

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS**

**ELABORACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO PARA HORNOS MIDDLEBY MARSHALL**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO  
ELECTROMECAÁNICO**

**JORGE LUIS SÁNCHEZ MERO**  
**betsa2011@hotmail.es**

**DIRECTOR: Ing. Luis Fernando Jácome Jijón**  
**luisfernandojacome@epn.edu.ec**

**Quito, Marzo 2012**

## **DECLARACIÓN**

Yo Jorge Luis Sánchez Mero, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mi derecho de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

-----  
Jorge Luis Sánchez Mero

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Jorge Luis Sánchez Mero, bajo mi supervisión.

---

Ing. Luis Fernando Jácome  
DIRECTOR DEL PROYECTO

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme la vida y la fuerza para seguir adelante.

A mis padres por ser mi guía y brindarme todo su apoyo. Siempre han sido una parte importante en el logro de esta meta.

A mis Hermanas por darme su apoyo en los momentos difíciles.

A Betsabé por estar siempre apoyándome en cada momento, por darme fuerza, por su cariño y confianza hacia mí.

**JORGE LUIS SÁNCHEZ MERO**



## **AGRADECIMIENTOS**

Son muchas las personas especiales a las que me gustaría agradecer su amistad, apoyo, ánimo y compañía en las diferentes etapas de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y el corazón. Sin importar en donde estén o si alguna vez llegan a leer estos agradecimientos quiero darles las gracias por formar parte de mi por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

A mis padres, que aunque lejos me enseñaron toda la fuerza y el valor al verlos trabajar día a día para darme los estudios y que a pesar de sus preocupaciones me dieron las posibilidades de salir adelante.

Debo agradecer de manera especial y sincera al Ing. Luis Jácome ya que ha sido para mí un autentico privilegio y honor tenerlo como director, y al que me gustaría agradecerle la gran oportunidad que me ha dado y la confianza que ha depositado en mí en el transcurso de esta tesis. Por aceptarme para realizar esta tesis bajo su dirección. Su apoyo y confianza en mi trabajo y su capacidad para guiar mis ideas ha sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de esta tesis, sino también en mi formación como tecnólogo. Las ideas propias, siempre enmarcadas en su orientación y rigurosidad, han sido la clave del buen trabajo que hemos realizado juntos, el cual no se puede concebir sin su siempre oportuna participación. Le agradezco también el haberme facilitado siempre los medios suficientes para llevar a cabo todas las actividades propuestas durante el desarrollo de esta tesis.

A mis hermanas queridas Paola y Liz y a mi sobrinita Danna por el apoyo que me otorgan y al cariño que me brindan siempre a pesar de la distancia.

A mi novia Betsabé por estar siempre a mi lado, apoyándome, brindándome todo su amor y a su familia por brindarme todo su apoyo.

A mis amigos que siempre estuvieron a mi lado en los buenos y malos momentos.

El más especial de todos, a ti Señor porque hiciste realidad este sueño, por todo el amor con el que me rodeas y porque me tienes en tus manos. Esta tesis es para ti.

A todos mi mayor reconocimiento y gratitud.

**JORGE LUIS SÁNCHEZ MERO**

**CONTENIDO**

DECLARACIÓN.....	I
CERTIFICACIÓN.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
CONTENIDO.....	V
ÍNDICE.....	V
RESUMEN.....	XVI
PRESENTACIÓN.....	XVII

# ÍNDICE

## CAPÍTULO 1

EVOLUCIÓN DE LOS HORNOS.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. ORIGEN DE LOS HORNOS.....	2
1.3. DESARROLLO DE LOS HORNOS.....	3
1.4. TIPOS DE HORNOS.....	4
1.4.1. HORNOS DE LEÑA.....	4
1.4.2. HORNOS ELÉCTRICOS.....	4
1.4.3 HORNOS A GAS.....	6
1.4.3.1. HORNOS DE FUSIÓN.....	7
1.4.3.2. HORNOS DE RECALENTAR.....	7
1.4.3.3. HORNOS DE TRATAMIENTO TÉRMICO.....	8
1.4.4. HORNOS SOLARES.....	9
1.5. HORNOS MIDDLEBY MARSHALL.....	10
1.5.1. HISTORIA DE LA CORPORACIÓN MIDDLEBY MARSHALL.....	10
1.5.2. HORNOS DE CINTA TRANSPORTADORA MIDDLEBY MARSHALL.....	12
1.6. PARTES Y COMPONENTES.....	13
1.7. TIPOS DE HORNOS.....	15
1.7.1. HORNOS TIPO PS 500.....	15
1.7.2. HORNO TIPO PS 640-24.....	25
1.7.3. HORNOS TIPO PS300.....	27

## CAPÍTULO 2

TEORIA DEL MANTENIMIENTO.....	30
2.1. INTRODUCCIÓN.....	30
2.2. HISTORIA Y EVOLUCIÓN.....	31
2.2.1. HISTORIA.....	31
2.2.1.1. DEFINICIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	33
2.2.1.2. FIABILIDAD, MANTENIBILIDAD, DISPONIBILIDAD.....	36
2.2.2. EVOLUCIÓN.....	36
2.2.2.1. PRIMERA ETAPA.....	36
2.2.2.2. SEGUNDA ETAPA.....	38
2.2.2.3. TERCERA ETAPA.....	39
2.2.2.4. CUARTA ETAPA.....	39
2.3. OBJETIVOS.....	39
2.4. TIPOS DE MANTENIMIENTO.....	40
2.4.1. MANTENIMIENTO DE FALLA.....	41
2.4.2. MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	41
2.4.2.1. DESVENTAJA DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	41
2.4.3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	42
2.4.3.1. HISTORIA DEL MANTENIMIENTO.....	42
2.4.3.2. VENTAJAS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	42
2.4.3.3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO A TIEMPO FIJO.....	43
2.4.3.4. MANTENIMIENTO PREVENTIVO A TIEMPO VARIABLE.....	43
2.4.4. MANTENIMIENTO PREDICTIVO.....	43
2.4.4.1. HISTORIA DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO.....	44
2.4.4.2. VENTAJAS DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO.....	44
2.4.4.3. DESVENTAJAS DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO.....	44

2.4.5. MANTENIMIENTO PROACTIVO.....	45
2.4.6. MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM).....	45
2.4.6.1. OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL.....	46
2.4.6.2. LAS 5 S.....	47
2.4.6.3. ACTIVIDADES FUNDAMENTALES.....	47
2.4.6.4. PILARES DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL.....	49
2.4.7. MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM).....	50
2.4.7.1 HISOTRIA DEL RCM.....	50
2.4.7.2 OBJETIVOS DEL RCM.....	52
2.5 HERRAMIENTAS Y METODOLOGÍAS.....	52
2.5.1 HERRAMIENTAS.....	52
2.5.1.1 HISTOGRAMAS.....	52
2.5.1.2 DIAGRAMA DE PARETO.....	54
2.5.1.3 DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO.....	56
2.5.1.4 DIAGRAMA DE FLUJO.....	58
2.5.1.5 GRÁFICAS DE CONTROL.....	59
2.5.1.6 ANÁLISIS MODAL DE FALLA Y EFECTO (AMFE).....	60
2.5.2 METODOLOGÍAS.....	62
2.5.2.1 RECONOCIMIENTO DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO...62	
2.5.2.2 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.....	63
2.5.2.3 INVENTARIO Y CODIFICACIÓN.....	63
2.5.2.4 HOJA DE RECOPLIACIÓN DE DATOS.....	64
2.5.2.5 LIBRO DE REGISTRO DIARIO DE MANTENIMIENTO.....	64

## CAPÍTULO 3

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO...	66
3.1 INTRODUCCIÓN.....	66
3.2 REGISTRO DE OPERACIÓN DE LOS EQUIPOS.....	66
3.2.1 ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL.....	67
3.2.1.1 REPUESTOS Y ACCESORIOS.....	67
3.2.1.2 MANUALES.....	68
3.2.1.3 SEGURIDAD.....	68
3.2.1.4 PERSONAL DE MANTENIMIENTO.....	68
3.3 EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO ACTUAL.....	69
3.3.1 MANUAL DE PROCESO DE MANTENIMIENTO.....	69
3.3.2 CODIFICACIÓN DE ACTIVOS.....	69
3.3.3 FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO.....	69
3.3.4 ANÁLISIS MEDIANTE EL MÉTODO ISHIKAWA.....	70
3.3.5 DIAGNÓSTICO DEL TIPO DE MANTENIMIENTO.....	73
3.3.6 GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN.....	73
3.3.6.1 GESTIÓN.....	73
3.3.6.2 PLANIFICACIÓN.....	74
3.3.6.2.1 PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	74
3.3.6.2.2 EJECUCIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO.....	75
3.3.7 PLANIFICACIÓN GENERAL.....	75
3.3.7.1 ESTRATEGIAS.....	75
3.3.7.2 RECURSOS HUMANOS.....	76
3.3.7.3 RECURSOS MATERIALES.....	76

## CAPÍTULO 4

ELABORACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.....	77
4.1 ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	77
4.1.1 DATOS TÉCNICOS DEL EQUIPO.....	77
4.1.2 HOJA DE REGISTRO DIARIO.....	78
4.2 APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS Y DE GESTIÓN.....	78
4.2.1 DIAGRAMA DE PARETO.....	78
4.2.1.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	82
4.2.2 SELECCIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO.....	82
4.2.3 ANÁLISIS AMFE.....	84
4.2.3.1 INFLUENCIA SOBRE LA PRODUCCIÓN.....	85
4.2.3.2 INFLUENCIA SOBRE LA CALIDAD.....	87
4.2.3.3 INFLUENCIA SOBRE LA SEGURIDAD.....	87
4.2.3.4 INFLUENCIA SOBRE EL MANTENIMIENTO.....	88
4.2.3.5 SUMA DE PESOS.....	89
4.2.3.6 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	89
4.3 RCM PARA LAS MÁQUINAS.....	90
4.3.1 HORNOS MIDDLEBY MARSHALL.....	90
4.3.1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL.....	90
4.3.1.2 FUNCIÓN.....	92
4.3.1.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	92
4.3.1.4 PARTES Y COMPONENTES.....	93
4.3.1.5 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS CONTROLES.....	97
4.3.1.6 OPERACIÓN NORMAL.....	98
4.3.1.7 COTROLADOR DIGITAL DE TEMPERATURA.....	101
4.3.1.8 SISTEMA DE VENTILACIÓN.....	102

4.3.1.9 SISTEMA ELÉCTRICO.....	103
4.3.1.10 SUMINISTRO DE GAS.....	104
4.3.2 APLICACIÓN DEL ANÁLISIS AMFE.....	107
4.3.3 CUADRO DE CORRECTIVOS.....	113
4.3.4 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO.....	115
4.4 PROGRAMACIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO.....	125
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	126
BIBLIOGRAFIA.....	128
ANEXOS.....	129



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Horno antiguo.....	1
Figura 1.1 Horno Tandoor.....	2
Figura 1.2 Horno de leña.....	3
Figura 1.3 Horno Middleby Marshall.....	13
Figura 1.4 Partes y componentes del horno.....	13
Figura 1.5 Horno serie PS520.....	15
Figura 1.6 Dimensiones del horno.....	16
Figura 1.7 Horno serie PS536.....	17
Figura 1.8 Dimensiones del horno.....	19
Figura 1.9 Horno serie PS540.....	20
Figura 1.10 Dimensiones del horno.....	22
Figura 1.11 Horno serie PS555.....	23
Figura 1.12 Dimensiones del horno.....	25
Figura 1.13 Horno serie PS 640-24.....	26
Figura 1.14 Horno serie PS 300.....	27
Figura 2.1 Síntesis.....	32
Figura 2.2 Cuadro de fiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad.....	36
Figura 2.3 Etapa en la producción.....	37
Figura 2.4 Curvas de producción.....	37
Figura 2.5 Cuadro de PM.....	38
Figura 2.6 Tipos de mantenimiento.....	40
Figura 2.7 Diagrama de Pareto.....	54
Figura 2.8 Diagrama de causa y efecto.....	56
Figura 2.9 Ejemplo diagrama de causa y efecto.....	57

Figura 2.10 Diagrama de flujo.....	58
Figura 2.11 Diagrama de flujo.....	59
Figura 3.1 Análisis de los materiales.....	71
Figura 3.2 Análisis de la máquina.....	71
Figura 3.3 Análisis de mano de obra.....	72
Figura 3.4 Análisis de métodos.....	72
Figura 4.1 Diagrama de Pareto.....	79
Figura 4.2 Diagrama de porcentaje de falla.....	81
Figura 4.3 Curva de porcentaje de falla.....	82
Figura 4.4 Datos del equipo.....	90
Figura 4.5 Fotografía del equipo.....	91
Figura 4.6 Diagrama eléctrico.....	91
Figura 4.7 Gráfico de flujo de aire.....	92
Figura 4.8 Partes y componentes.....	93
Figura 4.9 Quemador de gas.....	95
Figura 4.10 Blower o ventilador del quemador.....	95
Figura 4.11 Dedos de aire.....	96
Figura 4.12 Panel de control.....	97
Figura 4.13 Controlador de temperatura.....	101
Figura 4.14 Dimensiones para sistema de ventilación.....	102
Figura 4.15 Ventilador de ventilación.....	103
Figura 4.16 Tipos de conexiones.....	104
Figura 4.17 Conexión de la línea de gas.....	105
Figura 4.18 Válvula de control de gas.....	105
Figura 4.19 Conjunto de quemador y tubería de gas.....	106

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Datos de funcionamiento eléctrico.....	15
Tabla 1.2 Datos de producción.....	16
Tabla 1.3 Funcionamiento eléctrico.....	17
Tabla 1.4 Funcionamiento a gas.....	18
Tabla 1.5 Datos eléctricos.....	18
Tabla 1.6 Datos de producción.....	20
Tabla 1.7 Funcionamiento eléctrico.....	21
Tabla 1.8 Funcionamiento a gas.....	21
Tabla 1.9 Datos de producción.....	23
Tabla 1.10 Datos de producción.....	24
Tabla 1.11 Funcionamiento eléctrico.....	24
Tabla 1.12 Funcionamiento a gas.....	24
Tabla 1.13 Datos eléctricos.....	27
Tabla 1.14 Datos de producción.....	28
Tabla 1.15 Especificaciones.....	29
Tabla 1.16 Dimensiones.....	29
Tabla 1.17 Especificaciones generales.....	28
Tabla 1.18 Especificaciones eléctricas.....	28
Tabla 2.1 Analogía.....	34
Tabla 2.2 Cuadro AMFE.....	61
Tabla 4.1 Incidencia de las máquinas en el proceso de producción.....	79
Tabla 4.2 Número de fallas por mes.....	80
Tabla 4.3 Ordenamiento descendente de número de fallas.....	80
Tabla 4.4 Porcentaje de fallas.....	81

Tabla 4.5 Matriz de priorización del tipo de mantenimiento.....	83
Tabla 4.6 Criterio de calificación.....	83
Tabla 4.7 Número de horas de operación semanal.....	85
Tabla 4.8 Peso de los porcentajes de tiempo de uso del equipo.....	85
Tabla 4.9 Determinación de los pesos según el tiempo de uso.....	86
Tabla 4.10 Determinación de la influencia sobre otros elementos	
Productivos.....	86
Tabla 4.11 Peso de la influencia sobre la calidad .....	87
Tabla 4.12 Determinación de los pesos sobre la calidad del producto final....	87
Tabla 4.13 Peso de la influencia sobre la seguridad .....	87
Tabla 4.14 Determinación de los pesos según la influencia sobre la seguridad.....	88
Tabla 4.15 Peso de la influencia sobre el mantenimiento.....	88
Tabla 4.16 Determinación de los pesos según las horas de mantenimiento....	88
Tabla 4.17 Suma de pesos .....	89
Tabla 4.18 Especificaciones eléctricas.....	103
Tabla 4.19 Especificaciones suministro de gas .....	104
Tabla 4.20 Índice de Gravedad.....	107
Tabla 4.21 Índice de Frecuencia.....	108
Tabla 4.22 Índice de Detectabilidad.....	108

## RESUMEN

En el presente proyecto se elabora un plan de mantenimiento preventivo para los hornos Middleby Marshall, éste se desarrolla en 5 capítulos que se detallan a continuación.

En el capítulo 1 contiene la evolución de los hornos, el origen, desarrollo y tipos de estos, incluyendo el horno Middleby Marshall, detallando sus partes y los tipos de hornos que existen.

El capítulo 2 contiene la teoría del mantenimiento, los fundamentos teóricos donde se estudian las herramientas de diagnóstico de fallos y herramientas estadísticas para el correcto desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo.

En el capítulo 3 se realiza el análisis de la situación actual del área de mantenimiento así como una evaluación del sistema de mantenimiento que tiene la empresa, en donde se verifican las falencias que se presentan a diario en la empresa.

En el capítulo 4 se desarrolla el análisis del tipo de mantenimiento que es posible de implementarse en la empresa, la elaboración del plan de mantenimiento preventivo y se realiza la planificación de las actividades de mantenimiento.

En el capítulo 5, se detallan conclusiones y recomendaciones del proyecto, que deben ser tomadas en cuenta para que sean acogidas dentro del área de mantenimiento.

## PRESENTACIÓN

Actualmente en nuestro país existe un gran número de empresas dedicadas a la producción de comida rápida, las mismas que tienen un objetivo importante, esto es mantener un prestigio tanto a nivel nacional como internacional en lo que se refiere a la calidad de la producción y tiempos de entrega de la misma.

En la Empresa Pizza Hut se han dedicado durante muchos años a la elaboración de productos de consumo masivo como lo es la comida rápida, utilizando para este fin una amplia infraestructura como en este caso tenemos los HORNOS MIDDLEBY MARSHALL, máquinas de excelentes características que cumplen con los requerimientos de la empresa para cumplir con los objetivos de satisfacer a sus clientes.

Los HORNOS MIDDLEBY MARSHALL son equipos de gran importancia para la producción de éste tipo de productos, es por eso que la empresa ve la necesidad de elaborar un plan de mantenimiento con la finalidad de mejorar la vida útil de las máquinas y/o equipos para obtener mejores beneficios.

Este proyecto busca mejorar el mantenimiento actual de las máquinas y/o equipos en este caso de los HORNOS MIDDLEBY MARSHALL, buscando el cambio de un mantenimiento correctivo por un mantenimiento preventivo para así disminuir las pérdidas de producción y ventas causadas por el mal funcionamiento de estas maquinarias y permitiendo elevar la producción, con la consiguiente reducción de paros no programados que causan graves daños a las empresas.

# CAPÍTULO 1

## EVOLUCIÓN DE LOS HORNOS

### 1.1. INTRODUCCIÓN

La palabra horno proviene del latín FURNUS, es un dispositivo que permite generar calor y lo conserva dentro de un compartimiento cerrado. La energía utilizada para encender un horno se puede adquirir de diversas formas que pueden ser: gas, leña, electricidad, luz solar o combustible. En el figura 1 podemos observar un tipo de Horno que se utilizaba antiguamente para crear calor ayudando al hombre en sus necesidades de convivencia.



Figura 1 Horno antiguo<sup>1</sup>

Generalmente se los utiliza para varias funciones que pueden ser:

- Calentar, secar, azar o cocinar alimentos

---

<sup>1</sup> Fuente: <http://www.hornomoruno.com/historia-de-los-hornos.html>

- Fundición de minerales
- Para el secado de materiales húmedos
- Para Cremaciones

El horno es una construcción fascinante que con el paso del tiempo ha evolucionado y actualmente su uso es muy variado dependiendo del tipo de trabajo que se requiera realizar.

## 1.2. ORIGEN DE LOS HORNOS

“Los primeros hornos se los debemos a egipcios y babilonios, que empezaron a usarlos hace más de 5.000 años. En esencia consistían en una especie de tapa de adobe en forma de campana que, por primera vez, permitía que los alimentos se cocinasen tanto por arriba como por abajo.

En otras culturas de la antigüedad se usaban hornos abiertos, para lo que se hacía un hueco o zanja que se forraba de piedras y luego se calentaban con fuego antes de colocar los alimentos, que se cubrían con vegetación.

En algunos países de moros usan el Horno Tandoor, que podemos observarlo en la Figura 1.1, este es de forma cilíndrica, con un fuego de carbón vegetal en su parte inferior y que llega a alcanzar temperaturas superiores a 400 °C.



**Figura 1.1 Horno Tandoor**



Este horno permite ahumar los alimentos al tiempo que se cocinan, pero tiene el inconveniente de que, al tener la puerta por la parte superior, se experimentan fuertes pérdidas de calor.”<sup>2</sup>

### 1.3. DESARROLLO DE LOS HORNOS

“Hace más de 2.000 años, los griegos decidieron acostar el Horno Tandoor, pusieron la puerta en la parte frontal y añadieron una solera.

Los hornos con la puerta delantera eran más eficientes. Se construían de piedra o de ladrillo refractario, materiales que acumulan el calor durante un largo tiempo, con lo que era posible retirar el fuego antes de introducir los alimentos. Así se han conservado los hornos de leña hasta nuestros días. En la Figura 1.2 mostramos el Horno de leña, estos se calientan mediante la combustión de madera en su interior. Los humos, por su parte, salen por la puerta, donde suele haber una chimenea. Cuando el horno está caliente, las brasas se apartan hacia la periferia de la estructura; a veces, se deja viva una llama para así poder ver el interior de la misma.



**Figura 1.2 Horno de leña**

---

<sup>2</sup> Fuente: <http://www.hornomoruno.com/historia-de-los-hornos.html>

No hace muchos años el horno de leña era un elemento imprescindible en las casas rurales. A veces, se encontraba situado en la cocina y otras, en una esquina del corral. Se construían de piedra o adobe, y de forma circular u oval, con una bóveda curva que facilitaba la circulación del aire caliente.

Los hornos se calentaban haciendo arder en su interior ramas de llama viva y combustión rápida, hasta que el color de la piedra tornaba en un blanco característico. La temperatura del horno de leña disminuye con el tiempo. Al principio, recién apartadas las brasas, está más caliente, y es el momento de asar piezas planas que se harán pronto.”<sup>3</sup>

## **1.4. TIPOS DE HORNOS**

### **1.4.1. HORNOS DE LEÑA**

El aparato cerrado, calentado por combustible sólido, fue usado por primera vez por los colonos de América en el siglo XVII. Estos hornos fueron los primeros hornos de la historia del hombre, funcionan a partir de materiales forestales. Generan emisiones de dióxido de carbono y desde un punto de vista de consumo energético son los menos eficientes, pero desde un punto de vista gastronómico, en varios casos genera un sabor especial a ciertos platos.

Los hornos de leña no han variado nada desde los orígenes, la construcción sigue siendo igual, han evolucionado los materiales para construir y conservar el calor como los ladrillos, cementos, refractarios, etc. Este equipo logra una cocción completamente natural, a muy bajo costo y con materiales muy fáciles de conseguir.

### **1.4.2. HORNOS ELÉCTRICOS**

Es un aparato donde su principal fuente de energía es la eléctrica, que se convierte en calor por medio de resistencias u otros dispositivos. No solo sirve en la cocina, sino en sitios donde se funden metales, cosen cerámicas, entre otras.

---

<sup>3</sup> Fuente: <http://www.hornomoruno.com/historia-de-los-hornos.html>

El horno más utilizado es el de resistencia, que puede alcanzar una temperatura de unos 4100 °C, se genera calor haciendo pasar una corriente eléctrica por un componente resistivo que rodea al horno. La cocción es perfecta ya que se mantiene el control sobre la temperatura, pero el consumo eléctrico es alto.

Uno de los modelos más recientes es el horno de inducción, formado por un crisol en el que se calienta el recipiente mediante rotaciones inducidas magnéticamente; alrededor del crisol se encuentra una bobina por la que pasa una corriente alterna de alta frecuencia.

Las partes básicas de un Horno Eléctrico son:

- **Cámara de calentamiento:** Espacio físico donde se coloca la pieza a calentar.
- **Elementos eléctricos:** Son numerosos y son los responsables del calentamiento de la pieza.
- **Revestimiento aislante:** Es necesario para minimizar las pérdidas de calor al ambiente

Existen varios tipos de Hornos Eléctricos:

**Por cocción:**

- Radiación
- Multifunción
- Microondas

**Por el tipo de mando:**

- Analógico
- Digital
- Digital inteligente

**Ubicación en la cocina:**

- Horno combinado con placa de cocción
- Horno independiente
- Horno con funciones microondas

**Tipo de abertura:**

- Abatible
- Carro extraíble
- Puerta practicable

**1.4.3. HORNOS A GAS**

Un horno a gas transforma la energía química de un combustible en calor, el cual se usa para aumentar la temperatura de aquellos materiales colocados en su interior. No generan gases al medio ambiente.

Las partes que conforman un Horno a gas son:

- **Hogar o cámara de combustión:** Lugar donde se alojan los quemadores y generan los gases de combustión. Puede coincidir con la cámara de calentamiento o ser una cámara independiente.
- **Cámara de calentamiento:** Depende de la forma de operación del horno y de su función.
- **Revestimiento aislante:** Recubre todas las cámaras y equipos del horno.
- **Chimenea y tubos de escape de gases de combustión:** Suelen ir acoplados a intercambiadores para aprovechamiento de la energía calorífica que poseen, previo a la emisión a la atmósfera.

Los hornos a gas se clasifican según su función:

#### **1.4.3.1. Hornos de Fusión**

Su función es la de fundir los materiales. Hay varios subtipos:

##### **Hornos de Crisol:**

- El material se funde en un crisol metálico o cerámico.
- Los gases salen de la parte inferior y lamen exteriormente el crisol para expulsarse por la parte superior o boca de carga.

##### **Hornos de Reverbero:**

- La carga está en contacto directo con los humos pero no con el combustible.
- Su forma es de cuba rectangular con cámara de combustión separada o quemadores laterales. Los humos se desplazan hacia el otro extremo calentando la carga por convección y por radiación de las llamas y la bóveda refractaria.

##### **Cubilotes para fundición:**

- Horno vertical cilíndrico, similar al horno alto.
- Su función es también parecida a éste, pero sólo se busca la fusión eficaz y no la reducción del mineral de hierro.
- El combustible utilizado es coque o gas natural.

#### **1.4.3.2. Hornos de Recalentar**

Tiene como objetivo el calentamiento de piezas para procesos como laminación, extrusión, forja, estampación y conformado. Siempre se mantiene el estado sólido de las piezas, buscando solo su reblandecimiento.

El tipo de horno depende de la forma de las piezas a calentar y la temperatura final fundamentalmente. Hay muchos más parámetros que influyen en la elección del tipo de horno, por ejemplo, si el horno debe operar en continuo o discontinuamente.

Los tipos más importantes son:

- Hornos **de Fosa**.- Cámara rectangular donde se colocan las piezas a calentar verticalmente y por la parte superior.
- Hornos **de Mufla**.- Es una caja con puerta en cuyo interior se alojan los quemadores. La solera puede ser cerámica o metálica.
- Hornos **de Campana**.- El material se carga y el horno propiamente dicho se eleva con grúas y se coloca cubriendo la carga.
- Hornos **de Empujadora**.- Se emplea para calentar piezas de acero de forma continua. Las piezas son empujadas por una máquina desde la parte frontal.
- Hornos **de Viga Galopante**.- Son muy parecidos a los de empujadora, pero con ventajas respecto a estos.
- Hornos **de Vagonetas**.- Túnel cuya solera se compone de carros unidos entre sí que avanzan de forma semicontinua.
- Horno **de solera giratoria**.- La cámara forma un túnel circular al que acceden los productos de combustión.
- Hornos **Especiales**.- Responden a necesidades puntuales y específicas y su precio es muy elevado. Como ejemplo están los equipos de calentamiento por plasma, que pueden alcanzar temperaturas de 50.000 °C o incluso de varios millones de grados, en equipos de fusión nuclear.

#### 1.4.3.3. Hornos de Tratamiento Térmico

Su función es la de conferir una propiedad al material. Algunos de los tratamientos existentes son:

- Recocido, normalizado, temple, revenido, homogeneizado, solubilización, maduración o envejecimiento, etc.
- Cementación, carbonitruración, nitruración, cianuración, descarburación, etc.
- Recubrimiento por galvanización, estañado, esmaltado, etc.

#### 1.4.4. HORNOS SOLARES

Los hornos solares permiten cocinar alimentos utilizando como fuente de energía el sol.

Se dividen en dos grupos:

- **De concentración.-** Se basan en concentración de la radiación solar en un punto, típicamente a través de un reflector parabólico. Generan altas temperaturas y permiten freír alimentos o hervir agua. Son particularmente peligrosas al usuario si no se tiene cuidado y si no usas el tipo de protección debe ser necesario.
- **Horno o caja.-** Es una caja térmicamente aislada, diseñada para capturar la energía solar y mantener caliente su interior. Los materiales son de baja conducción de calor, lo que reduce el riesgo de quemaduras a los usuarios y evita la posibilidad de incendio tanto de la cocina como en el lugar en el que se utiliza. Los alimentos no se queman ni se pasan conservando así su sabor y valor nutritivo.

Existe la posibilidad de usar materiales ligeros, resistentes, livianos y plegables para diseñar hornos solares portátiles, con dimensiones que permitan que los procesos de guardado, armado, desarmado y traslado se efectúen de forma cómoda, simple y práctica.

Existen algunas ventajas que son:

- No contaminan y son muy ecológicas.
- No necesitan electricidad, ni combustible.
- Fomenta el uso de energías renovables.
- Se economiza en cuanto a dinero utilizado en la cocción de alimentos.
- La tecnología y conocimientos necesarios de fabricación es muy accesible.
- Existe alta disponibilidad de los materiales de fabricación.
- Los materiales de fabricación son económicos.
- Como frecuentemente los materiales de fabricación son sintéticos e impermeables, la cocina solar presenta un alto grado de limpieza.

- Es una buena solución en lugares donde el clima permite su uso cotidiano.
- Es un beneficio en países y sitios donde los recursos energéticos para cocinar son escasos o de costos demasiado altos.
- Es fácil de comprar.

También existen algunas desventajas como:

- Se requiere más tiempo para cocinar (generalmente más de 1 hora).
- Depende de las condiciones del tiempo para poder cocinar. No es posible en invierno con días nublados o con lluvia.
- Se requiere una temperatura elevada.
- A pesar de que las cocinas solares son muy buenas, no son ampliamente usadas porque la gente no tiene conocimiento de la posibilidad de cocinar con el sol. Los proyectos que más se han extendido han sido los que han sido desarrollados en los sitios más necesitados, en los que el clima ha sido el idóneo y donde los promotores han profundizado más.
- Las cocinas solares de cajas de cartón pueden ser apropiadas para muchas culturas, porque los materiales son generalmente asequibles y baratos. Pero las desventajas del cartón incluyen susceptibilidades por la barrera de humedad y la carencia de durabilidad comparado con otros materiales.

## **1.5. HORNOS MIDDLEBY MARSHALL**

### **1.5.1. HISTORIA DE LA CORPORACION MIDDLEBY MARSHALL**

Middleby Marshall era un fabricante de los hornos de cinta transportadora con productos de alta calidad, fue fundada en 1888 por Joseph Middleby y John Marshall. Joseph era dueño de una empresa de suministros de panadería y John era un ingeniero con licencia.

La empresa fue creada para el desarrollo e introducción de innovaciones en tecnología y equipos para hornear. En 1976 se vendió a Stewart Systems Inc, una firma de ingeniería de sistemas para hornear con sede en Dallas.



La venta de Middleby Marshall fue en 1983, tras ser adquirida por WWG, accionista del 51% de la empresa, hasta que fue constituida el 14 de mayo de 1985 en Delaware, como sucesor de TMC Industries Ltd. Desde 1978 hasta 1985 TMC era sociedad matriz de industrias WWG.

Desde 1983, la Corporación Middleby ha crecido considerablemente, producto de ello entro en el creciente mercado internacional de servicios de alimentos. Desde 1990 a 1996 las ventas internacionales fueron del 37% de las ventas torales de la empresa, alimentando el crecimiento internacional del mercado debidos a la expansión de las cadenas de restaurantes estadounidenses y de otros países, especialmente los de comida rápida.

La Corporación Middleby es el fabricante, comercializador y diseñador de una variedad de equipos para servicio alimenticio e institucional. Sus principales productos incluyen transportador y hornos utilizados en la industria de la pizzería, también equipos de cocina como parrillas, cocinas industriales, tostadoras, batidoras, hornos de convección, entre otros productos innovadores utilizados en restaurantes y cocinas institucionales.

La Corporación Middleby vende a grandes grupos de clientes en todo el mundo, cuyo éxito depende de la eficiencia de sus equipos llevando un alto crecimiento en la industria de servicios alimenticios. Los lideres en las cadenas de pizzerías tales como Pizza Hut y Domino's Pizza, han reconocido la superioridad y eficiencia de los hornos de cinta transportadora de Middleby Marshall, cuyos métodos de cocción y velocidad garantizan un producto de buen nivel para la entrega de pizzas.

Middleby Marshall en 1989 adquirió el Grupo de equipamiento de Hussmann Corporation por 62,5 millones de dólares. Este grupo incluía cuatro empresas muy reconocidas como: Vitoria( refrigeración), Toastmaster( cocina y calentamiento), Southbend( equipo de cocina) y Seco( explotación y servicio de sistemas). Tras la adquisición de estas empresas, ocasionaron pérdidas de 10 millones para los primeros tres meses, lo que produjo que se reduzca la fuerza de trabajo y costos administrativos.

En 1990 Middleby Marshall adquirió una gran parte de Asbury Associates Inc., fabricantes y distribuidor de equipos de servicios alimenticios, fue un paso clave para el desarrollo de la empresa, convirtiéndose en distribuidor de exportación mundial. En 1991 las ventas internacionales aumentaron en un 33% mientras que las ventas nacionales disminuyeron.

En 1994 las ventas internacionales representaron una cuarta parte de las ventas totales, logrando grandes utilidades y la calidad de los productos de la empresa internacionalmente. En 1997 la oferta de Middleby comenzó a cubrir casi todos los mercados nacionales e internacionales.

Middleby se ha colocado como un proveedor de equipo preferido por sus clientes en foodservice, para especializarse en cadenas de restaurantes que se expanden a nivel mundial. En resumen la corporación Middleby fabrica y distribuye equipos de servicio alimenticio tales como: máquinas de café, parrillas, concias, tostadoras, sandwicheras, hornos de cinta con calentamiento por aire, entre otros. Este último producto es el que veremos a continuación.

### **1.5.2. HORNOS DE CINTA TRANSPORTADORA MIDDLEBY MARSHALL**

Los Hornos de cinta transportadora cocinan a menor temperatura y más rápido, diseñados para cocinar una gran variedad de productos. En la figura 1.3 podemos observar el Horno Middleby Marshall, su sistema patentado de chorros de aire caliente, distribuyen el calor de forma homogénea en vez de utilizar altas temperaturas. Los chorros de aire caliente eliminan las capas intermedias de aire que tienden a enfriar el producto.

Sus características son:

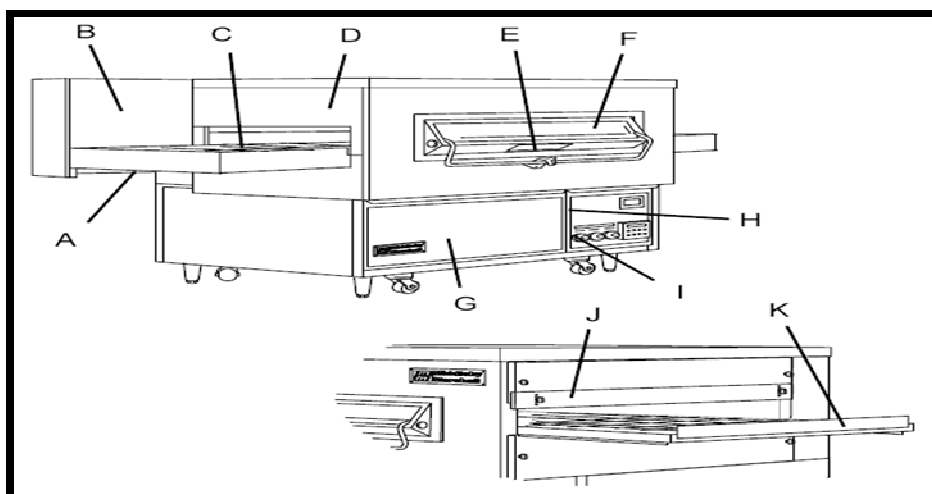
- Control de temperatura digital
- Entrega del producto automáticamente
- La dirección de la cinta transportadora es irreversible
- Se fabrican de acero inoxidable
- La cocción es muy homogénea
- Control de velocidad digital



**Figura 1.3 Horno Middleby Marshall**

## 1.6. PARTES Y COMPONENTES

Los hornos a gas están diseñados para utilizarse tanto con gas natural como con gas propano líquido, se pueden utilizar para hornear o cocinar una amplia variedad de alimenticios. En la Figura 1.4 se muestra sus partes y componentes las cuales se detallarán a continuación.



**Figura 1.4 Partes y componentes del horno<sup>4</sup>**

<sup>4</sup> Fuente: Manual de operación hornos de gas y eléctricos Middleby Marshall

- A. **Bandejas Colectoras.-** Recogen las migajas y otros materiales que pueden caer por entre el transportador. Existe una bandeja colectoras debajo de cada extremo del transportador.
- B. **Motor de Impulsión del Transportador.-** Mueve el transportador.
- C. **Transportador.-** Mueve los productos por el horno.
- D. **Compuertas de los Extremos.-** Permiten el acceso al interior del horno.
- E. **Placa Informativa.-** Nos permite visualizar las especificaciones para efectuar la instalación y operación del horno.
- F. **Ventana.-** Permite que el personal observe y tenga acceso a los productos alimenticios dentro de la cámara de horneado.
- G. **Panel de Acceso al Compartimiento de Mecanismos.-** Nos permite el acceso a los elementos interiores del horno.
- H. **Panel de Acceso al Compartimiento de Control.-** Nos permite el acceso a los componentes de control.
- I. **Panel de Control.-** Se ubican los controles de operación del horno.
- J. **Protectores.-** Se pueden ajustarse a varias alturas para evitar la pérdida de calor al ambiente.
- K. **Tope Final del Transportador.-** Evita que los alimentos caigan al final del transportador.
- L. **Quemador de Gas.-** Calienta el aire, el cual es entonces proyectado hacia los dedos de aire mediante los ventiladores.
- M. **Ventiladores.-** Sopladores que proyectan aire caliente desde el calentador hacia los dedos de aire.
- N. **Dedos de Aire.-** Proyectan chorros de aire caliente sobre los productos.

En el anexo 1 se detalla como es el armado del horno y se detalla más a fondo sus partes.

## 1.7. TIPOS DE HORNOS

### 1.7.1. HORNOS TIPO PS 500

Los hornos tipo PS500 se dividen en modelos:

#### PS520



Figura 1.5 Horno serie PS520<sup>5</sup>

En la figura 1.5 observamos el Horno PS520<sup>5</sup>, y sus características generales son:

- “Modelo de sobremesa
- Frontal totalmente aislado
- Funcionamiento ELÉCTRICO

Su funcionamiento eléctrico se puede detallar en la Tabla 1.1:

Modelos Eléctricos	Voltaje	Fases	HZ	Conexión por fase	Suministro	Térmicos
PS-520	380	3	50	12,6 A.	4 polos, 5 cables (3 fases, 1 neutro, 1 tierra)	Según las normas locales

Tabla 1.1 Datos de funcionamiento eléctrico

<sup>5</sup> [http://www.middleby.es/skin/catalogo/index\\_marshall.asp](http://www.middleby.es/skin/catalogo/index_marshall.asp)

Su producción se especifica en la Tabla 1.2:

Unidades por hora								
23 cm de diámetro			30 cm de diámetro			40 cm de diámetro		
5	6	7	5	6	7	5	6	7
"48	40	34	20	16	14	15	1	11

Tabla 1.2 Datos de producción<sup>6</sup>

Sus dimensiones las podemos observar en la Figura 1.6:

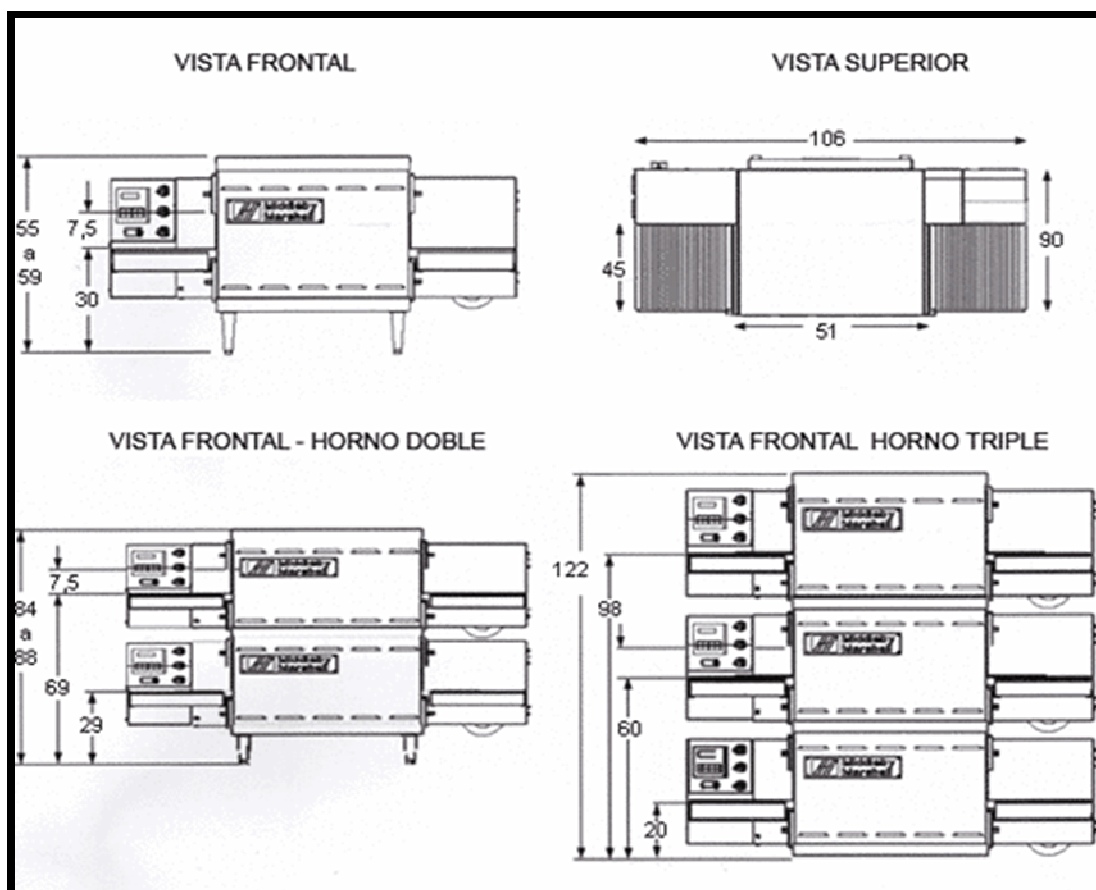


Figura 1.6 Dimensiones del horno<sup>7</sup>

<sup>6</sup> IBIDEM

<sup>7</sup> IBIDEM

## PS 536



**Figura 1.7 Horno serie PS536<sup>8</sup>**

En la figura 1.7 observamos el Horno PS536<sup>8</sup>, y sus características generales son:

- “Frontal totalmente aislado.
- Nuevo sistema de turbinas.
- Nuevo sistema de quemadores
- Apilable hasta 3 alturas.
- Funcionamiento ELÉCTRICO ó GAS

Su funcionamiento eléctrico se define en la Tabla 1.3:

Modelos a gas	Voltaje	Fases	HZ	Wats	Suministro	Térmicos
PS-536 Hornos CE	220- 230	1	50/60	800	2 polos, 3 cables (1 fases, 1 neutro, 1 tierra)	Según las normas locales

**Tabla 1.3. Funcionamiento eléctrico**

<sup>8</sup> IBIDEM

Su funcionamiento a gas se especifica es la Tabla 1.4:

	<b>Min. Tubería</b>	<b>Valvula de Gas</b>	<b>Presión de Gas recomendada</b>
Gas natural 1 ó 2 hornos	50.8 NPT	19.05ID cada horno	De 10 a 18 MBAR
Gas propano 1 ó 2 hornos	38.1 NPT	19.05ID cada horno	De 28 a 40 MBAR

**Tabla 1.4 Funcionamiento a gas**

Su producción se describe en la Tabla 1.5:

Unidades por hora								
23 cm de diámetro			30 cm de diámetro			40 cm de diámetro		
5	6	7	5	6	7	5	6	7
106	89	77	51	42	36	31	26	22

**Tabla 1.5 Datos de producción<sup>9</sup>**



Las dimensiones del Horno se las muestra en la Figura 1.8:

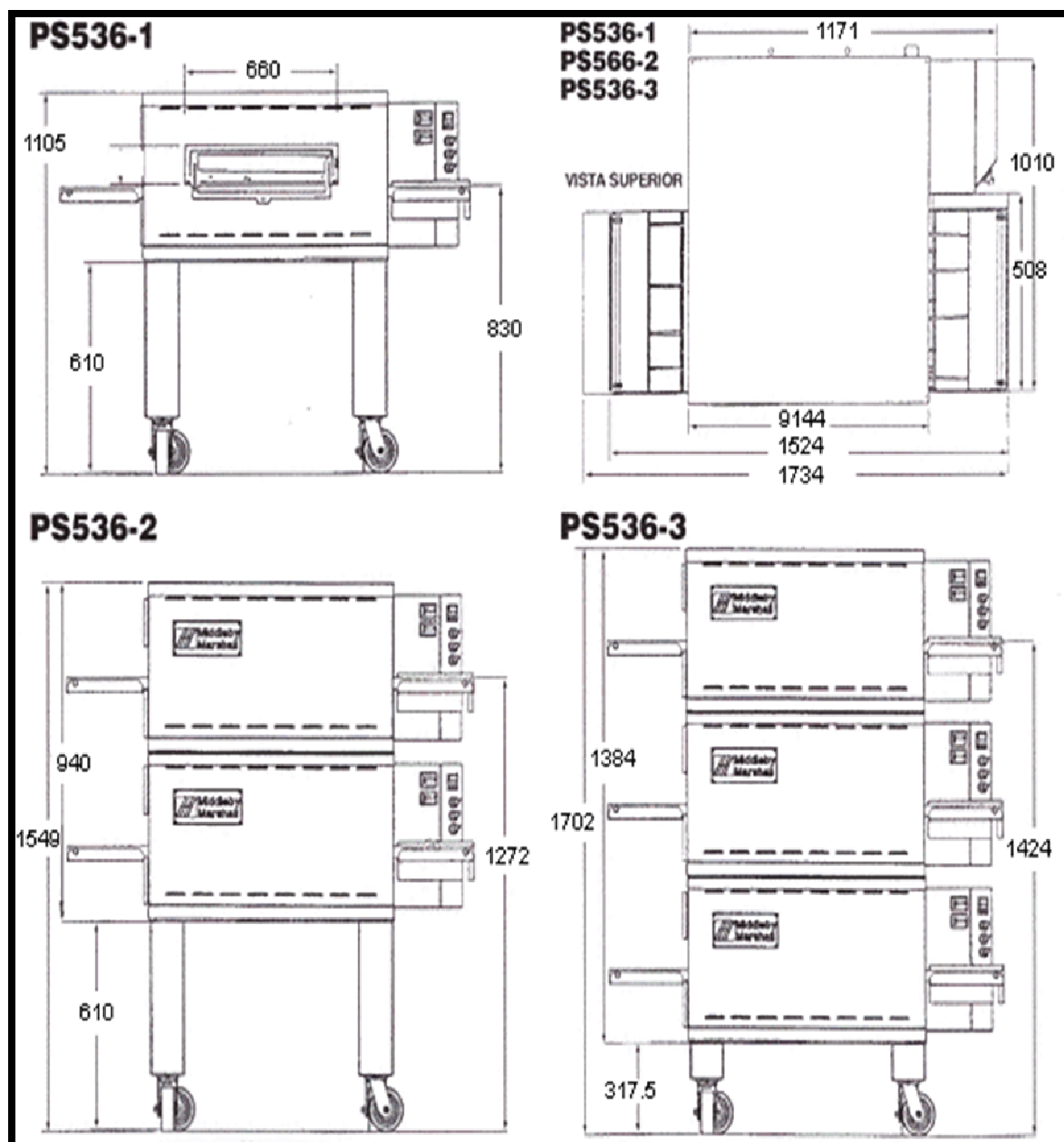


Figura 1.8 Dimensiones del horno<sup>9</sup>

<sup>9</sup> IBIDEM

**PS 540**

**Figura 1.9 Horno serie PS540<sup>10</sup>**

La figura 1.9 nos muestra el Horno PS540<sup>10</sup>, y sus características generales son:

- “Apilable hasta 3 alturas
- Opción cadena partida - (bajo pedido).
- Seis toberas ajustables.
- Cintra transportadora extraíble para facilitar la limpieza
- Funcionamiento ELÉCTRICO ó GAS

Su funcionamiento eléctrico lo observamos en la Tabla 1.6:

Modelos Eléctricos	Voltaje	Fases	HZ	Conexión por fase	Suministro	Térmicos
PS-540 Hornos CE	350-400	3+Neutro	50	41/41/41	4 polos, 5 cables (3 fases, 1 neutro, 1 tierra)	Según las normas locales

**Tabla 1.6 Funcionamiento eléctrico**

<sup>10</sup> IBIDEM

Su funcionamiento a gas se lo muestra en la Tabla 1.7:

	<b>Min. Tubería</b>	<b>Valvula de Gas</b>	<b>Presión de Gas recomendada</b>
Gas natural 1 ó 2 hornos	50.8 NPT	19.05ID cada horno	De 15 a 25 MBAR
Gas propano 1 ó 2 hornos	38.1 NPT	19.05ID cada horno	De 25 a 35 MBAR

**Tabla 1.7 Funcionamiento a gas**

Los datos eléctricos se los detalla en la Tabla 1.8:

<b>Modelos a gas</b>	<b>Voltaje</b>	<b>Fases</b>	<b>HZ</b>	<b>Wats</b>	<b>Suministro</b>	<b>Térmicos</b>
PS-540 Hornos CE	220-230	1	50	800	2 polos, 3 cables (1 fases, 1 neutro, 1 tierra)	Según las normas locales

**“Tabla 1.8 Datos eléctricos<sup>11</sup>**

---

<sup>11</sup> IBIDEM

Sus dimensiones se las observan en la Figura 1.10:

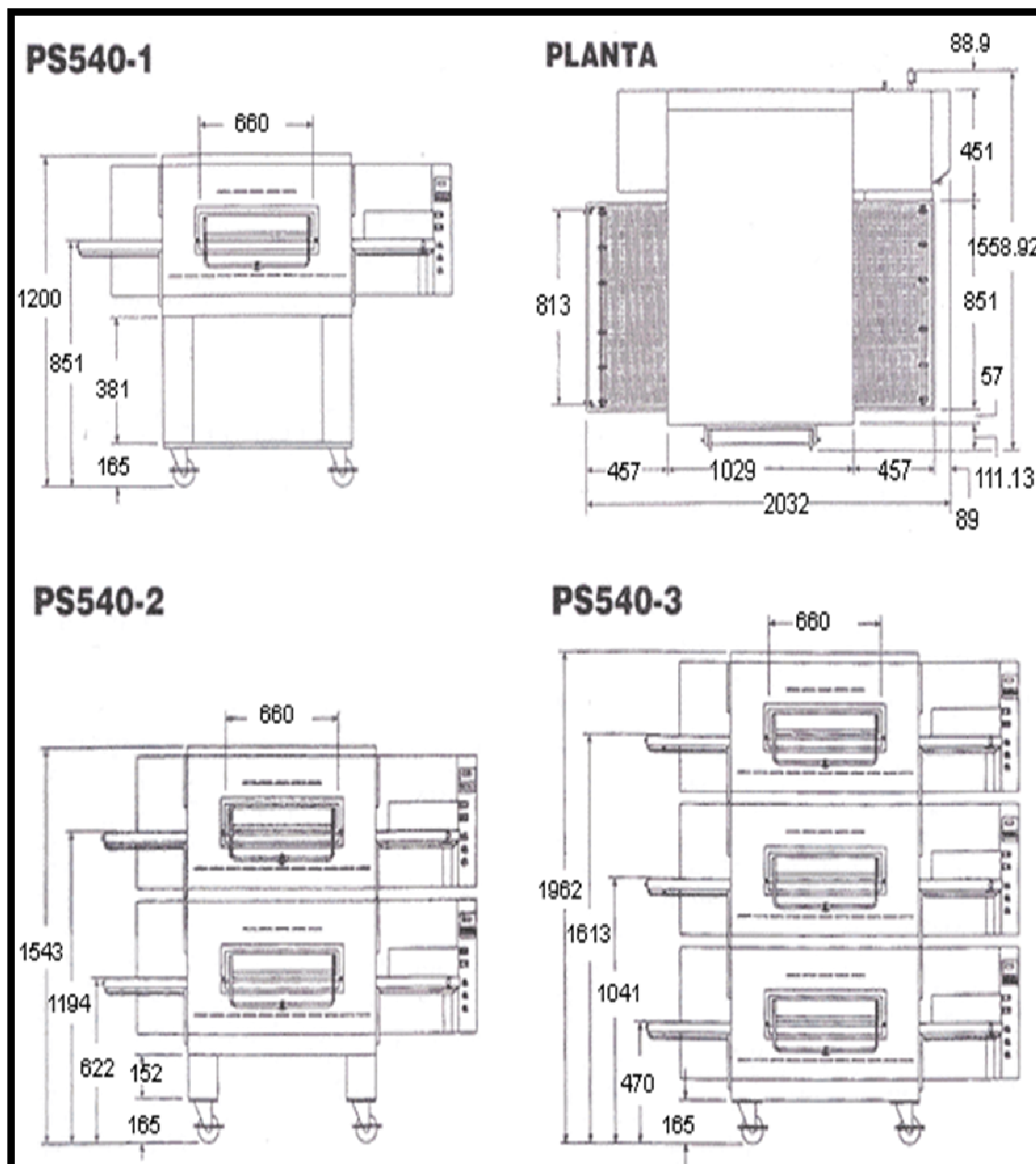


Figura 1.10 Dimensiones del horno<sup>12</sup>

<sup>12</sup> IBIDEM

PS 555



**Figura 1.11 Horno serie PS555<sup>13</sup>**

En la Figura 1.11 podemos observar el Horno PS555<sup>13</sup>, y sus características generales son:

- “Apilable hasta 4 alturas.
- Una única conexión de gas.
- Ventiladores frontales.
- No lleva chimenea.
- Funcionamiento ELÉCTRICO ó GAS.

Su funcionamiento eléctrico se detalla en la Tabla 1.9:

Modelos Eléctricos	Voltaje	Fases	HZ	Conexión por fase	Suministro	Térmicos
PS-555 Hornos CE	380- 400	3+Neutro	50	39/39/39	4 polos, 5 cables (3 fases, 1 neutro, 1 tierra)	Según las normas locales

**Tabla 1.9 Funcionamiento eléctrico**

<sup>13</sup> IBIDEM

Su funcionamiento a gas está detallado en la Tabla 1.10:

	Min. Tubería	Valvula de Gas	Presión de Gas recomendada
Gas natural 1 ó 2 hornos	50.8 NPT	19.05ID cada horno	De 15 a 35 MBAR
Gas propano 1 ó 2 hornos	38.1 NPT	19.05ID cada horno	De 30 a 35 MBAR

**Tabla 1.10 Funcionamiento a gas**

Los datos eléctricos están detallados en la Tabla 1.11:

Modelos a gas	Voltaje	Fases	HZ	Wats	Suministro	Térmicos
PS-555 Hornos CE	220-230	1	50	800	2 polos, 3 cables (1 fases, 1 neutro, 1 tierra)	Según las normas locales

**Tabla 1.11 Datos eléctricos**

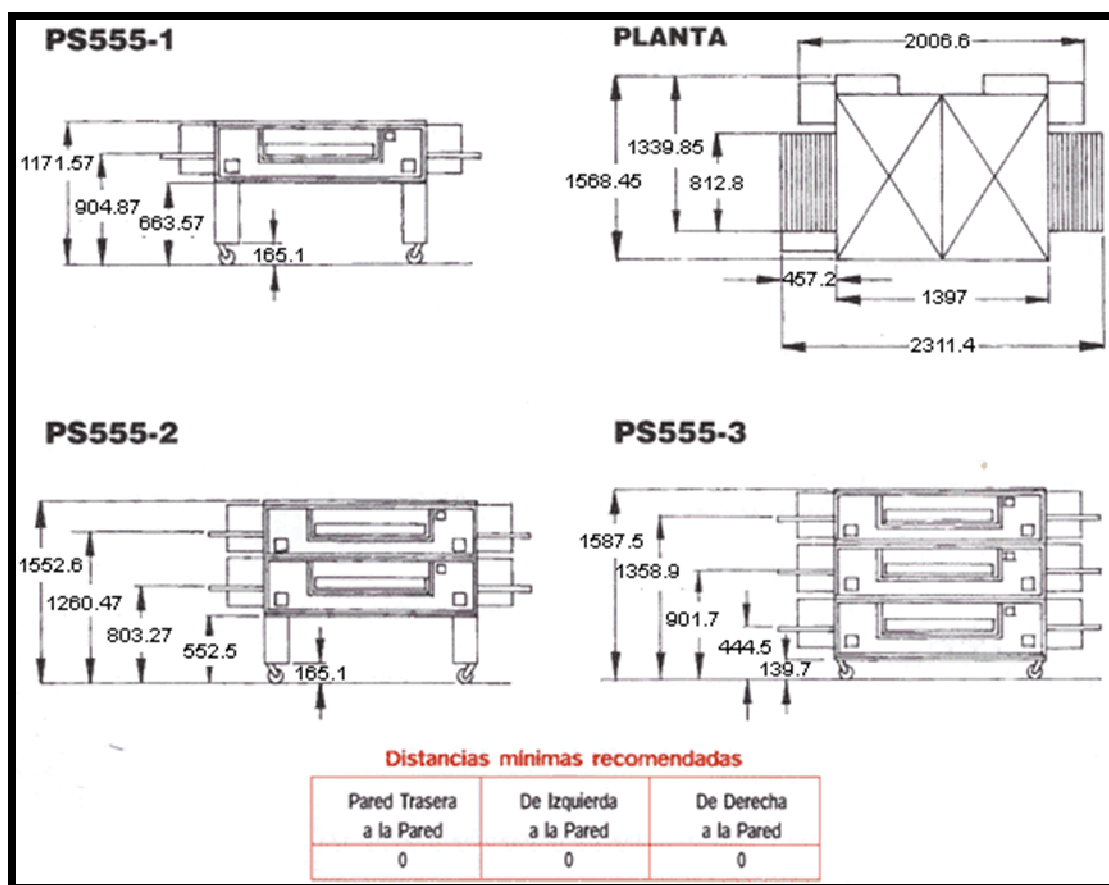
Su producción la podemos verificar en la Tabla 1.12:

Unidades por hora								
23 cm de diámetro			30 cm de diámetro			40 cm de diámetro		
5	6	7	5	6	7	5	6	7
259	216	185	140	117	100	81	68	58

**Tabla 1.12 Datos de producción<sup>14</sup>**

<sup>14</sup> IBIDEM

Las dimensiones del Horno están detalladas en la Figura 1.12:



Fi

Figura 1.12 Dimensiones del horno<sup>15</sup>

### 1.7.2. HORNO TIPO PS 640-24

“Los hornos de cinta transportadora Middleby Marshall de la serie PS cocinan más rápido y a menor temperatura que otros hornos. Su sistema patentado de chorros de aire caliente, distribuyen el calor de forma homogénea en vez de utilizar altas temperaturas.

Los chorros de aire caliente eliminan las capas intermedias de aire que tienden a enfriar el producto. De esta manera conseguimos cocinar de una forma más rápida sin quemar el producto. Todos los hornos Middleby Marshall están diseñados para cocinar una gran variedad de productos como pizza, pescado, carne, bagels... y mucho más.

<sup>15</sup> IBIDEM

La limpieza de estos hornos es muy sencilla: los paneles laterales, las bandejas recogemigas, las toberas y la cinta transportadora se desmontan fácilmente para su limpieza.

La Figura 1.13 nos muestra el Horno PS 640-24, y sus características específicas son:

- **Cocinan un 30% más rápido.**- El nuevo sistema “Impingement Plus” con su sistema revolucionario de “velocidad del aire” consiguen cocinar un 30% más rápido que cualquier otro horno de cinta.
- **Ahorro energético de hasta un 30%.**- Los nuevos hornos de la serie WOW requieren menor potencia instalada ya que son más eficientes.
  - Nuevo panel de mandos con pantalla “táctil”.
  - Célula fotoeléctrica que detecta la carga de producto. Pasado 1 minuto del tiempo de cocinado y si no detecta más producto, pasa a un estado de reposo con un consumo mínimo.
- **Mejora medio ambiental.**- Totalmente silencioso, emite menos calor radiante, por lo que la cocina está menos cargada y permite ajustar las revoluciones del motor (rpm)”<sup>16</sup>



Figura  
serie  
24<sup>17</sup>

1.13 Horno  
PS 640-

<sup>16</sup> IBIDEM

<sup>17</sup> IBIDEM



Las especificaciones del Horno se las detalla en la Tabla 1.13:

PS 640-24	Dimensiones	Cámara de cocinado	Apilable	Producción Hora*
	1943 x 1243 x 1224 mm	1057 x 648 mm	3 hornos	115 u
PS 640-24	GAS		ELÉCTRICO	
	Tipo	Potencia	Voltaje	Potencia
	Nat/Prop.	29 KW	380 / 50 / 3	27 kW

**Tabla 1.13 Especificaciones**<sup>18</sup>

### 1.7.3. HORNOS TIPO PS300

“Los Hornos de la Serie PS300 que se observa en la Figura 1.14, se pueden utilizar para hornear y/o cocinar una amplia variedad de productos alimenticios, tales como pizza, productos tipo pizza, galletas, emparedados y otros”<sup>19</sup>



**Figura 1.14 Horno serie PS 300**

<sup>18</sup> IBIDEM

<sup>19</sup> Manual de operación hornos de gas y eléctricos Middleby Marshall

Estos hornos de la serie PS300 tienen varios modelos de los cuales veremos en la Tabla 1.14 las dimensiones de cada uno de ellos.

A. Dimensiones	PS310	PS314	PS360/360Q/360S	PS360Tándem	PS360MB	PS360WBTándem	PS360EWB	PS360WB70
<b>Altura Total</b>								
Horno Inferior, con parte superior y patas	45-1/2" 1143mm	45-1/2" 1143mm	45-1/2" 1143mm	45-1/2" 1143mm	45-1/2" 1143mm	45-1/2" 1143mm	45-1/2" 1143mm	45-1/2" 1143mm
Horno Superior, con base y parte superior	64-1/2" 1638mm	64-1/2" 1638mm	64-1/2" 1638mm	64-1/2" 1638mm	64-1/2" 1638mm	64-1/2" 1638mm	64-1/2" 1638mm	64-1/2" 1638mm
Horno Doble (dos apilados)	82-1/4" 2089mm	82-1/4" 2089mm	82-1/4" 2089mm	82-1/4" 2089mm	82-1/4" 2089mm	82-1/4" 2089mm	82-1/4" 2089mm	82-1/4" 2089mm
<b>Profundidad Total</b>								
incluyendo viseras posteriores y ventana delantera	39" 991mm	39" 991mm	47" 1194mm	47" 1194mm	55" 1397mm	55" 1397mm	60" 1524mm	55" 1397mm
incluyendo viseras posteriores(sin ventana)	36" 914mm	36" 914mm	44" 1118mm	44" 1118mm	52" 1321mm	52" 1321mm	—	—
<b>Largo Total</b>								
	90-1/2" 2299mm	70-3/4"* 1797mm*	90-1/2"* 2299mm*	144-1/2" 3670mm	90-1/2" 2299mm	144-1/2" 3670mm	90-1/2" 2299mm	106" 2692mm
* NOTA: Las dimensiones de los hornos PS314 y PS360Q NO incluyen las bandejas de salida opcionales.								
<b>Ancho del Transportador</b>								
Banda Sencilla	24" 610mm	24" 610mm	32" 813mm	32" 813mm	40" 1016mm	40" 1016mm	44" 1118mm	40" 1016mm
Banda Doble, ancho idéntico	—	—	2x15" 381mm	2x15" 381mm	2x19" 483mm	2x19" 483mm	2x21" 533mm	2x19" 483mm
Banda Doble, ancho variable	—	—	—	—	1x13"/330mm Y 1x26"/660mm	1x13"/330mm Y 1x26"/660mm	1x14"/356mm Y 1x28"/711mm	1x13"/330mm Y 1x26"/660mm
<b>Márgenes Mínimos Recomendados</b>								
Parte posterior del horno (incluyendo viseras posteriores) hasta la pared	1" 25mm	1" 25mm	1" 25mm	1" 25mm	1" 25mm	1" 25mm	1" 25mm	1" 25mm
Extensión del Transportador hasta la pared (ambos extremos)	0" 0mm	0" 0mm	0" 0mm	0" 0mm	0" 0mm	0" 0mm	0" 0mm	0" 0mm

**Tabla 1.14 Dimensiones<sup>20</sup>**

<sup>20</sup> Manual de operación hornos de gas y eléctricos Middleby Marshall



## CAPÍTULO 2

### TEORÍA DEL MANTENIMIENTO

#### 2.1. INTRODUCCIÓN

El mantenimiento es muy importante para la conservación de los equipos de producción de una empresa, es una apuesta clave para la productividad de las fábricas así como para la calidad de los productos.

El mantenimiento fue “un problema” que surgió al querer producir continuamente, de ahí que fue visto como un mal necesario, una función subordinada a la producción cuya finalidad era reparar desperfectos en forma rápida y barata.

Ahora bien, ¿Cuál es la participación del mantenimiento en el éxito o fracaso de una empresa? Por estudios comprobados se sabe que incide en:

- Costos de producción.
- Calidad del producto o servicio
- Capacidad operacional; por ejemplo el cumplimiento de plazos de entrega.
- Capacidad de respuesta de la empresa como un ente organizado e integrado
- Seguridad e higiene industrial.
- Calidad de vida de los colaboradores de la empresa.
- Imagen y seguridad ambiental de la compañía.

Como se desprende de argumentos de tal peso, " El mantenimiento no es una función miscelánea", produce un bien real, que puede resumirse en; capacidad de producir con calidad, seguridad y rentabilidad.

## 2.2. HISTORIA Y EVOLUCIÓN

### 2.2.1. HISTORIA

- a) “El término **"mantenimiento"** tiene su origen en el vocabulario militar, en el sentido "mantenimiento en las unidades de combate, del efectivo y del material a nivel constante".<sup>23</sup>

Es evidente que las unidades que interesan aquí son las unidades de producción, y el combate es ante todo económico. La aparición del término "mantenimiento" en la industria ocurrió hacia 1950 en Estados Unidos. En Francia, se superpone progresivamente al "entretenimiento".

#### b) ¿Entretenimiento o mantenimiento?

Esquemáticamente, se puede decir que:

- Entretener es arreglar y reparar un parque de material, con el fin de asegurar la continuidad de la producción:

**Entretener, es soportar el material;**

- Mantener es escoger los medios para prevenir, corregir o renovar según el uso del material, según su criticidad, a fin de optimizar el coste global de posesión:

**Mantener es dominar**

#### c) ¿Por qué esta evolución?

- Los equipos de producción se automatizan. Se vuelven más "compactos", más complejos y son utilizados de modo más intenso.
- Los equipos son más gravosos (inversiones) y tienen plazos de amortización más cortos.
- Los tiempos de indisponibilidad de un "proceso" son económicamente más críticos que en un parque de máquinas no situadas "en línea"; algunos costes de paro son prohibitivos.

---

<sup>23</sup> FUENTE: [www.sappiens.com/imagenes/comunidades/.../parte\\_1.doc](http://www.sappiens.com/imagenes/comunidades/.../parte_1.doc) - España

#### d) Criterios de valoración del mantenimiento

- El potencial de inversión y de reconstrucción de las empresas, que favorece la dotación de equipamientos modernos y de medios para gestionarlos.
- La naturaleza del parque a mantener; si es homogéneo, estandarizado, si los costos de los fallos son elevados, entonces el mantenimiento resulta indispensable.
- Los requerimientos de seguridad impuestos a materiales críticos.
- La sensibilización de los responsables en las economías que se puede esperar de un mantenimiento racional del parque.

Según la consideración de estos criterios, los "servicios de mantenimiento" ocupan posiciones muy variables dependientes de los tipos de industria:

- Posición fundamental para las centrales nucleares, las empresas de transporte (metro, aeronáutica).
- Posición importante para las empresas de proceso (en particular la petroquímica, con sus reglamentos de seguridad).
- Posición secundaria para los parques de materiales dispares, de costos de paro bajos.
- El mantenimiento tradicional es el mejor adaptado para empresas sin producción en serie, de estructura "manufacturera".

#### e) Síntesis

En la Figura 2.1 se detalla un ejemplo claro sobre lo que se refiere a la síntesis.

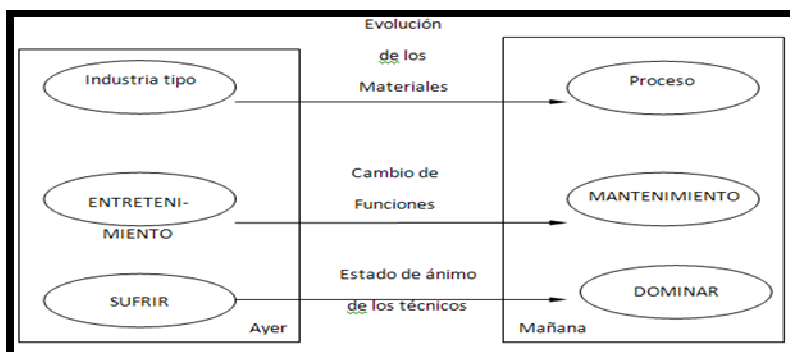


Figura 2.1 Síntesis<sup>24</sup>

<sup>24</sup> [www.sappiens.com/imagenes/comunidades/.../parte\\_1.doc](http://www.sappiens.com/imagenes/comunidades/.../parte_1.doc) - España

### 2.2.1.1. Definición del Mantenimiento

Es un conjunto de actividades o técnicas que tiene como objetivo permitir alcanzar un mayor grado de confiabilidad y disponibilidad en los equipos, instalaciones, plantas o maquinarias, obteniendo mejoras en aspectos operativos tales como: productividad, higiene, fiabilidad, seguridad, funcionalidad, salud y sobre todo protección al medio ambiente.

Pero a través del tiempo han existido algunas definiciones de mantenimiento y entre estas tenemos:

#### a) Definiciones del mantenimiento:

Según Larousse:

- "Conjunto de todo lo que permite mantener o restablecer un sistema en estado de funcionamiento".

Según AFNOR (NF X 60-010):

- "Conjunto de acciones que permiten mantener o restablecer un bien en un estado específico o en la medida de asegurar un servicio determinado".

Comentarios:

- "Mantener" comprende la noción de "prevención" en un sistema en funcionamiento.
- "Restablecer" contiene la noción de "corrección" consecutiva a una pérdida de función.
- "Estado específico" o "servicio determinado" supone la predeterminación del objetivo a conseguir, con la cuantificación de los niveles característicos.

### b) El mantenimiento es la "medicina de las máquinas"

Con el fin de profundizar más adelante en el dominio del mantenimiento, será útil la comparación práctica entre la "salud humana" y la "salud máquina".

Existe una analogía, puesta en evidencia en la Tabla 2.1:

Analogía			
SALUD DEL HOMBRE			SALUD Máquina
Conocimiento del hombre	Nacimiento	Puesta en servicio	Conocimiento de la tecnología
Conocimiento de las enfermedades	Longevidad	Durabilidad	Conocimiento de los tipos de fallos
Carnet de salud Dossier médico Diagnóstico, examen, visitas Conocimiento de los tratamientos Tratamiento curativo Operación	Buena salud      Muerte	Fiabilidad      Rechazo	Histórico Máquina Diagnóstico, prueba, inspección Conocimiento de las acciones curativas Arreglo, reparación Renovación, modernización, recambio estándar.
MEDICINA			MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

**Tabla 2.1 Analogía<sup>25</sup>**

Existen otras similitudes, a nivel de patología, de los diagnósticos e incluso de los útiles (endoscopias, radioscopias, monitores), similitudes que iremos descubriendo sucesivamente.

<sup>25</sup> IBIDEM



Esta analogía permite que se ose dar la siguiente definición:

**"El mantenimiento es la medicina de las máquinas"**

Lo cual es una abreviación practica para desmitificar la función Mantenimiento, pero no contiene ningún juicio de valor sobre la importancia relativa hombre/máquina.

**a) El mantenimiento y la vida de una máquina**

El mantenimiento empieza mucho antes que el ida de la primera avería de una máquina. De hecho, empieza desde su concepción. En la concepción es cuando la mantenibilidad (aptitud de ser mantenida), la fiabilidad y la disponibilidad (aptitud de ser "operacional") y la durabilidad (duración previsional de su vida) van a ser predeterminadas.

El papel del mantenimiento, en el seno de la estructura de utilización, empieza por el consejo en la compra (teniendo en cuenta los criterios que se dan a continuación). Es deseable que el mantenimiento participe a partir de la instalación y puesta en marcha de la máquina; así desde el primer día de producción, con posibilidad de avería potencial, el servicio conoce ya la máquina y el programa de mantenimiento.

Por tanto, su misión es triple:

- Vigilancia permanente o periódica
- Arreglos y reparaciones
- Acciones preventivas

El último papel a jugar por el mantenimiento es el de determinar el momento económico del cese de cuidados a dedicar a la máquina, y de participar en la elección de su reemplazamiento; pues una máquina "muere" inexorablemente, y el ahínco terapéutico, incluso técnico, cuesta caro.

### 2.2.1.2. Fiabilidad, Mantenibilidad, Disponibilidad

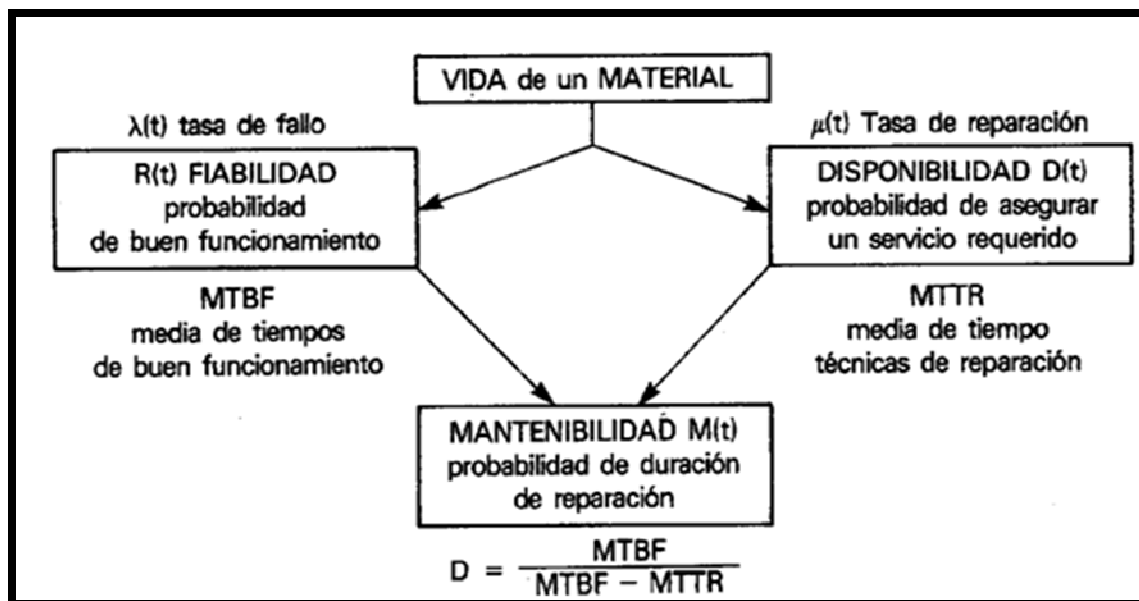


Figura 2.2 Cuadro de fiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad<sup>26</sup>

Estos tres conceptos se pueden enfocar de forma previsional (antes del uso) o de manera operacional (durante o después del uso), en la Figura 2.2 se detalla el cuadro de Fiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad.

Las tres funciones precedentes, llamadas respectivamente  $R(t)$ ,  $M(t)$ ,  $D(t)$ , son funciones de tiempo. En mantenimiento es indispensable precisar la noción de tiempo, de acuerdo con la norma X 60-015.

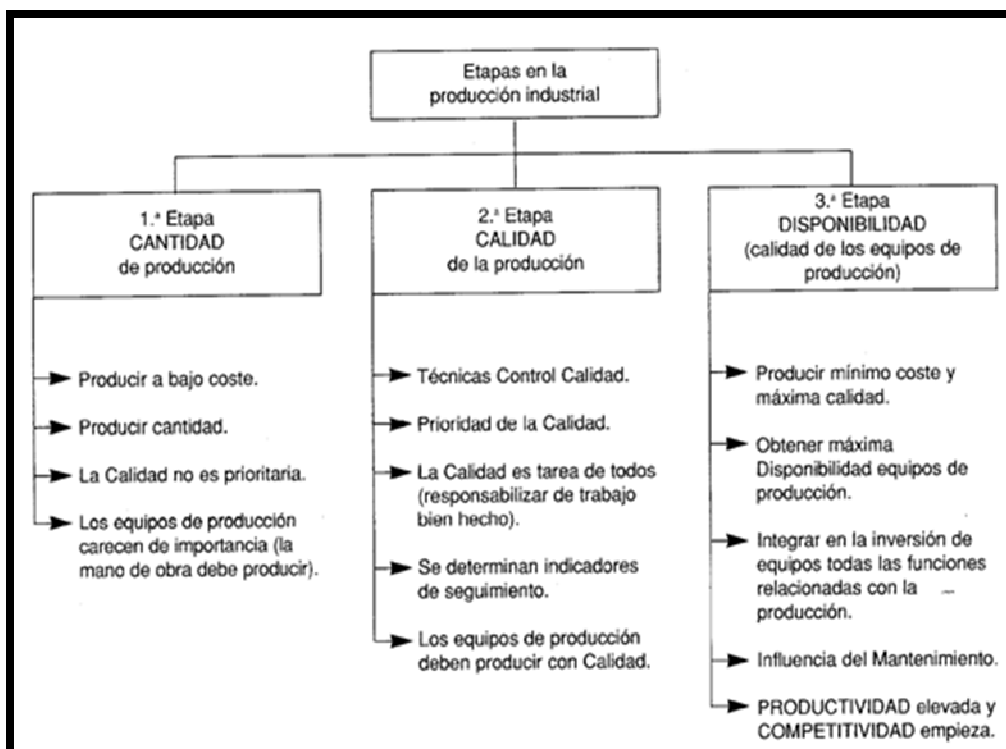
## 2.2.2. EVOLUCIÓN

### 2.2.2.1 Primera Etapa

Cubre hasta los años 50, y se caracteriza por una planificación mínima debido a que las industrias no eran muy mecanizadas y esto hacía que sean fáciles las reparaciones, ya que se trataban de maquinarias sencillas y confiables.

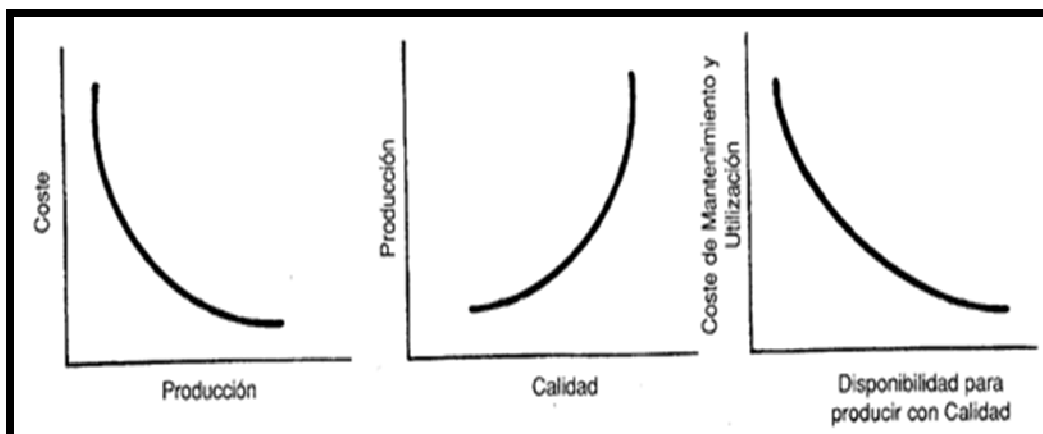
La Figura 2.3 se detalla cada una de las etapas de producción industrial y la Figura 2.4. las Curvas de producción

<sup>26</sup> IBIDEM



**Figura 2.3 Etapa en la producción<sup>27</sup>**

En la Figura 2.4. se observa las Curvas de producción basándose en cada una de las etapas de producción.



**Figura 2.4 Curvas de producción<sup>28</sup>**

<sup>27</sup> IBIDEM

<sup>28</sup> IBIDEM

### 2.2.2.2. Segunda Etapa

Empieza a partir de los años 50 en EE.UU. donde se introduce el concepto de Mantenimiento Preventivo. En la década de los 60 nace el concepto de Mantenimiento Productivo que tenía como objetivo no solo reparar sino también planificar y mejorar la productividad.

De esta manera, el PM engloba el Mantenimiento Correctivo-Preventivo-Predictivo y la mejora. En la Figura 2.5 nos muestra el Cuadro del Mantenimiento Preventivo, el cual consiste en desmontar las maquinarias y revisar las piezas que han sufrido desgastes para cambiarlas o repararlas. Pero el alto costo de estas revisiones hizo que aparezca el Mantenimiento Predictivo, el cual permite conocer el estado de la maquinaria y así poder intervenir antes de producirse una avería o fallo.

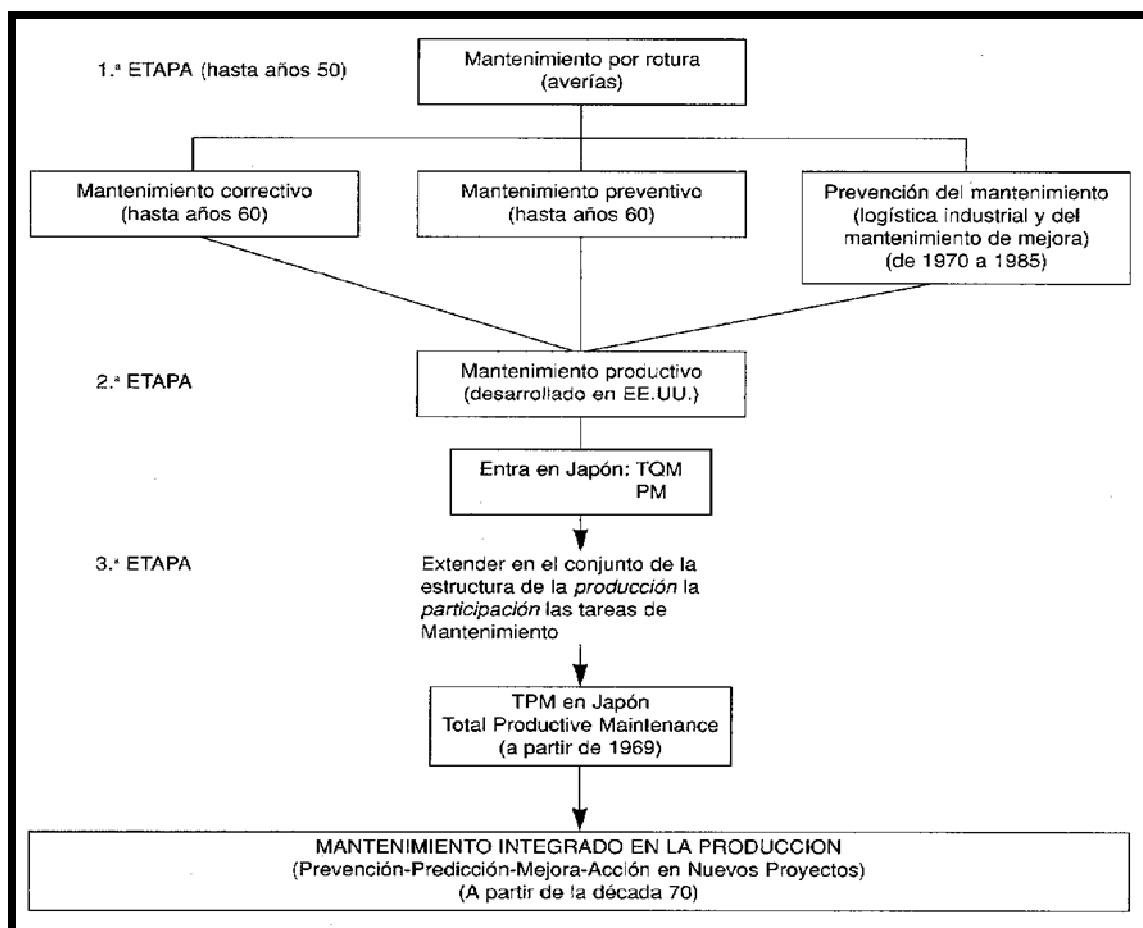


Figura 2.5 Cuadro de PM<sup>29</sup>

<sup>29</sup> IBIDEM

### **2.2.2.3. Tercera Etapa**

Fue desarrollado por primera vez en 1969 y se generaliza a partir de 1971, en esta etapa se aplica nuevas estrategias como: Mantenimiento predictivo y proactivo, TPM (Mantenimiento Productivo Total), RCM (Mantenimiento centrado en la confiabilidad) y herramientas estratégicas como: Árbol de fallos, Diagramas de Pareto e Ishikawa, AMFE (Análisis modal de falla y efecto) entre otros, que permiten mejorar el mantenimiento de los equipos.

### **2.2.2.4. Cuarta Etapa**

Empieza desde los años 90 y tiene como objetivo alcanzar el mejor grado de fiabilidad y seguridad en sistemas, equipos y procesos para elaborar productos de alta calidad y de bajo costo.

Como resultado se pudo elaborar etapas como: definición de estrategias, recopilación de información, planificación, control, programación y mejoramiento del mantenimiento en la empresa. Cada etapa ha elaborado herramientas informáticas como: MP2, Six Proact, entre otras aplicaciones que permitan optimizar los recursos de una empresa.

## **2.3. OBJETIVOS**

Los objetivos están encaminados a asegurar la competitividad de la empresa por medio de los siguientes objetivos:

- Garantizar que el sistema de mantenimiento sea confiable, seguro, eficaz, óptimo, económico y que no destruya al medio ambiente.
- Prolongar la vida útil de las maquinarias
- Cumplir con las normas de seguridad y del medio ambiente
- Reducir costos en mantenimiento
- Mejorar los recursos humanos
- Disminuir fallas imprevistas y accidentes

## 2.4. TIPOS DE MANTENIMIENTO

Para que el trabajo sea confiable, eficiente y de calidad existen algunos tipos de mantenimiento las cuales están en función de los recursos utilizados y del momento en el tiempo en que se los realiza, estos serán explicados en la Figura 2.6.

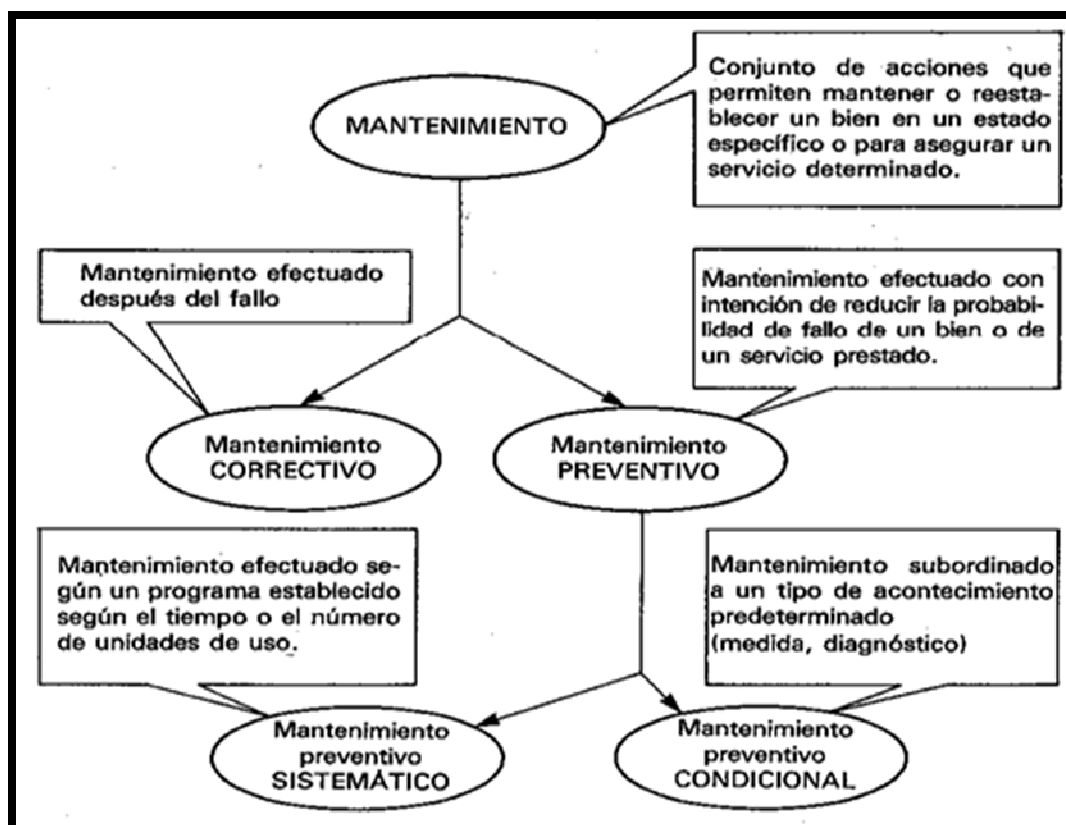


Figura 2.6 Tipos de mantenimiento<sup>30</sup>

<sup>30</sup> IBIDEM

### **2.4.1. MANTENIMIENTO DE FALLA**

En estos programas la mayoría de las tareas de mantenimiento son reactivas a fallas o interrupciones en la producción, el único objetivo es poner nuevamente en servicio a la maquinaria. “Esta aproximación al manejo del mantenimiento es ineficiente y extremadamente caro. El mantenimiento de falla tienen dos factores que son contribuyentes primarios a los elevados costos de mantenimiento: (1) planificación deficiente y (2) reparación incompleta”<sup>31</sup>

Uno de los problemas del mantenimiento de falla es que la mayoría de reparaciones son mal planificadas debido al poco uso de los recursos de mantenimiento y a un aumento de la mano de obra, lo que hace que este tipo de mantenimiento sea muy costoso.

Otro problema surge cuando se realiza reparaciones de modo superficial y no se concentra en la causa de la falla, dando como resultado un alto costo de mantenimiento y un aumento de la frecuencia en las reparaciones, produciendo que la máquina o sistema reduzca su confiabilidad y eficiencia.

### **2.4.2. MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

Consiste en la reparación del equipo o sistema una vez que se ha producido una falla y el paro inmediato de la misma. Si no se produce ninguna falla, no se pueden realizar chequeos hasta que se presente algún desperfecto y luego tomar medidas de corrección.

Este tipo de mantenimiento no es recomendado ya que produce paros imprevistos, altos costos y baja calidad en la reparación debido a que se trabaja para reponer y no reparar el equipo, provocando una mala reparación que con el tiempo afecta a su rendimiento.

#### **2.4.2.1 Desventajas del Mantenimiento Correctivo**

“Paradas no previstas en el proceso productivo, disminuyendo las horas operativas. Afecta las cadenas productivas, es decir, que los ciclos productivos posteriores se verán parados a la espera de la corrección de la etapa anterior.

---

<sup>31</sup>Folleto de Ingeniería de mantenimiento Ing. Luis Jácome pág. 10

Presenta costo por reparación y repuesto no presupuestados, por lo que se dará el caso que por falta de recursos económico no se podrán comparar repuestos en el momento deseado.

La planificación del tiempo que estará en sistema fuera de operación no es predecible.”<sup>32</sup>

### **2.4.3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Se produce con la necesidad de reducir el mantenimiento correctivo y consiste en la revisión de los equipos antes de que ocurra una falla o avería, efectuándose bajo inspecciones rutinarias programadas para poder disminuir las reparaciones y poder renovar los elementos averiados.

“A medida que el mantenimiento preventivo toma su puesto, el tiempo de la carga de trabajo correctivo se cambia cuando usted tiene que hacerlo a cuando usted quiera hacerlo. Consecuentemente, la carga de trabajo puede ejecutarse en forma más eficiente y a un costo más bajo “<sup>33</sup>

#### **2.4.3.1. Historia del Mantenimiento Preventivo**

“Durante la segunda guerra mundial, el mantenimiento tiene un desarrollo importante debido a las aplicaciones militares, en esta evolución el mantenimiento preventivo consiste en la inspección de los aviones antes de cada vuelo y en el cambio de algunos componentes en función del número de horas de funcionamiento”.<sup>34</sup>

#### **2.4.3.2. Ventajas del Mantenimiento Preventivo**

“Se se hace correctamente, exige un conocimiento de las máquinas y un tratamiento de los históricos que ayudará en gran medida a controlar la maquinaria e instalaciones.

El cuidado periódico conlleva un estudio óptimo de conservación con la que es indispensable una aplicación eficaz para contribuir a un correcto sistema de calidad y a la mejora de los continuos.

---

<sup>32</sup> <http://www.monografias.com/trabajos15/mantenimiento-industrial/mantenimiento-industrial.shtml>

<sup>33</sup> Manual de mantenimiento industrial Tomo 1 L.C. MORROW Pág. 106

<sup>34</sup> <http://www.monografias.com/trabajos15/mantenimiento-industrial/mantenimiento-industrial.shtml>



Reducción del correctivo representará una reducción de costos de producción y un aumento de la disponibilidad, esto posibilita una planificación de los trabajos del departamento de mantenimiento, así como una previsión de los recambios o medios necesarios.

Se concreta de mutuo acuerdo el mejor momento para realizar el paro de las instalaciones con producción.”<sup>35</sup>

#### **2.4.3.3 “Mantenimiento Preventivo a Tiempo Fijo**

Este tipo de mantenimiento las acciones y operaciones se las planifica conjuntamente con el área de producción en fechas predeterminadas con anterioridad, y para realizar sus acciones es necesario tener a punto todos los requisitos necesarios como son recursos humanos, repuestos, documentación técnica, herramientas, etc, con la suficiente anticipación, estas actividades se lo realiza básicamente por la imposibilidad de hacer paros programados a los equipos sujetos a este mantenimiento en otras fechas, ya que el proceso productivo solo se pueda parar luego de realizar una producción programada por lotes o por temporada con el fin de evitar problemas operativos y los consiguientes efectos colaterales como son desde pérdida de materia prima hasta incumplimiento con los clientes, razón por la que estos programados se los hace una y máximo dos veces al año.

#### **2.4.3.4 Mantenimiento Preventivo a Tiempo Variable**

Este tipo de mantenimiento difiere básicamente del anterior en que su planificación se lo realiza en diferentes periodos de tiempo durante el año, de acuerdo a las disponibilidades particulares de realizar paros obligatorios en periodos de tiempo más corto, como son fines de semana o feriados, evitando paros de producción infructuosos.”<sup>36</sup>

### **2.4.4. MANTENIMIENTO PREDICTIVO**

---

<sup>35</sup> IBIDEM

<sup>36</sup> Folleto de Ingeniería de mantenimiento Ing. Luis Jácome pág. 16

Este tipo de mantenimiento es también denominado como mantenimiento preventivo a tiempo variable o basado en la condición y permite pronosticar el problema antes de que se produzca, lo cual permite adelantarse al momento en el que el equipo falle, lo que implica que el monitoreo sea permanente basándose en las condiciones, parámetros y partes críticas.

“Se lo efectúa de dos formas:

**Objetivamente:** por medio de equipos medidores de vibraciones, desgaste, banco de pruebas de motores, ensayos no destructivos, etc.

**Subjetivamente:** de acuerdo a la experiencia del encargado de las inspecciones del equipo, de esta forma las actividades de mantenimiento son reprogramadas después de cada chequeo, tomando en cuenta el estado real de los equipos, y no solamente según la recomendación fija del fabricante.”<sup>37</sup>

#### 2.4.4.1. Historia del Mantenimiento Predictivo

“Durante los años 60 se inician técnicas de verificación mecánica a través del análisis de vibraciones y ruidos si los primeros equipos analizadores de espectro de vibraciones mediante la FFT (Transformada rápida de Fouries), fueron creados por Bruel Kjaer.”<sup>38</sup>

#### 2.4.4.2. Ventajas del Mantenimiento Predictivo

- El personal de mantenimiento esta obligado a dominar el proceso.
- Permite prolongar la vida útil de los equipos o elementos.
- Aumenta la disponibilidad de los equipos.
- Se reduce costos de mantenimiento debido a la disminución de mantenimientos preventivos y correctivos.

#### 2.4.4.3. Desventajas del Mantenimiento Predictivo

---

<sup>37</sup> IBIDEM

<sup>38</sup> <http://www.monografias.com/trabajos15/mantenimiento-industrial/mantenimiento-industrial.shtml>

El personal de mantenimiento requerido para aplicar este tipo mantenimiento debe tener un conocimiento técnico elevado.

La implementación de este mantenimiento requiere de un elevado costo.

Se destina a un personal para realizar las lecturas de datos periódicamente.

#### **2.4.5. “MANTENIMIENTO PROACTIVO**

El mantenimiento proactivo es un tipo o una estrategia de mantenimiento, dirigida fundamentalmente a la detección y corrección de las causas que generan el desgaste y que conducen la falla de la maquinaria.

La longevidad de los componentes del sistema depende de que los parámetros de causas de falla sean mantenidos dentro de los límites aceptables, utilizando una práctica de “detección y corrección” de las desviaciones estándares las mismas que están establecidas para cada uno de los elementos sujetos a esta práctica.<sup>39</sup>

#### **2.4.6. MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)**

Es un sistema que promueve un trabajo donde el hombre, la empresa y la máquina están siempre unidos y es responsabilidad de todos, orientado a lograr cero fallas, accidentes y pérdidas. Este tipo de mantenimiento consigue reducir costos de reparación y de producción debido a los tiempos de paro, produciendo un aumento en la vida útil de los equipos, calidad, incrementos en ventas y eliminación de fallas.

“El TPM constituye un nuevo concepto en materia de mantenimiento, basado este en los siguientes cinco principios fundamentales:

Participación de todo el personal, desde la alta dirección hasta los operarios de planta. Incluir a todos y cada uno de ellos permite garantizar el éxito del objetivo.

Creación de una cultura corporativa orientada a la obtención de la máxima eficacia en el sistema de producción y gestión de los equipos y maquinarias. De tal forma se trata de llegar a la Eficacia Global.

Implantación de un sistema de gestión de las plantas productivas tal que se facilite la eliminación de las pérdidas antes de que se produzcan y se consigan los objetivos.

Implantación del mantenimiento preventivo como medio básico para alcanzar el objetivo de cero pérdidas mediante actividades integradas en pequeños grupos de trabajo y apoyado en el soporte que proporciona el mantenimiento autónomo.

Aplicación de los sistema de gestión de todos los aspectos de la producción, incluyendo diseño y desarrollo, ventas y dirección”<sup>40</sup>

---

<sup>39</sup> Folleto de Ingeniería de mantenimiento Ing. Luis Jácome Pág. 22

<sup>40</sup> <http://www.monografias.com/trabajos25/mantenimiento-productivo-total/mantenimiento-productivo-total.shtml>

“Este sistema nace en Japón, fue desarrollado por primera vez en 1969 en la empresa japonesa Nippondenso del grupo Toyota y se extiende por Japón durante los 70, se inicia su implementación fuera de Japón a partir de los 80”<sup>41</sup>

“Surgió en Japón gracias a los esfuerzos del Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) como un sistema destinado a lograr la eliminación de las seis grandes pérdidas de los equipos, a los efectos de poder hacer factible la producción "Just in Time", la cual tiene como objetivos primordiales la eliminación sistemática de desperdicios.

Estas seis grandes pérdidas se hallan directa o indirectamente relacionadas con los equipos dando lugar a reducciones en la eficiencia del sistema productivo en tres aspectos fundamentales:

- Tiempos muertos o paro del sistema productivo.
- Funcionamiento a velocidad inferior a la capacidad de los equipos.
- Productos defectuosos o malfuncionamiento de las operaciones en un equipo.”<sup>42</sup>

#### **2.4.6.1. Objetivos del Mantenimiento Productivo Total**

“Entre los objetivos principales y fundamentales del TPM se tienen:

- Reducción de averías en los equipos.
- Reducción del tiempo de espera y de preparación de los equipos.
- Utilización eficaz de los equipos existentes.
- Control de la precisión de las herramientas y equipos.
- Promoción y conservación de los recursos naturales y economía de energéticos.
- Formación y entrenamiento del personal.”<sup>43</sup>

---

<sup>41</sup><http://www.monografias.com/trabajos15/mantenimiento-industrial/mantenimiento-industrial.shtml>

<sup>42</sup> <http://www.monografias.com/trabajos25/mantenimiento-productivo-total/mantenimiento-productivo-total.shtml>

<sup>43</sup> <http://www.monografias.com/trabajos25/mantenimiento-productivo-total/mantenimiento-productivo-total.shtml>

### 2.4.6.2. Las 5 S

“Las 5S son un método de gestión japonesa originado en los años 60’s en Toyota, esta técnica es denominada de esta manera gracias a la primera letra en japonés de cada una de sus cinco fases. Esta metodología pretende reducir los costos por pérdidas de tiempo y energía, mejorar la calidad de la producción, minimizar los riesgos de accidentes o sanitarios, incrementar la seguridad industrial y mejorar las condiciones de trabajo al igual que elevar la moral del personal.

Términos de las 5s.

1. Significado: Seiri (Japonés) / Clasificar (Español) Definición: Separar innecesarios Pretende: Eliminar lo innecesario en el espacio de trabajo.
2. Significado: Seiton (Japonés) / Ordenar(Español) Definición: Situar Necesarios Pretende: Organizar adecuadamente los elementos a usar en el espacio de trabajo.
3. Significado: Seisō (Japonés) / Limpiar (Español) Definición: Eliminar Suciedad Pretende: Un lugar limpio no es el que más se limpia sino el que menos se ensucia.
4. Significado: Seiketsu (Japonés) / Estandarizar (Español) Definición: Señalizar anomalías Pretende: Detectar situaciones irregulares o anómalas, mediante normas sencillas y visibles.
5. Significado: Shitsuke (Japonés) / Entrenamiento y autodisciplina (Español) Definición: Mejorar continuamente Pretende: Trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas”<sup>44</sup>

### 2.4.6.3. “Actividades Fundamentales

- **Mantenimiento Autónomo.-** Comprende la participación activa por parte de los operarios en el proceso de prevención a los efectos de evitar averías y deterioros en las máquinas y equipos. Tiene especial trascendencia la aplicación práctica de las Cinco "S". Una característica básica del TPM es que son los propios operarios de producción quienes llevan a término el mantenimiento autónomo, también denominado mantenimiento de primer nivel.

---

<sup>44</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento\\_productivo\\_total](http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento_productivo_total)

Algunas de las tareas fundamentales son: limpieza, inspección, lubricación, aprietes y ajustes.

- **Aumento de la efectividad del equipo mediante la eliminación de averías y fallos.**- Se realiza mediante medidas de prevención vía rediseño-mejora o establecimiento de pautas para que no ocurran.
- **Mantenimiento Planificado.**- Implica generar un programa de mantenimiento por parte del departamento de mantenimiento. Constituye el conjunto sistemático de actividades programadas a los efectos de acercar progresivamente la planta productiva a los objetivos de: cero averías, cero defectos, cero despilfarros, cero accidentes y cero contaminaciones. Este conjunto de labores serán ejecutadas por personal especializado en mantenimiento.
- **Prevención de Mantenimiento.**-Mediante los desarrollo de ingeniería de los equipos, con el objetivo de reducir las probabilidades de averías, facilitar y reducir los costos de mantenimientos. Se trata pues de optimizar la gestión del mantenimiento de los equipos desde la concepción y diseño de los mismos, tratando de detectar los errores y problemas de funcionamiento que puedan producirse como consecuencia de fallos de concepción, diseño, desarrollo y construcción del equipo, instalación y pruebas del mismo hasta que se consiga el establecimiento de su operación normal con producción regular. El objetivo es lograr un equipo de fácil operación y mantenimiento, así como la reducción del período entre la fase de diseño y la operación estable del equipo y la elevación en los niveles de fiabilidad, economía y seguridad, reduciendo los niveles y riesgos de contaminación.
- **Mantenimiento Predictivo.**- Consistente en la detección y diagnóstico de averías antes de que se produzcan. De tal forma pueden programarse los paros para reparaciones en los momentos oportunos. La filosofía de este tipo de mantenimiento se basa en que normalmente las averías no aparecen de repente, sino que tienen una evolución. Así pues el Mantenimiento Predictivo se basa en detectar estos defectos con antelación para corregirlos y evitar paros no programados, averías importantes y accidentes Entre los beneficios de su aplicación tenemos: a) Reducción de paros; b) Ahorro en los costos de mantenimiento; c) Alargamiento de vida de los equipos; d) Reducción de daños provocados por averías; e) Reducción en el número de accidentes; f) Más eficiencia y calidad en el funcionamiento de la planta; g) Mejoras de relaciones con los clientes, al disminuir o eliminar los retrasos.

Entre las tecnologías utilizadas para el monitoreo predictivo tenemos: a) análisis de vibraciones; b) análisis de muestras de lubricantes; c) termografía; y, d) Análisis de las respuestas acústicas.”<sup>45</sup>

#### 2.4.6.4. Pilares Del Mantenimiento Productivo Total

“Los ocho pilares de TPM:

- **Mejoras enfocadas:** Consta en llegar a los problemas desde la raíz y con previa planificación para saber cuál es la meta y en cuanto tiempo se logra.
- **Mantenimiento autónomo:** Está enfocado al operario ya que es el que más interactúa con el equipo, propone alargar la vida útil de la máquina o línea de producción.
- **Mantenimiento planeado:** Su principal eje de acción es el entender la situación que se está presentando en el proceso o en la máquina teniendo en cuenta un equilibrio costo-beneficio.
- **Control inicial:** Consta básicamente en implementar lo aprendido en las máquinas y procesos nuevos.
- **Mantenimiento de la calidad:** enfatizado básicamente a las normas de calidad que se rigen.
- **Entrenamiento:** Correcta instrucción de los empleados relacionada con los procesos en los que trabaja cada uno.
- **TPM en oficinas:** Es llevar toda la política de mejoramiento y manejo administrativo a las oficinas (papelerías, órdenes, etc.).
- **Seguridad y medio ambiente:** Trata las políticas medioambientales y de seguridad regidas por el gobierno.”<sup>46</sup>

---

<sup>45</sup> <http://www.monografias.com/trabajos25/mantenimiento-productivo-total/mantenimiento-productivo-total.shtml>

<sup>46</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento\\_productivo\\_total](http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento_productivo_total)





### **2.4.7. MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD**

El Mantenimiento Centrado en Confiabilidad o Reliability Centred Maintenance (RCM), “Consiste en analizar las funciones de los activos, ver cuáles son sus posibles fallas, luego preguntarse por los modos o causas de fallas, estudiar sus efectos y analizar sus consecuencias.”<sup>47</sup>

El RCM pone tanto énfasis en las consecuencias de las fallas como en las características técnicas de las mismas, mediante:

Integración de una revisión de las fallas operacionales con la evaluación de aspecto de seguridad y amenazas al medio ambiente, esto hace que la seguridad y el medio ambiente sean tenidos en cuenta a la hora de tomar decisiones en materia de mantenimiento.

Manteniendo mucha atención en las tareas del Mantenimiento que más incidencia tienen en el funcionamiento y desempeño de las instalaciones, garantizando que la inversión en mantenimiento se utiliza donde más beneficio va a reportar.

#### **2.4.7.1. Historia del RCM**

Ha sido desarrollado para la industria de la aviación civil hace más de 30 años. El proceso permite determinar cuáles son las tareas de mantenimiento adecuadas para cualquier activo físico. El RCM ha sido utilizado en miles de empresas de todo el mundo hasta las fuerzas armadas del mundo utilizan RCM para determinar las tareas de mantenimiento de sus equipo. La norma SAE JA1011 especifica los requerimientos que debe cumplir un proceso para poder ser denominado un proceso RCM.

Según esta norma, las 7 preguntas básicas del proceso RCM son:

1. ¿Cuáles son las funciones deseadas para el equipo que se está analizando?
2. ¿Cuáles son los estados de falla (fallas funcionales) asociados con estas funciones?
3. ¿Cuáles son las posibles causas de cada uno de estos estados de falla?

---

<sup>47</sup> <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/her/tip.asp>

4. ¿Cuáles son los efectos de cada una de estas fallas?
5. ¿Cuál es la consecuencia de cada falla?
6. ¿Qué puede hacerse para predecir o prevenir la falla?
7. ¿Qué hacer si no puede encontrarse una tarea predictiva o preventiva adecuada?

- **FUNCIONES:** El análisis de RCM comienza con la redacción de las funciones deseadas. Cuando se establece el funcionamiento requerido de cada equipo o elemento, el RCM pone gran interés en cuantificar los estándares de funcionamiento.
- **ESTADO DE FALLA O FALLAS FUNCIONALES:** Identifican todos los estados indeseables del sistema. Una vez identificadas todas las funciones deseadas de un activo, identificar las fallas funcionales es muy sencillo.
- **MODOS DE FALLA:** Es una posible causa por la que el equipo puede llegar a un estado de falla. Al identificar los modos de falla de un equipo o sistema, es importante listar la causa de la falla.
- **EFFECTOS DE FALLAS:** Es una breve descripción de qué pasa cuando la falla ocurre. Los efectos de falla deben indicar cuál es la importancia que tendría la falla en caso de producirse.
- **CONSECUENCIA DE FALLA:** La avería o falla en los equipo afecta directamente al personal de varias formas:

**Consecuencia de seguridad:** Poniendo en riesgo la seguridad de las personas.

**Consecuencia de medio ambiente:** Afecta al medio ambiente

**Consecuencias operacionales:** Aumenta los costos y disminuye el beneficio económico de la empresa

**Consecuencias no operacionales:** No afecta ni a la producción ni a la seguridad

El análisis RCM depende del tratamiento que se le va a dar a cada modo de falla y de la categoría de consecuencias en la que se las ha clasificado, ya que sería razonable tratar como primordial las fallas de carácter económico a una falla de seguridad.

Esto depende si las consecuencias de fallas son distintas al evaluar las tareas de mantenimiento.

- **TAREAS DE MANTENIMIENTO:** La mayoría de los equipos siempre con el uso presentan desgastes y fallas, pero al tomar acciones preventivas lograrán reducir las fallas y consecuencias de estas.
- **ACCIONES:** El RCM por lógica pide revisar para hallar la falla funcional. La búsqueda de fallas consiste en comprobar periódicamente las funciones no evidentes para determinar si han fallado o no. Si han fallado se debe tomar las medidas necesarias para reducir las fallas, optimizar el equipo y mejorar la producción de la empresa.

#### 2.4.7.2. Objetivos del RCM

“El objetivo del RCM es mejorar la confiabilidad, disponibilidad y productividad de la unidad de procesos, a través de la optimización del esfuerzo y los costos de mantenimiento, disminuyendo las tareas de mantenimiento correctivo y aumentando las tareas de mantenimiento preventivo y predictivo.”<sup>48</sup>

## 2.5. HERRAMIENTAS Y METODOLOGÍAS

### 2.5.1. HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Existen herramientas que se utilizan como soporte para el análisis y solución de problemas operativos, y se presentan a continuación.

#### 2.5.1.1. Histogramas

Es un resumen gráfico clasificados y ordenados de un conjunto de datos que revela una posible estructura estadística de dichos datos para poder interpretarlos, es necesario colocar las medidas de manera que formen filas y columnas de varias cantidades de datos mostrando una visión sencilla y clara de su distribución.

---

<sup>48</sup> <http://www.monografias.com/trabajos13/mante/mante.shtml#ce>

El histograma se utiliza para:

- Obtener una comunicación precisa y efectiva de las variaciones del sistema.
- Mostrar el resultado de un cambio en el sistema
- Identificar anomalías revisando la forma.
- Comparar las variaciones con los límites de especificación.

Se caracteriza por:

- Gráficos o diagramas que visualiza el número de veces que se repiten cada uno de los resultados cuando se realizan mediciones sucesivas.
- La aplicación de los histogramas está recomendado como análisis inicial en todas las tomas de datos que corresponden a una variable continua.

El procedimiento para su elaboración es:

- Recaudar datos para encontrar por lo menos 50 puntos de referencia.
- Calcular la variación de los puntos de referencia, restando el dato del mínimo valor del dato de máximo valor.
- Calcular el número de barras que se usaran en el histograma.
- Determinar el ancho de cada barra, dividiendo la variación entre el número de barras por dibujar.
- Calcule el intervalo sobre el eje X de las dos líneas verticales que sirven de fronteras para cada barrera.
- Fabrica una tabla de frecuencias que organice los puntos de referencia desde el más bajo hasta el más alto.
- Elabore el histograma respectivo.

Las ventajas son:

- Su aplicación ayudará a comprender la tendencia central, dispersión y frecuencias relativas de los distintos valores.

- Muestra varias cantidades de datos dando una visión amplia de su distribución.
- Es un medio más seguro para transmitir a otras personas información sobre un proceso de forma precisa e inteligible.

### 2.5.1.2. Diagrama de Pareto

También conocido como Diagrama ABC o ley de las Prioridades, el cual se lo muestra en la Figura 2.7, esta es una herramienta que se que permite representar gráficamente los datos obtenidos sobre un problemas o causas que lo generan.

El Dr. Juran fue quien dio el origen de Pareto, en honor del economista italiano VILFREDO PARETO (1848-1923) el cual realizó estudios sobre la distribución de la riqueza, en el cual descubrió que la minoría de la población poseía la mayor parte de la riqueza y la mayoría de la población poseía la menor parte de la riqueza. El Dr. Juran aplicó este concepto a la calidad, obteniéndose lo que hoy se conoce como la regla 80/20. Según este concepto, se puede decir que el 20% de las causas resuelven el 80 % del problema y el 80 % de las causas solo resuelven el 20 % del problema.

EL objetivo es poner de manifiesto los problemas más frecuentes e importantes sobre los que debe enfocar para reducirlos y determinar el orden para resolverlos

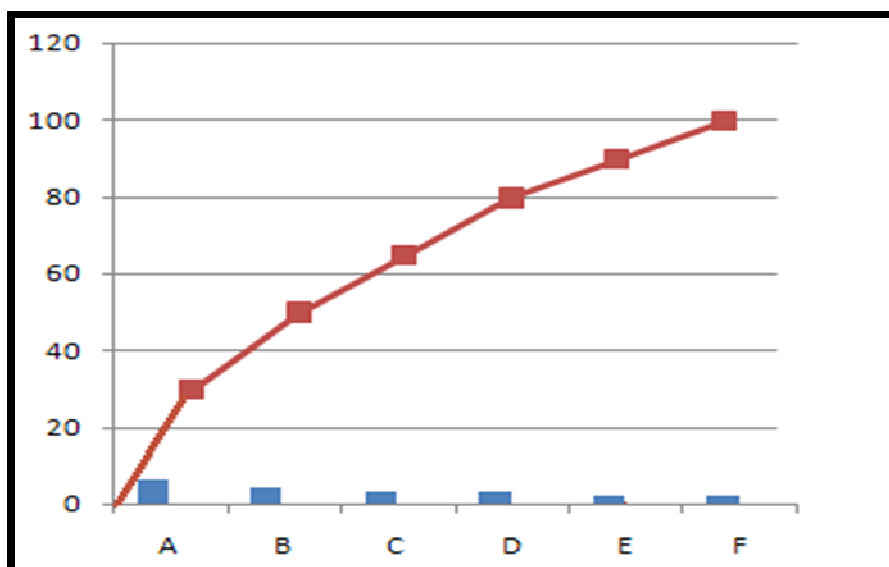


Figura 2.7 Diagrama de Pareto<sup>49</sup>

<sup>49</sup> Universidad de Santiago de Chile, 7 herramientas para el control de calidad

Las características son:

- Gráficos de barras verticales, que representa factores sujetos a estudio.
- Se diseña recogiendo datos del número de diferentes tipos de defectos o pérdidas, junto a sus variadas frecuencias de aparición.

Procedimientos para elaborar el diagrama de Pareto:

- Escoger el problema a analizar.
- Elaborar una tabla verificación de datos, en el que se registren los totales.
- Recopilar datos y efectuar el cálculo de totales.
- Diseñar una tabla de datos con la lista de ítems, los totales individuales y acumulados, la composición porcentual y los porcentajes acumulados.
- Organizar los ítems por orden de cantidad llenando la tabla respectiva.
- Dibujar dos ejes verticales y un eje horizontal.
- Diseñar un gráfico de barras en base a las cantidades y porcentajes de cada ítem.
- Dibuje la curva acumulada. Se deben marcar los valores acumulados en la parte superior una los puntos con una línea continua.

Las ventajas son:

- Se concentra en las causas que tendrán mayor impacto sobre los defectos en los procesos de fabricación.
- Proporciona una visión amplia de la importancia relativa de los problemas.
- Evita que se deterioren algunas causas al tratar de solucionar otras.
- Su formato muy visible da un incentivo para seguir luchando por más mejoras.

### 2.5.1.3. Diagramas de Causa y Efecto

También conocido como Diagrama de Ishikawa o de espina de pescado, el cual lo observamos en la Figura 2.8, esta representación gráfica que permite la evaluación de la causa que provocan los efectos o problemas, clasificando y relacionando las interacciones entre los factores que afectan al resultado de un proceso.

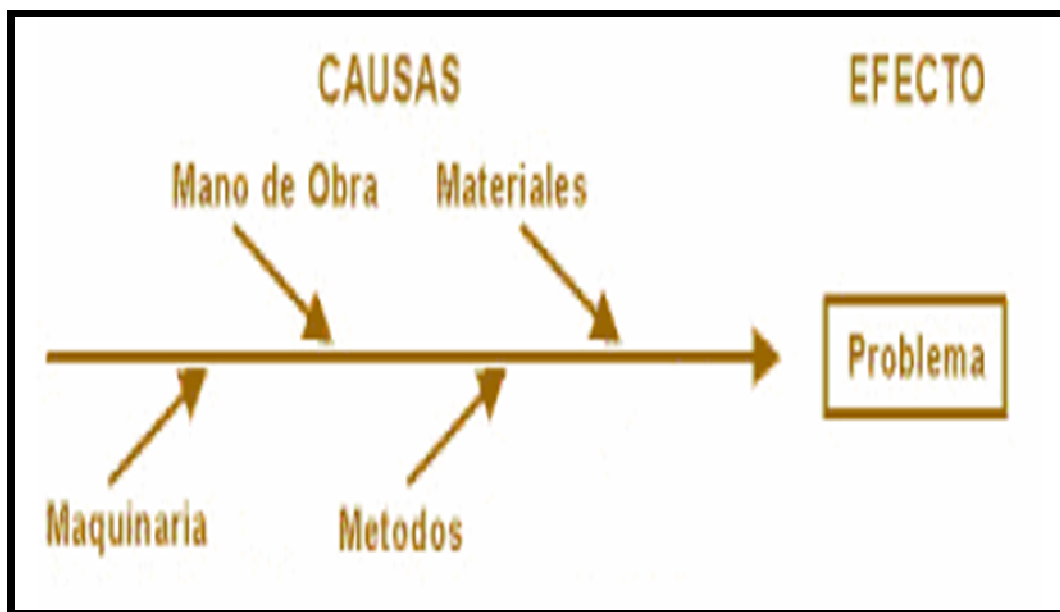


Figura 2.8 Diagrama de causa y efecto<sup>50</sup>

Sus características son:

- Métodos de trabajo en grupo que muestra la relación entre una característica de efecto y sus causas.
- Agrupa estas causas en distintas categorías, que generalmente se basan en maquinarias, mano de obra, materiales y métodos.

<sup>50</sup> Universidad de Santiago de Chile, 7 herramientas para el control de calidad



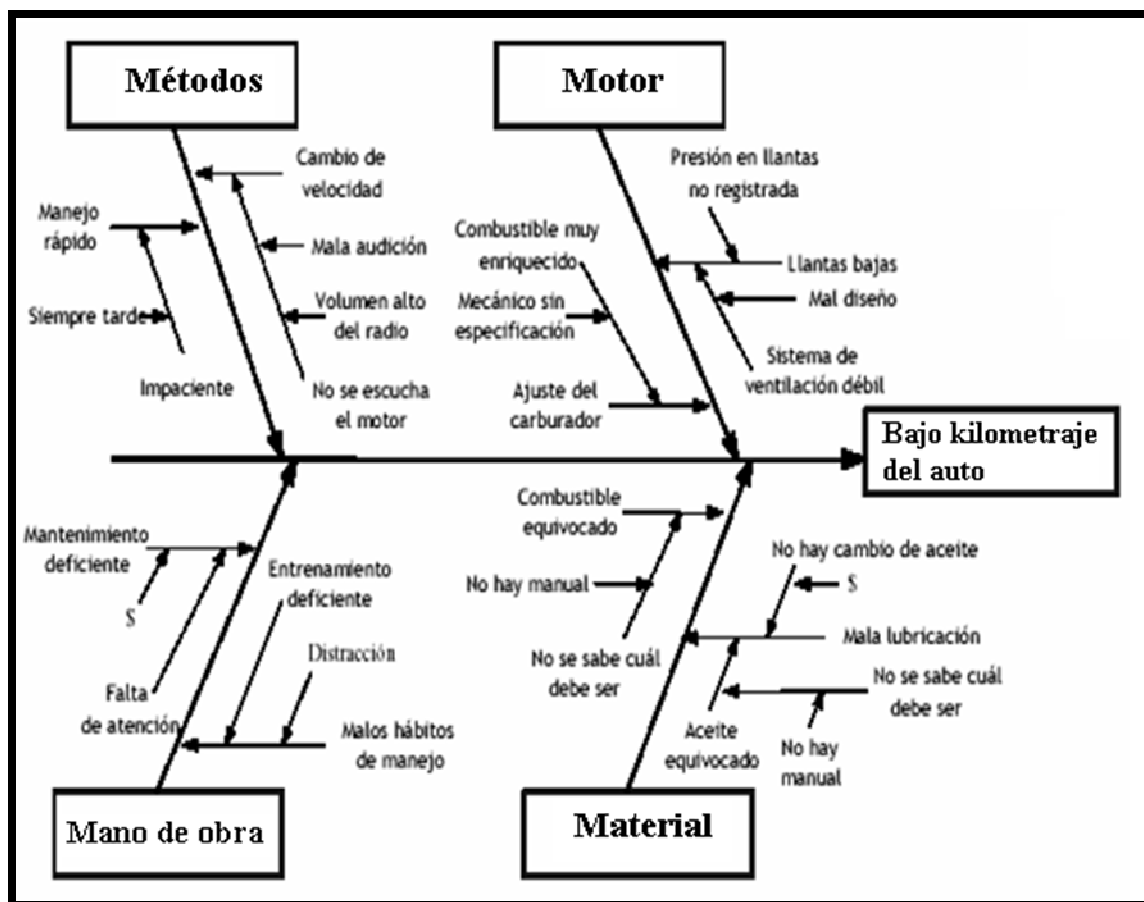


Figura 2.9 Ejemplo diagrama de causa y efecto<sup>51</sup>

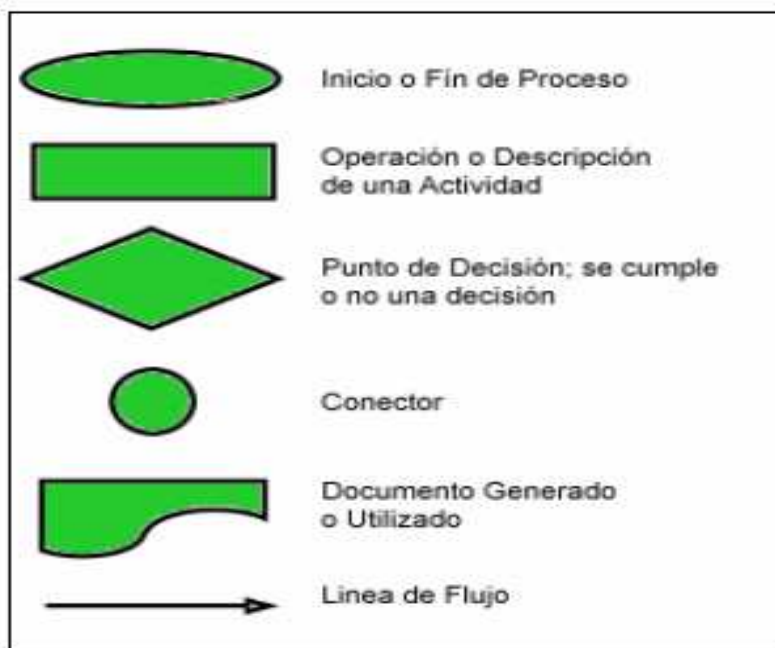
En la Figura 2.9 podemos apreciar el diagrama de causa y efectos, sus ventajas son:

- Metodología clara y sencilla.
- Estimula la participación de todo el grupo de trabajo, permitiendo aprovechar mejor el conocimiento que cada uno de ellos tiene sobre el proceso.
- Expone con claridad los orígenes de un problema.
- Facilita el entendimiento y comprensión del proceso.

<sup>51</sup> Universidad de Santiago de Chile, 7 herramientas para el control de calidad

#### 2.5.1.4. Diagramas de Flujo

En la Figura 2.10 observamos una representación gráfica de la secuencias de pasos que se realizan para obtener un resultado, y se representa a través de formas y símbolos gráficos.



**Figura 2.10 Diagrama de flujo** <sup>52</sup>

Sus características son:

- Proporciona información sobre los procesos de forma clara, amplia y ordenada.
- Muestra diferentes actividades y etapas asociadas a un proceso mediante una representación gráfica
- Permite una mejor comprensión global del proceso.
- Es necesario tener un conocimiento básico sobre el tema, común a un grupo de personas.

<sup>52</sup> Universidad de Santiago de Chile, 7 herramientas para el control de calidad

Sus ventajas son:

- Permite la comprensión del proceso y promueve el acuerdo entre los miembros del equipo.
- Herramienta que permite obtener mejoras mediante el rediseño del proceso, o el diseño de uno alternativo.
- Identifica problemas, oportunidades de mejora y puntos de ruptura del proceso.

### 2.5.1.5. Gráficas de Control

En la Figura 2.11 podemos observar un diagrama que permite evaluar si un proceso está o no en estado de control estadístico.

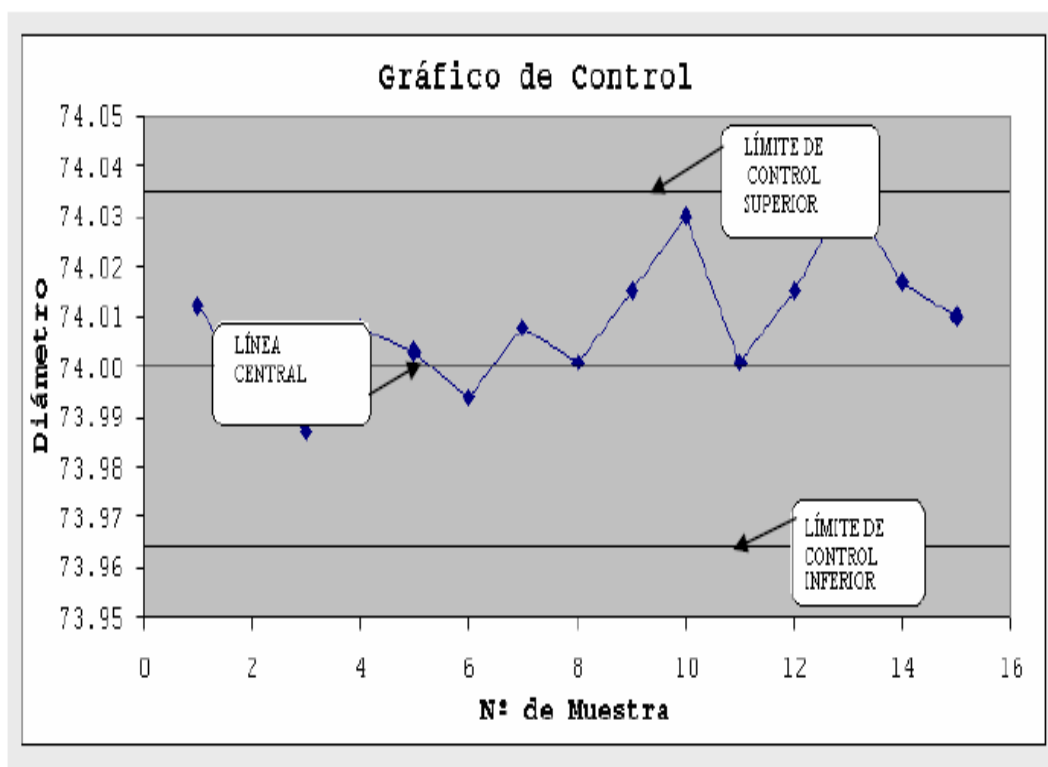


Figura 2.11 Diagrama de flujo <sup>53</sup>

<sup>53</sup> Universidad de Santiago de Chile, 7 herramientas para el control de calidad

Las características son:

- Gráfico donde se muestran los valores de alguna medición estadística para una serie de muestras y que consta de una línea límite superior y una línea límite inferior, que definen los límites de capacidad del sistema.
- Permite visualizar cuales son los resultados que requieren explicación.

Sus ventajas son:

- Permiten vigilar la variación de un proceso en el tiempo, probar la efectividad de las acciones de mejora emprendidas y estima la capacidad del proceso.
- Logra distinguir entre causas aleatorias y específicas de variación de los procesos.

#### **2.5.1.6. Análisis Modal de Falla y Efectos (AMFE)**

La Tabla 2.2 nos enseña el Cuadro de Análisis Modal de Falla y efectos, el cual es una herramienta que permite de forma sistemática reconocer las variables significativas, evaluando su gravedad para determinar las acciones correctivas que eviten el fallo y paros innecesarios de los equipos.

logotipo empresa		ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS										AMFE			
Producto :			Sistema :			Pieza :			Proceso :			Fecha :		Hoja :	
Participantes : (Apellido y Departamento)															
Función y/o proceso	FALLO			Controles Previstos	Indice			I.P.R.	Acciones correctivas	Responsabl. y plazo	Fecha aplicación	Indice			I.P.R. Final
	Modo	Efecto	Causa		F	G	D					F	G	D	

Tabla 2.2 Cuadro AMFE

Sus características son:

- Es una de las mejores técnicas utilizadas para la Prevención de fallos.
- Es posible aplicarla en distintos ámbitos de la empresa.
- Nos permite entender, priorizar y actuar sobre las causas del fallo del producto o servicio en su etapa de diseño o de proceso.

Tiene algunas ventajas que son:

- Aplicar en las empresas la filosofía de la prevención.
- Detectar los modos de fallo que tienen consecuencias importantes respecto a diferentes criterios: disponibilidad, seguridad, confiabilidad, seguridad, etc.
- Determinar para cada modo de fallo los medios y procedimientos de detección.
- Aplicar acciones correctoras y preventivas, de tal manera que se supriman las causas de fallo del producto, en diseño o proceso.
- Valorar la eficacia de las acciones tomadas y ayudar a documentar el proceso.

## **2.5.2. METODOLOGÍAS**

### **2.5.2.1. Reconocimiento del Personal de Mantenimiento**

Una vez definida las estrategias podemos, tomar en cuentas las actitudes con las que realizan los trabajos los encargados de de mantenimiento, determinando si el ambiente de trabajo es bueno y no problemático.

Además es importante que los trabajadores estén empapados con ciertas normas que son:

- Reglamento interno
- Reglamento de higiene y seguridad
- Organigrama estructural
- Código de trabajo

### **2.5.2.2. Recopilación de Información**

Una de las actividades más importantes es recopilar la mayor cantidad de información de todos los equipos y elementos que posee la empresa

Lo que se requiere de información es:

- Manuales de operación de cada equipo
- Catálogos de las partes y piezas
- Reportes estadísticos
- Catálogos de equipos
- Diagramas técnicos y operaciones de cada equipo
- Planos de la planta

Sea cual sea el equipo que se analice, la cantidad de datos que se podría consignar es prácticamente ilimitada, por lo que es necesario hacer una selección de los que más interesan desde el punto de vista de su Mantenimiento

Luego de obtener toda la información necesaria se procede a codificar y guardar. Si no se ha encontrado gran parte de esta información se procede a buscar información directamente a los fabricantes de equipos

### **2.5.2.3. Inventario y Codificación**

El inventario nos permite conocer el estado actual de cada equipo, conociendo las características técnicas y el distribuidor o fabricante del equipo.

Nos permite implementar un mantenimiento dirigido a:

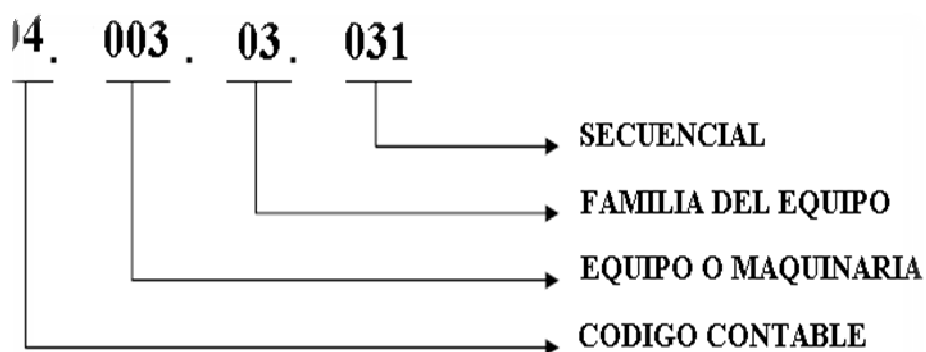
- Recuperar equipos que están inhabilitados
- Realizar mantenimiento a equipos que lo necesiten
- Planificar acciones futuras de mantenimiento

La codificación consta de 4 fases:

- Fase 1: Identifica el enlace con el código contable

- Fase 2: Son tres caracteres que permiten identificar al equipo
- Fase 3: Son dos caracteres que identifica la familia del equipo
- Fase 4: Son tres caracteres que identifica el secuencial.

A continuación un ejemplo sobre cada una de las etapas de las fases.



Muchas empresas diseñan codificaciones que solo se concentran en la vitalidad y normalidad del proceso de producción, pero no hay que olvidar las codificaciones que se preocupan por las fallas, recursos y mantenibilidad de los equipos.

#### 2.5.2.4. Hoja de Recopilación de Datos

Son formatos llenados por el operario de mantenimiento que sirven para recopilar, evaluar y planificar el mantenimiento en la empresa. Un ejemplo es el que se presenta en el anexo 2.

#### 2.5.2.5. Libro de Registro Diario de Mantenimiento

Este libro también conocido como libro de bitácora es donde se almacena los informes diarios del personal de mantenimiento para llevar un control de las tareas realizadas.



Toda esta información nos ayudara para llegar a la meta propuesta, mostrando las características del operario de mantenimiento debido a que son los responsables del óptimo funcionamiento del programa. Estas características se detallan a continuación:

- Calidad de trabajo
- Actitud y aptitud del operario de mantenimiento
- Carga de trabajo
- Equipos o máquinas que ocupan más tiempo en ser reparadas
- Horas improductivas de las máquinas.

## CAPÍTULO 3

### ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO

#### 3.1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad es importante en una empresa tener un programa de mantenimiento, que permita aumentar la vida útil en los equipos, reducir los accidentes laborales y disminuir los paros imprevistos que afectan en la producción y desarrollo de la empresa.

El mantenimiento que se desea aplicar es un programa de mantenimiento preventivo que sea muy técnico, eficiente y que permita capacitar al personal de mantenimiento para que puedan trabajar bajo normas de seguridad y poder mejorar los procesos de calidad y producción, ya que se debe tener en cuenta las actividades que se deben hacer para evitar posibles paros o fallas en los equipos y los riesgos que podrían sufrir el personal de mantenimiento.

Por lo tanto es importante evaluar el cumplimiento y los resultados del programa de mantenimiento para tener una visión muy clara de los problemas que se presentan, lo que ayudara a la empresa a reducir costos de operación y mejorar los procesos de producción y calidad.

#### 3.2. REGISTRO DE OPERACIÓN DE LOS EQUIPOS

En la Tabla 3.1 se detallará el cuadro de registro de operaciones diarias, el cual garantiza su disponibilidad y operatividad

**Registro de operaciones diarias de los hornos**

<b>Trabajo horas / día</b>		
<b>LUGAR</b>	<b>TRABAJA</b>	<b>HORAS</b>
Restaurantes	Desde las 10:00 hasta las 22:00	12 horas diarias
Centros comerciales	Desde las 9:30 hasta las 20:30	11 horas diarias

**Tabla 3.1 Facilitado por Pizza Hut**

En el registro debe contar:

- Estado actual del equipo
- Datos de placa
- Manuales
- Horas de trabajo

### **3.2.1. ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL**

Para identificar la situación actual del área de mantenimiento se realizó un estudio que permite analizar e identificar la causa de los problemas que impiden la realización de las actividades de los operarios de mantenimiento y que dificultan la operación normal de los equipos.

En el análisis se considero aspectos importantes que interviene en las tareas de mantenimiento y que se detallan a continuación.

#### **3.2.1.1. Repuestos y accesorios**

La mayoría de estas maquinarias no cuenta con un inventario de repuestos necesarios para poder cubrir las demandas de accesorios y equipos que necesitan estas maquinarias para poder operar perfectamente, esto se produce debido a que se tienen que importar los repuestos cada vez que estos se dañan, presentado los siguientes problemas:

- Falta de repuestos
- Paro temporal o parcial de la maquina hasta arreglar o conseguir el repuesto
- Reducción de la producción de la empresa
- Pérdidas económicas y de imagen de la empresa
- Improvisación de repuestos

### **3.2.1.2. Manuales**

Estos equipos vienen con manuales de operación en los que proveen de información muy superficial, sin ninguna información técnica necesaria para poder realizar un buen mantenimiento, presentado los siguientes problemas:

- Realizar un elevado mantenimiento correctivo.
- Desconocimientos de técnicas de mantenimiento.
- Realizar manipulación de la maquinaria sin conocer bien sus componentes y su funcionamiento.
- No llevar registros de actividades diarias.

### **3.2.1.3. Seguridad**

La seguridad es fundamental en toda máquina y más aun en el personal de mantenimiento, pero a pesar de esto no se cumplen con algunas normas de prevención de accidentes, presentado los siguientes problemas:

- Falta de implementos de seguridad para el personal de mantenimiento.
- Falta de señalización.
- Repuestos y accesorios obsoletos.
- Desorden en el lugar de trabajo.

### **3.2.1.4. Personal de mantenimiento**

El personal de mantenimiento de una empresa debe tener conocimientos básicos sobre gestión de mantenimiento y de seguridad industrial, pero se ha notado que el personal de mantenimiento no está muy capacitado y no tienen mucho conocimiento sobre estas maquinarias, presentado los siguientes problemas:

- Falta de conocimientos técnicos.
- No realizar una buena capacitación técnica para el personal de mantenimiento.
- Falta de motivación, solidaridad y compañerismo.
- Desorganización en las tareas y responsabilidades de mantenimiento

### **3.3. EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO ACTUAL**

Actualmente no se cuenta con un manual de mantenimiento para estas maquinarias, por ello se debe realizar un análisis del área para conocer todos sus problemas y poder aplicar una correcta gestión de mantenimiento dando solución a varios problemas.

Para identificar la situación actual del área de mantenimiento se realizó un estudio que permite identificar la causa de los problemas que impiden la realización de las actividades de los operarios de mantenimiento y que dificultan la operación normal de los equipos.

En el análisis se considero aspectos importantes que interviene en las tareas de mantenimiento y que se detallan a continuación.

#### **3.3.1. MANUAL DE PROCESO DE MANTENIMIENTO**

La empresa no cuenta con un manual de proceso para mantenimiento que nos ayude en la ejecución de las tareas realizadas por el personal de mantenimiento.

#### **3.3.2. CODIFICACIÓN DE ACTIVOS DE PRODUCCIÓN**

La codificación de activos se produce con la finalidad de mejorar la producción, pero en la empresa no existe una codificación de los equipos que nos permita:

- Llevar un registro de los activos que conforman el área de producción.
- Identificar a cada máquina.

#### **3.3.3. FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO**

Al no contar con un programa de mantenimiento eficiente y claro, se realiza un mantenimiento cada vez que la máquina se paraliza ocasionando pérdidas a la empresa.

También no se puede obtener una frecuencia de mantenimiento de cada máquina dificultando la elaboración de los cronogramas de trabajo.

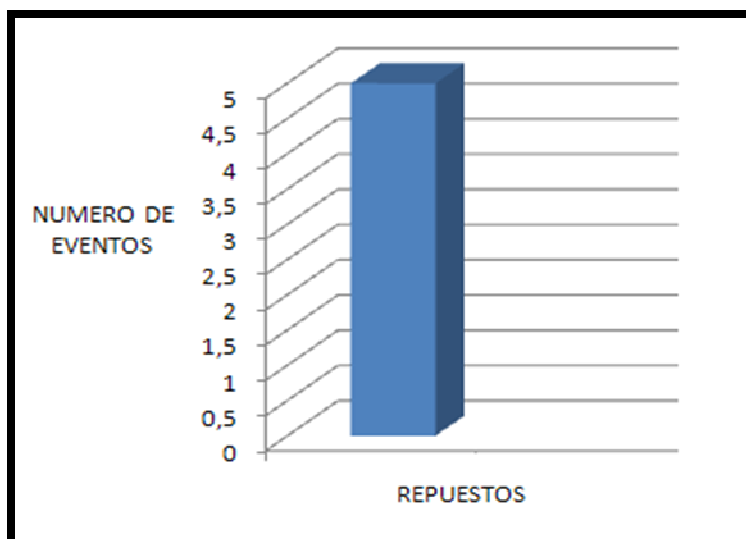
### 3.3.4. ANÁLISIS MEDIANTE EL MÉTODO ISHIKAWA

El análisis del sistema de mantenimiento actual fue elaborado mediante el método de Ishikawa el cual se inicia con la lluvia de ideas, ejecutadas con la ayuda de los gerentes de producción, jefe y personal de mantenimiento, quienes fueron consultados para responder la siguiente pregunta:

¿Cuáles son las causas que afectan el desarrollo de las tareas de mantenimiento? Obteniendo las siguientes respuestas:

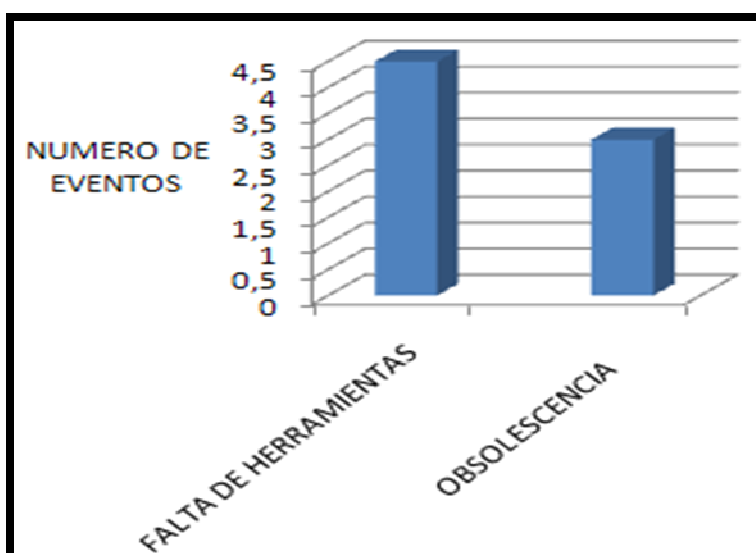
- No dejan realizar mantenimiento preventivo para no detener el proceso, pero exigen mantenimiento.
- Falta de presupuesto para la compra de repuesto.
- Falta de un inventario de herramientas y repuestos.
- No existe coordinación dentro de la empresa.
- Los tiempos son muy cortos para realizar el mantenimiento.
- Desorden al realizar los trabajos de mantenimiento.
- Falta de personal para realizar las labores de mantenimiento.
- No hay capacitación técnica de la maquina existente para el personal de mantenimiento.
- Uso inadecuado del material existente.
- Carencia de equipos de protección para realizar las tareas de mantenimiento.
- No hay herramientas necesarias para realizar los trabajos.
- No se puede repara la máquina a tiempo porque el repuesto no llega o no se encuentra en el medio.

El análisis de los materiales dio como resultado la falta de repuestos, donde se pudo ver en algunos casos la mala calidad de estos lo que perjudica el óptimo desempeño de la máquina y/o equipo. A continuación se presenta la figura 3.1 con la valoración correspondiente.



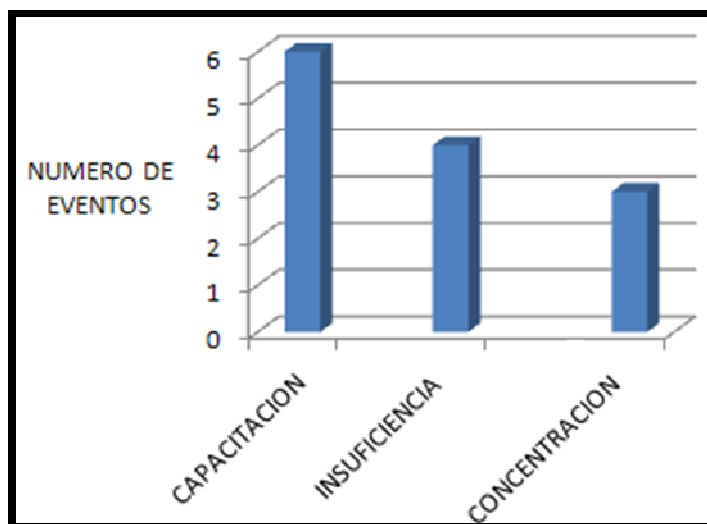
**Figura 3.1 Análisis de los materiales**

El análisis de la máquina dio como resultado: obsolescencia de las maquinarias y falta de herramientas. La primera información se obtuvo tomando en cuenta la vida útil de los equipos de producción debido a que son antiguas, y la segunda información se obtuvo a partir de una inspección visual del taller y de las herramientas que poseen el personal de mantenimiento. A continuación se presenta la figura 3.2 con la valoración correspondiente.



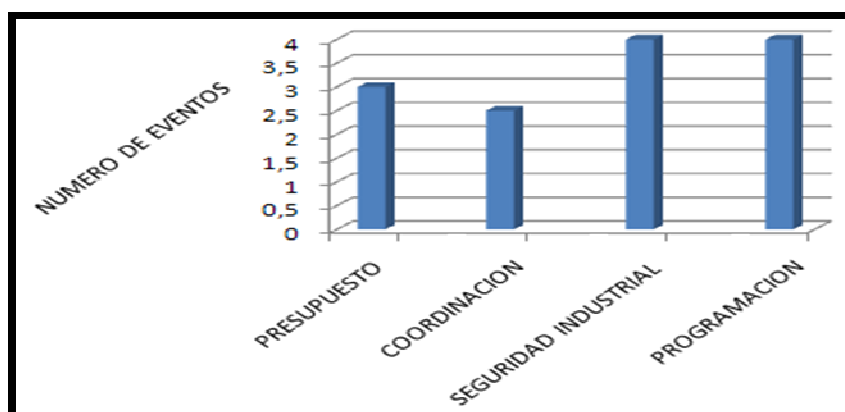
**Figura 3.2 Análisis de la máquina**

El análisis de mano de obra dio como resultado: capacitación, insuficiencia y concentración. Estos problemas vienen dados porque no existe capacitación para enfrentar los problemas de las maquinarias, insuficiente personal para cumplir con las tareas de mantenimiento, y su concentración se ve mermada por la perseverancia en reparar la máquina. A continuación se presenta la figura 3.3 con la valoración correspondiente.



**Figura 3.3 Análisis de mano de obra**

El análisis de métodos de ejecución de las tareas nos dio como resultado: presupuesto, coordinación, seguridad industrial y programación, todos estos fundamentos se tomaron en cuenta para el estudio. A continuación se muestra la figura 3.4



**Figura 3.4 Análisis de métodos**

El análisis completo se encuentra en el anexo 3.



### 3.3.5. DIAGNÓSTICO DEL TIPO DE MANTENIMIENTO

Del análisis elaborado al área de mantenimiento de la empresa, se establece que:

- El programa de mantenimiento actual que posee la empresa no es capaz de solucionar los problemas que se presentan en las maquinarias, utilizando una metodología muy superficial y pobre.
- No posee una buena organización al realizar los trabajos de mantenimiento, las tareas se las realiza cuando las máquinas dejan de funcionar y los paros imprevistos se dan las maquinarias que se catalogan como importantes en el proceso de producción.
- Al no contar con los manuales de operación y de mantenimiento de las máquinas, no se puede realizar un buen mantenimiento y reconocer que elementos de la máquina son los que hay que priorizar para su buen funcionamiento.
- Las máquinas de mayor importancia en el proceso de producción para la empresa son de alto grado de mantenibilidad debido a que tienen una edad avanzada y son propensas a los paros imprevistos.
- Los trabajos realizados por el personal de mantenimiento son defectuosos e inadecuados, ya que no son capacitados por la empresa para poder realizar los trabajos en este tipo de maquinarias, por eso la falta de capacitación es uno de los problemas que aqueja el sistema actual de mantenimiento.
- El desorden y la falta de herramientas en el área de mantenimiento es otro aspecto a tomar en cuenta, ya que sin implementos necesarios y orden para trabajar no se puede realizar un trabajo eficiente y satisfactorio.

### 3.3.6. GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

#### 3.3.6.1. Gestión

Un programa de mantenimiento necesita de una gestión de mantenimiento para obtener buenos resultados, lo que implica una correcta administración y planificación en las diferentes áreas que componen el sistema, detallando a continuación:

- **Administración del mantenimiento:** Documentos, tareas, máquinas, persona, información, herramientas.

- **Planificación del mantenimiento:** Programación y ejecución.

Los principios y conceptos en que se basa la teoría de gestión de mantenimiento se sustentan en la teoría del mantenimiento preventivo, controlando las fallas que se puedan originar y asegurando su perfecto funcionamiento.

### **3.3.6.2. Planificación**

Es muy importante la planificación del programa de mantenimiento ya que nos permite analizar e identificar las situaciones que se presentan cuando se realiza los trabajos, para basarnos en ellos y elaborar cronogramas donde se indican los procedimientos a seguir para poder resolverlos.

Pero es indispensable la colaboración de las diferentes áreas de una empresa, coordinando el personal que las realizara, el tiempo de ejecución y los recursos necesarios para realizar el trabajo.

#### ***3.3.6.2.1. Planificación del mantenimiento***

Para realizar la programación del mantenimiento se empieza por un análisis técnico del equipo, considerando factores como:

- Tiempo de vida
- Carga de trabajo
- Disponibilidad del equipo
- Definir metas del área de mantenimiento
- Fijar políticas y objetivos
- Determinar los graves problemas de equipo

Con todo esto se puede elaborar un listado de actividades para poder determinar los recursos tanto humanos como materiales que se van a utilizar.

### **3.3.6.2.2. Ejecución de las tareas de mantenimiento**

Está basado en el cumplimiento de las tareas programadas que se realizan al equipo y del registro que sirve para el control del mismo, para poder cumplir con lo siguiente:

- Controlar y verificar que las tareas y actividades programadas sean desarrolladas correctamente.
- Especificar las actividades diarias del equipo.
- Compatibilizar las características del equipo con las necesidades del mantenimiento de acuerdo a los procedimientos de mantenimiento y a los recursos que se dispone.
- Verificar el correcto uso de los recursos, para evitar excesos y pérdidas

### **3.3.7. PLANIFICACIÓN GENERAL**

Es importante equipar a una empresa de un óptimo programa de mantenimiento que logre detectar, evaluar y corregir el inicio de los posibles problemas y no reparar los efectos de las mismas una vez que se han producido.

Para el progreso de un programa de mantenimiento se necesita algunos pasos que veremos a continuación.

#### **3.3.7.1. Estrategias**

Es muy importante desarrollar un cronograma de actividades basándose en el tiempo requerido para dichos trabajos y deben ser revisados constantemente el adelanto de los mismos, esta estrategia se empieza realizando las siguientes actividades:

- Bitácora o libro diario de actividades.
- Inventario de equipos

Examinando toda esta información se obtendrá una concepción clara del estado del equipo, y así se empleara un programa de mantenimiento conforme a los recursos existentes.

### **3.3.7.2. Recursos humanos**

En esta área todos los recursos humanos deben ser optimizados y capacitados para evitar fallas y deficiencias, obteniendo el máximo rendimiento de cada persona que conforma el área de mantenimiento, tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Número del personal existente.
- Tiempo que dispone el personal.
- Capacidades que tiene el personal.
- Compromiso hacia la empresa.
- Personal dispuesto a trabajar en equipo

En una empresa no es fácil encontrar un personal adecuado para realizar los trabajos que implementa un programa de mantenimiento, pero para mejorar al personal se cuenta con capacitaciones, charlas y entrenamiento que servirán tanto para la empresa como para el elemento humano, incentivando la potencialidad de la gente.

Para ello la mejor forma de conocer las capacidades y técnicas del personal es una evaluación, que nos permita examinar que conocimientos, técnicas y capacidades tienen, cuales mejorarían y aprenderían en el transcurso del tiempo. Esta evaluación nos servirá para conocer el estado actual del personal que conforma el área de mantenimiento.

### **3.3.7.3. Recursos materiales**

En una empresa el ahorro es lo más importante y esto conlleva a gastar menos. Cuando el personal de mantenimiento improvisa con herramientas y repuestos que no son adecuados para el trabajo y para el equipo ocasiona pérdidas para la empresa y deterioro para el equipo. Por ello es necesario optimizar los recursos materiales existentes y reducir gastos innecesarios, por ello se debe realizar:

- Un inventario de herramientas y repuestos.
- Correcto uso y responsabilidades sobre las herramientas.
- Normas y reglamentos para el uso adecuado de herramientas y repuestos.
- Tener un stock de repuestos de alta prioridad

## **CAPÍTULO 4**

### **ELABORACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO**

La competitividad y la modernización en la industria nos conllevan a aplicar nuevos y eficientes procesos que permitan aumentar la calidad y reducir costos en la elaboración de productos en menor tiempo.

La prioridad de una empresa es la satisfacción del cliente y elaborar productos de calidad, por esta razón es muy importante crear una serie de procesos que permitan mejorar los procedimientos de en el mantenimiento. Es por ello que se necesita la aplicación de un programa de mantenimiento preventivo eficiente que nos permita disminuir fallas, reducir accidentes laborables y aumentar la vida útil del equipo.

El programa de mantenimiento preventivo nos permitirá asegurar la disponibilidad del equipo en todo momento. Con una maquinaria trabajando óptimamente, el personal de mantenimiento debidamente capacitado y con un sistema de producción de óptimo desempeño obtendremos un producto de gran calidad reflejándose en las ventas para la empresa.

#### **4.1. ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO**

La administración del mantenimiento nos ofrece un sistema que nos permite organizar varias actividades y mejorar el manejo de la información, tareas, equipos, personal de mantenimiento, documentos y repuestos que se relacionan con los procesos de producción de una empresa.

A continuación veremos una serie de métodos que nos ayudara en la administración del mantenimiento.

##### **4.1.1. DATOS TÉCNICOS DEL EQUIPO**

Es necesario obtener toda la información técnica y operativa de la máquina para que nos permita conocer las características de esta y nos servirá para mejorar y agilizar los trabajos a futuro.

#### **4.1.2. HOJA DE REGISTRO DIARIO**

También llamado bitácora, son informes de las actividades diarias de los trabajos realizados en el equipo o maquinaria que las realiza el personal de mantenimiento, donde se detalla varios parámetros que nos permiten saber las averías del equipo.

Algunos factores son la principal causa de las averías y pérdida de eficiencia en los equipos, estos factores deben ser analizados y corregidos para reducir las fallas y prolongar la vida útil y la eficiencia del equipo.

Este libro de actividades diarias debe estar al alcance del personal del área de mantenimiento así como su jefe inmediato para el análisis del equipo al que se le ejecutara el programa de mantenimiento. (Anexo 1).

## **4.2. APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS Y DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO**

La aplicación de las herramientas y de la gestión de mantenimiento nos conlleva a una relación hombre-máquina, dando como resultado una efectiva planificación conforme a las necesidades de la empresa.

### **4.2.1. DIAGRAMA DE PARETO**

Pareto nos dice que el 20% de las causas resuelven el 80% de los problemas y el 80% de las causas resuelven el 20% de los problemas, lo que nos lleva a la conclusión de que atacando pocas causas se puede solucionar la mayoría de los problemas.

El ordenamiento de los datos recopilados se lo hace con la ayuda de Pareto enfocándose en que la información cumpla con varios objetivos específicos y se evalúa con los siguientes criterios:

- Disponibilidad de equipos.
- Tiempo de paralización de la máquina o equipo.
- Costos de mantenimiento.
- Número de personal en el área de mantenimiento.
- Incidencia en los procesos de producción

Los datos que serán utilizados para determinar las máquinas a las que se les realizara una programación son obtenidos mediante el criterio de incidencia en el proceso productivo. A continuación en la Figura 4.1 se muestra el diagrama de Pareto y en la Tabla 4.1 se detalla la incidencia de las máquinas en el proceso de producción:

Máquina		Importancia proceso	Frecuencia	Frecuencia acumulada
1	Horno Middleby Marshall	4	16	16
2	Amasadora	4	16	32
3	Roladora	4	16	48
4	Cuarto frío	3	12	60
5	Mesa fría	3	12	72
6	Retardador	2	8	80
7	Proofer	2	8	88
8	Congelador	1	4	92
9	Mantenedor de pizza	1	4	96
10	Mantenedor de papas	1	4	100
		25	100	

Tabla 4.1 Incidencia de las máquinas en el proceso de producción

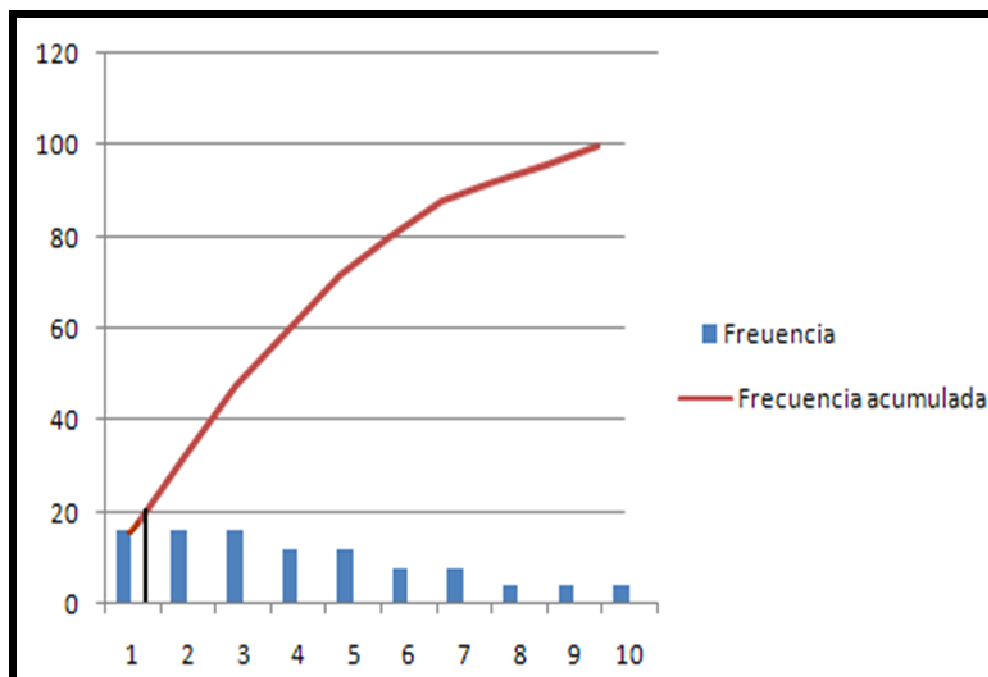


Figura 4.1 Diagrama de Pareto

El diagrama mostrado nos permite concluir que el 20% de la muestra es el Horno Middleby Marshall.

La realización del programa de mantenimiento se hace indispensable debido a que esta máquina a tenido el mayor número de paras y es muy importante en la producción de la empresa.

Mediante un análisis realizado a esta máquina, a continuación observaremos la Tabla 4.2 la cual presenta el diagrama con respecto al número de fallas en un periodo mensual, y la Tabla 4.3 nos facilitara para encontrar el número de fallas totales durante los últimos 6 meses.

Hornos Middleby Marshall	Meses						Total número de fallas
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	
Fallas	3	2	4	2	3	6	20

**Tabla 4.2 Número de fallas por mes**

MES	FALLAS
1.-JUNIO	6
2.-MARZO	4
3.-ENERO	3
4.-MAYO	3
5.-FEBRERO	2
6.-ABRIL	2
SUMA TOTAL	20

**Tabla 4.3 Ordenamiento descendente del número de fallas**

Se calcula el número de fallas acumulado mediante la suma de las diferentes aportaciones de cada mes, para luego calcular el porcentaje y porcentaje acumulado, a continuación la Tabla 4.4 nos muestra el porcentaje de fallas, en la Figura 4.2. podemos observar el Diagrama del porcentaje de falla y la Figura 4.3 representa la Curva de porcentaje de fallas.

El porcentaje se calcula:

$$\% = \frac{\text{falla}}{\text{total de falla}} \times 100$$



Ejemplo:

$$\% = \frac{6}{20} \times 100 = 30$$

Mes	Falla	Número de fallas acumulado	% de fallas	% de fallas acumulado
Junio	6	6	30	30
Marzo	4	10	20	50
Enero	3	13	15	65
Mayo	3	16	15	80
Febrero	2	18	10	90
Abril	2	20	10	100
	20		100	

Tabla 4.4 Porcentaje de fallas

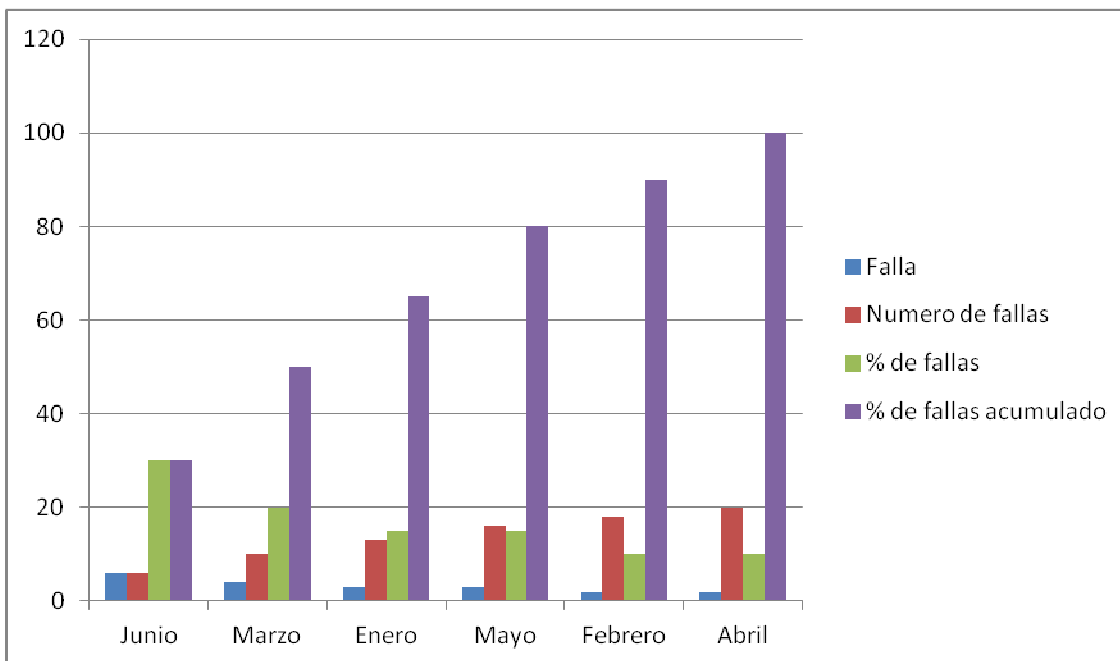
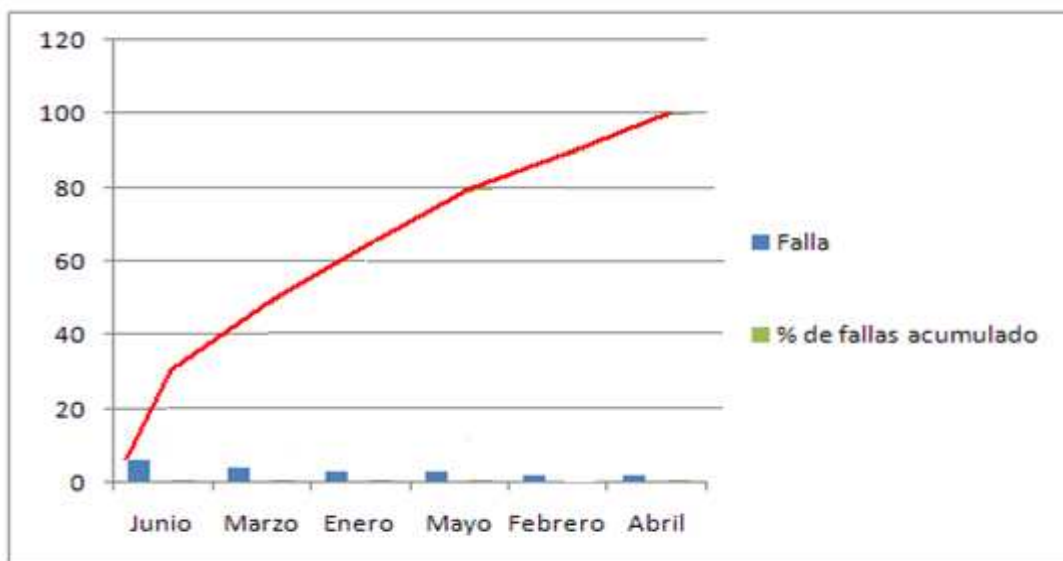


Figura 4.2 Diagrama de porcentaje de falla



**Figura 4.3 Curva de porcentaje de falla**

#### 4.2.1.1. Análisis de los resultados

El objetivo del diagrama de Pareto es de identificar la máxima concentración de fallas en la máquina durante los 6 meses que nos permitirá concentrarnos en ella y poder desarrollar un programa de mantenimiento preventivo. En el diagrama se muestra que los primeros 4 meses: junio, marzo, enero y mayo cubre el 80% de las fallas totales, y donde febrero y abril cubre el 20 % de las fallas totales.

Pero se puede observar que el mes de junio cubre el 30% de las fallas totales, es el mes con mas fallas frecuentes en la máquina, lo que es indispensable realizar un programa de mantenimiento preventivo que ayude a disminuir los problemas y averías que ocurren por la falta de mantenimiento.

#### 4.2.2. SELECCIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO

El objetivo de esta selección es el de obtener la estrategia que se adapte a la complejidad de las máquinas analizadas, generalmente se seleccionan tomando en cuenta las políticas de la empresa, seguridad, parámetros de calidad y procesos de producción, evaluando aspectos relevantes de cada tipo de mantenimiento y determinando que tipo de mantenimiento es factible para la empresa.

El detalle de todo el análisis se muestra en la siguiente Tabla 4.5 y en la Tabla 4.6 observaremos el Criterio de calificación:

FACTOR CRÍTICO	PESO	PREVENTIVO		PREDICTIVO		CORRECTIVO		RCM		TPM	
		C	P	C	P	C	P	C	P	C	P
Costos De Mantenimiento	0.11	2	0.22	1	0.11	3	0.33	3	0.33	3	0.33
Tiempo de Reparación	0.28	3	0.84	4	1.12	2	0.56	3	0.84	3	0.84
Capacitación del Personal	0.19	2	0.38	3	0.57	2	0.36	3	0.57	3	0.57
Presupuesto de la Empresa	0.11	3	0.33	1	0.11	3	0.33	2	0.22	2	0.22
Facilidad de Programación	0.03	3	0.09	3	0.09	3	0.09	3	0.09	1	0.03
Incidencia en la Programación	0.28	2	0.56	3	0.84	1	0.28	4	1.12	4	1.12
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>		<b>2.42</b>		<b>2.84</b>		<b>1.95</b>		<b>3.17</b>		<b>3.11</b>

**Tabla 4.5 Matriz de priorización del tipo de mantenimiento**

Calificación	Criterio
<b>4</b>	<b>Fortaleza mayor</b>
<b>3</b>	<b>Fortaleza menor</b>
<b>2</b>	<b>Debilidad menor</b>
<b>1</b>	<b>Debilidad mayor</b>

**Tabla 4.6 Criterio de calificación**

Al desarrollar la tabla matriz de priorización podemos observar que la mejor estrategia para aplicar es el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad RCM, que puede ser desarrollado al resto de la empresa.

### 4.2.3. ANÁLISIS AMFE

A continuación se desarrolla el análisis AMFE para el equipo a ser analizado para posteriormente desarrollar el programa de mantenimiento, y los pasos a seguir son:

- Nombre del equipo.
- División en sistema y subsistemas.
- Nombre de los componentes del equipo.
- Modo de fallo.
- Causa de fallo.
- Efecto de fallo.
- Gravedad de fallo.
- Frecuencia de fallo.
- Detectabilidad de fallo.
- Índice de prioridad de riesgo.
- Consecuencias.

En el anexo 4 se muestra una secuencia gráfica del análisis AMFE.

Una vez realizado el análisis se conoce que la máquina necesita de un programa de mantenimiento inmediato ya que es de vital importancia para la empresa y el encargado de mantenimiento debe realizar un análisis profundo de la maquinaria con la ayuda de jefe de mantenimiento y del programa de mantenimiento a realizarse.

Este equipo que va hacer objeto de estudio interfiere directa como indirectamente a la empresa, por lo tanto se debe priorizar un mantenimiento preventivo inmediato debido a que el equipo influye en el desempeño óptimo de la empresa.

Por ello se realizo un estudio sobre la influencia que tiene el equipo sobre la empresa, estos factores son:

- Influencia sobre la producción.
- Influencia sobre la calidad.
- Influencia sobre la seguridad.

- Influencia sobre el mantenimiento

#### 4.2.3.1. Influencia sobre la producción

La influencia del equipo sobre la producción determina 3 aspectos importantes evaluados de la siguiente manera:

Tiempo de uso del equipo

Se desarrolla un estimado de horas de operación del equipo cuando trabaja a toda capacidad y este estimado puede ser diario, semanal o mensual.

La tabla 4.7 se la realizó con un estimado de horas de operación semanales, considerando que son 7 días de la semana y por día son 24 horas.

Máquina	Rango de uso	Peso
<i>Horno Middleby Marshall</i>	<i>Entre 50% y 80%</i>	2

**Tabla 4.7 Número de horas de operación semanal**

El peso del porcentaje de tiempo de uso para el equipo se determina mediante la Tabla 4.8:

Peso	Porcentaje de tiempo de uso del equipo
3	Mayor del 80%
2	Entre 50% y 80%
1	Menor del 50%

**Tabla 4.8 Peso de los porcentajes de tiempo de uso del equipo**

El peso según el tiempo de uso para el equipo se determina mediante la Tabla 4.9:

Peso	Porcentaje de tiempo de uso del equipo
3	Mayor del 80%
2	Entre 50% y 80%
1	Menor del 50%

**Tabla 4.9 Determinación de los pesos según el tiempo de uso**

- **Posibilidad de recuperar la producción usando otro equipo o de similar característica.**

Existe la posibilidad de tener un equipo de similar característica que cumpla las mismas funciones del equipo principal cuando este por alguna falla o problema se detenga. Mediante un estudio realizado se da a conocer que en cada empresa por lo menos tienen dos equipos por si acaso llegara a fallar uno de ellos. Pero si alguna vez llegara a fallar los dos a la vez, no hay otro equipo similar que lo llegara a reemplazar. Por eso hay que prevenir los paros repentinos de estos equipos, para evitar pérdidas económicas y de imagen de la empresa.

- **Influencias sobre otros elementos productivos**

En la Tabla 4.10 se realiza un análisis en el que se determina como se ve afectada la línea de producción en la que está inmersa el equipo, donde una parada de este causaría un problema de gran magnitud.

Máquina	Influencia	Justificación
Horno Middleby Marshall	Para toda la línea de producción	De producirse una falla en el equipo, la línea de producción se paralizaría, afectando a toda la empresa

**Tabla 4.10 Determinación de la influencia sobre otros elementos productivos**

#### 4.2.3.2. Influencia sobre la calidad

La Tabla 4.11 nos muestra el peso de la influencia sobre la calidad, el cual es otro factor muy importante que hay que tomar en cuenta ya que el producto final puede ser muy determinante en la empresa. Por un mal funcionamiento o des calibración del equipo puede afectar al producto final provocando pérdida parcial o total de la calidad y aun más pérdidas económicas y de imagen de la empresa, el cual se mostrará en la Tabla 4.12.

Peso	Importancia
3	Decisiva
2	Importante
1	Dentro de la tolerancia
0	Nula

**Tabla 4.11 Peso de la influencia sobre la calidad**

Máquina	Importancia	Justificación	Peso
Hornos Middleby Marshall	Decisiva	Afecta a la calidad, presentación y textura del producto final	3

**Tabla 4.12 Determinación de los pesos sobre la calidad del producto final**

#### 4.2.3.3. Influencia sobre la seguridad

La Tabla 4.13 representa que se debe tomar en cuenta la seguridad que tiene el equipo en la integridad del operario, así como también puede ser la causa de catástrofes dentro y fuera de las instalaciones de la empresa que causan pérdidas materiales y humanas.

Peso	Importancia
3	Riesgo máximo
2	Riesgo tolerante
1	Riesgo mínimo

**Tabla 4.13 Peso de la influencia sobre la seguridad**

Máquina	Importancia	Justificación	Peso
Hornos Middleby Marshall	Riesgo máximo	Por el uso de gas puede causar una posible explosión y provocar pérdidas materiales y humanas	3

**Tabla 4.14 Determinación de los pesos según la influencia sobre la seguridad**

#### 4.2.3.4. Influencia sobre el mantenimiento

Nos permite determinar cuál es el tiempo empleado por el personal de mantenimiento para obtener en perfecto funcionamiento al equipo. La Tabla 4.15 nos demuestra el peso del equipo sobre el mantenimiento se determina mediante el número de horas de parada durante el mes, el cual se lo puede observar en la Tabla 4.16, esta información se la recoge del libro de actividades diarias llevados por el personal de mantenimiento de la empresa.

Peso	Horas de parada
3	Mayor a 5 horas
2	Entre 3 a 5 horas
1	Menor a 3 horas

**Tabla 4.15 Peso de la influencia sobre el mantenimiento**

Máquina	Horas de paro	Peso
Horno Middleby Marshall	6	3

**Tabla 4.16 Determinación de los pesos según las horas de mantenimiento**



#### 4.2.3.5. Suma de pesos

En la Tabla 4.17, se realiza la suma de todos los pesos de los factores analizados anteriormente

Máquina	Influencia				Suma de pesos
	Sobre la producción	Sobre la calidad	Sobre la seguridad	Sobre el mantenimiento	
	Tiempo de uso del equipo				
<b>Horno Middleby Marshall</b>	2	3	3	3	11

**Tabla 4.17 Suma de pesos**

#### 4.2.3.6. Análisis de resultados

Se puede concluir que el equipo necesita un análisis profundo de acciones de mantenimiento, además con el análisis de Pareto que se hizo demuestra que tiene un porcentaje mayor de fallas. Por los análisis realizados se necesita desarrollar el programa de mantenimiento preventivo para el horno Middleby Marshall, en donde el departamento de mantenimiento de la empresa es el encargado de seguir los pasos y métodos para el desarrollo del programa.

## 4.3. RCM PARA LA MÁQUINA

### 4.3.1. HORNOS MIDDLEBY MARSHALL

#### 4.3.1.1. Descripción general

Los Hornos Middleby Marshall se han convertido en un ayudante ideal en las cocinas más exigentes. Lo conforma un robusto gabinete de mesa elaborado totalmente de acero inoxidable, su tradicional banda transportadora reversible elaborada en malla eslabonada de alambre inoxidable con una velocidad variable controlada por un microprocesador.

La banda se desplaza a través de un ducto o túnel que contiene los dispositivos de toberas ajustable de aire caliente para horneo por convección en la parte superior e inferior, cuyo poder calórico ejerce su acción sobre los alimentos que van pasando de manera uniforme, garantizando una cocción efectiva, rápida y a menor temperatura que otros hornos de aire caliente por cuanto la transferencia de calor al alimento es altamente eficiente.

Su aislamiento especial térmico mantiene las superficies exteriores frescas. Posee un panel de control con ajuste de temperatura por teclado y velocidad (tiempo) por dial numérico. Horneo consistente independiente de la carga, precalentamiento hasta 500 °F en solo 10 minutos, ahorrando así energía. Todo el horno se apoya sobre 4 patas con niveladores graduales y se pueden apilar hasta tres equipos para aumentar la capacidad máxima de producción

**MIDDLEBY MARSHALL** 1400 Teasimeter Drive  
Megin, IL 60130 USA

MODEL NO. PS840G      SERIAL NO. S085740910      ID NO. PS840G13BUD00  
Version de modele      Numero de serie

TYPE OF GAS NATURAL      MAN. PRESS 3.5      IN. W.C. / KPA  
Type de gaz

INPUT BTU / MJH PER HOUR MAXIMUM 99,000/104      3      WIRE WITH GROUND  
Chauffage maximum par heure, en BTU      Cablage avec mise a la masse

208-240      VAC 11-9.6      AMPS 1      PHASE 50/60      Hz

SUITABLE FOR INSTALLATION ON COMBUSTIBLE FLOORS ADJACENT TO COMBUSTIBLE AND  
NON-COMBUSTIBLE WALLS WITH THE FOLLOWING MINIMUM CLEARANCE  
CONVENABLE POUR L'INSTALLATION SUR LES PLANCHERS COMBUSTIBLES ADJACENTS A AUX  
MURS COMBUSTIBLES ET INCOMBUSTIBLES AVEC LE SUIVRE DEGAGEMENT MINIMUM.

COMBUSTIBLE	INCH	CM	POUCE	NON-COMBUSTIBLE	INCH	CM	POUCE
LEFT SIDE CÔTÉ GAUCHE	0	0	0	LEFT SIDE CÔTÉ GAUCHE	0	0	0
RIGHT SIDE BON CÔTÉ	0	0	0	RIGHT SIDE BON CÔTÉ	0	0	0
REAR SIDE CÔTÉ POSTERIEUR	0	0	0	REAR SIDE CÔTÉ POSTERIEUR	0	0	0

FOR INSTALLATION UNDER VENTILATION HOOD ONLY. INTENDED FOR OTHER THAN HOUSEHOLD USE.  
POUR L'INSTALLATION SOUS CAPUCHON DE VENTILATION SEULEMENT. VOULU POUR AUTREMENT  
QUE L'USAGE DE MENAGE.

Figura 4.4 Datos del equipo



Figura 4.5 Fotografía del equipo

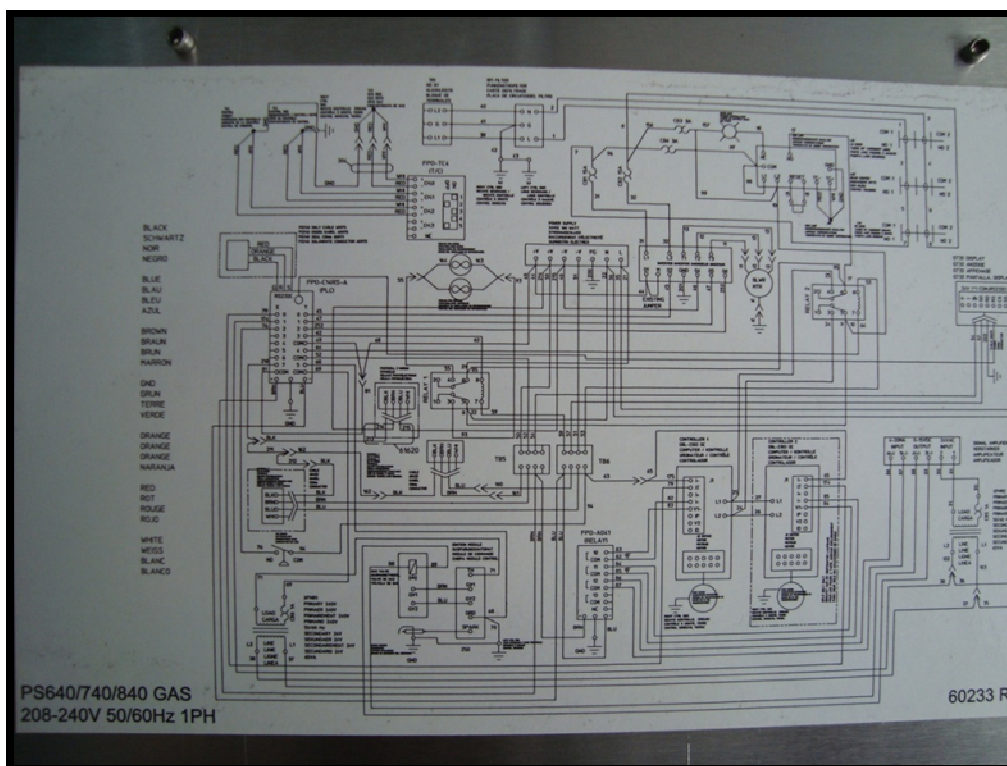


Figura 4.6 Diagrama eléctrico

#### 4.3.1.2. Función

Los hornos de cinta transportadora Middleby Marshall cocinan más rápido y a menor temperatura que otros hornos. Su sistema patentado de chorros de aire caliente, distribuyen el calor de forma homogénea en vez de utilizar altas temperaturas.

Los chorros de aire caliente eliminan las capas intermedias de aire que tienden a enfriar el producto. De esta manera conseguimos cocinar de una forma más rápida sin quemar el producto, la Figura 4.7 nos muestra el gráfico de flujo de aire. Todos los hornos Middleby Marshall están diseñados para cocinar una gran variedad de productos como pizza, pescado, carne, bagels y mucho más.

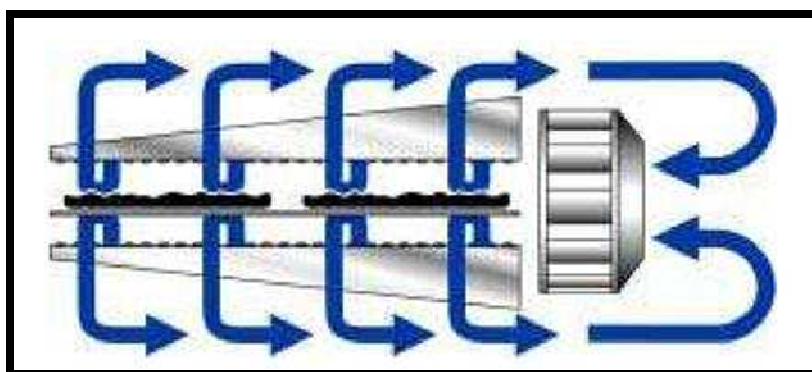


Figura 4.7 Gráfico de flujo de aire

#### 4.3.1.3. Características generales

- Control de velocidad de la cinta digital.
- Control de temperatura digital.
- Fabricación en acero inoxidable.
- Dirección de la cinta transportadora reversible.
- Entrega automática del producto.
- Cocción homogénea independiente de la carga del producto
- Una única conexión de gas.
- Ventiladores traseros.
- Funcionamiento ELÉCTRICO ó GAS.

#### 4.3.1.4. Partes y componentes

A continuación en la Figura 4.8 se detallarán cada unas de las Partes y componentes de un horno:

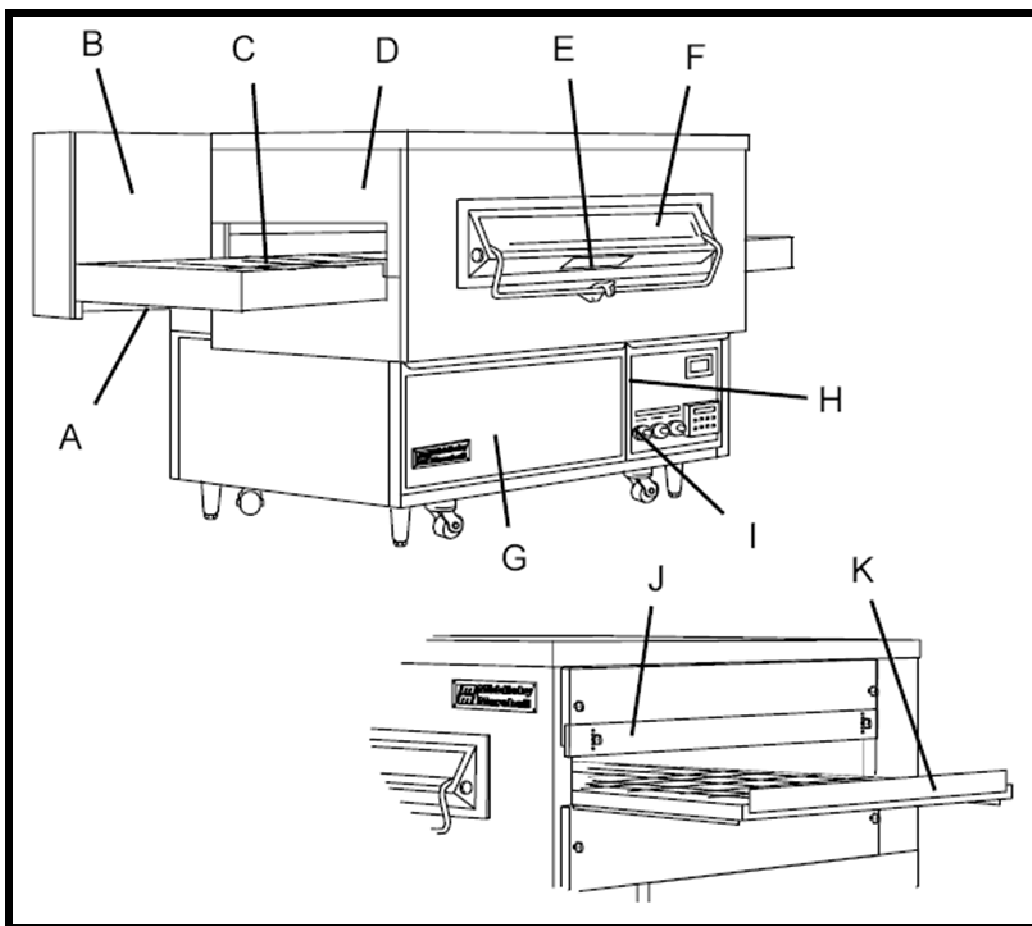


Figura 4.8 Partes y componentes<sup>54</sup>

- A. **Bandejas Colectoras:** Recogen las migajas y otros materiales que pueden caer por entre el transportador. Existe una bandeja colectoras debajo de cada extremo del transportador.
- B. **Motor de Impulsión del Transportador:** Mueve el transportador.
- C. **Bandejas Colectoras:** Recogen las migajas y otros materiales que pueden caer por entre el transportador. Existe una bandeja colectoras debajo de cada extremo del transportador.

<sup>54</sup> Manual de operación hornos de gas y eléctricos Middleby Marshall.

- D. **Bandejas Colectoras:** Recogen las migajas y otros materiales que pueden caer por entre el transportador. Existe una bandeja colectoras debajo de cada extremo del transportador.
- E. **Motor de Impulsión del Transportador:** Mueve el transportador.
- F. **Transportador:** Mueve los productos por el horno.
- G. **Compuertas de los Extremos:** Permiten el acceso al interior del horno.
- H. **Placa Informativa:** Nos permite visualizar las especificaciones para efectuar la instalación y operación del horno.
- I. **Ventana:** Permite que el personal observe y tenga acceso a los productos alimenticios dentro de la cámara de horneado.
- J. **Panel de Acceso al Compartimiento de Mecanismos:** Nos permite el acceso a los elementos interiores del horno.
- K. **Panel de Acceso al Compartimiento de Control:** Nos permite el acceso a los componentes de control.
- L. **Panel de Control:** Se ubican los controles de operación del horno.
- M. **Protectores:** Se pueden ajustarse a varias alturas para evitar la pérdida de calor al ambiente.
- N. **Tope Final del Transportador:** Evita que los alimentos caigan al final del transportador.
- O. **Quemador de Gas:** Calienta el aire, el cual es entonces proyectado hacia los dedos de aire mediante los ventiladores.

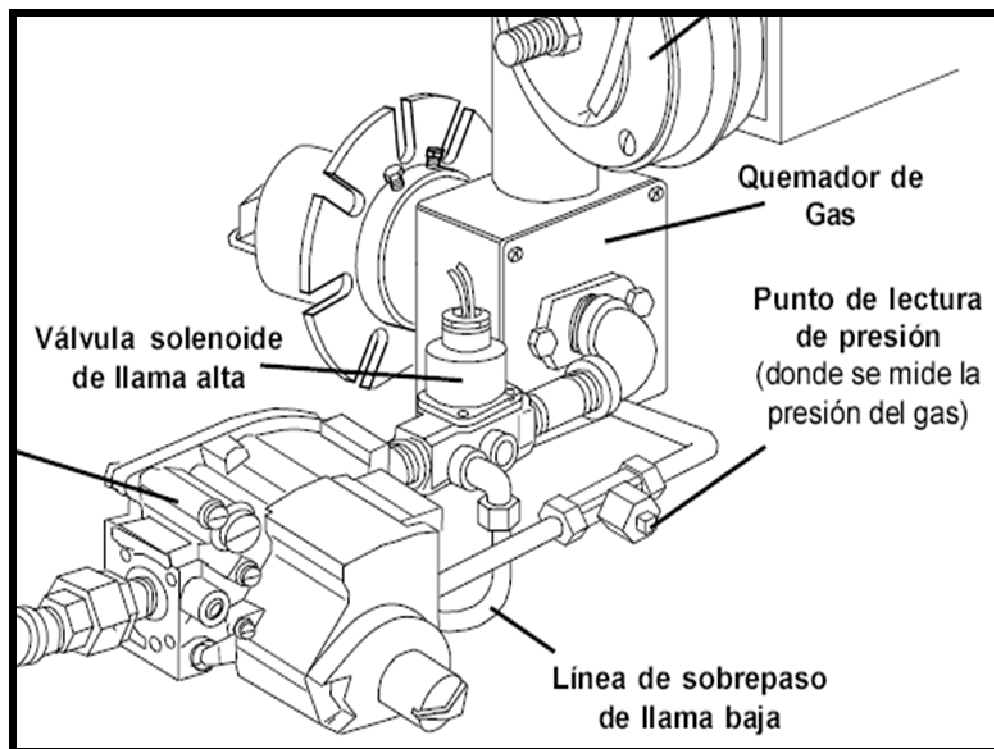


Figura 4.9 Quemador de gas<sup>55</sup>

M. **Ventilador del quemador o blower:** Soplador que proyectan aire caliente desde el calentador hacia el motor ventilador.

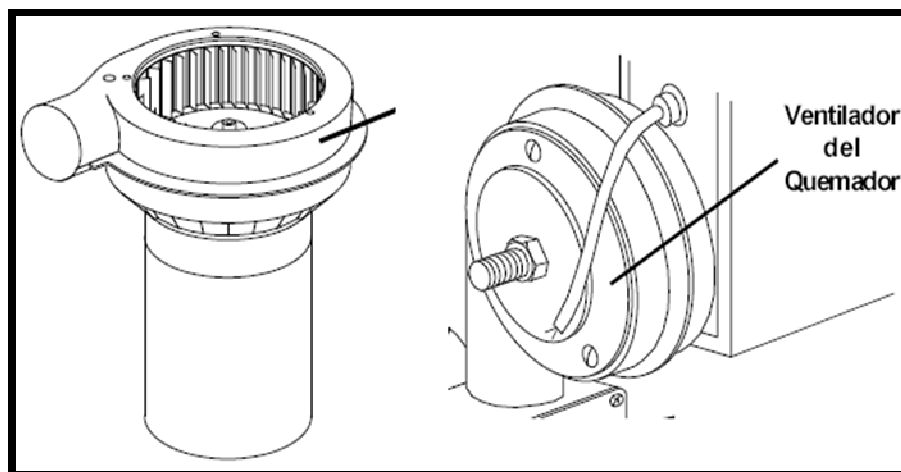


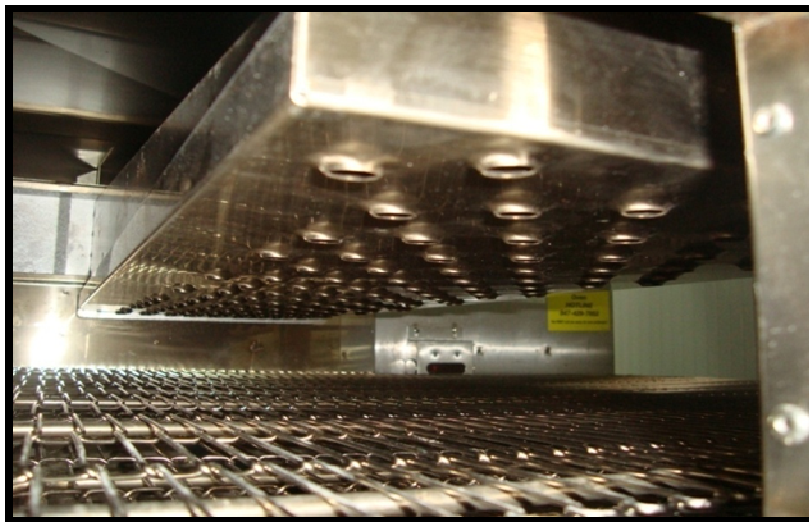
Figura 4.10 Blower o ventilador del quemador<sup>56</sup>

<sup>55</sup> Manual de operación hornos de gas y eléctricos Middleby Marshall.

<sup>56</sup> IBIDEM

M. **Motor ventilador:** Recoge todo el aire caliente que sale del blower o ventilador del quemador aumentando su capacidad de calentamiento y lo envía a los dedos de aire

N. **Dedos de Aire:** Proyectan chorros de aire caliente sobre los productos.



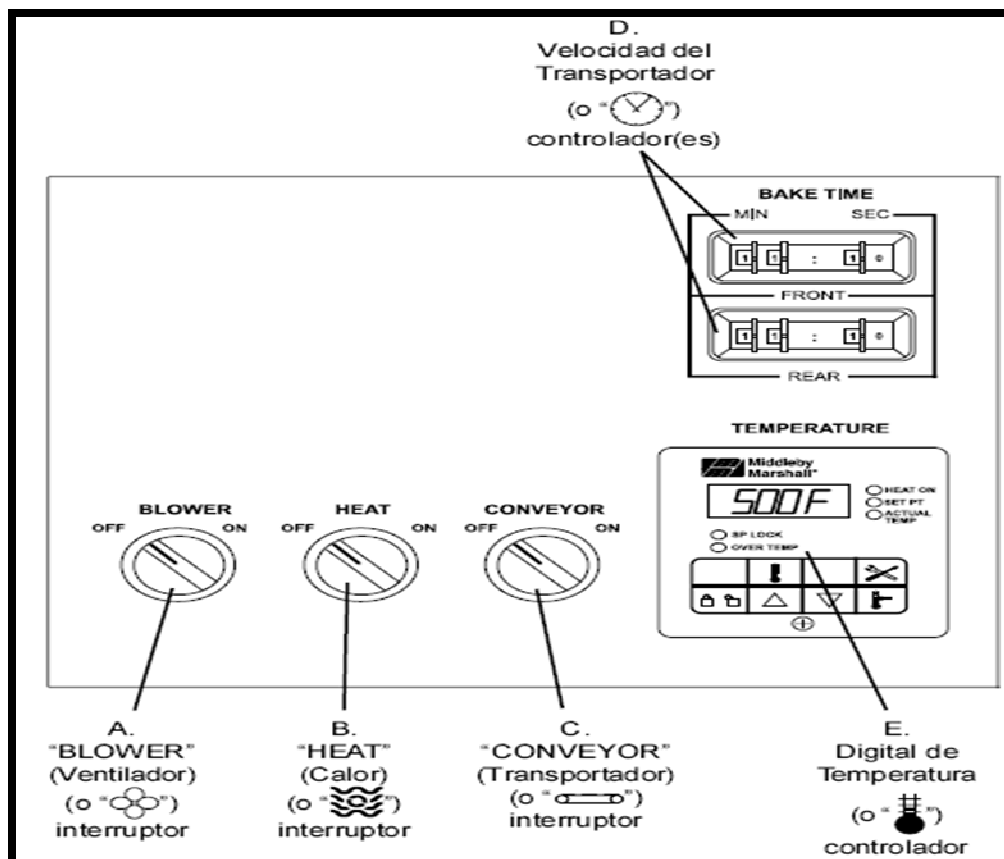
**Figura 4.11 Dedos de aire<sup>57</sup>**

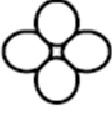


---

<sup>57</sup> IBIDEM





## 4.3.1.5. Ubicación y descripción de los controles

Figura 4.12 Panel de control<sup>58</sup>

- A.  Interruptor "BLOWER" (Ventilador): Enciende y apaga los ventiladores y los ventiladores de enfriamiento. El interruptor HEAT (Calor) no tiene efecto, a no ser que el interruptor BLOWER esté en la posición "ON".
- B.  Interruptor "HEAT" (Calor): Permite encender el quemador de gas. La activación del quemador de gas es determinada por los ajustes en el Controlador Digital de Temperatura.
- C.  Interruptor "CONVEYOR" (Transportador): Enciende y apaga el motor impulsor del transportador. En los hornos en tándem y doble tándem este interruptor se encuentra solamente en la(s) sección(es) izquierda.


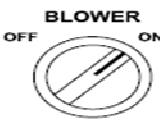

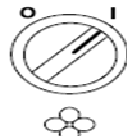



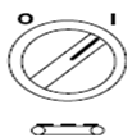
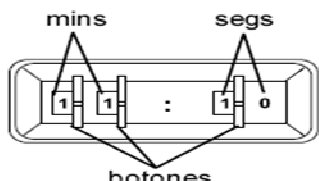
<sup>58</sup> Manual de operación hornos de gas y eléctricos Middleby Marshall.

**D.**  **Controlador de Velocidad del Transportador:** Ajusta y muestra el tiempo de homeado. Los hornos de banda sencilla tienen un controlador. Los hornos de banda doble tienen un controlador para cada banda, marcados "FRONT" (Delantera) y "BACK" (Posterior). En los hornos en tándem y doble tándem este control se encuentra solamente en la(s) sección(es) izquierda.

**E.**  **Controlador Digital de Temperatura:** Vigila continuamente la temperatura del horno. Los ajustes del Controlador Digital de Temperatura controlan la activación del quemador de gas.

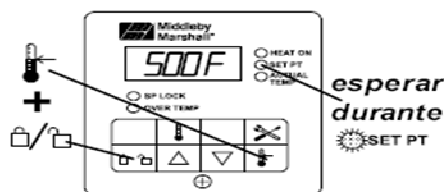
#### 4.3.1.6. Operación Normal

### PROCEDIMIENTO DE ENCENDIDO

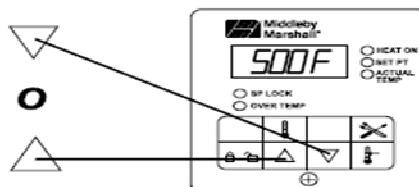
1. Verifique que el disyuntor/conector con fusible se encuentre en la posición ON. Si el horno está equipado con una ventana, verifique que ésta esté cerrada.
2. Coloque el interruptor "BLOWER" (o ) en la posición "ON" (o "I").   
3. Coloque el interruptor "CONVEYOR" (o ) en la posición "ON" (o "I").   
4. Si fuera necesario, ajuste la velocidad del transportador girando las tres ruedecillas para cambiar el tiempo de horneado mostrado. 


5. Ajuste el controlador de temperatura a la temperatura deseada.

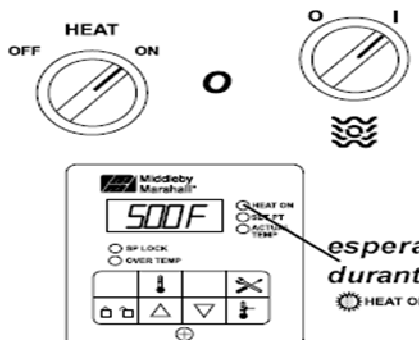
- Presione las teclas Set Point (Punto prefijado) y Unlock (Abrir) al mismo tiempo. Espere a que la luz "SET PT" se encienda.




- Presione las flechas Arriba y Abajo según sea necesario para ajustar el punto prefijado.

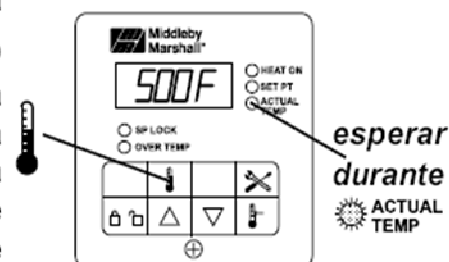


6. Coloque el interruptor "HEAT" (o ) switch to the "ON" (or "I") en la posición "ON" (o "I"), y espere a que la luz "HEAT ON" se encienda.





7. Espere a que el horno se caliente a la temperatura prefijada. Las temperaturas prefijadas más altas requerirán una espera más larga. El horno puede alcanzar una temperatura de 500°F (232°C) en aproximadamente 5 minutos.

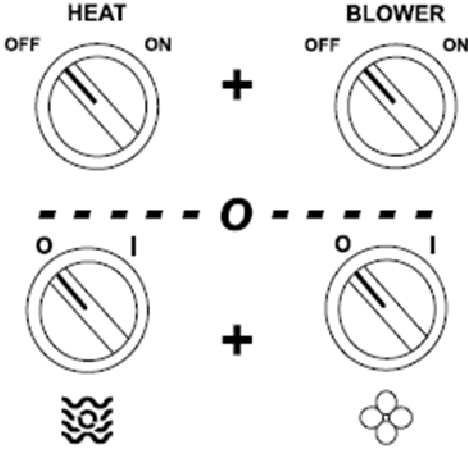
8. (Opcional) Presione la tecla de "Temperatura"  para mostrar la Temperatura Actual en la pantalla y espere a que la luz "ACTUAL TEMP" se encienda. Esto le permite monitorear la temperatura del horno mientras asciende al punto prefijado.




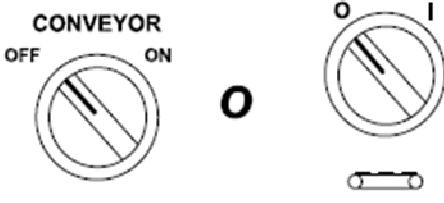
9. Permita que el horno se precaliente durante 10 minutos una vez que haya llegado a la temperatura prefijada.

## PROCEDIMIENTO DE APAGADO

1. Coloque los interruptores "HEAT" (o ) y "BLOWER" (o ) en la posición "OFF" (o "O"). OBSERVE que los ventiladores permanecerán funcionando hasta que el horno se enfríe a menos de 200°F (93°C).



2. Asegúrese de que no queden productos en el transportador dentro del horno. Coloque el interruptor "CONVEYOR" (o ) en la posición "OFF" (o "O").



3. Si el horno está equipado con una ventana, ábrala para permitir que el horno se enfríe más rápidamente.

4. Una vez que el horno se ha enfriado y los ventiladores se han apagado, coloque los disyuntores/conectores con fusible en la posición OFF.

,,59

### 4.3.1.7. Controlador digital de temperatura

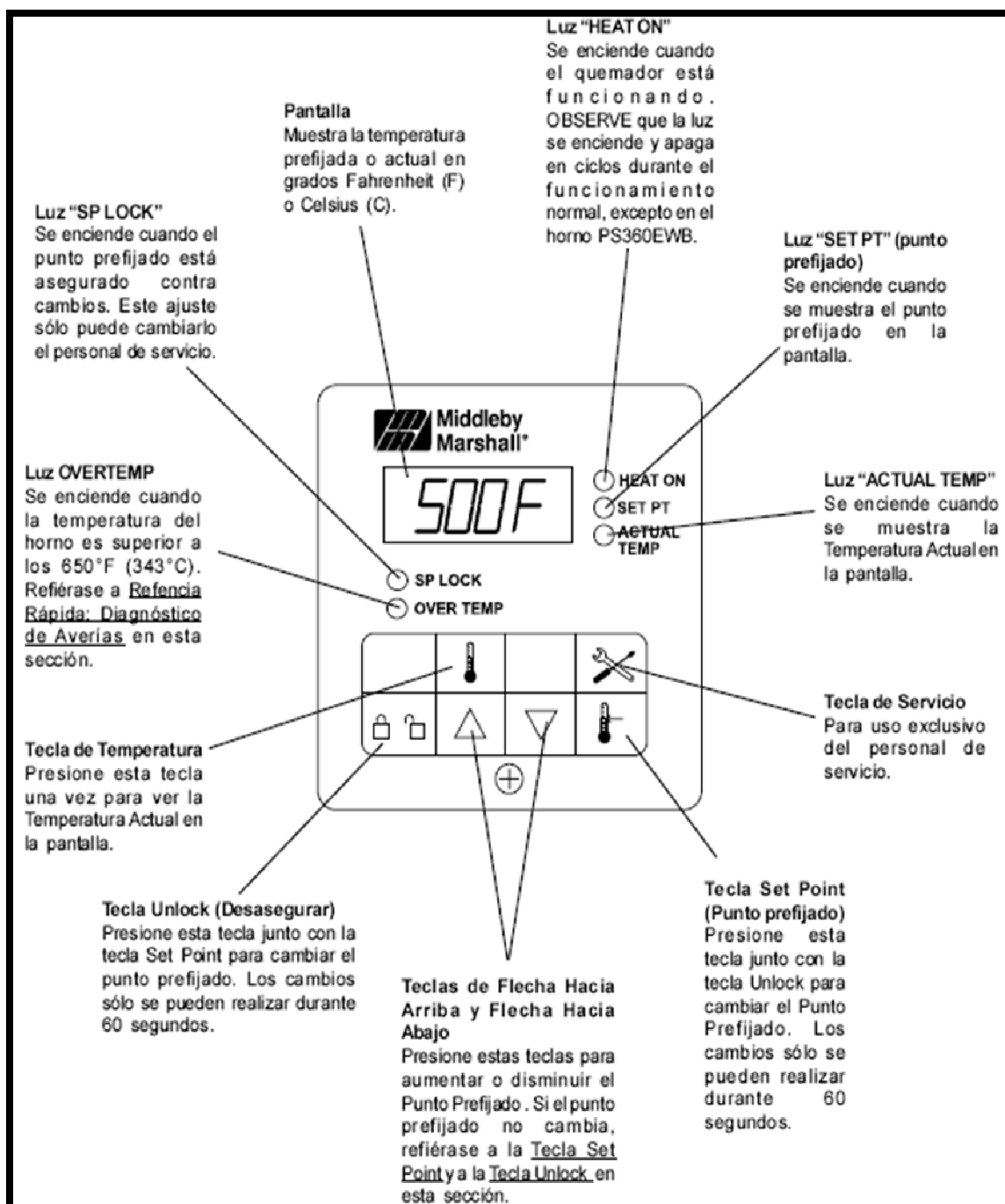


Figura 4.13 Controlador de temperatura<sup>60</sup>

<sup>60</sup> Manual de operación hornos de gas y eléctricos Middleby Marshall.

#### 4.3.1.8. Sistema de ventilación

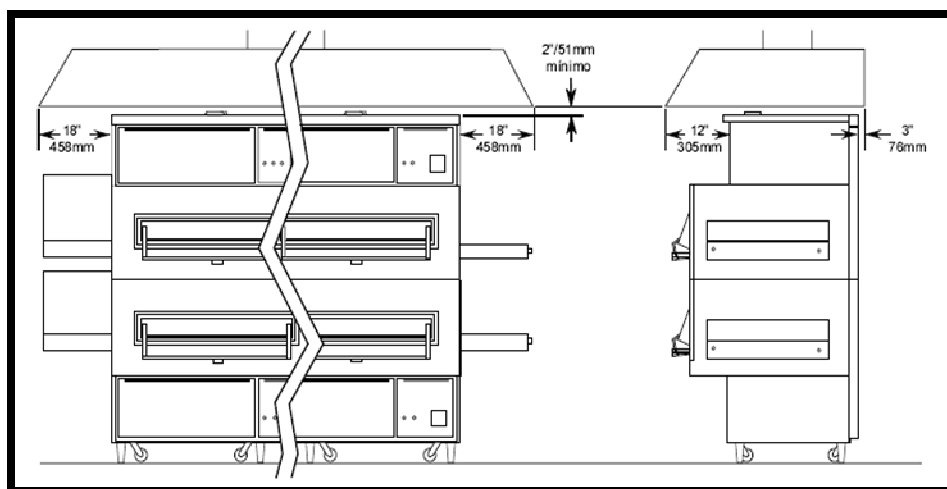
Es necesario un sistema de ventilación para las instalaciones de hornos a gas. La velocidad del flujo de aire evacuado mediante el sistema de ventilación puede variar dependiendo de la configuración del horno y del diseño de la campana extractora.

Para evitar una condición de presión negativa en el área de la cocina, se debe inyectar aire de retorno para compensar por el aire evacuado. Una presión negativa en la cocina puede ocasionar problemas relacionados con el calor en los componentes del horno, tal como si no hubiese ninguna ventilación.

**NOTA:** El aire proveniente del sistema de impulsión mecánica no debe soplar hacia la abertura de la cámara de horneado. Esto resultaría en un bajo rendimiento del horno.

Otros problemas de ventilación:

- Las ubicaciones, condiciones o problemas especiales pueden requerir los servicios de un ingeniero o especialista en ventilación.
- La ventilación inadecuada puede impedir el rendimiento del horno.
- Se recomienda revisar el sistema y los conductos de ventilación a intervalos periódicos, tal como lo especifiquen el fabricante de la campana extractora o el ingeniero.



**Figura 4.14 Dimensiones para sistema de ventilación<sup>61</sup>**

<sup>61</sup> Manual de operación hornos de gas y eléctricos Middleby Marshall.

Estos hornos poseen dos ventiladores de enfriamiento en la parte de atrás, lo que permite que un ventilador ingrese aire a la parte interior donde se encuentra todo el sistema eléctrico y mecánico del horno, como lo muestra la Figura 4.15, mientras que el otro ventilador succiona todo el aire interno que se crea en la parte interna evitando que los elementos sufran recalentamientos.



**Figura 4.15 Ventilador de ventilación**

#### 4.3.1.9. Sistema eléctrico

Se debe revisar la placa informativa del horno antes de realizar cualquier información eléctrica como nos muestran la Tabla 4.18 sobre las especificaciones eléctricas, y por seguridad se debe instalar un interruptor de desconexión con fusible o un disyuntor.

D. Especificaciones Eléctricas - para hornos a gas (por cavidad del horno)							
	Voltaje del Ventilador Principal	Voltaje del Circuito de Control	Fase	Frec.	Consumo de Corriente	Polos	Cables
PS310/314/360/360Q/	208-240V	120V	1 Ph	60 Hz	10A	3 Polos	4 Cables (2 vivos, 1 neut, 1 tierra)
360S/360WB	208-240V (exportación)	120V (transformador)	1 Ph	50/60 Hz	10A	2 Polos	3 Cables (2 vivos, 1 tierra)
	200-220V (exportación)	120V (transformador)	1 Ph	50/60 Hz	10A	2 Polos	3 Cables (2 vivos, 1 tierra)
PS360EWB/WB70	208-240V	120V velocidad del transportador controlador (transformador); todos los demás circuitos de control según la línea (208-240V)	1 Ph	60 Hz	12A	2 Polos	3 Cables (2 vivos, 1 tierra)

**Tabla 4.18 Especificaciones eléctricas<sup>62</sup>**

<sup>62</sup> Manual de operación hornos de gas y eléctricos Middleby Marshall.

Todas las conexiones de suministro eléctrico de los hornos a gas se llevan a cabo a través de la caja de conexiones eléctricas que se encuentra en la parte posterior del horno, como se muestra en la Figura 4.16.

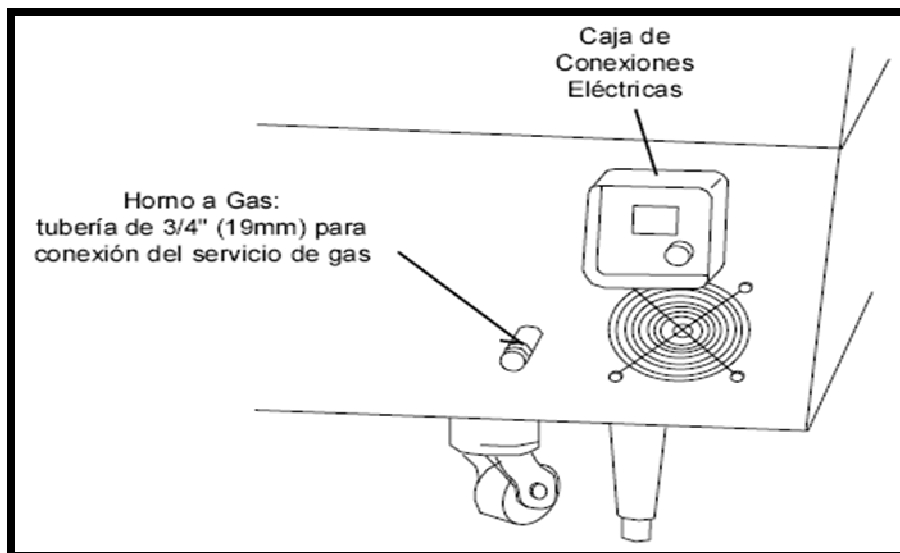


Figura 4.16 Tipos de conexiones <sup>63</sup>

#### 4.3.1.10 Suministro de gas

Se verifica los requisitos del suministro de gas antes de llevar a cabo la conexión de gas, que se encuentran en la figura anterior y en la Tabla 4.19.

C. Especificaciones del orificio de gas y de presión - para hornos a gas (por cada cavidad del horno)										
	<i>DI del orificio principal</i>						<i>DI del orificio del piloto</i>	<i>DI del orificio de sobrepaso *</i>	<i>Presión de suministro (entrada)</i>	<i>Presión del múltiple</i>
	<i>PS310</i>	<i>PS314</i>	<i>PS360/360Q/360S</i>	<i>PS360WB</i>	<i>PS360EWB</i>	<i>PS360WB70</i>				
<i>Gas Natural</i>	0.219" 5.56mm	0.219" 5.56mm	0.219" 5.56mm	0.250" 6.35mm	0.250" 6.35mm	0.250" 6.35mm	0.028" 0.71mm	0.065"/broca#53 1.65mm	6-12" W.C. 14.9-29.9mbar	3-1/2" W.C. 8.7mbar
<i>Propano</i>	0.134" 3.40mm	0.134" 3.40mm	0.134" 3.40mm	0.152" 3.86mm	0.165" 4.19mm	0.165" 4.19mm	0.018" 0.46mm	0.034"/broca#62 0.86mm	11-14" W.C. 27.4-34.9mbar	10" W.C. 24.9mbar

\* NOTA: El horno a gas PS360EWB no utiliza un orificio de sobrepaso.

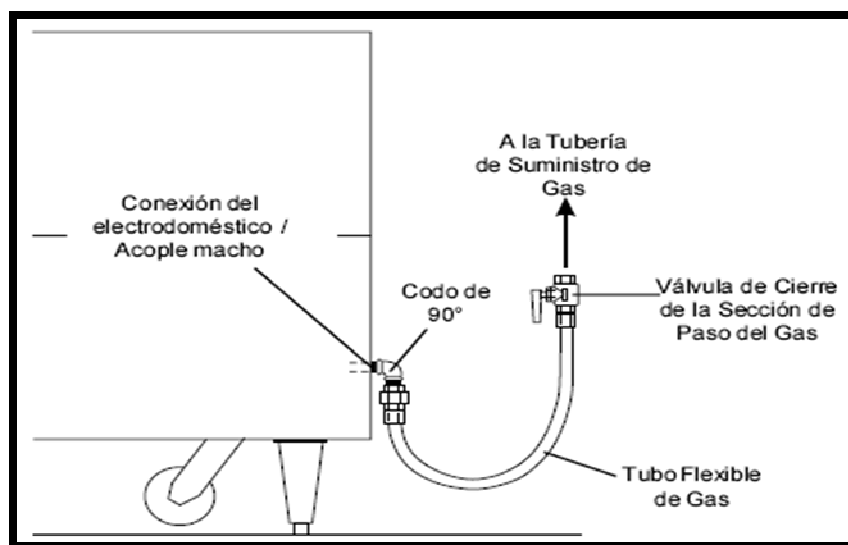
Tabla 4.19 Especificaciones suministro de gas <sup>64</sup>

<sup>63</sup> Manual de operación hornos de gas y eléctricos Middleby Marshall.

<sup>64</sup> IBIDEM



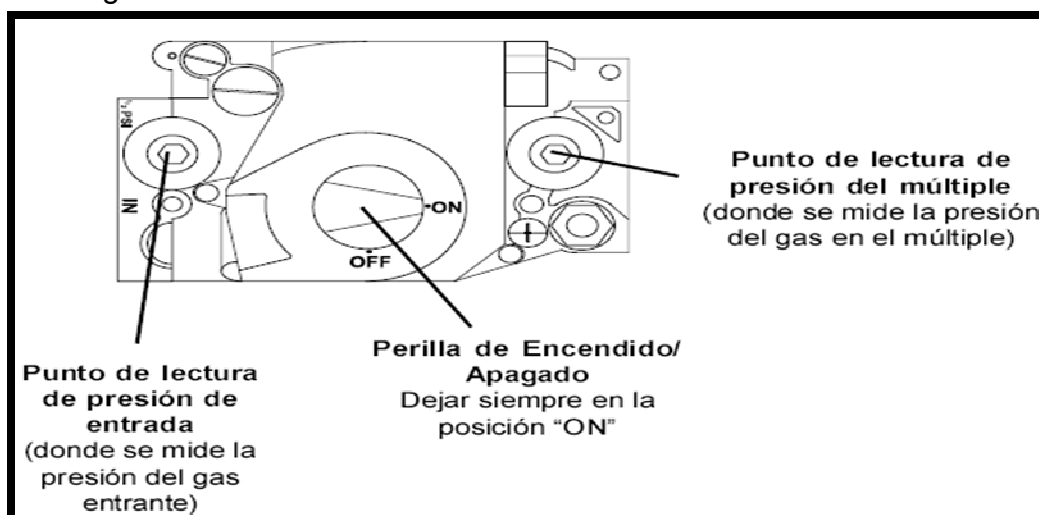
En la siguiente Figura 4.17, se muestra un método de conexión de la línea de gas, sin embargo hay que regirse a estándares y regulaciones correspondientes.



**Figura 4.17 Conexión de la línea de gas<sup>65</sup>**

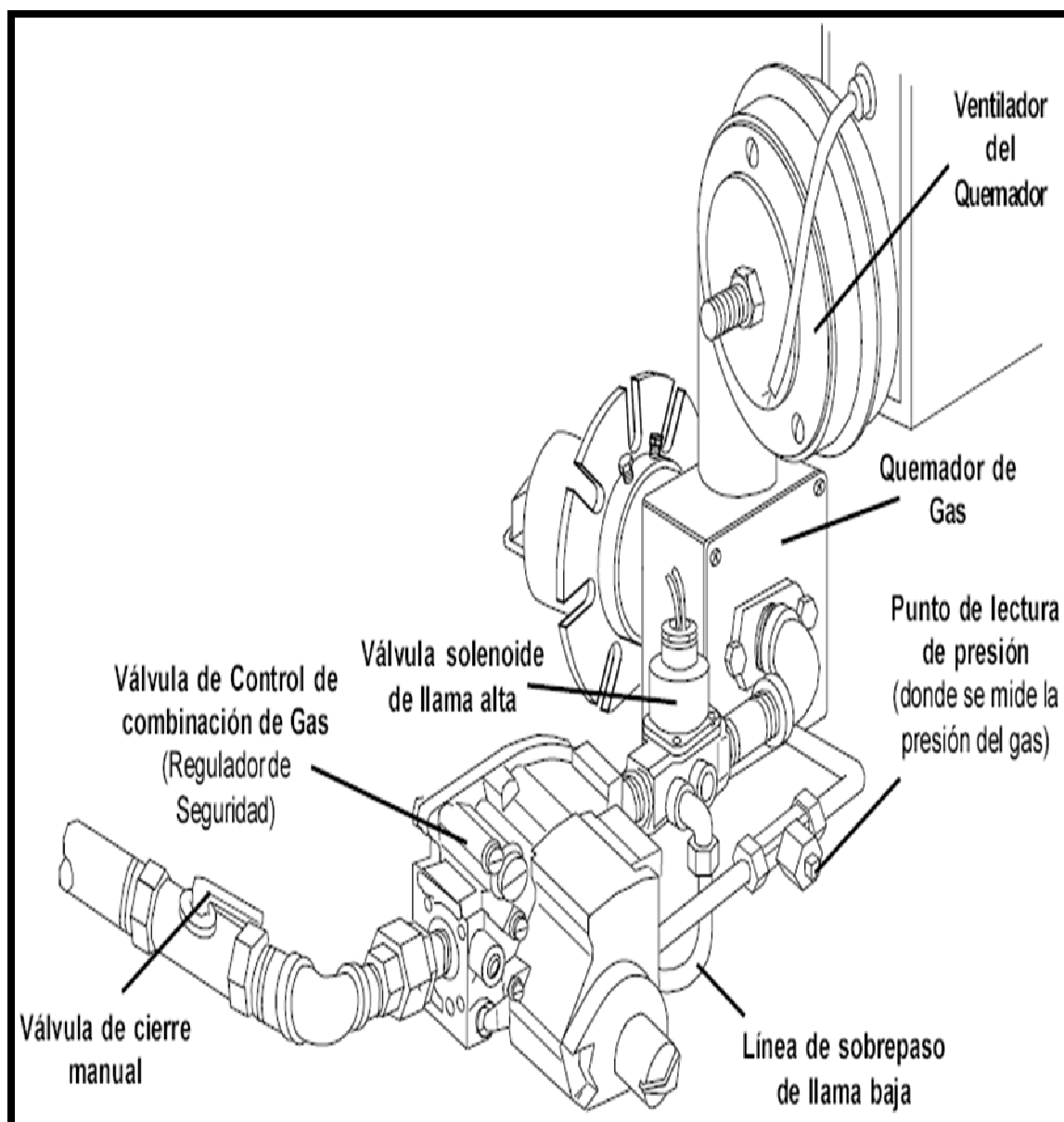
Es posible cambiar convertir al horno de gas natural a gas propano o viceversa, usando el juego de conversión de gas de Middleby Marshall, el cambio ya depende de que tipo de gas se desee usar.

Las lecturas de la presión de entrada, regulada y del piloto se pueden medir usando un manómetro de tubo en U, en los puntos que se muestran en la siguiente figura.



**Figura 4.18 Válvula de control de gas<sup>66</sup>**

<sup>65</sup> IBIDEM



**Figura 4.19** Conjunto de quemador y tubería de gas<sup>67</sup>

<sup>66</sup> IBIDEM

<sup>67</sup> IBIDEM

#### 4.3.2. APLICACIÓN DEL ANÁLISIS AMFE

En el desarrollo del análisis AMFE se utiliza los criterios técnicos del manual de operación del equipo, lista de elementos o componentes, información del libro de actividades diarias y del análisis del personal de mantenimiento. La información presentado por el personal de mantenimiento es muy importante debido a que ellos están en contacto diario con la máquina y tienen un registro diario de las fallas que se han presentado en estos últimos meses.

Los índices de gravedad, frecuencia y Detectabilidad se muestran en las siguientes tablas:

<i>CRITERIO</i>	<i>VALOR</i>
Gravedad mínima, el usuario no podrá percibir la falla.	1
Gravedad escasa, el fallo podría provocar una molestia menor o un ligero desvío del desempeño del sistema.	2-3
Gravedad baja, el fallo es totalmente perceptible y genera insatisfacción respecto al desempeño.	4-5
Gravedad moderada, el desempeño del sistema decae de manera apreciable, disgustando al usuario.	6-7
Gravedad elevada, fallo crítico, puede inutilizar al sistema, el usuario será altamente disgustado e insatisfecho y puede comprometer a la seguridad en la operación.	8-9
Gravedad muy alta, el fallo afecta gravemente la seguridad y el desempeño del sistema, excede lo permitido en reglamentos y normas, el sistema puede ser inutilizado.	10

**Tabla 4.20 Índice de Gravedad**

<i>CRITERIO</i>	<i>VALOR</i>
Improbable, nunca ha ocurrido en el pasado, pero existe una probabilidad teórica	1
Poco probable, alguna vez ha ocurrido este fallo en el pasado en casos aislados. Es posible que durante la vida útil suceda un fallo de este tipo.	2-3
Probabilidad moderada, podrá suceder de manera eventual en el transcurso de la vida útil, para casos de circunstancias repetibles o similares	4-5
Estos fallos pueden ocurrir con frecuencia y han ocurrido de manera repetitiva para casos similares entre sí.	6-7
Frecuencia elevada, el fallo sucede a intervalos menores y ha sido hasta una costumbre enfrentarlos	8-9
Demasiado frecuente o prácticamente inevitable, se da por sentado que el fallo ocurrirá con mucha frecuencia.	10

**Tabla 4.21 Índice de Frecuencia**

<i>CRITERIO</i>	<i>VALOR</i>
La falla es notable a simple vista, sin siquiera inspeccionar con detenimiento.	1
Existe la pequeña posibilidad de que no sea detectado a simple vista o por una primera inspección.	2-3
El problema es fácilmente detectable con los métodos previamente convenidos para este fin.	4-5
El problema es de difícil detección y eventualmente podría ser observado solo luego de que ha causado un perjuicio al usuario.	6-7
La detección es muy difícil y requiere de métodos que no son comúnmente aplicados para un caso particular.	8-9
Nunca o casi nunca será detectado el problema. Seguramente causará perjuicios antes de ser observado.	10

**Tabla 4.22 Índice de Detectabilidad**

## ANÁLISIS AMFE

<b>SISTEMA:</b> SISTEMA DE CONTROL MANTENIMIENTO		<b>RESPONSABLE:</b> OPERARIO DE					
<b>SUSBSISTEMA:</b> 1.1 SISTEMA ELECTRICO							
<b>COMPONENTE</b>	<b>MODO</b>	<b>CAUSAS</b>	<b>EFFECTOS</b>	<b>G</b>	<b>F</b>	<b>D</b>	<b>IPR</b>
1.1.1 Protecciones eléctricas	Salto de protecciones eléctricas	Cortocircuito	Falta de energía eléctrica, la maquina no se enciende	7	4	6	168
		Sobrecarga		3	3	5	45
1.1.2 Motor principal	No encienden el ventilador principal	Contactos deteriorados del interruptor de encendido	La maquina funciona pero no calienta	5	4	5	100
		No llega energía eléctrica		6	7	6	252
1.1.3 Controlador de temperatura	No se enciende el controlador	Falta de energía eléctrica	La maquina no puede controlar la temperatura, no puede operar.	4	2	2	16
		Tiempo de vida útil(Obsoleto)		8	5	7	280
1.1.4 Control de velocidad del transportador	No varia la velocidad	Controlador de velocidad deteriorado	El transportador no se mueve, la maquina no opera.	7	5	6	210
		Tarjeta de control con fallas		8	6	4	192
	No enciende el motor de impulsión del transportador	Falla en el motor de impulsión		6	6	4	144
		No llega el voltaje al motor		5	3	5	75

<b>SISTEMA:</b> SISTEMA DE CONTROL							
<b>SUSBSISTEMA:</b> 1.2 SISTEMA MECÁNICO							
<b>COMPONENTE</b>	<b>MODO</b>	<b>CAUSAS</b>	<b>EFFECTOS</b>	<b>G</b>	<b>F</b>	<b>D</b>	<b>IPR</b>
1.2.1 Controlador de temperatura	Descalibración de temperatura	Mala calibración del controlador	La máquina no puede trabajar, esta descalibrada	3	4	2	24
1.2.2 Controlador de velocidad del transportador	Descalibración del tiempo	Mala calibración del tiempo		3	3	5	45

<b>SISTEMA:</b> SISTEMA DE SUMINISTRO DE GAS MANTENIMIENTO				<b>RESPONSABLE:</b> OPERARIO DE			
<b>SUSBSISTEMA:</b> 2.1 SISTEMA ELÉCTRICO							
<b>COMPONENTE</b>	<b>MODO</b>	<b>CAUSAS</b>	<b>EFFECTOS</b>	<b>G</b>	<b>F</b>	<b>D</b>	<b>IPR</b>
2.1.1 Ventilador del quemador	No funciona el motor	Falta de energía eléctrica	La máquina no puede funcionar	3	4	2	24
		Tiempo de vida útil (obsoleto)		4	4	6	96
2.1.2 Válvula selenoide	No enciende la válvula	Falta de voltaje	La máquina no puede trabajar.	5	3	4	60
		Tiempo de vida útil (obsoleto)		7	7	6	294

<b>SISTEMA:</b> SISTEMA DE SUMINISTRO DE GAS MANTENIMIENTO				<b>RESPONSABLE:</b> OPERARIO DE			
<b>SUSBSISTEMA:</b> 2.2 SISTEMA MECANICO							
<b>COMPONENTE</b>	<b>MODO</b>	<b>CAUSAS</b>	<b>EFFECTOS</b>	<b>G</b>	<b>F</b>	<b>D</b>	<b>IPR</b>
2.2.1 Válvula de control de gas	No hay paso de gas	La perilla está en posición “off”	La máquina no puede operar	2	3	2	12
		La válvula de paso está cerrada		4	2	2	16
		No hay suministro de gas		5	5	3	75
2.2.2 Válvula selenoide	No hay llama principal	No hay suministro de gas	La máquina no puede trabajar.	4	5	4	80

<b>SISTEMA:</b> SISTEMA DE ENSAMBLAJE DEL HORNO MANTENIMIENTO				<b>RESPONSABLE:</b> OPERARIO DE			
<b>SUBSISTEMA:</b> 3.1 SISTEMA MECÁNICO							
<b>COMPONENTE</b>	<b>MODO</b>	<b>CAUSAS</b>	<b>EFFECTOS</b>	<b>G</b>	<b>F</b>	<b>D</b>	<b>IPR</b>
3.1.1 Dedos de aire	Producto final crudo	Mal armados internamente	La máquina funciona pero el producto final es de pésima calidad	5	3	3	45
		Mal colocados de posición		4	3	4	48
3.1.2 Transportador	El transportador no se mueve	<b>Mal armado los eslabones en el transportador</b>	El transportador no se mueve debido a que algún eslabón se enganchó con la estructura, no puede operar	7	5	7	<b>245</b>
		Desgaste de los bocines en el eje impulsor de banda doble		3	3	4	36



### 4.3.3. CUADRO DE CORRECTIVOS

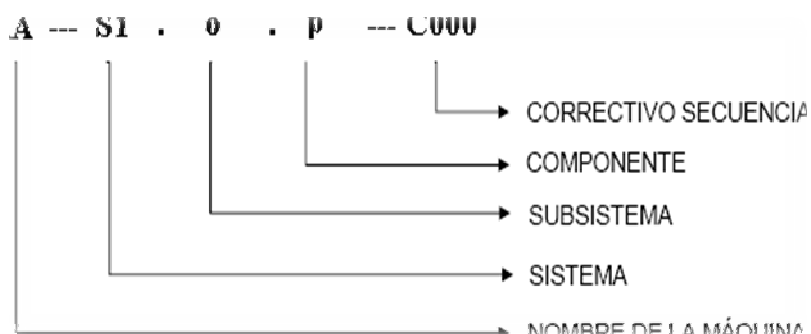
Los cuadros correctivos empiezan mediante los análisis RCM para los índices de prioridad de riesgo (IPR) mayores a 100.

El objetivo de estos cuadros correctivos es disminuir los índices obtenidos, de tal forma que los IPR disminuyan.

A continuación se detalla los pasos a seguir:

- Componentes y sus códigos.
- Causa crítica.
- Acciones correctivas.
- Determinar responsables.
- Nuevo valor de gravedad de fallo.
- Nuevo valor de frecuencia de fallo.
- Nuevo valor de detectabilidad de fallo.
- Nuevo IPR.

Cada correctivo consta de un código el cual facilitara la elaboración del programa y una de esas de las opciones es la que se presenta:



El proceso se detalla de una manera sistemática y se presenta en la siguiente Tabla.

## CUADRO DE CORRECTIVOS

COMPONENTE	CODIGO CORRECTIVO	CAUSA CRITICA	CORRECTIVO	G	F	D	IPR
Protección eléctrica	H-S1.1.1-C001	Cortocircuito	Verificación y cambio de cables	3	2	5	30
Motor Principal	H-S1.1.2-C002	Contactos deteriorados del interruptor de encendido	Cambio de interruptor	2	2	3	12
	H-S1.1.2-C003	Contactador en mal estado	Cambio de contactor	3	3	4	36
Controlador de temperatura	H-S1.1.3-C004	Tiempo de vida útil	Cambio de controlador de temperatura	3	2	3	18
Control de velocidad del transportador	H-S1.1.4-C005	Controlador deteriorado	Cambio de controlador de velocidad	2	3	3	12
	H-S1.1.4-C006	Tarjeta de control con falla	Revisión y cambio de tarjeta de control	2	2	4	16
	H-S1.1.4-C007	Falla en el motor de impulsión	Revisión del motor de impulsión: carbones, rodamientos y bobinado.	3	3	3	27
Válvula selenoide	H-S2.1.2-C008	Tiempo de vida útil	Revisión y cambio de válvula.	2	3	5	30
Transportador	H-S3.1.2-C009	Mal armado de los eslabones	Revisión y cambio de los eslabones.	3	2	4	24

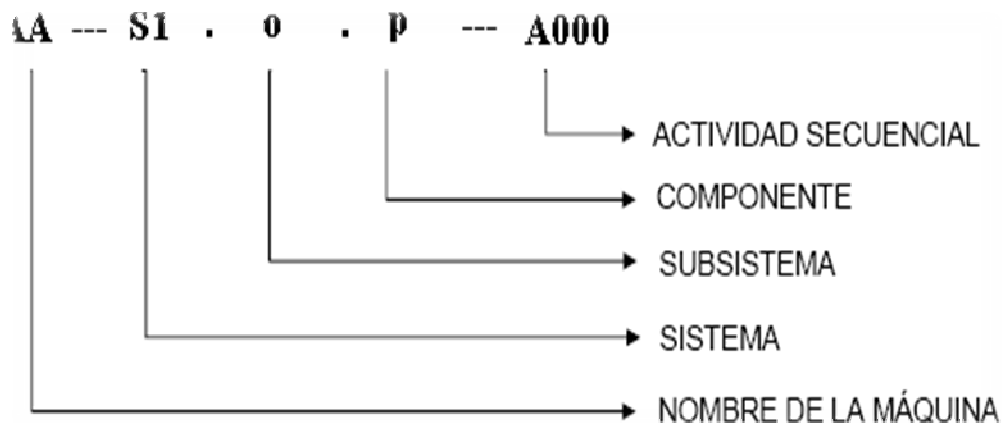
#### 4.3.4. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

El análisis RCM finalmente concluye con la elaboración de las actividades de mantenimiento las cuales servirán más adelante para la programación.


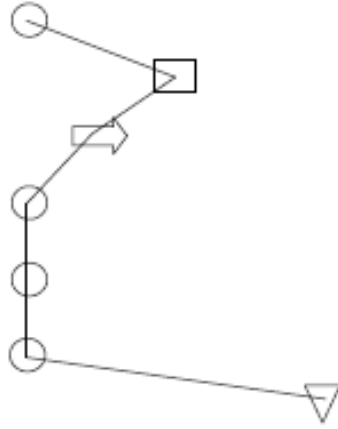
El proceso sistemático se presenta a continuación:


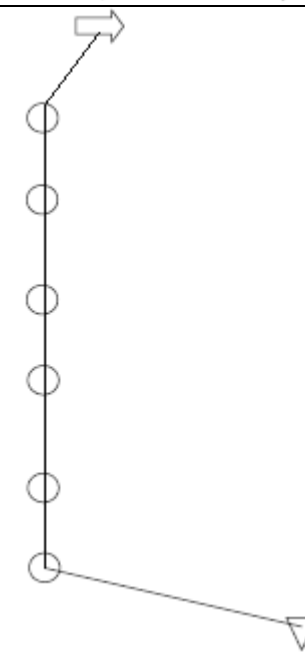
- Código de fallo.
- Nombre de fallo.
- Estrategia de mantenimiento.
- Descripción del proceso de mantenimiento.
- Periodo de frecuencia de mantenimiento.
- Tiempo estimado de la tarea de mantenimiento.
- Responsable de la ejecución de la tarea de mantenimiento.
- Material, herramienta e instrumentos necesarios para realizar la tarea.
- Observaciones


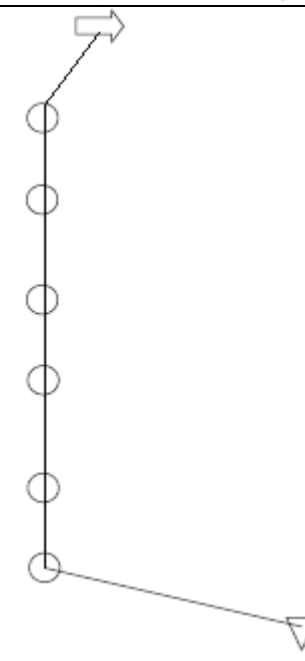
Al igual que los cuadros correctivos, las actividades de mantenimiento constan de un código el cual nos ayudara en la elaboración del programa y es la que se presenta a continuación:




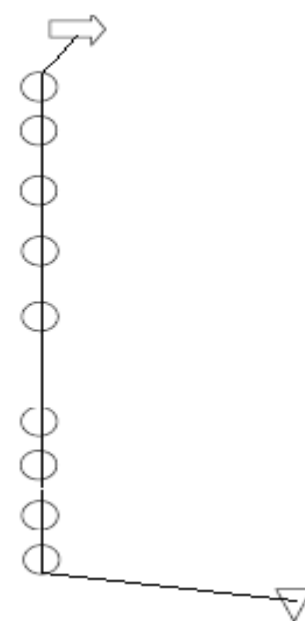
## ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

<b>VERIFICACIÓN Y CAMBIO DE CABLES</b>		<b>Código:</b> H-S1.1.1-A001	
<b>Estrategia:</b> Preventivo a tiempo fijo		<b>Periodo:</b> una vez	
<b>Materiales/herramientas:</b> Set de herramientas eléctricas y cables			
<b>Responsable de la tarea:</b> Operario de mantenimiento			
<b>Tareas de mantenimiento</b>		<b>Tiempo(min)</b>	<b>Observaciones</b>
1. Parar el funcionamiento de la maquina		0.5	
2. Revisión visual		10	Revisar los empalmes sueltos y cables en mal estado.
3. Llevar set de herramientas		5	Cambiar los cables que están en pésimo estado.
4. Suspende suministro de energía eléctrica		1	
5. Cambia cables en mal estado		40	Tener en cuenta acciones necesarias para evitar accidentes.
6. Restablecer suministro de energía eléctrica		0.5	
7. Recoger y guardar herramientas utilizadas		5	El tiempo empleado dependerá de la cantidad de cambios realizados
<b>Tiempo empleado</b>		<b>62</b>	


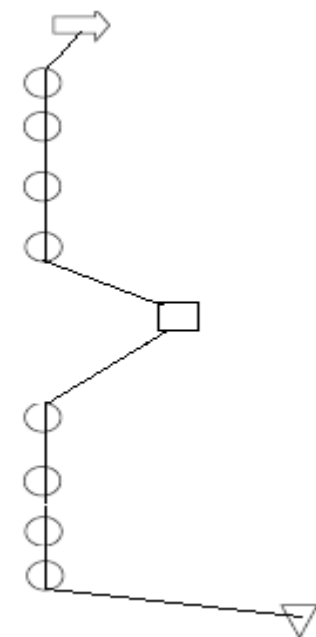
<b>CAMBIO DE INTERRUPTOR</b>		<b>Código:</b> H-S1.1.2-A002	
<b>Estrategia:</b> Preventivo a tiempo fijo		<b>Periodo:</b> anual	
<b>Materiales/herramientas:</b> Interruptor y Set de herramientas eléctricas (ver anexo)			
<b>Responsable de la tarea:</b> Operario de mantenimiento			
<b>Tareas de mantenimiento</b>		<b>Tiempo(min)</b>	<b>Observaciones</b>
1. Llevar interruptor y set de herramientas hacia la maquina		8	<p>Tener en cuenta acciones necesarias para evitar accidentes.</p> <p>Revisar que los cables estén bien sujetos al contactor, para evitar que se suelten y causen algún cortocircuito</p>
2. Apagar la máquina		1	
3. Suspende suministro de energía eléctrica		0.5	
4. Destapar el panel de control y desconectar los cables del interruptor		10	
5. Retirar el interruptor viejo y colocar el nuevo		12	
6. Conectar los cables en el interruptor y tapar el panel de control		10	
7. Restablecer el suministro de energía eléctrica		0.5	
8. Recoger y guardas las herramientas utilizadas		6	
<b>Tiempo empleado</b>		<b>48</b>	

<b>CAMBIO DE CONTACTOR</b>		<b>Código:</b> H-S1.1.2-A003	
<b>Estrategia:</b> Preventivo a tiempo fijo		<b>Periodo:</b> anual	
<b>Materiales/herramientas:</b> Set de herramientas eléctricas y contactor			
<b>Responsable de la tarea:</b> Operario de mantenimiento			
<b>Tareas de mantenimiento</b>		<b>Tiempo(min)</b>	<b>Observaciones</b>
1. Llevar contactor y set de herramientas hacia la maquina		8	
2. Apagar la máquina		1	
3. Suspender suministro de energía eléctrica		0.5	Revisar que estén bien ajustados los cables al contactor para evitar que se suelten y causen algún cortocircuito.
4. Destapar el panel de control y desconectar los cables del contactor		15	
5. Retirar el contactor viejo y colocar el nuevo		12	Tener en cuenta el tipo de contactor, dependiendo de los datos de placa del anterior se coloca el nuevo contactor
6. Conectar los cables al contactor y tapar el panel de control		15	
7. Restablecer el suministro de energía eléctrica		0.5	
8. Recoger y guardas las herramientas utilizadas		7	
<b>Tiempo empleado</b>		<b>59</b>	


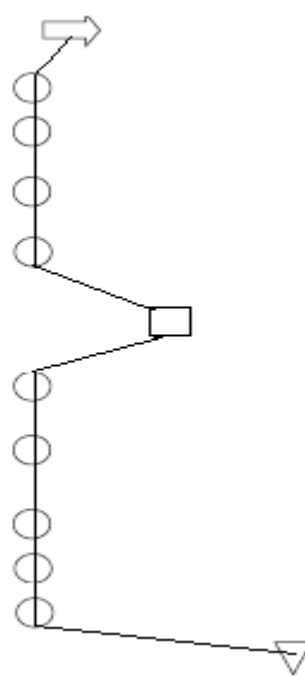
<b>CAMBIO DE CONTROLADOR DE TEMPERATURA</b>		<b>Código:</b> H-S1.1.3-A004	
<b>Estrategia:</b> Preventivo a tiempo fijo		<b>Periodo:</b> una vez	
<b>Materiales/herramientas:</b> Set de herramientas eléctricas y controlador de temperatura			
<b>Responsable de la tarea:</b> Operario de mantenimiento			
<b>Tareas de mantenimiento</b>	○ → □ ▽	<b>Tiempo(min)</b>	<b>Observaciones</b>
1. Llevar controlador y set de herramientas hacia la maquina		8	<p>Tener en cuenta acciones necesarias para evitar accidentes.</p> <p>Revisar que las polaridades de la termocupla estén bien conectadas, caso contrario en el controlador marcara la temperatura en sentido descendente</p> <p>Tener en cuenta el tipo de controlador, para que tipo de termocupla se necesita y especificar los voltajes de alimentación, dependiendo de los datos de placa del anterior se coloca el nuevo controlador</p>
2. Apagar la máquina		1	
3. Suspender suministro de energía eléctrica		0.5	
4. Destapar el panel de control y desconectar los cables del controlador		15	
5. Retirar el controlador viejo y colocar el nuevo		12	
6. Conectar los cables al siguiendo las instrucciones del fabricante y tapar el panel de control.		25	
7. Restablecer el suministro de energía eléctrica		0.5	
8. Encender la maquina		1	
9. Calibrar los parámetros para temperatura y set point en el controlador		10	
10. Esperar que llegue la maquina a temperatura		15	
11. Recoger y guardas las herramientas utilizadas		8	
<b>Tiempo empleado</b>		<b>96</b>	


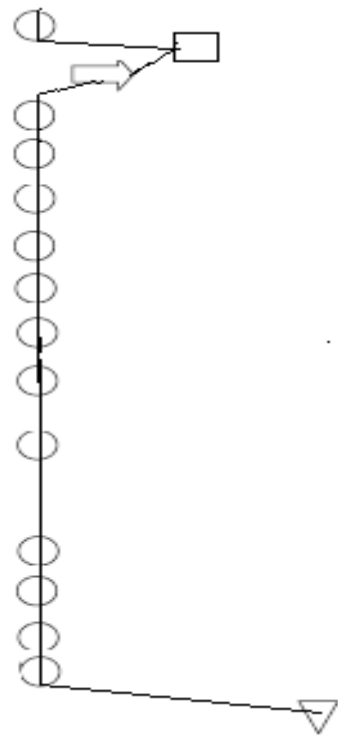
<b>CAMBIO DE CONTROLADOR DE VELOCIDAD</b>		<b>Código:</b> H-S1.1.4-A005	
<b>Estrategia:</b> Preventivo a tiempo fijo		<b>Periodo:</b> una vez	
<b>Materiales/herramientas:</b> Set de herramientas eléctricas y controlador de velocidad			
<b>Responsable de la tarea:</b> Operario de mantenimiento			
<b>Tareas de mantenimiento</b>		<b>Tiempo(min)</b>	<b>Observaciones</b>
1. Llevar controlador y set de herramientas hacia la maquina		8	Evitar golpear al controlador debido a que es muy sensible y puede afectar su funcionamiento  Conectar bien los cables del controlador ya que al no estar bien sujetos podría marcar tiempos erróneos y no se podría calibrar el tiempo del transportador
2. Apagar la máquina		1	
3. Suspender suministro de energía eléctrica		0.5	
4. Destapar el panel de control y desconectar los cables del controlador		10	
5. Retirar el controlador viejo y colocar el nuevo		12	
6. Conectar los cables siguiendo las instrucciones del fabricante y tapar el panel de control.		18	
7. Restablecer el suministro de energía eléctrica		0.5	
8. Encender la maquina		1	
9. Calibrar los parámetros para tiempo en el controlador		12	
10. Revisión del tiempo del transportador		15	
11. Recoger y guardas las herramientas utilizadas		8	
<b>Tiempo empleado</b>		<b>86</b>	



<b>REVISION Y CAMBIO DE TARJETA DE CONTROL</b>		<b>Código:</b> H-S1.1.4-A006	
<b>Estrategia:</b> Preventivo a tiempo fijo		<b>Periodo:</b> Una vez	
<b>Materiales/herramientas:</b> Set de herramientas eléctricas y tarjeta de control			
<b>Responsable de la tarea:</b> Operario de mantenimiento			
<b>Tareas de mantenimiento</b>		<b>Tiempo(min)</b>	<b>Observaciones</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Llevar controlador y set de herramientas hacia la maquina</li> <li>2. Apagar la máquina</li> <li>3. Suspender suministro de energía eléctrica</li> <li>4. Destapar el panel de control y desconectar los cables de la tarjeta</li> <li>5. Retirar la tarjeta</li> <li>6. Inspección visual de la tarjeta y elementos, ver que elementos están dañados para su cambio dependiendo si hay en el país.</li> <li>7. Colocar la nueva tarjeta, conectar los cables siguiendo las instrucciones del fabricante y tapar el panel de control.</li> <li>8. Restablecer el suministro de energía eléctrica</li> <li>9. Encender la maquina</li> <li>10. Revisión del giro del transportador</li> <li>11. Recoger y guardas las herramientas utilizadas</li> </ol>		8  1 0.5 12  15  15  20  0.5 1 1 7	<p>Se debe tomar en cuenta conectar bien la polaridad en la tarjeta, caso contrario el transportador girara en sentido contrario.</p> <p>Si se puede arreglar la tarjeta, seria mucho mejor para que quede en inventario y utilizarla después en otro horno.</p> <p>Caso contrario si no se encuentran los integrados y elementos para la reparación de la tarjeta, ya quedara como repuesto para poder arreglar otra tarjeta.</p>
<b>Tiempo empleado</b>		<b>81</b>	

<b>REVISION DEL MOTOR DE IMPULSION</b>		Código: H-S1.1.4-A007	
<b>Estrategia:</b> Preventivo a tiempo fijo		<b>Periodo:</b> Semestral	
<b>Materiales/herramientas:</b> Set de herramientas eléctricas, carbones y bocines			
<b>Responsable de la tarea:</b> Operario de mantenimiento			
<b>Tareas de mantenimiento</b>	○ → □ ▽	<b>Tiempo(min)</b>	<b>Observaciones</b>
1. Llevar set de herramientas y repuestos hacia la maquina		7	
2. Apagar la máquina		1	
3. Suspender suministro de energía eléctrica		0.5	Se debe tomar en cuenta al desconectar los cables de alimentación del motor, ya que al conectar los cables cambiados el giro del transportador se cambio
4. Retirar la cadena del transportador, desconectarlo el motor y desmontarlo de la maquina		15	
5. Destornillar y retirar la tapa superior e inferior del motor		8	
6. Inspección visual del estado de los carbones, bocines, rotor y estator.		10	
7. Cambio de carbones y de bocines debido a su desgaste, se limpia y revisa el rotor y estator		25	Hay que tener cuidado cuando se realiza el armado del motor, ya que a veces queda descentrado el eje y puede causar desgaste al rotor.
8. Se arma el motor para luego realizar el montaje y conectarlo a la maquina		10	
9. Se coloca la cadena y se revisa que los cables del suministro eléctrico estén bien empalmados.		5	
10. Restablecer el suministro de energía eléctrica		0.5	
11. Encender la maquina		1	
12. Revisión del giro del transportador		1	
13. Recoger y guardas las herramientas utilizadas		10	
<b>Tiempo empleado</b>		<b>94</b>	

<b>REVISION Y CAMBIO DE VALVULA SELENOIDE</b>		<b>Código:</b> H-S2.1.2-A008			
<b>Estrategia:</b> Preventivo a tiempo fijo		<b>Periodo:</b> Una vez			
<b>Materiales/herramientas:</b> Set de herramientas eléctricas y válvula selenoide					
<b>Responsable de la tarea:</b> Operario de mantenimiento					
<b>Tareas de mantenimiento</b>		<b>Tiempo(min)</b>	<b>Observaciones</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Llevar la válvula y set de herramientas hacia la maquina</li> <li>2. Apagar la máquina</li> <li>3. Suspender suministro de energía eléctrica</li> <li>4. Destapar el panel de control y desconectar los cables de la válvula</li> <li>5. Desmontaje de la válvula</li> <li>6. Inspección visual de los terminales y empaque.</li> <li>7. Montaje de la nueva válvula revisando que el empaque quede bien colocado.</li> <li>8. Conectar los cables de alimentación en los terminales de la válvula y tapar el panel de control.</li> <li>9. Restablecer el suministro de energía eléctrica</li> <li>10. Encender la maquina</li> <li>11. Revisar que la llama principal se encienda</li> <li>12. Recoger y guardas las herramientas utilizadas</li> </ol>		8	<p>Se debe tomar en cuenta conectar bien la polaridad en la tarjeta, caso contrario el transportador girara en sentido contrario.</p> <p>Si se puede arreglar la tarjeta, seria mucho mejor para que quede en inventario y utilizarla después en otro horno.</p> <p>Caso contrario si no se encuentran los integrados y elementos para la reparación de la tarjeta, ya quedara como repuesto para poder arreglar otra tarjeta.</p>		
		1		0.5	
		8		15	
		4		15	
		8		8	
		0.5		1	
		1		5	
		7		7	
		<b>Tiempo empleado</b>		<b>73</b>	

<b>REVISION Y CAMBIO DE ESLABONES</b>		<b>Código:</b> H-S3.1.2-A009	
<b>Estrategia:</b> Preventivo a tiempo fijo		<b>Periodo:</b> Trimestral	
<b>Materiales/herramientas:</b> Set de herramientas eléctricas y eslabones			
<b>Responsable de la tarea:</b> Operario de mantenimiento			
<b>Tareas de mantenimiento</b>		<b>Tiempo(min)</b>	<b>Observaciones</b>
1. Parar el funcionamiento de la maquina		1	
2. Inspección visual		4	
3. Llevar set de herramientas		7	
4. Suspendir suministro de energía eléctrica		0.5	
5. Retirar cadena del transportador		2	
6. Retirar transportador de la maquina		6	
7. Inspección de eslabones dañados		5	
8. Desmontaje de toda la cadena de eslabones		10	
9. Retirar los eslabones dañados y cambiar de lado la cadena		8	
10. Cambiar los eslabones dañados por unos nuevos		10	
11. Armar la cadena de eslabones en el transportador		8	
12. Montaje del transportador en la maquina y revisar la tensión de la misma		8	
13. Restablecer suministro de energía eléctrica		0.5	
14. Encender la maquina		1	
15. Revisar el movimiento de los eslabones		5	
16. Recoger y guardas las herramientas utilizadas		7	
<b>Tiempo empleado</b>		<b>83</b>	

#### **4.4. PROGRAMACIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO**

El ordenamiento de las actividades de mantenimiento se le conoce como Programación, cuyo principio básico es la organización coherente y ordenada, de tal forma que no incida en la producción y consiguiendo reducir los paros en la máquina y pérdidas en la empresa así como aumentando la vida útil de la misma.

Las actividades rutinarias de mantenimiento se deben distribuir para todo el año, las 52 semanas productivas, todos los días, para lo cual depende del personal de mantenimiento para que este programa logre sus metas y objetivos.

Las labores de mantenimiento presentan datos importantes como:

- Inventarios de activos productivos.
- Datos de personal de mantenimiento.
- Tareas de mantenimiento.
- Informe de labores de mantenimiento.
- Informe de repuesto.
- Informe de herramientas utilizadas.
- Trabajos externos de mantenimiento.

## CAPÍTULO 5

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

- El programa de mantenimiento preventivo desarrollado es el resultado de un proceso planificado, el cual nos permite establecer tareas de mantenimiento y determinar normas para la ejecución de las operaciones de mantenimiento.
- Este trabajo nos da a conocer la importancia que tiene los diferentes programas de mantenimiento preventivo en la producción de cualquier empresa, utilizando los mejores métodos, simplificando la supervisión y reduciendo la improvisación
- El objetivo del programa de mantenimiento preventivo es reducir los paros imprevistos, aumentar la vida útil del equipo, disminuir las pérdidas para la empresa, aumentando la disponibilidad del equipo y capacitando al personal de mantenimiento.
- Mediante la gestión de mantenimiento nos permite conocer las debilidades de los procedimientos que actualmente se desarrollan en la empresa para dar soluciones a los problemas que se presentan a diario.
- El éxito de un programa de mantenimiento en toda empresa depende del cumplimiento eficiente de las tareas, pero también del personal de mantenimiento ya que de ellos dependerá si la maquina esta en óptimas o pésimas condiciones de operatividad y disponibilidad.
- El análisis modal de fallos y efectos (AMFE) mediante la ponderación nos permite aplicar y proponer acciones correctivas para el mejoramiento de los procesos que se aplican para tratar un fallo, de forma que disminuye los riesgos de ocurrencias de fallas.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Las tareas de mantenimiento preventivo pasaran a convertirse en la mayoría de los trabajos que realice el personal de mantenimiento, por la misma razón que se mantiene una planificación de las actividades diarias.
- El personal de mantenimiento debe ser concientizado en mantener en buenas condiciones las herramientas, equipos y materiales, lo que permitirá mayor responsabilidad en el personal.
- Durante el desarrollo de las tareas de mantenimiento, el operario que está realizando las tareas debe estar bien concentrado y saber lo que está haciendo para que no ocurra ningún accidente tanto para la persona como para el equipo.
- Se debe capacitar técnicamente al personal de mantenimiento que esta encargado de realizar las tareas de mantenimiento, ayudando a mejorar sus conocimientos y capacidades, desarrollando nuevas habilidades e incentivándolos periódicamente.
- Debe ser una prioridad de la empresa la seguridad de sus operarios, por eso para realizar sus tareas de mantenimiento deben tener indumentaria adecuada y herramientas necesarias, que permitan dar a conocer al operario que la empresa se preocupa por sus trabajadores.
- Es importante guardar toda la información recopilada y tener respaldos en archivos magnéticos, ya que toda la información se puede perder por algún descuido y la empresa perdería información vital tanto de los equipos como de las tareas desarrolladas.
- La implementación de un programa de mantenimiento preventivo apegado a la realidad de la empresa, es necesaria y urgente para poder evitar la pérdida de recursos al no tener una estrategia clara y bien definida.

## BIBLIOGRAFÍA

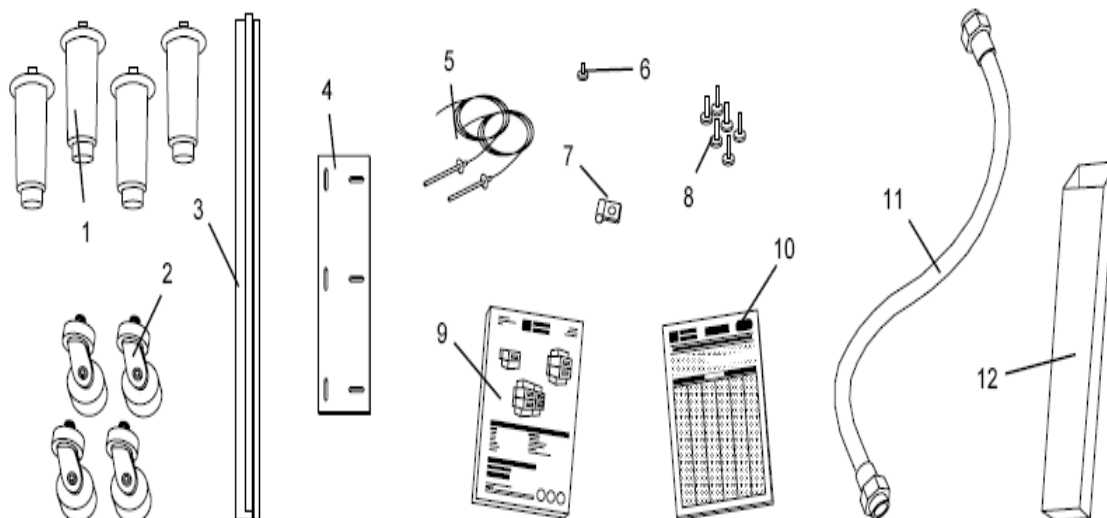
- <http://www.hornomoruno.com/historia-de-los-hornos.html>
- Manual de operación hornos de gas y eléctricos Middleby Marshall
- [http://www.middleby.es/skin/catalogo/index\\_marshall.asp](http://www.middleby.es/skin/catalogo/index_marshall.asp)
- [ww.sappiens.com/imagenes/comunidades/.../parte\\_1.doc](http://ww.sappiens.com/imagenes/comunidades/.../parte_1.doc) - España
- <http://www.monografias.com/trabajos15/mantenimiento-industrial/mantenimiento-industrial.shtml>
- Folleto de Ingeniería del mantenimiento Ing. Álvaro Aguinaga
- Folleto de Ingeniería de mantenimiento Ing. Luis Jácome
- <http://www.monografias.com/trabajos25/mantenimiento-productivo-total/mantenimiento-productivo-total.shtml>
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento\\_productivo\\_total](http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento_productivo_total)
- <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/her/tip.asp>
- <http://www.monografias.com/trabajos13/mante/mante.shtml#ce>
- Universidad de Santiago de Chile, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Industrial
- Manual de mantenimiento industrial Tomo 1 L.C. Morrow /1986



# ANEXOS

**ANEXO 1**  
**ARMADO DEL HORNO**

## JUEGO DE INSTALACIÓN



Item	Descripción	Número de Pieza	Horno Inferior		
			Sin Parte Superior	Con Parte Superior	Horno Superior
1	Patatas, ajustables	22450-0028	4	4	—
2*	Rueda, Giratoria (con husillo)	37115-0102	4*	4*	4*
3a	Tope del Transportador - PS310/314	35000-1099	1	1	1
3b	Tope del Transportador - PS360/360S				
	• Banda Sencilla	35000-1103	1	1	1
	• Banda Doble	35509	2	2	2
3c	Tope del Transportador - PS360Q	37000-0524	1	1	1
3c	Tope del Transportador - PS360WB/WB70 (Banda Sencilla o Doble)	36526	1	1	1
3d	Tope del Transportador - PS360EWB				
	• Banda Sencilla	35900-0370	2	2	2
	• Banda Doble: bandas de 2x21"/533mm	35900-0370	2	2	2
	• Banda Doble: banda de 1x14"/356mm +	35509	1	1	1
	banda de 1x28"/711mm	35000-1099	1	1	1
4	Placa de Fijación, Horno superior	35122-0049	—	—	2
5**	Termopar	33812-1	1**	1**	1**
6**	Tornillo, #10-32 x 3/8"	21256-0008	1**	1**	1**
7**	Grapa para cable	27276-0001	1**	1**	1**
8	Tornillo, #2PT 10-16 x 3/4" HWH	21292-0001	2	2	14
9	Manual de Operación e Instalación del Propietario	41823	1	1	1
10	Lista de Agencias de Servicio Autorizadas	1002040	1	1	1

Item	Descripción	Número de Pieza	Horno Inferior Sin Parte Superior	Horno Inferior Con Parte Superior	Horno Superior
6	Tornillo, #10-32 x 3/8"	21256-0008	1	1	1
8	Tornillo, #2PT 10-16 x 3/4" HWH	21292-0001	2	2	2
11	Tubo de gas, flexible	22361-0001	1	1	1
12a	Conducto de ventilación, 14" (356mm)	30773	—	1	—
12b	Conducto de ventilación, 29-1/2" (749mm)	30759	—	—	1
12c	Conducto de ventilación, 50" (1270mm)	30758	1	—	—

## EMSAMBLADO

### A. Apilado

Si la instalación va a incluir hornos superiores montados sobre hornos inferiores:

- Retire las ruedas (preinstaladas en cada cavidad del horno) de los hornos superiores.
- Apile las cavidades del horno.

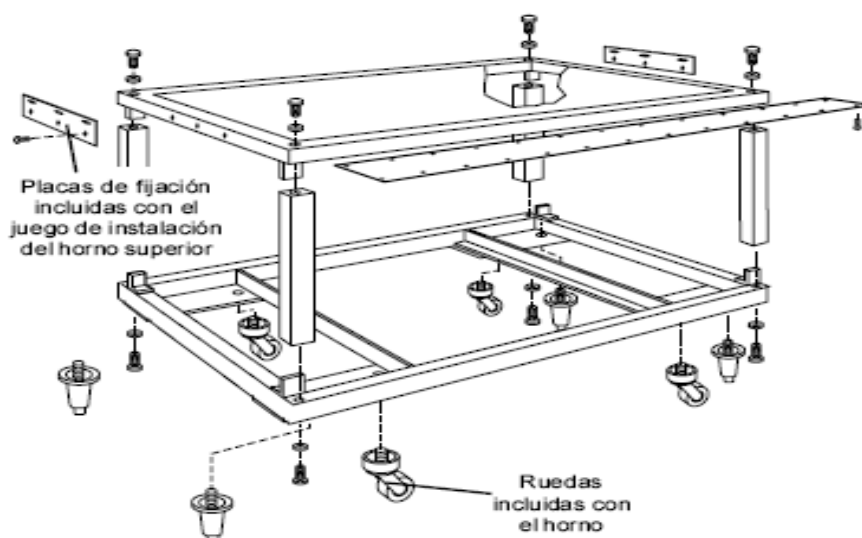
### B. Bases

Si la instalación incluye hornos a ser instalados sobre bases:

- Retire las ruedas (pres instalados en cada cavidad del horno) e instálelas en las bases, como se indica en la figura.
- Ensamble los hornos en las bases. En la figura se muestra un diagrama ilustrativo de la base.

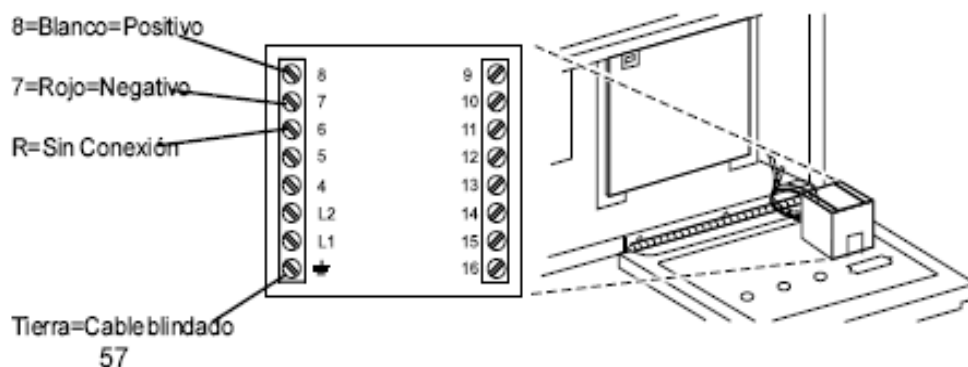
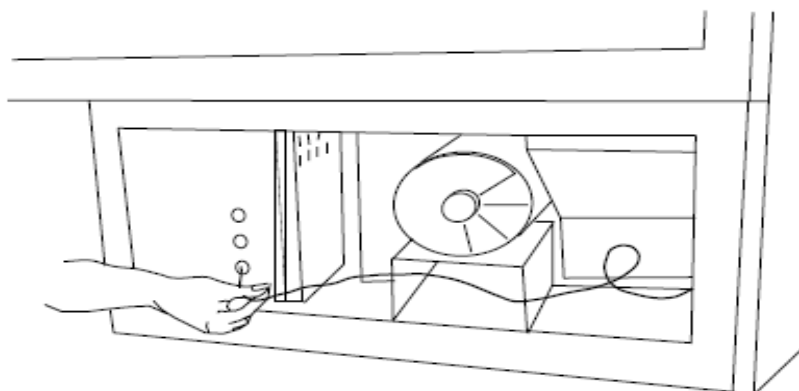
### C. Canal(es) de Humo

Para los hornos a gas, coloque un canal de humo en la pared posterior de cada cavidad de horno. Use un tornillo #10-16 x 3/8" y dos #10-32 x 3/4" para cada canal de humo. Estos tornillos se proporcionan con el Juego de Instalación.

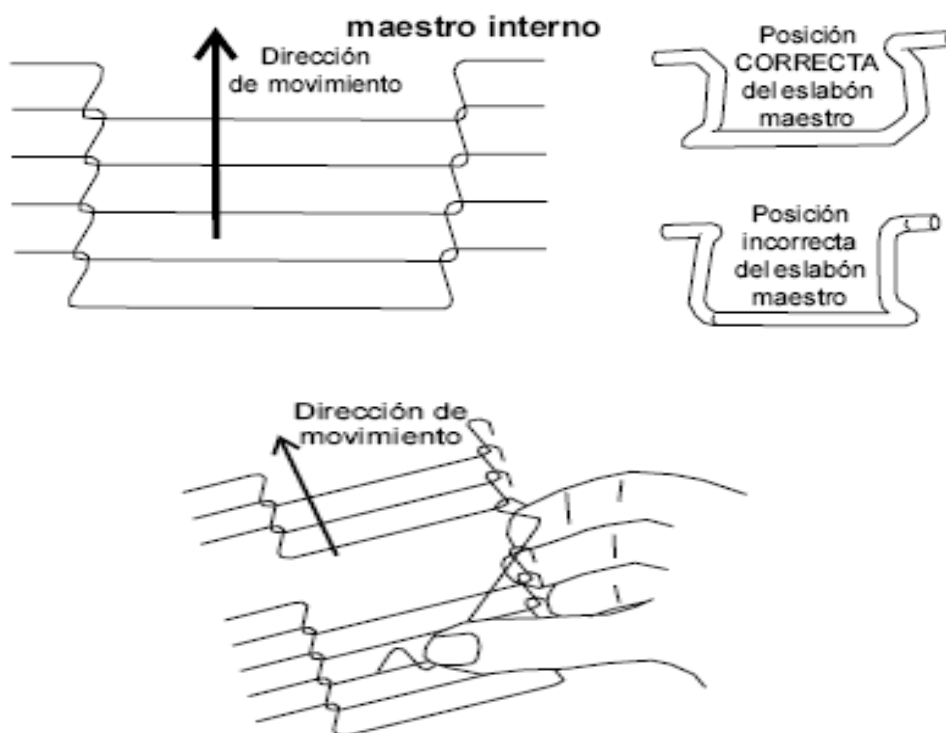


## INSTALACIÓN DEL TERMOPOLAR

1. Instale un bulbo sensor del termopar en cada uno de los dos agujeros del panel posterior del horno, como se indica en la figura A1.3. Ajuste cada termopar en su lugar usando uno de los tornillos #10-32 x 3/8" suministrados con el Juego de Instalación.
2. Pase AMBOS juegos de hilos de termopar a través del anillo protector y hacia el compartimiento de mecanismos.
3. Retire el panel derecho de acceso al compartimiento de mecanismos.
4. Pase los hilos del termopar a través del lado del compartimiento de mecanismos como se indica en la figura, y hacia la caja eléctrica (en la parte delantera derecha del compartimiento de mecanismos).
5. Conecte AMBOS juegos de alambres del termopar al controlador de temperatura como se indica en la figura. Observe que ahora los dos termopares están ajustados juntos en el controlador de temperatura.
6. Vuelva a colocar el panel derecho del compartimiento de mecanismos.
7. Repita los pasos 1-6 para cualquier otra cavidad del horno en la instalación.

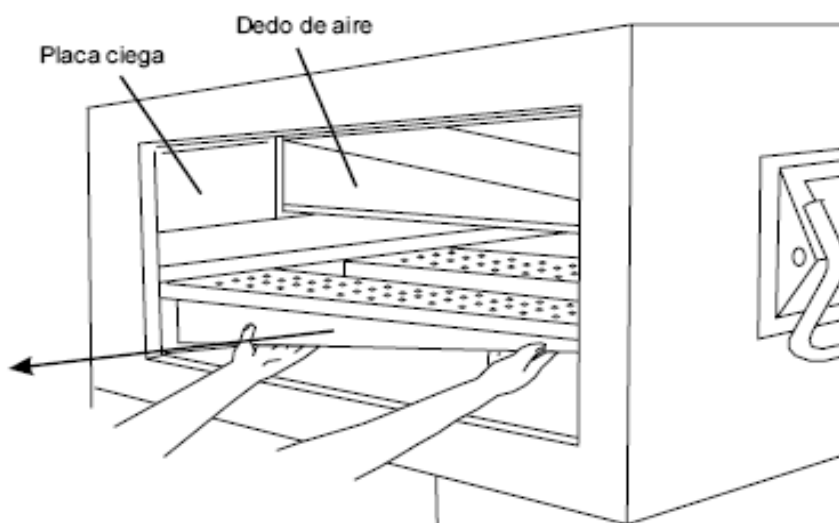


## ORIENTACIÓN DEL ESLABÓN



## REMOCIÓN DE LOS DEDOS DE AIRE

- A. Verifique que el horno esté frío y que la energía esté desconectada
- B. Retire el protector del motor de impulsión y las cubiertas de la extensión del transportador del horno. Desconecte la cadena de impulsión de la rueda dentada ubicada en el eje impulsor del transportador.
- C. Deslice el transportador fuera del horno.
- D. Retire las compuertas del extremo del horno. Las compuertas de extremo se muestran en la figura, partes y componentes del horno.
- E. Deslice los dedos de aire y las placas ciegas fuera del horno, tal como se muestra en la Figura. AL IR RETIRANDO CADA DEDO MÁRQUELOS CON UN CÓDIGO DE UBICACIÓN, para asegurarse de que puede reinstalarlos correctamente, tal como se muestra en la figura A.32
- F. Desensamble los dedos de aire en la forma indicada en la Figura
- G. AL DESENSAMBLAR CADA DEDO, MARQUE EL .CÓDIGO DE UBICACIÓN. EN CADA UNA DE SUS TRES PIZAS. Esto le ayudará a reensamblar los dedos de aire correctamente.



# PS840G YRI BS FB PHD UK-PHQ



*Left-to-Right configuration is shown.*

For Right-to-Left Conveyors - no change in finger configurations  
Avg Control T/CS: Bottom Entrance and Exit

## BAKE TIME & TEMP SETTINGS BY PRODUCT

Brand Std: 7:00min 405°F(207°C) 53Hz(2100RPM)

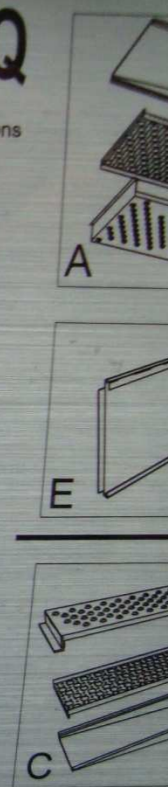
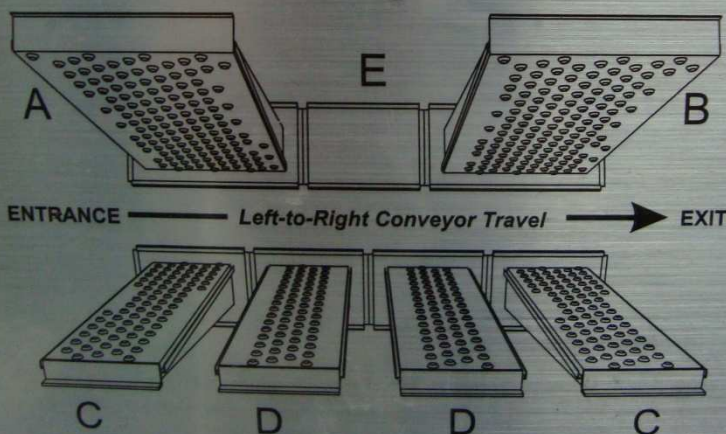
Fast Bake: 5:30min 445°F(229°C) 55Hz(2160RPM)

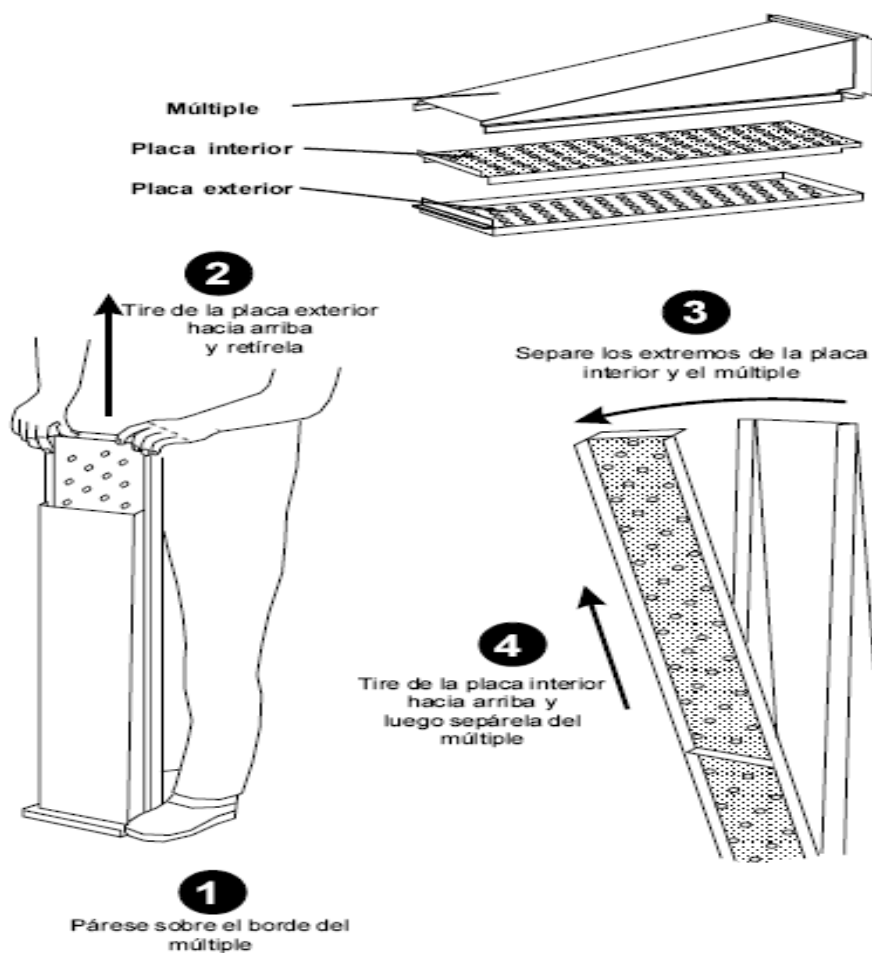
PHD: 4:00min 420°F(215°C) 53Hz(2100RPM)

PHD: 2:00min 555°F(290°C) 53Hz(2100RPM)

PHUK-PHQ: 4:00min 230°C@55Hz

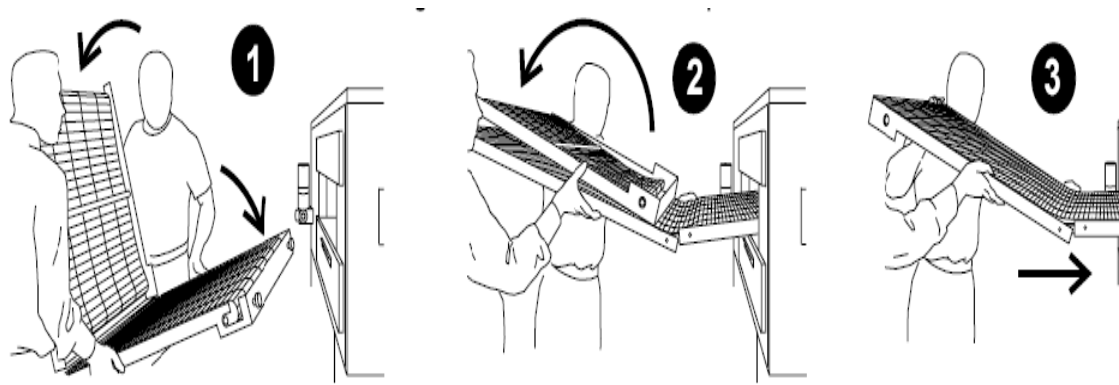
PHUK-PHQ: 2:00min 294°C@55Hz





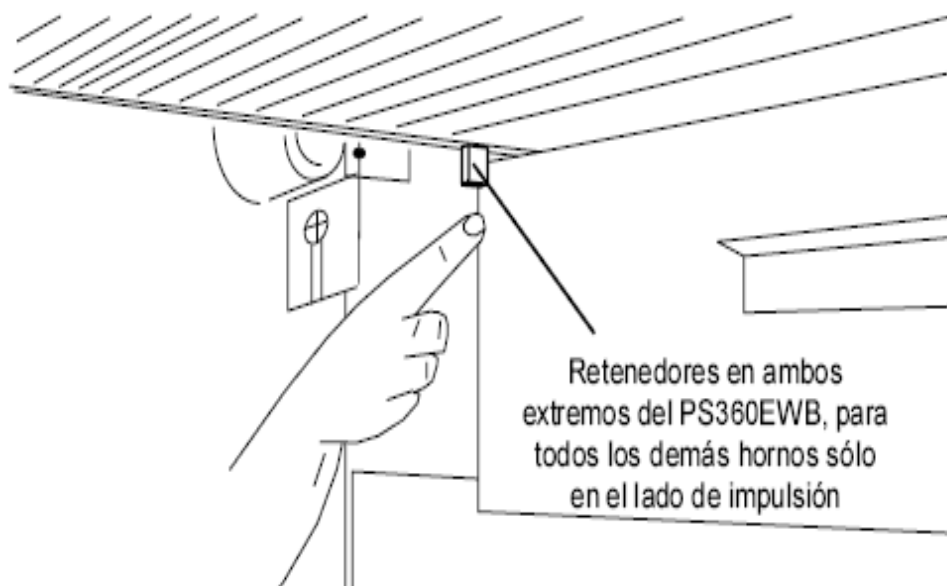
## INSTALACIÓN DEL TRANSPORTADOR

1. Levante el transportador y colóquelo en el horno como se indica en la Figura

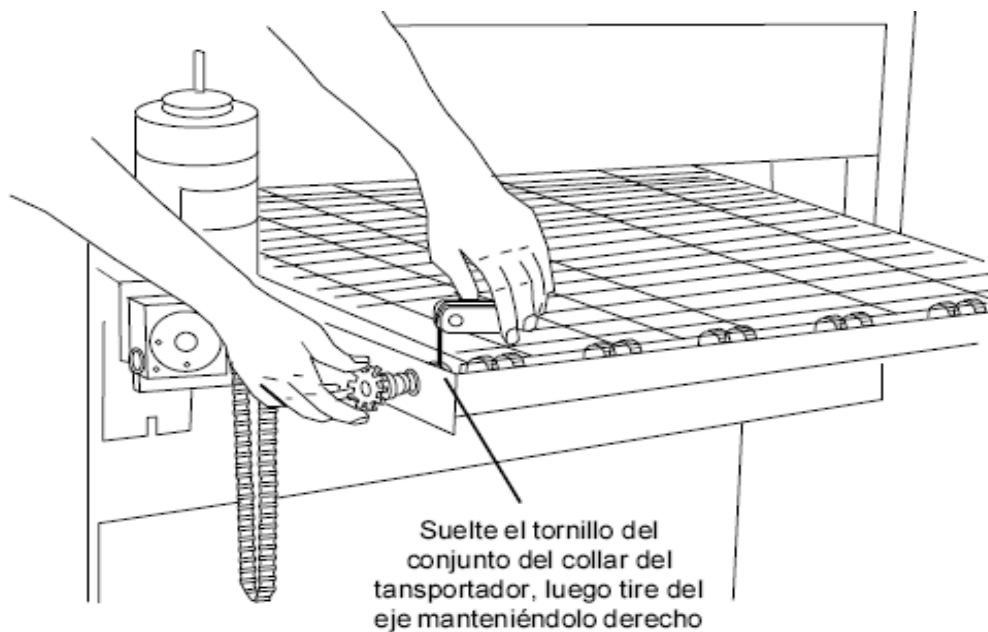




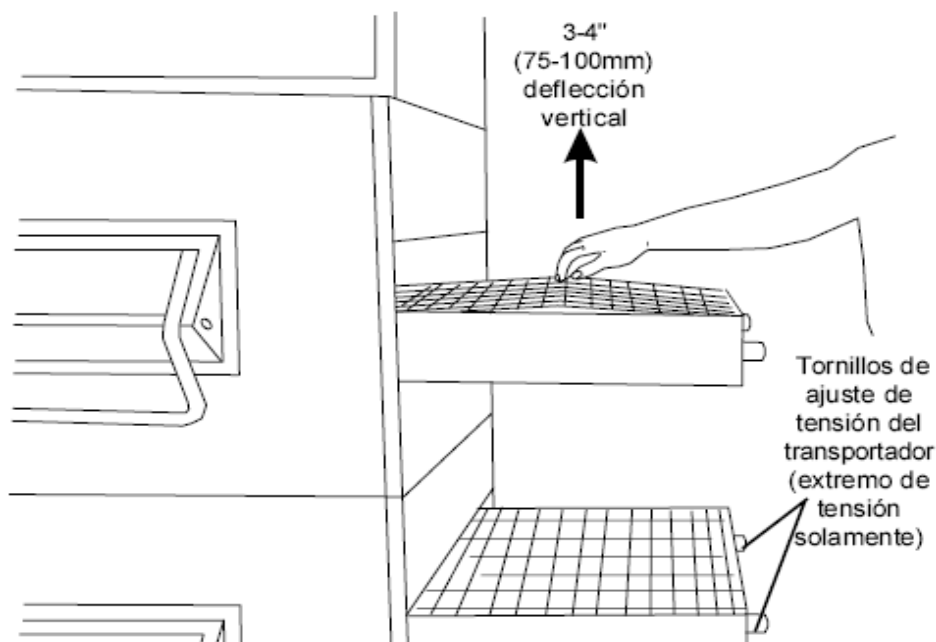
2. Continúe moviendo el transportador en el horno, hasta que el bastidor sobresalga de igual manera de cada extremo del horno (aproximadamente 18"/457mm).
3. Observe si los retenedores ubicados en la parte inferior del bastidor del transportador descansan firmemente contra la compuerta del extremo inferior, como se ve en la Figura.



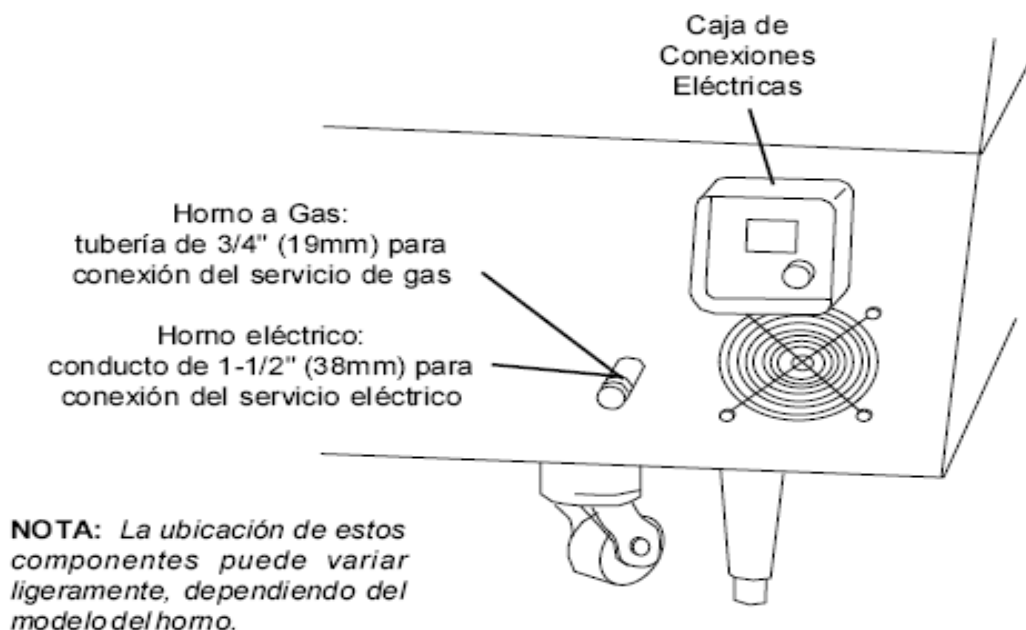
4. Cuando el transportador esté en posición correcta, observe si la banda de transporte se mueve libremente, tirando de ella unos 2 a 3 pies (60 a 90 cm) con sus dedos. El transportador se debe mover libremente.
5. Si se retiró el engranaje de impulsión al instalar el transportador, reemplácelo en este punto.
6. Instale la cadena de impulsión entre la rueda dentada motriz del transportador y la rueda dentada del motor. Para instalar la cadena será necesario levantar ligeramente el extremo de impulsión de transportador. El motor de impulsión y su rueda dentada se muestran en la Figura



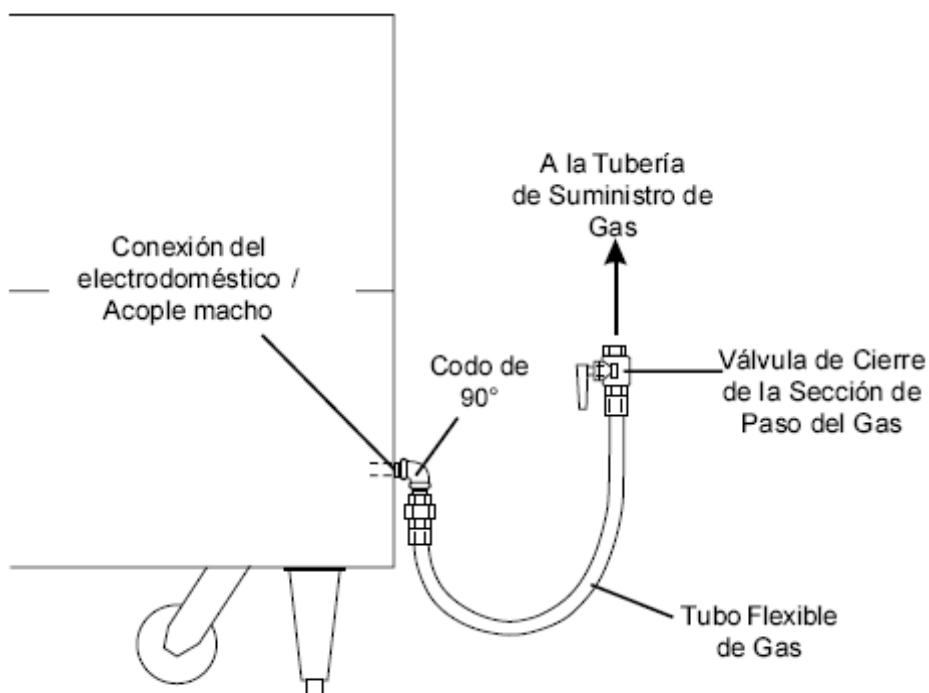
7. Instale la cubierta del motor de impulsión del transportador y ajuste su tornillo de suspensión (en la pared posterior del horno).
8. Verifique la tensión de la banda de transporte como se indica en la Figura. La banda se debe levantar entre 3 y 4" (75-100mm). **NO AJUSTE DEMASIADO LA BANDA DE TRANSPORTE.**



## CONEXIONES DE SERVICIOS

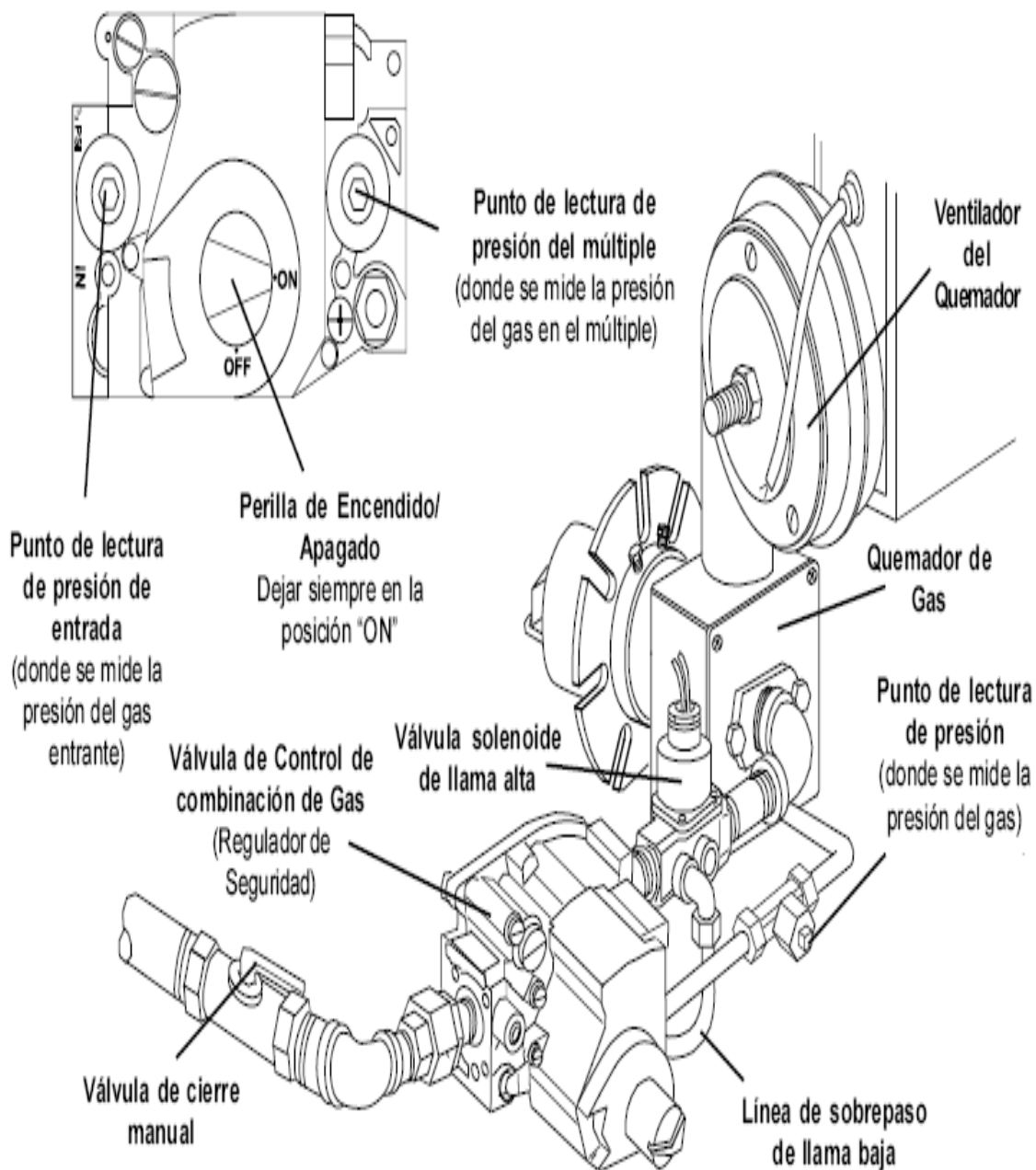


El diagrama de conexiones para servicio de gas es:



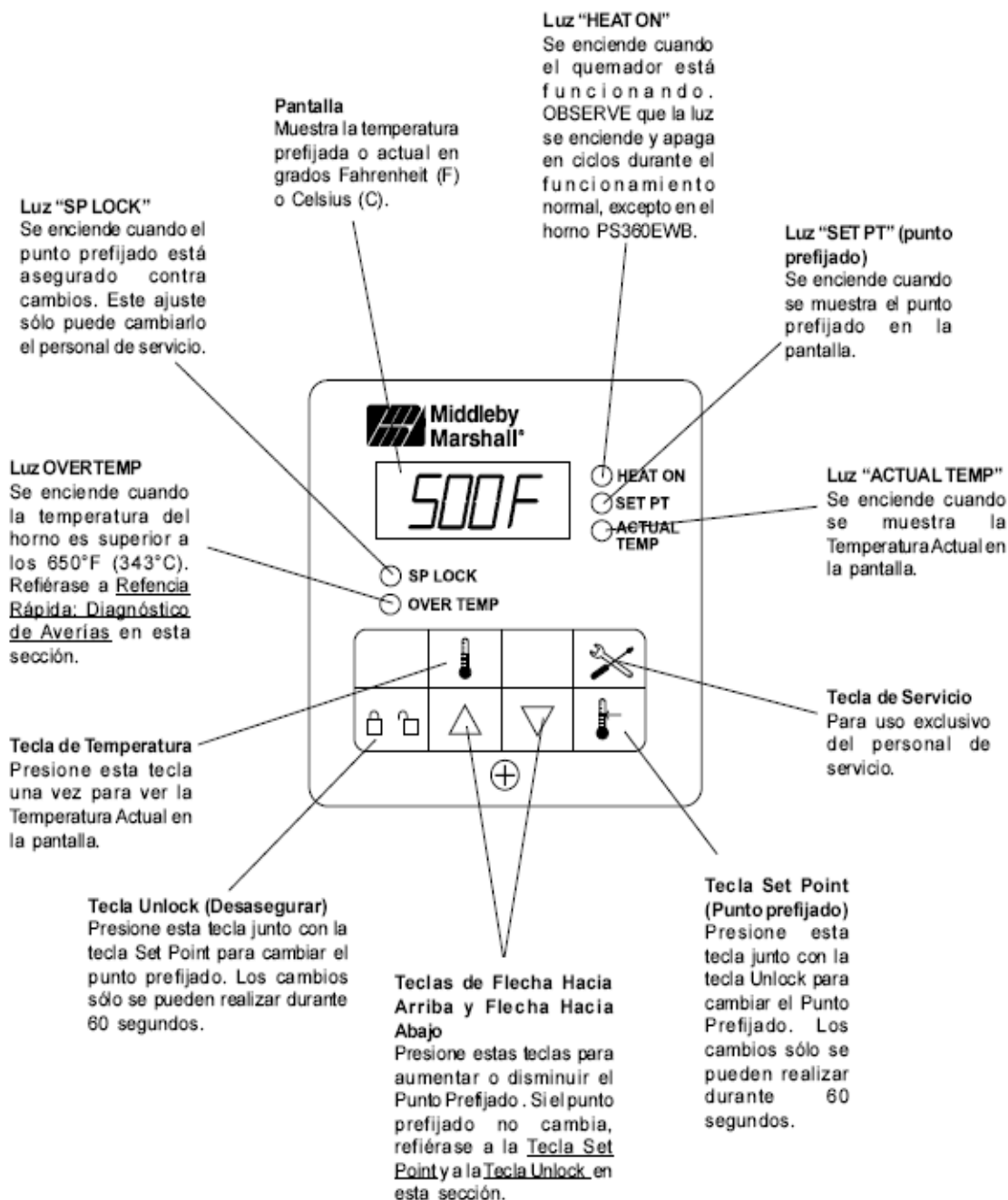
Una de las partes principales del sistema del horno es el conjunto de quemador y

se lo puede ver en la siguiente figura:



En el panel de control encontramos un elemento importante que es el controlador

de temperatura y lo detallamos en el siguiente gráfico:



## **ANEXO 2**

### **FORMATO DE RECOPIACIÓN DE DATOS**

**Formato de recopilación de datos para bitácora**

Maquina	Fecha	Hora ingreso	Hora salida	Falla	Diagnostico	Actividad	Trabajo Realizado	Repuestos Utilizados
<b>Observaciones y recomendaciones:</b>								

Realizado por:

Recibido por:

## **ANEXO 3**

### **MÉTODO ISHIKAWA**

#### **CAUSAS QUE AFECTAN EL DESARROLLO DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO**



## CAUSAS QUE AFECTAN EL DESARROLLO DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO

ITEM	MATERIALES		
		CAUSAS	CONTADOR
1	Repuestos de mala calidad	Repuestos	5

ITEM	MÁQUINA		
		CAUSAS	CONTADOR
1	No hay herramientas necesarias para trabajar	Falta de herramientas	4
2	Maquinarias viejas y usadas	Obsolescencia	3

ITEM	MANO DE OBRA		
		CAUSAS	CONTADOR
1	No hay capacitación técnica de la maquina existente	Capacitación	6
2	Falta de personal para realizar las tareas	Insuficiencia	4
3	Concentración mermada por la perseverancia en reparar la máquina	Concentración	3

ITEM	MÉTODO		
		CAUSAS	CONTADOR
1	No hay dinero para comprar repuestos	Presupuesto	3
2	No existe coordinación en la empresa, no dejan realizar las tareas de mantenimiento pero exigen mantenimiento	Coordinación	2
3	Falta de equipos de protección para realizar los trabajos	Seguridad industrial	4
4	Los tiempos son muy cortos para realizar el mantenimiento	Programación	4

## **ANEXO 4**

### **SECUENCIA GRÁFICA DEL ANÁLISIS AMFE**

## SECUENCIA GRÁFICA DEL ANÁLISIS AMFE

