

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

**“Evaluación y Planteamiento de Mejoras en el Proceso  
de Maderado de Aluminio Utilizando Técnicas de  
Producción Esbelta.”**

**TESIS DE GRADO**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

Presentada por:

**VICTOR JOSÉ LARREÁTEGUI LOOR.**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**Año: 2010**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por estar siempre junto a mí y guiarme a lo largo de vida, a mi madre por su amor, su apoyo incondicional y ayuda en cada uno de los caminos que he escogido recorrer, a mi padre por su amor, su apoyo y sus oportunos consejos siempre que los necesité. De igual manera a mi hermano y mi abuela por estar siempre conmigo. Al Dr. Kléber Barcia por su guía y los conocimientos impartidos a lo largo de esta tesis. Y de manera especial a Marcela gracias a su amor, su ayuda y aliento constante durante el desarrollo de esta tesis.

## **DEDICATORIA**

**A MIS PADRES:**

JANET Y VICTOR.

**A MI HERMANO:**

JEFFERSON.

## **TRIBUNAL DE GRADUACIÓN**

---

Ing. Francisco Andrade S.  
DECANO FIMCP  
PRESIDENTE

---

Dr. Kléber Barcia V.  
DIRECTOR DE TESIS

---

Ing. Denise Rodríguez Z.  
VOCAL

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

---

**Víctor José Larreátegui Loor.**

## **RESUMEN**

La tesis se desarrolló en la empresa XYZ dedicada a elaborar perfiles de aluminio con acabado de madera, situada en la ciudad de Guayaquil. Actualmente la empresa cuenta con una capacidad para pintar hasta 1000 perfiles diarios en una jornada de 10 horas, dependiendo esto del tipo de perfil y el número de caras a pintar.

La venta de perfiles maderados se realiza a nivel nacional, a clientes de todas las ciudades del Ecuador y se estudian posibilidades de exportación a mercados internacionales como Colombia, Centro América y Estados Unidos en el futuro.

Los principales problemas que se presentan en la empresa son tiempos ociosos debido a falta de materia prima, cantidades insuficientes de materia prima que justifiquen la jornada de trabajo, desorden en el área de las perchas donde se almacenan los perfiles maderados, paras no programadas debido a inconvenientes con la máquina de maderado, demoras en el

proceso de empaclado de los perfiles. Dichos problemas se tocan más a fondo a lo largo de la tesis.

Luego de la identificación de los problemas por los que pasa la empresa se establece un Plan de mejoras que busque eliminar todo aquello que genere retrasos en la producción y costos innecesarios a la empresa. Cada una de estas mejoras se las analiza mediante un análisis de Costo-Beneficio para determinar si el impacto de las mismas justifica su implementación y los costos en los que se debe incurrir para llevar a cabo el plan de mejoras elaborado.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	VI
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
ABREVIATURAS.....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIII
ÍNDICE DE PLANOS.....	XIV
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1	
1. GENERALIDADES.....	3
1.1 Planteamiento del Problema.....	4
1.2 Objetivos.....	7
1.2.1 Objetivo General.....	7
1.2.2 Objetivos Específicos.....	8
1.3 Metodología.....	8
1.4 Estructura de la Tesis.....	10



## CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	12
2.1 Sistema 5S.....	12
2.2 Diagrama de Ishikawa.....	17
2.3 Mantenimiento Preventivo Total (TPM).....	21

## CAPÍTULO III

3. SITUACIÓN ACTUAL.....	28
3.1 Infraestructura.....	28
3.2 Descripción del Proceso.....	29
3.3 Demanda y Producción Actual.....	32
3.4 Organización Actual.....	35
3.5 Políticas de la Empresa.....	36
3.6 Identificación de Causas de los Problemas (Diagrama de Ishikawa).....	39
3.7 Selección de Alternativas de Mejora.....	49

## CAPÍTULO IV

4. DESARROLLO DEL PLAN DE MEJORA.....	52
4.1 Recolección de Información.....	54
4.2 Visualización del Proceso Productivo.....	54
4.3 Implementación de las 5S.....	57
4.3.1 Elaboración del Plan de Implementación.....	57
4.3.2 Capacitación Sobre la Metodología 5S.....	59

4.3.3 Planificación 5S.....	60
4.3.4 Primera S (Clasificación).....	61
4.3.5 Segunda S (Orden).....	69
4.3.6 Tercera S (Limpieza).....	79
4.3.7 Cuarta S (Estandarización).....	83
4.3.8 Quinta S (Disciplina).....	85
4.3.9 Medición de Indicadores.....	87
4.4 Mantenimiento Total Productivo (TPM).....	93
4.4.1 Identificación de las Condiciones Actuales.....	93
4.4.2 Mejoramiento de la Vida de los Equipos.....	106
4.4.3 Planificación del Mantenimiento de los Equipos.....	108
4.4.4 Predicción de la Vida de los Equipos.....	111
CAPÍTULO V	
5. RESULTADOS.....	114
5.1 Análisis Costo-Beneficio.....	114
5.2 Resultados.....	122
CAPÍTULO VI	
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	126
6.1 Conclusiones.....	126
6.2 Recomendaciones.....	128
APÉNDICE	
BIBLIOGRAFÍA	

## ABREVIATURAS

H.	Horas
Min.	Minutos
Seg.	Segundos
Kg.	Kilogramos
T.	Toneladas

## ÍNDICE DE FIGURAS

		<b>Pág.</b>
Figura 1.1	Macromapa de Proceso.....	4
Figura 1.2	Metodología de Estudio.....	9
Figura 2.1	Diagrama de Ishikawa.....	18
Figura 3.1	Diagrama de Flujo de Proceso.....	29
Figura 3.2	Producción Mensual de la Planta.....	35
Figura 3.3	Organigrama de la Empresa.....	36
Figura 3.4	Diagrama de Ishikawa (Sistema de Almacenamiento).....	41
Figura 3.5	Diagrama de Ishikawa (Paros No Programados de Maquinaria).....	42
Figura 3.6	Diagrama de Ishikawa (Demoras y Errores en el Empaque de Perfiles).....	43
Figura 3.7	Diagrama de Ishikawa (Problemas en el acabado de madera).....	44
Figura 3.8	Diagrama de Pareto de las Causas que afectan a la Empresa.....	48
Figura 4.1	Layout de la Planta.....	54
Figura 4.2	Diagrama de Flujo de Proceso.....	56
Figura 4.3	Formato de Tarjetas.....	63
Figura 4.4	Mesa de Apoyo antes de Segunda S.....	71
Figura 4.5	Mesa de Apoyo después de Segunda S.....	72
Figura 4.6	Segunda Mesa de Apoyo.....	72
Figura 4.7	Pecha de Almacenamiento antes de Segunda S.....	73
Figura 4.8	Percha de Almacenamiento después de Segunda S.....	74
Figura 4.9	Lista de Perfiles y su Ubicación.....	75
Figura 4.10	Bodega de Accesorios antes de Segunda S.....	76
Figura 4.11	Bodega de Accesorios después de Segunda S.....	77
Figura 4.12	Área de Empaque antes de Tercera S.....	81
Figura 4.13	Área de Empaque después de Tercera S.....	81
Figura 4.14	Mapa 5S.....	82
Figura 4.15	Ejemplo de carteles alusivos a 5S para colocar en la Planta	86
Figura 4.16	Formato de Análisis de la Condición Actual de los equipos..	95
Figura 4.17	Hoja de Calificación.....	98
Figura 4.18	Récord de Oportunidades.....	100
Figura 4.19	Tablas de Clasificación.....	101
Figura 4.20	Clasificación OEE.....	102
Figura 4.21	Ubicación del equipo para acabado madera.....	109

## ÍNDICE DE TABLAS

		<b>Pág.</b>
Tabla 1	Producción de la Planta.....	35
Tabla 2	Lista de las Causas de los Problemas.....	46
Tabla 3	Tabla de Frecuencias.....	47
Tabla 4	Matriz de Decisiones.....	50
Tabla 5	Cronograma de Actividades 5S.....	58
Tabla 6	Plan de Acción 5S.....	61
Tabla 7	Tarjetas Rojas colocadas.....	66
Tabla 8	Tarjetas Azules colocadas.....	66
Tabla 9	Disposición Final de los Objetos Etiquetados.....	67
Tabla 10	Resumen de Tarjetas Rojas.....	68
Tabla 11	Resultados de Toma de Tiempos de Búsqueda de Perfiles Antes y Después de 5S.....	89
Tabla 12	Resultados de Toma de Tiempos de Despachos Antes y Después de 5S.....	91
Tabla 13	TPM Tabla de Clasificación Grupo 1.....	97
Tabla 14	TPM Tabla de Clasificación Grupo 2.....	97
Tabla 15	Causas de las Fallas.....	107
Tabla 16	Mayores Causas de las Fallas.....	108
Tabla 17	Costos de Implementación de 5S.....	117
Tabla 18	Ahorros generados por Mejoras 5S.....	118
Tabla 19	Ahorro Mensual (Paras No Programadas Eliminadas).....	119
Tabla 20	Ahorro Mensual (Tiempo Adicional de Producción).....	119
Tabla 21	Costos de Implementación de TPM.....	120
Tabla 22	Ahorros generados por TPM.....	120
Tabla 23	Evaluación Financiera.....	121
Tabla 24	Indicadores Antes y Después de 5S.....	123

## ÍNDICE DE PLANOS

	<b>Pág.</b>
Plano 1      Planta de perfilería en Aluminio Acabado Madera.....	155

# INTRODUCCIÓN

Esta tesis fue desarrollada en una empresa nueva en el país dedicada a la elaboración y venta de perfiles de aluminio con acabado madera y que tiene sus instalaciones en la ciudad de Guayaquil. Esta empresa es la primera en el país y en América Latina en poseer tecnología de última generación para darle el acabado madera a los perfiles de aluminio cumpliendo todos los estándares internacionales de calidad.

Al ser una empresa relativamente nueva con menos de dos años en el mercado ecuatoriano presenta como obstáculos principalmente problemas de tipo organizacional y la falta de una cultura de mantenimiento adecuado para los equipos que forman parte del proceso. Todo esto ocasiona pérdidas a la

empresa que con el paso del tiempo irán siendo mayores si no se solucionan de raíz.

Mediante un análisis detallado de los problemas y las causas de los mismos se plantean mejoras a través del uso de técnicas de Producción Esbelta, y finalmente elaborar un análisis de tipo financiero para así medir la rentabilidad de la inversión total.



# CAPÍTULO 1

## 1. GENERALIDADES

XYZ es una empresa que abrió sus puertas a inicios del año 2009 para brindar al mercado de aluminios un producto novedoso nunca antes elaborado en el país, se trata del aluminio maderado; este acabado es uno de los más finos que se pueden dar al aluminio y de gran elegancia para los distintos usos que se le pueden dar. En la actualidad dentro del mercado ecuatoriano existe aluminio con acabado de madera que es traído desde China pero su calidad no resulta satisfacer en su totalidad a los consumidores.

Es por este motivo que se crea la empresa XYZ, para brindar un aluminio maderado de gran calidad y con lo mejor que existe en la tecnología a nivel mundial para conseguir este objetivo. La empresa queda ubicada en el Km. 10 ½ vía Daule, trabaja en forma conjunta con la empresa número

uno a nivel nacional en el mercado ecuatoriano de aluminio que se identificará como empresa ABC.

### 1.1 Planteamiento del Problema

Los principales problemas que se presentan en la planta se deben a que existe falta de organización en varias de las actividades que constituyen el proceso. En la planta se identifican tres áreas: la de perforado de perfiles, la de pintura electrostática y el área de empaque, siendo esta última donde se generan los mayores inconvenientes. El proceso se presenta de la siguiente manera:

#### MACRO MAPA DE PROCESO

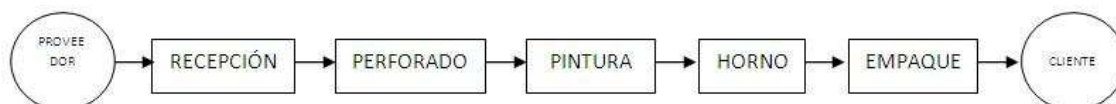


Figura 1.1 MACRO MAPA DE PROCESO

A continuación se enlistan los problemas identificados dentro del proceso de maderado:

➤ Tiempo ocioso.

Debido a la demora en la llegada de los perfiles pintados en REC (color base) que constituyen la materia prima de XYZ. En ocasiones los trabajadores de la planta no tienen ningún tipo de actividad relacionada a la producción que desempeñar por lo cual se los debe ocupar en actividades de otra índole o enviarlos a otras partes a ayudar. Por lo general la materia prima llega con un retraso de esta 2 horas con respecto a la hora de entrada de los trabajadores y en ocasiones pasan uno o más días en que no hay material para pintar.

➤ Cantidades insuficientes de materia prima.

En ocasiones la cantidad de perfiles que constituyen la materia prima de XYZ que son despachadas por ABC no justifica el encendido del horno y el proceso de pintura por lo cual no se procede a pintar durante esa jornada hasta que exista una cantidad adecuada de perfiles. Esto ocasiona que se pierdan uno o más días de trabajo seguidos por falta de materia prima, la producción se ve interrumpida debido a este inconveniente; los trabajadores también resultan afectados por que se opta por no trabajar esos días y acumularlos para futuras ocasiones causando malestar en ellos.

- Falta de organización en el sistema de almacenamiento.

Esto ocurre a causa de que los espacios dentro de las perchas no se encuentran bien señalados lo cual ocasiona que se produzcan errores durante el cuadro del inventario físico con el sistema de bodega, se generan también pérdidas de tiempo al momento del perchado y de los despachos, demoras para ubicar los paquetes de perfiles requeridos; las piezas sobrantes, las piezas dañadas por motivos varios, las devoluciones y demás se confunden entre sí y se pierde tiempo al tener que revisar la falla de esas piezas y su destino posterior.

- Paros no programados de la maquinaria.

Esto se refiere a que actualmente no existe un programa de mantenimiento preventivo de la maquinaria, el mantenimiento de la misma ocurre cada cierto tiempo que arbitrariamente se considere conveniente o cuando existe el llamado tiempo ocioso en el cual los trabajadores proceden a limpiar el horno, lavar el tambor que pinta los perfiles, engrasar la máquina, entre otras; sin embargo al no tener un programa que indique los momentos en que se debe realizar el mantenimiento ocasiona que la maquinaria presente problemas mecánicos o eléctricos y esto causa que se demore o

se pierda la jornada de trabajo o que los perfiles salgan en malas condiciones y se pierda material.

- Demoras en el empaqueo de perfiles.

El empaqueo se realiza de manera manual motivo por el cual se generan retrasos en el empaque cuando la cantidad de perfiles a empaquear es grande. El tiempo del empaque es variable dependiendo del tipo de perfil y del número que deben ir por paquete. Aunque en los momentos actuales esto no repercute de una manera grave, en un futuro cuando se empiece a exportar el producto para ser comercializado en otros países es probable que los retrasos sean mayores, que haya que cumplir horarios señalados y se genere un cuello de botella mucho más grave.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo General**

- Plantear mejoras en lo referente a la organización de las actividades desarrolladas dentro de la planta enfocadas a mejorar la productividad y disminuir costos innecesarios en el proceso de maderado del aluminio.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Establecer mediante una serie de diagramas la situación actual por la que pasa la planta de producción.
- Identificar los principales problemas que afectan el sistema de producción de perfiles maderados.
- Elaborar un Plan de Mejoras enfocado a reestructurar aspectos de la organización dentro del sistema de producción.
- Evaluar financieramente las propuestas de mejora mediante un análisis de costo-beneficio.

### **1.3 Metodología del Estudio**

Lo primero a realizarse es un estudio a profundidad de todo lo concerniente al proceso de maderado de perfiles de aluminio y de sus instalaciones. Luego de dicho estudio se procede a recolectar información concerniente al proceso productivo para determinar los problemas más relevantes que afecten a la producción y que generen costos innecesarios para la empresa.

Una vez encontrados y analizados estos problemas se procede al planteamiento de soluciones posibles que luego se evalúan para

determinar su efectividad y ver cuáles son las más idóneas para mejorar el proceso de maderado.

Luego de determinar las soluciones adecuadas para enfrentar los problemas que existen en el sistema actual se realiza un análisis de costo-beneficio para observar si las mejoras que se van a implementar en el proceso productivo justifican los costos en los que haya que incurrir para la implementación de las mismas, ver Figura 1.2.



Figura 1.2 METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

#### **1.4 Estructura de la Tesis**

La tesis que se desarrolla a continuación está conformada por seis capítulos, cada uno de los cuales abarca un tema en particular que ayude a mejorar la situación actual de la empresa XYZ.

En el primer capítulo se tratan generalidades de la empresa, se realiza el planteamiento de los problemas existentes; los objetivos, general y específicos, que se buscan alcanzar durante el desarrollo de la tesis; la metodología a seguir y la estructura de este documento.

Luego en el segundo capítulo se presenta el marco teórico, aquí se procede a dar una explicación de los diferentes conceptos y técnicas a ser aplicadas para obtener soluciones que contribuyan a mejorar la situación de la empresa.

En el capítulo tres se procede a realizar un diagnóstico de la situación actual que atraviesa la empresa determinando las causas y efectos de los problemas más críticos dentro del proceso productivo.

Una vez realizado el diagnóstico, en el cuarto capítulo se elabora un Plan de Mejoras para el sistema de producción utilizando diferentes técnicas de Producción Esbelta para buscar soluciones que ayuden a disminuir costos y pérdidas para la empresa así como hacer más eficiente el proceso productivo de la planta.



En el quinto capítulo se realizan un análisis costo-beneficio para determinar si los costos de las mejoras justifican la implementación de las mismas. Y finalmente, en el sexto capítulo se plantean las conclusiones a las que se llegó y las recomendaciones que se consideren necesarias para mejorar la situación actual de la empresa tanto a nivel de costos como de niveles de productividad.

# CAPÍTULO 2

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Sistema 5S

#### Definición

El movimiento de las 5'S es una concepción ligada a la orientación hacia la calidad total que se originó en el Japón bajo la orientación de W.E. Deming hace más de cuarenta años [1].

Este concepto se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, más organizadas y más seguras, es decir, se trata de imprimirle mayor "calidad de vida" al trabajo.

El método de las 5 « S », así denominado por la primera letra (en japonés) de cada una de sus cinco etapas está basado en cinco principios simples:

- Seiri: Organización. Separar innecesarios
- Seiton: Orden. Situar necesarios
- Seisō: Limpieza. Suprimir suciedad.
- Seiketsu: Estandarizar. Señalizar anomalías
- Shitsuke: Disciplina. Seguir mejorando.

### **Características**

Entre características específicas de la metodología tenemos [2]:

- Involucrar a los empleados a través de las sugerencias.
- Crear una red de trabajo en equipo (Inteligencia Social)
- Generar un pensamiento orientado a los procesos que deben ser mejorados antes de que obtener resultados mejorados.
- La metodología no requiere necesariamente de técnicas sofisticadas o tecnologías avanzadas, sólo se necesitan técnicas sencillas como las siete herramientas del control de calidad.
- La resolución de problemas apunta a la causa-raíz y no a los síntomas o causas más visibles.
- Construir la calidad en el producto, desarrollando y diseñando productos que satisfagan las necesidades del cliente.
- Lograr el funcionamiento más eficiente y uniforme de las personas en los centros de trabajo.

## **Procedimiento**

El procedimiento de aplicación de las 5S depende de los 5 puntos principales mencionados anteriormente [3]:

### **Seiri (整理): Organización**

Consiste en identificar y separar los materiales necesarios de los innecesarios y en desprenderse de éstos últimos.

### **Seiton (整頓): Orden. Situar Necesarios**

Consiste en establecer el modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos. *“Un lugar para cada cosa, y cada cosa en su lugar”*.

### **Seisō (清掃): Limpieza. Suprimir Suciedad**

Consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, asegurando que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado operativo. El incumplimiento de la limpieza puede tener muchas consecuencias, provocando incluso anomalías o el mal funcionamiento de la maquinaria.

### **Seiketsu (清潔): Mantener la Limpieza, Estandarización o Señalizar Anomalías**

Consiste en distinguir fácilmente una situación normal de otra anormal, mediante normas sencillas y visibles para todos. Para lograrlo es importante crear estándares.

### **Shitsuke (躰): Disciplina o Seguir Mejorando**

Consiste en trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas. Esta etapa contiene la calidad en la aplicación del sistema **5S**. Si se aplica sin el rigor necesario, éste pierde toda su eficacia.

Es también una etapa de control riguroso de la aplicación del sistema: los motores de esta etapa son una comprobación continua y fiable de la aplicación del sistema **5S** (las 4 primeras 'S' en este caso) y el apoyo del personal implicado.

### **Ventajas y Desventajas**

Algunos de los beneficios que genera la estrategias de las 5'S son [1]:

- Mayores niveles de seguridad que redundan en una mayor motivación de los empleados.
- Reducción en las pérdidas y mermas por producciones con defectos.
- Mayor calidad.
- Tiempos de respuesta más cortos.
- Aumenta la vida útil de los equipos.
- Genera cultura organizacional
- Acerca a la compañía a la implantación de modelos de calidad total y aseguramiento de la calidad.

Entre las dificultades que se presentan durante la implementación del sistema 5S tenemos [4]:

- Las personas tienden a guardar cosas que creen que algún día pueden servir.
- Dificultad en la obtención del Lay-Out que es necesario para facilitar el acceso al material cuando es necesario.
- Convencer y acostumar a los operarios que la limpieza y el orden es responsabilidad de ellos y que debe formar parte de sus actividades normales.
- Resistencia al cambio de mentalidad y comportamiento por parte de los operadores.

## 2.2 Diagrama de Ishikawa

### Definición

El Diagrama de Ishikawa, también llamado diagrama de causa-efecto, es una de las diversas herramientas surgidas a lo largo del siglo XX en ámbitos de la industria y posteriormente en el de los servicios, para facilitar el análisis de problemas y sus soluciones en esferas como es la calidad de los procesos, los productos y servicios. Fue concebido por el ingeniero japonés Dr.Kaoru Ishikawa en el año 1943 [5].

Se trata de un diagrama que por su estructura ha venido a llamarse también: diagrama de espina de pescado, que consiste en una representación gráfica sencilla en la que puede verse de manera relacional una especie de espina central, que es una línea en el plano horizontal, representando el problema a analizar, que se escribe a su derecha.

### Características

- La primera fase muestra todos aquellos posibles factores que puedan estar originando algunos de los problemas que existen [5].

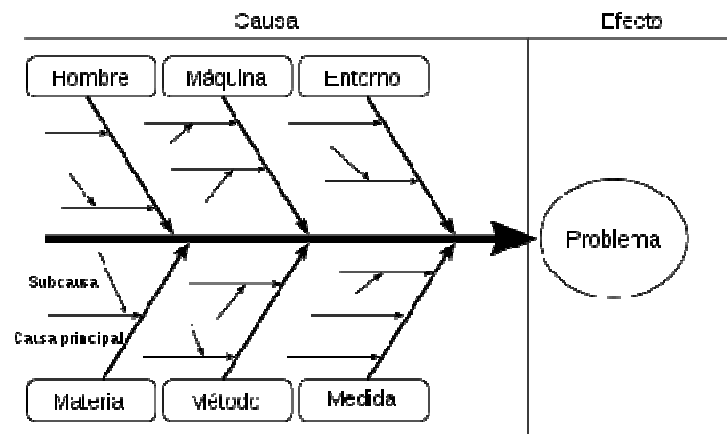


Figura 2.1 DIAGRAMA DE ISHIKAWA

- La segunda fase luego de la tormenta de ideas, la ponderación o valoración de estos factores permite centralizarse específicamente sobre los problemas principales.
- Permite concentrar el esfuerzo del equipo en la resolución de un problema complejo [6].
- Ayuda a identificar todas las causas y las causas raíz para cada efecto, problema o condición específica.
- Permite analizar y relacionar algunas de las interacciones entre los factores que están afectando un proceso particular.
- Permite la acción correctiva.



## Procedimiento

Los pasos a seguir para elaborar un Diagrama de Ishikawa son [6]:

- Identificar y establecer el problema o efecto que se analizará.
- Dibujar una caja que contenga el problema o el efecto y a la izquierda una espina dorsal horizontal.
- Realizar una sesión de “Tormenta de Ideas”. Para las ramas principales se pueden usar las siguientes categorías: mano de obra, métodos, medidas, maquinaria, materiales, madre naturaleza (ambiente).
- Identificar las causas principales que contribuyen al problema o efecto.
- Las causas principales se convierten en las etiquetas para las sucursales secundarias del diagrama.
- Para cada rama secundaria, identificar otros factores específicos que puedan ser las causas del efecto. Preguntar ¿Por qué?
- Identificar niveles cada vez más detallados de causas y continúe organizándolas bajo causas o categorías relacionadas.
- Analizar el diagrama.
- Actuar sobre el diagrama y eliminar las causas del problema.

### **Ventajas Y Desventajas.**

Entre las fortalezas o ventajas que proporciona un Diagrama de Ishikawa tenemos lo siguiente [6]:

- Ayuda a encontrar y a considerar todas las causas posibles del problema, más que apenas aquellas que son las más obvias.
- Ayuda a determinar las causas raíz de un problema o calidad característica, de una manera estructurada.
- Anima la participación grupal y utiliza el conocimiento del proceso que tiene el grupo.
- Ayuda a focalizarse en las causas del tema sin caer en quejas y discusiones irrelevantes.
- Utiliza y ordena, en un formato fácil de leer las relaciones del Diagrama de Causa – Efecto.
- Aumenta el conocimiento sobre el proceso ayudando a todos a aprender más sobre los factores referentes a su trabajo y cómo estos se relacionan.
- Identifica las áreas para el estudio adicional donde hay carencia de información suficiente.

La limitación o desventaja principal que presenta un Diagrama de Ishikawa es que no es particularmente útil para entender los

problemas extremadamente complejos, donde se correlacionan muchas causas y muchos problemas [6].

## **2.3 Mantenimiento Preventivo Total (TPM)**

### **Definición**

Mantenimiento productivo total (del inglés de Total Productive Maintenance, TPM) es un sistema desarrollado en Japón para eliminar pérdidas, reducir paradas, garantizar la calidad y disminuir costes en las empresas con procesos continuos. La sigla TPM fue registrada por el JIPM ("Instituto Japonés de Mantenimiento de Planta"). La T, de Total significa, la implicación de todos los empleados. El objetivo del TPM es lograr cero accidentes, defectos y averías. El TPM es un sistema orientado a lograr: cero accidentes, cero defectos, cero averías, cero defectos [7].

### **Características**

Las características del TPM más significativas son [8]:

- Acciones de mantenimiento en todas las etapas del ciclo de vida del equipo.
- Participación amplia de todas las personas de la organización.

- Es observado como una estrategia global de empresa, en lugar de un sistema para mantener equipos.
- Orientado a la mejora de la Efectividad Global de las operaciones, en lugar de prestar atención a mantener los equipos funcionando.
- Intervención significativa del personal involucrado en la operación y producción en el cuidado y conservación de los equipos y recursos físicos.
- Procesos de mantenimiento fundamentados en la utilización profunda del conocimiento que el personal posee sobre los procesos.

### **Procedimiento**

Existen doce pasos para la implementación y desarrollo del TPM, recomendados por Seiichi Nakajima en su libro Introducción al TPM, se resumen a continuación [9]:

- **Anuncio de la Alta Dirección de la Introducción al TPM**

La alta dirección debe informar a sus empleados de su decisión.

Se requiere el apoyo y el firme liderazgo de la alta dirección.

➤ **Lanzamiento de una Campaña Educativa**

Entrenamiento y promoción del programa después de introducir el proyecto. El objetivo no es solamente explicar el TPM, sino elevar la moral y romper la resistencia al cambio.

➤ **Crear Organizaciones para Promover el TPM**

Conformar comités y grupos de proyectos en cada nivel de la organización para promover las actividades de desarrollo del TPM.

➤ **Establecer Políticas y Metas para el TPM**

Aunque las políticas estén constituidas por proposiciones verbales o escritas abstractas, las metas deben ser claras, cuantitativas y precisas, especificando el objetivo, la cantidad y el lapso de tiempo.

➤ **Formular un Plan Maestro para el Desarrollo del TPM**

Este plan maestro se debe basar en las 5 actividades básicas del TPM:

- Mejoramiento de la efectividad del equipo.
- Establecimiento del Mantenimiento Autónomo.
- Aseguramiento de la calidad de los Productos.
- Programa de Mantenimiento Planificado.
- Plan de Entrenamiento y Capacitación.

➤ **El Disparo de Salida del TPM**

Los trabajadores deben cambiar sus rutinas de trabajo tradicionales y empezar a practicar el TPM.

➤ **Mejorar la Efectividad del Equipo**

Todos los miembros pertenecientes a la organización se agrupan en equipos de proyectos que implementen mejoras para eliminar las pérdidas.

➤ **Establecer el Programa de Mantenimiento Autónomo**

Cada persona, desde la dirección hasta el último operario, debe creer que es factible que los operarios realicen el mantenimiento y que los trabajadores deben ser responsables de su propio equipo.

➤ **Establecer un Programa de Auto-mantenimiento**

El volumen de trabajo de mantenimiento disminuye cuando la inspección general pasa a ser parte de la rutina de los operarios; el departamento de mantenimiento debe centrarse en su propia organización y establecer un programa de auto-mantenimiento.

➤ **Conducir el Entrenamiento para Mejorar las Habilidades**

La educación técnica y el entrenamiento para la formación de habilidades de operación y mantenimiento deben ajustarse a los requerimientos particulares de la planta. Se debe invertir en entrenamiento para permitir a sus trabajadores gestionar adecuadamente sus equipos y afirmar sus habilidades en operación normal.

➤ **Desarrollo Temprano de un Programa de Gestión de Equipos**

Al instalar un nuevo equipo, a menudo aparecen problemas durante el arranque, aunque en las etapas de diseño, fabricación y montaje todo parezca marchar bien. Se necesitan inspecciones y revisiones en el periodo inicial; ajustes, reparaciones, limpieza y lubricación para evitar el deterioro. La

gestión temprana de equipos se debe realizar por el personal de mantenimiento y producción como parte de un enfoque de prevención de mantenimiento y diseño libre de mantenimiento.

➤ **Implementación Plena del TPM**

Perfeccionar la implantación y fijar metas futuras más elevadas. Durante este periodo de estabilización, cada uno trabaja continuamente para mejorar los resultados, lo cual marca el comienzo real del programa de mejoramiento continuo empresarial.

**Ventajas y Desventajas**

Algunos de los beneficios más importantes del Mantenimiento Productivo Total son [10]:

- Reduce los costes.
- Aumenta la productividad OPE y OEE, sin reducir la calidad de producto.
- Evita las pérdidas de todo tipo.
- Dales el 100 % de satisfacción a todos los clientes.
- Reduce los accidentes.
- Permite el control de las medidas ecologistas.



Algunos de los beneficios secundarios del Mantenimiento Productivo Total [10]:

- Aumenta el nivel de confianza del personal
- Hace más limpias pues más atractivas, las zonas de trabajo
- Desarrolla el trabajo en equipo.
- Implicación más fuerte del personal
- Relación personal fuerte entre obreros y sus máquinas y equipos.

Las desventajas que se presentan al querer implementar una política de TPM son [10]:

- Se requiere un cambio de cultura general, para que tenga éxito este cambio.
- No puede ser introducido por imposición, requiere del convencimiento por parte de todos los componentes de la organización de que es un beneficio para todos.
- La inversión en formación y cambios generales en la organización es costosa.
- El proceso de implementación requiere de varios años.

# **CAPÍTULO 3**

## **3. SITUACIÓN ACTUAL**

En el presente capítulo se describe la situación actual de la empresa, sus procesos e infraestructura. En este capítulo se realiza un análisis de las diferentes etapas del proceso con el fin de dar a conocer cómo funciona la planta y las etapas en las cuales surgen los problemas.

### **3.1 Infraestructura**

En cuanto la infraestructura, la planta se encuentra establecida en un galpón de 338 metros cuadrados; ahí se halla la máquina utilizada en la producción de los perfiles, el área de empaclado y las perchas donde se colocan los paquetes de perfiles maderados.

### 3.2 Descripción del proceso

A continuación se presenta el Diagrama de Proceso de la producción de perfiles de aluminio maderado seguido de la descripción de cada una de las etapas que lo conforman:

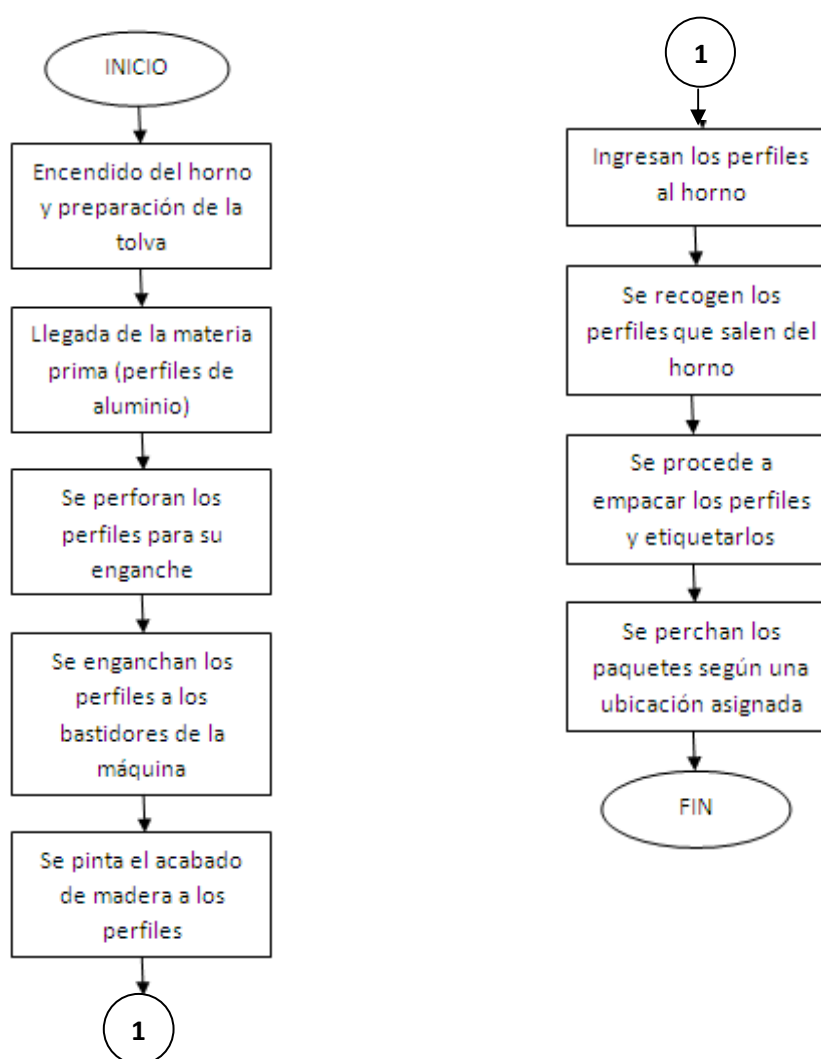


Figura 3.1 DIAGRAMA FLUJO DE PROCESO.

- *Encendido del horno y preparación de la tolva:* Se procede a encender el horno media hora antes de comenzar a pintar para que hasta que llegue la materia prima y se realice el enganche de los perfiles este alcance la temperatura adecuada. Simultáneamente se prepara la tolva con la pintura en polvo, una vez lista se introduce dentro del tambor y queda listo para pintar los perfiles.
- *Llegada de la materia prima:* Cuando del proveedor llegan los perfiles pintados en REC (color base), se procede a revisar que los perfiles que arriban lleguen correctamente y en la cantidad adecuada según las guías de despacho del proveedor.
- *Perforación de los perfiles para su enganche:* En esta etapa se perforan los perfiles mediante un taladro o un troquel para su posterior enganche.
- *Enganche de los perfiles:* Luego de perforados los perfiles son enganchados en los bastidores de la máquina y empiezan a avanzar hasta llegar al lugar donde se halla el tambor. Los bastidores pueden ir de 5 hasta 10 perfiles dependiendo del tamaño y las características del mismo.

- *Pintado electroestático de perfiles:* Cuando los bastidores llegan al nivel del tambor se procede a pintar los perfiles de acuerdo a las caras visibles que tengan, pueden ser de 1 a 4 caras. El proceso de pintura consiste en que el tambor pasa por encima del perfil con una separación de 1 mm del mismo y deja caer el polvo que se adhiere electroestáticamente al perfil dando la forma de la veta de la madera.
- *Ingreso de los perfiles al horno:* Luego del proceso de pintura los perfiles continúan hasta llegar e ingresar al horno a medida que van avanzando los bastidores, ahí permanecen 30 minutos, luego salen y siguen avanzando los bastidores hasta el punto de partida donde fueron enganchados.
- *Desenganche de perfiles maderados:* Cuando los perfiles maderados llegan al punto donde fueron enganchados son recogidos por los mismos operadores y los llevan a las bandejas protegidas propiedad de XYZ para su posterior empaque.
- *Empaque de perfiles:* Los perfiles maderados son llevados al área de empaque, aquí se les realiza una prueba de calidad a un grupo para determinar si la pintura está bien curada. A continuación los empacadores arman los paquetes según el

perfil y las cantidades establecidas; el empaque se realiza con papel y luego con plástico para mayor protección, se etiquetan indicando el tipo de perfil, la cantidad que hay en el paquete y, si tiene cliente, a quien corresponde.

- *Perchado de los perfiles:* Luego del empaque, los paquetes son ubicados en las pechas de manera aleatoria, es decir donde haya espacio donde colocarlos.

### **3.3 Demanda y Producción Actual**

Actualmente, la empresa XYZ distribuye su aluminio maderado a clientes de todas partes del Ecuador citando por ejemplo ciudades como: Guayaquil, Quito, Cuenca, Riobamba, Machala, Portoviejo, Santo Domingo, entre otras.

Existe una gran variedad de perfiles de aluminio que son maderados dentro de las instalaciones de la empresa XYZ, al momento se podría mencionar que existen casi doscientos perfiles diferentes que se someten a este proceso, todos ellos pertenecientes a distintas líneas de ventanas, puertas, ángulos, tubos, mamparas, divisiones modulares, quiebrasoles, pasamanos, entre otros.

Desde mayo hasta agosto del 2009, se han despachado 22.662 perfiles de aluminio maderado, cumpliendo de esta manera con la mayor parte de los pedidos hechos por los diferentes clientes de la empresa.

Se estima que la demanda mensual crezca hasta llegar a triplicarse durante el primer año, dependiendo esto mayormente de la aceptación e interés de los clientes actuales y aquellos potenciales a quienes se les oferta el producto.

En cuanto a la producción, tenemos que la empresa produce de dos maneras, make-to-order y make-to-stock, la primera enfocándose a los pedidos de los clientes y la segunda a tener en bodega los perfiles de mayor salida con el objeto de completar en el menor tiempo posible los pedidos de los clientes conforme vayan ingresando.

Los perfiles de aluminio son adquiridos mediante compra de los mismos a ABC pintados con un color base para el proceso de maderado, una vez que se encuentran dentro de las instalaciones de XYZ se procede a perforar los perfiles para luego ser sometidos al proceso de pintura electroestática dándole el efecto de madera a los perfiles para luego ingresar los mismos al horno y que ambas pinturas, la base y la veta del maderado, se fusionen en una sola

pintura dando la apariencia de madera al aluminio. Luego pasan a ser empacados y etiquetados en diferentes cantidades dependiendo de los pedidos y del tipo de perfil que se trate, quedando listos para su venta y despacho.

La máquina utilizada para la producción de los perfiles de aluminio con acabado de madera tiene la capacidad de producir hasta 100 perfiles maderados por hora, aunque esta cantidad depende principalmente de dos factores; el primero el número de perfiles que van por bastidor, pueden ir de 5 a 10 perfiles variando según el tamaño de los mismos y que tanto tiendan a pandearse y chocar entre sí; el segundo factor es el número de caras a ser pintadas, los perfiles se pueden pintar desde 1 cara hasta 4 caras, esto depende del número de caras visibles del perfil cuando este vaya a ser utilizado para armar las puertas, ventanas, etc.

Desde el mes de mayo hasta el mes de agosto la empresa ha producido un total de 30.476 perfiles de aluminio maderado correspondiente aproximadamente a 64 toneladas de aluminio. A continuación se observa un gráfico de la producción total de la empresa de mes a mes desde mayo hasta el mes de agosto del presente año, ver Tabla 1:



TABLA 1  
PRODUCCIÓN DE LA PLANTA

MES	PRODUCCION DE PERFILES
Mayo	9705
Junio	9513
Julio	5453
Agosto	5805

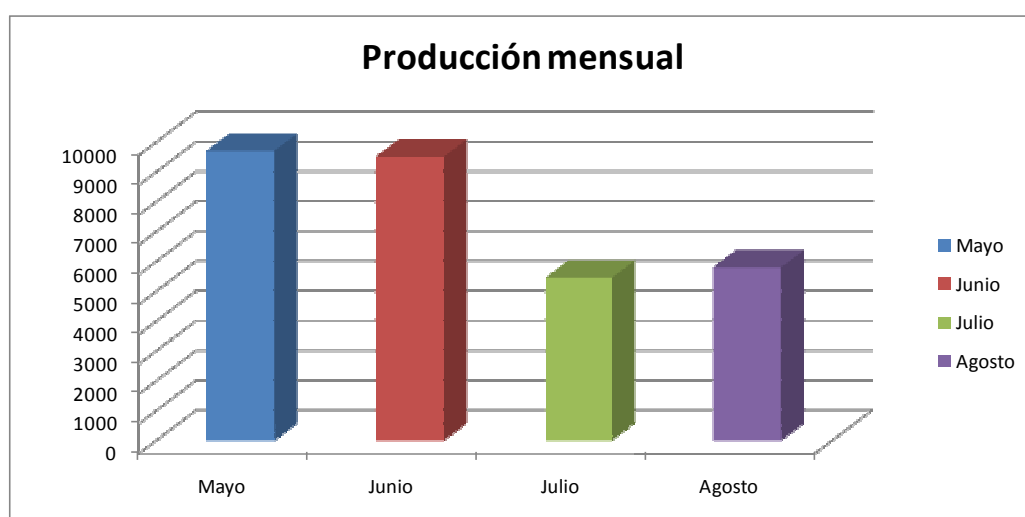


FIGURA 3.2 PRODUCCIÓN MENSUAL DE LA PLANTA

### 3.4 Organización Actual

La empresa XYZ cuenta con 10 personas en total, 6 de estas personas son operadores y las restantes 4 constituyen la parte administrativa, tal y como se aprecia en el siguiente organigrama:

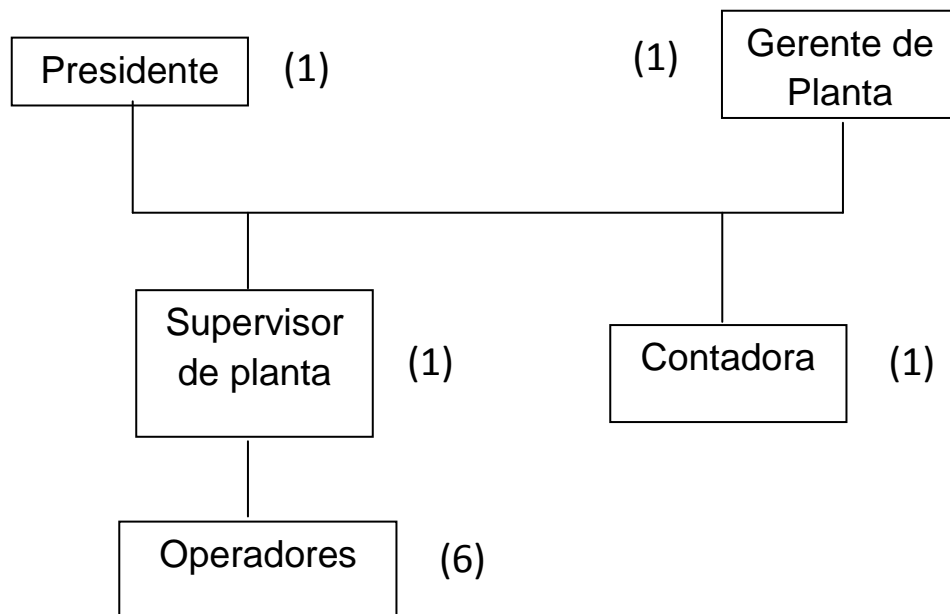


Figura 3.3 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

### 3.5 Políticas de la Empresa

No existe ningún manual dentro de la empresa que contenga los reglamentos y las políticas sobre las cuales se manejan las actividades, dichas políticas y reglas a seguir se dictan únicamente de manera verbal y forman parte del día a día para el personal que labora dentro de XYZ a continuación se enlistan las políticas bajo las cuales se rigen las actividades hasta los actuales momentos:

- La hora de entrada del personal de la planta es a las 7:30 am y se extiende hasta las 16:00, cumpliendo la jornada de 8 horas

diarias. Cuando sea necesario quedarse más tiempo cuando el trabajo lo amerita se hará.

- A primera hora de la mañana se debe llevar a ABC las bandejas propias de XYZ. al área de pintura en polvo para transportar el material en REC.
- Los perfiles en REC enviados por ABC en las bandejas deben estar debidamente cubiertos y ser tratados con cuidado debido a que la pintura no está completamente curada y tienden a rayarse con facilidad.
- Si no hay trabajo que realizar en XYZ, los trabajadores dan la mano en la empresa WW, perteneciente al mismo grupo empresarial, dedicada a la elaboración e instalación de ventanas, puertas, mamparas, pasamanos y demás.
- Cuando no existe ningún trabajo que hacer por parte de los trabajadores ni en XYZ ni en WW, ese día los trabajadores no asisten a la planta y se almacena el día de trabajo para ser descontado en alguna otra oportunidad que lo amerite.
- Los perfiles que llegan de ABC como materia prima pintados no se encuentran completamente curados, esto quiere decir que la pintura está delicada y es muy susceptible a golpes e impurezas, por ello los operarios que manipulan el material nunca deben hacerlo con las manos descubiertas, sucias ni con

los guantes sucios; siempre deben utilizar guantes de lana limpios.

- Los operarios que enganchan los perfiles deben revisar que los mismos no tengan defectos provenientes de ABC antes de proceder al enganchado, si se detecta algún tipo de defecto, el/los perfil/es se separan del resto.
- Mientras se esté realizando el proceso de pintura, los apoyos de la mesa donde se pintan deben ser limpiados cada bastidor que pasa, para con esto evitar defectos en el acabado.
- Si se detectan fallas mientras se realiza el proceso de pintado, se deben limpiar los perfiles del polvo electrostático y se procede a pintar de nuevo, si el fallo prosigue se retiran los perfiles o, si el fallo es constante en el proceso, se retiran los perfiles de la máquina y se detiene el proceso hasta corregir el desperfecto.
- Durante el empaque se revisan minuciosamente los perfiles maderados con el fin de detectar posibles fallas, de ser así se separa el/los perfil/es y luego de ser revisado por segunda vez por el supervisor o el gerente de planta se decide el destino del/los mismo/s.
- Todo el material dañado se separa en una percha, así como el material sobrante y las devoluciones por parte de los clientes.

### 3.6 Identificación de Causas de los Problemas (Diagrama de Ishikawa)

En el capítulo 1 se determinó cuales eran los problemas que existen en XYZ, a continuación se vuelve a hacer mención de los mismos:

- Tiempos Ociosos durante la jornada de trabajo.
- Cantidades insuficientes de materia prima.
- Falta de control del sistema de almacenamiento.
- Paros no programados de la maquinaria.
- Demoras y errores durante el empaque de perfiles.
- Problemas en el acabado de madera.

Para analizar y encontrar las causas raíz que hacen que se generen estos problemas se procede a utilizar dos herramientas estadísticas, estas son: el Diagrama de Ishikawa y el Diagrama de Pareto. La primera herramienta mencionada permitirá determinar todas las causas de fondo que ocasionan cada problema y mediante el Diagrama de Pareto se obtendrá cuales de las causas mencionadas anteriormente son las que producen la mayor cantidad de problemas.

De los seis problemas mencionados anteriormente, se van a analizar los últimos cuatro. Los problemas de *tiempos ociosos* y

*cantidades insuficientes de MP* son problemas correspondientes al proveedor y según los pedidos de los clientes de la empresa, por ende se han excluido estos del análisis que se va a realizar con los diagramas de Ishikawa y Pareto. Se presenta a continuación los diagramas de Ishikawa mediante los cuales se obtendrán las causas raíz de cada uno de los problemas para realizar posteriormente un análisis que permita determinar de las causas que se obtengan cuáles son las que más afectan a la empresa, ver Figuras 3.4, 3.5, 3.6, 3.7.

Luego de analizar cada uno de los problemas y descubrir un conjunto bastante amplio de causas que son generadoras de estos problemas, se procede a agrupar las causas de acuerdo a su similitud, como se puede observar en la Tabla 2, que permita realizar un Diagrama de Pareto y determinar cuáles son las causas, de todas las encontradas anteriormente, que afectan mayormente al funcionamiento la empresa.

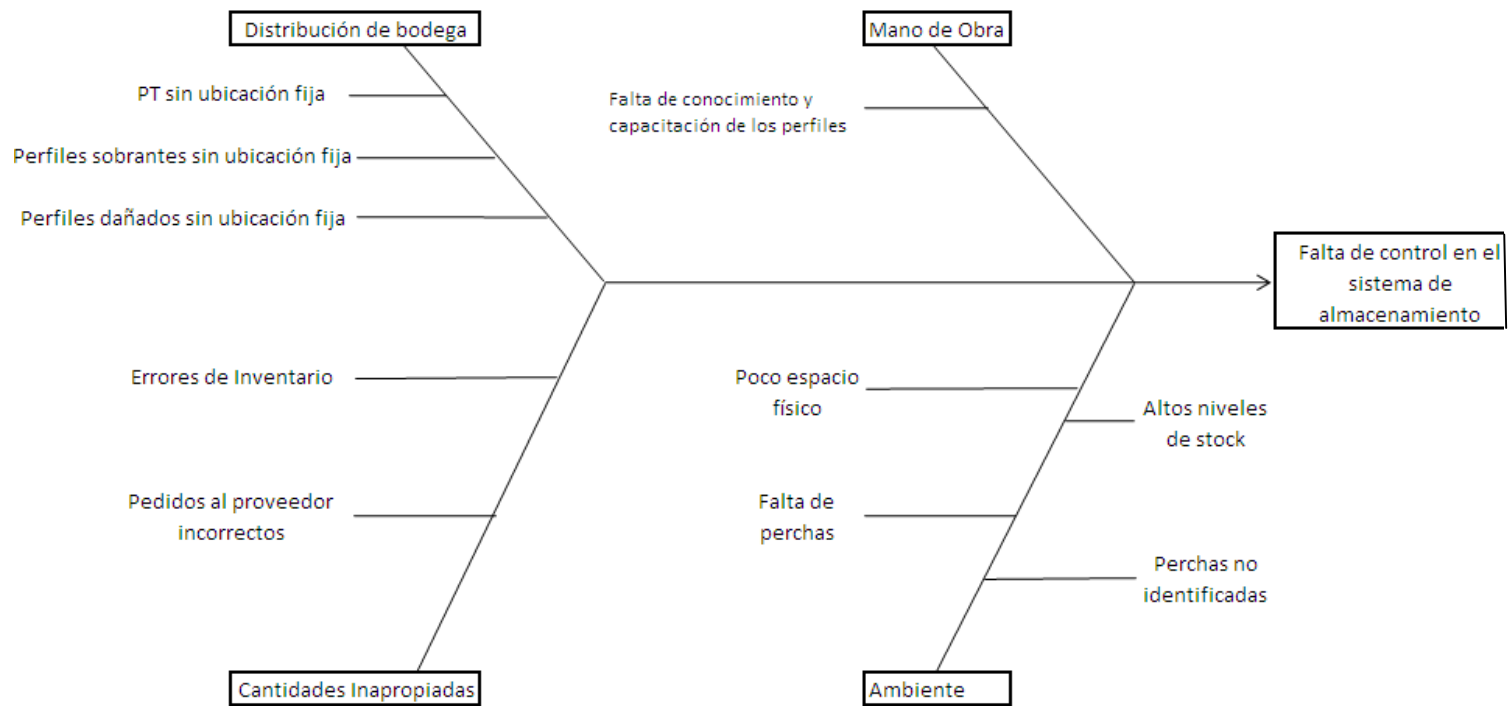


FIGURA 3.4 DIAGRAMA DE ISHIKAWA (SISTEMA DE ALMACENAMIENTO)

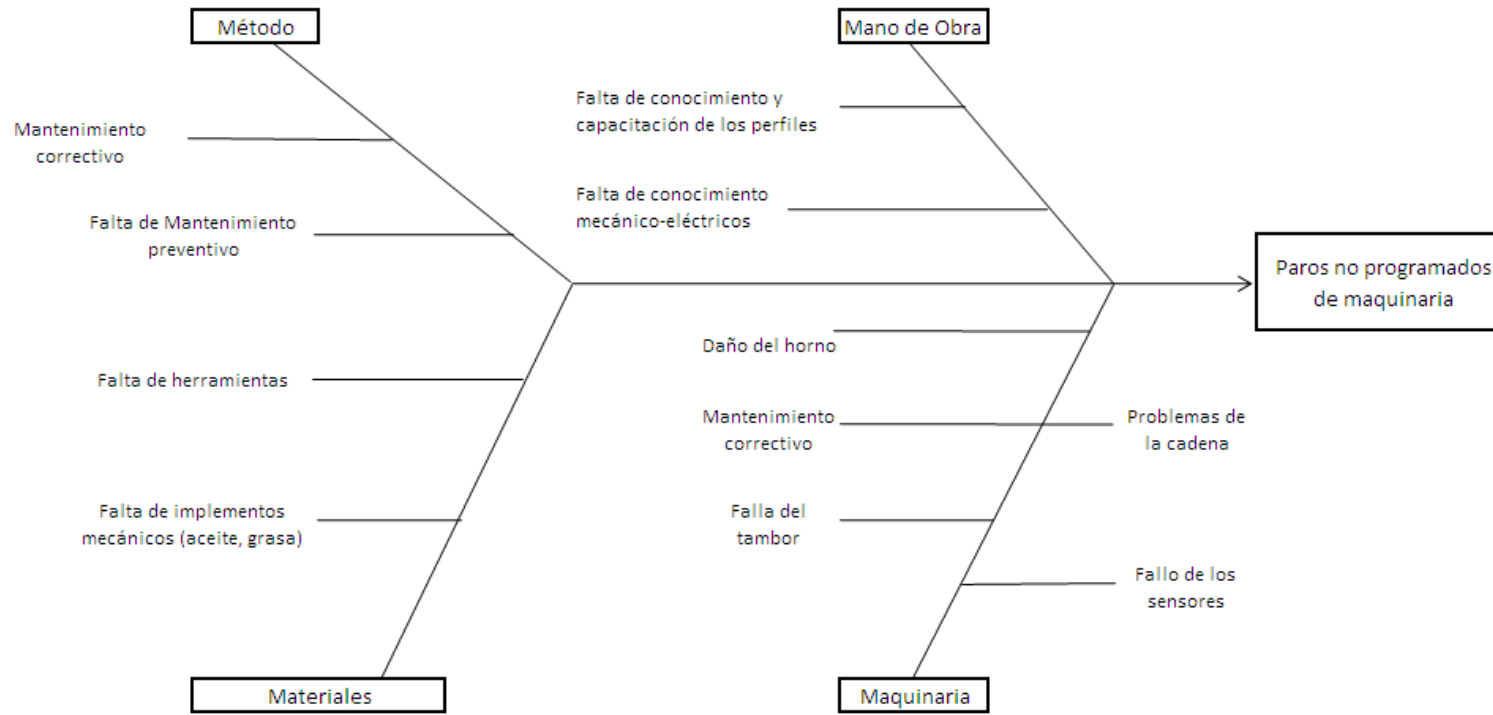


FIGURA 3.5 DIAGRAMA DE ISHIKAWA (PAROS NO PROGRAMADOS DE MAQUINARIA)



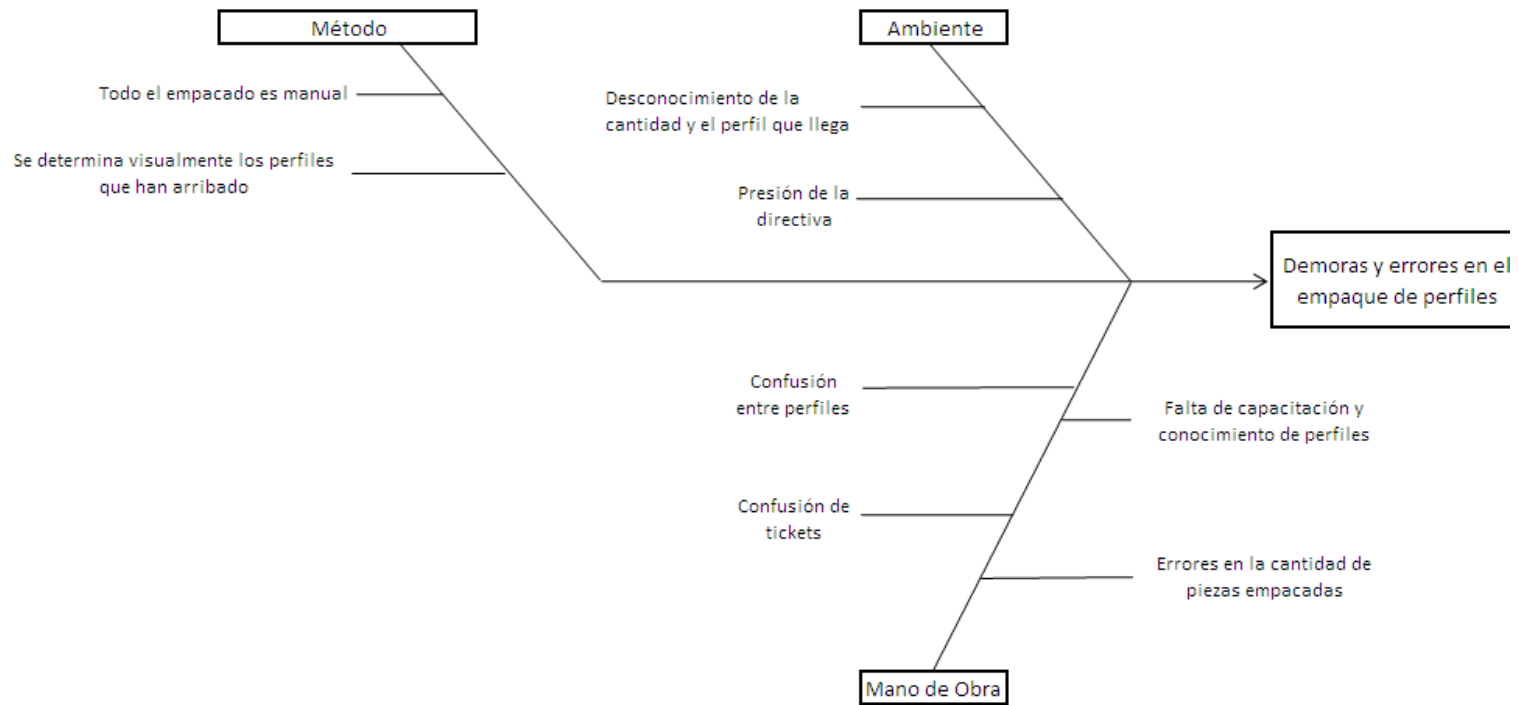


FIGURA 3.6 DIAGRAMA DE ISHIKAWA (DEMORAS Y ERRORES EN EL EMPAQUE DE PERFILES)

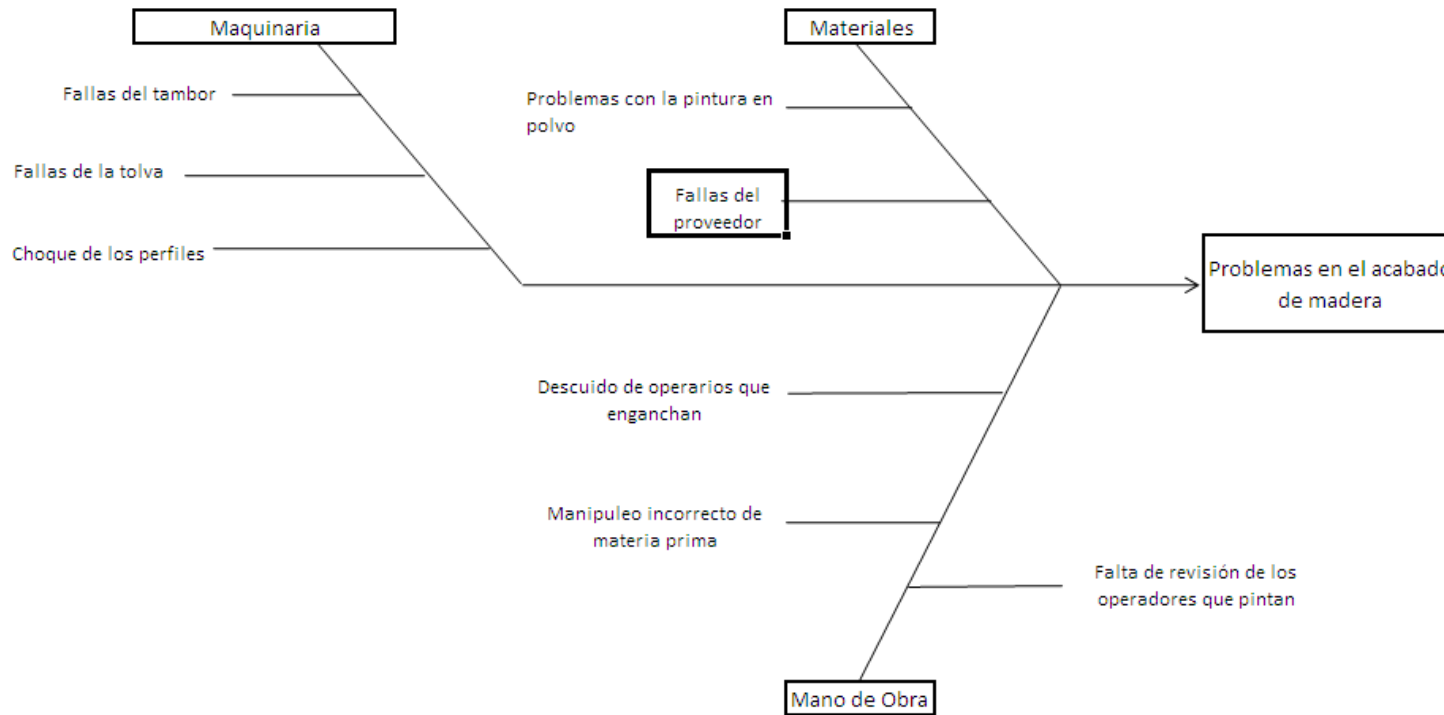


FIGURA 3.7 DIAGRAMA DE ISHIKAWA (PROBLEMAS EN EL ACABADO DE MADERA)

En la tabla 3 se puede observar los tipos de causas dentro de los cuales se encierran las causas determinadas anteriormente con los Diagramas de Ishikawa y la frecuencia que posee cada tipo, es decir cuántas causas pueden ser agrupadas bajo un mismo tipo.

Al ya conocer la frecuencia de las agrupaciones hechas anteriormente se procede a elaborar el Diagrama de Pareto para determinar cuáles son las causas que afectan mayormente a la empresa, es decir las causas que ocasionan el 80% de los problemas.

En la tabla 3 se observan los resultados de la tabla de frecuencias mencionada anteriormente, aquí la frecuencia corresponde al número total de causas correspondientes a cada grupo o tipo de causa. La columna porcentaje indica el valor porcentual que representa cada grupo de acuerdo a su frecuencia y finalmente en la columna de porcentaje acumulado va la sumatoria de los porcentajes hasta que completen el 100%. Se presenta a continuación el Diagrama de Pareto para analizar cuáles de las causas halladas anteriormente son responsables de los problemas de la empresa, Figura 3.8.

TABLA 2  
LISTA DE LAS CAUSAS DE LOS PROBLEMAS

<b>Causas Principales</b>	<b>Tipo de causa</b>
Presión de la directiva	Alta Gerencia
Falta de conocimiento y capacitación de los perfiles	Capacitación
Falta de conocimiento y capacitación de los perfiles	Capacitación
Falta de capacitación y conocimiento de perfiles	Capacitación
Poco espacio físico	Infraestructura
Falta de perchas	Inventario
Altos niveles de stock	Inventario
Errores de Inventario	Inventario
Errores en la cantidad de piezas empacadas	Inventario
Falta de conocimiento mecánico-eléctricos	Mantenimiento
Daño del horno	Mantenimiento
Mantenimiento correctivo	Mantenimiento
Falla del tambor	Mantenimiento
Problemas de la cadena	Mantenimiento
Fallo de los sensores	Mantenimiento
Fallas del tambor	Mantenimiento
Fallas de la tolva	Mantenimiento
Falta de herramientas	Mantenimiento
Falta de implementos mecánicos (aceite, grasa)	Mantenimiento
Mantenimiento correctivo	Mantenimiento
Falta de Mantenimiento preventivo	Mantenimiento
Problemas con la pintura en polvo	Materia Prima
Fallas del proveedor	Materia Prima
Descuido de operarios que enganchan	Organizacional
Manipuleo incorrecto de materia prima	Organizacional
Falta de revisión de los operadores que pintan	Organizacional
Choque de los perfiles	Organizacional
Perchas no identificadas	Organizacional
Desconocimiento de la cantidad y el perfil que llega	Organizacional
Pedidos al proveedor incorrectos	Organizacional
PT sin ubicación fija	Organizacional
Perfiles sobrantes sin ubicación fija	Organizacional
Perfiles dañados sin ubicación fija	Organizacional
Confusión entre perfiles	Organizacional
Confusión de tickets	Organizacional
Todo el empacado es manual	Organizacional
Se determina visualmente los perfiles que han arribado	Organizacional

TABLA 3  
TABLA DE FRECUENCIAS

<b>Tipo de Causa</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>% Acumulado</b>
Organizacional	14	37,84%	37,84%
Mantenimiento	12	32,43%	70,27%
Inventario	4	10,81%	81,08%
Capacitación	3	8,11%	89,19%
Materia Prima	2	5,41%	94,59%
Infraestructura	1	2,70%	97,30%
Alta Gerencia	1	2,70%	100,00%

Mediante el Diagrama de Pareto se puede observar que el 80% de los problemas de la empresa recaen en 3 grupos que son: causas de tipo Organizacional, causas de tipo Mantenimiento y causas de tipo Inventario. Las causas de tipo organizacional, están relacionadas con la manera como se manejan y se ejecutan las acciones dentro del proceso; es decir, el entorno de trabajo; las causas del tipo Inventario hacen referencia a la falta de orden en el área de trabajo y en la manera como se manejan las actividades de la planta de pintado; finalmente, las causas de tipo Mantenimiento están relacionadas con la falta de un programa de mantenimiento para evitar fallas de carácter eléctrico-mecánico en la máquina de pintado de perfiles maderados.

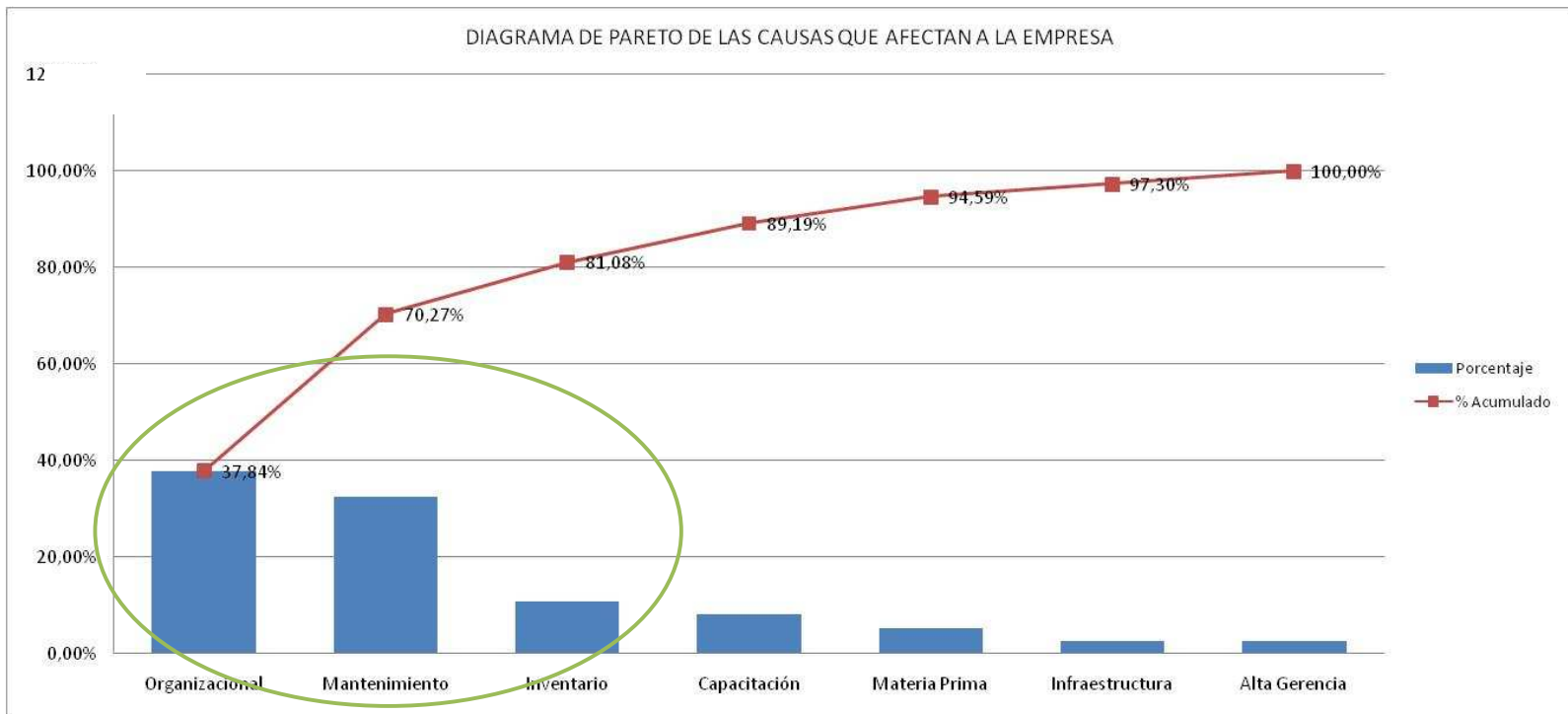


FIGURA 3.8 DIAGRAMA DE PARETO DE LAS CAUSAS QUE AFECTAN A LA EMPRESA

### **3.7 Selección de Alternativas de Mejora**

Una vez determinadas las causas que más afectan a la empresa se procede a buscar las técnicas de producción esbelta que más soluciones aporten para obtener mayores beneficios.

Para realizar esta selección se procedió a mantener una reunión con los dueños de la empresa, se les presentó el análisis de las causas encontradas anteriormente y se procedió a realizar una matriz de decisiones la cual permita encontrar las técnicas más convenientes para ser aplicadas en la empresa y corregir gran parte de los problemas antes mencionados.

Para elaborar la matriz de decisiones se hicieron dos listas, la primera sobre las diferentes técnicas de producción esbelta que existen y la segunda sobre los factores más importantes a tomar en cuenta para la selección, a cada factor se le asignó un peso basándose en la mayor o menor importancia que tenía de acuerdo al punto de vista de las personas participantes en la reunión. De la misma manera se elaboró una puntuación que va de 0 (pobre) a 3 (muy bueno), dicha puntuación se utiliza para calificar cada técnica con respecto al factor que se este evaluando. Luego se multiplican las puntuaciones por los pesos de los

factores según corresponda, se realiza la sumatoria para cada opción y finalmente las dos técnicas que tengan mayor puntaje serán aquellas que se aplicarán dentro de la empresa. A continuación se presenta la matriz de decisiones:

TABLA 4  
MATRIZ DE DECISIONES

FACTORES:	Organización		Evitar fallas de maquinaria		Evitar errores en inventario		Capacitación de los operadores		RESULTADO
PESOS:	10		8		6		4		
S.M.E.D (Single Minute Exchange of Dies)	1	10	1	8	2	12	0	0	30
J.I.T (Just In Time)	2	20	0	0	3	18	0	0	38
T.P.M (Mantenimiento Productivo Total)	1	10	3	24	0	0	3	12	46
Sistema 5'S	3	30	1	8	2	12	2	8	58
Sistema KANBAN	1	10	0	0	0	0	0	0	10
Pokayoke	2	20	0	0	2	12	1	4	36
Jidokas	1	10	2	16	0	0	0	0	26
Celdas de Manufactura	2	20	0	0	0	0	0	0	20

De la Tabla 4 de la Matriz de decisiones elaborada se observa que las técnicas de manufactura esbelta que resultarán más beneficiosas para resolver los problemas son las técnicas de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.) y 5'S. Se debe tomar en cuenta que todas las valoraciones utilizadas en la matriz son completamente subjetivas, basadas en los intereses de los principales directivos de la empresa y en sus opiniones.



En base a los resultados obtenidos resulta lógico aplicar T.P.M. ya que se busca mantener todas las instalaciones y maquinarias involucradas en el proceso productivo en buen estado, penalizando lo menos posible la producción e implicando a todo el mundo a participar de la implementación. La eficiencia global de máquinas es clave para competir y es posible conseguir en términos de calidad un nivel muy bajo de defectos en proceso.

La otra técnica resultante, 5S también se ajusta a resolver las causas de tipo organizacional de los problemas existentes ya que mediante esta técnica se busca la creación de lugares de trabajo más organizados, ordenados, limpios y seguros. Mediante su conocimiento y aplicación se pretende crear una cultura empresarial que facilite, por un lado, el manejo de los recursos de la empresa, y por otro, la organización de los diferentes ambientes laborales, con el propósito de generar un cambio de conductas que repercutan en un aumento de la productividad. Incide directamente en la forma en que los obreros realizan su trabajo.

Una vez seleccionadas las técnicas a utilizarse se procede a elaborar el plan de mejoras a ser empleado dentro de la empresa.

# CAPÍTULO 4

## 4. DESARROLLO DEL PLAN DE MEJORA

En el capítulo anterior se determinaron las causas raíz que provocan la mayoría de los problemas de la empresa, luego de ello mediante la aplicación de una matriz de decisiones se determinó las técnicas de producción esbelta a utilizarse, estas son: 5S y TPM.

En el presente capítulo se procede a elaborar un plan de mejoras aplicando 5S y TPM con el propósito de eliminar las causas raíces y con ellas los problemas que la empresa enfrenta en la actualidad. Para esto es de suma importancia realizar una recolección de información del proceso para tener una visión más amplia de la situación y saber como “atacar” las causas raíces determinadas anteriormente.

Primero se recopilará información sobre el nivel de 5's existente y la cultura organizacional del personal. A continuación se procede a determinar todas las etapas del proceso productivo donde se desea implementar la metodología y el área en que ocurre el proceso.

Una vez determinado lo anterior, se procede a implementar cada una de las 5's dentro del proceso productivo y finalmente se comparan los indicadores escogidos para evaluar si las mejoras han beneficiado a la empresa o no.

Para la aplicación del TPM se procederá obtener información correspondiente a la situación actual de las maquinarias, los cuidados y mantenimientos respectivos que se dan a las mismas. Luego de detectar los problemas existentes se comenzará la aplicación de las técnicas referentes a TPM buscando mantener las maquinarias y los equipos en perfectas condiciones y que los operadores desarrollen habilidades con respecto a dichas maquinarias, todo esto para lograr una mayor productividad en un ambiente entusiasta y seguro.

#### 4.1 Recolección de Información

En el capítulo tres se determinó que el mayor número de las causas encontradas correspondían al tipo organizacional y hacían referencia en su mayoría a la falta de organización dentro de las diferentes áreas de trabajo y la falta de conocimientos de los perfiles por parte de los operadores que laboran dentro de la planta. Es por esto que mediante el uso de las 5's se espera eliminar elementos innecesarios dentro de la planta, organizar mejor las diferentes áreas y que los operadores obtengan un mayor conocimiento de lo que hacen.

#### 4.2 Visualización del Proceso Productivo

A continuación se muestra el layout de la planta para poder observar las diferentes áreas que existen dentro de la planta de aluminio maderado:

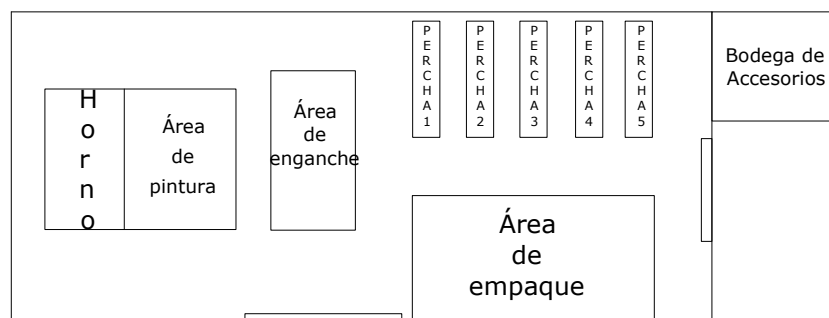


FIGURA 4.1 LAYOUT DE LA PLANTA

En la Figura 4.1 se observa la distribución existente dentro de las instalaciones de la planta, se identifican tres áreas principales el área de enganche donde se perforan los perfiles y se los engancha en la máquina para ser maderados. Después existe el área de pintura en polvo donde se le da a los perfiles el acabado de madera y luego ingresan al horno. Finalmente el área de empaque donde se realiza el control de calidad de los perfiles maderados y se procede a su empaque para luego ser colocados en las perchas. Existen 5 perchas, en la percha 1 se colocan los perfiles dañados, sobrantes, no procesados y las devoluciones de los clientes; las otras 4 perchas se usan para colocar las paquetes de perfiles de forma aleatoria. También existe una bodega pequeña donde se almacenan accesorios varios que se venden de manera complementaria para un tipo de ventana. Haciendo alusión a lo presentado en el capítulo anterior a continuación se muestra el proceso productivo en la elaboración de los perfiles de aluminio con acabado de madera. Figura 4.2.

En la Figura siguiente se presentan cada una de las etapas que forman parte del proceso de producción iniciando con el encendido del horno, la recepción de la materia prima, la preparación de los perfiles, el enganche de los mismos, el proceso de pintura de los perfiles, su

ingreso al horno, recoger los perfiles con el acabado de madera, su empaque y finalmente el almacenamiento de los mismos.

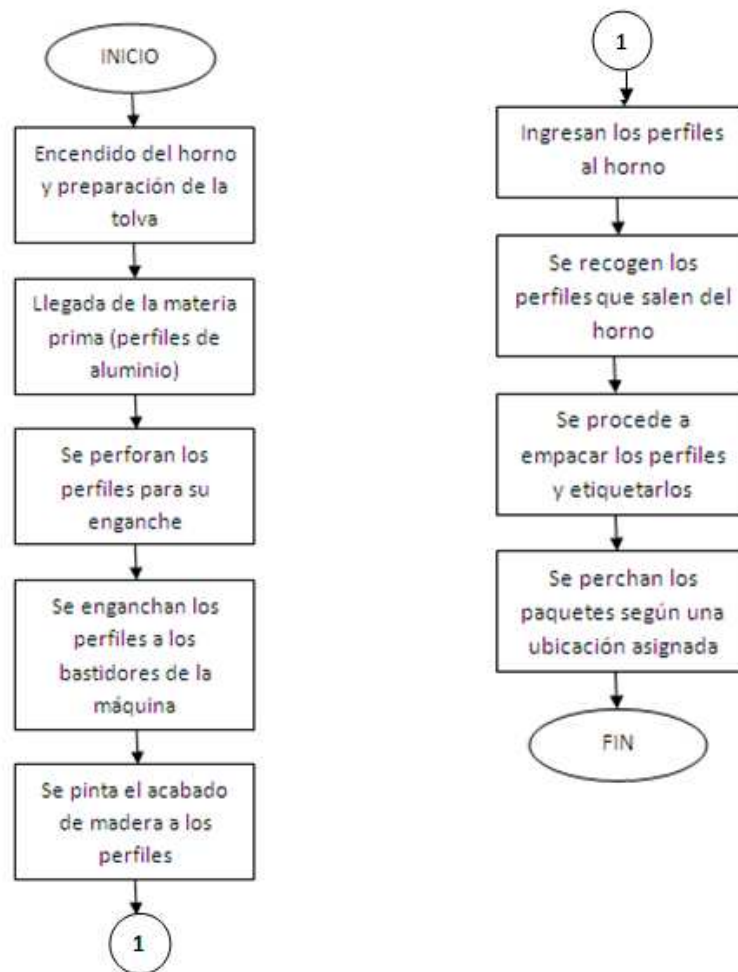


Figura 4.2 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

## 4.3 Implementación de las 5's

### 4.3.1 Elaboración del Plan de Implementación

Al momento de elaborar el Plan de Implementación se tomaron en cuenta los siguientes puntos:

- **Capacitación:** En esta etapa se realizará un curso de capacitación con respecto a la metodología 5S, su concepto, objetivos e implementación.
- **Primera S (Clasificación):** Se procederá a examinar todos los detalles del área de trabajo y prescindir de todo objeto o material que sea innecesario para hacer el trabajo.
- **Segunda S (Orden):** Se definirá una localización fija para cada una de las herramientas, maquinarias, e implementos que cada operador utilice.
- **Tercera S (Limpieza):** Se crearán fases de limpieza para llevarse a cabo dentro de la planta, limpiando todas las áreas de trabajo y separando todo objeto que deba ser almacenado.

- **Cuarta S (Estandarización):** Se elaborarán normas sencillas y visibles para todos que permitan estandarizar las actividades de la empresa.
- **Quinta S (Mantenimiento):** Trabajar constantemente de acuerdo a las normas antes establecidas para que se cree una cultura organizacional de 5S. Se debe aplicar un riguroso control para el éxito de la metodología contando con el apoyo de todos.

A continuación se presenta un cronograma de cómo se realizarán las actividades relacionadas a 5S dentro de la empresa en el periodo de 5 días laborables:

TABLA 5  
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES 5S

	CAPACITACIÓN-PLANIFICACIÓN			IMPLEMENTACIÓN	
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
8:30	Conceptos de 5's	Conceptos de 5's	Elaborar Plan de Acción	Ejecución de las 5's	Ejecución de las 5's
9:30					
10:30					
11:30					
12:30					
13:30					
14:30					
15:30					
16:30					
17:00					



### **4.3.2 Capacitación sobre la Metodología 5S**

La capacitación fue dirigida a todo el personal operativo y administrativo de la empresa y contó con el apoyo del departamento de Recursos Humanos de ABC. La capacitación duró tres días y los conocimientos sobre 5S fueron impartidos durante 3 horas diarias de 8:30 a 11:30 de la mañana. La capacitación se realizó en las oficinas de la empresa XYZ.

En la capacitación se impartieron conocimientos sobre 5S orientados a entender y familiarizarse con la metodología, los conceptos que se abarcaron fueron: objetivos de 5S, qué es 5S, en qué consiste el proceso de 5S, cuales son las ventajas de aplicar 5S, explicación general de cómo aplicar 5S. Luego de finalizada la capacitación, al tercer día se realizó una pequeña evaluación con el fin de comprobar si el personal tanto operativo como administrativo había entendido la metodología 5S y poseía una idea de lo que se buscaba aplicar dentro de la empresa.

### 4.3.3 Planificación de 5S

Durante el tercer y último día de la capacitación se elaboró un Plan de Acción a seguir para ejecutar la implementación de las 5S dentro de la planta. Tabla 6.

Este Plan de Acción tomó lugar durante los dos últimos días de la semana ocupando toda la jornada laboral de 8 horas con el fin de aplicar con calma y cuidado cada una de las 5S. La implementación de las 5S se llevó a cabo en un plazo relativamente corto, 2 días, debido a que el área de la planta en la cual se iba a ejecutar la metodología es pequeña y también tomando en cuenta que solo existe un único proceso productivo en la elaboración del aluminio maderado.

Durante la planificación se determinó que antes de la ejecución de cada una de las 5S se verificaría que se cuente con los recursos necesarios para su correcta aplicación.

TABLA 6  
PLAN DE ACCIÓN 5S

PLAN DE ACCIÓN.		
	JUEVES	VIERNES
8:30	Primera S: Identificar y etiquetar lo que no es necesario	Cuarta y Quinta S: Reunión entre personal operativo y administrativo para elaborar políticas y reglamentos que ayuden y permitan mantener los cambios realizados.
9:30		
10:30		
11:30	Segunda S: Organizar herramientas, maquinarias e implementos	
12:30	Tercera S: Limpieza de la planta y eliminación de objetos innecesarios	
13:30		
14:30		
15:30		
16:30		
17:00		

#### 4.3.4 Primera S (Clasificación)

##### ➤ Planificación

Para aplicar la primera S se utilizó el método de las tarjetas, dicho método consiste en colocar una tarjeta roja en todos aquellos objetos y materiales que se encuentren dentro de la empresa y que no aporten ningún tipo de beneficio dentro de la línea del proceso productivo y colocar una tarjeta de color azul a todos aquellos objetos que son útiles y que pueden ser empleados pero están mal ubicados.

➤ **Recursos**

Para la elaboración de las tarjetas rojas se utilizaron 3 pliegos de cartulina roja para elaborar las tarjetas, de igual manera para las tarjetas azules y 5 metros de piola para añadirlos a las tarjetas y poder colgarlas. El formato de las tarjetas empleadas se muestra en la Figura 4.3.

La tarjeta roja mostrada en la Figura 4.3 consta de 4 áreas a ser llenadas, estas son: **nombre del artículo**, aquí se escribe el nombre del objeto que se va a etiquetar; **categoría**, se selecciona la clase a la cual el objeto pertenece; **destino**, se refiere a qué se va a hacer con el objeto si va a ser desechado por completo o si es de utilidad para ABC o WW y se lo puede trasladar; finalmente **firma autorizada** hace referencia a la firma de la persona encargada de el proceso de 5's.

TARJETA ROJA.	TARJETA AZUL.
<b>Nombre del Artículo:</b> _____	<b>Nombre del Artículo:</b> _____
<b>Categoría:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Maquinaria</li> <li>2. Accesorios y herramientas</li> <li>3. Perfiles dañados</li> <li>4. Perfiles sobrantes</li> <li>5. Implementos de apoyo</li> <li>6. Desperdicios</li> <li>7. Otros _____</li> </ul>	<b>Categoría:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Maquinaria</li> <li>2. Accesorios y herramientas</li> <li>3. Perfiles dañados</li> <li>4. Perfiles sobrantes</li> <li>5. Implementos de apoyo</li> <li>6. Otros _____</li> </ul>
<b>Destino:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> ELIMINAR</li> <li><input type="checkbox"/> ENVIAR A _____</li> </ul>	<b>Destino:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> REUBICAR _____</li> <li><input type="checkbox"/> ORGANIZAR</li> </ul>
<b>Firma Autorizada:</b> _____	<b>Firma Autorizada:</b> _____

FIGURA 4.3 FORMATO DE TARJETAS

La tarjeta azul mostrada en la Figura anterior consta, al igual que la roja, de 4 áreas a ser llenadas, estas son: **nombre del artículo**, aquí se escribe el nombre del objeto que se va a etiquetar; **categoría**, se selecciona la clase a la cual el objeto pertenece; **destino**, se refiere a qué se va a hacer con el objeto si va a ser reubicado en otra área de la planta o si se mantiene en la misma ubicación pero falta organización en el

área; y finalmente **firma autorizada** hace referencia a la firma de la persona encargada de el proceso de 5's.

➤ **Ejecución de la Primera S**

Para la ejecución de la Primera S se utilizaron las tarjetas rojas y azules para identificar aquellos objetos innecesarios y mal organizados. El periodo de tiempo destinado a realizar esta actividad fue de 2 horas.

Los operarios que forman parte de la planta tomaron un grupo de tarjetas rojas y azules y se recorrieron las distintas partes del galpón donde está instalada la planta colocando las tarjetas según su criterio. Esta actividad empezó a las 8:40 de la mañana y terminó el mismo día a las 10:30 am. Aquí se etiquetaron todos los objetos innecesarios existentes dentro del área y aquellos que eran útiles pero que estaban en lugares inapropiados o desordenados.

La actividad fue supervisada por el Jefe de Planta quien también colaboró en la actividad haciéndose cargo de colocar

las tarjetas rojas y azules en la bodega de accesorios de la planta.

Una vez que se finalizó de colocar las tarjetas se procedió a separar todos los objetos marcados con tarjetas rojas y se colocaron en un área señalada en ese momento. Luego de transportados todos los objetos que correspondían a esta área se analizaron las tarjetas rojas colocadas para determinar cuál sería el fin de cada objeto.

La Tabla 7 muestra los resultados luego de la tabulación de las tarjetas rojas y la información de las mismas. En la Tabla 8 se aprecia los resultados de las tarjetas azules, objetos que en una siguiente etapa serán ordenados y reubicados según corresponda.

**TABLA 7**  
**TARJETAS ROJAS COLOCADAS**

<b>Nº de Tarjeta</b>	<b>Objeto</b>	<b>Cantidad</b>
1	Cartones en mal estado	6
2	Separadores metálicos	40
3	Plásticos viejos	13
4	Cuchillas oxidadas	3
5	Tubos plásticos	7
6	Retazos de perfiles blancos	24
7	Tablas de madera	5
8	Cartón con esquineros plásticos	1
9	Latas de grasa y aceites	3
10	Botellas plásticas	4
11	Aerosoles de pintura	5
12	Clavos oxidados	7
13	Fundas con pintura en polvo viejas	2
14	Retazos de vidrio	20
15	Botellas con líquidos sin identificar	9
16	Pallets dañados	2

**TABLA 8**  
**TARJETAS AZULES COLOCADAS**

<b>Nº de Tarjeta</b>	<b>Objeto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Destino</b>
1	Llaves Inglesas	10	Organizar
2	Rollos de cinta vacíos	5	Organizar
3	Guantes viejos	12	Organizar
4	Forro de bandejas	5	Organizar
5	Abrazaderas	2 Paq	Reubicar en la bodega
6	Llave hexagonal	1	Organizar
7	Cinta métrica (8 m)	1	Reubicar en la mesa
8	Retazos de perfiles quemados	22	Reubicar en percha
9	Galón de aceite para máquina	1	Reubicar en la bodega
10	Cartón con accesorios de ventana	1	Reubicar en la bodega
11	Mesa de apoyo	1	Organizar
12	Planchas metálicas de la máquina	6	Reubicar en la bodega
13	Paquetes en las perchas	-	Organizar
14	Perfiles dañados	-	Organizar
15	Perfiles sobrantes	-	Organizar
16	Devoluciones	-	Organizar
17	Planchas de Playwood	3	Organizar



Como se puede apreciar en la Tabla 7 se colocaron un total de 16 tarjetas rojas a 151 objetos varios cuyo destino en su mayoría fue eliminarse debido a que no aportaban ningún beneficio al proceso productivo y en ocasiones interrumpía el trabajo de los operadores. Luego de obtener los resultados anteriores se presentaron a la gerencia para su aprobación sobre el destino final que tendrían todos los objetos marcados con tarjetas rojas. Finalmente, una vez que todo se aprobó los objetos etiquetados de rojo fueron dispuestos según lo que se había determinado en la reunión.

TABLA 9

## DISPOSICIÓN FINAL DE LOS OBJETOS ETIQUETADOS

Nº de Tarjeta	Objeto	Cantidad	Destino
1	Cartones en mal estado	6	Eliminado
2	Separadores metálicos	40	Enviado a P. Polvo
3	Plásticos viejos	13	Eliminado
4	Cuchillas oxidadas	3	Eliminado
5	Tubos plásticos	7	Enviado a WW
6	Retazos de perfiles blancos	24	Eliminado
7	Tablas de madera	5	Eliminado
8	Cartón con esquineros plásticos	1	Enviado a WW
9	Latas de grasa y aceites	3	Eliminado
10	Botellas plásticas	4	Eliminado
11	Aerosoles de pintura	5	Eliminado
12	Clavos oxidados	7	Eliminado
13	Fundas con pintura en polvo viejas	2	Permanece
14	Retazos de vidrio	20	Enviado a WW
15	Botellas con líquidos sin identificar	9	Eliminado
16	Pallets dañados	2	Eliminado

En la Tabla 9 se observa la disposición final de todos los objetos marcados con tarjetas rojas. Aquellos objetos que debían ser eliminados fueron eliminados, los otros trasladados a las áreas recomendadas para que les den un uso adecuado y uno de los objetos marcados se mantuvo. De los 151 objetos marcados con tarjeta roja se puede observar que 79 de ellos fueron eliminados, es decir el 52% del total mientras que el 46% se envió a otras áreas de trabajo ajenas a la planta, y un 2% sobrante permaneció en la planta. Este 2% corresponde a las fundas de pintura en polvo viejas que la gerencia optó por reubicarlas en la bodega en lugar de botadas debido a que eran muestras de otras tonalidades de madera que el proveedor de pintura le había enviado en alguna oportunidad.

TABLA 10

## RESUMEN DE TARJETAS ROJAS

Objetos Eliminados	79
Objetos movidos a otras áreas	70
Objetos que permanecen	2

Finalmente, en la Tabla 10 se observa el resumen de las tarjetas rojas que se emplearon durante esta etapa del

proceso 5S. Aquello marcado con tarjetas azules será tratado en la siguiente etapa de la metodología.

#### **4.3.5 Segunda S (Orden)**

##### **➤ Planificación**

Luego de la aplicación de la técnica de las tarjetas, en la planta se notaba más espacio dentro de las diferentes áreas pero el desorden aún existía. Mediante las tarjetas rojas se separó y eliminó todos los objetos innecesarios y por medio de las tarjetas azules se señaló todo aquello que debía ser ordenado. Además de la reorganización de las diferentes áreas de la planta, también se decidió identificar y ordenar todas las perchas de producto terminado para mejorar tanto el control de inventario como la realización de los despachos.

##### **➤ Recursos**

Para la identificación de las perchas se utilizaron etiquetas y hojas impresas en computadora con información variada que fueron colocadas en las perchas y en las paredes de la planta

para facilitar las actividades realizadas en cada una de las áreas del proceso productivo.

➤ **Ejecución de la Segunda S**

Para la ejecución de la segunda S se empezó por el reordenamiento de los objetos existentes dentro de cada área. Dentro del área que corresponde a la maquinaria se recogieron todos los implementos señalados con tarjetas azules tales como herramientas, folletos, manuales, cinta métrica y demás y se los ubicó en la mesa de apoyo con la que cuentan los operarios.

En esta mesa se colocó de manera ordenada los objetos que se deben tener a la mano debido a que su uso es bastante frecuente. En la misma se colocaron las llaves inglesas utilizadas para apretar los bastidores de la máquina cuando se aflojan debido al uso continuo, los folletos de los perfiles más utilizados y un manual master que contiene todos los perfiles elaborados por el proveedor, aquí también se ubicaron los rollos de cinta film stretch utilizada para empacar, los rollos vacíos y guantes viejos debido a que son necesarios para

solicitar la reposición de los mismos, la cinta métrica, cinta scotch, cinta de papel, frasco con sileno (solvente usado en el control de calidad) y el botellón con agua usado por los operadores. Esta mesa se ubicó cerca del área de pintura por ser un lugar donde había espacio para colocarla y de fácil acceso para las diferentes áreas en caso de necesitar algún implemento de la misma. Figura 4.4.



FIGURA 4.4 MESA DE APOYO ANTES DE LA SEGUNDA “S”



FIGURA 4.5 MESA DE APOYO DESPUÉS DE LA SEGUNDA  
“S”

En el área de empaque se adecuó también una segunda mesa de apoyo larga de 7 metros de largo para colocar el plástico y el papel cortados a la medida de los perfiles (6.4 m) para ser utilizados en el momento del empaque. Figura 4.6.



FIGURA 4.6 SEGUNDA MESA DE APOYO

El punto más crítico en cuanto al desorden ocurre en el empaque de perfiles y la organización de las perchas. Es por ello que se procedió a numerar las perchas del 1 al 5 como primer paso. A continuación se elaboró una lista de todos los modelos de perfiles que se maderan y se les asignó una percha; la percha número 1 se asignó para ubicar todos los perfiles que tengan defectos, que correspondan a devoluciones, que sean sobrantes o que aún no estén procesados. Se colocó una pequeña etiqueta que indicaba donde ubicar los perfiles de acuerdo a su condición.



FIGURA 4.7 PERCHA DE ALMACENAMIENTO ANTES DE  
LA SEGUNDA “S”

En las demás perchas no se colocaron estas etiquetas pero se pegaron en las paredes la lista indicando cada tipo de perfil en que percha iba a estar ubicado. La lista se realizó tomando en cuenta las líneas a las que pertenecían cada perfil, es decir agrupados de acuerdo al tipo de ventana, puerta, o grupo al que corresponden. A continuación se procedió a sacar todos los paquetes de perfiles de sus ubicaciones actuales para ser colocados en sus nuevos lugares dentro de las perchas.



FIGURA 4.8 PERCHA DE ALMACENAMIENTO DESPUÉS  
DE LA SEGUNDA “S”

Para que los operadores no tengan problemas al momento de identificar los perfiles, a cada uno de los operadores se les



entregó un folleto de los perfiles más utilizados en el proceso productivo para que los conozcan y se familiaricen con ellos, con el propósito de que puedan identificarlos cada vez con mayor facilidad y no ocurran confusiones entre perfiles al momento de la pintura y el empaque.

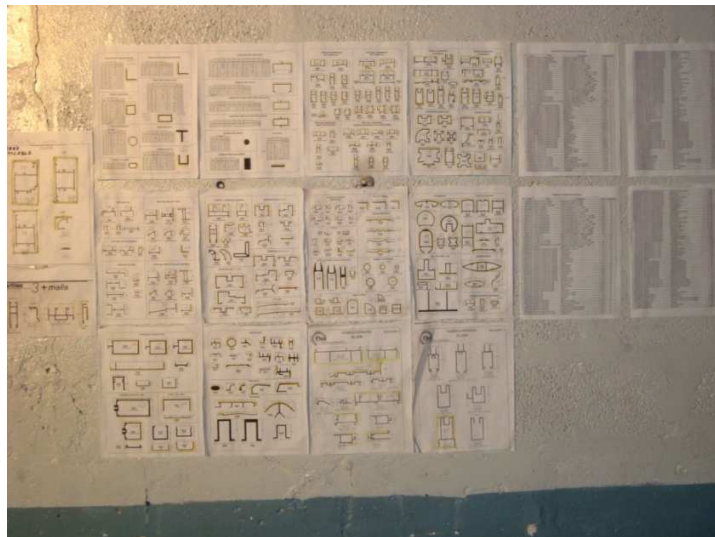


FIGURA 4.9 LISTA DE PERFILES Y SU UBICACIÓN

Se reubicó dentro de la bodega de accesorios aquellos objetos marcados con tarjetas azules que debían ser colocados dentro de la misma como paquetes de abrazaderas, aceite, grasa de alta temperatura y demás objetos que fueron marcados con las tarjetas azules para ser

reubicados dentro de la bodega. Se procedió a ordenar las cajas de los accesorios de ventana destinados a la venta, las cajas de pintura en polvo usadas por la máquina, los repuestos y partes de la máquina.

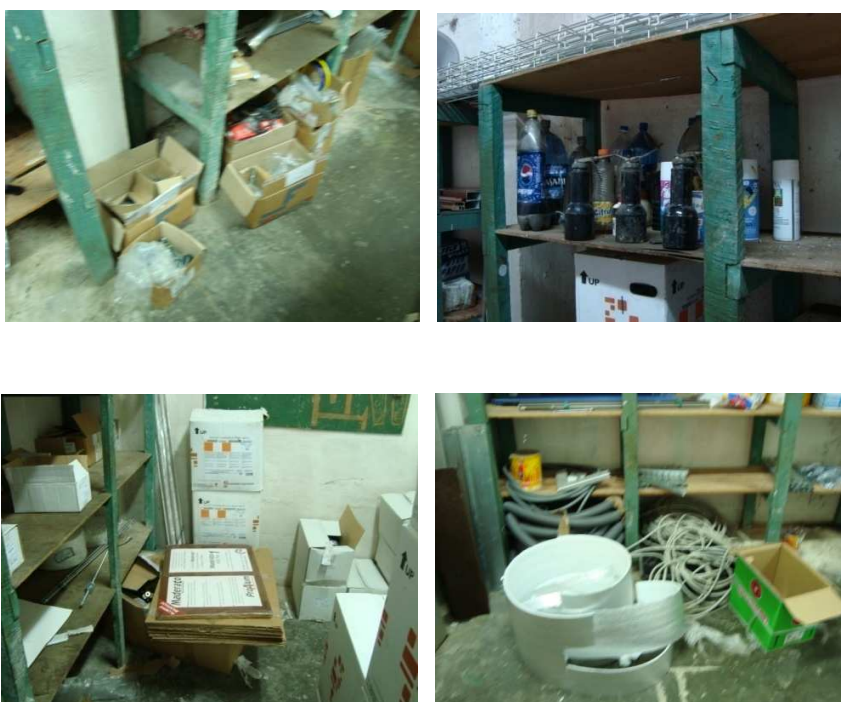


FIGURA 4.10 BODEGA DE ACCESORIOS ANTES DE  
SEGUNDA “S”



FIGURA 4.11 BODEGA DE ACCESORIOS DESPUÉS DE  
SEGUNDA “S”

➤ **Evaluación.**

Luego de implementar la Segunda S, se alcanzó una mejor organización dentro de la planta y se observó mayor rapidez al momento de alcanzar los implementos en los momentos cuando estos son necesarios. Los operarios encontraban aquello que necesitaban con mayor facilidad y no se dieron pérdidas de tiempo innecesarias.

El despacho resultó mayormente beneficiado, anteriormente los despachos tomaban de 20 a 60 minutos dependiendo de la cantidad de paquetes, esta demora excesiva de tiempo se daba porque al no estar ordenadas las perchas los paquetes eran ubicados aleatoriamente y al momento de despachar se perdía tiempo buscando el paquete y en ocasiones no se encontraba lo que se buscaba aún cuando estaba en una de las perchas.

Luego de ordenados los paquetes en las perchas asignadas, los despachos se redujeron de 10 a 30 minutos dependiendo del tamaño del despacho; es decir un 50% menos del tiempo que antes demoraba despachar el material. Se espera que a mediano plazo estos tiempos se reduzcan aún más una vez que los operarios vayan familiarizándose con la ubicación de cada modelo de perfil en las perchas.

De igual manera se vio beneficiado el control de los perfiles a los que se les da el acabado de madera, gracias al uso de los folletos cada operario poco a poco se ha ido familiarizando con los modelos de perfiles y su identificación al momento de

darles el acabado en madera y al momento del empaque eliminando así confusiones y errores en el empackado y facilitando la labor de llevar el control del inventario existente en las perchas.

#### **4.3.6 Tercera S (Limpieza)**

##### **➤ Planificación**

Para implementar esta parte de la metodología se determinó utilizar 3 herramientas, la primera realizar una limpieza profunda de cada una de las áreas de la planta, segundo elaborar un Mapa 5S y finalmente un checklist de limpieza para tener la certeza de que no se escapa ningún área por limpiar.

##### **➤ Recursos**

Para la limpieza de la planta se utilizaron escobas, recogedores de basura, un tanque metálico usado como tacho de basura y tela pañal. Para la elaboración del mapa 5S se desarrolló el modelo en computadora y se imprimió para ser colocado en la planta; finalmente el checklist también

fue hecho a computadora e impreso para ser entregado al supervisor de planta para revisar que la limpieza abarque todas las áreas.

➤ **Implementación**

Cada operador se encargó de limpiar primeramente su puesto de trabajo para luego continuar con el resto de las áreas, se procedió a barrer todo el piso de la planta; en el área de la máquina se limpió debajo y encima del horno debido a que tiende a acumularse bastante polvo y suciedad arrastrada por los ventiladores propios del horno; se procedió a recoger papeles y basura regados en la planta. Se utilizó la tela pañal para limpiar la máquina, los bastidores, los medidores de temperatura, paneles eléctricos, quemadores del horno y finalmente se hizo una limpieza dentro del horno, aquí también tiende a acumularse en las paredes suciedad y pintura en polvo excedente de los perfiles que se pintan.



FIGURA 4.12 ÁREA DE EMPAQUE ANTES DE LA TERCERA  
“S”

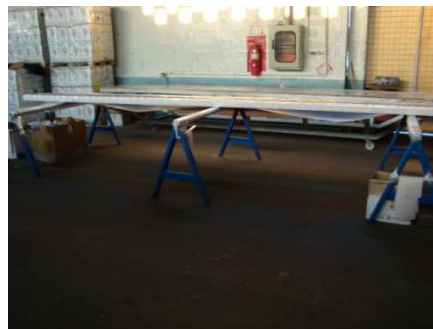


FIGURA 4.13 ÁREA DE EMPAQUE DESPUÉS DE LA  
TERCERA “S”

También se hizo una limpieza rápida de la bodega de accesorios, la bodega estaba bastante limpia por ende dicha limpieza consistió simplemente en barrer el piso de la misma y recoger cualquier desperdicio que se encontrase en ese momento en el área.

Paralelamente se elaboró el Mapa 5S designándose de manera gráfica las áreas de la planta y los responsables de la limpieza de cada una de ellas. Este mapa fue colocado en la planta en un lugar visible y de fácil acceso a cualquier persona de desee revisarlo.

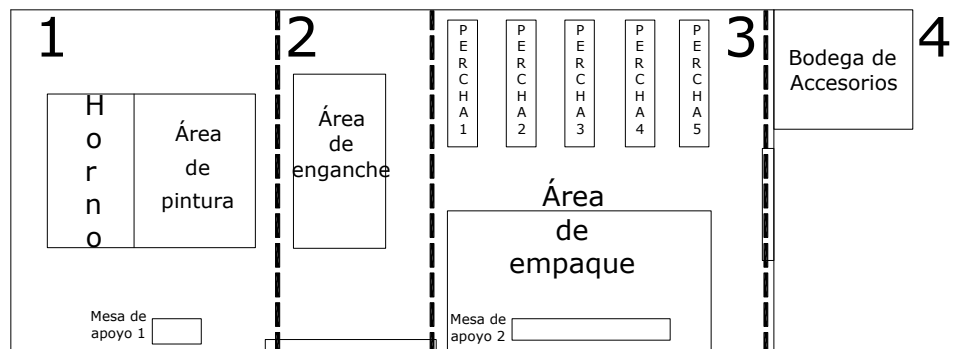


FIGURA 4.14 MAPA 5S

Del área 1 correspondiente al área de pintura los responsables son los operarios 1 y 2; del área 2 de enganche los operarios 3 y 4; del área 3 de empaque los operarios 5 y 6 y finalmente del área 4 el responsable es el supervisor de planta puesto que es él quien tiene acceso a la bodega de accesorios. Luego de la elaboración del Mapa 5S se procedió a crear y entregar al supervisor de planta un checklist de limpieza que debe ser revisado cada vez que se vaya a



realizar limpieza en la planta para mantenerla limpia y libre de desperdicios; de igual manera con la máquina y el horno.

➤ **Evaluación**

Luego de la limpieza hecha dentro de la planta y la creación del Mapa 5S y el checklist de limpieza, el aspecto de las instalaciones mejoró bastante, las diferentes áreas se veían ordenadas y aseadas sin desperdicios ni objetos que causen una mala impresión a las personas que visitan las instalaciones. De igual manera la máquina y el área que esta misma ocupa se observó limpia, los paneles eléctricos y medidores estaban limpios y se logra visualizar claramente los valores que indican.

#### **4.3.7 Cuarta S (Estandarización)**

Como se mencionó anteriormente, se elaboró un mapa 5S con el propósito de dejar constancia de quienes son los responsables de cada área y del orden y limpieza de las mismas. La planta se dividió en 4 áreas y se especificó a cada operario cual era su área de responsabilidad y cómo debía de ser mantenida siguiendo

siempre los parámetros utilizados durante la aplicación de la 1S, 2S y 3S. Para verificar el cumplimiento de la 1S (Clasificación) se realizará trimestralmente el método de las tarjetas con el propósito de eliminar y reorganizar aquellos objetos que en el momento de la inspección se los clasifique como no útiles o mal ubicados.

Para la 2S (Orden), como se mencionó anteriormente, se elaboraron listas que hacen referencia a la ubicación de los perfiles en las perchas según el sistema al que pertenecen. Apéndice A. De igual manera se entregaron folletos a los operadores para que se familiaricen más con los diferentes perfiles de aluminio utilizados y así eliminar errores al momento de identificar los mismos ya sea durante el proceso de pintura o durante el empaque. Apéndice B. Se elaboró una lección de un punto para cada actividad que requiera mantener un orden adecuado dentro de la planta, este formato permitirá al operador a tener en cuenta los aspectos más importantes del orden dentro de la planta para evitar errores y confusiones a futuro. Apéndice C.

Para la 3S (Limpieza) se elaboró un checklist de limpieza que semanalmente, todos los lunes, será entregado al supervisor de

planta para que el mismo lleve el registro semanal y revise el cumplimiento de las actividades asignadas en el periodo en que deben de ser llevadas a cabo. Este checklist permite llevar un control sobre las actividades que se deben realizar y evitar que por descuido alguna de las mismas se pase por alto. Apéndice D.

#### **4.3.8 Quinta S (Disciplina)**

La implementación de la quinta S, disciplina, resulta ser la más difícil de realizar debido a que es necesario un cambio cultural por parte de los operadores y del personal en general. Sin embargo, algo positivo es que los operadores son gente joven que empezaron junto con la empresa, por lo cual no presentan mucha resistencia a los cambios que se han realizado y siempre están dispuestos a ayudar en lo que se les necesite y aprender cosas nuevas.

El hacer que todo lo realizado dentro de las anteriores 4S se convierta en parte de su actividad diaria se alcanzará solo con el tiempo; para ello se ha optado por el uso a futuro de letreros, carteles y afiches que hacen alusión a la metodología 5S que con el tiempo serán colocados en diferentes áreas de la planta a vista

de todos y que sirvan como un recordatorio de la metodología 5S con el fin de conservar las cosas tal y como quedaron luego de la implementación de la misma. Figura 4.15.



FIGURA 4.15 EJEMPLO DE CARTELES ALUSIVOS A 5S PARA COLOCAR EN LA PLANTA

También se ha planteado la opción a futuro de optar por incentivos varios para los operadores de manera mensual siempre y cuando se mantengan los estándares de 5S establecidos anteriormente. Dichos incentivos podrían ser de carácter económico, convivencias, mañana deportiva, o algún tipo de actividad recreativa para el personal. Esto será definido en su momento mediante una reunión con la directiva de la empresa.

De igual manera se planea dictar trimestralmente talleres o charlas referentes a la metodología implementada y otras técnicas

de Producción Esbelta con el fin de refrescar y actualizar los conocimientos actuales y adquirir nuevos que permitan mejorar las actividades dentro de la planta. Los temas a ser tratados en estas charlas serán definidos en conjunto con la directiva se presenta en el Apéndice E a manera de un cuadro anual los meses en los cuales las charlas se llevarán a cabo. Por el momento se ha designado únicamente los meses en que se van a dictar las charlas, la fecha exacta en que se lleven a cabo se determinará dependiendo de cómo esté planificada la producción de ese mes.

#### **4.3.9 Medición de Indicadores**

Luego de la implementación de la metodología de 5S, se procedió a comparar indicadores antes y después de la implementación para determinar si a raíz de las 5S se presentaron cambios positivos para la empresa. Los parámetros que se tomaron en cuenta fueron: Tiempo de búsqueda de perfiles, Tiempo de despacho, Errores entre perfiles y Errores de inventario.

➤ **Tiempo de Búsqueda de Perfiles**

Luego de realizar la reorganización de todos los paquetes de perfiles en las perchas, la señalización en las perchas y las listas colocadas en las paredes de la planta indicando cómo empacar y donde almacenar los perfiles, se observó una disminución en el tiempo promedio que se demora una persona en encontrar un determinado paquete en las perchas.

Antes de la implementación de 5S la búsqueda de un paquete en particular tomaba en promedio unos 3,17 minutos debido al sistema aleatorio de almacenamiento utilizado anteriormente, ahora después de 5S el tiempo de búsqueda es de 0.94 minutos gracias a que los operadores ya conocen donde va cada perfil, pueden localizarlo con facilidad cuando es necesario. La Tabla 11 muestra un resumen de los resultados obtenidos de la medición de tiempos. En el Apéndice F se muestran los tiempos obtenidos de la medición de tiempos en la búsqueda de perfiles antes y después de 5S.

TABLA 11  
 RESULTADOS DE TOMA DE TIEMPOS DE BÚSQUEDA  
 DE PERFILES ANTES Y DESPUÉS DE 5S

	Antes de 5S	Después de 5S
<b>Tamaño de muestra</b>	30	30
<b>Total (min)</b>	94,95	28,24
<b>Promedio (min)</b>	3,17	0,94
<b>Desviación</b>	0,76	0,56

➤ **Tiempo de Despacho**

Gracias a la reorganización de las perchas, la ubicación fija que se asignó a cada uno de los diferentes tipos de perfiles maderados en la empresa, los tiempos de despacho han disminuido considerablemente. Mediante las medidas implementadas a través de 5S, como se vio anteriormente, la búsqueda de los paquetes en las perchas es mucho más rápida, esto ha ayudado a que los despachos a su vez sean también más rápidos.

La disminución en el tiempo de despacho ha resultado beneficioso para mejorar el empaque, debido a que quienes hacen generalmente los despachos son los empacadores,

anteriormente debido al tiempo que se demoraban en despachar los paquetes se veía afectado en empaque motivo por el cual se tenía bastante material terminado pero sin empacar causando así que los despachos a los clientes se demoren más de que preveía.

Ahora al haber disminuido el tiempo de despacho, el empaque se ha vuelto más rápido y se termina de empacar el producto terminado en menor tiempo que antes de 5S. Otro beneficio que se obtuvo es que se podían hacer más despachos y cumplir más rápido con los pedidos hechos por los clientes. La Tabla 12 muestra un resumen de los resultados obtenidos de la medición de tiempos, al hacer la toma de tiempos los despachos se clasificaron en despachos pequeños (de hasta 15 paquetes) y despachos grandes (de 15 en adelante) con el fin de obtener resultados que se asemejen más a la realidad. En el Apéndice G se muestran los tiempos obtenidos de la medición de tiempos de despacho antes y después de 5S.



TABLA 12  
 RESULTADOS DE TOMA DE TIEMPOS DE DESPACHO  
 ANTES Y DESPUÉS DE 5S

<b>DESPACHOS PEQUEÑOS</b>		
	<b>Antes de 5S</b>	<b>Después de 5S</b>
<b>Tamaño de muestra</b>	30	30
<b>Total (min)</b>	767,00	368,00
<b>Promedio (min)</b>	25,57	12,27
<b>Desviación</b>	5,58	2,88

<b>DESPACHOS GRANDES</b>		
	<b>Antes de 5S</b>	<b>Después de 5S</b>
<b>Tamaño de muestra</b>	30	30
<b>Total (min)</b>	1513,00	731,00
<b>Promedio (min)</b>	50,43	24,37
<b>Desviación</b>	8,45	4,95

➤ **Errores en el Inventario y en la Identificación de Perfiles**

Los conocimientos impartidos sobre los perfiles que se manejan han ayudado a mejorar el control en el inventario puesto que al eliminarse los errores durante el empaque, el supervisor de planta lleva un mayor control de las existencias reales que hay en las perchas lo cual permite hacer una reposición de perfiles adecuada, ver si están completas las diferentes líneas que se manejan, cumplir

rápidamente con los pedidos de los clientes, se evita el envío incorrecto de perfiles a los clientes y la revisión del inventario real comparado con el sistema computacional presente pocas variaciones.

Se estableció utilizar una especie de inventario cíclico para revisar mensualmente las existencias de los perfiles que tienen más rotación para la empresa y hacer una revisión de lo real versus las cantidades teóricas que aparecen en el sistema. Aquellas cantidades que se registran en el sistema de lo enviado por el proveedor deben ser iguales a las cantidades empacadas más perfiles dañados y perfiles sobrantes. Durante las revisiones hechas los últimos meses de manera cíclica no se encontraron diferencias entre lo real y lo teórico, es decir las cantidades de los perfiles cuadraron sin presentar mayores complicaciones.

#### **4.4 Mantenimiento Total Productivo (TPM)**

La implementación del TPM para la máquina de producción de perfiles maderados se basará en 4 fases las cuales son: Identificación de las condiciones actuales de los equipos, Mejorar la vida del equipo, Planear el mantenimiento para mantener las condiciones del equipo y finalmente Predecir la vida de los equipos.

##### **4.4.1 Identificación de las Condiciones Actuales**

Como ya se analizó en el capítulo anterior, a través del Diagrama de Ishikawa se determinaron los problemas actuales que hacen referencia a las máquinas que participan en el proceso productivo de perfiles de aluminio maderados. Los problemas que se detectaron fueron:

- Falta de conocimientos mecánicos – eléctricos.
- Daños en el horno de curado.
- Mantenimiento correctivo cuando es necesario.
- Fallas en el tambor (rodillo serigráfico)
- Descuadre de la cadena de transporte.
- Falla de sensores del tambor.

- Atascamiento de la tolva.
- Falta de herramientas e implementos mecánicos.
- Falta de un Mantenimiento Preventivo.

Para mejorar estos problemas se optó por implementar un Mantenimiento Autónomo, este mantenimiento es realizado por el operador de la máquina y permite una detección temprana y corrección de problemas, identificar y eliminar factores de deterioro, compartir responsabilidades entre todos los involucrados en el proceso productivo. Para la implementación del Mantenimiento Autónomo se necesita de 3 pasos: Restaurar los equipos, establecer estándares y realizar inspecciones.

Para Restaurar los equipos se inició con un análisis de la condición actual de la maquinaria, para esto se organizó junto con los operadores 2 grupos de trabajo y se elaboró un formato para hacer el análisis mencionado. Figura 4.16.

<b>ANÁLISIS DE CONDICIÓN ACTUAL DE EQUIPOS</b>	
<b>Grupo:</b> _____	<b>Descripción del equipo:</b> _____
<b>Fecha:</b> _____	<b>Evaluado por:</b> _____
<b>Observaciones:</b>	_____
	_____
	_____
	_____
	_____
<b>Limpieza:</b>	_____
	_____
	_____
<b>Comodidad de la operación:</b>	_____
<b>Seguridad:</b>	_____

FIGURA 4.16 FORMATO DE ANÁLISIS DE LA  
CONDICIÓN ACTUAL DE EQUIPOS

A través de estos formatos los grupos analizaron los equipos de la siguiente manera: grupo 1 se encargó de las áreas de pintura y del horno, mientras el grupo 2 se encargó de los taladros, troqueles y aspiradora. Los resultados obtenidos se muestran en el Apéndice H.

Luego de este análisis de las condiciones actuales de los equipos se coordinó junto al personal mecánico y eléctrico el arreglo de aquellas fallas detectadas y que a la larga influían en el

funcionamiento óptimo de la máquina. Los operadores tomaron parte en las reparaciones hechas y el personal mecánico y eléctrico les indicó la manera correcta de proceder frente a cada situación presentada.

Luego de las reparaciones antes mencionadas se procedió a elaborar una Tabla de Clasificación TPM con el fin de calificar la situación inicial que existía versus la situación final luego de las reparaciones y correcciones respectivas, las calificaciones van dentro de un rango entre 1 y 5, siendo 5 una condición excelente y 1 una condición pobre. Tablas 13 y 14.

Luego de las Tablas de Clasificación de TPM elaboradas por cada grupo, mediante una Hoja de Calificación se determinó la calificación alcanzada según las condiciones de los equipos analizados, se especificó cuáles ítems tenían una calificación baja, los motivos de la misma y las posibles mejoras. Figura 4.17.

TABLA 13  
TPM TABLA DE CLASIFICACIÓN GRUPO 1

TPM TABLA DE CLASIFICACIÓN				
			Grupo:	1
Categoría	Ítem	Clasificación (0) Pobre, (5) Bueno	Calificación (Antes)	
GENERAL	1	Equipo libre de suciedad, polvo, viruta	5	
	2	Pernos, tuercas y tornillos bien ajustados	3	
	3	Objetos cercanos al equipo son útiles	5	
	4	La cubierta del panel de control está limpia y en buenas condiciones	2	
	5	El tambor y la tolva están limpios	4	
ELÉCTRICA	6	Cables eléctricos están revestidos y conexiones ajustadas	4	
	7	Switches, paneles y medidores están limpios, rotulados y operables	3	
	8	Todos los sensores están operativos y en buenas condiciones	3	
LUBRICACIÓN	9	Retenedores de aceite de los bastidores están limpios y en niveles correctos	3	
	10	La mesa niveladora está debidamente engrasada	3	
	11	Las toveras que distribuyen aceite están funcionales y en buenas condiciones	4	
	12	Medidor de presión de gas en buenas condiciones	3	
LUGAR DE TRABAJO	13	Espacio de trabajo ordenado - herramientas y folletos de trabajo	5	
	14	No existen salpicaduras y excesos de aceite	2	
	15	Área de trabajo limpia, barrida & marcada	5	
	16	Iluminación en buenas condiciones	5	
	17	Herramientas de limpieza al alcance del operador	5	
	18	Solo el material necesario está en el sitio de trabajo	5	
CONTROL	19	Existe un planificación diaria de limpieza	5	
	20	La información del equipo está actualizada y visible	2	

TABLA 14  
TPM TABLA DE CLASIFICACIÓN GRUPO 2

TPM TABLA DE CLASIFICACIÓN				
			Grupo:	2
Categoría	Ítem	Clasificación (0) Pobre, (5) Bueno	Calificación (Antes)	
GENERAL	1	Equipo libre de suciedad, polvo, viruta	5	
	2	Las brocas de los taladros están debidamente ajustadas	4	
	3	Objetos cercanos al equipo son útiles	4	
	4	Mesas de los taladros limpias y protegidas	4	
	5	Resortes del troquel en buenas condiciones	4	
ELÉCTRICA	6	Cables eléctricos están revestidos y conexiones ajustadas	5	
	7	Switches, paneles y medidores están en buenas condiciones	5	
LUBRICACIÓN	8	Retenedores de aceite de los troqueles en los niveles adecuados	3	
LUGAR DE TRABAJO	9	Espacio de trabajo ordenado - herramientas y folletos de trabajo	5	
	10	No existen Salpicaduras y excesos de aceite	5	
	11	Área de trabajo limpia, barrida & marcada	5	
	12	Iluminación en buenas condiciones	3	
	13	Herramientas de limpieza al alcance del operador	5	
	14	Solo el material necesario está en el sitio de trabajo	5	
CONTROL	15	Existe un planificación diaria de limpieza	5	

HOJA DE CALIFICACIÓN		
<b>SUMA DEL TOTAL DE ITEMS:</b>	76	<b>GRUPO:</b> 1
<b>PROMEDIO:</b>	3,8	<b>FECHA:</b>
ITEM #	RAZÓN DE LA BAJA CALIFICACIÓN	MEJORA
2	Falta de mantenimiento	Revisión y ajuste semanal
4	Descuido del operador de la máquina	Limpieza diaria del panel
7	Falta rótulos que identifiquen switches, paneles, medidores y demás	Elaborar rótulos y colocarlos donde corresponda
8	Existe un sensor reparado y delicado al contacto	Colocar una protección metálica que cubra el sensor
9	Niveles próximos al mínimo aceptable	Colocar aceite nuevo hasta el nivel adecuado
10	Falta un poco de lubricación	Engrasar los tornillos de la mesa
12	Medidor de presión defectuoso	Cambiar el medidor de presión
14	Excesos de aceite en el área del horno	Regular las toveras de aceite
20	Falta de manuales de la máquina	Colocar copias de los manuales de la máquina en la planta

HOJA DE CALIFICACIÓN		
<b>SUMA DEL TOTAL DE ITEMS:</b>	67	<b>GRUPO:</b> 2
<b>PROMEDIO:</b>	4,5	<b>FECHA:</b>
ITEM #	RAZÓN DE LA BAJA CALIFICACIÓN	MEJORA
2	Brocas un poco deterioradas	Cambiar las brocas por nuevas
3	Poco de desorden	Aplicar un mayor orden dentro del área
4	Cambiar la protección de los taladros	Colocar esponjas de protección en los taladros
5	Resortes desgastados	Cambiar los resortes por nuevos
8	Nivel de aceite de los troqueles bajo	Completar aceite hasta el nivel adecuado
12	Falta mayor iluminación dentro de la planta	Cambiar las actuales por otras de mayor potencia

FIGURA 4.17 HOJA DE CALIFICACIÓN



Luego del inicio de la implementación de las mejoras, se determinó el porcentaje de desarrollo en que se encuentran las mismas y mediante el uso de un Récord de Oportunidades se expone la descripción del problema, las acciones a tomar y de una manera porcentual en qué nivel estaba cada situación antes y en qué nivel quedaron luego de las mejoras aplicadas, manejando porcentajes de 25% al 100%; siendo 25% un desarrollo pobre y 100% un desarrollo óptimo de la situación.

En la mayor parte de los problemas encontrados se observa que con las mejoras aplicadas la situación mejoró completamente, siendo únicamente los ítems 20 y 12 los que aún faltan por mejorar. En el ítem 20 falta por entregar algunos manuales para poder tener toda la información necesaria a la mano en lo referente a los equipos, con respecto al ítem 12 en el mediano plazo se va a proceder a cambiar e instalar más luminarias dentro de la planta por lo cual ese punto será atendido a futuro.

TPM - Récord de Oportunidades del equipo					
					Fecha: _____
Item No	Descripción del problema	Acción a tomar	Responsable	% Completado	
				ANTES	DESPUÉS
2	Falta de mantenimiento	Revisión y ajuste semanal	GRUPO 1	75%	100%
4	Descuido del operador de la máquina	Limpieza diaria del panel	GRUPO 1	50%	100%
7	Falta rótulos que identifiquen switches, paneles, medidores y demás	Elaborar rótulos y colocarlos donde corresponda	GRUPO 1	25%	100%
8	Existe un sensor reparado y delicado al contacto	Colocar una protección metálica que cubra el sensor	GRUPO 1	75%	100%
9	Niveles próximos al mínimo aceptable	Colocar aceite nuevo hasta el nivel adecuado	GRUPO 1	50%	100%
10	Falta un poco de lubricación	Engrasar los tornillos de la mesa	GRUPO 1	75%	100%
12	Medidor de presión defectuoso	Cambiar el medidor de presión	GRUPO 1	75%	100%
14	Excesos de aceite en el área del horno	Regular las toveras de aceite	GRUPO 1	25%	100%
20	Falta de manuales de la máquina	Colocar copias de los manuales de la máquina en la planta	GRUPO 1	25%	75%
2	Brocas un poco deterioradas	Cambiar las brocas por nuevas	GRUPO 2	50%	100%
3	Poco de desorden	Aplicar un mayor orden dentro del área	GRUPO 2	75%	100%
4	Cambiar la protección de los taladros	Colocar esponjas de protección en los taladros	GRUPO 2	75%	100%
5	Resortes desgastados	Cambiar los resortes por nuevos	GRUPO 2	75%	100%
8	Nivel de aceite de los troqueles bajo	Completar aceite hasta el nivel adecuado	GRUPO 2	50%	100%
12	Falta mayor iluminación dentro de la planta	Cambiar las actuales por otras de mayor potencia	GRUPO 2	25%	25%

FIGURA 4.18 RÉCORD DE OPORTUNIDADES

A continuación se presenta las Tablas de Clasificación anteriormente elaboradas, esta vez señalando la situación después de las acciones tomadas para mejorar. Figura 4.19.

TPM TABLA DE CLASIFICACIÓN					
				Grupo:	1
Categoría	Ítem	Clasificación (0) Pobre, (5) Bueno	Antes	Después	
GENERAL	1	Equipo libre de suciedad, polvo, viruta	5	5	
	2	Pernos, tuercas y tornillos bien ajustados	3	5	
	3	Objetos cercanos al equipo son útiles	5	5	
	4	La cubierta del panel de control está limpia y en buenas condiciones	2	5	
	5	El tambor y la tolva están limpios	4	5	
ELÉCTRICA	6	Cables eléctricos están revestidos y conexiones ajustadas	4	5	
	7	Switches, paneles y medidores están limpios, rotulados y operables	3	4	
	8	Todos los sensores están operativos y en buenas condiciones	3	4	
LUBRICACIÓN	9	Retenedores de aceite de los bastidores están limpios y en niveles correctos	3	5	
	10	La mesa niveladora está debidamente engrasada	3	5	
	11	Las toveras que distribuyen aceite están funcionales y en buenas condiciones	4	5	
	12	Medidor de presión de gas en buenas condiciones	3	4	
LUGAR DE TRABAJO	13	Espacio de trabajo ordenado - herramientas y folletos de trabajo	5	5	
	14	No existen salpicaduras y excesos de aceite	2	4	
	15	Área de trabajo limpia, barrida & marcada	5	5	
	16	Iluminación en buenas condiciones	5	5	
	17	Herramientas de limpieza al alcance del operador	5	5	
	18	Solo el material necesario está en el sitio de trabajo	5	5	
CONTROL	19	Existe un planificación diaria de limpieza	5	5	
	20	La información del equipo está actualizada y visible	2	4	

TPM TABLA DE CLASIFICACIÓN					
				Grupo:	2
Categoría	Ítem	Clasificación (0) Pobre, (5) Bueno	Antes	Después	
GENERAL	1	Equipo libre de suciedad, polvo, viruta	5	5	
	2	Las brocas de los taladros están debidamente ajustadas	4	5	
	3	Objetos cercanos al equipo son útiles	4	5	
	4	Mesas de los taladros limpias y protegidas	4	5	
	5	Resortes del troquel en buenas condiciones	4	5	
ELÉCTRICA	6	Cables eléctricos están revestidos y conexiones ajustadas	5	5	
	7	Switches, paneles y medidores están en buenas condiciones	5	5	
LUBRICACIÓN	8	Retenedores de aceite de los troqueles en los niveles adecuados	3	5	
LUGAR DE TRABAJO	9	Espacio de trabajo ordenado - herramientas y folletos de trabajo	5	5	
	10	No existen Salpicaduras y excesos de aceite	5	5	
	11	Área de trabajo limpia, barrida & marcada	5	5	
	12	Iluminación en buenas condiciones	3	3	
	13	Herramientas de limpieza al alcance del operador	5	5	
	14	Solo el material necesario está en el sitio de trabajo	5	5	
CONTROL	15	Existe un planificación diaria de limpieza	5	5	

FIGURA 4.19 TABLAS DE CLASIFICACIÓN

Luego se procedió a determinar la Eficiencia Global del Equipo (OEE). La OEE permite optimizar los procesos de producción y está relacionada directamente con los costes de operación, informa sobre las pérdidas y cuellos de botella del proceso y enlaza la toma de decisiones financiera y el rendimiento de las operaciones de planta. Para este cálculo se necesitan datos de Disponibilidad, Rendimiento y Calidad. La fórmula que permite determinar este factor es:

$$OEE = Disponibilidad * Rendimiento * Calidad$$

El valor de OEE se clasifica según como se muestra en la Figura 4.20.

Valor OEE	Clasificación
OEE < 65%	Inaceptable
65% < OEE < 75%	Regular
75% < OEE < 85%	Aceptable
85% < OEE < 95%	Buena
OEE > 95%	Excelencia

FIGURA 4.20 CLASIFICACIÓN OEE

Para realizar los cálculos respectivos para determinar el valor de la OEE del proceso productivo de la planta se tomaron en cuenta

los factores mencionados en la fórmula anterior. Para calcular la Disponibilidad se tomaron muestras de 30 datos de los tiempos de encendido del horno, apagado del horno y horas trabajadas; a continuación se calculó el promedio de cada tiempo y mediante la diferencia entre las horas trabajadas y el tiempo que se demora el horno en encender y apagar se obtuvo un promedio de las horas en que se produce. A continuación se dividió las horas en que se produce para las horas trabajadas y se obtuvo el porcentaje correspondiente a la Disponibilidad. Cálculos en el Apéndice I.

Luego se procede a realizar el cálculo del Rendimiento, para obtener este se toma una muestra de 30 datos correspondientes a la producción diaria de 30 días. Se determina el promedio de piezas producidas por día, se toma el tiempo de producción obtenido anteriormente y el tiempo de ciclo ideal indicado en el manual de la máquina. Con estos datos se procede a dividir el tiempo de ciclo ideal (h/pieza) para el resultado de la división del tiempo de operación para el promedio de piezas producidas por día. De esta operación se obtiene el porcentaje correspondiente al Rendimiento. Cálculos en el Apéndice I.

Finalmente, para determinar el porcentaje de Calidad se utilizan los mismos datos de producción empleados en el punto anterior y se utilizan las unidades no conformes correspondientes a cada día, se calculan las unidades conformes de la diferencia entre los valores antes mencionados, se saca el promedio de unidades conformes y no conformes y se determina el porcentaje de Calidad dividiendo las unidades conformes para las unidades producidas totales. Cálculos en el Apéndice I.

Con los datos de Disponibilidad, Rendimiento y Calidad se utiliza la fórmula del cálculo del OEE y se obtiene un valor igual a 64,55%, por lo tanto la pérdida de capacidad de la planta es de 35,45%. De acuerdo al cuadro de clasificación OEE este valor es Inaceptable por tanto se deben buscar medidas para mejorar el OEE de la planta.

Al analizar las 3 variables que conforman la OEE se observa que el factor calidad es bastante alto (98,92%) lo cual se acerca a las especificaciones del equipo que indican que el desperdicio debe ser no mayor al 1%.

Las mayores falencias se hallan en el factor de Disponibilidad mayormente y en menor medida en el Rendimiento. En cuanto a la Disponibilidad debido al tiempo de encendido y apagado del horno que necesariamente debe ser realizado y en cuanto al Rendimiento debido a que este factor es muy variable dependiendo principalmente del tipo de perfil al que se dé proceso (número de caras) y de paras que se presenten de vez en cuando a lo largo del proceso productivo (fallas mecánicas y/o eléctricas). Estas paras no programadas ocurren en promedio 3 horas a la semana, es decir 12 horas al mes se pierden por estos problemas.

Como una medida de mejora para el Rendimiento y la Disponibilidad se optó por realizar un Mantenimiento Preventivo. Como primer paso se elaboró un checklist de Mantenimiento Preventivo diario que será realizado día tras día por los operarios. Apéndice J.

Además de este Mantenimiento Preventivo diario más adelante se realizará un Plan de Mantenimiento Preventivo completo que tendrá repercusión directa tanto en la Disponibilidad como en el

Rendimiento. Otra medida para mejorar la Disponibilidad y disminuir el tiempo que se pierde mientras el horno llega a la temperatura adecuada, se ha solicitado y capacitado a uno de los guardias que custodian el área de la planta para que encienda el horno a las 6:45 am todos los días con el objeto de que los operadores lleguen a las 7:30 am y de inmediato empiecen a pintar los perfiles eliminando de esta manera 45 minutos sin producir como ocurría anteriormente.

#### **4.4.2 Mejoramiento de la Vida de los Equipos**

Se procedió a realizar una evaluación de las causas de las fallas para determinar a qué se deben la mayor parte de las fallas de los equipos.

Luego del análisis de las fallas históricas se encontraron las siguientes partes como causantes de las mismas:

- Quemador del horno.
- Tambor serigráfico.
- Sensores del tambor serigráfico.
- Filtro de la aspiradora.



- Cadena de bastidores.
- Banda de la mesa niveladora.
- Presión de gas.
- Presión de aire.

En la Tabla 15 se muestra las causas de las fallas de los equipos.

TABLA 15  
CAUSAS DE LAS FALLAS

Causas de las Fallas	Número de veces
Quemador del horno descalibrado	20
Tambor serigráfico bloqueado	14
Sensores del tambor desalineados	10
Filtro de la aspiradora sucio	7
Falta lubricación en los bastidores	5
Banda de mesa niveladora atorada	3
Falta de Presión del gas	1
Falta de Presión del aire comprimido	1
	<b>61</b>

De todas estas causas, las 4 primeras son las más repetitivas siendo los problemas por causa del quemador del horno los que más se presentan. En el Apéndice K se muestra un gráfico de la frecuencia de estas causas.

En la Tabla 16 se muestran las fallas que conforman aproximadamente el 80% del total de las fallas durante el proceso

productivo y las medidas a tomar para corregir estos errores. Las fallas del tambor, los sensores y del filtro de la aspiradora son de fácil solución como se expone en la Tabla 16; sin embargo en el caso del quemador del horno fue necesario contratar gente especializada para dar una adecuada calibración al horno y eliminar esta fuente de fallas.

TABLA 16  
MAYORES CAUSAS DE LAS FALLAS

	DEFECTOS	%	SOLUCIÓN
1	Quemador del horno descalibrado Tambor Serigráfico bloqueado	55,74%	Personal eléctrico especializado realizó la calibración del quemador. Limpiar con tela pañal la lente de los sensores de tambor.
2	Sensores del tambor desalineados Filtro de aspiradora sucio	27,87%	Calibrar los sensores del tambor para alinearlos correctamente Sopletear con aire comprimido el filtro de la aspiradora.
		<b>83,61%</b>	

#### 4.4.3 Planificación del Mantenimiento de los Equipos

##### ➤ Sistema de Mantenimiento Preventivo (MP)

Los operadores de la planta se encargan del mantenimiento preventivo de los equipos según como sus habilidades lo permitan.

Los operadores se encargarán de la limpieza, lubricación, inspección, ajustes y reparaciones menores de los equipos; en caso de existir casos que requieran un mayor nivel de conocimiento mecánico-eléctrico se requerirá la participación del departamento de mantenimiento de ABC.

➤ **Datos del Equipo**

Descripción: Sistema de decoración de perfiles de aluminio con un efecto madera utilizando tecnología polvo sobre polvo.

Procedencia: Italia.

Ubicación en la planta:

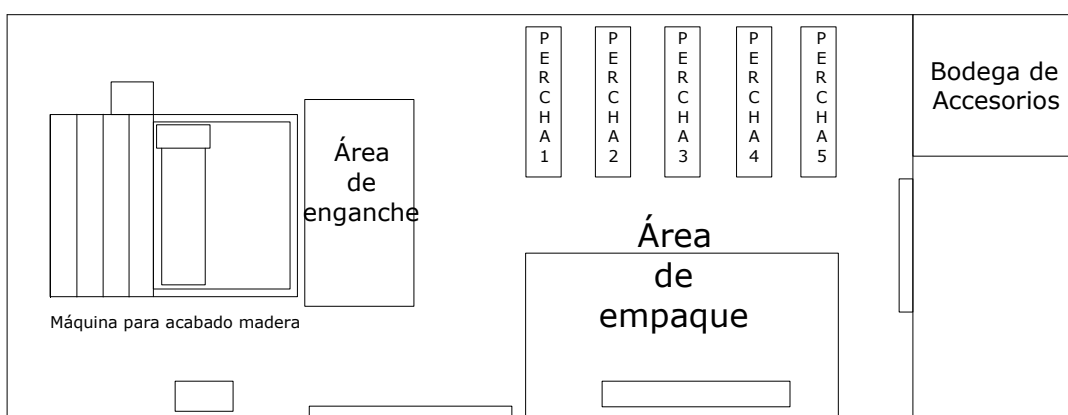


FIGURA 4.21 UBICACIÓN DEL EQUIPO PARA ACABADO MADERA

Manuales y Planos:

- Manual de Uso y Manutención.
- Manual del Sistema eléctrico.
- Planos del sistema eléctrico.

Luego de identificados los datos del equipo, se procede a realizar una lista crítica de repuestos necesarios para la máquina. Se ha optado por tener un stock mínimo de los repuestos críticos necesarios (Clasificación A) debido al alto costo de los mismos pero no se puede prescindir de ellos debido a que la máquina quedaría inoperante durante un largo periodo pues algunos de los repuestos son exclusivos fabricados en Italia. En el Apéndice L se muestra la lista elaborada.

De igual manera en conjunto con los operarios y los miembros del equipo de mantenimiento se elaboró una Estrategia de Mantenimiento Planeado especificando la actividad a realizar, la frecuencia, y el tiempo que tomaría anualmente el Mantenimiento Planeado. Se ha estimado un tiempo de 2 horas y media todos los viernes para llevar a

cabo el Mantenimiento Preventivo de acuerdo a la estrategia trazada. Apéndice M.

Se elaboró también un formato que permite llevar un historial de los mantenimientos realizados a la máquina, dicho historial permite conocer a qué parte se dio mantenimiento, que actividades se realizaron, la fecha en se llevó a cabo y la persona responsable. Apéndice N.

Adicionalmente, se elaboró un Diagrama de Gantt para tener una planificación mensual de las actividades que se van a realizar y cuando se llevarán a cabo. Apéndice O.

#### **4.4.4 Predicción de la Vida del Equipo**

Para predecir la vida del equipo se hará uso del mantenimiento predictivo, técnica para pronosticar el punto futuro de falla de un componente de un equipo, de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse justo antes de que falle. Con esto se busca que el tiempo muerto del equipo se minimice y el tiempo de vida del componente se maximice.

El Mantenimiento Predictivo se basa, comúnmente, en los siguientes análisis:

- Análisis de Vibraciones: Detectar vibraciones en el equipo, la determinación de las causas de la vibración, y la corrección del problema que ellas representan.
- Análisis de lubricantes: Busca determinar el estado del aceite, nivel de desgaste y contaminación entre otros, detectar cualquier anomalía en la máquina o lubricante.
- Análisis por ultrasonido: Busca detectar las ondas de sonido de baja frecuencia producidas por los equipos que no son perceptibles por el oído humano. Permite detectar fricción en las partes rotativas, fallas o fugas en válvulas, fugas de fluidos, etc.
- Termografía: Permite, a distancia y sin ningún contacto, medir y visualizar temperaturas de superficie con precisión. Está comprobado que una gran parte de los problemas y averías en el entorno industrial están precedidos por cambios de temperatura que pueden ser detectados mediante la monitorización de la temperatura.

Existen otras técnicas correspondientes al Mantenimiento Predictivo pero las mencionadas anteriormente son las escogidas para ser aplicadas en la planta en cuestión. Los análisis mencionados deben ser aplicados por una empresa especializada en este tipo de Mantenimiento Predictivo.

En el ámbito local, empresas como M.P.D.E, PREDICTIVA, R.E.P.A.I. se encarga de dar estos servicios a las empresas que lo solicitan, se procedió a contratar los servicios de esta última para que sean ellos los que se hagan cargo del Mantenimiento Predictivo de la planta y su maquinaria.

# CAPÍTULO 5

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Análisis Costo-Beneficio

Para realizar el Análisis Costo-Beneficio de la metodología 5S se procede a trabajar en base a los indicadores mencionados en el capítulo anterior, estos son: Tiempo de búsqueda de perfiles, Tiempo de despacho, Errores entre perfiles y Errores de inventario.

El Tiempo de búsqueda de perfiles disminuyó de 3,17 min/paquete a 0,94 min/paquete, lo cual representa un ahorro de 2,23 min/paquete, en promedio se despachan unos 50 paquetes por día lo cual indica que diariamente existe un ahorro de 111,5 min y mensualmente de 55,75



horas. Al tomar en cuenta que un operario gana \$1,5/hora se tiene que esto representa un ahorro de \$83,63 mensuales/operario.

Al mejorar el tiempo de búsqueda como se observó anteriormente, esto repercute directamente en el Tiempo de Despacho haciendo que el mismo disminuya considerablemente. Como se mencionó en el capítulo anterior, se analizó el tiempo de 2 tipos de despachos, despachos pequeños y grandes. En el primer caso (despachos pequeños) el tiempo disminuyó de 25,57 min a 12,27 minutos lo cual representa un ahorro de 13,3 min/despacho con un promedio de 3 despachos pequeños diarios, el ahorro diario es de 39,9 min y mensualmente de 19,95 horas y como se mencionó anteriormente la hora del operario es de \$1,5 por ende el ahorro es de \$29,93 mensuales/operario. En el segundo caso (despachos grandes) el tiempo disminuyó de 50,43 min a 24,37 min lo cual representa un ahorro de 26,06 min/despacho con un promedio de 2 despachos grandes por día, el ahorro diario es de 52,12 min y mensualmente de 26,06 horas, a \$1,5 la hora el ahorro es de \$39,09 mensuales/operario. En conjunto el ahorro es de \$69,02 al mes/operario.

En cuanto a los Errores en el Inventario y Errores en la identificación de Perfiles anteriormente a la metodología 5S los errores en inventario ascendían a \$1000 semestrales correspondientes a unos 200 kilos de aluminio aproximadamente que existía de diferencia. Luego de la implementación de la metodología 5S y gracias a las revisiones mensuales los errores de inventario se eliminaron, eliminando así la pérdida monetaria mencionada anteriormente. En otras palabras, el ahorro es de \$166,66 mensuales.

En la Tabla 17 se presentan los costos en que se incurrió para implementar 5S, mientras que en la Tabla 18 se resume la cantidad de ahorro mensual en dinero gracias a la metodología:

TABLA 17  
COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DE 5S

ETAPA	RECURSOS	VALOR MONETARIO
<b>Capacitación</b>	Tiempo operarios	\$ 108,00
<b>Primera S</b>	Cartulinas	\$ 6,00
	Piola	\$ 1,00
	Marcadores	\$ 3,00
	Tiempo operarios	\$ 36,00
<b>Segunda S</b>	Impresiones	\$ 10,00
	Mesa de 7 m	\$ 100,00
	Tiempo operarios	\$ 36,00
<b>Tercera S</b>	Escobas	\$ 20,00
	Recogedores de basura	\$ 16,00
	Tanque metálico	\$ 50,00
	Tela pañal	\$ 20,00
	Tiempo operarios	\$ 72,00
<b>Cuarta y Quinta S</b>	Mapa 5S	\$ 15,00
	Carteles 5S	\$ 100,00
	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 593,00</b>

TABLA 18  
AHORROS GENERADOS POR MEJORAS 5S

Mejora	Cantidad	Ahorro/operario	# de operarios	Ahorro Total al mes
Disminución del tiempo de búsqueda de perfiles	2,23 min/paquete	\$ 83,63	6	\$ 501,78
Disminución del tiempo de despacho de perfiles (pequeño)	13,3 min/despacho	\$ 29,93	6	\$ 179,58
Disminución del tiempo de despacho de perfiles (grande)	26,06 min/despacho	\$ 39,09	6	\$ 234,54
Corrección de errores entre perfiles y de inventario	200 kilos	-	-	\$ 166,66
	<b>TOTAL</b>			<b>\$ 1.082,56</b>

Las mejoras correspondientes a TPM son las siguientes: Paras No Programadas Eliminadas y Tiempo Adicional de Producción Diaria. En base a estas dos se analizan los gastos y los ahorros monetarios que genera la implementación.

En cuanto a las Paras Programadas Eliminadas se tiene que, como se analizó en el capítulo 4, semanalmente la planta paraba por problemas de carácter mecánicos-eléctricos unas 3 horas. En términos económicos esto representaba una pérdida de \$697,75 /hora. Luego de las mejoras implementadas a través de las técnicas de TPM se eliminaron las paras no programadas, eliminando así las pérdidas monetarias. Al mes esto representa un ahorro de \$ 8.373. Tabla 19.

TABLA 19

## AHORRO MENSUAL (PARAS NO PROGRAMADAS ELIMINADAS)

Ahorro/Hora	Ahorro Semanal (h)	Ahorro Semanal (\$)	Ahorro Total Mensual
\$ 697,75	3	\$ 2.093,25	\$ 8.373,00

Con respecto al Tiempo Adicional de Producción se tiene que la misma representa un incremento en la producción diaria de perfiles. Como 1 hora sin producir le cuesta a la empresa \$697,75, al ganar 45 minutos para producir se genera un ahorro monetario equivalente de \$523,31. Al mes este ahorro es de \$ 10.466,25. Tabla 20.

TABLA 20

## AHORRO MENSUAL (TIEMPO ADICIONAL DE PRODUCCIÓN)

<b>Costo de No Producir/Hora:</b>	\$ 697,75
<b>Ahorro por Tiempo Adicional:</b>	\$ 523,31
<b>Días Trabajados al mes:</b>	20
<b>Ahorro Mensual Total:</b>	\$ 10.466,25

Los costos de la implementación para TPM ascienden a \$36.119,32. En la Tabla 21 se observa un desglose de los mismos. En la Tabla 22 que se presenta a continuación se observa un resumen de los ahorros

generados gracias a las mejoras alcanzadas luego de implementar TPM.

TABLA 21  
COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DE TPM

<b>Gastos</b>		<b>Valor</b>
Reparaciones durante la Restaración de equipos		\$ 550,00
Calibración del quemador del horno	Calibración del equipo	\$ 1.900,00
	Para por calibracion del equipo	\$ 5.233,13
Compra de Repuestos Inventariables		\$ 14.000,00
Tiempo sin producir por MP		\$ 6.977,50
Mantenimiento Predictivo (REPAI)	Costos de Operación	\$ 2.400,00
	Para de la planta	\$ 5.058,69
<b>Total</b>		<b>\$ 36.119,32</b>

TABLA 22  
AHORROS GENERADOS POR TPM

<b>Mejora</b>	<b>Ahorro mensual</b>	
Paras no programadas eliminadas	\$ 8.373,00	
1 hora adicional de producción diaria	\$ 10.466,25	
<b>Total</b>		<b>\$ 18.839,25</b>

Mediante estos valores, se procedió a elaborar el Flujo de Caja para determinar si la implementación de ambas metodologías, 5S y TPM, habían sido lo suficientemente beneficiosas para haber incurrido en ambas. En el Apéndice P se observa el Flujo de Caja a 1 año, los respectivos ingresos y egresos así como los resultados del VAN y TIR obtenidos (Tabla 23).

TABLA 23  
EVALUACIÓN FINANCIERA

VAN	<b>42.131,98</b>
TIR	31%
PAY BACK	3
TMAR	<b>29%</b>

Al ser la Tasa Interna de Retorno (TIR) mayor a la Tasa Mínima Atractiva de Retorno (TMAR) y siendo el valor actual neto mayor a 0, se concluye que la implementación de ambas metodologías ha sido rentable.

## 5.2 Resultados

En las primeras 3 fases de la implementación, se pudo apreciar que los cambios realizados fueron beneficiosos para la planta. Mediante la implementación de la Primera S (Clasificación), Segunda S (Orden) y Tercera S (Limpieza) el personal que labora en la planta aprendió la importancia de mantener el área de trabajo ordenada y limpia y como esto facilitaba sus labores diarias. De igual manera vieron la importancia de no tener objetos innecesarios en el área o en ubicaciones que no le corresponde al momento de desarrollar sus labores.

Las fases de Cuarta S (Estandarización) y Cinco S (Disciplina) aunque todavía se encuentran en desarrollo los avances obtenidos hasta el momento han sido satisfactorios, pues como se mencionó anteriormente los operarios son gente joven y entusiasta que no presentan mayor resistencia a los cambios por lo cual la creación de un ambiente basado en 5S será posible a mediano plazo siguiendo las directrices trazadas en el capítulo anterior; es decir siguiendo adelante con las 3 primeras S y como se planteó en la 4 y 5 S colocando carteles, afiches y todo tipo de ayuda ilustrativa que haga alusión a 5S.



Como se mostró anteriormente en el análisis financiero, las mejoras de los indicadores muestran los ahorros que se han generado a raíz de la implementación de 5S. La tabla que se muestra a continuación muestra la evolución de los indicadores utilizados.

**TABLA 24**  
**INDICADORES ANTES Y DESPUÉS DE 5S**

Indicadores		Antes de 5S	Después de 5S	% de mejora
Disminución del tiempo de búsqueda de perfiles		3,17 min	0,94 min	-70%
Disminución del tiempo de despacho de perfiles	Despachos Pequeños	25,57 min	12,27 min	-52%
	Despachos Grandes	50,43 min	24,37 min	-51,60%
Corrección de errores entre perfiles y de inventario		200 kilos	1 kilo	-99,50%

Con relación a TPM, la creación y uso de una estrategia de Mantenimiento Preventivo así como el Tiempo Adicional Diario para producir a significado grandes beneficios para la empresa.

Como se ve en el análisis financiero al eliminarse las paras no programadas se genera un ahorro monetario significativo mensualmente y de igual manera gracias al tiempo adicional la producción de la planta a aumentado sin tener que trabajar más allá del tiempo que normalmente trabaja la planta.

Al hacer nuevamente el cálculo de la OEE de la planta, vemos que porcentualmente ha subido de 64,55% a 70,77%, es decir un incremento de un 6,22% en la eficiencia. Este nuevo valor obtenido deja de ser Inaceptable y pasa a ser Regular, algo que si bien no es óptimo se considera aceptable.

Todos los medidores que forman parte del OEE se han incrementado siendo aún la Disponibilidad el medidor de menor valor. El medidor Calidad registra un leve incremento debido a que gracias a las mejoras por TPM las unidades no conformes han disminuido considerablemente. El Rendimiento se ve afectado positivamente debido a que al aumentar el tiempo disponible para producir y eliminar paras no programadas, la producción presenta un crecimiento y por ello el Rendimiento aumenta. El medidor Disponibilidad, por el momento, no es posible mejorarlo más debido a que el encendido y apagado del horno debe hacerse obligatoriamente. Se espera que en un futuro la planta llegue a trabajar más turnos, esto generaría un incremento en el Rendimiento y en especial en la Disponibilidad ya que el tiempo operativo sería mayor y el apagado del horno se mantendría igual lo cual da más tiempo disponible para producir. En el Apéndice Q se

muestran los cálculos correspondientes al nuevo cálculo de la OEE luego de las mejoras de TPM.

# CAPÍTULO 6

## 6. Conclusiones y Recomendaciones

### 6.1 Conclusiones

A través del uso de diagramas tales como Diagramas de Proceso, Organigramas, Diagramas de Ishikawa, Diagrama de Pareto y Matriz de decisiones se logró determinar la situación actual de la empresa para luego encontrar las metodologías de Producción Esbelta más idóneas para mejorar la situación actual.

Mediante los Diagramas de Ishikawa se consiguió identificar cuáles eran los problemas que afectaban a la empresa, clasificar y determinar cuáles eran los que más repercusiones tenían en el funcionamiento de

la planta y se determinó que las metodologías 5S y TPM eran las más adecuadas para eliminar estos problemas.

Se consiguió elaborar un Plan de Mejoras tanto para 5S como para TPM y mediante el desarrollo de los mismos se consiguió alcanzar grandes beneficios para la empresa, a través de 5S mejorando los Tiempos de Búsqueda de Perfiles, los Tiempos de Despacho y eliminando Errores de Inventario. De igual manera con TPM estableciendo una estrategia de Mantenimiento Preventivo para eliminar las paras no programadas y aumentando la producción de la planta.

Ambas metodologías (5S y TPM) pudieron ser implementadas con éxito gracias a la colaboración de la directiva de la empresa así como la completa participación de los operarios quienes en todo momento se mostraron dispuestos a aprender lo referente a 5S y TPM y ponerlo en práctica, aunque el entusiasmo disminuyó un poco durante la implementación igual se consiguió alcanzar cambios importantes que resultaron beneficiosos para la empresa.

Las actividades realizadas durante la implementación deben convertirse en parte importante del día a día procurando llevar un

control riguroso para que todo lo planificado se cumpla como está estipulado. Si por algún motivo se presentan obstáculos que impiden el desarrollo normal de las estrategias, se debe de elaborar de inmediato un nuevo plan de acción procurando seguir adelante con las estrategias, no dejando de incentivar a que los directivos y operarios se involucren y se den cuenta de la importancia de seguir adelante buscando siempre el mejoramiento continuo de la empresa.

Financieramente, a través del flujo de caja elaborado se observan los ahorros generados por las mejoras implementadas mensualmente y los resultados del VAN y del TIR muestran que la implementación de 5S y TPM son justificables y reportan altos beneficios y ahorros para la empresa.

## **6.2 Recomendaciones**

Se recomienda que permanentemente se motive a directivos y personal de la empresa sobre las metodologías de 5S y TPM a través de charlas y oportunidades de interacción personal entre los miembros de la empresa.

También se recomienda establecer cada cierto tiempo auditorías de 5S y TPM para evaluar y darle seguimiento a los planes de acción elaborados de manera constante.

Se recomienda continuar con las metodologías 5S y TPM y además evaluar técnicas de Producción Esbelta que permitan mejorar la calidad y productividad de la empresa.

## **APÉNDICE**



## APÉNDICE A

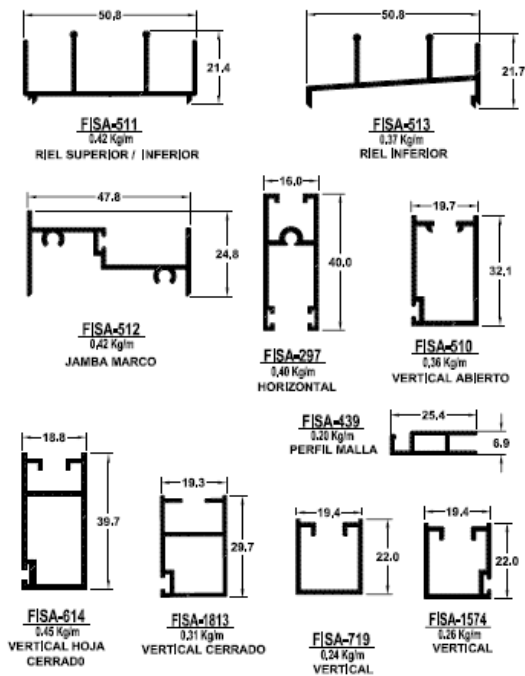
### MODELO DE LISTA DE UBICACIÓN DE LOS PERFILES EN LAS PERCHAS

#	Línea	Descripción	Dado	Percha
1	Angulo de Lados Iguales	Angulo de 11.5 MM x 0.8 MM	1721	1
2	Angulo de Lados Iguales	Angulo de 25 MM x 1.01 MM	369	1
3	Angulo de Lados Desiguales	Angulo de 1/2" x 1" x 1.0 MM	1623	1
4	Tubos Cuadrados	Tubo Cuadrado de 1" x 1.1 MM	1651	1
5	Tubos Cuadrados	Tubo Cuadrado de 1 1/4" x 1.12 MM	1591	1
6	Tubos Cuadrados	Tubo Cuadrado de 1 1/2" x 1.12 MM	1592	1
7	Tubos Cuadrados	Tubo Cuadrado de 2" x 1.6 MM	1366	1
8	Tubos Rectangulares	Tubo Rectangular de 1 1/4" x 3/4" x 1.45 MM	800	1
9	Tubos Rectangulares	Tubo Rectangular de 1 1/2" x 3/4" x 1.14 MM	2469	1
10	Tubos Rectangulares	Tubo Rectangular de 2" x 1" x 1.2 MM	1367	1
11	Tubos Rectangulares	Tubo Rectangular de 2" x 1 1/2" x 1.2 MM	1368	1
12	Tubos Rectangulares	Tubo Rectangular de 2 3/4" x 1 1/4" x 1.2 MM	1559	1
13	Tubos Rectangulares	Tubo Rectangular de 3" x 1" x 1.2 MM	460	1
14	Tubos Rectangulares	Tubo Rectangular de 3" x 1 48/89" x 1.3 MM	1369	1
15	Tubos Rectangulares	Tubo Rectangular de 4" x 1 1/2" x 1.8 MM	899	1
16	Tubos Rectangulares	Tubo Rectangular de 4" x 1 3/4" x 1.78 MM	374	1
17	Perfiles en T	Perfil en T de 18 MM x 17 MM x 0.94 MM	1594	1
18	Perfiles en U	Perfil en U de 1/2" x 1/2" x 0.9 MM	1718	1
19	Perfiles en U	Perfil en U de 1" x 1/2" x 1.35 MM	11	1
20	Canales con una Aleta	Canal con una Aleta de 3" x 1" x 1.3 MM	457	1
21	Canales con una Aleta	Canal con una Aleta de 3" x 1 1/2" x 1.4 MM	226	1
22	Tubos Rectangulares con una Aleta	Tubo con una Aleta de 3" x 1" x 1.3 MM	3233	1
23	Platinas	Platina de 1 48/97" x 3.0 MM	244	1
24	Ventana Corrediza de 4 Perfiles	Riel Superior e Inferior	511	2
25	Ventana Corrediza de 4 Perfiles	Riel Inferior	513	2
26	Ventana Corrediza de 4 Perfiles	Jamba Marco	512	2
27	Ventana Corrediza de 4 Perfiles	Horizontal	297	2
28	Ventana Corrediza de 4 Perfiles	Horizontal	974	2
29	Ventana Corrediza de 4 Perfiles	Vertical Abierto	510	2
30	Ventana Corrediza de 4 Perfiles	Vertical Cerrado	614	2
31	Ventana Corrediza de 4 Perfiles	Malla	439	2
32	Ventana Corrediza de 7 Perfiles	Riel Superior	733	2
33	Ventana Corrediza de 7 Perfiles	Riel Inferior	734	2
34	Ventana Corrediza de 7 Perfiles	Jamba Marco	745P	2
35	Ventana Corrediza de 7 Perfiles	Jamba Marco	3525	2
36	Ventana Corrediza de 7 Perfiles	Horizontal	742	2
37	Ventana Corrediza de 7 Perfiles	Vertical	741	2
38	Ventana Corrediza de 7 Perfiles	Entrecierre Fijo	744	2
39	Ventana Corrediza de 7 Perfiles	Entrecierre Hoja	743	2
40	Ventana Corrediza Eurolight	Marco de Hoja	3878	3
41	Ventana Corrediza Eurolight	Entrecierre	3879	3
42	Ventana Corrediza Eurolight	Marco de Riel	3880	3
43	Ventana Corrediza Eurolight	Malla	3881	3
44	Ventana Corrediza Eurolight	Adaptador	4029	3
45	Ventana Fija	Horizontal / Vertical	131	2
46	Ventana Fija	Horizontal / Vertical	132	2
47	Ventana Fija	Junquillo	133	2
48	Ventana Fija	Mullo	45	2
49	Ventana Proyectable	Marco Proyectable	1272	3
50	Ventana Proyectable	Divisor para Proyectable	1269	3

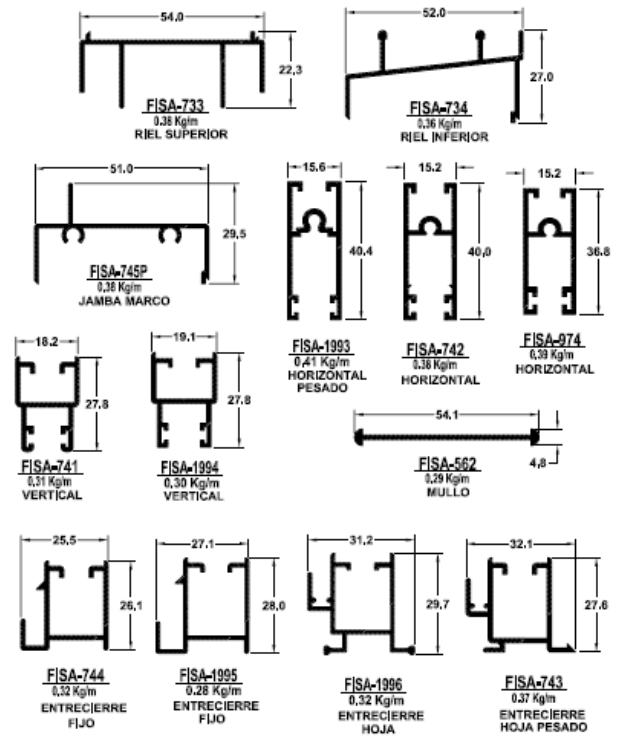
## APÉNDICE B

### EJEMPLO DE INFORMACIÓN CONTENIDA EN LOS FOLLETOS DE REFERENCIA DE LOS PERFILES

#### VENTANA CORREDIZA DE 4 PERFILES



#### VENTANA CORREDIZA DE 7 PERFILES



## APÉNDICE C

### LECCIÓN DE UN PUNTO PARA MANTENER EL ORDEN EN LA PLANTA

	<p>Las herramientas, folletos, cintas de empaque y demás implementos auxiliares al proceso deben estar ordenadas en la mesa de apoyo.</p>
	<p>Tener la segunda mesa de apoyo libre de objetos ajenos a la misma y que impidan el acceso al plástico para empaquetar.</p>
	<p>Empacar los perfiles según las cantidades indicadas en la lista entregada.</p>
	<p>Colocar los paquetes únicamente en la percha que se ha asignado en la lista elaborada.</p>
	<p>Utilizar los folletos y manuales entregados para la identificación correcta de los perfiles.</p>

## APÉNDICE D

### CHECKLIST DE LIMPIEZA DENTRO DE LA PLANTA

#### CHECKLIST DE LIMPIEZA

Responsable: \_\_\_\_\_ Semana del: \_\_\_\_\_ al: \_\_\_\_\_

ÁREA DE PINTURA Y MÁQUINA	PERIODO	Vto Bueno
Limpieza de la banda transportadora.	Semanal	
Limpieza del polvo regado bajo el horno.	Diario	L M M J V
Limpieza de excesos de aceite en el piso.	Semanal	
Limpieza excesos de aceite en la máquina.	Semanal	
Limpieza el tambor.	Semanal	
Limpieza dentro del horno.	Quincenal	
Limpieza parte superior del horno.	Semanal	
<b>ÁREA DE ENGANCHE</b>		
Limpieza de los bastidores.	Semanal	
Limpieza de los residuos de aluminio del piso.	Diario	L M M J V
Limpieza del piso del área.	Diario	L M M J V
Recubrimiento de los bancos de soporte con stretch	Semanal	
Limpieza de papeles y plásticos del área.	Diario	L M M J V
<b>ÁREA DE EMPAQUE</b>		
Limpieza del piso del área.	Diario	L M M J V
Limpieza de papeles y plásticos del área.	Diario	L M M J V
Recubrimiento de los bancos de soporte con stretch	Semanal	
Limpieza del piso del área entre las perchas.	Semanal	
Limpieza de papeles y plásticos del área.	Diario	L M M J V
<b>BODEGA DE ACCESORIOS</b>		
Barrer el piso del área.	Quincenal	
Recoger papeles y desperdicios del área.	Quincenal	



## APÉNDICE F

### TIEMPO DE BÚSQUEDA DE PERFILES ANTES Y DESPUÉS DE 5S

Tiempo de búsqueda de perfiles (min)		
	Antes de 5S	Después de 5S
1	2,00	0,50
2	3,10	0,33
3	2,60	0,60
4	4,22	1,00
5	2,54	0,40
6	3,00	0,45
7	3,80	0,70
8	4,20	1,00
9	3,21	0,26
10	3,85	2,00
11	2,13	0,35
12	3,46	0,86
13	3,91	0,50
14	2,78	1,33
15	3,00	0,75
16	2,59	1,00
17	3,70	0,42
18	3,40	1,30
19	4,40	0,55
20	2,20	0,37
21	2,10	1,10
22	4,20	1,27
23	2,67	1,21
24	4,22	1,50
25	2,00	2,00
26	3,87	1,66
27	3,33	0,52
28	3,47	0,41
29	2,11	2,00
30	2,89	1,90
<b>Total</b>	94,95	28,24
<b>Promedio</b>	3,17	0,94
<b>Desviación</b>	0,76	0,56

## APÉNDICE G

### TIEMPO DE DESPACHO DE PEDIDOS ANTES Y DESPUÉS DE 5S

#### DESPACHOS PEQUEÑOS

Tiempo de despacho (min)		
	Antes de 5S	Después de 5S
1	31	10
2	32	15
3	24	12
4	28	7
5	33	11
6	30	13
7	22	12
8	19	8
9	24	9
10	18	10
11	31	16
12	24	13
13	23	11
14	25	6
15	19	13
16	26	15
17	22	16
18	27	13
19	26	14
20	20	12
21	13	9
22	27	14
23	31	15
24	32	12
25	18	16
26	34	15
27	29	15
28	19	12
29	35	8
30	25	16
<b>Total</b>	767,00	368,00
<b>Promedio</b>	25,57	12,27
<b>Desviación</b>	5,58	2,88

#### DESPACHOS GRANDES

Tiempo de despacho (min)		
	Antes de 5S	Después de 5S
1	61	22
2	52	24
3	47	21
4	39	19
5	51	17
6	48	15
7	46	27
8	43	30
9	38	25
10	60	23
11	55	19
12	43	18
13	41	14
14	53	22
15	37	28
16	62	31
17	46	30
18	44	24
19	54	27
20	70	24
21	55	24
22	56	29
23	45	30
24	39	25
25	48	22
26	62	27
27	56	31
28	50	22
29	49	28
30	63	33
<b>Total</b>	1513,00	731,00
<b>Promedio</b>	50,43	24,37
<b>Desviación</b>	8,45	4,95

**APÉNDICE H**

**RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA CONDICIÓN ACTUAL DE LOS EQUIPOS**

ANÁLISIS DE CONDICIÓN ACTUAL DE EQUIPOS	
<b>Grupo:</b> <u>2</u>	<b>Descripción del equipo:</b> <u>Taladros y troquel</u>
<b>Fecha:</b> <u>18/11/2009</u>	<b>Evaluated por:</b> <u>Equipo de TPM</u>
<b>Observaciones:</b>	<u>Falta presión a los troqueles, a veces se quedan atascados</u> <u>Falta lubricante en el reservorio de los troqueles</u> <u>Espuma de apoyo de los perfiles desgastada</u> _____ _____
<b>Limpieza:</b>	<u>El área se encuentra completamente limpia</u> _____ _____
<b>Comodidad de la operación:</b>	<u>Buena</u>
<b>Seguridad:</b>	<u>Buena</u>

ANÁLISIS DE CONDICIÓN ACTUAL DE EQUIPOS	
<b>Grupo:</b> <u>2</u>	<b>Descripción del equipo:</b> <u>Aspiradora</u>
<b>Fecha:</b> <u>18/11/2009</u>	<b>Evaluated por:</b> <u>Equipo TPM</u>
<b>Observaciones:</b>	<u>Filtro de la aspiradora lleno de polvo</u> <u>Desperfecto eléctrico, se apaga sola</u> _____ _____
<b>Limpieza:</b>	<u>Suciedad en el filtro de aire</u> _____ _____
<b>Comodidad de la operación:</b>	<u>Buena</u>
<b>Seguridad:</b>	<u>Buena</u>



### ANÁLISIS DE CONDICIÓN ACTUAL DE EQUIPOS

Grupo: 1 Descripción del equipo: Máquina de acabado

Fecha: 18/11/2009 Evaluado por: Equipo TPM

Observaciones: Falla del acabado por problemas del tambor.

Taponamiento de la tolva

Falta de lubricación de la mesa niveladora

Goteo de Aceite

Falta de aceite en los reservorios de la cadena

Limpieza: Buena, en términos generales, falta eliminar o reparar las fuentes contaminantes.

Comodidad de la operación: Buena

Seguridad: Buena

### ANÁLISIS DE CONDICIÓN ACTUAL DE EQUIPOS

Grupo: 1 Descripción del equipo: Horno

Fecha: 18/11/2009 Evaluado por: Equipo TPM

Observaciones: Goteo del agua de condensación de la chimenea de extracción

Quemador se apaga sin motivo alguno ocasionalmente

Limpieza: Buena

Comodidad de la operación: Buena

Seguridad: Buena

## APÉNDICE I

### CÁLCULO DEL OEE

#### Disponibilidad:

ENCENDIDO HORNO				APAGADO HORNO			Horas Trabajadas	
Inicio	Fin	Diferencia	Inicio	Fin	Diferencia			
1	7:30	8:35	1:05	1	15:00	16:02	1:02	8:32
2	7:30	8:29	0:59	2	15:05	16:08	1:03	8:38
3	7:35	8:40	1:05	3	15:15	16:06	0:51	8:31
4	7:30	8:45	1:15	4	16:06	17:01	0:55	9:31
5	7:33	8:37	1:04	5	16:01	17:02	1:01	9:29
6	7:31	8:39	1:08	6	15:12	16:06	0:54	8:35
7	7:29	8:35	1:06	7	14:58	16:00	1:02	8:31
8	7:30	8:42	1:12	8	15:01	16:00	0:59	8:30
9	7:30	8:30	1:00	9	15:50	16:46	0:56	9:16
10	7:34	8:47	1:13	10	15:06	16:03	0:57	8:29
11	7:31	8:36	1:05	11	15:07	16:02	0:55	8:31
12	7:30	8:40	1:10	12	15:02	16:01	0:59	8:31
13	7:30	8:41	1:11	13	15:10	16:11	1:01	8:41
14	7:36	8:50	1:14	14	15:25	16:22	0:57	8:46
15	7:32	8:51	1:19	15	14:52	15:48	0:56	8:16
16	7:30	8:30	1:00	16	15:16	16:14	0:58	8:44
17	7:32	8:40	1:08	17	14:57	15:54	0:57	8:22
18	7:35	8:48	1:13	18	15:04	16:00	0:56	8:25
19	7:30	8:32	1:02	19	15:07	16:02	0:55	8:32
20	7:30	8:34	1:04	20	14:45	15:40	0:55	8:10
21	7:31	8:37	1:06	21	15:02	16:01	0:59	8:30
22	7:30	8:32	1:02	22	15:11	16:09	0:58	8:39
23	7:34	8:39	1:05	23	15:00	15:59	0:59	8:25
24	7:31	8:34	1:03	24	15:32	16:27	0:55	8:56
25	7:30	8:36	1:06	25	15:30	16:27	0:57	8:57
26	7:30	8:43	1:13	26	15:00	16:00	1:00	8:30
27	7:30	8:35	1:05	27	14:47	15:50	1:03	8:20
28	7:30	8:40	1:10	28	15:09	16:03	0:54	8:33
29	7:28	8:26	0:58	29	15:12	16:13	1:01	8:45
30	7:35	8:38	1:03	30	15:00	16:01	1:01	8:26
			<b>1:06</b>				<b>0:57</b>	<b>8:38</b>

Horas de producción

6:33

$$\text{Disponibilidad: } \frac{\text{Horas trabajadas} - (\text{Encendido del horno} + \text{Apagado del horno})}{\text{Horas Trabajadas}}$$

**Disponibilidad: 75,93%**

## Rendimiento:

Tiempo de ciclo ideal:	0,01	# total unidades
		1 570
		2 572
		3 534
		4 547
		5 553
		6 539
		7 565
		8 544
		9 523
		10 507
		11 581
		12 541
		13 610
		14 582
		15 578
		16 559
		17 554
		18 526
		19 540
		20 563
		21 570
		22 530
		23 539
		24 522
		25 566
		26 597
		27 606
		28 654
		29 621
		30 592
		563

**Tiempo de operación:** 6,55 h

**Rendimiento:**  $\frac{\text{T. ciclo ideal}}{\text{(T. operación/Promedio \# total de unidades)}}$

**Rendimiento:** 85,93%

## Calidad:

	# unidades totales		# unidades conformes		# unidades no conformes
1	570	1	566		4
2	572	2	567		5
3	534	3	528		6
4	547	4	541		6
5	553	5	550		3
6	539	6	531		8
7	565	7	563		2
8	544	8	537		7
9	523	9	514		9
10	507	10	505		2
11	581	11	571		10
12	541	12	533		8
13	610	13	606		4
14	582	14	570		12
15	578	15	575		3
16	559	16	555		4
17	554	17	547		7
18	526	18	521		5
19	540	19	531		9
20	563	20	560		3
21	570	21	565		5
22	530	22	521		9
23	539	23	539		0
24	522	24	515		7
25	566	25	556		10
26	597	26	584		13
27	606	27	600		6
28	654	28	649		5
29	621	29	613		8
30	592	30	590		2
	563		557		

$$\text{Calidad: } \frac{\text{Promedio \# unidades conformes}}{\text{Promedio \# unidades Totales}}$$

Calidad: 98,92%

OEE= Disponibilidad x Rendimiento x Calidad= 75,93% x 71,73% x 99,00%= **64,55%**

## APÉNDICE J

### MANTENIMIENTO PREVENTIVO DIARIO DE LA PLANTA

#### MANTENIMIENTO PREVENTIVO (MP)

Revisión del aceite lubricante de la cadena de bastidores.  
(*Si falta completar*)



Revisión del nivel del tanque de gas del horno. (*Si está fuera de rango comunicar al supervisor*)



Revisión del funcionamiento de los ventiladores del horno. (*Si no funcionan comunicar al supervisor*)



Revisión de la lubricación de la mesa niveladora de perfiles. (*Si es necesario, lubricar con grasa*)



Revisión de la lubricación del tambor serigráfico. (*Si es necesario, lubricar con grasa*)



Revisión del ajuste de la cadena de bastidores. (*Si es necesario apretar la cadena hasta templar*)



Revisión del estado actual de los sensores del tambor serigráfico. (*Avisar al supervisor cualquier anomalía*)

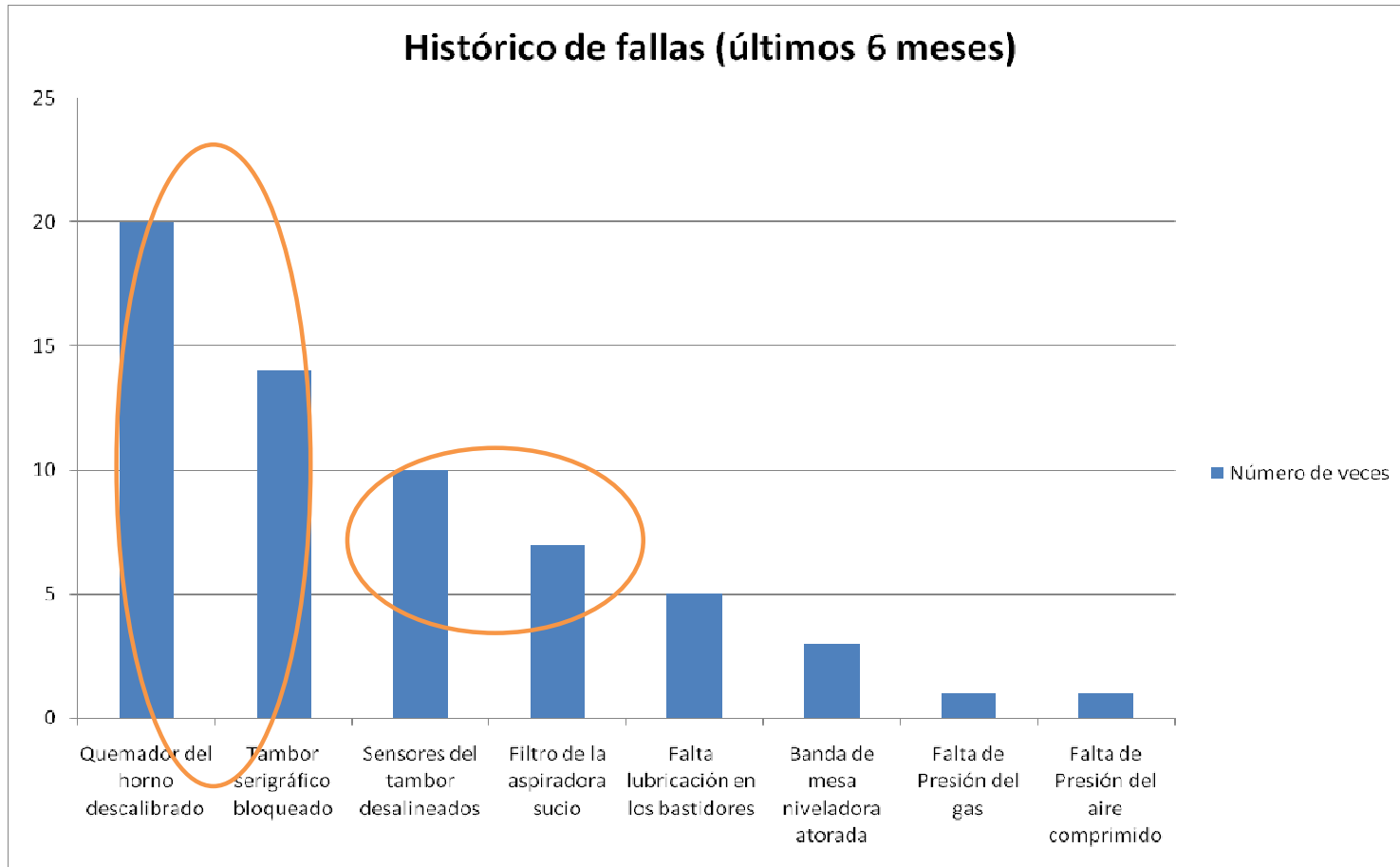


---

Responsable

## APÉNDICE K

### ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DE LAS FALLAS



## APÉNDICE L

### LISTA CRÍTICA DE REPUESTOS

Nombre de la parte	Stock mínimo	Marca	Tiempo de entrega	Uso	Proveedor	Precio Unitario	Precio total	Clasificación
Gancho portante tensor	10	Tras-Mec	4 semanas	Sistema de transporte	Trevisan		\$ 0,00	B
Gancho portante fijo	10	Tras-Mec	4 semanas	Sistema de transporte	Trevisan		\$ 0,00	B
Gancho direccional tensor	10	Tras-Mec	4 semanas	Sistema de transporte	Trevisan		\$ 0,00	B
Gancho direccional fijo	10	Tras-Mec	4 semanas	Sistema de transporte	Trevisan		\$ 0,00	B
Grupo de arrastre	2	Tras-Mec	4 semanas	Sistema de lubricación	Trevisan		\$ 0,00	B
Motores de arrastre	2	Carpanelli	4 semanas	Sistema de lubricación	Trevisan		\$ 0,00	B
Raíles	4	Tras-Mec	4 semanas	Sistema de lubricación	Trevisan		\$ 0,00	B
Cadena	4	Tras-Mec	4 semanas	Sistema de lubricación	Trevisan		\$ 0,00	B
Cojinetes cadena	4	Tras-Mec	4 semanas	Sistema de lubricación	Trevisan		\$ 0,00	B
Lubricador	2	Tras-Mec	4 semanas	Sistema de lubricación	Trevisan		\$ 0,00	B
Aceite de lubricación	10 litros	-	1 día	Sistema de lubricación	Local		\$ 0,00	C
Toveras	4	-	4 semanas	Sistema de lubricación	Trevisan	\$ 1.100,00	\$ 4.400,00	A
Pistones automáticos	4	Camozzi	4 semanas	Sistema de lubricación	Trevisan		\$ 0,00	B
Banda de transporte	1	N/A	4 semanas	Nivelador	Trevisan		\$ 0,00	B
Motor de levantamiento	1	Carpanelli	4 semanas	Nivelador	Trevisan		\$ 0,00	B
Motor de alfombra	1	Eldrive	4 semanas	Nivelador	Trevisan		\$ 0,00	B
Reductor de alfombra	1	Varvel	4 semanas	Nivelador	Trevisan		\$ 0,00	B
Sensores de luz	4	-	4 semanas	Máquina roscadora	Trevisan	\$ 1.400,00	\$ 5.600,00	A
Tambor serigráfico	1	-	4 semanas	Máquina roscadora	Trevisan	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	A
Motor de traslado	1	Eldrive	4 semanas	Máquina roscadora	Trevisan		\$ 0,00	B
Motor reductor	1	Varvel	4 semanas	Máquina roscadora	Trevisan		\$ 0,00	B
Motor subida-bajada	1	Eldrive	4 semanas	Máquina roscadora	Trevisan		\$ 0,00	B
Reductor subida-bajada	1	Varvel	4 semanas	Máquina roscadora	Trevisan		\$ 0,00	B
Motor de rotación	1	Eldrive	4 semanas	Máquina roscadora	Trevisan		\$ 0,00	B
Reductor de rotación	2	Varvel	4 semanas	Horno de polimerización	Trevisan		\$ 0,00	B
Rotores helicoidales	3	General Fans	4 semanas	Horno de polimerización	Trevisan		\$ 0,00	B
Motor de ventilador	3	Carpanelli	4 semanas	Horno de polimerización	Trevisan		\$ 0,00	B
Termocupla PT-100	1	-	4 semanas	Horno de polimerización	Local		\$ 0,00	B
Quemador	1	UNIGAS	4 semanas	Sistema de limpieza	Trevisan		\$ 0,00	A
Aspirador	1	CFM	4 semanas	Sistema de limpieza	Trevisan		\$ 0,00	B
Recipiente recogida de polvo	1	N/A	4 semanas	Sistema de limpieza	Local		\$ 0,00	C
Tubo flexible máquina roscadora	1	N/A	4 semanas	Sistema de limpieza	Local		\$ 0,00	C
Tubo flexible aspirador	1	N/A	4 semanas	Sistema de limpieza	Local		\$ 0,00	C

\$ 14.000,00

## APÉNDICE M

### ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO PLANEADO

<b>MANTENIMIENTO PLANEADO</b>					
N°	Actividades de Mantenimiento	Frecuencia	Tiempo de para	Horas anuales	Descripción
<b>Sistema de Transporte:</b>					
1	Control de los ganchos de cada bastidor.	Diario	N/A	N/A	Comprobar el estado de los ganchos y la lubricación de los mismos.
2	Limpieza de tubos y toberas de aceite.	Semanal	30 minutos	24 horas/año	Cortar el aire comprimido, vaciar los tubos y toberas, limpiar con detergente para aceites. Secar con aire comprimido y volver a montar
3	Cambio del aceite.	Cada vez que sea necesario	N/A	N/A	Vaciar el contenedor del aceite, limpiarlo y eliminar residuos de aceite viejo. Llenar el contenedor con aceite nuevo y revisar las toberas.
4	Limpieza de la cadena de transporte.	Quincenal	2 horas	48 horas/año	Limpiar la grasa y residuos de aceite de los cojinetes con queroseno. Lubricar manualmente cada cojinete con aceite.
<b>Nivelador:</b>					
5	Control del sistema subida-bajada del nivelador.	Cada subida-bajada	N/A	N/A	Comprobar el correcto funcionamiento de la movilización.
6	Control funcionamiento alfombra de recuperación de polvo.	Cada 8 horas	N/A	N/A	Comprobar el correcto funcionamiento de la alfombra de recuperación de polvo.
7	Lubricación del nivelador.	Semanal	30 minutos	24 horas/año	Limpiar residuos de polvo y engrasar los tornillos del nivelador. Colocar aceite en la casa de transmisión de ser necesario.
<b>Tambor Serigráfico:</b>					
8	Control de las guías para el porta-cilindro.	Semanal	20 minutos	16 horas/año	Eliminar cualquier obstáculo que impida el traslado normal del porta-cilindro
9	Control del sistema subida-bajada del porta-cilindro.	Cada subida-bajada	N/A	N/A	Comprobar el correcto funcionamiento de la movilización del porta-cilindro. De ser necesario ajustar la tensión de los tornillos.
10	Limpieza de la tolva de polvos.	Diario	10 minutos	40 horas/año	Vaciar la tolva mediante una aspiradora para luego proceder a la limpieza.
11	Lubricación del tambor serigráfico.	Semanal	20 minutos	16 horas/año	Limpiar los residuos de polvo y lubricar con grasa de alta temperatura los cojinetes de los tornillos.
<b>Horno de polimerización:</b>					
12	Control ventiladores.	Diario	N/A	N/A	Controlar el funcionamiento de los ventiladores.
13	Control del quemador.	Semestral	1 día	16 horas/año	Comprobar el funcionamiento correcto a traves de personal cualificado. Revisar la combustion y que la camara este en buen estado.
14	Control limpieza.	Semanal	1 hora	48 horas/año	Limpiar las paredes del horno



Sistema de Limpieza:					
15	Control del llenado del recipiente del ciclón.	Semanal	20 minutos	16 horas/año	Comprobar el grado de llenado del recipiente del ciclón, si está 2/3 lleno, apague el sistema de limpieza y proceda a su vaciado.
16	Control cartucho filtrante.	Diario	N/A	N/A	Examinar el cartucho filtrante del aspirador, si está sucio quite el filtro y proceda a su limpieza.
17	Control tubos del sistema de limpieza.	Semanal	10 minutos	8 horas/año	Activar el sistema de limpieza con los tubos desconectados de las bocas de aspiración.
18	Control ciclón	Semanal	15 minutos	12 horas/año	Eliminar eventuales depósitos de polvo dentro del ciclón con chorros de aire comprimido.

**Cada vez que sea necesario:** Hace referencia a que la actividad de mantenimiento (cambio de aceite) se realizará cuando el nivel de aceite está próximo al nivel mínimo permitido. No existe un tiempo establecido de cuando ocurre esta condición.



## APÉNDICE O

### EJEMPLO DE DIAGRAMA DE GANTTS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

SEPTIEMBRE 2010																														
	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	Control de los ganchos de cada bastidor.																													
2	Limpieza de tubos y toberas de aceite.																													
3	Cambio del aceite.																													
4	Limpieza de la cadena de transporte.																													
5	Control del sistema subida-bajada del nivelador.																													
6	Control funcionamiento alfombra de recuperación de polvo.																													
7	Lubricación del nivelador.																													
8	Control de las guías para el porta-cilindro.																													
9	Control del sistema subida-bajada del porta-cilindro.																													
10	Limpieza de la tolva de polvos.																													
11	Lubricación del tambor serigráfico.																													
12	Control ventiladores.																													
13	Control del quemador. *																													
14	Control limpieza.																													
15	Control del llenado del recipiente del ciclón.																													
16	Control cartucho filtrante.																													
17	Control tubos del sistema de limpieza.																													
18	Control ciclón																													

\*: El control del quemador del horno se debe hacer semestralmente, en este ejemplo se hará de cuenta que en el mes en cuestión toca realizar el control. El uso de dos colores simplemente se hizo para fines visuales para facilitar al usuario guiarse en el diagrama.

## APÉNDICE P

### FLUJO DE CAJA

	Inicial	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
<b><u>A. Inversión Inicial</u></b>													
55	Implementación 55	\$ 593											
TPM	Reparaciones durante la Restaración de equipos	\$ 550											
TPM	Compra de Repuestos Inventariables	\$ 14.000											
<b><u>B. Ingresos</u></b>													
55	Disminución del tiempo de búsqueda de perfiles	\$ 501,78	\$ 501,78	\$ 501,78	\$ 501,78	\$ 501,78	\$ 501,78	\$ 501,78	\$ 501,78	\$ 501,78	\$ 501,78	\$ 501,78	\$ 501,78
55	Disminución del tiempo de despacho de perfiles	\$ 414,12	\$ 414,12	\$ 414,12	\$ 414,12	\$ 414,12	\$ 414,12	\$ 414,12	\$ 414,12	\$ 414,12	\$ 414,12	\$ 414,12	\$ 414,12
55	Corrección de errores entre perfiles y de inventario	\$ 166,66	\$ 166,66	\$ 166,66	\$ 166,66	\$ 166,66	\$ 166,66	\$ 166,66	\$ 166,66	\$ 166,66	\$ 166,66	\$ 166,66	\$ 166,66
TPM	Paras no programadas eliminadas	\$ 8.373,00	\$ 8.373,00	\$ 8.373,00	\$ 8.373,00	\$ 8.373,00	\$ 8.373,00	\$ 8.373,00	\$ 8.373,00	\$ 8.373,00	\$ 8.373,00	\$ 8.373,00	\$ 8.373,00
TPM	Tiempo adicional para producción diaria	\$ 10.466,25	\$ 10.466,25	\$ 10.466,25	\$ 10.466,25	\$ 10.466,25	\$ 10.466,25	\$ 10.466,25	\$ 10.466,25	\$ 10.466,25	\$ 10.466,25	\$ 10.466,25	\$ 10.466,25
<b><u>C. Egresos</u></b>													
TPM	Calibración del quemador del horno: Calibración de la maquina	\$ 1.900,00					\$ 1.900,00						\$ 1.900,00
TPM	Calibración del quemador del horno: Para por calibración de la maquina	\$ 5.142,42					\$ 5.142,42						\$ 5.142,42
TPM	Tiempo sin producir por MP	\$ 6.977,50	\$ 6.977,50	\$ 6.977,50	\$ 6.977,50	\$ 6.977,50	\$ 6.977,50	\$ 6.977,50	\$ 6.977,50	\$ 6.977,50	\$ 6.977,50	\$ 6.977,50	\$ 6.977,50
TPM	Mantenimiento Predictivo (REPAI): Costo de Operación	\$ 2.400,00					\$ 2.400,00						\$ 2.400,00
TPM	Mantenimiento Predictivo (REPAI): Paro de planta	\$ 5.142,42					\$ 5.142,42						\$ 5.142,42
<b><u>D. Flujo de Fondos Operativos durante el proyecto (B - C)</u></b>													
		-1.640,53	12.944,31	12.944,31	12.944,31	12.944,31	-1.640,53	12.944,31	12.944,31	12.944,31	12.944,31	12.944,31	-1.640,53
<b><u>E. Egresos no Operacionales</u></b>													
	Aportes al Capital	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b><u>F. Egresos no Operacionales</u></b>													
	Pago de Utilidades a empleados (15%)	-246,08	1941,65	1941,65	1941,65	1941,65	-246,08	1941,65	1941,65	1941,65	1941,65	1941,65	-246,08
	Pago impuesto a la renta (25%)	-410,13	3236,08	3236,08	3236,08	3236,08	-410,13	3236,08	3236,08	3236,08	3236,08	3236,08	-410,13
	Inversiones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total Egresos no Operacionales	-656,21	5177,72	5177,72	5177,72	5177,72	-656,21	5177,72	5177,72	5177,72	5177,72	5177,72	-656,21
<b><u>G. Flujo de Fondos No Operativos durante el proyecto (E - F)</u></b>													
		656,21	-5177,72	-5177,72	-5177,72	-5177,72	656,21	-5177,72	-5177,72	-5177,72	-5177,72	-5177,72	656,21
<b><u>H. Flujo Neto Generado (D + G)</u></b>													
		(\$ 15.143)	-984,32	7.766,59	7.766,59	7.766,59	-984,32	7.766,59	7.766,59	7.766,59	7.766,59	7.766,59	-984,32
	Flujo Acumulado	(\$ 15.143)	-16.127,32	-8.360,73	-594,14	7.172,44	14.939,03	13.954,71	21.721,30	29.487,89	37.254,47	45.021,06	52.787,64
	Flujo Descantado	(\$ 15.143)	-961,25	7.406,79	7.233,20	7.063,67	6.898,11	-853,76	6.578,55	6.424,37	6.126,76	6.126,76	5.983,16

VAN	42.142,85	
TIR	31%	
PAY BACK	3 meses	2,4%
TMAR	29%	

## APÉNDICE Q

### CÁLCULO DEL OEE DESPUÉS DE TPM

**Disponibilidad:**

ENCENDIDO HORNO				APAGADO HORNO			Horas Trabajadas	
Inicio	Fin	Diferencia		Inicio	Fin	Diferencia		
1	6:45	7:47	1:02	1	15:15	16:12	0:57	8:42
2	6:45	7:49	1:04	2	15:03	16:00	0:57	8:30
3	6:45	7:42	0:57	3	15:26	16:21	0:55	8:51
4	6:45	7:51	1:06	4	16:05	17:03	0:58	9:33
5	6:45	7:45	1:00	5	17:12	18:11	0:59	10:41
6	6:45	7:46	1:01	6	15:30	16:25	0:55	8:55
7	6:45	7:55	1:10	7	15:00	16:00	1:00	8:30
8	6:45	7:51	1:06	8	17:06	18:01	0:55	10:31
9	6:45	7:44	0:59	9	15:25	16:23	0:58	8:53
10	6:45	7:51	1:06	10	15:05	16:02	0:57	8:32
11	6:45	7:48	1:03	11	16:21	17:20	0:59	9:50
12	6:45	7:53	1:08	12	17:21	18:17	0:56	10:47
13	6:45	7:52	1:07	13	15:02	16:00	0:58	8:30
14	6:45	7:55	1:10	14	15:10	16:05	0:55	8:35
15	6:45	7:49	1:04	15	16:01	16:58	0:57	9:28
16	6:45	7:43	0:58	16	15:11	16:08	0:57	8:38
17	6:45	7:53	1:08	17	17:15	18:10	0:55	10:40
18	6:45	7:45	1:00	18	15:14	16:10	0:56	8:40
19	6:45	7:52	1:07	19	17:04	18:02	0:58	10:32
20	6:45	7:49	1:04	20	15:16	16:15	0:59	8:45
21	6:45	7:43	0:58	21	15:02	16:00	0:58	8:30
22	6:45	7:50	1:05	22	16:43	17:40	0:57	10:10
23	6:45	7:52	1:07	23	15:31	16:28	0:57	8:58
24	6:45	7:54	1:09	24	15:53	16:49	0:56	9:19
25	6:45	7:50	1:05	25	15:13	16:05	0:52	8:35
26	6:45	7:49	1:04	26	16:04	17:00	0:56	9:30
27	6:45	7:47	1:02	27	17:30	18:23	0:53	10:53
28	6:45	7:42	0:57	28	15:03	16:01	0:58	8:31
29	6:45	7:44	0:59	29	17:24	18:20	0:56	10:50
30	6:45	7:43	0:58	30	16:22	17:19	0:57	9:49
			<b>1:03</b>				<b>0:56</b>	<b>9:22</b>

Horas de producción

7:22

$$\text{Disponibilidad: } \frac{\text{Horas trabajadas} - (\text{Encendido del horno} + \text{Apagado del horno})}{\text{Horas Trabajadas}}$$

**Disponibilidad: 78,63%**

## Rendimiento:

Tiempo de ciclo ideal:	0,01	# total unidades
		1 673
		2 650
		3 645
		4 656
		5 658
		6 648
		7 697
		8 644
		9 786
		10 678
		11 690
		12 631
		13 663
		14 661
		15 643
		16 669
		17 645
		18 662
		19 670
		20 665
		21 677
		22 659
		23 632
		24 615
		25 663
		26 691
		27 702
		28 643
		29 647
		30 689
		665

**Tiempo de operación:** 7,37 h

**Rendimiento:**  $\frac{\text{T. ciclo ideal}}{\text{(T. operación/Promedio \# total de unidades)}}$

**Rendimiento:** 90,24%

## Calidad:

	# unidades totales	# unidades conformes	# unidades no conformes
1	673	672	1
2	650	648	2
3	645	645	0
4	656	653	3
5	658	657	1
6	648	646	2
7	599	598	1
8	644	644	0
9	786	783	3
10	678	676	2
11	690	689	1
12	631	631	0
13	610	606	4
14	661	657	4
15	643	640	3
16	669	665	4
17	645	642	3
18	662	660	2
19	670	670	0
20	665	662	3
21	677	676	1
22	659	657	2
23	632	632	0
24	615	615	0
25	663	663	0
26	691	687	4
27	702	700	2
28	643	643	0
29	612	608	4
30	689	689	0
	659	657	

$$\text{Calidad: } \frac{\text{Promedio \# unidades conformes}}{\text{Promedio \# unidades Totales}}$$

Calidad: 99,74%

OEE= Disponibilidad x Rendimiento x Calidad= 75,93% x 71,73% x 99,00%=

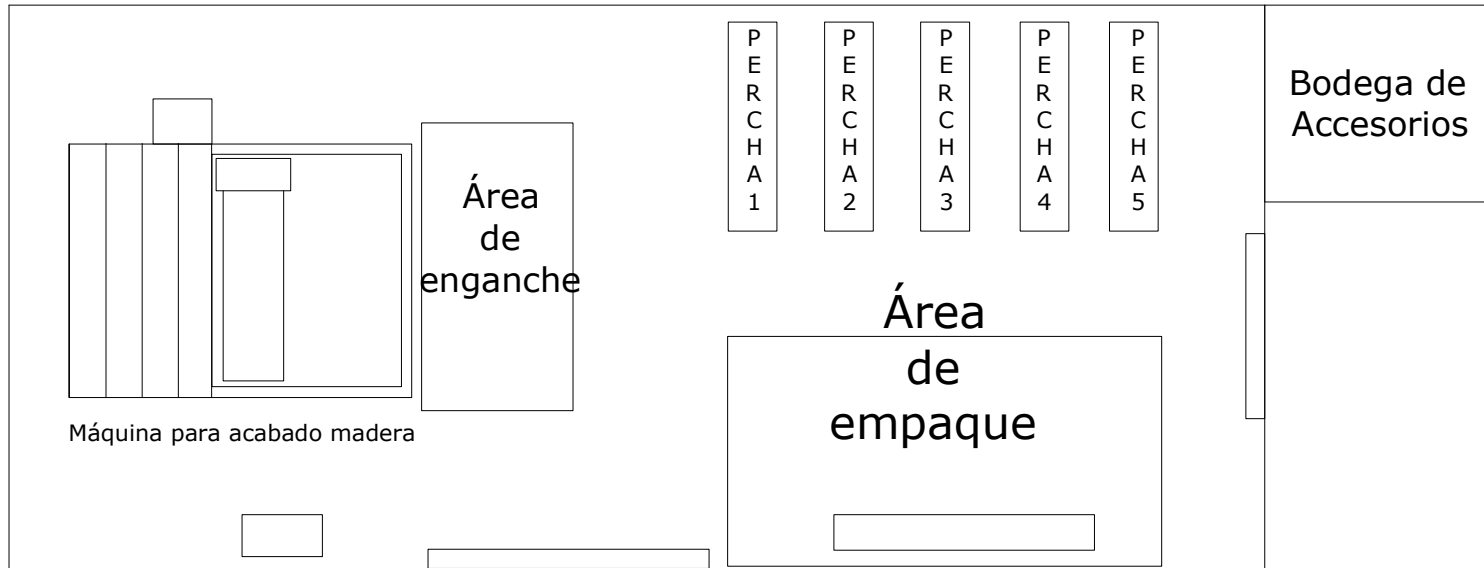
**70,77%**

# PLANOS



**PLANO 1.**

**PLANTA DE PERFILERÍA EN ALUMINIO ACABADO MADERA.**



# BIBLIOGRAFÍA

- [1] \_\_\_\_\_. “El Movimiento de las 5S”. Gestiópolis.com, [www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/24/5s.htm](http://www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/24/5s.htm), Agosto, 2009.
- [2] López, J. “Las 5S's, productividad, comodidad y eficiencia”. Mailxmail.com, [www.mailxmail.com/curso-5s-s-productividad-comodidad-eficiencia/presentacion-introduccion-beneficios-proyeccion](http://www.mailxmail.com/curso-5s-s-productividad-comodidad-eficiencia/presentacion-introduccion-beneficios-proyeccion), Agosto, 2009.
- [3] \_\_\_\_\_. “5S”. Wikipedia.com, <http://es.wikipedia.org/wiki/5S>, Agosto, 2009.
- [4] \_\_\_\_\_. “5S”. Construsur.com.ar, [www.construsur.com.ar/News-pdf-sid-52.html](http://www.construsur.com.ar/News-pdf-sid-52.html), Agosto, 2009.
- [5] \_\_\_\_\_. “Diagrama de Ishikawa”. Wikipedia.com, [http://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama\\_de\\_Ishikawa](http://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_Ishikawa), Agosto, 2009.
- [6] ISHIKAWA, K. *Guide to Quality Control*, Primera Edición, Asian Productivity Organization, 1986.
- [7] \_\_\_\_\_. “Mantenimiento Productivo Total”. Wikipedia.com, [http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento\\_productivo\\_total](http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento_productivo_total), Agosto, 2009.

- [8] \_\_\_\_\_. "TPM – Mantenimiento Preventivo Total". Geocities.com, [www.geocities.com/usmindustrial/tpm.htm](http://www.geocities.com/usmindustrial/tpm.htm), Agosto 2009.
- [9] NAKAJIMA, S. *Introducción al TPM*. Japan Institute for Plant Maintenance, 1991.
- [10] \_\_\_\_\_. "Mantenimiento Total Productivo (TPM)". Everyoneweb.com, [www.everyoneweb.com/WA%5CDataFilesutcv%5Ctpm.ppt](http://www.everyoneweb.com/WA%5CDataFilesutcv%5Ctpm.ppt), Agosto 2009.
- [11] HIRANO, H. *5Pilares de la Fábrica Visual*. TGP Hoshir SL, 1997.