)
- Registros

5.4 Instructivos de procesos

5.4.1 Consideraciones:

Es una descripción detallada de cómo realizar y registrar las tareas. Las instrucciones de trabajo pueden ser:

- Instructivos
- Diagramas de flujo
- Plantillas
- Notas técnicas incorporadas en planos
- Instructivos de inspección / ensayo / prueba
- Especificaciones
- Manuales de instrucción de equipos
- Gráficos
- Videos
- Lista de chequeo
- Hojas de proceso
- Hojas de ruta

5.4.2 Recomendaciones al elaborar un Instructivo:

- Pensar en la persona que lo va a usar, no en la persona que los hace.
- Asegurarse que se incluya toda la información necesaria para evitar productos defectuosos.
- Entrenar el personal en su uso y en su contenido.


- Asegurar su ubicación física.
- Usar en lo posible documentos existentes.

5.4.3 Contenido de un Instructivo de Trabajo:

- Información que operario requiere conocer para hacer su trabajo, controlarlo y conocer si el resultado es correcto según las especificaciones.
- No se requiere detallar cada acción a realizar. Esas son de dominio del personal.
- Proporciona los criterios de aceptación (dimensiones, tolerancia, fórmulas, tablas, herramientas, dispositivos, instrumentos, materiales, código, etc.)
- No se debe confundir con instrucciones de operación, que probablemente ya están descritas en los Manuales de Operación de los equipos, en documentos de entrenamiento, en prácticas de laboratorio, etc.

5.4.4 Formato Instructivos

Formato 5.1: Orden de Producción - OP-001 – (Registro)



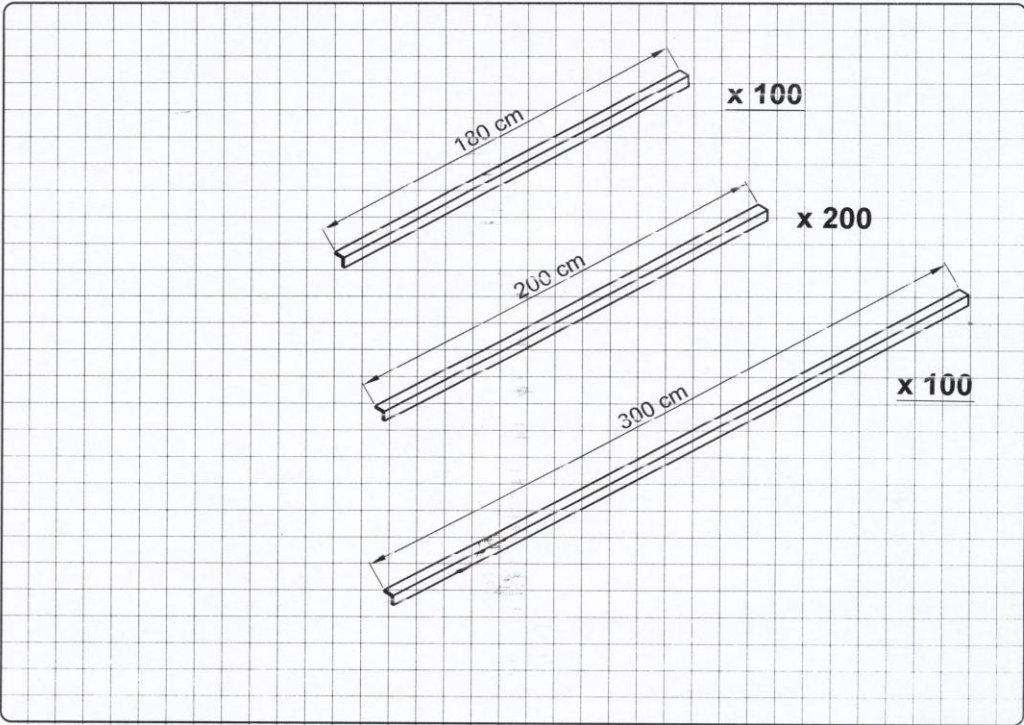
Instruequipos Cía. Ltda.
MOBILIARIO SISTEMAS

Av. Las Américas 01-59 y González Suárez Telefax: (03) 2826052 • Ambato - Ecuador

ORDEN DE PRODUCCION


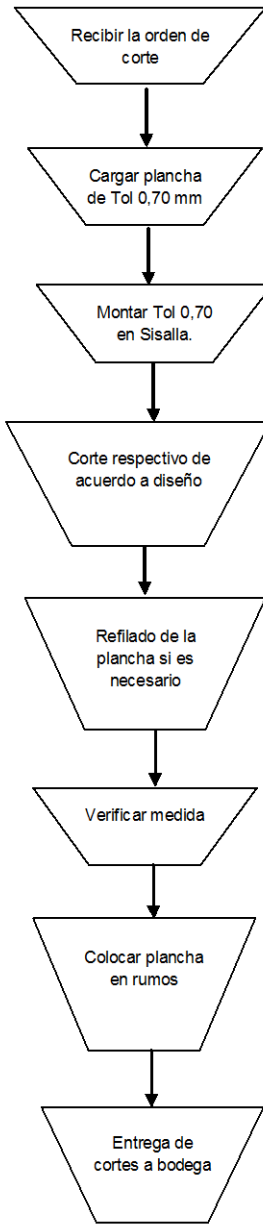
Nº 002391

CLIENTE: STOCK (PRODUCTO PROCESO)	FECHA: 16 - 11 - 07
--	----------------------------




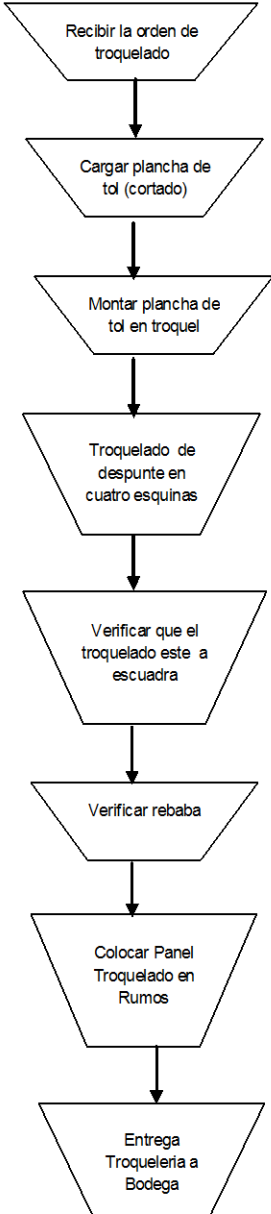
100	PARANTES x 180 cm - L	
200	PARANTES x 200 cm - L -	
100	PARANTES x 300 cm - L -	
	<i>TOTAL DE MATERIALES ANGULO</i>	
	- ANGULO (40 x 40 x 1.5)mm = 117 u	
	- PRE ANGULO x 180 cm - L - = 100 u	
	COLOR VARIOS	
	FECHA DE ENTREGA JUEVES 31 - 05 - 07	

Formato 5.2: Instructivo de Corte - CORTE-MAQ-001 -

		CORTE DE PANELES	Codigo: CORTE - MAQ - 001 Fecha Elaboracion: 28-05-07 Ultima Aprobacion: 25-16-07 Revision: 2	
Elaborado por: Mario Astudillo		Revisado por: Lic. Lilian Logroño	Aprobado por: Ing. Mario Astudillo V.	
Objetivo.- Cortar paneles metalicos modulares de a cuerdo al diseño, modelo y parametro establecidos por el proceso de fabricacion.				
CONDICIONES DE SEGURIDAD	PASOS	DESCRIPCION ACTIVIDAD	PARAMETROS DE CONTROL Y PLAN DE REACCION	
<p>Seguridad Personal 1.- Es Obligatorio el uso de los siguientes equipo de proteccion: Uniforme (Overol / Botas / Casco) Guantes Orejas Gafas</p> <p>Seguridad en la Máquina 2.- En el caso de que la máquina presente daño o problema alguno el operador debe parar la misma y comunicar con el jefe de planta.</p> <p>Orden y Limpieza Se debe mantener limpio el puesto de trabajo todos los dias al finalizar la jornada. Las herramientas entregadas y guardadas en la bodega respectiva.</p> <p>Condiciones de Uso de Máquina 1.- Revisar las cuchillas que se encuentren en optimo estado. 2.- Realizar una prueba de corte y despunte . 3.- Verificar si no existe rebaba. 4.- Calibrar si es necesario. 5.- Por ningun motivo colocar materiales ajenos al adecuado.</p>		Retirar la orden de produccion de la bodega respectiva una vez chequedo los datos por el dpto. de diseño	Verificar que la cisalla se encuentre en buen estado , y si se debe dar la asistencia correspondiente.	
	Coger la plancha de tol (acero) asignada y proceder a cargarla a la Máquina de corte.	Registrar el la orden de produccion la cantidad de tol (acero) utilizado.		
	Deslizar la plancha hasta el nivel de corte y cuchillas de la cisalla.	Verificar que las cuchillas esten perfecto estado y a su vez utilizar el freno de seguridad antes de realizar el corte.		
	Accionar cuchillas de sisalla verificando su corte de acuerdo a diseño.	Se debe manipular la Máquina para un corte exacto, con el fin de evitar desperdicios, cortes mal realizados y rebaba.		
	Colocar planchas cortadas en banco o mesa de cisalla y proceder al refilado para obtener un corte perfecto.	Los lados del la plancha debe estar aliñada en posicion de corte. El refilado debe ser exacto.		
	Realizar verificacion de corte, sin rebaba ni grados de inclinación fuera de lo establecido.	Si existe rebaba o inclinacion en el corte, se debe rectificar las cucuillas con el fin de eliminarla.		
	Ubicar planchas de tol cortado en rumos y lugares especificos antes del siguiente paso.	Se trabaja con coches de los cuales se encargan de llevar las planchas a sitios especificos		
	El jefe del proceso debe verificar la cantidad y calidad exacta antes del siguiente proceso.	Antes de estregar al siguiente proceso se debe contar y verificar su especificacion.		
IMPACTO NEGATIVO: Antes procesar la plancha de tol (acero) debe estar con el suficiente engrace o recubrimiento para su mejor manipuleo y repitez en los procesos.				


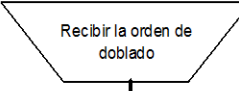
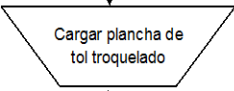
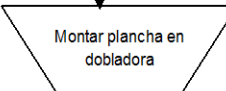
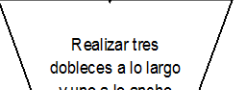
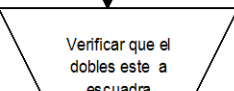
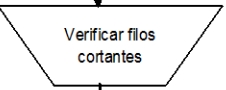
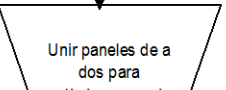
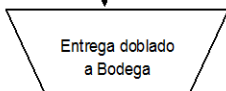
Elaborado por Mario F. Astudillo E.

Formato 5.3: Instructivo de Troquelado -TROQUEL-MAQ-003 –

		TROQUELADO DE PANELES	Codigo: TROQUEL - MAQ - 003 Fecha Elaboracion: 25 - 05 - 07 Ultima Aprobacion: 20 - 06 - 07 Revision: 2	
Elaborado por: Mario Astudillo		Revisado por: Lic. Liliana Logroño	Aprobado por: Ing. Mario Astudillo V.	
Objetivo.- Troquelar paneles metalicos modulares de a cuerdo al diseño, modelo y parametro establecidos por el proceso de fabricacion.				
CONDICIONES DE SEGURIDAD	PASOS	DESCRIPCION ACTIVIDAD	PARAMETROS DE CONTROL Y PLAN DE REACCION	
<p>Seguridad Personal 1.- Es Obligatorio el uso de los siguientes equipo de proteccion: Unifforme (Overol / Botas / Casco) Guantes Orejeras Gafas</p> <p>Seguridad en la Maquina 2.- En el caso de que la máquina presente daño o problema alguno el operador debe parar la misma y comunicar con el jefe de planta.</p> <p>Orden y Limpieza Se debe mantener limpio el puesto de trabajo todos los días al finalizar la jornada. Las herramientas entregadas y gurdadas en la bodega respectiva.</p> <p>Condiciones de Ensendido de Maquina 1.- Ensender el switch o botonera de Troqueladora. 2.- Realizar una prueba de corte y despunte. 3.- Verificar si no existe rebaba. 4.- Calibrar si es necesario.</p>		Recibir el producto de acuerdo requerimiento.	Verificar que el troquel se encuentre en buen estado , y si se debe dar la asistencia correspondiente.	
	Cargar plancha de tol (cortado)	Coger la plancha de tol (acero) asignada y proceder a caragar a la maquina de troquel.	Registrar con la orden de produccion la cantidad de tol (acero) a utilizar.	
	Montar plancha de tol en troquel	Deslizar la plancha hasta el nivel de corte y cuchillas de la matriz a utilizar.	Verificar que el troquel y la matriz se encuentren en perfecto estado antes del corte.	
	Troquelado de despunte en cuatro esquinas	Accionar pedal de troquel verificando su corte de acuerdo a diseño.	Se debe regular la maquina para un corte exacto, con el fin de evitar desperdicios desgaste de la maquina.	
	Verificar que el troquelado este a escuadra	Colocar planchas cortadas en banco de troquel de despunte con el fin de obtener un troquelado a escuadra.	La esquina de la plancha debe estar alineada en posicion de corte. El despunte debe ser exacto	
	Verificar rebaba	Realizar verificacion de troquelado sin rebaba.	Si existe rebaba se debe rectificar la matriceria con el fin de eliminarla.	
	Colocar Panel Troquelado en Rumos	Ubicar planchas troqueladas y despuntadas en lugares especificos, antes del siguiente paso.	Se deberá colocar en lugares especificos con el proposito de no obtaculizar ni interrupción de trabajo.	
	Entrega Troqueleria a Bodega	El jefe del proceso debe verificar la cantidad y calidad exacta antes del siguiente proceso.	Antes de estregar al siguiente proceso se debe contar y verificar su especificaciones.	
<p>IMPACTO NEGATIVO: Antes de procesar la plancha de tol (acero) deben estar lo filis (esquinas) lo suficientemente rectos , para su mejor manipuleo y rapidez en los procesos.</p>				


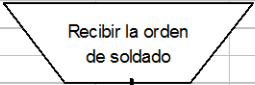
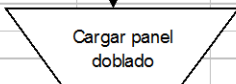
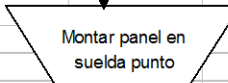
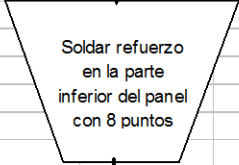
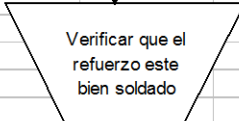
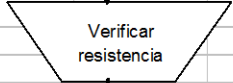
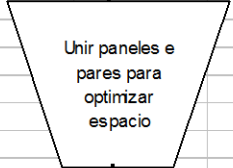
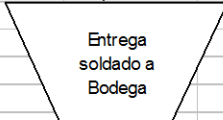
Elaborado por Mario F. Astudillo E.

Formato 5.4: Instructivo de Doblado - DOBLADORA – MAQ – 002 –

		DOBLADO DE PANELES	Codigo: DOBLADORA - MAQ - 002 Fecha Elaboracion: 26 - 05 - 07 Ultima Aprobacion: 28 - 06 - 07 Revision: 3	
Elaborado por: Mario Astudillo		Revisado por: Lic. Liliana Logroño	Aprobado por: Ing. Mario Astudillo V.	
Objetivo.- Doblar Paneles Metalicos Modulares de acuerdo al diseño, modelo y parametro establecidos por el proceso de fabricacion				
CONDICIONES DE SEGURIDAD	PASOS	DESCRIPCION ACTIVIDAD	PARAMETROS DE CONTROL Y PLAN DE REACCION	
<p>Seguridad Personal 1.- Es Obligatorio el uso de los siguientes equipo de proteccion: Uniforme (Overol / Botas / Casco) Guantes Orejeras Gafas</p> <p>Seguridad en la Máquina 2.- En el caso de que la máquina presente daño o problema alguno el operador debe parar la misma y comunicar con el jefe de planta.</p> <p>Orden y Limpieza Se debe mantener limpio el puesto de trabajo todos los dias al finalizar la jornada. Las herramientas entregadas y guardadas en la bodega respectiva.</p> <p>Condiciones de Uso de la Máquina 1.- Calibrar la dobladora de acuerdo al trabajo a realizar. 2.- Realizar una prueba de dobles a diferentes grados. 3.- Verificar si no existe descuadre. 4.- Recalibrar si es necesario.</p>		Recibir el producto de acuerdo requerimiento.	Se debe coordinar con el jefe de planta y aclarar cualquier inquietud antes del proceso.	
		Coger la plancha de tol (acero) asignada y proceder a cargarla a la maquina de doblado.	Revisar que la plancha se encuentre en buen estado antes de proceder con el doblado.	
		Deslizar la plancha hasta el nivel de doblado y regular las distancias a doblar.	Verificar que la dobladora y sus partes se encuentren en bien centradas para un mejor doblado.	
		Se deben realizar tres dobleces a lo largo y un doble a lo ancho con el fin de obtener un panel resistente y durable	Se debe verificar que los dobleces se encuentren a 90 grados y evitar el redondeado en los bordes externos.	
		Se deben realizar los dobleces a escuadra regulando la maquina a su maxima capacidad de doblado.	Verificar la calidad del doblado con el fin de evitar dobles redondeados y a desnivel.	
		Realizar verificacion de doblado sin rebaba.	Si existe rebaba se debe rectificar la matriceria con el fin de eliminarla.	
		Ubicar paneles doblados en pares con el fin de ganar espacio, tiempo y optimizar su almacenamiento.	Los paneles se deberá colocar coches de transporte con el fin de facilitar su manipulación y proceso.	
		El jefe del proceso debe verificar la cantidad y calidad exacta antes del siguiente proceso.	Antes de entregar al siguiente proceso se debe contar y verificar su especificacion	
<p>IMPACTO NEGATIVO: Antes de procesar la plancha de tol (acero) deben estar lo filos (esquinas) lo suficientemente rectos , para su mejor manipuleo y rapidez en los procesos.</p>				


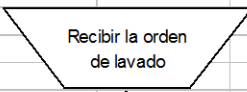
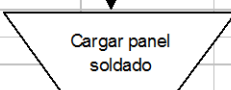
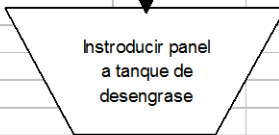
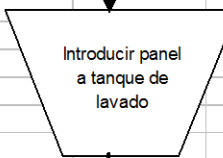

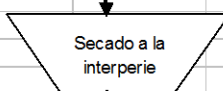
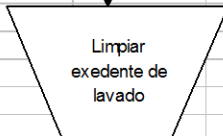
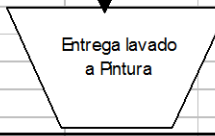
Elaborado por Mario F. Astudillo E.

Formato 5.5: Instructivo de Soldado - SOLDADORA – MAQ – 005 –

		SOLDADO DE PANELES	Codigo: SOLDADORA - MAQ - 005 Fecha Elaboracion: 29 - 05 - 07 Ultima Aprobacion: 05 - 07 - 07 Revision: 3	
Elaborado por: Mario Astudillo		Revisado por: Lic. Liliana Logroño	Aprobado por: Ing. Mario Astudillo V.	
Objetivo.- Soldar paneles metalicos modulares de a cuerdo al diseño, modelo y parametro establecidos por el proceso de fabricacion.				
CONDICIONES DE SEGURIDAD	PASOS	DESCRIPCION ACTIVIDAD	PARAMETROS DE CONTROL Y PLAN DEREACCION	
Seguridad Personal 1.- Es Obligatorio el uso de los siguientes equipo de proteccion: Uniforme (Overol / Botas / Casco) Guantes Orejeras Cafas		Recibir el producto de acuerdo requerimiento.	Se debe coordinar con el jefe de planta y aclarar cualquier inquietud antes del proceso.	
		Coger el panel de tol (acero) asignada y proceder a caragar a la maquina de soldado.	Revisar que la panel se encuentre en buen estado antes de proceder con el soldado	
Seguridad en la Máquina 2- En el caso de que la máquina presente daño o problema alguno el operador debe parar la misma y comunicar con el jefe de planta.		Se debe montar sobre dos soportes o sugetadores para obtener un centrado eficiente.	Verificar que los sugetadores se encuentran nivelados para obtener una manipulacion rapida.	
		Se debe realizar 8 sueldas de punto entre el panel y refuerzo atravez de la soldadora neumatica con pedal al piso.	La suelda es sometida a varios grados de temperatura ya que las dos partes se funden atravez de puntos externos.	
Orden y Limpieza Se debe mantener limpio el puesto de trabajo todos los dias al finalizar la jornada. Las herramientas entregadas y gurdadas en la bodega respectiva.		Verificar el soldado eficiente del refuerzo a travez de movimientos que provoquen alteración del mismo.	Se debe someter a movimientos que permitan comprobar la efectividada del mismo, mas no su alteración en su forma y estructura.	
		La resistencia se comprueba sometiendo a su capacidad maxima que son 100 lbs		
Condiciones de Uso de la Máquina 1.- Calibrar la dobladora deacuerdo al trabajo a realizar. 2.- Realizar una prueba de dobles a diferentes angulos. 3.- Verificar si no existe descuadre. 4.- Recalibrar si es necesario.		Uticar paneles soldados en pares con el fin de ganar espacio y tiempo y asi optimizar su almacenamiento	Los paneles se deberán colocar en rumos de cuarenta o cincuenta pares con el fin de almacenar sin maltratar su fabricaci3n.	
		El jefe del proceso debe verificar la cantidad y calidad exacta antes del siguiente proceso.	Antes de estregar al siguiente proceso se debe contar y verificar su especificacion	
IMPACTO NEGATIVO:				
Antes de procesar la plancha de tol (acero) deben estar los refuerzo cortado y doblados , para su mejor manipuleo y rapidez en los procesos.				


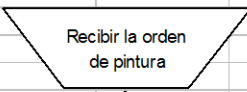
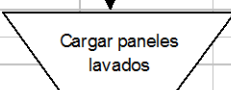
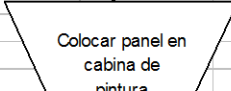
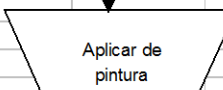
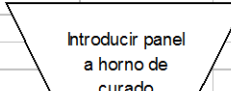
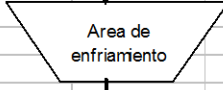
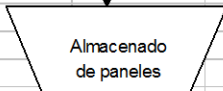
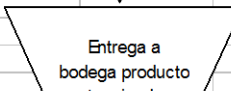
Elaborado por Mario F. Astudillo E.

Formato 5.7: Instructivo de Lavado - TANQUES D01 - L02 - F03 -

		LAVADO DE PANELES	Codigo: TANQUES - D01 - L02 - F03 - Fecha Elaboracion: 29 - 05 - 07 Ultima Aprobacion: 05 - 07 - 07 Revision: 3		
Elaborado por: Mario Astudillo		Revisado por: Lic. Liliana Logroño	Aprobado por: Ing. Mario Astudillo V.		
Objetivo.- Lavar paneles metalicos modulares de a cuerdo al diseño, modelo y parametro establecidos por el proceso de fabricacion					
CONDICIONES DE SEGURIDAD	PASOS	DESCRIPCION ACTIVIDAD	PARAMETROS DE CONTROL Y PLAN DEREACCION		
<p>Seguridad Personal</p> <p>1.- Es Obligatorio el uso de los siguientes equipo de proteccion: Uniforme (Overol / Botas / Casco) Guantes Orejeras Cafas Mascarilla</p> <p>Seguridad en lo Tanques</p> <p>2.- En el caso de que los químicos presente reacciones o problemas el operador debe parar el proceso y comunicar con el jefe de planta.</p> <p>Orden y Lim pieza</p> <p>Mantener los tanques libres de suciedad e impurezas al finalizar la jornada de trabajo. Las herramientas e insumos entregadas y gurdadas en la bodega respectiva.</p> <p>Condiciones de Uso de los tanques de lavado</p> <p>1.- Chequear los niveles adecuandos de químico. 2.- Realizar una prueba de lavado para comprobar su efectividad. 3.- Verificar si no existe oxidacion. 4.- Calibrar el PH si es necesario.</p>		Recibir el producto de acuerdo requerimiento.	Se debe coordinar con el jefe de planta y aclarar cualquier inquietud antes del proceso.		
		Coger el panel de tol (acero) asignada y proceder a caragar a tanques de lavado	Revisar que la panel se encuentre en buen estado antes de proceder con el lavado.		
		Se debe sumergir en el tanque de desengrase por el periodo de 5 minutos para quitar toda la grasa acumulada.	Es recomendable no pasarse del tiempo establecido con el fin de optimizar el químico disuelto en la solución con agua.		
		Se debe sumergir en el tanque de lavado en periodos rapidos para quitar el químico y la grasa restante.	El agua que se utiliza en el enjuague debe estar constantemente limpia para lograr mejor eficacia.		
		Se debe sumergir en el tanque de fosfatizado para dar una capa de fosfato y dureza del producto.	Los quimicos adheridos al acero tienen elementos nosivos. Se debe utilizar protección adecuada para todo el proceso.		
		Dejar secar a la interperie por un periodo de 10 a 15 minutos y verificar su eficiencia.	Es preferible dejar secar en días frescos y secos.		
		Se debe limpiar el exedente de fosfato que al secar se convierte en polvo y reciduos			
		El jefe del proceso debe verificar la cantidad y calidad exacta antes del siguiente proceso.	Antes de estregar al siguiente proceso se debe contar y verificar su especificacion		
IMPACTO NEGATIVO:					
Antes de procesar la plancha de tol (acero) debe cumplir con los parametros establecidos , para su mejor manipuleo y rapidez en los procesos.					

Elaborado por Mario F. Astudillo E.

Formato 5.8: Instructivo de Pintado - EQUIPO PINTURA – 004 –

		PINTADO DE PANELES	Codigo: EQUIPO PINTURA - 004 Fecha Elaboracion: 01 - 05 - 07 Ultima Aprobacion: 05 - 07 - 07 Revision: 3	
Elaborado por: Mario Astudillo		Revisado por: Lic. Liliana Logroño	Aprobado por: Ing. Mario Astudillo V.	
Objetivo.- Pintar paneles metalicos modulares de a cuerdo al diseño, modelo y parametro establecidos por el proceso de fabricación.				
CONDICIONES DE SEGURIDAD	PASOS	DESCRIPCION ACTIVIDAD	PARAMETROS DE CONTROL Y PLAN DEREACCION	
<p>Seguridad Personal 1.- Es Obligatorio el uso de los siguientes equipo de proteccion: Uniforme (Overol / Bolas / Casco) Guantes Orejeras Cafas Mascarilla</p> <p>Seguridad en el sistema pintura 2.- En el caso de que el equipo de pintura, cabina u horno de curado presente problemas o daños, el operador debe parar el proceso y comunicar con el jefe de planta.</p> <p>Orden y Lim pieza Se debe tener en ordenado y limpio los equipos a utilizar luego de la jornada de trabajo. Las herramientas e insumos entregadas y gurdadas en la bodega respectiva.</p> <p>Condiciones de Uso del sistema de pintura 1.- Chequear los equipos de pintura y su correcto funcionamiento. 2.- Realizar una prueba de pintado para comprobar su efectividad. 3.- Verificar si no existe fallas. 4.- Calibrar los equipos de acuerdo a los requerimientos. 5.- Controlar los niveles de pintura adecuados.</p>		Recibir el producto de acuerdo requerimiento	Se debe coordinar con el jefe de planta y aclarar cualquier inquietud antes del proceso.	
		Coger el panel de tol (acero) asignada y proceder a caragar al proceso de pintura.	Revisar que los paneles se encuentre en buen estado antes de proceder con el aplicación de pintura.	
		Se debe colocar el panel en cabina de recuperación de pintura electrostática.	Revisar que se enganche correctamente el panel en cabina de aplicación.	
		Se debe aplicar la pintura en polvo en una forma parcial, sin que exista exedentes para obtener mejor resultados.	Es importante la correcta aplicación, ya que de este paso dependerá la consistencia y calidad del acabado.	
		Se deben introducir los paneles al horno conveyor para que se curen a 180 grados de temperatura.	Es necesario tomar todas las precauciones el momento del curado del producto para no obtener daños ni quemaduras.	
		Dejar secar a la interperie por un periodo de 10 a 15 minutos y verificar su dureza.		
		El almacenamiento se lo debe realizar en una bodega que este libre de humedad y mantenga el producto en buen estado.	Si es necesario se puede usar cartón o plastico para conservar mejor el producto.	
		El jefe del proceso debe verificar la cantidad y calidad exacta.	Antes de estregar el producto terminado se debe contar y verificar sus especificaciones.	
<p>IMPACTO NEGATIVO: Antes de procesar la plancha de tol (acero) deben estar lo suficientemente seco y limpio, para su mejor aplicación y así poder cumplir con lo establecido.</p>				

Elaborado por Mario F. Astudillo E.

Formato 5.9: Orden de Ensamble - OE-001 - (Registro)



Instruequipos Cia. Ltda.
MOBILIARIO SISTEMAS

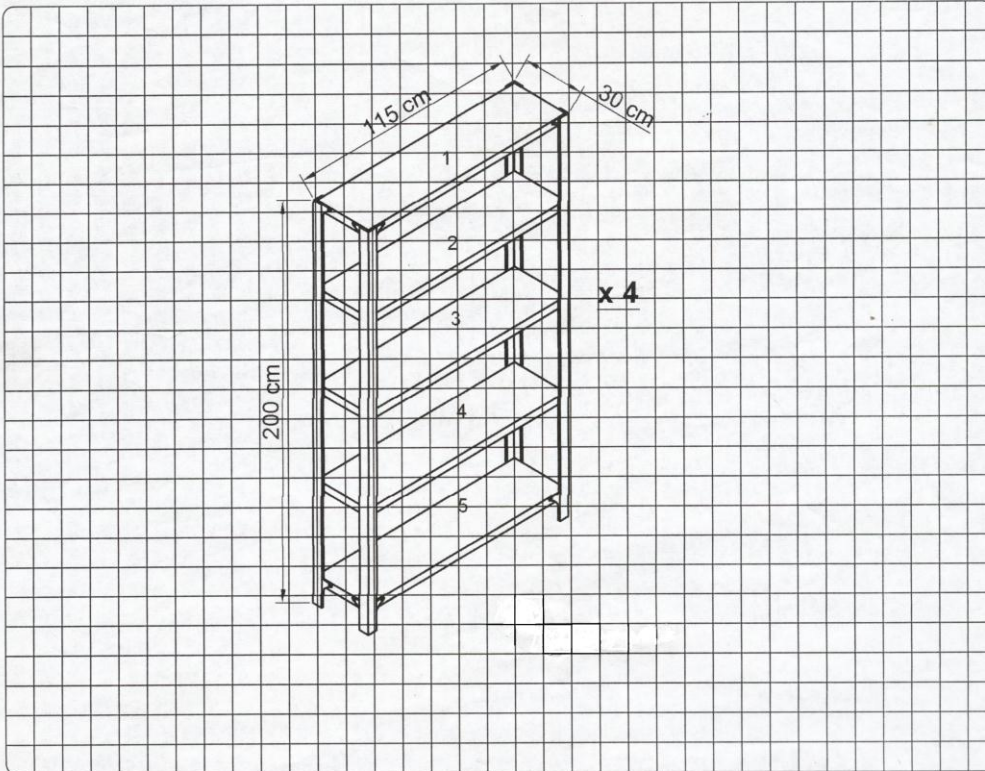
ORDEN DE ENSAMBLE

Nº 000141

CLIENTE: **METALICAS WILLAMS**

DESTINO: **AMBATO**

FECHA: **20 - 07 - 07**



TOTAL DE MATERIALES

4 **ESTANTERIA METALICA MODULARE**
(200 x 115 x 30) cm / 5 PISOS

TOTAL MATERIALES ESTANTES:

- 16 PARANTES x 200 cm - L -
- 20 PANELES (30 x 115) cm (1 ref)
- 64 ESQUINEROS
- 288 PERNOS NEGROS ($\frac{5}{16}$ x $\frac{1}{2}$)
- 16 BASES

COLOR: **BLANCO - HUESO**

DIAS: **VIERNES**

FECHA: **20 - 07 - 07**

HORA: **12:00 PM**

Gráfica Espobar - Tel. 2926519

Elaborado por Mario F. Astudillo E.

CAPITULO VI

PRUEBA Y ANÁLISIS DE LA HIPOTESIS

6.1 Introducción

Para reducir el nivel de incertidumbre en el proceso de toma de decisiones, se realiza la prueba de hipótesis que es la herramienta analítica para obtener información, bajo una gran variedad de circunstancias.

6.2 Análisis de resultados

La hipótesis que se planteó en la presente investigación es la siguiente:

La implementación de proyecto de mejora en la empresa Instruequipos disminuirá los productos defectuosos, incrementando los niveles de Productividad.

Variable Dependiente

Disminución de productos defectuosos.

Variable Independiente

Proyecto de mejora

Mediante la pregunta *¿Disminución de productos defectuosos?*

Se realiza la comprobación de la hipótesis.

Se comprueba la hipótesis utilizando los siguientes pasos:

- **Plantear la hipótesis nula e hipótesis alternativa.**

H₀: *La implementación de un proyecto de mejora no disminuye los productos defectuosos.*

H₁: *La implementación de un proyecto de mejora permite disminuir los productos defectuosos.*

- **Identificación de las poblaciones.**

MUESTRA No 1

DETALLE	Ene-06	Feb-06	Mar-06	Abr-06	May-06	Jun-06	Jul-06	Ago-06	Sep-06	Oct-06
Total de Productos Fabricados	7463	16335	8645	4650	10260	18457	7716	23282	17769	8221
Total de Productos Defectuosos	746,3	1633,5	864,5	465	1026	1845,7	771,6	2328,2	1776,9	822,1
% de Productos Defectuosos	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%

MUESTRA No 2

DETALLE	Nov-06	Dic-06	Ene-07	Feb-07	Mar-07	Abr-07	May-07	Jun-07	Jul-07	Ago-07
Total de Productos Fabricados	20057	17607	5906	2099	4921	6550	6220	12500	15300	18800
Total de Productos Defectuosos	2021,7	1760,7	248,1	63,0	149,1	144,8	136,2	105,0	97,9	73,3
% de Productos Defectuosos	10,08%	10%	4,20%	3,00%	3,03%	2,21%	2,19%	0,84%	0,64%	0,39%

Sustento: Como se trata de dos poblaciones la prueba de hipótesis es para la diferencia en este caso de los valores promedio. Si cualquier muestra es pequeña <30 se debe utilizar la **distribución t**.

○ **Análisis estadístico.**

MUESTRA 1		MUESTRA 2	
Total	12280	Total	4800
Media	1228	Media	480
Error típico	194,8995753	Error típico	236,6140317
Mediana	945	Mediana	140,5
Desviación estándar	616,3265729	Desviación estándar	748,2392665
Varianza de la muestra	379858,4444	Varianza de la muestra	559862

Como se trata de muestras pequeñas debe realizarse prueba de hipótesis para ver si las varianzas de las dos poblaciones son iguales.

$$H_0 : \sigma_1^2 / \sigma_2^2 = 1$$

$$H_1 : \sigma_1^2 / \sigma_2^2 \neq 1$$

Calculó de F:

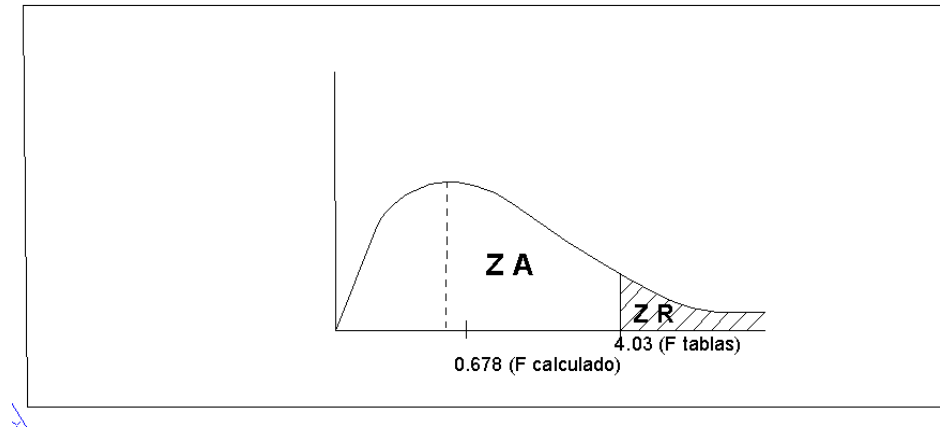
$$F_{\alpha (n1-1), (n2-1)} = S^2_{\text{menor}} / S^2_{\text{mayor}}$$

$$F_{0.025 (9), (9)} = (616.3235729)^2 / (748.2392665)^2$$

$$F = 0.678492$$

Valor F de tablas

$$F_{0.025 (9), (9)} = \mathbf{4.03}$$



Como 0.678 es > 0.05 no se rechaza H_0 . Las varianzas de acuerdo con las probabilidades son iguales por tanto para la prueba de medias de las muestras se debe trabajar con:

- *Planteamiento de la hipótesis para la diferencia de promedios.*

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 \quad \text{ó} \quad H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \quad \text{ó} \quad H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

- *Prueba de diferencia de valores promedios*

$$t_c = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{Sp^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

$$Sp^2 = \frac{(S_1^2 (n_1 - 1)) + (S_2^2 (n_2 - 1))}{(n_1 + n_2 - 2)}$$

$$Sp^2 = \frac{((616.3265729^2 * (10 - 1)) + (748.2392665^2 * (10 - 1)))}{(10 + 10 - 2)}$$

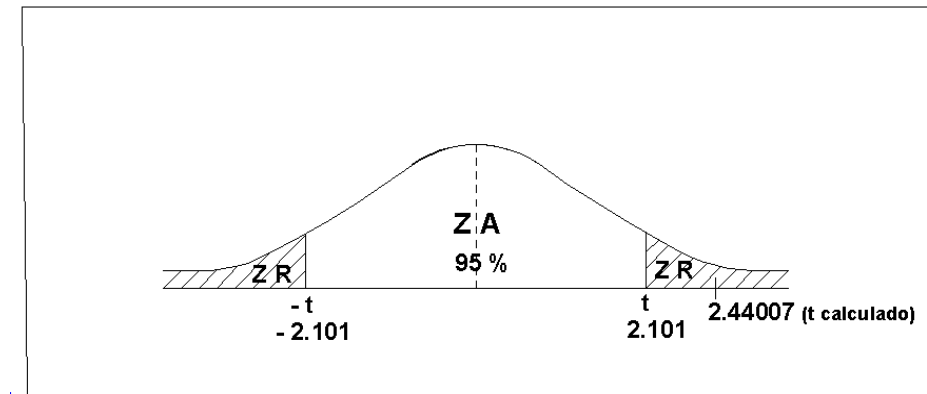
$$Sp^2 = (3418726 + 5038757.999) / 18$$

$$Sp^2 = 469860.22$$

$$t_c = (1228 - 480) / \sqrt{(469860.22 / 10) + (469860.22 / 10)}$$

$$t_c = 748 / \sqrt{93972.044}$$

$$t_c = \underline{2.4400}$$



$$t_c > t_t$$

$$2.44 > 2.101$$

Decisión :

- Rechazar la H_0 .

Análisis:

- Se ha comprobado que los valores promedio de la Muestra 2 que corresponde a los datos de los meses desde cuando se decidió implementar el proyecto de mejora, son menores a los valores de la Muestra 1, con lo cual se está comprobando que aceptamos la **H_1 : La implementación de un proyecto de mejora permite disminuir los productos defectuosos.**

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

- La implementación de proyectos de mejoramiento continuo, contribuye a la mejora de indicadores de productividad de las empresas.
- El mejoramiento de los procesos de producción en la empresa ha servido para crecer como empresa y proyectarse al futuro.
- La capacitación y el seguimiento al equipo a sido un punto fundamental en el éxito del proyecto.
- El apoyo incondicional de la administración es el punto de partida para el desarrollo del proyecto.
- Los niveles de productividad alcanzados han mejorado notablemente, obteniendo como resultado una disminución de productos defectuosos en todos sus procesos.

- La disminución de productos defectuosos conlleva a un cambio sustancial en toda la empresa, ya que sirve como punto de partida para un mejoramiento continuo en todas sus áreas.

7.2 Recomendaciones

- Se recomienda continuar con el desarrollo de proyectos de mejora, ya que ayuda al correcto funcionamiento de las diferentes áreas de la organización.
- Es necesario elaborar un plan de capacitación para todos los miembros de la empresa. Esto ayuda a mejorar el conocimiento y a su vez ponerlo en practica para mejores resultados.
- Fomentar el trabajo en equipo dentro de la cultura de la empresa. Conlleva a mejorar su desempeño y rendimiento, relacionando mejor a la gente y obteniendo buenos resultados.
- Alinear los proyectos de mejoramiento a las áreas mas criticas de la empresa con el fin de ayudar a mejorar y superar los problemas existentes.
- Involucrar al todo el personal en los proyectos de mejora, ya que las ideas de todos pueden contribuir a resolver problemas permanentes.

- Estar consientes que los resultados obtenidos sirven de punto referencial para llegar a mejores resultados futuros.
- Los cambios verdaderos son el resultado de la constancia y sacrificio permanente por parte de todos y cada uno de los colaboradores.

BIBLIOGRAFÍA

Libros

- RICHARD B. CHASE, F. ROBERT JACOBS, NOCHOLASJ. AQUILANO (2005) . *“Administración de la producción de operaciones para una ventaja competitiva”* México, 10ma edición.
- MAYNARD, Harold B. *“Manual de Ingeniería y Organización Industrial”* Tercera Edición, Editorial Reventé Colombiana, S.A. 2000.
- NIEBEL, Benjamín, Ingeniería Industrial. *“Estudios de Tiempos y Movimientos.”* AlfaOmega. 2000.
- WILLIAM HUDSON. *“Manual de Ingeniería Industrial”* Tomo I. Cuarta Edición 2002, Capitulo I
- Barba, Enric – Boix, Francesc – Cuatrecasas, Lluís - Seis Sigma – Gestión 2000 – 2000 *Chowdhury, Subir – El Poder de Seis Sigma – Prentice Hall – 2001.*

Revistas

- ISO/TC 17.6/SC 2/N 544R2. Orientación sobre el concepto y uso del **“Enfoque basado en procesos”** para los sistemas de gestión. 2003.

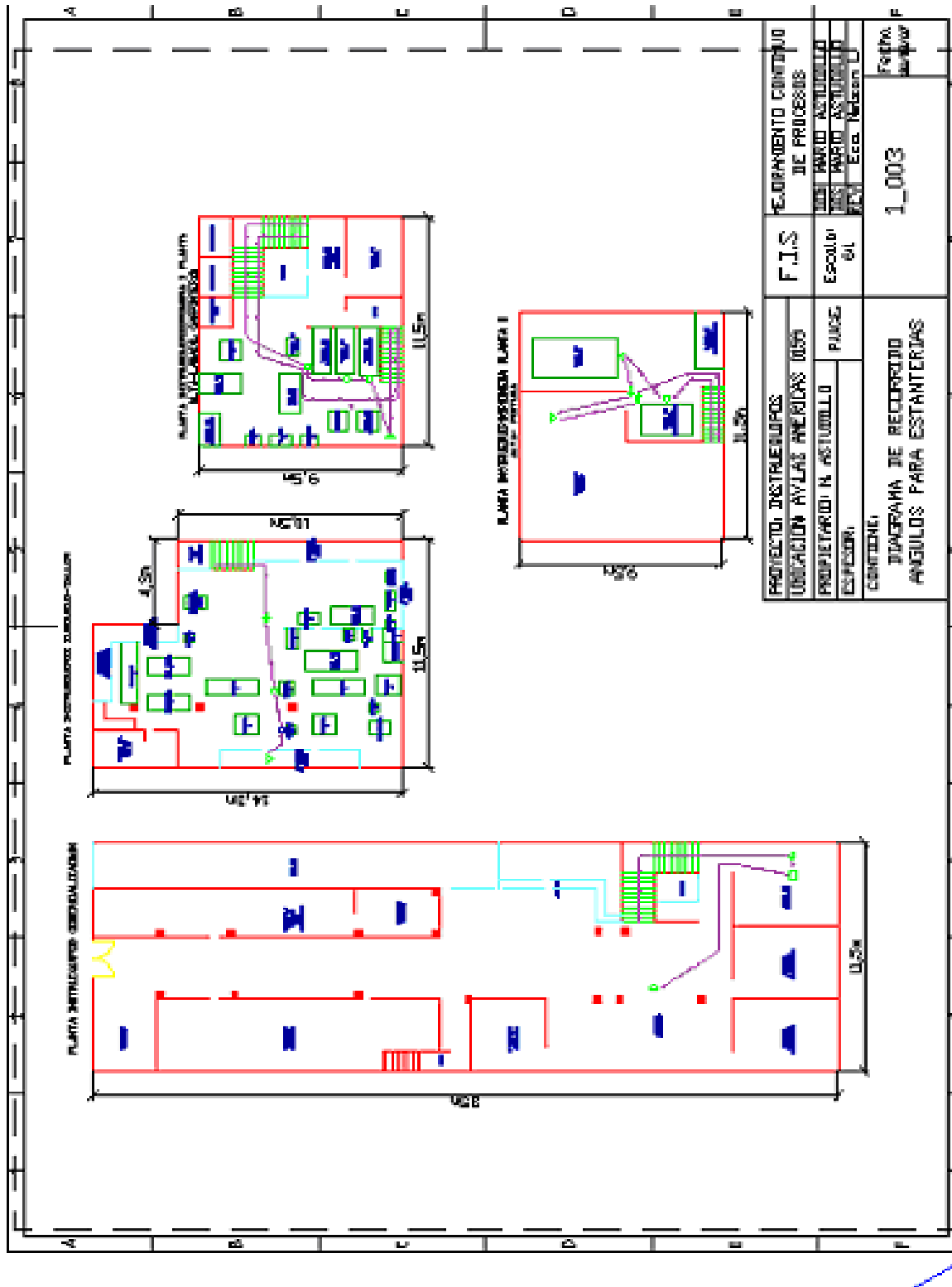
Artículos Electrónicos

- www.aiteco.com/gestproc.htm
Gestión por Procesos
- www.aiteco.com/caractgp.htm
Características de la Gestión de Procesos

- personales.jet.es/amozarrain/gesti3n_indicadores.htm
- web.jet.es/amozarrain/gestion_indicadores.htm
Gesti3n Indicadores
- www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/no%2010/tiemposymovimientos.htm
- www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/gestiprosesos.htm
Tiempos y movimientos
- www.monografias.com/trabajos/mejorcont/mejorcont.shtml
- www.buscarportal.com/articulos/iso_9001_enfoque_procesos.html
- http://ciencias.huascar.edu.pe/modulos/m_metodocientifico/index.htm
- http://es.wikipedia.org/wiki/Distribuci3n_normal
- www.southlink.com.ar/vap/OBSERVACION.htm
- www.anp.cl/p4_anp/site/artic/20050317/pags/20050317161020.html
- www.revista.unam.mx/vol.2/num4/art4/

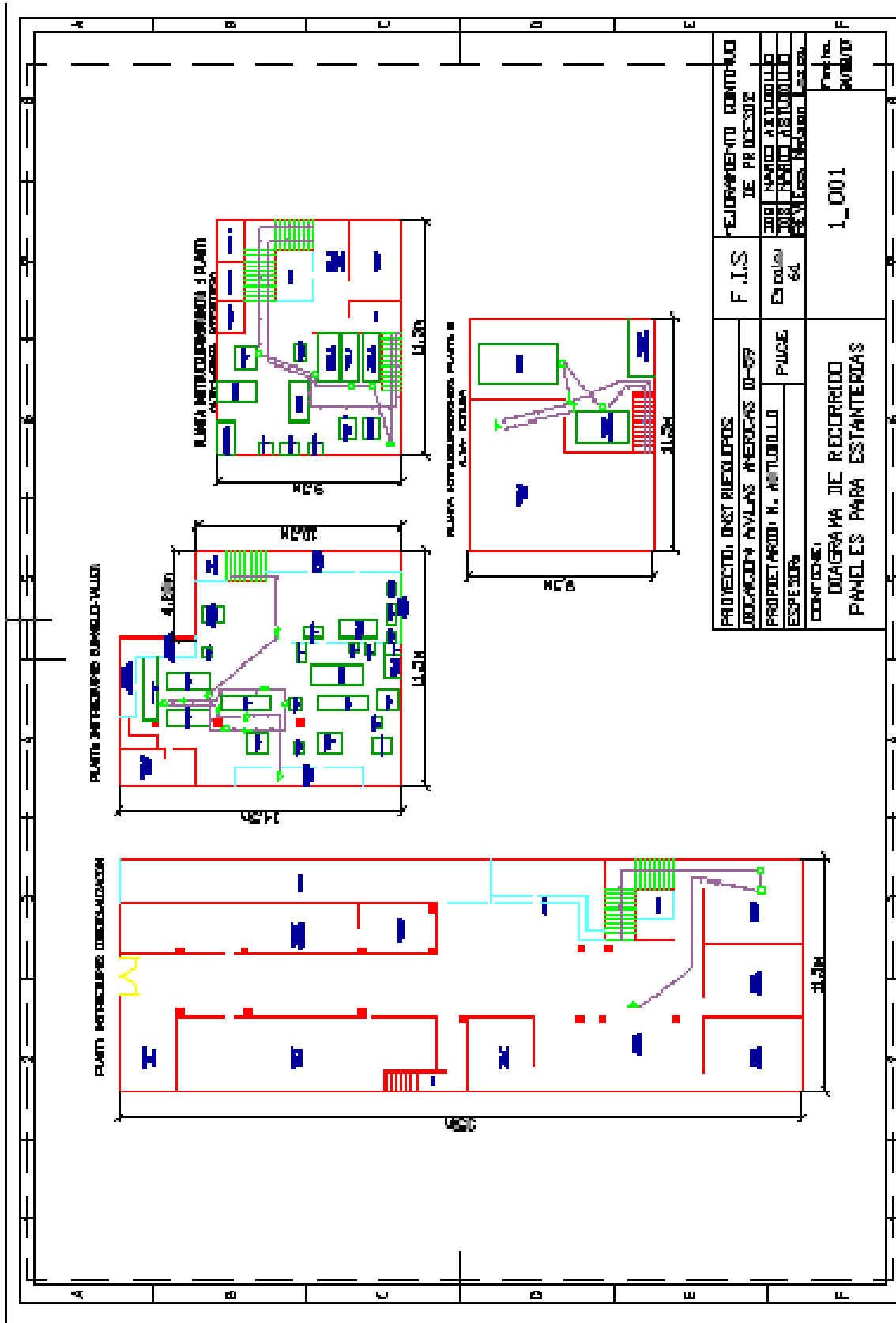
ANEXOS

Anexo 1: Procesos ángulos ranurados (Diagramación)



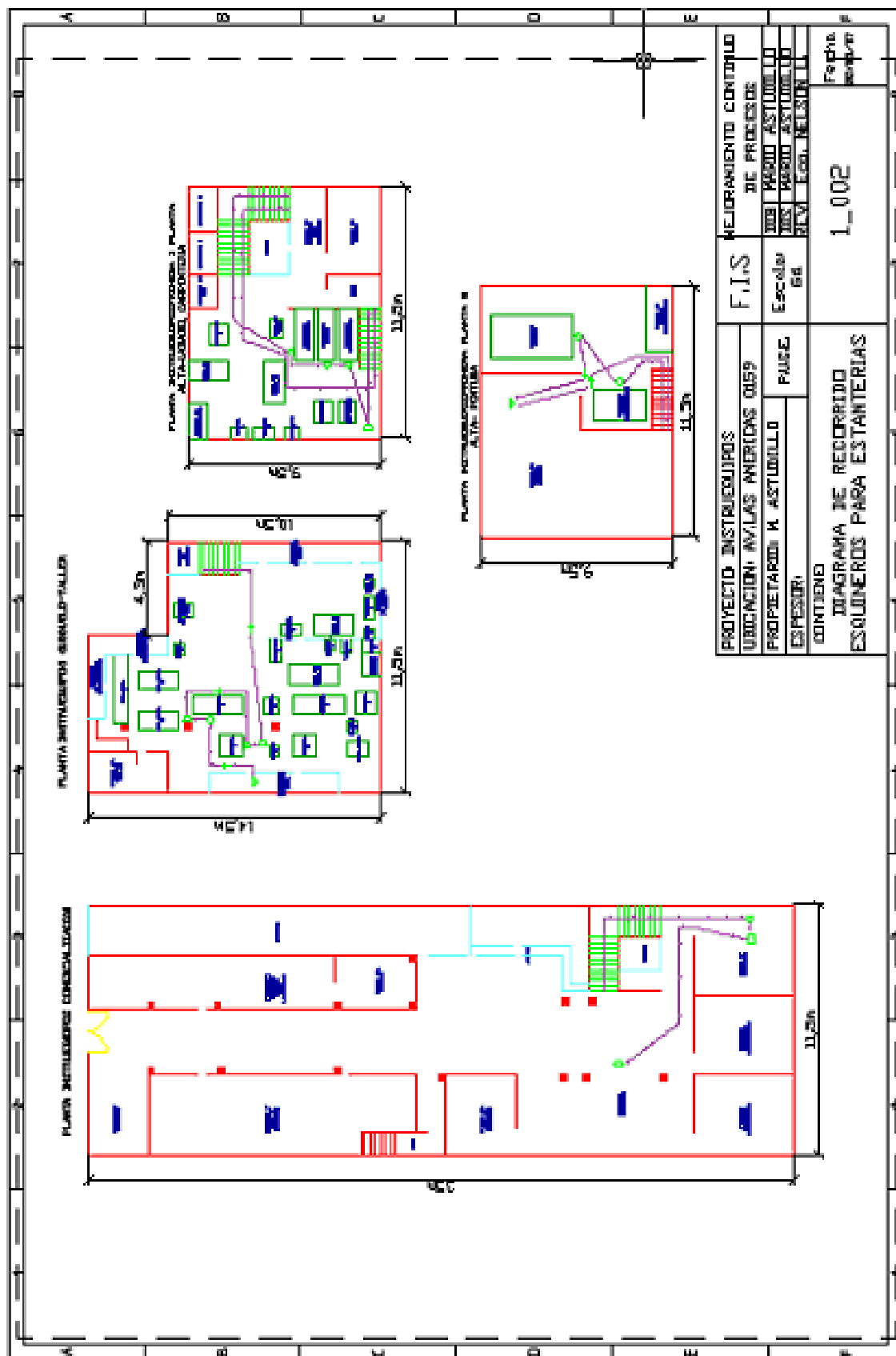
Elaborado por Mario F. Astudillo E.

Anexo 2: Procesos de paneles metálicos modulares (Diagramación)



Elaborado por Mario F. Astudillo E.

Anexo3: Proceso de esquineros metálicos (Diagramación)



Elaborado por Mario F. Astudillo E.

Anexo 4: Tabla estadística de distribución t

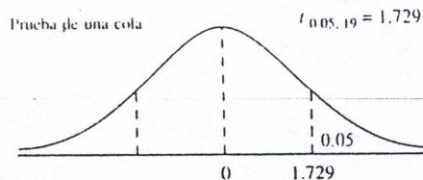
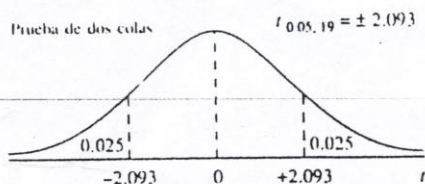
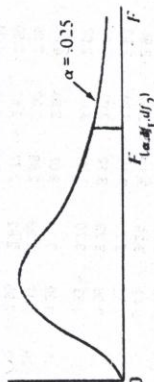


Tabla F La distribución t

	0.900	0.700	0.500	0.300	0.200	0.100	0.050 ✓	0.020	0.010	Valor α	Prueba de dos colas
	0.100	0.300	0.500	0.700	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	IC	
	0.450	0.350	0.250	0.150	0.100	0.050	0.025	0.010	0.005	Valor α	Prueba de una cola
	0.550	0.650	0.750	0.850	0.900	0.950	0.975	0.990	0.995	IC	
g. l.	Valores de t										
1	0.158	0.510	1.000	1.963	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657		
2	0.142	0.445	0.816	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925		
3	0.137	0.424	0.765	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841		
4	0.134	0.414	0.741	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604		
5	0.132	0.408	0.727	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032		
6	0.131	0.404	0.718	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707		
7	0.130	0.402	0.711	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499		
8	0.130	0.399	0.706	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355		
9	0.129	0.398	0.703	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250		
10	0.129	0.397	0.700	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169		
11	0.129	0.396	0.697	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106		
12	0.128	0.395	0.695	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055		
13	0.128	0.394	0.694	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012		
14	0.128	0.393	0.692	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977		
15	0.128	0.393	0.691	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947		
16	0.128	0.392	0.690	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921		
17	0.128	0.392	0.689	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898		
18	0.127	0.392	0.688	1.067	1.330	1.734	2.101 ✓	2.552	2.878		
19	0.127	0.391	0.688	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861		
20	0.127	0.391	0.687	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845		
21	0.127	0.391	0.686	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831		
22	0.127	0.390	0.686	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819		
23	0.127	0.390	0.685	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807		
24	0.127	0.390	0.685	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797		
25	0.127	0.390	0.684	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787		
26	0.127	0.390	0.684	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779		
27	0.127	0.389	0.684	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771		
28	0.127	0.389	0.683	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763		
29	0.127	0.389	0.683	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756		
30	0.127	0.389	0.683	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750		
40	0.126	0.388	0.681	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704		
60	0.126	0.387	0.679	1.045	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660		
120	0.126	0.386	0.677	1.041	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617		
∞	0.126	0.385	0.674	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576		

Anexo 4: Tabla estadística de distribución t

TABLA E.5 (continuación)



Denominador df ₂	Numerador df ₁																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞	
1	647.8	799.5	864.2	899.6	921.8	937.1	948.2	956.7	963.3	968.6	976.7	984.9	993.1	997.2	1001	1006	1010	1014	1018	
2	38.51	39.00	39.17	39.25	39.30	39.33	39.36	39.37	39.40	39.41	39.43	39.44	39.45	39.46	39.46	39.47	39.48	39.49	39.50	
3	17.44	16.04	15.44	15.10	14.88	14.73	14.62	14.54	14.47	14.42	14.34	14.25	14.17	14.12	14.08	14.04	13.99	13.95	13.90	
4	12.22	10.65	9.98	9.60	9.36	9.20	9.07	8.98	8.90	8.84	8.75	8.66	8.56	8.51	8.46	8.41	8.36	8.31	8.26	
5	10.01	8.43	7.76	7.39	7.15	6.98	6.85	6.76	6.68	6.62	6.52	6.43	6.33	6.28	6.23	6.18	6.12	6.07	6.02	
6	8.81	7.26	6.60	6.23	5.99	5.82	5.70	5.60	5.52	5.46	5.37	5.27	5.17	5.12	5.07	5.01	4.96	4.90	4.85	
7	8.07	6.54	5.89	5.52	5.29	5.12	4.99	4.90	4.82	4.76	4.67	4.57	4.47	4.42	4.36	4.31	4.25	4.20	4.14	
8	7.57	6.06	5.42	5.05	4.82	4.65	4.53	4.43	4.36	4.30	4.20	4.10	4.00	3.95	3.89	3.84	3.78	3.73	3.67	
9	7.21	5.71	5.08	4.72	4.48	4.32	4.20	4.10	4.03	3.96	3.87	3.77	3.67	3.61	3.56	3.51	3.45	3.39	3.33	
10	6.94	5.46	4.83	4.47	4.24	4.07	3.95	3.85	3.78	3.72	3.62	3.52	3.42	3.37	3.31	3.26	3.20	3.14	3.08	
11	6.72	5.26	4.63	4.28	4.04	3.88	3.76	3.66	3.59	3.53	3.43	3.33	3.23	3.17	3.12	3.06	3.00	2.94	2.88	
12	6.55	5.10	4.47	4.12	3.89	3.73	3.61	3.51	3.44	3.37	3.28	3.18	3.07	3.02	2.96	2.91	2.85	2.79	2.72	
13	6.41	4.97	4.35	4.00	3.77	3.60	3.48	3.39	3.31	3.25	3.15	3.05	2.95	2.89	2.84	2.78	2.72	2.66	2.60	
14	6.30	4.86	4.24	3.89	3.66	3.50	3.38	3.29	3.21	3.15	3.05	2.95	2.84	2.79	2.73	2.67	2.61	2.55	2.49	
15	6.20	4.77	4.15	3.80	3.58	3.41	3.29	3.20	3.12	3.06	2.96	2.86	2.76	2.70	2.64	2.59	2.52	2.46	2.40	
16	6.12	4.69	4.08	3.73	3.50	3.34	3.22	3.12	3.05	2.99	2.89	2.79	2.68	2.63	2.57	2.51	2.45	2.38	2.32	
17	6.04	4.62	4.01	3.66	3.44	3.28	3.16	3.06	2.98	2.92	2.82	2.72	2.62	2.56	2.50	2.44	2.38	2.32	2.25	
18	5.98	4.56	3.95	3.61	3.38	3.22	3.10	3.01	2.93	2.87	2.77	2.67	2.56	2.50	2.44	2.38	2.32	2.26	2.19	
19	5.92	4.51	3.90	3.56	3.33	3.17	3.05	2.96	2.88	2.82	2.72	2.62	2.51	2.45	2.39	2.33	2.27	2.20	2.13	
20	5.87	4.46	3.86	3.51	3.29	3.13	3.01	2.91	2.84	2.77	2.68	2.57	2.46	2.41	2.35	2.29	2.22	2.16	2.09	
21	5.83	4.42	3.82	3.48	3.25	3.09	2.97	2.87	2.80	2.73	2.64	2.53	2.42	2.37	2.31	2.25	2.18	2.11	2.04	
22	5.79	4.38	3.78	3.44	3.22	3.05	2.93	2.84	2.76	2.70	2.60	2.50	2.39	2.33	2.27	2.21	2.14	2.08	2.00	
23	5.75	4.35	3.75	3.41	3.18	3.02	2.90	2.81	2.73	2.67	2.57	2.47	2.36	2.30	2.24	2.18	2.11	2.04	1.97	
24	5.72	4.32	3.72	3.38	3.15	2.99	2.87	2.78	2.70	2.64	2.54	2.44	2.33	2.27	2.21	2.15	2.08	2.01	1.94	
25	5.69	4.29	3.69	3.35	3.13	2.97	2.85	2.75	2.68	2.61	2.51	2.41	2.30	2.24	2.18	2.12	2.05	1.98	1.91	
26	5.66	4.27	3.67	3.33	3.10	2.94	2.82	2.73	2.65	2.59	2.49	2.39	2.28	2.22	2.16	2.09	2.03	1.95	1.88	
27	5.63	4.24	3.65	3.31	3.08	2.92	2.80	2.71	2.63	2.57	2.47	2.36	2.25	2.19	2.13	2.07	2.00	1.93	1.85	
28	5.61	4.22	3.63	3.29	3.06	2.90	2.78	2.69	2.61	2.55	2.45	2.34	2.23	2.17	2.11	2.05	1.98	1.91	1.83	
29	5.59	4.20	3.61	3.27	3.04	2.88	2.76	2.67	2.59	2.53	2.43	2.32	2.21	2.15	2.09	2.03	1.96	1.89	1.81	
30	5.57	4.18	3.59	3.25	3.03	2.87	2.75	2.66	2.57	2.51	2.41	2.31	2.20	2.14	2.07	2.01	1.94	1.87	1.79	
40	5.42	4.05	3.46	3.13	2.90	2.74	2.62	2.53	2.45	2.39	2.29	2.18	2.07	2.01	1.94	1.88	1.80	1.72	1.64	
60	5.29	3.93	3.34	3.01	2.79	2.63	2.51	2.41	2.33	2.27	2.17	2.06	1.94	1.88	1.82	1.74	1.67	1.58	1.48	
120	5.15	3.80	3.23	2.89	2.67	2.52	2.39	2.30	2.22	2.16	2.05	1.94	1.82	1.76	1.69	1.61	1.53	1.43	1.31	
∞	5.02	3.69	3.12	2.79	2.57	2.41	2.29	2.19	2.11	2.05	1.94	1.83	1.71	1.64	1.57	1.48	1.39	1.27	1.00	

