

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**



**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y RED DE  
AIRE COMPRIMIDO DE LA EMPRESA NUECES INDUSTRIALES  
SOCIEDAD ANÓNIMA**

**Informe de práctica de Especialidad para optar por el grado de  
Licenciado en Ingeniería en Mantenimiento Industrial**

**Estudiante:**

**Gerardo Delgado Porras**

**9913252**

**I Semestre – 2004**

**CARTAGO**

# INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

**Profesor Asesor:**

**Ing. Luis Gómez**

**Asesor Industrial:**

**Ing. Frederick Madrigal**

**Miembros del Tribunal Evaluador:**

## DEDICATORIA

A mis padres, Gerardo y Julia, por su apoyo incondicional, por enseñarme el valor de la vida y por el esfuerzo que han realizado, para ver un sueño hecho realidad. A ellos, de todo corazón, ¡Muchas Gracias!

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer a todas las personas que de una u otra forma colaboraron en la realización de mi Proyecto de Graduación. Un agradecimiento al asesor industrial, Ing. Frederick Madrigal, en primer lugar, por haberme permitido realizar la práctica en Nueces Industriales y en segundo lugar por el apoyo logístico brindado durante este período. Finalmente un agradecimiento también, a todo el personal del Área de Mantenimiento, al señor Héctor Arias, al señor Ramón Padilla, al señor Luis Noguera, al señor Randall Quirós, a la señorita Erica Amador, y a todo el personal de planta y bodegas, por su amistad y colaboración durante el período de práctica.

A todos, muchas gracias.

**TABLA DE CONTENIDOS**

**RESUMEN .....9**

**CAPÍTULO 1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA .....10**

1.1. Generalidades .....10

1.1.1. Reseña histórica de Nueces Industriales S.A. ....10

1.1.2. Misión de Nueces Industriales. ....10

1.1.3. Política de Calidad.....10

1.1.4. Visión histórica de Nueces Industriales. ....11

1.1.5. Generalidades operativas y de proceso. ....11

1.1.6. Organización de la Empresa. ....13

**CAPÍTULO 2. PROYECTO ADMINISTRATIVO.....14**

2.1. OBJETIVOS.....14

2.1.1. OBJETIVO GENERAL:.....14

2.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....14

2.2. Metodología utilizada .....15

2.3. Marco Teórico.....16

2.3.1. Concepto de Mantenimiento Industrial .....16

2.3.2. Funciones del Departamento de Mantenimiento .....17

2.3.3. Organización del Mantenimiento. ....17

2.3.4. Tipos de Mantenimiento. ....18

Mantenimiento Correctivo (MC).....18

Mantenimiento Preventivo (MP). ....18

Mantenimiento Predictivo (MD). ....19

2.3.5. Programa de Mantenimiento Preventivo.....19

2.4. Definición del Problema. ....20

2.5. Pasos para la elaboración del PMP.....21

2.5.1. Selección de los equipos que formarán parte del PMP. ....21

2.5.2. Valoración del grado de deterioro de las máquinas.....22

2.5.3. Estudio técnico de las máquinas. ....23

2.5.4. Formación del archivo técnico de las máquinas. ....23

2.5.5. Manual de Códigos de las Máquinas, Partes y Sub-partes. ....25

2.5.5.1 Codificación de las máquinas. ....25

2.5.6. Parámetros de Funcionamiento Global de las Máquinas. ....26

2.5.7. Elaboración de los manuales de Mantenimiento Preventivo. ....27

2.5.8. Repuestos requeridos para cada inspección.....30

2.5.9. Disponibilidad para Mantenimiento Preventivo (DMP).....31

2.5.10. Programación de las inspecciones.....33

2.5.11. Organización de la Ejecución del PMP. ....34

2.5.11.1. Procedimiento general para la ejecución del PMP. ....34

2.5.11.2. Documentos requeridos para la realización del PMP .....36

## INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

2.5.12.	Definición de la Estrategia de Motivación. ....	38
2.5.12.1	Estrategia de motivación para la Alta Gerencia: .....	38
2.5.12.2	Estrategia de motivación para el Departamento de Producción. ....	39
2.5.12.3	Estrategia de motivación para los técnicos de mantenimiento. ....	40
2.5.13.	Definición de la Metodología de Evaluación del PMP. ....	40
2.5.14.	Definición de la Metodología de Actualización del PMP. ....	41
2.5.15.	Cálculo de los Costos del PMP. ....	43
2.6.	Implementación de un sistema Computarizado de Mantenimiento.....	44
2.6.1.	Descripción del proyecto CMMS.....	45
2.6.2.	Convocatoria del equipo de planeamiento.....	47
2.6.3.	Estructuración de trabajo del proyecto CMMS .....	48
2.6.4.	Estimación de la duración de labores y costos .....	50
2.6.5.	Cronograma del proyecto .....	50
2.6.6.	Iniciación del proyecto .....	51
2.6.7.	Control del progreso e identificación de problemas .....	51
2.6.8.	Transición al uso.....	52
2.6.9.	Criterios para seleccionar y evaluar un software de mantenimiento.....	52
2.6.10.	Metodología de selección de ofertas.....	56
2.6.11.	Descripción de la metodología .....	57
2.6.12.	Bases de funcionamiento .....	57
2.6.13.	Definición de grupos funcionales y de criterios unitarios.....	59
2.6.14.	Valoración de la empresa oferente .....	59
2.6.15.	Valoración técnica de la oferta .....	60
2.6.16.	Adaptación de la oferta a lo solicitado.....	60
2.6.17.	Seguridad de funcionamiento y control de calidad.....	60
2.6.18.	CARACTERISTICAS DE ALGUNOS SOFTWARE.....	61
2.6.18.1	Promat.....	61
2.6.18.2	Tricom.....	65
2.6.18.3	Main Tracker.....	67
2.6.18.4	MS2000 (Versión 1.10) .....	69
2.7.	Muestra de Cálculos. ....	72
2.7.1.	Cálculo del DPM. ....	72
2.7.2.	Cálculo de los costos del PMP. ....	72
2.8.	Conclusiones. ....	74
2.9.	Recomendaciones. ....	75
<b>CAPÍTULO 3.</b>	<b>PROYECTO DE INGENIERÍA.....</b>	<b>77</b>
3.1.	OBJETIVOS.....	77
3.1.1.	OBJETIVO GENERAL:.....	77
3.1.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	77
3.2.	Metodología utilizada .....	78
3.3.	Marco Teórico.....	78
3.3.1.	Introducción. ....	78
3.3.2.	Sala de compresores:.....	80
3.3.3.	Aire atmosférico:.....	81

## INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

3.3.4.	Aire comprimido:.....	82
3.3.5.	Secado del aire comprimido: .....	82
3.3.6.	Secadores: .....	84
3.3.7.	Tuberías: .....	85
3.3.8.	Instalación de las tuberías: .....	86
3.3.9.	Pérdidas de Presión: .....	86
3.3.10.	Pérdidas por fugas: .....	90
3.3.11.	Presión de trabajo: .....	90
3.3.12.	Futuras ampliaciones: .....	90
3.3.13.	Caudales: .....	91
3.3.14.	Otros aspectos a conocer: .....	91
3.4.	ESTUDIO DE LA RED ACTUAL DE AIRE COMPRIMIDO.....	93
3.4.1.	Factor de Ampliación Real:.....	94
3.4.2.	Determinación del caudal de cada tramo: .....	94
3.4.3.	Cálculo de las tuberías: .....	96
3.4.4.	RESULTADOS DEL ESTUDIO.....	102
3.5.	Cálculos para el Diseño de la red de Aire Comprimido.....	103
3.5.1.	Disposición de las redes de aire comprimido: .....	103
3.5.2.	Consumo de aire por equipo:.....	103
3.5.3.	Presión Absoluta:.....	104
3.5.4.	Selección del compresor: .....	105
3.5.5.	Nuevo Factor de Ampliación:.....	105
3.5.6.	Determinación del caudal de cada tramo: .....	105
3.5.7.	Cálculo de las tuberías: .....	108
3.5.8.	Cálculo de los Bajantes. ....	115
3.5.9.	RESUMEN DEL CÁLCULO.....	125
3.5.10.	INVERSION PARA EL SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO.....	126
3.6.	CONCLUSIONES.....	130
3.7.	RECOMENDACIONES.....	131

## **BIBLIOGRAFÍA.....133**

APÉNDICE 1.	ORGANIGRAMA.....	134
APÉNDICE 2.	FLUJOGRAMA DE INSPECCIONES .....	135
APÉNDICE 3.	MANUAL DE CÓDIGOS .....	136
APÉNDICE 4.	MANUALES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	144
APÉNDICE 5.	LISTADO DE REPUESTOS.....	173
APÉNDICE 6.	DIAGRAMAS DE GANTT .....	175
APÉNDICE 7.	ORDEN DE TRABAJO .....	199
APÉNDICE 8.	HOJA DE INSPECCIÓN .....	200
APÉNDICE 9.	FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS .....	201
APÉNDICE 10.	COSTOS DEL PMP .....	214
APÉNDICE 11.	ÍNDICE DE RESISTIVIDAD PARA CAUDALES DE AIRE.....	224
APÉNDICE 12.	DIÁMETROS DE LA TUBERÍA DE COBRE .....	225
APÉNDICE 13.	DATOS DE LOS COMPRESORES ABAC .....	226

APÉNDICE 14. CONFIGURACIÓN RECOMENDADA PARA CONECTAR LOS COMPRESORES.....	227
APÉNDICE 15. ESPECIFICACIONES DE LOS SECADORES DRYSTAR .....	228
APÉNDICE 16. ESPECIFICACIONES DE LOS FILTROS DE AIRE COMPRIMIDO .....	229
APÉNDICE 17. ESPECIFICACIONES DE LAS TUBERÍAS SIMPLAIR SL .....	230
APÉNDICE 18. RED DE AIRE PROPUESTA.....	231
APÉNDICE 19. RED DE AIRE ACTUAL.....	232
APÉNDICE 20. DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA.....	233
APÉNDICE 21. HORNO PROCTOR & SCHWARTZ.....	234
APÉNDICE 22. EMPACADORA POST PACK.....	235
APÉNDICE 23. FREIDORA CONTINUA GS-700.....	236
APÉNDICE 24. SELECTORAS XELTRON.....	237

## RESUMEN

Este informe consiste en la recopilación de los estudios, diseños y recomendaciones desarrolladas por el estudiante en la empresa Nueces Industriales Sociedad Anónima (en adelante denominada Nueces Industriales), la cual está dedicada al procesamiento de productos para el consumo humano, tales como maní, café, nueces, almendras, etc. Los proyectos desarrollados constan de la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para máquinas claves en el procesado de los productos, a saber: un horno asador de nueces, una freidora continua de maní, una máquina selectora de grano y una máquina envasadora; por otro lado, en la rama ingenieril, se desarrolló un estudio de la red actual y un rediseño de la red de aire comprimido para el área de proceso.

En el primer capítulo se reseña una descripción general de la empresa, indicando la organización, actividades e historia; además se describe la situación actual del Departamento de Mantenimiento y su organización dentro de la empresa.

En el segundo capítulo se describen los pasos seguidos para la implantación del Programa de Mantenimiento Preventivo y la justificación de la implantación de este programa.

En el tercer capítulo se indica el procedimiento y una muestra de cálculos de cómo se realizó el diseño de la red de aire comprimido de la empresa, así como las sugerencias técnicas necesarias para el correcto diseño del cuarto de compresores.

**Palabras Claves:** Mantenimiento Preventivo, Aire Comprimido.

## **CAPÍTULO 1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

### **1.1. Generalidades**

#### **1.1.1. Reseña histórica de Nueces Industriales S.A.**

La empresa Nueces Industriales es una industria de capital nacional y familiar; la empresa fue fundada en el año 1977 por José Humberto Brenes, bajo el nombre de Industrias El Único S.A., posteriormente en el año 1996 cambió el nombre a Nueces Industriales S.A. Desde entonces se ha dedicado al procesamiento y venta de diversos productos, dentro de los cuales se pueden mencionar el café, el maní (simple, con cáscara, salado, condimentado, garapiñado, etc.), nueces, pistachos, almendras, etc; además de procesar y empacar productos de varias marcas, como el café “PriceSmart”, y ser dueños de otras marcas, como por ejemplo “Maní La Guaria”.

#### **1.1.2. Misión de Nueces Industriales.**

“Nueces industriales S.A., somos un grupo de colaboradores gustosos de aplicar las buenas practicas de higiene y de manufactura fundamentales en la elaboración de productos nutritivos de confiable calidad y sanidad. Nuestro objetivo es ser una empresa seria, prestigiosa y líder en le campo del procesamiento de semillas, y sobretodo capaz de satisfacer las necesidades y expectativas de nuestros clientes”

#### **1.1.3. Política de Calidad**

“Nueces Industriales S.A., empresa dedicada al procesamiento y comercialización de maní y otras semillas, se compromete a ofrecer y garantizar a sus clientes productos acordes con nuestra filosofía de calidad e inocuidad.

Cada una de las personas que laboran en Nueces Industriales S.A. son responsables de velar por el cumplimiento de las normas y procedimientos establecidos para fabricar alimentos seguros y de calidad, de tal forma que se satisfagan las necesidades y expectativas de nuestros clientes.

El trabajo y esfuerzo conjunto de todo el personal de Nueces Industriales S.A. desembocará en un mejoramiento continuo basado en la prevención y evaluación de los aspectos de calidad e inocuidad en búsqueda de la excelencia de nuestros procesos.”

#### **1.1.4. Visión histórica de Nueces Industriales.**

“Nueces Industriales S.A., será una empresa consolidada, reconocida y preferida por sus clientes gracias a los altos estándares de calidad y seguridad de sus procesos y la actitud esforzada y positiva de sus colaboradores. La empresa espera en un corto plazo la modernización de sus instalaciones, la diversificación de sus productos y la excelencia en sus prácticas de higiene y manufactura. Todos estos factores conllevan a una expansión en el mercado nacional e internacional, y sobretodo al bienestar y satisfacción del personal de Nueces Industriales S.A. y sus clientes”

#### **1.1.5. Generalidades operativas y de proceso.**

Nueces Industriales procesa una amplia variedad de productos, como nueces, almendra, marañón, maní, pistacho, etc.; para obtener el producto terminado se sigue el siguiente proceso: La materia prima es almacenada en una bodega destinada a este fin, desde la cual, el producto que ha de ser tostado se lleva a una tolva que alimenta el horno mediante una banda transportadora; una vez que el producto ingresa en el horno, es sometido a corrientes de aire caliente que alcanzan temperaturas de 170° C, lo cual produce la acción de tostado, es necesario acotar

que las temperaturas, amplitudes y velocidad de avance varían según las necesidades del producto.

Luego de ser tostado, el producto puede ser empacado en sacos, bolsas o recipientes cilíndricos; o puede pasar al siguiente proceso. En la siguiente etapa se encuentra una peladora, cuya función es retirar la cutícula (cascarilla roja) del maní, esto se logra al hacer girar para ese fin un par de rodillos de goma a diferentes velocidades, simulando el movimiento que se realiza con la mano.

Después de ser pelado, el maní puede pasar a la picadora, o puede pasar a la selectora, la selectora clasifica el maní según su tostado, valiéndose de un analizador óptico; por el otro lado, la picadora permite obtener diversos tamaños de maní, logrando el corte de precisión mediante el uso de un rodillo con una serie de cuchillas.

Algunos productos requieren de procesos especiales, tal es el caso del freído; en la freidora, el aceite caliente produce la cocción del producto, el cual luego es enfriado para agregarle diversos aditivos, como la sal y otros condimentos. En el proceso de garapiñado, el maní es calentado junto con el azúcar y el colorante mediante un quemador de gas, con lo que se funden el azúcar y el colorante y se adhieren al maní, dándole el aspecto que lo caracteriza.

El proceso de empaque puede ser manual o mecánico; el proceso mecánico incluye una empacadora, que produce paquetes que varían en tamaño y capacidad; por otro lado el empaque manual permite realizar bultos que serían muy grandes para la empacadora, como por ejemplo, los empaques de 1 y 2 kilogramos.

**1.1.6. Organización de la Empresa.**

La empresa está dirigida por una junta directiva, cuenta además con un asesor económico y un gerente general, por debajo de éste y a un mismo nivel jerárquico entre sí están los diversos gerentes, a saber: Gerente de Marca, Gerente Administrativo, Gerente de Ventas, Gerente de Producción, Gerente de Calidad, Gerente de Mantenimiento y Gerente de Operaciones. La organización puede verse en detalle en el organigrama del apéndice 1.

## **CAPÍTULO 2. PROYECTO ADMINISTRATIVO**

### **2.1. OBJETIVOS**

#### **2.1.1. OBJETIVO GENERAL:**

El objetivo principal de este proyecto es desarrollar un plan de mantenimiento preventivo, centrado en las máquinas más importantes del proceso productivo de la empresa Nueces Industriales.

#### **2.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Realizar un registro de cada uno de los equipos incluidos dentro del plan de mantenimiento preventivo, donde se muestren los datos técnicos de cada uno.
- Determinar las partes de las máquinas, a las cuales se les aplicará el mantenimiento preventivo, así como las inspecciones, duración, frecuencia y operarios requeridos para la realización de las mismas.
- Implementar un sistema de codificación de máquinas y equipos, que permita identificar correctamente las partes a ser inspeccionadas.
- Determinar el costo por inspección, por máquina y por concepto de repuestos del plan de mantenimiento preventivo.

## **2.2. Metodología utilizada**

En la realización del Programa de Mantenimiento Preventivo se siguió una serie de pasos que permitieron cumplir y pasar por las etapas que requiere este tipo de planes; sabiendo que no existen historiales de fallas de ninguno de los equipos, cada etapa se desarrolló en base a un criterio técnico, fundamentado en la información suministrada por los fabricantes de los equipos, manuales de las máquinas y los técnicos y operarios de la planta; así como de diferente bibliografía relacionada con el tema.

La metodología utilizada se puede resumir en las siguientes partes: recolección de información al pie de las máquinas, información suministrada por los operarios, técnicos y jefes de sección y la recopilación bibliográfica en libros y manuales de los fabricantes.

### 2.3. Marco Teórico

#### 2.3.1. Concepto de Mantenimiento Industrial

Día a día la tecnología evoluciona y, con ésta, lo hacen los equipos y máquinas que se necesitan en las industrias actuales, para brindar productos competitivos y de alta calidad, así mismo, la tarea de mantenimiento debe evolucionar de la mano con la tecnología, para poder satisfacer las necesidades de la producción. Por esto, el concepto de mantenimiento ha evolucionado a través de los años, partiendo de la percepción que se tenía de reparar una máquina cuando ésta se dañe hasta las ideas más modernas que se tienen hoy en día del mantenimiento. Según las ideas modernas el mantenimiento es: “aquella función empresarial a la que se le encomienda el control constante de las instalaciones, así como el conjunto de trabajos de revisión y reparación que son necesarios para garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de las instalaciones productivas, servicios e instrumentos de los establecimientos”<sup>1</sup>. Según esta definición, el mantenimiento debe realizar controles constantes, orientados a la maximización de la vida útil de los equipos, máquinas e instalaciones productivas, lo que implica algo más que “reparar cuando se dañe”. También se puede agregar que el mantenimiento permite que los costos y la ejecución de los procesos productivos sean optimizados, al reducir los tiempos de paro, y brindar un ambiente más confiable para la producción.

---

<sup>1</sup> Bravo, R. y Barrantes A. **Administración del Mantenimiento Industrial**. 1992

### **2.3.2. Funciones del Departamento de Mantenimiento**

El objetivo del Departamento de Mantenimiento es lograr que las máquinas funcionen eficientemente, bajo condiciones seguras, que alcancen su vida útil estimada; al mismo tiempo debe ser capaz de optimizar los costos, y organizar las funciones y responsabilidades de los miembros del departamento. Algunas funciones del departamento son:

- Mantenimiento de los equipos y edificios.
- Rediseño y modificación del equipo e instalaciones existentes.
- Estudio y recomendación en la compra de equipos nuevos.
- Administración y mantenimiento de materiales, repuestos y herramientas necesarias para su operación.
- Mantenimiento de zonas verdes y otras áreas de la planta de producción.

### **2.3.3. Organización del Mantenimiento.**

El tipo de organización del Departamento de Mantenimiento, varía dependiendo de aspectos tales como el tamaño de la planta, el número de técnicos disponibles, el nivel alcanzado por el departamento, el tipo de cultura organizacional, entre otros; cualquiera de estos tipos de organización debe permitir que se cumplan con las funciones del departamento de la manera más eficiente posible; los tipos de organización que más se aplican son: el mantenimiento centralizado, el mantenimiento por áreas y el tipo mixto. En el caso de Nueces Industriales, el mantenimiento actual se puede llamar centralizado, ya que todo el equipo de mantenimiento, se encuentra agrupado en un solo lugar desde el cual se coordinan todas las actividades relacionadas con el mantenimiento de la empresa.

#### **2.3.4. Tipos de Mantenimiento.**

##### Mantenimiento Correctivo (MC).

Es aquel conjunto de acciones enfocadas en la localización de una falla en una máquina que ha dejado de operar durante el periodo de producción, con el fin de corregirla lo más pronto posible, para así poner al equipo en operación nuevamente. Las fallas de este tipo se deben más que todo a un desgaste o desajuste a causa del trabajo diario, la mayoría de las fallas ocurren de forma imprevista; por lo que el equipo de mantenimiento debe hallar soluciones temporales, que le permitan a la máquina trabajar de una manera aceptable. Bajo este tipo de mantenimiento se requiere de personal que conozca en profundidad los aspectos técnicos de las máquinas, y, además, debe ser capaz de trabajar bajo presión y no realizar reparaciones sin conocer realmente la fuente de la falla.

##### Mantenimiento Preventivo (MP).

Este tipo de mantenimiento es una filosofía que se basa en la ejecución de inspecciones regulares programadas, las cuales se le realizan a las máquinas con el fin de detectar daños o desgastes que puedan llegar a provocar una falla imprevista del equipo durante los periodos de producción. A diferencia del mantenimiento correctivo, el mantenimiento preventivo trata de evitar que la máquina falle por medio del cambio de las piezas antes de que éstas se dañen o controlando el desgaste de las mismas.

### Mantenimiento Predictivo (MD).

Es una de las técnicas más recientes en el área del mantenimiento, este tipo de mantenimiento se fundamenta en el “diagnóstico según la condición real de operación del equipo”; el concepto consiste en determinar la necesidad del cambio de piezas en una máquina según los parámetros de funcionamiento, los cuales se miden y se comparan con estándares previamente establecidos; una de las ventajas de este tipo de mantenimiento es que no se requiere del desarme del equipo para realizar el análisis del desgaste o deterioro del mismo. Dentro de las herramientas más utilizadas para el mantenimiento predictivo se encuentran: la medición de vibraciones, las termografías, las radiografías, las tintas penetrantes, la medición del consumo eléctrico, medición de temperaturas, ultrasonidos, análisis de aceites, entre otras.

#### **2.3.5. Programa de Mantenimiento Preventivo.**

El PMP o Programa de Mantenimiento Preventivo es una herramienta utilizada para poner en práctica el mantenimiento preventivo; este cuenta con etapas previas y posteriores a la ejecución del programa. En las etapas previas se crea el Manual de Mantenimiento Preventivo y la programación y distribución de las inspecciones; las etapas posteriores son de gran importancia, pues éstas permiten registrar y analizar los resultados de las inspecciones, actualizar los Manuales de Mantenimiento Preventivo y sobre todo evaluar los resultados del programa.

El PMP varía según la empresa en la que se ejecute, dado que la disponibilidad existente para las inspecciones y los recursos económicos con que se cuenta, no son los mismos en todas las empresas; sin embargo, existen empresas donde las pérdidas de tiempo, dinero y producción debidas a fallos imprevistos justifican la implementación de un programa de mantenimiento preventivo.

Para la realización de un PMP se necesita de la colaboración de los demás departamentos de la empresa, además se necesita una buena comunicación con el departamento productivo e involucrar de lleno a los ejecutores de las inspecciones; también es necesario tener un buen control de la bodega de repuestos, esto con el fin de mantener un stock mínimo de los repuestos necesarios para la realización de las inspecciones.

### **2.4. Definición del Problema.**

En la empresa Nueces Industriales la costumbre ha sido trabajar siempre bajo la filosofía del mantenimiento correctivo, sin llevar ningún tipo de control o historial de las fallas, tanto por el Departamento de Mantenimiento, como por el Departamento de Producción. En junio del año 2003, después del deceso del anterior jefe de mantenimiento, se incorporó un ingeniero al puesto, desde entonces se ha mantenido la filosofía del mantenimiento correctivo, paralelamente, en el departamento de producción se contrató un nuevo encargado, por lo que hasta el momento no se ha establecido un registro de fallas de los equipos, dificultando así, poder llevar a cabo una comparación entre la filosofía actual y la filosofía de mantenimiento preventivo.

Por iniciativa del jefe de mantenimiento, se ha decidido realizar la implementación de un PMP, el cual en primera instancia será diseñado para varias máquinas, pero en una etapa inicial se aplicará primeramente al horno tostador, dada su importancia dentro del proceso productivo, y basados en los resultados a corto plazo, se expandirá de manera progresiva al resto de las máquinas de la planta. El PMP servirá para reducir los paros imprevistos de las máquinas, disminuir el tiempo de reparación por falta de repuestos, evitará la pérdida de producción y ayudará a maximizarla.

## **2.5. Pasos para la elaboración del PMP.**

### **2.5.1. Selección de los equipos que formarán parte del PMP.**

Los equipos abarcados en este programa son los siguientes: el horno tostador Proctor & Schwartz, la freidora continua GS – 700, la empacadora Post Pack y las selectoras Xeltron 10R-S3 y 30R-S3.

El horno tostador consta de una banda transportadora metálica, que hace circular el producto crudo por las cámaras de calentamiento y enfriamiento, tostando el producto y luego depositándolo en una mesa vibradora; el horno posee un quemador de gas LPG, el cual calienta el aire interno del horno, produciendo el efecto de tostado, la temperatura es regulada y controlada y varía según el producto que se procese.

La freidora consta de dos partes principales, la primera es la banda freidora, en la cual se encuentra aceite caliente en un recipiente por el que circula el producto, el aceite es calentado por un quemador de gas LPG, que produce así la cocción del producto, en la segunda parte, el producto es pasado por una banda donde es enfriado y luego se le agregan aditivos, como sal, barbacoa, etc.

La empacadora toma una bobina de un material como el propileno y le da la forma de bolsa, además deposita en cada bolsa una cantidad determinada de producto terminado; la cantidad de producto se puede estimar de dos maneras, una es por peso y la otra es por volumen.

Las selectoras utilizan un sistema óptico de comparación, que compara los granos del producto con patrones predeterminados, y en base a estos patrones separa los granos que no cumplen los patrones. Dentro de los patrones el más importante es el color, pues este indica si el producto cuenta con el tostado correcto.

### **2.5.2. Valoración del grado de deterioro de las máquinas.**

Para esta etapa del programa, los criterios utilizados en la valoración del desgaste de las máquinas se basaron en inspecciones visuales previas, información obtenida de técnicos y operarios, y en características del entorno de trabajo de los equipos, como ruidos extraños, sobrecalentamientos, suciedad, derrames, etc.

Los resultados de la valoración son los siguientes:

Horno tostador Proctor & Schwartz: Debido al poco tiempo de operación que tiene, no se observan señas de deterioros excesivos, la parte superior del horno se encuentra cubierta por una capa de polvo y grasa, la cual también cubre algunos de los motores, lo cual podría llegar a afectar el funcionamiento de los mismos, además se notó que los lubricadores automáticos fueron desconectados, no se conoce la razón, pero se recomienda instalarlos nuevamente. En general el desgaste de esta máquina se considera normal.

Freidora continua GS – 700: Esta máquina tampoco presenta un desgaste excesivo, presenta algunas irregularidades en cuanto a la instalación de las tuberías de escape y circulación del aceite, la carcasa del filtro se encuentra cubierta por una capa sólida de aceite, el manómetro presenta una reventadura en su carátula, y el vibrador de aditivos ha sido expuesto a una alta corrosión producto de la sal manejada en el proceso, a pesar de estas circunstancias, el desgaste general de la máquina se puede considerar normal.

Empacadora Post Pack: Esta máquina es la que presenta un mayor deterioro, sobre todo la estructura metálica, hecha de acero al carbono, esta estructura ha sido oxidada debido a la sal presente en el ambiente, el sistema interno de arrastre se encuentra en buenas condiciones, al igual que la pesadora y la dosificadora volumétrica; en general se puede decir que el desgaste es superior al normal.

Selectoras Xeltron 10R-S3 y 30R-S3: Estas máquinas presentan un deterioro normal, debido a la poca cantidad de partes móviles que poseen, lo único que se nota es la falta de limpieza en toda la estructura, donde al igual que en el horno, se ha depositado una capa formada por grasa y polvo.

### **2.5.3. Estudio técnico de las máquinas.**

Durante el estudio técnico de los equipos, se realizaron varias tareas necesarias para continuar con la elaboración del PMP, como el estudio del funcionamiento de las máquinas; esta tarea se llevó a cabo al pie de las máquinas, observando el proceso, el ambiente de trabajo, consultando a técnicos, operarios, y aprovechando los tiempos de paradas de las máquinas para explorar sus partes internas.

Otra tarea realizada fue el estudio de los manuales, catálogos, planos e información recolectada de las páginas Web de los fabricantes de cada parte, de lo cual se obtuvieron datos de funcionamiento, frecuencias de revisión y datos técnicos vitales para el programa de mantenimiento preventivo. La falta de historiales, tanto en el Departamento de Mantenimiento, como en el Departamento de Producción, dificulta determinar cuáles son las fallas más comunes de las máquinas, cuáles requieren de un mayor tiempo, etc.

### **2.5.4. Formación del archivo técnico de las máquinas.**

Este archivo técnico está formado por la *Hoja de Datos Técnicos*, el *Listado de Repuestos Mínimos* y la hoja del *Historial de Reparaciones* de las máquinas, todos los datos fueron obtenidos basados en los resultados del estudio técnico realizado a cada máquina.

En la *Hoja de Datos Técnicos* se pueden encontrar los valores de placa o características de las partes de cada máquina; el *Listado de Repuestos* brinda una base inicial para el establecimiento de una bodega de repuestos bien organizada, y debido a la falta de historial, se generó un documento, en el cual se comience a registrar las fallas, reparaciones y modificaciones hechas a los equipos de la empresa.

La hoja de datos técnicos presenta información de los componentes más importantes de la máquina, esta información permite comprender el funcionamiento de los equipos y ahorra un valioso tiempo en la obtención de los mismos en futuras ocasiones. Los datos indicados en la hoja de datos técnicos son los siguientes:

- Nombre de la máquina.
- Marca.
- Código de la máquina.
- Modelo y serie.
- Fabricante.
- Fecha de compra.
- Datos de los motores.
- Datos de sistemas importantes.
- Lubricantes requeridos.
- Notas.

El *Listado Mínimo de Repuestos* es la segunda parte del documento, en éste se indican la descripción y cantidad mínima de los repuestos requeridos por la máquina para un período de funcionamiento de un año, por concepto de mantenimiento preventivo.

La tercer parte del documento lo forma el *Historial de Reparaciones*, en el que se indican la fecha, descripción de la reparación, la duración real, la cantidad de técnicos y la especialidad de los mismos, además del número de orden de trabajo. El fin de este documento es suministrar información de gran valor para el futuro; así al presentarse fallas repetitivas se tiene una base de la acción que se debe tomar, además sirve de retroalimentación para el staff de mantenimiento preventivo, el cual, en base al documento puede refinar las inspecciones que se realizan. En el apéndice 9 se muestran los archivos técnicos diseñados para las máquinas.

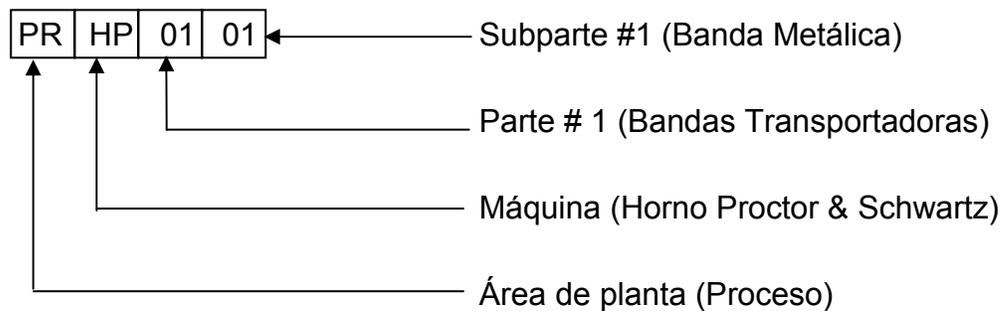
### **2.5.5. Manual de Códigos de las Máquinas, Partes y Sub-partes.**

Para la realización del PMP, es necesario realizar una codificación de las máquinas, sus partes y subpartes, con el fin de poder identificarlas; esto se convierte en una guía general y ordenada de la determinación de las inspecciones que se deben realizar en un punto determinado del tiempo.

#### **2.5.5.1 Codificación de las máquinas.**

Para la selección de esta codificación se tomaron en cuenta varios criterios, las partes fueron divididas basándose en características que permitieran clasificar un elemento o conjunto de elementos, como los conjuntos mecánicos, sistemas auxiliares y ubicación espacial dentro de la máquina; utilizando términos brindados por fabricantes, técnicos y operarios, para facilitar el uso del manual.

La codificación usada para la implantación del PMP, se basa en un código alfanumérico, que permite tener un control de los equipos y las partes de los mismos, formado por 4 casillas, la primer casilla indica el área de la planta en la que se encuentra la máquina, la segunda casilla indica la máquina en cuestión, la tercer casilla indica la parte de la máquina y la cuarta casilla hace referencia a la subparte de la máquina.



El ejemplo anterior hace referencia a la banda metálica, que forma parte de las bandas transportadoras del horno Proctor & Schwartz, máquina que se ubica a su vez en el área de proceso de la planta. En el apéndice 3, es posible observar el manual completo de Códigos de las máquinas.

### 2.5.6. Parámetros de Funcionamiento Global de las Máquinas.

Los parámetros de funcionamiento global son indicadores del funcionamiento eficiente y eficaz de los equipos, estos permiten cuantificar y calificar el desempeño de cada una de las máquinas y determinar si éstas llenan las expectativas de producción o si por el contrario, constituye un impedimento en el cumplimiento de los objetivos; también son de gran importancia en la evaluación del desempeño del Departamento de Mantenimiento, permiten conocer y analizar el comportamiento de las máquinas ante las acciones de mantenimiento tomadas.

Para la presente investigación no fue posible determinar los parámetros de funcionamiento máximos reales; los únicos valores estimados de desempeño fueron brindados por el departamento de producción, estos valores no son exactos, pues no toman en cuenta los paros debidos a recesos del operario, y otros factores que afectan los tiempos de producción; además se debe indicar que los parámetros de producción varían según las características del producto, y dada la ausencia de un historial de producción, no es posible comparar los parámetros medidos con valores reales anteriores al PMP.

Los datos brindados por el departamento de producción son los siguientes:

**Tabla N° 2.5.6.1 Parámetros de funcionamiento global.**

<b>Máquina</b>	<b>Producción Mínima (kg/h)</b>
Horno Proctor & Swartz	600
Freidora Continua GS-700	600
Selectoras Xeltron	500
Empacadora Post Pack	200

### **2.5.7. Elaboración de los manuales de Mantenimiento Preventivo.**

Los Manuales de Mantenimiento Preventivo fueron elaborados uno para cada máquina (ver apéndice 4), dado que la mayoría de las máquinas son diferentes, sin embargo las selectoras a pesar de realizar la misma función, presentan algunas variaciones entre cada máquina, por lo que sus manuales tienen algunas diferencias.

En los manuales se indica la información que se requiere para programar y ejecutar cada una de las inspecciones; fueron elaborados con base en la información brindada por los fabricantes de las máquinas por medio de los catálogos, además del conocimiento y la experiencia de los técnicos de mantenimiento y de los conocimientos propios.

En la realización de las inspecciones se determinaron las partes que podrían eventualmente fallar y las consecuencias que estas fallas podrían provocar, en primer término a la integridad física del operario, a la máquina y finalmente al proceso de producción.

El Manual está constituido por los siguientes aspectos:

- Nombre y código de la máquina: Esta información permite identificar la máquina a la cual pertenece el manual, estos campos se encuentran ubicados en el encabezado de cada página del manual.
- Parte y código de Parte: Esta información indica la parte que se debe inspeccionar en la máquina, al igual que el nombre de la máquina, estos campos están ubicados en el encabezado del manual.
- Número de inspección: Esta información corresponde a un número consecutivo que identifica cada una de las inspecciones, la cual está ordenada por máquina, por parte y subparte.
- Inspección: Esta es una breve indicación de la tarea que debe realizar el inspector, cada una de las descripciones se encuentran con una de cuatro orientaciones que son: recargar si es necesario, cambiar si es necesario, reportar y corregir si es necesario.

La orientación de “recargar si es necesario”, trata de que el inspector reponga el consumible faltante, para cumplir con los niveles mínimos y máximos que el fabricante recomienda.

La orientación de “cambiar si es necesario”, trata de que sea el inspector el que con base en su criterio y experiencia, y basado en datos técnicos de referencia, determine si el estado de la pieza podría ser causante de un fallo en la máquina, antes de la próxima inspección.

En el caso de las inspecciones orientadas a “reportar” únicamente se pretende controlar el deterioro del elemento con el fin de determinar en qué momento es prudente un mantenimiento correctivo, el inspector debe reportar el resultado de la inspección al equipo de staff, para que este determine la acción a realizar con base en los resultados.

La orientación de “corregir si es necesario” trata de que el inspector mida algún parámetro de calibración o posición, y si no cumple con lo establecido por el fabricante, deberá corregir el parámetro en el instante que se realiza la inspección.

- Periodo (PER): El periodo se refiere a cada cuánto se debe realizar la inspección; este parámetro es útil para indicar la frecuencia de las inspecciones.
- Frecuencia (FRE): La frecuencia se refiere al número de veces que se deberá realizar la inspección en un período determinado de tiempo. Este parámetro se selecciona con base en los historiales de reparaciones, experiencia de los técnicos de mantenimiento y en un análisis basado en la confiabilidad de los equipos. Las frecuencias están representadas por códigos, los cuales se detallan a continuación:

**Tabla N° 2.5.7.1 Codificación de Frecuencias y Periodos.**

Descripción	Periodo	Frecuencia
Semanal	S	52
Quincenal	Q	26
Mensual	M	13
Trimestral	T	4
Semestral	E	2
Anual	A	1

- Duración (DUR): La duración se refiere al tiempo aproximado que se podría tardar el operario en ejecutar la inspección bajo condiciones normales de trabajo; este siempre es un estimado que se basa en la experiencia y el conocimiento de las características del elemento a inspeccionar, está sujeto a modificaciones constantes, para que el manual sea lo más exacto posible.
- Operarios (OPE): La columna con el encabezado de operarios, señala el número de inspectores y la especialidad técnica de los mismos, para realizar la inspección. Las especializadas representadas son: mecánica (M), eléctrica (E); para el futuro se recomienda incorporar dentro de las especialidades a los operarios de las máquinas, con esto es posible aumentar la cobertura de la cultura preventiva, y se ahorran tiempos en las otras especialidades.
- Sub-parte: Aquí se indica la subparte de la máquina a la que se le debe realizar la inspección; la codificación utilizada corresponde a la definida en el Manual de Códigos para Mantenimiento Preventivo y se puede observar en el apéndice 3.

### **2.5.8. Repuestos requeridos para cada inspección.**

Esta etapa comprende la estimación de la cantidad mínima de repuestos que se requieren para llevar a cabo las inspecciones de mantenimiento preventivo. Para la realización de esta tarea fue necesario analizar cada inspección tomando en cuenta cada uno de los manuales; las características de los repuestos fueron tomadas en su mayoría de los manuales y de las observaciones hechas, en el caso de elementos como motores, bombas y reductores, no fue posible realizar una identificación total del tipo de repuesto requerido, debido a que para esto se hubiera necesitado desarmar el equipo e identificar sus componentes internos, lo que para el período de práctica no fue factible realizar; sin embargo, se deja indicada la necesidad de obtener estos datos.

Otro aspecto que se toma en cuenta al determinar el listado de repuestos, es la cantidad requerida durante el año de operación del PMP; para esto se tomó en consideración, la orientación de la inspección y la frecuencia de la misma. En cuanto al tipo de orientación, para los casos que implican “cambiar si es necesario”, es necesario contar con el repuesto en el momento en que se ejecuta la inspección, pero no es necesario que la cantidad de repuestos en stock sea igual a la cantidad de veces que se ha de realizar la inspección durante el año, ya que no siempre se necesitará reemplazar el repuesto.

La frecuencia es otro factor que determina el número de repuestos; por ejemplo, una inspección de frecuencia mensual se realiza trece veces durante el año; por lo cual, si la orientación de la inspección es “cambiar si es necesario”, el número de repuestos requeridos para esta inspección podría ser de 3, 2 o 1, dependiendo de la experiencia y el desgaste reflejado por el elemento durante varias inspecciones. En el apéndice 5, se puede apreciar el listado de repuestos propuesto.

### **2.5.9. Disponibilidad para Mantenimiento Preventivo (DMP).**

La disponibilidad para mantenimiento preventivo se ha de expresar en minutos, y representa la cantidad total de minutos por semana, que se tienen para realizar las inspecciones correspondientes; uno de los problemas que se presentan al implementar un PMP, es la disponibilidad de las máquinas; en este caso, la jornada laboral es de 7:30 A.M. a 5:00 P.M, con un espacio para el almuerzo de 30 minutos, 15 minutos en la mañana y 15 minutos en la tarde para el café, lo que deja un tiempo neto de trabajo de 510 minutos por día, además las máquinas no trabajan los días viernes, porque esos días son dedicados a la limpieza de la planta, además las máquinas no cuentan con jornadas de trabajo continuas, la mayoría de las máquinas trabaja según se le necesite.

También es necesario indicar que la fábrica cuenta con un ayudante, que posee conocimientos básicos de soldadura, y un técnico de soldadura, ambos con conocimientos generales de motores eléctricos; es decir, no se cuenta con personal especializado en el área eléctrica, por lo cual se sugiere que se contrate a un técnico en electromecánica, para suplir las necesidades de la planta en esta área.

En el cálculo del DMP se tomó en consideración los tiempos de no - producción (TNP) establecidos anteriormente; el número de operarios disponibles (TED) por especialidad se sugirió a partir de las necesidades generadas por el PMP y tomando en cuenta los técnicos actuales de la planta.

### 1. DMP para la especialidad mecánica:

- El TNP para esta especialidad es igual a los 510 minutos por semana, con la máquina parada, que se emplean en la limpieza de la planta.
- En cuanto a los TED, se espera contar con dos técnicos mecánicos para llevar a cabo las tareas de esta especialidad.
- El TNP (e) equivalente para esta especialidad sería de 1020 minutos por semana, más 75 minutos por día para realizar las inspecciones con la máquina trabajando.
- Tomando los otros días para realizar trabajos no programados y de otras áreas, la DMP para la especialidad mecánica sería de 1620 minutos por semana.

### 2. El DMP para la especialidad eléctrica:

- El TNP para esta especialidad es de 510 minutos por semana, con la máquina parada.
- El TED actual es cero, pero se sugiere que sea al menos de 1.
- El TNP (e) equivalente sería de 510 minutos por semana con la máquina parada, y 60 minutos por día con la máquina trabajando.

- Tomando los otros días para realizar trabajos no programados y de otras áreas, la DMP para la especialidad eléctrica sería de 750 minutos por semana.

### **2.5.10. Programación de las inspecciones.**

Para la etapa de programación de las inspecciones se utilizó un “Diagrama de Gantt”, el cual consiste en un calendario en el que se indica el número de la semana del año en la que se llevará a cabo cada inspección, un código que identifica la tarea y la duración de la misma en minutos. Los diagramas de Gantt de cada especialidad se pueden observar en el apéndice 6.

En el encabezado del diagrama se ubican las semanas de todo el año; en la primera columna se ubica el nombre de la máquina a la que pertenecen las inspecciones, en la siguiente columna aparece el número de la inspección, referenciado al manual de mantenimiento preventivo que corresponda, en las siguientes columnas se indican el periodo, la frecuencia, la duración, la cantidad de operarios, y el estado requerido de la máquina para hacer la inspección (detenida, trabajando).

Al final de cada diagrama se realiza la suma del total de minutos programados y se compara con el número de minutos semanales disponibles, para así poder distribuir las inspecciones en las distintas semanas, sin sobrecargar el trabajo de alguna semana. Es importante indicar que las inspecciones son flexibles, por lo que si las circunstancias lo requieren, es posible reprogramar la inspección para otro momento, en el que se cuente con el tiempo y los recursos necesarios.

### 2.5.11. Organización de la Ejecución del PMP.

Al adquirir y organizar la información antes presentada, se continúa con la siguiente etapa, la cual es la puesta en marcha del PMP; para ello es necesario definir un procedimiento ordenado para llevar a cabo las distintas tareas que requiere el PMP.

La puesta en marcha de un Programa de Mantenimiento Preventivo, implica la participación de distintos departamentos de la empresa, por lo cual es necesario establecer una serie de procedimientos claramente definidos, con el fin de no crear conflictos en el momento de delegar y ejecutar las diferentes tareas del PMP. Las tareas del PMP implican la planeación, organización y seguimiento de las inspecciones, esta tarea le corresponde al jefe de mantenimiento o a su asistente, según sea el caso. Por otro lado, se encuentra la ejecución de las inspecciones, tarea que recae sobre los técnicos de la respectiva especialidad.

#### 2.5.11.1. Procedimiento general para la ejecución del PMP.

1. El encargado del programa debe, en primer lugar, planificar las inspecciones que se van a desarrollar en la semana. Este punto implica la verificación en el Gantt, de los códigos de las inspecciones que se han programado, luego, debe verificar la concordancia entre los datos del Gantt y los datos del manual de mantenimiento preventivo de cada máquina; si la información es correcta, el encargado deberá distribuir los trabajos requeridos en las *Hojas de Inspección*, por operario y en jornadas no mayores a 510 minutos para cada uno, en el caso de los días viernes; además debe indicar la disponibilidad y necesidad de herramientas especiales, con el fin de realizar los trabajos programados.

2. Después de realizar la planeación, se deben entregar las *Hojas de Inspección* al Jefe de Mantenimiento, para que éste autorice la realización de las inspecciones y haga las correcciones que considere pertinentes.
3. Luego de aprobadas, las *Hojas de Inspección*, deben ser entregadas al encargado del PMP, para que este las distribuya a los correspondientes técnicos al inicio de cada jornada.
4. Una vez que cada técnico tiene asignado un trabajo, procede a realizar la inspección, ayudándose de la información brindada en la Hoja de Inspecciones, y realiza las siguientes acciones, según la orientación de la inspección (reportar, recargar o rellenar si es necesario, corregir si es necesario, reemplazar o cambiar si es necesario):
  - a) “Reportar”: Bajo esta orientación el inspector ejecuta la observación o medición y anota el resultado en la Hoja de Inspección.
  - b) “Reemplazar o cambiar si es necesario”: Esta orientación requiere que el inspector identifique la pieza y analice los parámetros o el estado de la misma, y basado en los resultados, proceda a realizar el cambio si fuese necesario.
  - c) “Corregir si es necesario”: En este caso, el inspector realiza una medición o comparación con algún parámetro, y determina si es necesario realizar alguna calibración o ajuste a la pieza.
  - d) “Recargar o rellenar si es necesario”: Esta orientación indica al inspector que debe reponer el consumible hasta el nivel establecido por el fabricante de la maquinaria, como puede ser el caso de un envase de lubricante.

5. Luego de realizada la inspección, el técnico reporta los resultados de la misma, sea cual sea la orientación, así como la duración real del trabajo. Una vez finalizadas todas las inspecciones asignadas, debe firmar la *Hoja de Inspección* y entregarla al encargado del PMP, quien debe verificar los trabajos y firmar como signo de aprobación.
6. Una vez que las Hojas de Inspección son recibidas por el encargado del PMP, este debe verificar cuáles inspecciones importantes no se pudieron ejecutar, para proceder a su reprogramación, así como cuáles generaron la necesidad de acciones correctivas y que deben ser atendidas; luego, debe pasar la información con los resultados de cada inspección a los *Historiales de Reparación* de cada máquina. Además debe entregar un resumen de los resultados de la jornada al *Jefe de Mantenimiento*, con los datos más importantes, como los cambios de repuesto, inspecciones no realizadas, etc.
7. Finalmente, el asistente archiva permanentemente las *Hojas de Inspección*.

En el apéndice 2 se presenta el procedimiento administrativo propuesto para la ejecución del PMP, pero en forma de un flujo grama columnar con el fin de hacerlo más claro y entendible.

### 2.5.11.2. Documentos requeridos para la realización del PMP

1. Orden de Trabajo. Este documento se diseñó de tal manera que supliera las necesidades del Departamento de Mantenimiento; se divide en dos partes, una destinada a la solicitud de trabajos para el departamento de producción y otra parte que se destina al departamento de mantenimiento (ver apéndice 7).

Este documento se utilizará para solicitar los trabajos de mantenimiento correctivo, programado y otros, que se generarán a partir de las fallas diarias que podrían presentarse; también es una herramienta importante en el control de las horas de paro y reparación de las máquinas.

2. Hoja de Inspección. Este documento se utilizará para solicitar las inspecciones de mantenimiento preventivo (ver apéndice 8), en el encabezado se coloca el nombre de la máquina a la que se le realizarán las inspecciones contenidas en el documento; se deben indicar la parte, subparte y código de la inspección, así como la duración real y el periodo de realización.
3. Ficha Técnica de equipo. Cuando se realice un trabajo de mantenimiento preventivo, es importante que el técnico cuente con la ficha técnica de la respectiva máquina, esto con el fin de identificarla plenamente y por si necesita alguna información importante, como los datos de motores, bombas, etc. o la identificación de algunos elementos. Este documento no es utilizado actualmente por el Departamento por lo que fue necesario diseñarlo para cada máquina (ver apéndice 9).
4. Hoja de Historial de Reparaciones. Este documento se incluye en el *Archivo Técnico de Equipo*, y será utilizado para registrar todo tipo de reparación o mejora que se le realice a la máquina, a causa de las inspecciones de mantenimiento preventivo y en general de cualquier otro tipo de mantenimiento.

### **2.5.12. Definición de la Estrategia de Motivación.**

La motivación juega un papel importante en la implementación de nuevas estrategias para el crecimiento del Departamento de Mantenimiento; para plantear la estrategia de motivación, es necesario indicar cuales personas de la empresa estarán involucradas directa o indirectamente en el PMP, esto con el fin de definir una estrategia de acuerdo con la función que cada cual realiza.

Se pueden definir tres grupos diferentes, en primer lugar tenemos la Administración General, quienes son los encargados de aprobar o no el financiamiento y la puesta en marcha del programa. Seguidamente se encuentra el departamento de Producción, el cual debe estar involucrado tanto como fuente de información para la realización del programa, como miembro colaborando en la ejecución de las inspecciones (esta colaboración implica la disponibilidad de las máquinas para las inspecciones). Y en tercero, los técnicos de mantenimiento, de quienes dependerá en gran parte el éxito o fracaso del programa. La jefatura de mantenimiento no se menciona, ya que es la generadora del programa, y por lo tanto debe ser el promotor y coordinador del PMP.

#### **2.5.12.1 Estrategia de motivación para la Alta Gerencia:**

1. Es necesario dar a conocer los conceptos y alcances de lo que es un PMP, brindando la información que incluya los conceptos y teorías básicas, con el fin de hacer ver que el proyecto tiene un soporte técnico bastante fuerte; además es necesario hacer referencia a la experiencia de otras empresas, en donde un programa preventivo ha tenido éxito y los beneficios han sido palpables.

2. Se debe además plantear la problemática que representa actualmente para la Sección de Proceso, al contar únicamente con un método correctivo de mantenimiento; el cual produce períodos de trabajo bajo presión y períodos que subutilizan el potencial de los técnicos de mantenimiento, dentro de varias circunstancias.
3. Es necesario proporcionar una justificación económica con buenos argumentos del proyecto, en la que al final se pueda indicar la cantidad estimada que la empresa estaría ahorrando al implementar el Programa de Mantenimiento Preventivo.

### 2.5.12.2 Estrategia de motivación para el Departamento de Producción.

1. Para realizar la motivación del Departamento de Producción es necesario involucrarlos prácticamente desde las primera etapas de planeación hasta la puesta en marcha y ejecución de los trabajos; con esto se logra desechar la idea de que el proyecto le incumbe únicamente al departamento de mantenimiento, esto debido a que el buen funcionamiento depende de todos los grupos relacionados.
2. Es necesario informar sobre los conceptos y objetivos del PMP, enfocándolos en la mejora de la seguridad de los operarios y en el aumento eficiente y eficaz de la producción.

### 2.5.12.3 Estrategia de motivación para los técnicos de mantenimiento.

1. Una manera de motivar al personal técnico de la empresa, es mostrarles la confianza que la jefatura está depositando en ellos para llevar a cabo esta tarea; es decir, es necesario que tanto la jefatura de mantenimiento y producción, e inclusive la Administración General de una forma personal se reúnan con los técnicos y les expresen las expectativas que se plantean en ellos, además de comprometerse a brindar todo el apoyo en cuanto a los recursos materiales y logísticos que vayan a requerir.
2. También cabe mencionar la necesidad que surge durante todo el proyecto, de la disposición de técnicas de participación grupal que involucren a los técnicos y que permitan crear en ellos un sentido de pertenencia vital para el programa.
3. La capacitación debe ser una herramienta que permita asegurar la capacidad de los técnicos y, a la vez, deje clara la necesidad que se tiene de la participación de ellos en el proceso, y garantice un mejor resultado del trabajo que se ha de realizar.

### **2.5.13. Definición de la Metodología de Evaluación del PMP.**

Un PMP es una inversión, por esto es importante mantener un control del mismo para determinar si se están obteniendo los resultados esperados, y determinar si se justifica la inversión; es necesario aclarar que el análisis debe hacerse con base en los objetivos planteados.

- Control de paros de producción por mantenimiento correctivo: Este método pretende medir en qué proporción, el PMP ha ayudado a disminuir los paros de producción a causa directa de fallas en los equipos listados en el PMP y que ocurren en condiciones normales de operación.

Los datos necesarios pueden ser obtenidos de las órdenes de trabajo generadas por las fallas, o de los reportes del departamento de producción, y se puede realizar una grafica que muestre la tendencia y el acumulado de estas fallas, y al ser comparadas con los registros anteriores a la puesta en marcha del PMP, se podrá deducir el efecto del programa en estas fallas.

- Control de los parámetros de funcionamiento global: Con este método se espera mantener un control de la cantidad de producto generado por cada máquina durante un período determinado de tiempo; con estos datos es posible graficar y analizar el comportamiento de las máquinas, permitiendo detectar las mejoras producidas por el PMP.
- Porcentaje de cumplimiento del PMP: En esta etapa se pretende evaluar el porcentaje de las inspecciones del PMP que fueron realizadas satisfactoriamente; para esto se comparan las inspecciones solicitadas contra el número de inspecciones ejecutadas; además es posible detectar las razones reincidentes por las cuales algunas inspecciones no se realizaron, algunas de estas razones podrían ser: falta de repuesto, mala programación, etc.

#### **2.5.14. Definición de la Metodología de Actualización del PMP.**

El PMP, es un programa flexible y dinámico. Por tal razón es necesario realizar evaluaciones y actualizaciones al terminar cada período, en este caso, un año; el fin de la actualización es revisarlo, ajustarlo y mejorarlo para el siguiente año y con ello mejorar los resultados obtenidos en el período anterior, y lograr una mayor eficiencia del programa. La retroalimentación obtenida a través de la *Hoja de Inspecciones* permite acceder información importante, que puede ser utilizada para la actualización del programa.

Los aspectos del programa que necesitan ser actualizados son: la frecuencia, la duración y la descripción de las inspecciones.

- Actualización de la frecuencia: Las frecuencias más altas pueden ser modificadas durante el ciclo de operación del programa; sin embargo, las frecuencias menores requieren que se finalice el período para poder realizar modificaciones. Al realizar las inspecciones y obtener resultados satisfactorios, que no requieren reparaciones o reemplazos por varias veces consecutivas, se está ante una inspección que puede ser reprogramada, variando su frecuencia a un período más largo de tiempo; lo contrario se haría si una pieza falla entre inspecciones y genera un mantenimiento correctivo.
- Actualización de la duración: La duración de una inspección debe cambiarse en el momento en que, al haberse ejecutado tres veces la inspección, el tiempo real reportado por el inspector es en todos los casos mayor o menor al estimado. Si el cálculo de la duración teórica se realiza con todas las consideraciones del caso y aún así el reporte del operario es diferente, se debe determinar si la inspección está siendo realizada de forma inadecuada, o a un ritmo menor al debido.
- Actualización de la descripción: Puede que debido a factores especiales se necesite cambiar o adecuar la descripción de la inspección, por ello es importante que la persona encargada del PMP, esté al tanto de todos los trabajos realizados por el Departamento de Mantenimiento; si la descripción está errónea o es poco comprensible, la corrección debe hacerse antes de la próxima programación de la inspección, para evitar interferir en la realización de los trabajos y lograr que se cumplan los objetivos planteados.

**2.5.15. Cálculo de los Costos del PMP.**

El cálculo de los costos del PMP se realizó para un período de operación de un año y considerando costos directos de mano de obra y repuestos, no se consideran costos por pérdidas de producción dado que las inspecciones fueron programadas en tiempos no productivos, los cálculos fueron realizados por cada inspección, y la información de los repuestos fue obtenida en los diversos proveedores de la empresa; mientras que para el cálculo de los costos de mano de obra, se consultó al jefe de mantenimiento, sobre el salario por hora de un operario de mantenimiento, el cual es de ¢1125 para los mecánicos, y ¢674,4 para el electricista.

- Costos de la Mano de obra (CMO): Para este cálculo se determinó la duración de cada inspección en minutos (D), así como la frecuencia (F), y el costo de la hora-hombre para cada especialidad (CHH).
- Costo de los repuestos (CRE): Para esto se determinó la cantidad de repuestos que se requerirían al año (CRA) por inspección; así como el valor de cada repuesto (CUT), con estos dos datos se realizó el cálculo inspección por inspección de los costos.

A continuación se muestran los resultados de los costos tanto de mano de obra como de repuestos del PMP, distribuidos por máquina. El detalle de cada inspección se encuentra en el apéndice 10.

**Tabla N° 2.5.15.1 Costos Por Máquina del PMP.**

<b>MAQUINA</b>	<b>COSTO ANUAL POR PMP</b>
Horno Proctor & Schwartz	917503
Freidora Continua GS-700	212203,95
Empacadora Post Pack	308553,95
Selectora Xeltron 30R-S3	135598,8
Selectora Xeltron 10R-S3	65912,3
<b>Total anual =</b>	<b>1639772</b>

Como se observa en el cuadro anterior, los costos totales de llevar a cabo el PMP durante un año es de ¢1 639 772, este costo debe ser justificado mediante un mejoramiento en la producción de las máquinas, al disminuir los paros imprevistos; el costo total incluye la mano de obra de los técnicos y los repuestos o consumibles (lubricantes), requeridos para el programa. Por el momento no es posible establecer valores concretos de las mejoras, debido a la falta de historiales y controles de los tiempos de producción y fallas.

### **2.6. Implementación de un sistema Computarizado de Mantenimiento.**

Un CMMS (por sus siglas en inglés: Computerized Maintenance Management System) es un sistema que nace para atender la administración del mantenimiento y abarca materiales y personal, más bien enfocado a la disponibilidad de recursos para atender las necesidades de mantenimiento; los CMMS son diseñados por expertos en mantenimiento y en sistemas, que conocen la actualidad y tendencias del sector y por lo tanto han pensado en todas las necesidades de los departamentos de mantenimiento.

En toda industria es necesario contar con un manejo eficiente del mantenimiento, es un hecho reconocido por la mayoría de las empresas, que esto sólo se puede lograr con herramientas de cómputo; sin embargo, cuando se piensa en CMMS, muchos esperan un sistema que solo en un par de meses logre disminuir la planilla de mantenimiento y los gastos por repuestos, aumente la disponibilidad del equipo para la producción y disponga un historial de mantenimiento en línea.

Dada esta situación, la mayoría de los proyectos son dejados de lado, de ahí que la falta de resultados, las frustraciones, la presión excesiva sobre el personal de mantenimiento y hasta el fracaso resulten tan frecuentes. Por ejemplo, se estima que alrededor de un 75% de los proyectos de computación, como el CMMS, fracasan o no logran resultados satisfactorios, mientras que el otro 25% logra una eficiencia laboral, reducción de los inventarios y mayor disponibilidad de equipo para la producción.

Para que una implementación de un CMMS tenga éxito es necesario tratarlo como un proyecto; sin embargo, la aplicación de las técnicas de manejo de proyectos a CMMS revela un panorama bastante amplio. Para que se realice un proyecto CMMS cabe mencionar aspectos fundamentales de este panorama, en una serie de pasos básicos, los cuales se pueden resumir en: descripción del proyecto, convocatoria del equipo de planeamiento, estructuración de trabajo del proyecto, estimación de las labores, recursos y costos, cronograma del proyecto, iniciación del proyecto, control del progreso e identificación de problemas, transición al uso.

### **2.6.1. Descripción del proyecto CMMS**

Este es un paso tan simple que puede parecer trivial, y por esa razón muchas empresas cometen el error de iniciar su proyecto sin saber exactamente a dónde van, es necesario que se cuente con una visión; una buena descripción es fundamental, para poder comunicar y difundir la iniciativa CMMS en todos los niveles de la planta.

**Objetivo principal:** implementar un CMMS (Programa de mantenimiento computarizado) que permita disminuir los gastos en repuestos, aumentar la disponibilidad y confiabilidad del equipo, y mantenga un historial en línea de los equipos.

**Situación actual:** El mantenimiento en la empresa se encuentra en una etapa inicial, donde prevalece el mantenimiento correctivo y los rediseños de los equipos, así como los estudios para la compra de equipos nuevos; además se está en la etapa inicial del montaje de un mantenimiento preventivo para los equipos más importantes del proceso productivo, o aquellos equipos que representan una inversión inicial considerable. La información disponible de las máquinas es la contemplada en algunos manuales y la recopilada por el PMP, el Departamento de Mantenimiento cuenta con un gerente, un ayudante y un técnico en soldadura, no se cuenta con una bodega de repuestos, además no hay un técnico electromecánico en la empresa que atienda los problemas de esta rama.

**Estado futuro:** Con la implantación del CMMS, se espera disminuir los gastos en repuestos, aumentar la disponibilidad y confiabilidad del equipo, y mantener un historial en línea de los equipos.

**Estrategia:** Se espera analizar diversas opciones de software, tanto de origen nacional como internacional. El software será evaluado por el gerente de mantenimiento de la empresa, debe ser compatible con los sistemas de Windows, y permitir la futura expansión a un sistema en red.

**Objetivos operacionales:** Automatizar el mantenimiento preventivo, administrar las órdenes de trabajo, monitorear el rendimiento del personal, establecer centros de costos de mantenimiento, llevar un control de los repuestos.

**Limitaciones críticas:** Para lograr el éxito se requiere que el personal tenga la capacidad de manejar las computadoras y el software, esto es para la implantación del sistema en red en un futuro; el hardware con que cuenta el Departamento de Mantenimiento cumple con cualquier requisito solicitado, por lo que no existe limitación en este aspecto.

### 2.6.2. Convocatoria del equipo de planeamiento.

En un proyecto CMMS existen cuatro figuras fundamentales, que se describen a continuación:

**Gestor:** Es la autoridad encargada de iniciar, promover y asegurar los recursos para el proyecto, asimismo es el encargado de pedir cuentas sobre los resultados.

**Gerente:** Es el funcionario responsable de la ejecución del proyecto.

**Líder (es):** Es la o las personas encargadas de ejecutar o intervenir en la ejecución de cada una de las labores necesarias.

**Asesor en CMMS:** Es el consultor encargado de ayudar a que todos los pasos descritos aquí se lleven a cabo adecuadamente.

Además de las personas claves en el planeamiento, es importante tener en cuenta desde el principio a otras personas que deberán intervenir en la ejecución; entre ellos vale la pena citar: consultor/levantador de información del mantenimiento, administrador(es) y usuario(s) del CMMS, representantes de los departamentos de cómputo, bodega, planillas, contabilidad, proveeduría, y producción. Para esta convocatoria resulta eficiente llevar a cabo una charla de orientación a cargo del asesor en CMMS, que se aprovecharía para discutir la descripción del proyecto y establecer las directrices generales para su ejecución. Ahí mismo se aprovecharía para establecer preliminarmente las responsabilidades del proyecto, las cuales se irían afinando y confirmando a medida que se avanza en el planeamiento.

### **2.6.3. Estructuración de trabajo del proyecto CMMS**

Este es el paso más importante y delicado en la planeación del proyecto; de una estructura adecuada dependerá un avance constante y bien controlado. Dependiendo del tamaño, los recursos disponibles y las condiciones iniciales, el tiempo de implementación de un CMMS puede tomar de seis meses a tres años y esto debe tenerse muy presente; por supuesto, el gestor del proyecto querrá siempre ver resultados inmediatos y es importante satisfacerlo de alguna manera sin dañar la calidad del proyecto.

El secreto para esto es establecer una estructura de trabajo para la ejecución por zonas o áreas de la planta; de esta manera se logran resultados a corto plazo en una zona, y la experiencia de dichos resultados se aplica a la siguiente zona; asimismo, si se cometieron errores, estos serán más fáciles de corregir. Aún con grandes cantidades de recursos, una ejecución “total” y “rápida” en una planta grande, es una estrategia sumamente arriesgada, que puede generar cargas de trabajo abrumadoras, frustraciones constantes y no brinda etapas para la retroalimentación y corrección de errores. Para cada zona se definen siete fases de ejecución, las cuales no necesariamente serán consecutivas:

- ◆ Adquisición e instalación de hardware
- ◆ Adquisición e instalación de software
- ◆ Contratación de personal
- ◆ Integración con sistemas existentes
- ◆ Capacitación
- ◆ Implementación
- ◆ Evaluación de resultados y modificaciones

De estas fases saldrán las labores específicas del proyecto; en el caso del CMMS, rara vez es necesario establecer mayores niveles jerárquicos en la estructura. Por lo tanto, la estructura de zona - fase - labor, es suficiente; en el caso de un proyecto que involucre varias plantas, se haría un subproyecto para cada planta, además, es normal y factible que las primeras cinco fases sean compartidas por varias o todas las zonas.

La ubicación de la capacitación es crítica, es necesario dirigirla al personal correcto y a los niveles correctos; por eso se deben definir desde un principio los puntos del proyecto en que se brindaran los diversos cursos. Además, en la fase de implementación hay dos labores esenciales que vale la pena destacar y ubicar apropiadamente:

**Personalización del sistema:** Ningún paquete CMMS viene listo para operar, por lo tanto es necesario entrar en un proceso gradual de personalización, el cual involucre cambios en las planillas de trabajo, la estructura de los datos, los formatos de ordenes de trabajo y formatos de reportes. La personalización no se hace en un día, normalmente toma varios meses darse cuenta de cuales son las configuraciones y los formatos apropiados, además se recomienda partir de lo estándar del software, de esta manera se evita trasladar el desorden del departamento o las posibles fallas al sistema CMMS.

**Levantamiento de datos:** Ésta es la labor más pesada de todas y muchas veces notablemente subestimada; involucra las fichas técnicas de los equipos, pautas y frecuencias de mantenimiento y manuales de procedimientos. Generalmente el personal regular no tiene tiempo para esto, es así que es altamente recomendado contratar, ya sean consultores que se hagan cargo por completo, o practicantes universitarios en mantenimiento que asistan al líder en esta labor. Un error típico es levantar los datos antes de disponer del software, como también realizar el mantenimiento preventivo de los equipos desde un escritorio.

### **2.6.4. Estimación de la duración de labores y costos**

Esto paso depende mucho de los anteriores. Una buena estructura proveerá los medios para lograr buenas estimaciones; aun así los proyectos CMMS son bastantes difíciles de presupuestar, sobre todo para la fase de implementación, específicamente el levantamiento de datos, el cual puede ser seriamente afectado por las circunstancias de la planta, la disponibilidad de la información y el estado y antigüedad de los equipos. Es importante destacar que el software, que casi siempre se considera el eje central del proyecto, representa una pequeña parte del costo. Los costos de un proyecto CMMS están representados por cinco rubros que guardan aproximadamente las proporciones indicadas:

- ◆ Hardware 25%
- ◆ Software 25%
- ◆ Capacitación 10%
- ◆ Integración 10%
- ◆ Implementación 30%

### **2.6.5. Cronograma del proyecto**

Se recomienda recurrir a un software de manejo de proyectos, para establecer el Gantt del proyecto, especialmente si se espera un tiempo de implementación de más de nueve meses; la duración no solo es un instrumento para controlar el avance sino también un medio excelente para comunicarse con los niveles superiores de mando. El gerente y el líder compartirán la responsabilidad de desarrollar y mantener actualizado el cronograma con la ayuda del asesor en CMMS y el consultor en mantenimiento.

### **2.6.6. Iniciación del proyecto**

La ejecución del proyecto se inicia en el momento en que el gestor gira la autorización para proceder y libera los recursos necesarios, si todo los pasos anteriores se han cumplido con extremo cuidado y se cuenta con un buen plan (especialmente descripción, cronograma y presupuesto), se puede proceder sin temor; Inmediatamente se inician las compras, se contrata el personal y los servicios externos, para empezar a ejecutar las actividades planeadas.

### **2.6.7. Control del progreso e identificación de problemas**

En un proyecto CMMS los problemas y los imprevistos están a la orden del día; ningún software es perfecto para una planta dada, ninguna planta está lista para implementar el CMMS y nunca se sabe cuáles son las estructuras de datos, el formato de documentos y el grado de personalización óptimos, hasta que ya se ha empezado a usar el programa.

Por otro lado, no se puede esperar a tener las condiciones ideales para proceder, puesto que éstas probablemente nunca se van a alcanzar; una vez iniciado el proyecto se debe sacar adelante. Este es el punto donde la mayoría de los proyectos se derrumban, al identificarse las deficiencias arrastradas desde el principio. Debido a una mala descripción se pierde la noción de los objetivos y las estrategias, debido a la insuficiencia de recursos se detiene el avance, debido a una mala estructura y cronograma de trabajo se pierde control y no es posible reportar por donde vea el proyecto. El secreto para el éxito es seguir todos los pasos básicos de manejo de proyectos; esto garantizará los medios para sortear las inevitables dificultades.

### **2.6.8. Transición al uso**

La transición al uso es el proceso mediante el cual el proyecto pasa a manos de los usuarios; en CMMS, la transición al uso se puede iniciar desde la misma fase de implementación, permitiendo colaborar con el levantamiento de datos y así entrenarse en el uso del programa, los usuarios son excelentes detectores de problemas. A fin de acelerar la transición al uso y la detección de problemas, es recomendable implementar rápidamente una zona pequeña y empezar a administrar órdenes de trabajo (ya sean correctivas o preventivas) en un plazo de dos meses.

### **2.6.9. Criterios para seleccionar y evaluar un software de mantenimiento**

Hasta la década de los 80, las industrias de la mayoría de los países occidentales tenían sus objetivos basados en obtener el máximo de rentabilidad para una inversión efectuada; esta exigencia hizo que las empresas occidentales considerasen este factor como una necesidad para mantenerse competitivas, particularmente en el mercado internacional, transfiriendo a los gerentes de operación y mantenimiento el mejor resultado posible en sus funciones para lograr obtener confiabilidad, disponibilidad y reducción de plazos de fabricación con bajos costos. Además, la exigencia de la confiabilidad y disponibilidades de tal orden que se le impone al gerente de mantenimiento solo pueden ser ejecutadas con herramientas adecuadas de gestión.

En consecuencia, las empresas buscan cada vez más sistemas informáticos adecuados para auxiliar a esos gerentes en sus funciones, esta búsqueda conlleva a la comercialización, en los países europeos de más de 3300 sistemas de gestión de mantenimiento, de los cuales 2470 están en operación. Algunos de esos sistemas son comercializados junto con un análisis, diagnóstico y prácticamente todos, de forma modular e integrada.

En los países americanos también existe una gran cantidad de sistemas de gestión de mantenimiento ofrecidos como la solución final a los problemas de los gerentes de mantenimiento; se está seguro que más de un 50% de los sistemas comercializados no llegan a atender adecuadamente a las empresas y lamentablemente no son divulgadas esas experiencias negativas, con raras excepciones.

De esta forma, los gerentes deben preocuparse por la selección de un sistema que realmente atienda a sus necesidades, no solo basados en las denominaciones hechas por los proveedores, sino también con una investigación consciente de las consecuencias que vendrán con la adquisición del sistema.

Como sugerencia se indican, a continuación algunas características que deben ser observadas en la selección de un software de mantenimiento:

1. Que el proveedor tenga los programas “fuente” para venderlos, en caso de interés del cliente (naturalmente bajo criterios que eviten la comercialización del sistema por el cliente o por cualquiera de sus funcionarios).
2. Que el sistema opere en el ambiente o plataforma utilizado por la empresa y que tenga las características del mono o multiusuario, de acuerdo con la necesidad.
3. Que el proyectista sea un experto en mantenimiento y que continúe produciendo nuevas versiones.
4. Que el sistema sea de fácil operación y no exija, en consecuencia, la participación de ingenieros o técnicos especializados para la ejecución de las tareas cotidianas.
5. Que el sistema pueda ser comercializado en forma modular, pero sin exigir ninguna adecuación a medida que sean adquiridos nuevos módulos y que sea de fácil navegabilidad entre las pantallas, ventanas y módulos.

6. Que el sistema opere una “base relacional de registros”, es decir que permita la relación entre tablas y campos para filtros de búsqueda, composición de listados y establecimientos de reportes de gestión.
7. Que las dimensiones de tablas y campos de archivos puedan ser definidas por el usuario, además de tener correlación con nuevos campos de acuerdo con las necesidades.
8. Que la recolección de datos de mano de obra sea independiente de las órdenes de trabajo, de forma que permita su implementación en cualquier momento.
9. Que exista la posibilidad de integrar los sistemas de gestión de mantenimiento, de forma que el sistema de mantenimiento informe al sistema de material las necesidades para los servicios programables, e inicie el proceso de reposición de stocks y el sistema de material provea al sistema de mantenimiento los costos de repuestos y materiales de uso común.
10. Que sea posible monitorear servicios de terceros, tanto a través de contratos permanentes y globales como a través de servicios eventuales.
11. Que existan niveles de acceso para restringir algunas operaciones solo a usuarios acreditados como, por ejemplo, recuperación de datos de “back-up”, operación con sueldos, acceso a reportes confidenciales, exclusión de información de los archivos.
12. Que la capacidad de memoria (RAM) necesaria para el procesamiento del sistema, sea compatible con la disponible en los equipos de la empresa, así como la capacidad de almacenaje de datos por periodos de consulta definidos por el usuario y la creación de archivos “muertos” a partir de plazos también definidos por el usuario.

13. Contestación rápida a consultas cuando los archivos estén muy cargados de información. En este caso es recomendable analizar el tiempo de procesamiento cuando los archivos más usuales lleguen a ocupar más de 1 Mbyte de capacidad.
14. Garantía de replicación de archivos, de forma eficiente y rápida.
15. Que sea permitido cambiar títulos y leyendas para personalizar las informaciones de la empresa ( así como cambios de idiomas).
16. Que sea permitido crear nuevos reportes de acuerdo con las necesidades del usuario a partir de los datos existentes en los archivos.
17. Entender la gestión de costos, de material (en el nivel de mantenimiento) y de mano de obra, de acuerdo con las necesidades del usuario.
18. Posibilidad de la implementación de recursos del sistema con el módulo del mantenimiento predictivo, alertas a la gerencia de mantenimiento y nivelación de recursos de mano de obra.
19. Que los costos sean adecuados y los pagos puedan ser hechos de forma parcial, o sea, de acuerdo con la implementación de cada modulo, así como que los costos sean para toda la empresa y no sólo para cada copia del sistema provisto.

Un hecho importante es que los gerentes deben estar conscientes de que la selección del software no cierra la tarea de informatizar el proceso de planificación y control del mantenimiento una vez que la formación de los archivos iniciales (inventario de equipos y correlación de repuestos, programación, instrucciones, recomendaciones y valores estándares de medición) vayan a necesitar de gran inversión de tiempo de personal técnico para lograr que el sistema esté en condiciones de operar.

Finalmente, cabe destacar las dificultades que serán encontradas para iniciar la operación del sistema después de instalar y procesar los archivos básicos; esas dificultades están muy relacionadas con las reacciones del personal al llenar correctamente los documentos para la reglamentación del sistema (historia de ocurrencias, consumo de horas-hombre y material, cambios de localización, etc), así como de las solicitudes de servicios a través del órgano competente, la atribución correcta del grado de prioridad y en la evaluación de los servicios (calidad del mantenimiento). Normalmente estas dificultades (o cambios de actitudes) son superadas entre uno y dos años a partir del momento de la implementación del sistema.

### **2.6.10. Metodología de selección de ofertas**

En las actividades humanas que implican una compra, existe una fase de selección de alternativas antes de la toma de decisiones que no pertenece únicamente al ámbito industrial, sino que se halla también en las actividades diarias; en éstas se suele realizar de manera intuitiva, en la industria se tiende a proceder, siempre que ello sea posible, de forma más científica.

La diferencia básica entre una y otra es que la científica tiende a objetivar el proceso basándose en hechos incontrovertibles, como pueden ser datos, números, figuras y la intuitiva carece de todo ello.

La finalidad de la metodología es la definición de qué parámetros son importantes para el proyecto objeto de la selección de ofertas. Una vez definidos estos aspectos, se cuantifican, con vistas a obtener una ordenación objetiva del alcance más amplio que la que se obtiene siguiendo el método tradicional, con lo cual se puede hallar la organización que más favorece los aspectos técnicos, o bien los económicos.

### **2.6.11. Descripción de la metodología**

El proceso de selección de ofertas empieza una vez determinadas las necesidades y acaba cuando un oferente ha sido elegido. El proceso constará de las siguientes fases:

- ◆ Análisis de necesidades
- ◆ Elaboración del documento de petición de ofertas
- ◆ Adquisición de información
- ◆ Uniformidad
- ◆ Decisión

### **2.6.12. Bases de funcionamiento**

La metodología se basa en una determinación “a priori” de unos grupos funcionales básicos que van a ser considerados dentro del proceso de selección de ofertas. Al mismo tiempo que se fijan estos grupos se determina, en una primera aproximación, su valor ponderado dentro de la totalidad del proceso de selección. Algunos grupos funcionales son:

- ◆ Características de la empresa oferente
- ◆ Características técnicas de la oferta
- ◆ Adecuación de la oferta
- ◆ Seguridad, garantías de funcionamiento
- ◆ Precio

Dentro de cada uno de estos grupos se determinan unos criterios asociados también a su vez a una ponderación. Los criterios unitarios con mucho más delicados, por ejemplo:

- ◆ Tiempo de permanencia en el mercado de la empresa oferente.
- ◆ Experiencia previa de los participantes en el proyecto similares.
- ◆ Condiciones de pago asociados a garantías de funcionamiento.

La determinación de grupos funcionales, así como de su peso específico de partida debe ser realizada por el equipo de selección de ofertas y aprobada por la Dirección de la empresa. La determinación de los criterios unitarios, así como de su peso específico debe provenir básicamente de los diferentes departamentos de la empresa que puedan estar implicados en el proyecto.

Resulta importante el resaltar que tanto la determinación de los grupos funcionales que definen la totalidad de conceptos que se tendrán en cuenta, así como los criterios objetivos y su ponderación resultan elementos que se fijan “a priori” con los diferentes departamentos implicados, antes de la recepción de ofertas. El margen de maniobra que quedara para la fase de decisión será, eventualmente, la variación de la ponderación de cada uno de los grupos funcionales.

Determinados los criterios unitarios en la fase de adquisición de información se procede a puntuar cada empresa en la fase de selección, se llegará pues a una ordenación completa de los oferentes, que lógicamente será función tanto de los criterios unitarios considerados y de su peso dentro de su grupo funcional, como de la ponderación asignada a cada uno de los grupos funcionales.

**2.6.13. Definición de grupos funcionales y de criterios unitarios**

Como grupos funcionales y los de la ponderación, se suele utilizar los siguientes parámetros:

- ◆ Valoración de la empresa oferente (10 a 20 )%
- ◆ Valoración técnica de la oferta (15 a 35 ) %
- ◆ Adaptación de la oferta a lo solicitado ( 10 a 30 ) %
- ◆ Seguridad de funcionamiento, control de calidad ( 25 a 35 ) %
- ◆ Criterios económicos ( 15 a 40 ) %

**2.6.14. Valoración de la empresa oferente**

En esta valoración se incluyen aquellos criterios que se refieren a las características deseables de la empresa que debe realizar la oferta.

1. Cifra de facturación
2. Volumen de facturación en la actividad ofertada
3. Línea de evolución de la actividad para dicha empresa
4. Ubicación de la empresa

### **2.6.15. Valoración técnica de la oferta**

Existen criterios que no están relacionados directamente con la técnica de los equipos ofertados, sino con las características del equipo humano de realización, como puede ser su experiencia previa en proyectos del mismo tipo, su metodología de realización y control de proyectos.

### **2.6.16. Adaptación de la oferta a lo solicitado**

Los criterios típicos que se enmarcan son la:

- ◆ Funcionalidad solicitada no incluida
- ◆ Funcionalidad no solicitada incluida

Estos criterios permitirán determinar qué solución es la que la empresa puede preferir.

### **2.6.17. Seguridad de funcionamiento y control de calidad**

Este grupo tiene tres componentes fundamentales:

*Seguridad de funcionamiento:* Se incluyen los criterios de facilidad de mantenimiento, sistemas de back-up, redundancia de equipos y de datos, así como el funcionamiento que permite el sistema ofertado durante el periodo de transición.

*Seguridad contra abusos:* Se incluyen aquellos criterios de seguridad contra la utilización fraudulenta de la información obtenida en el proceso de desarrollo, por personas ajenas a la empresa y también de los mecanismos de acceso a los datos una vez el sistema ofertado está en funcionamiento.

*Criterios económicos:* Este criterio por excelencia suele ser un criterio principal de decisión, cuando de hecho no debería tener una importancia crucial o importante como la seguridad de funcionamiento o de las características técnicas de la oferta.

La metodología de selección de ofertas se fundamenta en una aplicación de cinco fases:

- ◆ Análisis de las necesidades
- ◆ Elaboración del documento de petición de ofertas
- ◆ Adquisición de información
- ◆ Homogenización
- ◆ Decisión

### **2.6.18. CARACTERÍSTICAS DE ALGUNOS SOFTWARE**

A continuación se presenta una serie de características de algunos software, que se utilizan actualmente en el mercado nacional por diferentes compañías.

#### 2.6.18.1 Promat

##### **Características generales**

Es un sistema integral que utiliza conceptos tradicionales e incorpora herramientas tecnológicas de avanzada, en la cual permite realizar y controlar toda la gestión de mantenimiento desde una unidad centralizada, desde una red o un sistema, por lo que nos involucra en:

1. Sistemas administrativos, con lo cual nos permite obtener ordenes de trabajo, hojas de datos de equipos y récord de reparaciones.

2. Programación preventiva de toda la planta, crea una generación automática de órdenes, conforme la programación de mantenimiento preventivo lo requiera.
3. Establecimiento de rutinas de lubricación
4. Estimación de mano de obra
5. Costos de mantenimiento
6. Estadísticas
7. Es un sistema dentro del marco ISO 9000, que le permite desenvolverse en cualquier medio del mercado internacional

### **Ambientes que corren los programas Promat**

Los programas computarizados de Promat han sido diseñados para correr dentro de ambientes DOS y Windows, pudiéndose establecer comunicación con otros ambientes existentes en el mercado nacional. El lenguaje del sistema es Foxprolan multiusuario y opera simultáneamente en español o en inglés.

### **Módulos que ofrece el sistema Promat:**

El sistema está integrado por cinco módulos totalmente independientes, los cuales son:

1. Mantenimiento correctivo.
2. Facturación por servicios en mantenimiento.
3. Mantenimiento preventivo.

4. Presupuestos.

5. Inventarios

### **Características generales de los módulos de Promat**

1. Hoja curricular del equipo, donde se realiza la localización, componentes, costos y suplidores.
2. Programación del mantenimiento preventivo, rutinario o monitoreo de cada equipo, con sus componentes, tiempos, repuestos o materiales y observaciones del trabajo que debe ser realizado, en forma diaria, semanal, quincenal, mensual, trimestral, semestral y anual.
3. Programación de presupuestos.
4. Distribución del personal de mantenimiento de cada equipo con relación a planillas, repuestos y materiales, lleva un control por orden de trabajos realizados y acumulados a la fecha.
5. Control de órdenes de trabajo de mantenimiento correctivo, por equipo y componente.
6. Control de órdenes de mantenimiento que se encuentra en el proceso.
7. Permite escanear imágenes de los manuales de los equipos.

### **Tipos de gráfico que ofrece Promat**

Promat proporciona 19 tipos diferentes de gráficos, con la posibilidad de presentarlos en 40 formas diferentes, entre los cuales se mencionan los siguientes:

1. Gráficos de costos.
2. Gráficos de paros.
3. Gráficos de tiempos de repuesta

### **Generalidades del sistema**

1. Es un software desarrollado en Visual Basic V.5, totalmente gráfico.
2. Esta diseñado para Windows 95/NT-98.
3. Es ajustable en su totalidad a cada compañía, según su fin o área de trabajo.
4. Permite realizar interfaces con AutoCAD, terminaciones tif, bmp, y gif.
5. Permite hacer uso del diagrama Gantt.
6. Posee un sistema de seguridad que controla los diferentes módulos en forma independiente para cada usuario autorizado.

### **Algunas empresas que utilizan el sistema son:**

1. Pizza Hut.
2. Inlatec.
3. Corrugados El Guarco.

4. Banco Central de Costa Rica.
5. Fortico.
6. Consucop (Más X Menos).

### 2.6.18.2 Tricom

#### **Características generales**

Es un programa basado en Windows, diseñado para cubrir las necesidades del manejo, programación y control del mantenimiento preventivo en la industria. Algunas de las funciones que permite utilizar el programa son:

1. Manejo de 99 tipos de mantenimiento como lo son, la lubricación, el mantenimiento mecánico y el eléctrico entre otros.
2. Manejo de los equipos, distribuidos por departamentos, nombre del equipo y puntos de mantenimiento.
3. Registro de los datos técnicos de cada punto de mantenimiento, con pantallas para manejo, filtrado por cualquier dato técnico y reportes de motores eléctricos, reductores, cadenas, acoples y bombas.
4. Programación anual por medio del gráfico Gantt.
5. Control de las mediciones realizadas a los equipos referentes a temperatura, presión, caudal, corriente y tensión.
6. Control de bodega de repuestos con entradas y salidas, además nos permite obtener un manejo de inventario.
7. Nos permite verificar el costo del personal encargado del mantenimiento.

8. Permite obtener un historial de cada equipo, en donde se incluye la fecha de trabajo, falla por la cual se detuvo el equipo, horas de paro y el costo por hora del equipo sin producir.
9. Maneja el estado de cuentas presupuestarias y su estado actual.

### **Generalidades del sistema**

1. Tricom ofrece el servicio de consultoría y rediseño del software a medida del cliente, además del servicio requerido en cuanto a instalación y entrenamiento al personal de la compañía.
2. Para poder instalar el sistema se requiere una computadora Pentium II o superior, Windows 3.1 o superior, mínimo 8 megabites de memoria, 10 mega bites de capacidad en disco duro, un monitor VGA color o superior, una impresora de matriz de puntos o superior.
3. El sistema no posee un sistema de seguridad, para áreas restringidas.
4. El sistema viene como un todo, no tiene la facilidad de obtener diferentes módulos.

### **Algunas empresas que utilizan el sistema son:**

1. Tabacalera Industrial.
2. Corrugados Belén.
3. Corrugados del Atlántico.
4. Acueductos y Alcantarillados

### 2.6.18.3 Main Tracker

#### **Características generales**

Es un sistema integral el cual permite realizar y controlar toda la gestión de mantenimiento desde una unidad centralizada, desde una red o un sistema, por lo que involucra:

1. Sistemas administrativos, con lo cual permite obtener órdenes de trabajo, hojas de datos de equipos, récord de reparaciones.
2. Programación preventiva de toda la planta, creando una generación automática de órdenes, conforme la programación de mantenimiento preventivo lo requiera.
3. Estimación de mano de obra.
4. Costos de mantenimiento.
5. Estadísticas

#### **Características generales de los módulos de Main Tracker**

1. Hoja curricular del equipo, donde se realiza la localización, componentes, costos y suplidores.
2. Programación del mantenimiento preventivo, rutinario o monitoreo de cada equipo, con sus componentes, tiempos, repuestos o materiales y observaciones del trabajo que debe ser realizado, en forma diaria, semanal, quincenal, mensual, trimestral, semestral y anual.
3. Programación de presupuestos.

4. Distribución del personal de mantenimiento de cada equipo con relación a planillas, repuestos y materiales, llevando un control por orden de trabajos realizados y acumulados a la fecha.
5. Control de órdenes de trabajo de mantenimiento correctivo, por equipo y componente.
6. Control de órdenes de mantenimiento que se encuentra en el proceso.

### **Generalidades del sistema**

1. El ambiente en el cual se desarrolla se basa en el DOS.
2. El programa posee todas las especificaciones en inglés, permitiendo únicamente escribir las diferentes inspecciones en español.
3. El sistema es un tanto lento, cuando se requiere cambiar de un menú a otro o de un submenú a otro.
4. Es un programa creado en los Estados Unidos, por lo que el soporte técnico lo realiza la casa matriz ubicada en dicho país.
5. La estructura de programa en sí es rígida, aunque se puede variar sus parámetros adecuadamente.
6. Posee un sistema de seguridad en las áreas restringidas.
7. La casa distribuidora del software se llama Elke SA.
8. Permite la recuperación de datos de “back-up”

### 2.6.18.4 MS2000 (Versión 1.10)

MS2000 es un sistema computarizado completo para la administración del mantenimiento que utiliza términos industriales estándares, estructuras de archivos y componentes que dan las herramientas necesarias para tener un control completo del mantenimiento; está específicamente diseñado para organizar las actividades de mantenimiento, como son la simplificación de las tareas de administración, y la maximización de la eficiencia y productividad del mantenimiento. Este sistema lleva el control de estas actividades y su historial acumulado, y provee reportes detallados que muestran cómo se han utilizado los recursos asignados para el mantenimiento.

#### **Requerimientos del Sistema**

Estos requerimientos son adicionales a los que tienen las diversas aplicaciones de Microsoft: CD - ROM, monitor VGA (800x600, 256 colores), Microsoft Windows 95/98/2000/ ME/XP, Windows NT Workstation 4.0 con SP4 o cualquiera posterior, Memoria (Windows 95/98 – 16MB RAM, Windows NT-32 MB RAM, Windows ME –64 MB RAM, Windows 2000/XP –128 MB RAM), 190 MB en Disco Duro.

#### **Funciones Básicas de MS2000**

El menú de MS2000 es el primer control que aparece cuando se abre la aplicación MS2000; éste le da acceso inmediato a la mayor parte de las funciones y formatos de MS2000. Las principales funciones y formatos están organizados por 4 encabezados bajo el menú MS2000. Las *Órdenes de Trabajo* son registros escritos de las actividades del mantenimiento. Pueden ser utilizadas para asignar mantenimiento a las áreas, equipos y vehículos (activos) que lo necesiten.

Las *Órdenes de Trabajo* contienen información sobre la actividad de mantenimiento a realizar, como por ejemplo, dónde y qué va a realizarse, quién va a realizarla, qué herramientas se necesitan para completarla. Estas llevan un registro de las actividades de mantenimiento y almacenan información importante acerca del tiempo y costo utilizados la cual es necesaria para el historial del mantenimiento y para los reportes.

Las *Órdenes de Trabajo* son rastreadas utilizando un número único, el cual fue asignado cuando se crearon. MS2000 agrupa las *Órdenes de Trabajo* en cinco estados básicos:

Requerida: Una *Orden de Trabajo* antes de ser emitida.

Abierta: Una *Orden de Trabajo* abierta.

Completa: Una *Orden de Trabajo* cerrada y terminada.

Detenida: Una *Orden de Trabajo* que ha sido pospuesta.

Cancelada: Una *Orden de Trabajo* que ya no se necesita.

Este sistema también cuenta con el msREPORT, el cual es una aplicación diferente que ofrece una gran variedad de reportes y gráficas prediseñadas para analizar toda la información acerca del mantenimiento, permite crear reportes y gráficas para msREPORT utilizando Microsoft Access y otros programas de reportes como Crystal Reports.

De los software listados anteriormente, se recomienda considerar la posibilidad de trabajar con el sistema MS2000, esta recomendación se basa en diversos factores; este CMMS cumple con todas las necesidades que necesita la empresa, ya que permite programar y controlar los PMP, genera las órdenes de trabajo de manera automatizada, controla los inventarios de repuestos, los costos de mano de obra, presupuestos y datos técnicos de equipos. El precio de este software es de \$ 2495, esto incluye un módulo para el servidor y un cliente, manejado a través del programa Microsoft Access.

Dentro de sus desventajas se puede citar que la empresa productora del software se encuentra en México, lo cual dificulta el asesoramiento, además de las capacitaciones; pero por otro lado puede ser compensado al contar con un profesional en mantenimiento y una buena comunicación, que puede ser realizada a través de la Internet.

## 2.7. Muestra de Cálculos.

### 2.7.1. Cálculo del DPM.

Para el cálculo de la Disponibilidad para Mantenimiento se utilizó la formula:

$$DMP = TED \times TNP.$$

Donde:

TED = número de operarios por especialidad, disponibles para M.P.

TNP = Tiempo de no-producción a la semana.

En el siguiente ejemplo se muestra el cálculo para cada especialidad:

Mecánicos:

TED = 2 operarios.

TND = 810 minutos/semana

DPM = 2 x 810 minutos/semana = 1620 minutos por semana.

Electricista (actualmente no se cuenta con un electricista en la empresa):

TED = 1 operario.

TND = 750 minutos/semana

DPM = 1 x 750 minutos/semana = 750 minutos por semana.

### 2.7.2. Cálculo de los costos del PMP.

#### 1. Cálculo de los Costos de Mano de Obra (CMO):

Para el cálculo de los costos de mano de obra se utilizó la formula:

$$CMO = D \times CHH \times F.$$

Donde:

CMO = Costo de mano de obra por inspección.

D = es la duración de la inspección calculada en minutos.

F = frecuencia de la inspección.

CHH = costo de cada hora-hombre.

**2. Cálculo de los costos de repuestos (CRE):**

Para este cálculo se utilizó la fórmula:

$$CRE = CRA \times CUT$$

Donde:

CRE = Costo de los repuestos para cada inspección durante todo un año.

CRA = Cantidad de repuestos al año.

CUT = Costo unitario de cada repuesto.

**3. Costos Totales del PMP (CTO):**

Para este cálculo se utilizó la fórmula:

$$CTMP = CTMO + CTRE$$

Donde:

CTMP = Costos Totales del PMP, para un ciclo de ejecución de un año.

CTMO = Suma de los costos de mano de obra de cada inspección.

CTRE = Suma de los costos en repuestos de cada inspección.

En el siguiente ejemplo se muestra el cálculo para la inspección PR-HP0106-30:

CMO = 30 minutos x 1 x ¢18,75 / minuto = ¢562,5

CRE = 2 x ¢7592 = ¢15184

**2.8. Conclusiones.**

- La puesta en práctica de nuevas corrientes de la administración del mantenimiento permiten obtener mejores rendimientos de los activos.
- La puesta en marcha de un *Programa de Mantenimiento Preventivo* disminuye las pérdidas de producción por fallas imprevistas.
- Un software o programa de cómputo especializado para el área de mantenimiento y facilita la administración de las tareas de mantenimiento.
- El PMP reduce los tiempos muertos que son originados por la falta de repuestos.

### 2.9. Recomendaciones.

- La empresa requiere de la puesta en práctica de nuevas corrientes y teorías de la administración del mantenimiento, para obtener mejores rendimientos de los activos y lograr mayores niveles de competitividad.
- Las máquinas de la planta de proceso requieren de una mejora del mantenimiento que se les brinda, para satisfacer los objetivos de producción; para esto se pueden implementar herramientas modernas y eficaces de la gestión del mantenimiento, tales como el *Programa de Mantenimiento Preventivo* expuesto en este documento.
- En el Departamento de Mantenimiento se cumple la mayoría de los requerimientos técnicos necesarios para la puesta en marcha de un Programa de Mantenimiento Preventivo, únicamente se necesita cumplir con los requisitos a nivel administrativo y la contratación de un técnico en electromecánica, que atienda esa área del mantenimiento.
- La puesta en marcha de un *Programa de Mantenimiento Preventivo*, requiere de la contratación de un profesional que lo coordine y maneje, dado que se requiere de una alta disponibilidad y una carga de trabajo que puede que no sea adquirida por los trabajadores del Departamento de Mantenimiento.
- La bodega de repuestos no se encuentra instalada y definida como tal, por lo que si se espera obtener los mejores resultados del Programa de Mantenimiento Preventivo, es necesario destinar recursos y espacio para la creación de esta bodega, permitiendo reducir los tiempos de reparación, al contar con los repuestos necesarios, en el momento justo.
- Se recomienda iniciar las gestiones tanto técnicas como administrativas lo más pronto posible, con el fin de poner en funcionamiento el programa a la mayor brevedad.

- Para el día de inicio del programa, se propone que se realice una actividad especial de iniciación, con la participación de los trabajadores del Área de Mantenimiento, el Jefe de Mantenimiento y Producción así como la Administración General de la empresa.
- Todos los *Manuales de Inspecciones y de Códigos* deben ser revisados por los técnicos asignados para ejecutar las inspecciones, para que éstos se familiaricen con ellos y hagan las recomendaciones que consideren pertinentes.
- Al finalizar el primer ciclo de operación de este PMP, debe extenderse a otras secciones y máquinas de la planta; además se recomienda la adquisición de un software que permita mejorar el rendimiento de los reportes de fallas y programación de las inspecciones.
- Para la puesta en marcha del PMP, se recomienda la previa capacitación del personal, tanto del Departamento de Mantenimiento como del Departamento de Producción; esto con el fin de ponerlos al tanto de las características de estos planes y las funciones que cada uno ha de desempeñar en el PMP.

## **CAPÍTULO 3. PROYECTO DE INGENIERÍA**

### **3.1. OBJETIVOS**

#### **3.1.1. OBJETIVO GENERAL:**

- ◆ Realizar el estudio de la red de aire comprimido de la empresa Nueces Industriales y proponer un rediseño de la red en base a los resultados del estudio de la red actual.

#### **3.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Realizar un diseño de la red de aire comprimido, tomando en cuenta los proyectos de ampliación y consumos reales de la planta.
- Realizar la confección del plano de distribución de la red de aire comprimido.
- Proponer las modificaciones técnicas necesarias para la correcta creación de un cuarto de compresores.

### **3.2. Metodología utilizada**

En la realización del diseño de la red de aire comprimido se siguió una serie de pasos que permitieron obtener los datos reales de consumo de los equipos instalados, así como las estimaciones necesarias de ampliación de la planta. La metodología utilizada se resume en varias partes: recolección de información al pie de las máquinas, información suministrada por los operarios, técnicos y jefes de sección y la recopilación bibliográfica en libros y manuales de los fabricantes.

### **3.3. Marco Teórico**

#### **3.3.1. Introducción.**

Nueces Industriales es una industria del área alimenticia, por tal motivo es necesario que el aire que se emplee en las máquinas y puestos de trabajo sea de la más alta calidad, además la red actual no puede satisfacer la demanda de la planta, por tal motivo se hace necesario el rediseño de la red de aire con la finalidad de cumplir con los requisitos de consumo futuro.

Adicionalmente, el rediseño del sistema servirá para corregir algunas deficiencias de la red actual, entre las cuales se pueden mencionar: pérdidas de presión debido a un mal diseño de las tuberías, presencia de condensado en algunas de las tuberías, presencia de fugas de aire en accesorios, falta de identificación de las tuberías mediante el código de colores.

En la actualidad, el sistema es alimentado por un compresor de pistones, de doble etapa y simple efecto, con una capacidad de 10 HP, el cual trabaja en forma intermitente según la demanda, y si todas las máquinas están trabajando, el periodo de funcionamiento es mucho más prolongado. Se ha considerado, además, que la disposición de la tubería en circuito cerrado es la más conveniente, siempre que se instale un secador refrigerativo en el sistema.

Al diseñar una red de aire comprimido, se deben de tener presente tres condiciones importantes:

- Mínima pérdida de presión.
- Mínima pérdida de aire por fugas.
- Mínima cantidad de agua en la red.

Tales condiciones inciden en el rendimiento económico de una instalación de aire comprimido, por lo que habrá que tomar todas las precauciones posibles para asegurarse un buen funcionamiento de la red. La generación del aire comprimido tiene un valor económico perfectamente definido, aunque el aire existe en todo nuestro alrededor, industrialmente no puede usarse si no se comprime a una presión mucho más alta que la atmosférica, este proceso de compresión cuesta dinero; debido a que en primera instancia, hace falta un capital a invertir en la adquisición del compresor, red de tuberías y equipos neumáticos, y en segundo lugar hay que considerar los gastos de mantenimiento y conservación.

### 3.3.2. Sala de compresores:

Una sala de compresores consta de compresor o compresores, refrigerador-posterior (de agua o de aire), secador de aire (si es necesario, aunque es recomendable en cualquier caso), válvulas de desagüe (en el depósito de aire), reguladores de presión y depósito de aire (tanque).

La elección del lugar apropiado para la posición de los compresores dependerá en gran manera de la longitud y distribución de la red de aire comprimido. Se debe optar por el sitio más frío de la fábrica, al objeto de tomar el aire exterior de aspiración a la más baja temperatura posible. Al colocar los compresores, se debe elegir un local cerrado pero bien ventilado y lo más exento posible de polvo y suciedad; se debe recordar que, cuanto más baja sea la temperatura ambiente en la sala de compresores, mejor será la disipación del calor cedido por el compresor durante la compresión; esto se puede beneficiar de la colocación de rejillas de ventilación combinadas con algún ventilador o tiro forzado en el techo, al objeto de establecer una corriente de aire de abajo hacia arriba que elimine el calor generado por el compresor. Como regla general, la temperatura de la sala no debe ser superior a los 30° C, y como límite máximo se tienen los 38° C.

La aspiración debe situarse en un lugar totalmente desprovisto de polvo y de cualquier otro elemento contaminante, esto debido a que la entrada de aire polvoriento al compresor y su mezcla con el aceite de engrase de los cilindros produce un desgaste excesivo de los cilindros, émbolo y segmentos, esto exige reparaciones frecuentes y causa fugas a través de los segmentos del cilindro con la correspondiente disminución del rendimiento del sistema.

También, para que el rendimiento del compresor sea máximo, el aire deberá encontrarse a la menor temperatura posible, debido a que una disminución de la temperatura de 3° C aumenta la masa de aire aspirado en un uno por ciento, y el volumen del aire comprimido suministrado aumentará también en un uno por ciento.

Los compresores pequeños y los de tamaño mediano suelen tomar el aire directamente de la sala de compresores, los de tamaño grande lo hacen por medio de un tubo de aspiración que sale al exterior del edificio teniendo la precaución de colocarlo de modo que se eleve por lo menos tres metros sobre el nivel del suelo y siempre por encima del tejado.

Cada compresor debe tener su tubo de aspiración independiente, debiendo evitarse tuberías comunes para varios compresores, también es importante verificar los filtros o el filtro de admisión de aire del compresor, ya que si el elemento filtrante está deteriorado o no cierra herméticamente, es posible la entrada de aire sucio a las cámaras de compresión y por otro lado, si está obstruido por suciedad, se reduce el paso del aire exterior bajando notablemente el rendimiento del compresor.

### **3.3.3. Aire atmosférico:**

Es sabido que el aire atmosférico contiene cierta porción de humedad, la cual es mayor o menor según el país, la localidad, las condiciones climatológicas y según las estaciones del año. La aptitud del aire para retener agua vaporizada está relacionada con la temperatura y la presión, pero principalmente con la primera, admitiendo más vapor de agua cuando aumenta su temperatura. Un aire saturado (100% de humedad) puede retener más humedad si aumenta la temperatura o desciende la presión y por el contrario desprende parte de su contenido de humedad si baja la temperatura o sube la presión.

#### **3.3.4. Aire comprimido:**

En los sistemas de aire comprimido, el aire que es aspirado por el compresor entra a la presión y temperatura ambiente o atmosféricas, con su consiguiente humedad relativa, luego pasa por un proceso de compresión, donde se lleva a una presión más alta que la atmosférica. Este ciclo de compresión lleva consigo una elevación de la temperatura y como consecuencia un calentamiento del aire hasta un grado tal que la humedad contenida en el mismo pasará por el compresor al ser aspirado.

Se comprende, por lo tanto, que este aire comprimido caliente que descarga el compresor y que lleva vapor de agua, al irse enfriando por radiación y convección en el depósito y tuberías de distribución, y descender su temperatura hasta igualar la temperatura ambiente, condensará la mayor parte de este vapor en forma de gotas de agua, las cuales serán arrastradas por el mismo flujo del aire hacia los puntos de utilización.

#### **3.3.5. Secado del aire comprimido:**

En los procesos de compresión, el aire atmosférico aspirado por el compresor, pasará totalmente a través del ciclo de compresión e irá a condensarse, por enfriamiento ambiental, en las conducciones y puestos de utilización. Como el aire comprimido, una vez que sale del compresor, va recorriendo un camino, (depósito-tuberías-utilización) con temperaturas que oscilan entre 125° C y 180° C, por lo que hay un cambio continuo de calor con el medio ambiente que produce la disminución de la temperatura del aire comprimido, hasta un valor próximo a la temperatura ambiente. Es aquí, al enfriarse, donde las condensaciones se producen en forma de gotas de agua que son arrastradas por el flujo del aire en su camino hacia los puntos de utilización.

En consecuencia, para que en una instalación de aire comprimido no aparezca ninguna cantidad de agua, el aire comprimido antes de ser distribuido a la red, debe haberse secado hasta un punto que sea inferior a la temperatura del aire ambiente en donde se utiliza.

Las condensaciones de vapores de agua y aceite, son causa de una serie de inconvenientes tales como:

- Corrosión de las tuberías metálicas.
- Entorpecimiento en los accionamientos neumáticos.
- Errores de medición en los equipos de control.
- Degradación del poder lubricante de los aceites de engrase.
- Oxidación de los órganos internos en los equipos receptores.
- Aparición de escarcha en los escapes de las herramientas neumáticas.
- Contaminación de las áreas de trabajo y productos.

El agua puede producir olas que tapan la tubería y que producen golpes de ariete (principalmente en tuberías de poco diámetro); además de bajar el rendimiento de toda la instalación. Para el secado o depuración del aire comprimido, industrialmente se dispone de diversos procesos o métodos, dependiendo del empleo de cada uno de ellos y de la calidad que se desea obtener en el aire comprimido.

### 3.3.6. Secadores:

Los secadores son equipos destinados a tratar el aire o los gases comprimidos, para reducir en ellos su contenido de vapor de agua; así, si sufren un posterior enfriamiento, hasta alcanzar una determinada temperatura límite no presentan condensación alguna. Para su correcto funcionamiento y en general para contribuir a una depuración efectiva del fluido comprimido, deben ir precedidos de los elementos siguientes:

- Un elemento corrector de la temperatura del fluido comprimido para que éste, normalmente, no supere los 25 a 30° C a su admisión al equipo secador; por lo general el refrigerador posterior que lleva el compresor a su salida produce este efecto.
- Un eliminador del agua y aceite arrastrados en fase líquida.
- Es conveniente incluir un filtro, capaz de retener toda partícula sólida arrastrada por el aire comprimido.

De lo anterior, los componentes que entran en una instalación convencional pueden resumirse en:

- Refrigerador posterior (post-enfriador) -enfriado por aire o por agua- que reduce la temperatura del aire comprimido en 10° C por encima de la temperatura de entrada del agente de refrigeración.
- Depósito de aire con purgador automático.
- Separador o filtro principal, con purga automática situado antes de la distribución de los ramales, para volver a precipitar condensados.

- Tuberías principales y secundarias con pendientes en dirección del flujo del aire (1:200 a 1:400) para evitar “bolsas” en las cuales puede quedar el agua, siendo su trazado en circuito abierto y debiendo llevar en sus extremos finales (o al empezar a subir una tubería) purgas automáticas o manuales.
- Tuberías de servicio con salida desde la parte superior de la red principal o secundaria (cuellos de ganso).

### **3.3.7. Tuberías:**

Para el transporte del aire comprimido desde el depósito hasta los lugares de utilización, se emplea una red de conducción conocida con el nombre genérico de tuberías. Se pueden considerar cuatro tipos:

- Tubería Principal: Es la línea que sale del depósito de aire comprimido y conduce la totalidad del caudal de aire.
- Tubería Secundaria: Es la que toma el aire de la tubería principal, ramificándose por las áreas de trabajo, el caudal de aire que transportan es igual a la suma de los caudales parciales que de ella se deriven.
- Tubería de Servicio: Es también conocida con el nombre de bajante, provienen de las tuberías secundarias y son las que alimentan a los equipos neumáticos.
- Tubería de Interconexión: Es la que lleva el aire de la salida del bajante hasta las máquinas de proceso o equipos neumáticos.

### **3.3.8. Instalación de las tuberías:**

En lo posible, las tuberías de aire comprimido de instalación fija deben ser accesibles, por lo que ha de evitarse su colocación dentro de paredes o en los ductos de difícil acceso al personal de mantenimiento. Las derivaciones verticales hacia abajo no deben de terminar en toma para el consumidor, sino que deben de prolongarse un poco más con el fin de que el agua producida por la condensación no pase al aparato consumidor, sino que se acumule en el punto más bajo de esta derivación, para su respectiva evacuación. Para esto deben de colocarse dispositivos (purgas) para acumular y evacuar el agua.

En lo que respecta a las tomas de las tuberías de servicio con respecto a las secundarias, estas deben derivarse perpendicularmente unos 10 cm hacia arriba, luego en sentido horizontal otros 10 cm y de ahí bajar la línea al punto de servicio, esto con el fin de evitar el paso de condensado a la tubería de servicio. La red de aire comprimido debe subdividirse en secciones mediante válvulas de bloqueo, con el fin de poder realizar trabajos de mantenimiento y reparaciones sin tener que sacar toda la red de funcionamiento.

Los siguientes son los parámetros que se deben de tomar en cuenta en el cálculo de la tubería: pérdidas de presión, pérdidas por fugas, presión de trabajo, futuras ampliaciones, caudales.

### **3.3.9. Pérdidas de Presión:**

Las pérdidas de carga en tuberías producen una pérdida de energía, en consecuencia, si por un deficiente proyecto de instalación, la presión de trabajo que pide la herramienta o el equipo neumático no puede mantenerse, las potencias de las máquinas y útiles neumáticos decrece en mayor proporción que lo hace la presión, disminuyendo el rendimiento.

Es importante tener en cuenta que una cosa es presión de aire en el compresor y otra es presión de aire en la herramienta, ya que entre el compresor y el lugar de trabajo de la herramienta (donde la fuerza neumática ha de prestar servicio) se encuentran un depósito de aire y una basta red de tuberías que distribuyen el aire comprimido por toda la planta industrial. Además existen las correspondientes mangueras, llaves, conexiones, cuyo sistema en conjunto, opone resistencia al paso del aire comprimido y, por lo tanto, va perdiendo en su recorrido parte de esta presión de descarga final que sale del compresor.

No es posible mantener la presión de descarga del compresor en toda la tubería, lo que sí es posible es limitar esas pérdidas de presión a unos valores relativamente pequeños y que sean admisibles en la práctica; se admite una caída de presión entre el compresor y el útil neumático no superior a 2% de la presión efectiva del compresor, la aproximación de esta pérdida favorecerá el potencial de los equipos neumáticos, de allí que hay que tomar en cuenta los siguientes factores:

- Longitud de la tubería: La caída de presión es directamente proporcional a la longitud de la tubería, de allí que a mayor longitud, mayor será la caída de presión.
- Velocidad del aire: Cuanto mayor es la velocidad de circulación, tanto mayor es la pérdida de presión en el recorrido hasta el punto de aplicación, de manera que existe un límite de velocidad dependiendo del tipo de tubería que sea; las velocidades máximas permitidas son las siguientes:

Tubería Principal: 8 m/s.

Tubería Secundaria: 10 m/s.

Tubería de Servicio: 15 m/s.

Tubería interconexión: 20 a 30 m/s.

- Presión absoluta: La presión a la cual debemos trabajar (presión efectiva) se mide mediante el manómetro industrial, este valor más el valor de la presión atmosférica es la presión absoluta, y va a afectar en forma directamente proporcional la caída de presión.
- Diámetro de la tubería: La caída de presión es inversamente proporcional al valor del diámetro.

$$\text{Ecuación \#1: Diámetro (mm)} = \sqrt{\frac{Qd * 100}{4,71 * P * V}}$$

Donde:

Qd = Caudal de diseño (litros / min).

P = Presión Absoluta del sistema (Bar).

V = Velocidad de diseño (m / s).

- Índice de resistividad ( $\beta$ ): Es el grado medio de rugosidad variable con el caudal de aire suministrado, y con el tipo de material, la caída de presión es proporcional a su valor. (Ver apéndice 11)
- La temperatura: Se supone que es aproximadamente ambiental, sino se conoce este dato, la caída de presión es inversamente proporcional a su valor y debe estar expresada en grados absolutos o grados Kelvin (K).
- Constante R de los gases: Su valor es constante así que en realidad no afecta a menos que se varíen sus unidades.

Una vez analizados estos factores se puede obtener una fórmula para la caída de presión en la cual se conjugan todos ellos con sus respectivas unidades:

$$\text{Ecuación \#2: } D_p = \frac{\beta * Q_d^2 * 15,2 * L}{T * D^{5*} P}$$

Donde:

$D_p$  = Caída de presión (Bar).

$\beta$  = Índice de resistencia.

$Q_d$  = Caudal de diseño (l / min)

$P$  = Presión absoluta (Bar).

$T$  = Temperatura absoluta (Kelvin) ( $^{\circ}$  C +273).

$L$  = Longitud de la tubería (m).

$D$  = Diámetro de la tubería (m)

- Pérdidas en accesorios: Dentro de una distribución de aire comprimido, normalmente se presentan codos, variaciones de diámetro, válvulas, etc., Estos representan obstáculos que también producen una caída de presión suplementaria. Si estos elementos son pocos en la instalación, puede prescindirse de calcular la pérdida de presión que estos producen, pero si el sistema contiene un número considerable de estos elementos, es necesario tomarlos en cuenta.

Para efectos de cálculo, y con el objeto de encontrar un resultado rápido con una aproximación aceptable, basta con añadir a la longitud propia de la tubería que se está calculando, un suplemento de longitud que corresponde a la pérdida de presión ocasionada por los accesorios. Dicho suplemento de longitud, se refiere a la distancia en metros a que equivale la pérdida de presión en los accesorios.

El valor de esta longitud equivalente puede ser encontrado por medio de tablas destinadas para este fin. Por otra parte, algunos diseñadores optan por agregar un 10% al valor de longitud de tubería, con lo cual incluyen la pérdida de presión en accesorios.

### **3.3.10. Pérdidas por fugas:**

Las fugas o la pérdida de aire comprimido en una instalación es de volumen sorprendentemente alto, y no es fácil de descubrir dado que el aire no es visible y es inodoro, sin embargo el costo de conservar las pérdidas de aire por escape dentro de los límites tolerables, es muy pequeño en comparación con el costo de las pérdidas en sí. Con un gasto razonable de mantenimiento sus valores pueden ser bajos. Las pérdidas por fugas no deben ser mayores a un 5%, en casos muy extremos debe llegar a un 10%.

### **3.3.11. Presión de trabajo:**

Es indispensable saber la presión de trabajo de los equipos y herramientas que intervendrán en la instalación para poder determinar cual es la mínima presión que debe existir en la tubería, de lo contrario se podría tener menos presión de la que necesita un equipo en particular.

### **3.3.12. Futuras ampliaciones:**

Al diseñar la tubería de aire comprimido es importante prever futuras ampliaciones de la red, para que cuando ellas se den, no afecten las condiciones favorables ya existentes. Es por eso que se toma un factor llamado de ampliación; el cual se debe considerar de un 20% como mínimo.

**3.3.13. Caudales:**

Son diferentes para cada tubería. Existen dos tipos de caudales a saber: caudal máximo y caudal de diseño. El caudal máximo corresponde a la suma aritmética de los caudales consumidos por máquinas y equipos; el caudal de diseño es el caudal máximo modificado por los factores de ampliación y fugas.

$$\text{Ecuación \#3: } Q_d = Q_{\max} * F_f + Q_{\max} * f_a + Q_{\max}$$

Donde:

$Q_d$  = Caudal de diseño.

$F_f$  = Factor de fugas.

$f_a$  = Factor de ampliación.

$Q_{\max}$  = Caudal máximo.

**3.3.14. Otros aspectos a conocer:**

- Consumo Específico: Se llama consumo específico de una herramienta, al consumo de aire requerido por la misma, o por el útil, para servicio continuo a la presión de trabajo dada por el fabricante. Se expresa en aire libre (litros por minuto o  $N\ m^3 / \text{min}$ ).
- Coeficiente de utilización: En la determinación de la capacidad del compresor necesaria para alimentar una herramienta, máquina o un grupo de accionamientos neumáticos, interviene, aparte del consumo específico del aparato, el tiempo que el componente neumático está parado por la índole de su trabajo. Este margen de operación intermitente, o factor de servicio, se denomina coeficiente de utilización y varía según el servicio de cada herramienta, máquina o accionamiento.

- Coeficiente de simultaneidad: Cuando hay en funcionamiento diferentes herramientas o, en general, todos los equipos que integran una industria, el promedio de los coeficientes de utilización de cada una de ellas, nos dará una cifra denominada coeficiente de simultaneidad. Como es laborioso determinar el coeficiente de utilización por unidad, se da una cifra global para todo el conjunto de equipos de la planta.
- Capacidad de los compresores: Para determinar la capacidad de los compresores que deben entrar en servicio, es necesario conocer el consumo medio del conjunto de utilidades del aire comprimido de la planta.
- Tanque de almacenamiento: Es elección siempre del fabricante del compresor, el cual generalmente, ya incluye el tanque con el compresor. Su capacidad puede calcularse con la siguiente fórmula:

$$\text{Ecuación \#4: } V = P * 75$$

Donde:

V = Volumen del tanque de almacenamiento (l).

P = Potencia del compresor (HP).

**3.4. ESTUDIO DE LA RED ACTUAL DE AIRE COMPRIMIDO.**

Las salidas desde la 4 hasta la numero 10 (según la tabla 3.4.1), actualmente son alimentadas por un compresor de dos pistones y doble etapa, de 10 HP y 1210 l/min, los caudales de estas salidas se pueden observar en la siguiente tabla:

**Tabla 3.4.1 Lista de equipos y su consumo.**

Salida	Equipo	Consumo (l/min)	Presión (Bar)
4	Pistola de Limpieza	150	6
5	Selectora	300	7
5	Pistola de Limpieza	150	6
6	Comitrol	3,1	1
7	Empacadoras	100	7,5
7	Pistola de Limpieza	150	6
8	Enlatadora	18	6
9	Pistola de Limpieza	150	6
10	Horno	1	3

La presión mínima que se debe suplir es de 7,5 Bar para la empacadora, por lo tanto:

$$P_{\text{mín}} = (P_{\text{trab}} + P_{\text{Uruca}}) * 2\% + P_{\text{trab}} + P_{\text{Uruca}}$$

$$P_{\text{mín}} = (7,5 + 0,875) * 2\% + 7,5 + 0,875 = 8,5425 \text{ Bar Abs.} \approx 8,6 \text{ Bar Abs.}$$

$$P_{\text{mín}} = 8,5425 - 0,875 = 7,6675 \text{ Bar Man.} \approx 7,7 \text{ Bar Man.}$$

Esta será la presión a la que el compresor ha de comenzar a trabajar, para levantar la presión hasta mas o menos 8,7 Bar Man, el compresor trabaja en un rango que varía entre los 8 y 10 Bar, en donde la presión absoluta del sistema es de 8,875 Bar, y con este valor se han de realizar los cálculos de comprobación del sistema.

**3.4.1. Factor de Ampliación Real:**

Dado que ya se tiene el compresor, es necesario realizar un cálculo del factor de ampliación real, el caudal de diseño es el brindado por el compresor, es decir 1210 l / min, por lo que el nuevo factor de ampliación es de:

$$Fa = \frac{1210 - 482,1 * 0,05 - 482,1}{482,1} = 145,98\%$$

**3.4.2. Determinación del caudal de cada tramo:**

En esta etapa se calculan los caudales de los equipos que han de pasar por la tubería, razón por la cual no se toman en cuenta los factores de utilización.

Tramo A-B: Manguera.

$$QAB = Q4 + Q5 + Q6 + Q7 + Q8 + Q9 + Q10$$

$$QAB = 150 + (300 + 150) + 3,1 + (100 + 150) + 18 + 150 + 1$$

$$QAB = 1022,1 \text{ l / min.}$$

Tramo B-C: Tubería Secundaria.

$$QBC = 1022,1 \text{ l / min.}$$

Tramo C-D:

$$QCD = Q5+Q6+Q7+Q8+Q9+Q10$$

$$QCD = (300+150)+3,1+(100+150)+18+150+1$$

$$QCD = 872,1 \text{ l / min.}$$

Tramo D-E:

$$QDE = Q8$$

$$QDE = 18 \text{ l / min.}$$

Tramo D-F:

$$QDF = Q5+Q6+Q7+Q9+Q10$$

$$QDF = 450+3,1+250+150+1$$

$$QDF = 854,1 \text{ l / min.}$$

Tramo F-G:

$$QFG = Q5+Q6+Q7$$

$$QFG = 450+3,1+250$$

$$QFG = 703,1 \text{ l / min.}$$

Tramo G-H:

$$Q_{GH} = Q_6 + Q_7$$

$$Q_{GH} = 3,1 + 250$$

$$Q_{GH} = 253,1 \text{ l / min.}$$

Tramo H-I:

$$Q_{HI} = Q_7$$

$$Q_{HI} = 250 \text{ l / min.}$$

**3.4.3. Cálculo de las tuberías:**Tramo A-B:

El caudal que pasa por este tramo es de 1022,1 l / min; el caudal de diseño es el siguiente:

$$Q_{dAB} = 1022,1 * (0,05 + 1,4599 + 1) = 2565,32 \text{ l / min.}$$

Luego se determina el flujo másico, con el fin de hallar el coeficiente de resistividad:

$$\dot{m} = Qd * \rho = 2565,32 * 1,2 * 0,848 * 0,06 = 156,47 \text{ kg / h.}$$

Si:  $\dot{m} = 156,47 \Rightarrow \beta = 1,24$ , la velocidad es de 10 m / s, y este tramo es una manguera con un diámetro de 1/4", se calcula la caída de presión en el tramo:

$$\Delta P = \frac{\beta * Qd^2 * 15,2 * L}{T * D^5 * P} = \frac{1,24 * (2565,32)^2 * 15,2 * 15}{(273 + 20) * (8)^5 * 8,875} = 0,57663 \text{ Bar.}$$

Este valor debe ser comparado con la caída máxima permitida en el tramo. La caída máxima permitida es del 2% (0,1775 Bar), se puede decir que la caída por unidad de longitud permisible es de 0,001775 Bar/m. Por lo tanto la caída permisible para el tramo AB, es de 0,026625 Bar, lo cual indica que el tramo AB, presenta una caída de presión que representa el 6,5% de la presión absoluta del sistema, es decir, este segmento necesita un rediseño que permita mejorar su eficiencia.

Tramo B-C: Tubería Secundaria.

El caudal que pasa por este tramo es de 1022,1 l / min; el caudal de diseño es el siguiente:

$$Q_{dBC} = 1022,1 * (0,05 + 1,4599 + 1) = 2565,32 \text{ l / min.}$$

Luego se determina el flujo másico, con el fin de hallar el coeficiente de resistividad:

$$\dot{m} = Qd * \rho = 2565,32 * 1,2 * 0,848 * 0,06 = 156,47 \text{ kg / h.}$$

Si:  $\dot{m} = 156,47 \Rightarrow \beta = 1,24$ , la velocidad es de 10 m / s, y este tramo es una tubería con un diámetro de 1", se calcula la caída de presión en el tramo:

$$\Delta P = \frac{\beta * Qd^2 * 15,2 * L}{T * D^5 * P} = \frac{1,24 * (2565,32)^2 * 15,2 * 23}{(273 + 20) * (26)^5 * 8,875} = 0,09234 \text{ Bar.}$$

Este valor debe ser comparado con la caída máxima permitida en el tramo. La caída máxima permitida es del 2% (0,1775 Bar), se puede decir que la caída por unidad de longitud permisible es de 0,001775 Bar/m. Por lo tanto la caída permisible para el tramo BC, es de 0,040825 Bar, lo cual indica que el tramo BC, presenta una caída de presión que representa el 1,05% de la presión absoluta del sistema, es decir, este segmento necesita un rediseño que permita mejorar su eficiencia.

Tramo C-D:

El caudal que pasa por este tramo es de 872,1 l / min; el caudal de diseño es el siguiente:

$$Q_{dCD} = 872,1 * (0,05 + 1,4599 + 1) = 2188,84 \text{ l / min.}$$

Luego se determina el flujo másico, con el fin de hallar el coeficiente de resistividad:

$$\dot{m} = Qd * \rho = 2188,84 * 1,2 * 0,848 * 0,06 = 133,51 \text{ kg / h.}$$

Si:  $\dot{m} = 133,51 \Rightarrow \beta = 1,36$ , la velocidad es de 10 m / s, y este tramo es una tubería con un diámetro de 1", se calcula la caída de presión en el tramo:

$$\Delta P = \frac{\beta * Qd^2 * 15,2 * L}{T * D^5 * P} = \frac{1,36 * (2188,84)^2 * 15,2 * 15}{(273 + 20) * (26)^5 * 8,875} = 0,04808 \text{ Bar.}$$

Este valor debe ser comparado con la caída máxima permitida en el tramo. La caída máxima permitida es del 2% (0,1775 Bar), se puede decir que la caída por unidad de longitud permisible es de 0,001775 Bar/m. Por lo tanto la caída permisible para el tramo CD, es de 0,026625 Bar, lo cual indica que el tramo CD, presenta una caída de presión que representa el 0,3% de la presión absoluta del sistema, es decir, este segmento necesita un rediseño que permita mejorar su eficiencia.

Tramo D-F:

El caudal que pasa por este tramo es de 854,1 l / min; el caudal de diseño es el siguiente:

$$Q_{dDF} = 854,1 * (0,05 + 1,4599 + 1) = 2143,67 \text{ l / min.}$$

Luego se determina el flujo másico, con el fin de hallar el coeficiente de resistividad:

$$\dot{m} = Qd * \rho = 2143,67 * 1,2 * 0,848 * 0,06 = 130,75 \text{ kg / h.}$$

Si:  $\dot{m} = 130,75 \Rightarrow \beta = 1,41$ , la velocidad es de 10 m / s, y este tramo es una tubería de PVC, con un diámetro de 1/2", se calcula la caída de presión en el tramo:

$$\Delta P = \frac{\beta * Qd^2 * 15,2 * L}{T * D^5 * P} = \frac{1,41 * (2143,67)^2 * 15,2 * 12}{(273 + 20) * (14)^5 * 8,875} = 0,84505 \text{ Bar.}$$

Este valor debe ser comparado con la caída máxima permitida en el tramo. La caída máxima permitida es del 2% (0,1775 Bar), se puede decir que la caída por unidad de longitud permisible es de 0,001775 Bar/m. Por lo tanto la caída permisible para el tramo DF, es de 0,0213 Bar, lo cual indica que el tramo DF, presenta una caída de presión que representa el 9,52% de la presión absoluta del sistema, es decir, este segmento necesita un rediseño que permita mejorar su eficiencia.

#### Tramo F-G:

El caudal que pasa por este tramo es de 703,1 l / min; el caudal de diseño es el siguiente:

$$Q_{dFG} = 703,1 * (0,05 + 1,4599 + 1) = 1764,68 \text{ l / min.}$$

Luego se determina el flujo másico, con el fin de hallar el coeficiente de resistividad:

$$\dot{m} = Qd * \rho = 1764,68 * 1,2 * 0,848 * 0,06 = 107,64 \text{ kg / h.}$$

Si:  $\dot{m} = 107,64 \Rightarrow \beta = 1,44$ , la velocidad es de 10 m / s, y este tramo es una tubería de PVC, con un diámetro de 1/2", se calcula la caída de presión en el tramo:

$$\Delta P = \frac{\beta * Qd^2 * 15,2 * L}{T * D^5 * P} = \frac{1,44 * (1764,68)^2 * 15,2 * 18}{(273 + 20) * (14)^5 * 8,875} = 0,87727 \text{ Bar.}$$

Este valor debe ser comparado con la caída máxima permitida en el tramo. La caída máxima permitida es del 2% (0,1775 Bar), se puede decir que la caída por unidad de longitud permisible es de 0,001775 Bar/m. Por lo tanto la caída permisible para el tramo FG, es de 0,03195 Bar, lo cual indica que el tramo FG, presenta una caída de presión que representa el 9,88% de la presión absoluta del sistema, es decir, este segmento necesita un rediseño que permita mejorar su eficiencia.

#### Tramo G-H:

El caudal que pasa por esta tubería es de 253,1 l / min; para determinar el diámetro de la tubería es necesario conocer el caudal de diseño:

$$QdGH = 253,1 * (0,05 + 1,7595 + 1) = 635,24 \text{ l / min.}$$

Luego se determina el flujo másico, con el fin de hallar el coeficiente de resistividad:

$$\dot{m} = Qd * \rho = 635,24 * 1,2 * 0,848 * 0,06 = 38,75 \text{ kg / h.}$$

Si:  $\dot{m} = 38,75 \Rightarrow \beta = 1,68$ , la velocidad es de 10 m / s, y este tramo es una tubería de PVC, con un diámetro de 1/2", se calcula la caída de presión en el tramo:

$$\Delta P = \frac{\beta * Qd^2 * 15,2 * L}{T * D^5 * P} = \frac{1,68 * (635,24)^2 * 15,2 * 16}{(273 + 20) * (14)^5 * 8,875} = 0,11789 \text{ Bar.}$$

Este valor debe ser comparado con la caída máxima permitida en el tramo. La caída máxima permitida es del 2% (0,1775 Bar), se puede decir que la caída por unidad de longitud permisible es de 0,001775 Bar/m.

Por lo tanto la caída permisible para el tramo GH, es de 0,0284 Bar, lo cual indica que el tramo GH, presenta una caída de presión que representa el 1,33% de la presión absoluta del sistema, es decir, este segmento necesita un rediseño que permita mejorar su eficiencia.

### Tramo H-I:

El caudal que pasa por esta tubería es de 250 l / min, para determinar el diámetro de la tubería es necesario conocer el caudal de diseño:

$$Q_{dHI} = 250 * (0,05 + 1,7595 + 1) = 627,46 \text{ l / min.}$$

Luego se determina el flujo másico, con el fin de hallar el coeficiente de resistividad:

$$\dot{m} = Qd * \rho = 627,46 * 1,2 * 0,848 * 0,06 = 38,27 \text{ kg / h.}$$

Si:  $\dot{m} = 38,27 \Rightarrow \beta = 1,68$ , la velocidad es de 10 m / s, y este tramo es una tubería de PVC, con un diámetro de 1/2", se calcula la caída de presión en el tramo:

$$\Delta P = \frac{\beta * Qd^2 * 15,2 * L}{T * D^5 * P} = \frac{1,68 * (627,46)^2 * 15,2 * 9}{(273 + 20) * (14)^5 * 8,875} = 0,06470 \text{ Bar.}$$

Este valor debe ser comparado con la caída máxima permitida en el tramo. La caída máxima permitida es del 2% (0,1775 Bar), se puede decir que la caída por unidad de longitud permisible es de 0,001775 Bar/m. Por lo tanto la caída permisible para el tramo HI, es de 0,015975 Bar, lo cual indica que el tramo HI, presenta una caída de presión que representa el 0,73% de la presión absoluta del sistema, es decir, este segmento necesita un rediseño que permita mejorar su eficiencia.

#### **3.4.4. RESULTADOS DEL ESTUDIO.**

De acuerdo con los cálculos realizados en los apartados anteriores, se puede concluir que las pérdidas de presión del sistema de aire comprimido equivalen al 17,6 % de la presión absoluta del sistema; estas pérdidas de presión, traen consigo, un aumento de los ciclos de trabajo del compresor, lo que reduce la vida útil de esta máquina, aumenta los costos de mantenimiento y afecta el desempeño de los sistemas neumáticos de las máquinas del área de proceso. Se observó también, que la conexión principal entre el compresor y el sistema de aire comprimido, es una manguera de 1/4", este conducto es el responsable del 6,5% de las pérdidas de presión; además se encontraron una gran cantidad de tramos realizados con tuberías de PVC, las cuales representan una condición insegura, dado que al darse una ruptura de la tubería, generalmente se desprenden pequeños fragmentos de plástico, los cuales pueden causar daños físicos a los operarios de los equipos.

### 3.5. Cálculos para el Diseño de la red de Aire Comprimido.

#### 3.5.1. Disposición de las redes de aire comprimido:

A la vista de los puntos de consumo, ubicación de las máquinas, estructura del edificio, grado de sequedad del aire, etc, se puede establecer la disposición gráfica de la red de tuberías, adoptando el circuito cerrado o el circuito abierto; debe tenerse siempre presente, al diseñar la red de tuberías, que el factor fundamental a tener en cuenta es la humedad del aire, puesto que, aplicando la fórmula adecuada, la pérdida de presión y el caudal, son datos matemáticos que pueden calcularse, así como el diámetro de tubería mas conveniente para la mínima pérdida de presión y caudal a conducir por una longitud determinada.

#### 3.5.2. Consumo de aire por equipo:

A continuación se presenta un resumen con los respectivos consumos de aire de las máquinas y herramientas existentes en la planta:

**Tabla 3.5.2.1 Lista de equipos y su consumo.**

Salida	Equipo	Consumo (l/min)	Presión (Bar)
1	Pistola para pintura	150	6
2	Pistola de limpieza	150	6
3	Máquina de café	30	6
3	Pistola de limpieza	150	6
4	Pistola de limpieza	150	6
5	Selectora	300	7
5	Pistola de limpieza	150	6
6	Comitrol	3,1	1
7	Empacadoras	206	7,5
7	Pistola de limpieza	150	6
8	Enlatadora	18	6
9	Pistola de limpieza	150	6
10	Horno	1	3

Para las pistolas de pintura y limpieza es necesario aplicar un factor de utilización, que es de 10%, por lo que el consumo que se ha de utilizar para el cálculo del caudal del sistema será de 15 litros por minuto para cada una de estas unidades. Debido a la naturaleza y períodos de trabajo, es necesario considerar que el caudal máximo es representado por la totalidad de los equipos de la planta, lo que representa un valor de 663,1 litros por minuto. Una vez conocido el caudal máximo, se calcula el caudal de diseño del sistema:

$$Q_d = Q_{\text{máx}} * F_f + Q_{\text{máx}} * F_a + Q_{\text{máx}}$$

$$Q_d = 663,1 * 0,05 + 663,1 * 0,5 + 663,1$$

$$Q_d = 1027,805 \text{ (l / min)}$$

### 3.5.3. Presión Absoluta:

Debido a la variación que presenta la presión atmosférica con la altura, es necesario indicar este valor según la ubicación de los equipos; en este caso la altura es de 1200 metros sobre el nivel del mar, para lo cual, la presión atmosférica tiene un valor de 0,875 Bar. La presión mínima que se debe suplir es de 7,5 Bar para la empacadora, por lo tanto:

$$P_{\text{mín}} = (P_{\text{trab}} + P_{\text{Uruca}}) * 2\% + P_{\text{trab}} + P_{\text{Uruca}}$$

$$P_{\text{mín}} = (7,5 + 0,875) * 2\% + 7,5 + 0,875 = 8,5425 \text{ Bar Abs.} \approx 8,6 \text{ Bar Abs.}$$

$$P_{\text{mín}} = 8,5425 - 0,875 = 7,6675 \text{ Bar Man.} \approx 7,7 \text{ Bar Man.}$$

Ésta será la presión a la que el compresor ha de comenzar a trabajar, para levantar la presión hasta más o menos 8,7 Bar Man. Para efectos prácticos se puede establecer un rango que varíe entre los 8 y 9 Bar, en donde la presión absoluta del sistema será de 8,875 Bar, y con este valor se han de realizar los cálculos de las tuberías.

#### **3.5.4. Selección del compresor:**

En la empresa se cuenta con dos compresores de pistón, de la marca ABAC, uno de 5,5 HP (653 l / min, 2 pistones, doble etapa, tanque de 270 litros), y un compresor de 10 HP (1210 l / min, 2 pistones, doble etapa, tanque de 500 litros); por lo que la capacidad instalada es de 1863 l / min.

#### **3.5.5. Nuevo Factor de Ampliación:**

Dado que ya tenemos los compresores, es necesario realizar un nuevo cálculo del factor de ampliación real, ya que éste se había supuesto para un valor del 50 % para un caudal de diseño de 1027,805 l / min. Ahora el caudal de diseño es el brindado por los dos compresores, es decir 1863 l / min, por lo que el nuevo factor de ampliación es de:

$$Fa = \frac{1863 - 663,1 * 0,05 - 663,1}{663,1} = 175,95\%$$

#### **3.5.6. Determinación del caudal de cada tramo:**

En esta etapa se calculan los caudales que han de pasar por la tubería, razón por la cual no se toman en cuenta los factores de utilización.

Tramo A-B: Tubería Secundaria.

$$QAB = Q1+Q2+Q3+Q4+Q5+Q6+Q7+Q8+Q9+Q10$$

$$QAB = 150+150+ (30+150)+150+ (300+150)+3,1+ (206+150)+18+150+1$$

$$QAB = 1608,1 \text{ l / min.}$$

Tramo B-D:

$$QBD = Q1+Q2+Q4+Q8+Q7$$

$$QBD = 150+150+150+18+356$$

$$QBD = 824 \text{ l / min.}$$

Tramo D-E:

$$QDE = Q4+Q8+Q7$$

$$QDE = 150+18+356$$

$$QDE = 524 \text{ l / min.}$$

Tramo E-C:

$$QEC = Q7+Q8$$

$$QEC = 356+18$$

$$QEC = 374 \text{ l / min.}$$

Tramo B-F:

$$QBF = Q3+Q9+Q10+Q5+Q6$$

$$QBF = 180+150+1+450+3,1$$

$$QBF = 784,1 \text{ l / min.}$$

Tramo F-G:

$$QFG = Q9+Q10+Q5+Q6$$

$$QFG = 150+1+450+3,1$$

$$QFG = 604,1 \text{ l / min.}$$

Tramo G-H:

$$QGH = Q5+Q6$$

$$QGH = 450+3,1$$

$$QGH = 453,1 \text{ l / min.}$$

Tramo H-C:

$$QHC = Q6$$

$$QHC = 3,1 \text{ l / min.}$$

**3.5.7. Cálculo de las tuberías:**

Tramo A-B: Tubería Secundaria.

El caudal que pasa por esta tubería es de 1608,1 l / min; para determinar el diámetro de la tubería es necesario conocer el caudal de diseño:

$$Q_{dAB} = 1608,1 * (0,05 + 1,7595 + 1) = 4517,96 \text{ l / min.}$$

Luego se determina el flujo másico, con el fin de hallar el coeficiente de resistividad:

$$\dot{m} = Qd * \rho = 4517,96 * 1,2 * 0,848 * 0,06 = 275,85 \text{ kg / h.}$$

Si:  $\dot{m} = 275,85 \Rightarrow \beta = 1,24$ , y la velocidad es de 10 m / s, entonces el diámetro es de:

$$D_{AB} = \sqrt{\frac{4517,96 * 100}{4,71 * 8,875 * 10}} = 32,88 \text{ mm.}$$

Usando una tubería de cobre tipo L, se necesitaría un tubo con un diámetro interno de 38,22 mm, y un diámetro nominal de 38 mm. Con estos valores de tubería, se calcula la caída de presión en el tramo:

$$\Delta P = \frac{\beta * Qd^2 * 15,2 * L}{T * D^5 * P} = \frac{1,24 * (4517,96)^2 * 15,2 * 4}{(273 + 20) * (38,22)^5 * 8,875} = 0,00725639 \text{ Bar.}$$

Este valor debe ser comparado con la caída máxima permitida en el tramo, dado que el punto Z es el más lejano, y la caída máxima permitida es del 2% (0,1775 Bar), se puede decir que la caída por unidad de longitud permisible es de 0,002629629 Bar/m. Por lo tanto la caída permisible para el tramo AB, es de 0,0105518518 Bar, lo cual indica que la tubería seleccionada cumple con el valor calculado.

Tramo B-D: Tubería Secundaria.

El caudal que pasa por esta tubería es de 824 l / min; para determinar el diámetro de la tubería es necesario conocer el caudal de diseño:

$$Q_{dBD} = 824 * (0,05 + 1,7595 + 1) = 2315,028 \text{ l / min.}$$

Luego se determina el flujo másico, con el fin de hallar el coeficiente de resistividad:

$$\dot{m} = Qd * \rho = 2315,028 * 1,2 * 0,848 * 0,06 = 141,35 \text{ kg / h.}$$

Si:  $\dot{m} = 141,35 \Rightarrow \beta = 1,38$ , y la velocidad es de 10 m / s, entonces el diámetro es de:

$$DBD = \sqrt{\frac{2315,028 * 100}{4,71 * 8,875 * 10}} = 23,54 \text{ mm.}$$

Usando una tubería de cobre tipo L, se necesitaría un tubo con un diámetro interno de 32,12 mm, y un diámetro nominal de 32 mm. Con estos valores de tubería, se calcula la caída de presión en el tramo:

$$\Delta P = \frac{\beta * Qd^2 * 15,2 * L}{T * D^5 * P} = \frac{1,38 * (2315,028)^2 * 15,2 * 5}{(273 + 20) * (32,12)^5 * 8,875} = 0,006322538 \text{ Bar.}$$

Por lo tanto la caída permisible para el tramo BD, es de 0,013148145 Bar, lo cual indica que la tubería seleccionada cumple con los valores de caída de presión permitidos.

Tramo D-E:

El caudal que pasa por esta tubería es de 524 l / min; para determinar el diámetro de la tubería es necesario conocer el caudal de diseño:

$$Q_{dDE} = 524 * (0,05 + 1,7595 + 1) = 1472,178 \text{ l / min.}$$

Luego se determina el flujo másico, con el fin de hallar el coeficiente de resistividad:

$$\dot{m} = Qd * \rho = 1472,178 * 1,2 * 0,848 * 0,06 = 89,89 \text{ kg / h.}$$

Si:  $\dot{m} = 89,89 \Rightarrow \beta = 1,48$ , y la velocidad es de 10 m / s, entonces el diámetro es de:

$$DDE = \sqrt{\frac{1472,178 * 100}{4,71 * 8,875 * 10}} = 18,77 \text{ mm.}$$

Usando una tubería de cobre tipo L, se necesitaría un tubo con un diámetro interno de 26,03 mm, y un diámetro nominal de 25 mm. Con estos valores de tubería, se calcula la caída de presión en el tramo:

$$\Delta P = \frac{\beta * Qd^2 * 15,2 * L}{T * D^5 * P} = \frac{1,48 * (1472,178)^2 * 15,2 * 32}{(273 + 20) * (26,03)^5 * 8,875} = 0,050207559 \text{ Bar.}$$

Por lo tanto la caída permisible para el tramo DE, es de 0,084148128 Bar, lo cual indica que la tubería seleccionada cumple con los valores de caída de presión permitidos.

### Tramo E-C:

El caudal que pasa por esta tubería es de 374 l / min; para determinar el diámetro de la tubería es necesario conocer el caudal de diseño:

$$QdEC = 374 * (0,05 + 1,7595 + 1) = 1050,753 \text{ l / min.}$$

Luego se determina el flujo másico, con el fin de hallar el coeficiente de resistividad:

$$\dot{m} = Qd * \rho = 1050,753 * 1,2 * 0,848 * 0,06 = 64,15 \text{ kg / h.}$$

Si:  $\dot{m} = 64,15 \Rightarrow \beta = 1,54$ , y la velocidad es de 10 m / s, entonces el diámetro es de:

$$DEC = \sqrt{\frac{1050,753 * 100}{4,71 * 8,875 * 10}} = 15,85 \text{ mm.}$$

Usando una tubería de cobre tipo L, se necesitaría un tubo con un diámetro interno de 26,03 mm, y un diámetro nominal de 25 mm. Con estos valores de tubería, se calcula la caída de presión en el tramo:

$$\Delta P = \frac{\beta * Qd^2 * 15,2 * L}{T * D^5 * P} = \frac{1,54 * (1050,753)^2 * 15,2 * 39}{(273 + 20) * (26,03)^5 * 8,875} = 0,032435707 \text{ Bar.}$$

Por lo tanto la caída permisible para el tramo EC, es de 0,102555531 Bar, lo cual indica que la tubería seleccionada cumple con los valores de caída de presión permitidos.

#### Tramo B-F:

El caudal que pasa por esta tubería es de 784,1 l / min; para determinar el diámetro de la tubería es necesario conocer el caudal de diseño:

$$Q_{dB} = 784,1 * (0,05 + 1,7595 + 1) = 2202,929 \text{ l / min.}$$

Luego se determina el flujo másico, con el fin de hallar el coeficiente de resistividad:

$$\dot{m} = Qd * \rho = 2202,929 * 1,2 * 0,848 * 0,06 = 134,5 \text{ kg / h.}$$

Si:  $\dot{m} = 3,09 \Rightarrow \beta = 1,39$ , y la velocidad es de 10 m / s, entonces el diámetro es de:

$$DBF = \sqrt{\frac{2202,929 * 100}{4,71 * 8,875 * 10}} = 22,96 \text{ mm.}$$

Usando una tubería de cobre tipo L, se necesitaría un tubo con un diámetro interno de 32,12 mm y un diámetro nominal de 32 mm. Con estos valores de tubería, se calcula la caída de presión en el tramo:

$$\Delta P = \frac{\beta * Qd^2 * 15,2 * L}{T * D^5 * P} = \frac{1,39 * (2202,929)^2 * 15,2 * 5}{(273 + 20) * (32,12)^5 * 8,875} = 0,005766546 \text{ Bar.}$$

Por lo tanto la caída permisible para el tramo BF, es de 0,013148145 Bar, lo cual indica que la tubería seleccionada cumple con los valores de caída de presión permitidos.

#### Tramo F-G:

El caudal que pasa por esta tubería es de 604,1 l / min; para determinar el diámetro de la tubería es necesario conocer el caudal de diseño:

$$Q_{dFG} = 604,1 * (0,05 + 1,7595 + 1) = 1697,219 \text{ l / min.}$$

Luego se determina el flujo másico, con el fin de hallar el coeficiente de resistividad:

$$\dot{m} = Qd * \rho = 1697,219 * 1,2 * 0,848 * 0,06 = 103,63 \text{ kg / h.}$$

Si:  $\dot{m} = 103,63 \Rightarrow \beta = 1,44$ , y la velocidad es de 10 m / s, entonces el diámetro es de:

$$DFG = \sqrt{\frac{1697,219 * 100}{4,71 * 8,875 * 10}} = 20,15 \text{ mm.}$$

Usando una tubería de cobre tipo L, se necesitaría un tubo con un diámetro interno de 26,03 mm y un diámetro nominal de 25 mm. Con estos valores de tubería, se calcula la caída de presión en el tramo:

$$\Delta P = \frac{\beta * Qd^2 * 15,2 * L}{T * D^5 * P} = \frac{1,44 * (1697,219)^2 * 15,2 * 24}{(273 + 20) * (26,03)^5 * 8,875} = 0,048695213 \text{ Bar.}$$

Por lo tanto la caída permisible para el tramo FG, es de 0,063111096 Bar, lo cual indica que la tubería seleccionada cumple con los valores de caída de presión permitidos.

#### Tramo G-H:

El caudal que pasa por esta tubería es de 453,1 l / min; para determinar el diámetro de la tubería es necesario conocer el caudal de diseño:

$$QdGH = 453,1 * (0,05 + 1,7595 + 1) = 1272,984 \text{ l / min.}$$

Luego se determina el flujo másico, con el fin de hallar el coeficiente de resistividad:

$$\overset{\circ}{m} = Qd * \rho = 1272,984 * 1,2 * 0,848 * 0,06 = 77,72 \text{ kg / h.}$$

Si:  $\overset{\circ}{m} = 77,72 \Rightarrow \beta = 1,50$ , y la velocidad es de 10 m / s, entonces el diámetro es de:

$$DGH = \sqrt{\frac{1272,984 * 100}{4,71 * 8,875 * 10}} = 17,45 \text{ mm.}$$

Usando una tubería de cobre tipo L, se necesitaría un tubo con un diámetro interno de 26,03 mm y un diámetro nominal de 25 mm. Con estos valores de tubería, se calcula la caída de presión en el tramo:

$$\Delta P = \frac{\beta * Qd^2 * 15,2 * L}{T * D^5 * P} = \frac{1,50 * (1272,984)^2 * 15,2 * 9}{(273 + 20) * (26,03)^5 * 8,875} = 0,010700804 \text{ Bar.}$$

Por lo tanto la caída permisible para el tramo GH, es de 0,0236666661 Bar, lo cual indica que la tubería seleccionada cumple con los valores de caída de presión permitidos.

Tramo H-C:

El caudal que pasa por esta tubería es de 3,1 l / min; para determinar el diámetro de la tubería es necesario conocer el caudal de diseño:

$$Q_{dHC} = 3,1 * (0,05 + 1,7595 + 1) = 8,709 \text{ l / min.}$$

Luego se determina el flujo másico, con el fin de hallar el coeficiente de resistividad:

$$\dot{m} = Qd * \rho = 8,709 * 1,2 * 0,848 * 0,06 = 0,53 \text{ kg / h.}$$

Si:  $\dot{m} = 0,53 \Rightarrow \beta = 2,14$ , y la velocidad es de 10 m / s, entonces el diámetro es de:

$$D_{HC} = \sqrt{\frac{8,709 * 100}{4,71 * 8,875 * 10}} = 1,44 \text{ mm.}$$

Usando una tubería de cobre tipo L, se necesitaría un tubo con un diámetro interno de 26,03 mm y un diámetro nominal de 25 mm, esto con el fin de que los tramos HC y EC, cuenten con diámetros de tuberías similares, y así evitar una caída de presión no deseada. Con estos valores de tubería, se calcula la caída de presión en el tramo:

$$\Delta P = \frac{\beta * Qd^2 * 15,2 * L}{T * D^5 * P} = \frac{2,14 * (8,709)^2 * 15,2 * 21}{(273 + 20) * (26,03)^5 * 8,875} = 0,000001667 \text{ Bar.}$$

Por lo tanto la caída permisible para el tramo HC, es de 0,055222209 Bar, lo cual indica que la tubería seleccionada cumple con los valores de caída de presión permitidos.

**3.5.8. Cálculo de los Bajantes.**

Para los bajantes se utiliza el caudal consumido por cada salida; el caudal de diseño utilizado no toma en cuenta el factor de ampliación, debido a que en los bajantes no se colocará ninguna máquina adicional, además la velocidad considerada en los bajantes es de 15 m/seg.

Bajante 1: Pistola de pintura para el taller.

Dado que los tramos A-B y B-D ya tienen definida la caída de presión, es necesario tomar en cuenta este dato para realizar el cálculo del bajante, por lo tanto:

$$\begin{aligned}\Delta P(1) &= 0,02 * 8,875 - \Delta P(A - B) - \Delta P(B - D) - \Delta P(D - 1) \\ \Delta P(1) &= 0,02 * 8,875 - 0,00725639 - 0,006322538 - 0,02629629 \\ \Delta P(1) &= 0,137624782\end{aligned}$$

La caída de presión permitida en el bajante 1 sería: 0,137624782 Bar.

El caudal que pasa por esta tubería es de 150 l / min, para determinar el diámetro de la tubería es necesario conocer el caudal de diseño:

$$Qd1 = 150 * (0,05 + 1) = 157,5 \text{ l / min.}$$

Luego se determina el flujo másico, con el fin de hallar el coeficiente de resistividad:

$$\dot{m} = Qd * \rho = 157,5 * 1,2 * 0,848 * 0,06 = 9,61632 \text{ kg / h.}$$

Si:  $\dot{m} = 9,61632 \Rightarrow \beta = 2,03$ , y la velocidad es de 15 m / s, entonces el diámetro es de:

$$D1 = \sqrt{\frac{157,5 * 100}{4,71 * 8,875 * 15}} = 5,02 \text{ mm.}$$

Usando una tubería de cobre tipo L, se necesitaría un tubo con un diámetro interno de 7,99 mm y un diámetro nominal de 6,3 mm. Con estos valores de tubería, se calcula la caída de presión en el tramo:

$$\Delta P = \frac{\beta * Qd^2 * 15,2 * L}{T * D^5 * P} = \frac{2,03 * (157,5)^2 * 15,2 * 2}{(273 + 20) * (7,99)^5 * 8,875} = 0,018078436 \text{ Bar.}$$

Por lo tanto la caída permisible para el bajante 1, es de 0,018078436 Bar, lo cual indica que la tubería seleccionada cumple con los valores de caída de presión permitidos.

**Bajante 2:** Pistola de limpieza para el taller.

Dado que este bajante presenta las mismas características que el bajante #1, se diseña de la misma manera, usando una tubería de cobre tipo L, con un diámetro interno de 7,99 mm y un diámetro nominal de 6,3 mm.

**Bajante 3:** Maquina de Café y Pistola de Limpieza.

Dado que los tramos A-B y B-F ya tienen definida la caída de presión, es necesario tomar en cuenta este dato para realizar el cálculo del bajante, por lo tanto:

$$\begin{aligned}\Delta P(3) &= 0,02 * 8,875 - \Delta P(A - B) - \Delta P(B - F) \\ \Delta P(3) &= 0,02 * 8,875 - 0,00725639 - 0,005766546 \\ \Delta P(3) &= 0,164477064\end{aligned}$$

La caída de presión permitida en el bajante 3 sería: 0,164477064 Bar.

El caudal que pasa por esta tubería es de 180 l / min; para determinar el diámetro de la tubería es necesario conocer el caudal de diseño:

$$Qd3 = 180 * (0,05 + 1) = 189 \text{ l / min.}$$

Luego se determina el flujo másico, con el fin de hallar el coeficiente de resistividad:

$$\dot{m} = Qd * \rho = 189 * 1,2 * 0,848 * 0,06 = 11,54 \text{ kg / h.}$$

Si:  $\dot{m} = 11,54 \Rightarrow \beta = 2,03$ , y la velocidad es de 15 m / s, entonces el diámetro es de:

$$D3 = \sqrt{\frac{189 * 100}{4,71 * 8,875 * 15}} = 5,49 \text{ mm.}$$

Usando una tubería de cobre tipo L, se necesitaría un tubo con un diámetro interno de 7,99 mm y un diámetro nominal de 6,3 mm. Con estos valores de tubería, se calcula la caída de presión en el tramo:

$$\Delta P = \frac{\beta * Qd^2 * 15,2 * L}{T * D^5 * P} = \frac{2,03 * (189)^2 * 15,2 * 2}{(273 + 20) * (7,99)^5 * 8,875} = 0,026032948 \text{ Bar.}$$

Por lo tanto la caída permisible para el bajante 3, es de 0,164477064 Bar, lo cual indica que la tubería seleccionada cumple con los valores de caída de presión permitidos.

#### Bajante 4: Pistola de Limpieza.

Dado que los tramos A-B, B-D y D-E ya tienen definida la caída de presión, es necesario tomar en cuenta este dato para realizar el cálculo del bajante, por lo tanto:

$$\Delta P(4) = 0,02 * 8,875 - \Delta P(A - B) - \Delta P(B - D) - \Delta P(D - E)$$

$$\Delta P(4) = 0,02 * 8,875 - 0,00725639 - 0,006322538 - 0,050207559$$

$$\Delta P(4) = 0,113713513$$

La caída de presión permitida en el bajante 4 sería: 0,113713513 Bar.

El caudal que pasa por esta tubería es de 150 l / min; para determinar el diámetro de la tubería es necesario conocer el caudal de diseño:

$$Qd4 = 150 \cdot (0,05 + 1) = 157,5 \text{ l / min.}$$

Luego se determina el flujo másico, con el fin de hallar el coeficiente de resistividad:

$$\dot{m} = Qd \cdot \rho = 157,5 \cdot 1,2 \cdot 0,848 \cdot 0,06 = 9,61632 \text{ kg / h.}$$

Si:  $\dot{m} = 9,61632 \Rightarrow \beta = 2,03$ , y la velocidad es de 15 m / s, entonces el diámetro es de:

$$D4 = \sqrt{\frac{157,5 \cdot 100}{4,71 \cdot 8,875 \cdot 15}} = 5,01 \text{ mm.}$$

Usando una tubería de cobre tipo L, se necesitaría un tubo con un diámetro interno de 7,99 mm y un diámetro nominal de 6,3 mm. Con estos valores de tubería, se calcula la caída de presión en el tramo:

$$\Delta P = \frac{\beta \cdot Qd^2 \cdot 15,2 \cdot L}{T \cdot D^5 \cdot P} = \frac{2,03 \cdot (157,5)^2 \cdot 15,2 \cdot 5}{(273 + 20) \cdot (7,99)^5 \cdot 8,875} = 0,045196090 \text{ Bar.}$$

Por lo tanto la caída permisible para el bajante 4, es de 0,113713513 Bar, lo cual indica que la tubería seleccionada cumple con los valores de caída de presión permitidos.

#### Bajante 5: Selectoras y Pistola de Limpieza

Dado que los tramos A-B, B-F, F-G y G-H ya tienen definida la caída de presión, es necesario tomar en cuenta este dato para realizar el cálculo del bajante, por lo tanto:

$$\Delta P(5) = 0,02 \cdot 8,875 - \Delta P(A - B) - \Delta P(B - F) - \Delta P(F - G) - \Delta P(G - H)$$

$$\Delta P(5) = 0,02 \cdot 8,875 - 0,00725639 - 0,005766546 - 0,048695213 - 0,010700804$$

$$\Delta P(5) = 0,105081047$$

La caída de presión permitida en el bajante 5 sería: 0,105081047 Bar.

El caudal que pasa por esta tubería es de 450 l / min; para determinar el diámetro de la tubería es necesario conocer el caudal de diseño:

$$Q_{d5} = 450 * (0,05 + 1) = 472,5 \text{ l / min.}$$

Luego se determina el flujo másico, con el fin de hallar el coeficiente de resistividad:

$$\dot{m} = Qd * \rho = 472,5 * 1,2 * 0,848 * 0,06 = 28,85 \text{ kg / h.}$$

Si:  $\dot{m} = 28,85 \Rightarrow \beta = 1,74$ , y la velocidad es de 15 m / s, entonces el diámetro es de:

$$D5 = \sqrt{\frac{472,5 * 100}{4,71 * 8,875 * 15}} = 8,68 \text{ mm.}$$

Usando una tubería de cobre tipo L, se necesitaría un tubo con un diámetro interno de 10,92 mm y un diámetro nominal de 9,5 mm. Con estos valores de tubería, se calcula la caída de presión en el tramo:

$$\Delta P = \frac{\beta * Qd^2 * 15,2 * L}{T * D^5 * P} = \frac{1,74 * (472,5)^2 * 15,2 * 2,2}{(273 + 20) * (10,92)^5 * 8,875} = 0,0321714 \text{ Bar.}$$

Por lo tanto la caída permisible para el bajante 5, es de 0,105081047 Bar, lo cual indica que la tubería seleccionada cumple con los valores de caída de presión permitidos.

#### Bajante 6: Comitrol.

Dado que los tramos A-B, B-F, F-G, G-H y H-C ya tienen definida la caída de presión, es necesario tomar en cuenta este dato para realizar el cálculo del bajante, por lo tanto:

$$\Delta P(6) = 0,02 * 8,875 - \Delta P(A - B) - \Delta P(B - F) - \Delta P(F - G) - \Delta P(G - H) - \Delta(H - 6)$$

$$\Delta P(6) = 0,02 * 8,875 - 0,00725639 - 0,005766546 - 0,048695213 - 0,010700804 - 0,00000127$$

$$\Delta P(6) = 0,105079777$$

La caída de presión permitida en el bajante 6 sería: 0,105079777 Bar.

El caudal que pasa por esta tubería es de 3,1 l / min; para determinar el diámetro de la tubería es necesario conocer el caudal de diseño:

$$Qd6 = 3,1 * (0,05 + 1) = 3,255 \text{ l / min.}$$

Luego se determina el flujo másico, con el fin de hallar el coeficiente de resistividad:

$$\dot{m} = Qd * \rho = 3,255 * 1,2 * 0,848 * 0,06 = 0,2 \text{ kg / h.}$$

Si:  $\dot{m} = 0,2 \Rightarrow \beta = 2,14$ , y la velocidad es de 15 m / s, entonces el diámetro es de:

$$D6 = \sqrt{\frac{3,255 * 100}{4,71 * 8,875 * 15}} = 0,72 \text{ mm.}$$

Usando una tubería de cobre tipo L, se necesitaría un tubo con un diámetro interno de 7,99 mm y un diámetro nominal de 6,3 mm. Con estos valores de tubería, se calcula la caída de presión en el tramo:

$$\Delta P = \frac{\beta * Qd^2 * 15,2 * L}{T * D^5 * P} = \frac{2,14 * (3,255)^2 * 15,2 * 2,2}{(273 + 20) * (7,99)^5 * 8,875} = 0,000008953 \text{ Bar.}$$

Por lo tanto la caída permisible para el bajante 6, es de 0,105079777 Bar, lo cual indica que la tubería seleccionada cumple con los valores de caída de presión permitidos.

Bajante 7: Empacadoras y pistola de limpieza.

Dado que los tramos A-B, B-D, D-E y E-C ya tienen definida la caída de presión, es necesario tomar en cuenta este dato para realizar el cálculo del bajante, por lo tanto:

$$\Delta P(7) = 0,02 * 8,875 - \Delta P(A - B) - \Delta P(B - D) - \Delta P(D - E) - \Delta P(E - C)$$

$$\Delta P(7) = 0,02 * 8,875 - 0,00725639 - 0,006322538 - 0,050207559 - 0,032435707$$

$$\Delta P(7) = 0,081277806$$

La caída de presión permitida en el bajante 7 sería: 0,081277806 Bar.

El caudal que pasa por esta tubería es de 356 l / min; para determinar el diámetro de la tubería es necesario conocer el caudal de diseño:

$$Q_{d7} = 356 * (0,05 + 1) = 373,8 \text{ l / min.}$$

Luego se determina el flujo másico, con el fin de hallar el coeficiente de resistividad:

$$\dot{m} = Q_d * \rho = 373,8 * 1,2 * 0,848 * 0,06 = 22,83 \text{ kg / h.}$$

Si:  $\dot{m} = 22,83 \Rightarrow \beta = 1,82$ , y la velocidad es de 15 m / s, entonces el diámetro es de:

$$D_7 = \sqrt{\frac{373,8 * 100}{4,71 * 8,875 * 15}} = 7,72 \text{ mm.}$$

Usando una tubería de cobre tipo L, se necesitaría un tubo con un diámetro interno de 10,92 mm y un diámetro nominal de 9,5 mm. Con estos valores de tubería, se calcula la caída de presión en el tramo:

$$\Delta P = \frac{\beta * Q_d^2 * 15,2 * L}{T * D^5 * P} = \frac{1,82 * (373,8)^2 * 15,2 * 2,2}{(273 + 20) * (10,92)^5 * 8,875} = 0,021060422 \text{ Bar.}$$

Por lo tanto la caída permisible para el bajante 7, es de 0,081277806 Bar, lo cual indica que la tubería seleccionada cumple con los valores de caída de presión permitidos.

Bajante 8: Enlatadora.

Dado que los tramos A-B, B-D, D-E y E-C ya tienen definida la caída de presión, es necesario tomar en cuenta este dato para realizar el cálculo del bajante, por lo tanto:

$$\Delta P(8) = 0,02 * 8,875 - \Delta P(A - B) - \Delta P(B - D) - \Delta P(D - E) - \Delta P(E - 8)$$

$$\Delta P(8) = 0,02 * 8,875 - 0,00725639 - 0,006322538 - 0,050207559 - 0,029108967$$

$$\Delta P(8) = 0,084604546$$

La caída de presión permitida en el bajante 8 sería: 0,084604546 Bar.

El caudal que pasa por esta tubería es de 18 l / min; para determinar el diámetro de la tubería es necesario conocer el caudal de diseño:

$$Q_{d8} = 18 * (0,05 + 1) = 18,9 \text{ l / min.}$$

Luego se determina el flujo másico, con el fin de hallar el coeficiente de resistividad:

$$\dot{m} = Q_d * \rho = 18,9 * 1,2 * 0,848 * 0,06 = 1,16 \text{ kg / h.}$$

Si:  $\dot{m} = 1,16 \Rightarrow \beta = 2,14$ , y la velocidad es de 15 m / s, entonces el diámetro es de:

$$D_8 = \sqrt{\frac{18,9 * 100}{4,71 * 8,875 * 15}} = 1,74 \text{ mm.}$$

Usando una tubería de cobre tipo L, se necesitaría un tubo con un diámetro interno de 7,99 mm y un diámetro nominal de 6,3 mm. Con estos valores de tubería, se calcula la caída de presión en el tramo:

$$\Delta P = \frac{\beta * Q_d^2 * 15,2 * L}{T * D^5 * P} = \frac{2,14 * (18,9)^2 * 15,2 * 2,2}{(273 + 20) * (7,99)^5 * 8,875} = 0,000301880 \text{ Bar.}$$

Por lo tanto la caída permisible para el bajante 8, es de 0,084604546 Bar, lo cual indica que la tubería seleccionada cumple con los valores de caída de presión permitidos.

Bajante 9: Pistola de Limpieza.

Dado que los tramos A-B, B-F y F-G ya tienen definida la caída de presión, es necesario tomar en cuenta este dato para realizar el cálculo del bajante, por lo tanto:

$$\Delta P(9) = 0,02 * 8,875 - \Delta P(A - B) - \Delta P(B - F) - \Delta P(F - G) - \Delta P(G - 9)$$

$$\Delta P(9) = 0,02 * 8,875 - 0,00725639 - 0,005766546 - 0,048695213 - 0,013148145$$

$$\Delta P(9) = 0,102633706$$

La caída de presión permitida en el bajante 9 sería: 0,102633706 Bar.

El caudal que pasa por esta tubería es de 150 l / min; para determinar el diámetro de la tubería es necesario conocer el caudal de diseño:

$$Qd9 = 150 * (0,05 + 1) = 157,5 \text{ l / min.}$$

Luego se determina el flujo másico, con el fin de hallar el coeficiente de resistividad:

$$\dot{m} = Qd * \rho = 157,5 * 1,2 * 0,848 * 0,06 = 9,62 \text{ kg / h.}$$

Si:  $\dot{m} = 9,62 \Rightarrow \beta = 2,03$ , y la velocidad es de 15 m / s, entonces el diámetro es de:

$$D9 = \sqrt{\frac{157,5 * 100}{4,71 * 8,875 * 15}} = 5,02 \text{ mm.}$$

Usando una tubería de cobre tipo L, se necesitaría un tubo con un diámetro interno de 7,99 mm y un diámetro nominal de 6,3 mm. Con estos valores de tubería, se calcula la caída de presión en el tramo:

$$\Delta P = \frac{\beta * Qd^2 * 15,2 * L}{T * D^5 * P} = \frac{2,03 * (157,5)^2 * 15,2 * 2,2}{(273 + 20) * (7,99)^5 * 8,875} = 0,019886279 \text{ Bar.}$$

Por lo tanto la caída permisible para el bajante 9, es de 0,102633706 Bar, lo cual indica que la tubería seleccionada cumple con los valores de caída de presión permitidos.

Bajante 10: Horno.

Dado que los tramos A-B, B-F y F-G ya tienen definida la caída de presión, es necesario tomar en cuenta este dato para realizar el cálculo del bajante, por lo tanto:

$$\Delta P(10) = 0,02 * 8,875 - \Delta P(A - B) - \Delta P(B - F) - \Delta P(F - G) - \Delta P(G - 10)$$

$$\Delta P(10) = 0,02 * 8,875 - 0,00725639 - 0,005766546 - 0,048695213 - 0,023666661$$

$$\Delta P(10) = 0,09211519$$

La caída de presión permitida en el bajante 10 sería: 0,09211519 Bar.

El caudal que pasa por esta tubería es de 1 l / min; para determinar el diámetro de la tubería es necesario conocer el caudal de diseño:

$$Q_{d10} = 1 * (0,05 + 1) = 1,05 \text{ l / min.}$$

Luego se determina el flujo másico, con el fin de hallar el coeficiente de resistividad:

$$\dot{m} = Qd * \rho = 1,05 * 1,2 * 0,848 * 0,06 = 0,065 \text{ kg / h.}$$

Si:  $\dot{m} = 0,065 \Rightarrow \beta = 2,14$ , y la velocidad es de 15 m / s, entonces el diámetro es de:

$$D_{10} = \sqrt{\frac{1,05 * 100}{4,71 * 8,875 * 15}} = 0,41 \text{ mm.}$$

Usando una tubería de cobre tipo L, se necesitaría un tubo con un diámetro interno de 7,99 mm y un diámetro nominal de 6,3 mm. Con estos valores de tubería, se calcula la caída de presión en el tramo:

$$\Delta P = \frac{\beta * Qd^2 * 15,2 * L}{T * D^5 * P} = \frac{2,14 * (1,05)^2 * 15,2 * 2,2}{(273 + 20) * (7,99)^5 * 8,875} = 0,0000006129 \text{ Bar.}$$

Por lo tanto la caída permisible para el bajante 10, es de 0,09211519 Bar, lo cual indica que la tubería seleccionada cumple con los valores de caída de presión permitidos.

**3.5.9. RESUMEN DEL CÁLCULO**

A continuación se presenta un resumen de las tuberías mínimas requeridas para la red de aire comprimido, se indican los diámetros tanto para las tuberías de cobre como para las tuberías de aluminio de Ingersoll-Rand.

Tramo	Longitud	Tubería de Cobre Tipo L		Tubería de Aluminio SimpliAir	
		D. Interno	D. Nominal	D. Interno	D. Nominal
A-B	4	38,22	38	25	28
B-D	5	32,12	32	25	28
D-E	32	26,03	25	25	28
E-C	39	26,03	25	25	28
B-F	5	32,12	32	25	28
F-G	24	26,03	25	25	28
G-H	9	26,03	25	25	28
H-C	21	26,03	25	25	28
Baj 1	2	13,84	12	19	22
Baj 2	2	13,84	12	19	22
Baj 3	2	13,84	12	19	22
Baj 4	5	13,84	12	19	22
Baj 5	2,2	13,84	12	19	22
Baj 6	2,2	13,84	12	19	22
Baj 7	2,2	13,84	12	19	22
Baj 8	2,2	13,84	12	19	22
Baj 9	2,2	13,84	12	19	22
Baj 10	2,2	13,84	12	19	22

**3.5.10. INVERSION PARA EL SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO**

A continuación se presenta un resumen de los costos requeridos para realizar la instalación, haciendo uso de los sistemas de aire comprimido de la línea Ingersoll-Rand.

La primer propuesta es el sistema de tuberías de aluminio anodizado extruido Simplair de Ingersoll-Rand, en tubería Simplair de 1 pulgada, para los puntos de trabajo serán dispuestos en tubería de aluminio de ½ pulgada, con válvulas de bola en la parte superior a fin de poder aislar cada bajante durante operaciones que se realicen en estos, en la parte inferior del bajante se disponen acoples rápidos tipo industrial, el soporte de la tubería, se llevará a cabo de forma aérea mediante el accesorio que la línea Simplair tiene para este propósito.

<b>Accesorios</b>	<b>Cantidad</b>
Tubo 1"	36
Junta recta 1"	24
Codo 1"	8
Tapón 1"	3
Placa de salida para tubería Simplair 1"	4
Válvula de bola Simplair 1"	3
Transición de tubería Simplair a roscado 1"	1
Placa de salida hembra en 3/8"	10
Elemento de soportería para 1"	71
Tubería 14 mm	10
Transición de Simplair 14 mm a roscado macho ½"	10
Transición de Simplair 14 mm a roscado hembra 3/8"	10
Calcomanías de identificación	1 caja
Válvula de bola ½"	10
Acoples rápidos ¼"	10

<b>PRECIO DE LOS MATERIALES .....</b>	<b>\$ 4.477.88 + I.V.</b>
<b>PRECIO DEL MONTAJE DE LA TUBERIA.....</b>	<b>\$ 1.000.00</b>
<b>PRECIO TOTAL DE LA INSTALACION.....</b>	<b>\$ 6.060.00 I.V.I.</b>

La segunda propuesta es el sistema de tuberías de aluminio anodizado extruído Simplair **Easy Line** de Ingersoll-Rand, ofrecido en tubería de 28 mm, para los puntos de trabajo serán dispuestos en tubería de aluminio de 22 mm, con válvulas de bola en la parte superior a fin de poder aislar cada bajante durante operaciones que se realicen en estos, en la parte inferior del bajante se disponen acoples rápidos tipo industrial.

<b>Accesorios</b>	<b>Cantidad</b>
Tubo 28 mm	62
Codo 28 mm	11
Tee 28 mm	10
Unión 28 mm	51
Transición de tubería de 28 mm a roscado 1"	1
Reducción tubería de 28 mm a 22 mm	10
Válvula de bola 28 mm	13
Tubo 22 mm	11
Codo 22 mm	10
Transición de tubería de 22 mm a roscado 1"	10
Unión 22 mm	1
Acoples rápidos ¼"	10

<b>PRECIO DE LOS MATERIALES .....</b>	<b>\$ 3.500.00 + I.V.</b>
<b>PRECIO DEL MONTAJE DE LA TUBERIA.....</b>	<b>\$ 1.000.00</b>
<b>PRECIO TOTAL DE LA INSTALACION.....</b>	<b>\$ 4.955.00 I.V.I.</b>

Seguidamente, se detallan los equipos adicionales necesarios para la instalación de la red de aire comprimido:

- 1) **Secador de Aire**, Marca "INGERSOLL RAND", serie REFRIGERADO con válvula de drenaje:

MODELO:	DS50
CAPACIDAD:	50 SCFM
PRESION MAXIMA:	232 PSIG
TEMP. AMBIENTE MAX. OPERACIÓN	120° F
PUNTO DE ROCIO:	33-39° F
POTENCIA CONSUMIDA:	0.69 KW
VOLTAJE:	115 VCA -1 PH - 60 Hz.
REFRIGERANTE	R134a
<b>PRECIO UNITARIO</b> .....	<b>\$ 2.065.00 + I.V.</b>

- 2) Filtro de partículas de Propósito General para Aire Comprimido, Marca "INGERSOLL-RAND", modelo IRGP64

PRESION MAXIMA:	232 PSIG
CAUDAL:	64 CFM
EFICIENCIA:	99.95% DOP en partículas de 1 micrón
TEMPERATURA:	150° F
ROSCAS DE CONEXIÓN :	½" NPT

**CARACTERISTICAS TECNICAS:**

- 1) Remoción de Aerosoles Líquidos hasta una concentración de 0.5 ppm.
- 2) Remoción de partículas sólidas de hasta 1 micrón
- 3) Indicador de caída de presión
- 4) Descarga de drenaje automática

<b>PRECIO UNITARIO</b> .....	<b>\$ 303.00 + I.V.</b>
------------------------------	-------------------------

- 3) **Post-enfriador** para aire comprimido, enfriado por aire con válvula de drenaje eléctrica:

MODELO:	AC2
CAPACIDAD	62 SCFM (A 100 PSIG)
TEMPERATURA DE ENTRADA	200° F
DIFERENCIA DE TEMPERATURA	10° F con respecto a la temperatura ambiente
VOLTAJE DEL MOTOR	115 VCA -1 PH - 60 Hz.
<b>PRECIO UNITARIO</b> .....	<b>\$ 1.025.00 + I.V.</b>

- 4) Válvula de drenaje eléctrica:  
 Válvula de drenaje gobernada por temporizador.

Modelo:	EDV-2000
Máx. presión de operación:	250 psi
Requerimientos eléctricos:	110 / 220 V / 1 ph / 60 Hz
Puertos de conexión:	½ de pulgada entrada ¼ de pulgada salida

**PRECIO UNITARIO.....\$ 110.00 + I.V.**

- 5) Regulador en ½", marca **ARO de Ingersoll-Rand®**, nuevo de Fábrica:

Máx. presión de operación:	175 psi
Rango de presión del regulador:	5 – 125 psi
Manómetro:	0 -160 psi
Puerto del manómetro:	¼ de pulgada
Puertos de conexión:	½ pulgada

**PRECIO UNITARIO.....\$ 60.00 + I.V.**

El costo total del sistema, es de \$ 8446,7, este precio incluye todo el sistema de tuberías Ingersoll-Rand, secador de aire y post enfriador requeridos por el sistema. Por otro lado, la instalación del sistema con tubería de cobre tipo L, requiere de una inversión de \$ 6491,7, esta opción requiere de un mayor tiempo de instalación, debido a que el sistema debe ser soldado, además no posee la facilidad y flexibilidad de la tubería de aluminio.

En las condiciones actuales, el sistema hace que los compresores arranquen 10 veces por hora, esto representa un gasto anual de 990121,9 colones por concepto de aire comprimido; al realizar la nueva instalación, los arranques se reducirán a 6 por hora, lo que representa un consumo de 594072,72 colones al año; logrando así un ahorro de 396048,48 colones al año. Esto representa un periodo de recuperación de la inversión de 9 años y 3 meses, pagándose con el ahorro en energía obtenido, sin mencionar los beneficios indirectos que se obtienen al contar con un sistema más confiable, que brinda una presión estable, satisface las necesidades actuales de la empresa, prevé un crecimiento de la demanda de aire en un 75% y brinda un aire de alta calidad, el cual asegura la limpieza de los productos procesados y aumenta la vida útil de los equipos neumáticos de la empresa.

### **3.6. CONCLUSIONES**

Un diseño adecuado de la red de aire comprimido, permite mantener el sistema trabajando bajo condiciones técnicas y económicas aceptables.

El diseño correcto del cuarto de compresores permite mejorar la eficiencia de los compresores, además de reducir la contaminación sónica del taller de mantenimiento.

Un correcto diseño de la red de aire comprimido, facilita los trabajos de mantenimiento y reparaciones de la red.

La red actual de aire comprimido presenta grandes pérdidas de presión, y además no cuenta con el equipo mínimo para el tratamiento del aire.

Una distribución en anillo evita las fluctuaciones en la presión ante cargas instantáneas, al comportarse como un depósito de aire.

La instalación de un secador reduce el problema de humedad, reduce el costo de la instalación a un 30%, los gastos por mantenimiento se reducen a un 25%, evita la corrosión, mantiene la humedad relativa en un 35% y representa el 10% de los costos totales de la producción del aire comprimido.

### 3.7. RECOMENDACIONES

A continuación se presentan varias recomendaciones técnicas, que se deben tomar en cuenta en el montaje de la nueva red de aire comprimido, para lograr la eficiencia esperada del sistema y mantener la calidad del aire usado en la planta.

Para el tratamiento del aire aportado por los compresores, se recomienda la instalación de un refrigerador posterior de aire (aire-aire), con una capacidad calorífica de 5040 kcal/h, esto con el fin de eliminar cerca del 70% del condensado y aceite contenidos en el aire; este refrigerador debe contar con un separador centrífugo de tipo vertical y un purgador automático de condensados. El aire usado por el refrigerador debe ser lo mas frío posible, para esto se debe efectuar una abertura en la sala de compresores, cerca y enfrente del refrigerador, para que reciba directamente el aire fresco del exterior.

El depósito de aire debe contar con una válvula de seguridad que permita la evacuación total del caudal del compresor con sobrecarga que no exceda del 10%, debe contar con un manómetro, también debe contar con un grifo de purga o válvula automática en el fondo, que permita la evacuación del agua condensada y el aceite

Entre el depósito de aire y el secador se recomienda la instalación de un separador centrífugo del tipo vertical, para reducir la cantidad de condensados en la línea de aire.

Por último, se recomienda la instalación de un secador refrigerativo, este dispositivo asegura la ausencia de condensaciones posteriores en las líneas de distribución de aire.

Antes del secador se debe instalar un elemento filtrante que sea capaz de retener toda partícula sólida arrastrada por el fluido, hasta el nivel de uno a cinco micrones, con eficacia del 99,5%, si fuese posible; la configuración sugerida para el sistema se puede observar en el apéndice 14.

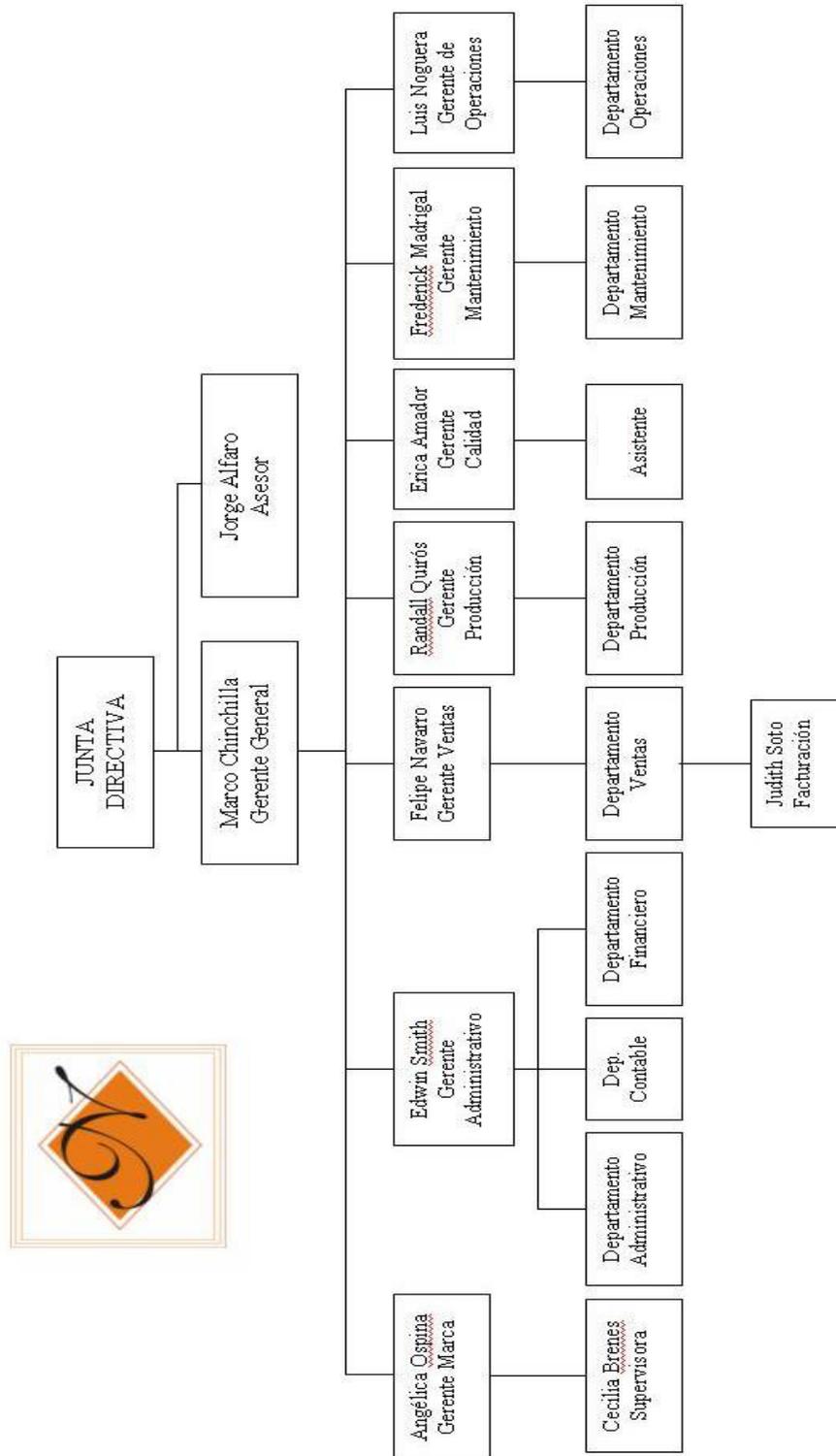
Para las aplicaciones que utilicen pistolas de aire, es necesario que se instalen unidades reguladoras de presión, con el fin de mantener la presión de trabajo de estas herramientas dentro de valores bajos, que permitan su correcto funcionamiento y eviten el desperdicio de aire.

Las tuberías en general deben ser identificadas, para ello se utiliza el código de colores. Para este caso en particular, el color de la tubería debe ser azul, si no es posible pintar toda la tubería de este color, se recomienda colocar una serie de rótulos en las tuberías, estos pueden ser colocados de forma colgante, aproximadamente cada cinco metros, con el fin de permitir una fácil y rápida identificación de las tuberías.

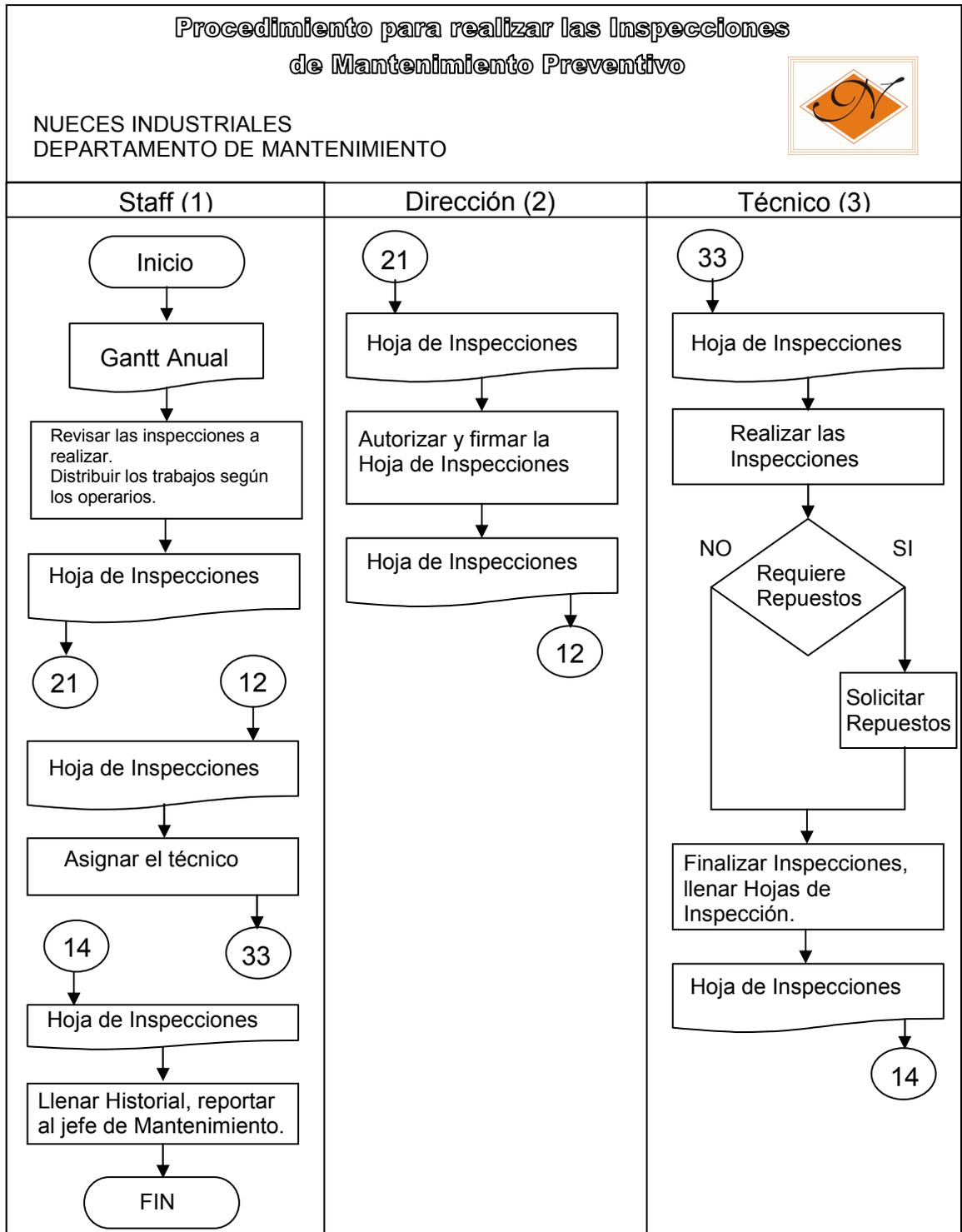
## BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez Pérez Ricardo. Informe de práctica de especialidad. Cartago 1999.
- Astorga Araya Dixon. Informe de práctica de especialidad. Grecia 1999.
- Bravo, R. Administración de Mantenimiento Industrial. 1ª reimpresión, 2ª ed. San José, C.R: EUNED, 1992.
- Carnicer Royo, E. AIRE COMPRIMIDO: Teoría y Cálculo de las Instalaciones. Editorial Gustavo Gili, S.A. Barcelona 1977.
- Carvajal Brenes Julio. Administración del Mantenimiento II. Escuela de Ingeniería Electromecánica, 8ª versión, Cartago, Diciembre 2002.
- Melara Cruz Suzanne. Informe de práctica de especialidad. Cartago, 1998.
- Valverde Vega Jorge. Administración de Mantenimiento. Escuela de Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Cartago 2001.

## APÉNDICE 1. ORGANIGRAMA



## APÉNDICE 2. FLUJOGRAMA DE INSPECCIONES



### APÉNDICE 3. MANUAL DE CÓDIGOS

	<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>	
	<b>MANUAL DE CÓDIGOS DE MÁQUINAS</b>	
<b>SECCIÓN:</b> PROCESO	<b>CÓDIGO:</b>	PR
<b>MÁQUINA</b>	<b>CÓDIGO</b>	
HORNO PROCTOR & SCHWARTZ	HP	
FREIDORA CONTINUA GS-700	FR	
EMPACADORA POST PACK	EP	
SELECTORA XELTRON 10R-S3	S1	
SELECTORA XELTRON 30R-S3	S3	

		<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b> <b>MANUAL DE CÓDIGOS DE PARTES</b>	
<b>MÁQUINA:</b> HORNO PROCTOR & SCHWARTZ		<b>CÓDIGO:</b> HP	
<b>PARTES</b>		<b>CÓDIGO</b>	
BANDAS TRANSPORTADORAS		01	
CONTROL ELÉCTRICO		02	
SISTEMA DE CALENTAMIENTO		03	
SISTEMA DE CIRCULACIÓN DE AIRE		04	
SISTEMA ESTRUCTURAL		05	
<b>MÁQUINA:</b> FREIDORA CONTINUA GS-700		<b>CÓDIGO:</b> FR	
<b>PARTES</b>		<b>CÓDIGO</b>	
SISTEMA DE CALENTAMIENTO		01	
BANDAS TRANSPORTADORAS		02	
CONTROLES ELÉCTRICOS		03	
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO		04	
<b>MÁQUINA:</b> EMPACADORA POST PACK		<b>CÓDIGO:</b> EP	
<b>PARTES</b>		<b>CÓDIGO</b>	
SISTEMA NEUMÁTICO		01	
SISTEMA DE ARRASTRE		02	
SISTEMA DE SOLDADO		03	
DOSIFICADOR VOLUMÉTRICO		04	
PESADORA		05	
<b>MÁQUINA:</b> SELECTORA XELTRON 30R-S3		<b>CÓDIGO:</b> S3	
<b>PARTES</b>		<b>CÓDIGO</b>	
COMPONENTES ELÉCTRICOS		01	
SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE PRODUCTO		02	
SISTEMA DE ANÁLISIS ÓPTICO		03	
SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO		04	
<b>MÁQUINA:</b> SELECTORA XELTRON 10R-S3		<b>CÓDIGO:</b> S1	
<b>PARTES</b>		<b>CÓDIGO</b>	
COMPONENTES ELÉCTRICOS		01	
SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE PRODUCTO		02	
SISTEMA DE ANÁLISIS ÓPTICO		03	
SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO		04	

	<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b> <b>MANUAL DE CÓDIGOS DE SUBPARTES</b>	
	<b>MÁQUINA:</b> HORNO PROCTOR & SCHWARTZ	<b>CÓDIGO:</b> HP
<b>PARTE:</b> BANDAS TRANSPORTADORAS	<b>CÓDIGO:</b> 01	
<b>SUB - PARTES</b>		<b>CÓDIGO</b>
BANDA METÁLICA		01
MOTOR BANDA METÁLICA		02
REDUCTOR DE BANDA METÁLICA		03
CADENA DEL REDUCTOR		04
CADENA DE LA BANDA		05
RUEDAS DENTADAS		06
LUBRICADORES DE CADENA		07
BANDA PLÁSTICA		08
MOTOR DE BANDA PLÁSTICA		09
REDUCTOR DE BANDA PLÁSTICA		10
RUEDA DENTADA DE BANDA PLÁSTICA		11
VIBRADORA		12
<b>PARTE:</b> CONTROL ELÉCTRICO		<b>CÓDIGO:</b> 02
<b>SUB - PARTES</b>		<b>CÓDIGO</b>
VARIADOR DE FRECUENCIA DE BANDA METÁLICA		01
TERMOCUPLA DE TOSTADO TC-2		02
TERMOCUPLA DEL ENFRIADOR TC-3		03
CARTA GRAFICADORA DE TEMPERATURA		04
SENSOR ETL, LIMITADOR DE TEMPERATURA TC-1		05
INDICADOR DE LLAMA		06
CONTROLADOR DEL QUEMADOR		07
SENSOR DE PRODUCTO DEL HORNO		08
SENSOR DE PRODUCTO DE LA BODEGA		09
INTERRUPTOR DE PRESIÓN DE TOSTADO		10
INTERRUPTOR DE PRESIÓN DE ENFRIADO		11
INTERRUPTOR DE PRESIÓN DE ESCAPE		12
CONTROLADOR DE LA BANDA PLÁSTICA		13

INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

	<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>	
	<b>MANUAL DE CÓDIGOS DE SUBPARTES</b>	
<b>PARTE:</b> SISTEMA DE CALENTAMIENTO		<b>CÓDIGO:</b> 03
<b>SUB - PARTES</b>		<b>CÓDIGO</b>
QUEMADOR		01
SOLENOIDE DEL PILOTO		02
REGULADOR DE PRESIÓN PRINCIPAL		03
REGULADOR DE PRESIÓN SECUNDARIA		04
REGULADOR DE PRESIÓN PILOTO		05
INTERRUPTOR POR ALTA PRESIÓN		06
INTERRUPTOR POR BAJA PRESIÓN		07
MANÓMETROS		08
VÁLVULAS MANUALES		09
VÁLVULAS AUTOMÁTICAS		10
VÁLVULA AUTOMÁTICA MODUTROL		11
FILTROS		12
MOTOR DEL QUEMADOR		13
VENTILADOR DEL QUEMADOR		14
<b>PARTE:</b> SISTEMA DE CIRCULACIÓN DE AIRE		<b>CÓDIGO:</b> 04
<b>SUB - PARTES</b>		<b>CÓDIGO</b>
VENTILADOR DE ESCAPE		01
MOTOR DE ESCAPE		02
VENTILADOR DE TOSTADO		03
MOTOR DE TOSTADO		04
VENTILADOR DE ENFRIADO		05
MOTOR DE ENFRIADO		06
POLEAS		07
FAJAS		08
COBERTORES DE SEGURIDAD		09
FILTROS DE AIRE		10
<b>PARTE:</b> SISTEMA ESTRUCTURAL		<b>CÓDIGO:</b> 05
<b>SUB - PARTES</b>		<b>CÓDIGO</b>
SEGUROS DE PUERTAS		01
VISAGRAS		02
FORROS AISLANTES		03
EMPAQUES DE PUERTAS		04
CORTINAS INTERNAS DE NIVEL		05
CORTINA PRINCIPAL DE NIVEL		06

	<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>	
	<b>MANUAL DE CÓDIGOS DE SUBPARTES</b>	
<b>MÁQUINA:</b> FREIDORA CONTINUA GS-700	<b>CÓDIGO:</b>	FR
<b>PARTE:</b> SISTEMA DE CALENTAMIENTO	<b>CÓDIGO:</b>	01
<b>SUB - PARTES</b>		<b>CÓDIGO</b>
VENTILADOR DEL QUEMADOR		01
INYECTOR DE GAS		02
BOQUILLAS DEL PILOTO		03
MOTOR DEL QUEMADOR		04
MOTOR DE LA BOMBA		05
BOMBA DE ACEITE		06
FILTRO DE ACEITE		07
AISLAMIENTOS		08
CONTROL DE NIVEL DE ACEITE		09
<b>PARTE:</b> BANDAS TRANSPORTADORAS		<b>CÓDIGO:</b> 02
<b>SUB - PARTES</b>		<b>CÓDIGO</b>
BANDAS METÁLICAS DE TRANSPORTE		01
MOTOREDUCTOR DE LA FREIDORA		02
CADENA DE LA FREIDORA		03
RODAMIENTOS DE LA FREIDORA		04
MOTOREDUCTOR DE BANDA DE ENFRIAMIENTO		05
CADENA DE BANDA DE ENFRIAMIENTO		06
VIBRADOR PARA ADITIVOS		07
<b>PARTE:</b> CONTROLES ELÉCTRICOS		<b>CÓDIGO:</b> 03
<b>SUB - PARTES</b>		<b>CÓDIGO</b>
CONTROL DEL LÍMITE DE TEMPERATURA		01
CONTROL DE IGNICIÓN DEL QUEMADOR		02
CONTROLADOR DE MOTOR DC		03
CONTROLADOR DE TEMPERATURA DEL ACEITE		04
CONTROLADOR DEL VIBRADOR		05
IGNICIÓN DEL PILOTO		06
<b>PARTE:</b> SISTEMA DE ENFRIAMIENTO		<b>CÓDIGO:</b> 04
<b>SUB - PARTES</b>		<b>CÓDIGO</b>
VENTILADOR		01
TUBERÍAS		02
MOTOR DEL VENTILADOR		03
FAJAS		04

INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

	<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>	
	<b>MANUAL DE CÓDIGOS DE SUBPARTES</b>	
<b>MÁQUINA:</b> EMPACADORA POST PACK	<b>CÓDIGO:</b>	EP
<b>PARTE:</b> SISTEMA NEUMÁTICO	<b>CÓDIGO:</b>	01
<b>SUB - PARTES</b>		<b>CÓDIGO</b>
UNIDADES DE MANTENIMIENTO		01
PISTONES		02
<b>PARTE:</b> SISTEMA DE ARRASTRE	<b>CÓDIGO:</b>	02
<b>SUB - PARTES</b>		<b>CÓDIGO</b>
EJE DE BOBINA		01
PATÍN DE ARRASTRE		02
MOTOREDUCTOR DE ARRASTRE		03
PIÑONES Y CADENAS DE ARRASTRE		04
MOTOREDUCTOR DE LEVAS		05
LUBRICADOR MANUAL		06
<b>PARTE:</b> SISTEMA DE SOLDADO	<b>CÓDIGO:</b>	03
<b>SUB - PARTES</b>		<b>CÓDIGO</b>
SOLDADOR HORIZONTAL		01
SOLDADOR VERTICAL		02
<b>PARTE:</b> DOSIFICADOR VOLUMÉTRICO	<b>CÓDIGO:</b>	04
<b>SUB - PARTES</b>		<b>CÓDIGO</b>
MOTOREDUCTOR DE DISPENSADO		01
MOTOREDUCTOR DE VOLUMEN		02
PLATILLOS		03
<b>PARTE:</b> PESADORA	<b>CÓDIGO:</b>	05
<b>SUB - PARTES</b>		<b>CÓDIGO</b>
VIBRADORES		01

<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>	
<b>MANUAL DE CÓDIGOS DE SUBPARTES</b>	
	
<b>MÁQUINA:</b> SELECTORA XELTRON 30R-S3	<b>CÓDIGO:</b> S3
<b>PARTE:</b> COMPONENTES ELÉCTRICOS	<b>CÓDIGO:</b> 01
<b>SUB - PARTES</b>	
CAJA DE CONTROLES	01
MOTOR ELÉCTRICO	02
<b>PARTE:</b> SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE PRODUCTO	<b>CÓDIGO:</b> 02
<b>SUB - PARTES</b>	
VIBRADOR	01
RODILLOS	02
MOTOREDUCTOR DE LA BANDA ALIMENTADORA	03
BANDA TRANSPORTADORA	04
<b>PARTE:</b> SISTEMA DE ANÁLISIS ÓPTICO	<b>CÓDIGO:</b> 03
<b>SUB - PARTES</b>	
SISTEMA DE ILUMINACIÓN	01
ANALIZADOR	02
<b>PARTE:</b> SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO	<b>CÓDIGO:</b> 04
<b>SUB - PARTES</b>	
UNIDADES DE MANTENIMIENTO	01
SOPLADORES DE RECHAZO	02
ENFRIAMIENTO DE LÁMPARAS	03

	<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>	
	<b>MANUAL DE CÓDIGOS DE SUBPARTES</b>	
<b>MÁQUINA:</b> SELECTORA XELTRON 10R-S3	<b>CÓDIGO:</b>	S1
<b>PARTE:</b> COMPONENTES ELÉCTRICOS	<b>CÓDIGO:</b>	01
<b>SUB - PARTES</b>		<b>CÓDIGO</b>
CAJA DE CONTROLES		01
MOTOR ELÉCTRICO		02
<b>PARTE:</b> SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE PRODUCTO	<b>CÓDIGO:</b>	02
<b>SUB - PARTES</b>		<b>CÓDIGO</b>
VIBRADOR		01
RODILLOS		02
<b>PARTE:</b> SISTEMA DE ANÁLISIS ÓPTICO	<b>CÓDIGO:</b>	03
<b>SUB - PARTES</b>		<b>CÓDIGO</b>
SISTEMA DE ILUMINACIÓN		01
ANALIZADOR		02
<b>PARTE:</b> SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO	<b>CÓDIGO:</b>	04
<b>SUB - PARTES</b>		<b>CÓDIGO</b>
UNIDADES DE MANTENIMIENTO		01
SOPLADORES DE RECHAZO		02
ENFRIAMIENTO DE LÁMPARAS		03

## APÉNDICE 4. MANUALES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

<b>NUECES INDUSTRIALES</b> Departamento de Mantenimiento <b>MÁQUINA: Horno Proctor &amp; Schwartz</b> <b>CÓDIGO DE MAQUINA: PR - HP</b> <b>PARTE: BANDAS TRANSPORTADORAS</b> <b>CÓDIGO DE PARTE: PR - HP01</b>					
#	INSPECCIÓN	PER	FRE	DUR	OPE
<b>SUBPARTE: BANDA METALICA (01)</b>					
1	Revisar la tensión de la banda, para detectar una excesiva tensión o desalineamiento. Reportar.	M	13	20	1M
2	Revisar la estanqueidad de las guías de desplazamiento. Reportar	M	13	20	1M
3	Revisar la integridad de los alambres de articulación. Reportar.	M	13	20	1M
4	Revisar si existen guías deformadas, con grietas o faltantes. Reportar.	M	13	20	1M
5	Verificar la separación entre las guías fijas y las guías móviles. Reportar.	M	13	20	1M
<b>SUBPARTE: MOTOR BANDA METALICA (02)</b>					
6	Verificar la corriente del motor de la banda. Debe ser menor de 2 Amp. Reportar.	S	52	5	1E
7	Corroborar el voltaje del motor, debe estar entre 430 V y 450 V. Reportar	M	13	5	1E
8	Limpiar las hendiduras de ventilación del motor.	M	13	15	1M
9	Corroborar la velocidad del motor. Debe ser menor de 1735 RPM. Reportar.	S	52	5	1E
10	Corroborar la temperatura general del motor. Debe ser menor de 40° C. Reportar	S	52	5	1E
11	Verificar la estanqueidad y balance correcto del eje del motor. Reportar.	T	4	15	1M
<b>SUBPARTE: REDUCTOR DE BANDA METALICA (03)</b>					
12	Verificar el nivel de aceite preestablecido. Recargar.	M	13	15	1M
13	Engrasar los rodamientos.	M	13	20	1M
14	Verificar desgaste en los engranajes. Si presentan picaduras, Reportar.	A	1	40	1M
15	Socar los pernos de fijación de la base de la carcasa.	M	13	10	1M
16	Verificar que no existan fugas en los empaques. Reportar.	M	13	40	1M
17	Verificar la ausencia de ruido o vibración excesivos en el reductor. Reportar	M	13	5	1M
<b>SUBPARTE: CADENA DEL REDUCTOR (04)</b>					
18	Verificar la tensión de la cadena. Corregir.	M	13	10	1M
19	Corroborar la correcta unión entre la cadena y las ruedas dentadas. Reportar	M	13	10	1M
20	Verificar que el diámetro de los rodillos no sea inferior a 10 mm. Reportar.	M	13	30	1M
21	Lubricar la cadena del reductor.	M	13	10	1M

**NUECES INDUSTRIALES**

**Departamento de Mantenimiento**

**MÁQUINA: Horno Proctor & Schwartz**

**CÓDIGO DE MÁQUINA: PR - HP**

**PARTE: BANDAS TRANSPORTADORAS**

**CÓDIGO DE PARTE: PR - HP01**

<b>SUBPARTE: CADENA DE LA BANDA (05)</b>					
22	Verificar la tensión de la cadena. Corregir.	M	13	15	1M
23	Corroborar el estado de la unión cadena-rueda. Reportar	M	13	15	1M
24	Verificar que el diámetro de los rodillos no sea inferior a 47 mm. Reportar	M	13	20	1M
25	Verificar la presencia de lubricante en toda la cadena. Reportar.	M	13	10	1M
26	Revisar las placas laterales de la cadena. Reportar.	M	13	15	1M
<b>SUBPARTE: RUEDAS DENTADAS (06)</b>					
27	Revisar la alineación de la rueda. Corregir si es necesario.	M	13	30	1M
28	Verificar el desgaste de los dientes. Reportar.	M	13	20	1M
29	Verificar el estado de los resortes tensores. Reportar	M	13	20	1M
30	Lubricar los rodamientos de cada rueda.	M	13	30	1M
<b>SUBPARTE: LUBRICADORES DE CADENA (07)</b>					
31	Verificar los niveles de aceite de los reservorios. Recargar si es necesario.	M	13	10	1M
32	Verificar el correcto funcionamiento de las boquillas lubricadoras. Reportar.	S	52	15	1M
33	Desarmar y limpiar las boquillas lubricadoras.	T	4	40	1M
<b>SUBPARTE: BANDA PLÁSTICA (08)</b>					
34	Revisar la tensión de la banda, para detectar una excesiva tensión o desalineamiento. Reportar.	M	13	10	1M
35	Revisar la integridad de los cargadores. Reemplazar si es necesario.	M	13	40	1M
36	Verificar la libre rodadura de los soportes de la banda. Corregir si es necesario.	M	13	15	1M
37	Lubricar los rodamientos de la banda.	M	13	20	1M
<b>SUBPARTE: MOTOR DE BANDA PLÁSTICA (09)</b>					
38	Verificar la corriente del motor de la banda. Debe ser menor de 5,85 A. Reportar.	S	52	5	1E
39	Corroborar el voltaje del motor, debe estar entre 220 y 240 V. Reportar	M	52	5	1E
40	Limpiar las hendiduras de ventilación del motor.	M	13	20	1M
41	Corroborar la velocidad del motor. Debe estar entre 1650 y 1800 RPM. Reportar	S	52	15	1E
42	Corroborar la temperatura general del motor. Debe ser menor de 40° C. Reportar.	S	52	15	1E
43	Verificar la estanqueidad y balance correcto del eje del motor. Reportar	Q	26	15	1M

**NUECES INDUSTRIALES**

**Departamento de Mantenimiento**

**MÁQUINA: Horno Proctor & Schwartz**

**CÓDIGO DE MÁQUINA: PR - HP**

**PARTE: BANDAS TRANSPORTADORAS**

**CÓDIGO DE PARTE: PR - HP01**

<b>SUBPARTE: REDUCTOR DE BANDA PLÁSTICA (10)</b>					
44	Socar los pernos de fijación de la base de la carcasa.	T	4	15	1M
45	Verificar que no existan fugas en los empaques. Reportar.	M	13	10	1M
46	Verificar la ausencia de ruido o vibración excesivos en el reductor. Reportar	M	13	10	1M
<b>SUBPARTE: RUEDA DENTADA DE BANDA PLÁSTICA (11)</b>					
47	Revisar la alineación de las ruedas. Corregir si es necesario.	M	13	30	1M
48	Verificar el desgaste de los dientes. Reportar.	M	13	30	1M
49	Verificar la integridad de todos los dientes de las ruedas. Reportar.	M	13	20	1M
<b>SUBPARTE: VIBRADORA (12)</b>					
50	Revisar el estado de la cubierta de transporte. Reportar.	M	13	10	1M
51	Revisar el estado de los soportes de amortiguación y de las placas de soporte. Reportar.	M	13	15	1M
52	Verificar el apriete de los tornillos de las placas y soportes.	E	2	20	1M
53	Verificar que no existan cables dañados o flojos. Reportar.	M	13	10	1E

INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

**NUECES INDUSTRIALES**  
**Departamento de Mantenimiento**  
**MÁQUINA: Horno Proctor & Schwartz**  
**CÓDIGO DE MAQUINA: PR - HP**  
**PARTE: CONTROL ELECTRICO**  
**CÓDIGO DE PARTE: PR - HP02**

#	INSPECCIÓN	PER	FRE	DUR	OPE
<b>SUBPARTE: VARIADOR DE FRECUENCIA DE BANDA METALICA (01)</b>					
54	Revisar el estado de los capacitores. Reportar.	A	1	30	1E
55	Limpiar el polvo presente en la carcaza y el disipador de calor.	T	4	15	1E
56	Revisar los conductores, por señas de daños, flojedades, sobrecalentamientos. Reportar.	E	2	15	1E
<b>SUBPARTE: TERMOCUPLA DE TOSTADO TC-2 (02)</b>					
57	Verificar los valores de temperatura de la termocupla. Reportar	M	13	20	1E
58	Verificar la ausencia de contactos flojos, dañados o cortocircuitos. Reportar.	M	13	20	1E
<b>SUBPARTE: TERMOCUPLA DEL ENFRIADOR TC-3 (03)</b>					
59	Verificar los valores de temperatura de la termocupla. Reportar	M	13	20	1E
60	Verificar la ausencia de contactos flojos, dañados o cortocircuitos. Reportar.	M	13	20	1E
<b>SUBPARTE: CARTA GRAFICADORA DE TEMPERATURA (04)</b>					
61	Limpiar los lápices con algodón y alcohol.	E	2	20	1E
62	Revisar los conductores para detectar daños, sobrecalentamientos. Reportar.	E	2	20	1E
<b>SUBPARTE: SENSOR ETL, LIMITADOR DE TEMPERATURA TC-1 (05)</b>					
63	Verificar el correcto funcionamiento del sensor. Reportar.	T	4	20	1E
64	Verificar el valor del sensor. Reportar.	T	4	20	1E
<b>SUBPARTE: INDICADOR DE LLAMA (06)</b>					
65	Revisar la integridad y posición del indicador. Corregir si es necesario.	T	4	20	1M
66	Limpiar el indicador de cualquier suciedad.	T	4	30	1M
<b>SUBPARTE: CONTROLADOR DEL QUEMADOR (07)</b>					
67	Verificar el estado físico del controlador. Reportar.	T	4	10	1E
68	Corroborar el voltaje, debe estar entre 102 V y 132 V. Reportar	T	4	10	1E
69	Limpiar el polvo de la carcaza del controlador.	T	4	10	1E

INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

**NUECES INDUSTRIALES**

**Departamento de Mantenimiento**

**MÁQUINA: Horno Proctor & Schwartz**

**CÓDIGO DE MÁQUINA: PR - HP**

**PARTE: CONTROL ELECTRICO**

**CÓDIGO DE PARTE: PR - HP02**

<b>SUBPARTE: SENSOR DE PRODUCTO DEL HORNO (08)</b>					
70	Verificar la integridad de los conductores. Reportar.	T	4	5	1E
71	Limpiar la superficie del sensor.	M	13	5	1E
72	Comprobar el correcto funcionamiento del sensor. Cambiar si es necesario.	M	13	25	1E
<b>SUBPARTE: SENSOR DE PRODUCTO DE LA BODEGA (09)</b>					
73	Verificar la integridad de los conductores. Reportar.	T	4	5	1E
74	Limpiar la superficie del sensor.	M	13	5	1E
75	Comprobar el correcto funcionamiento del sensor. Cambiar si es necesario.	M	13	25	1E
<b>SUBPARTE: INTERRUPTOR DE PRESIÓN DE TOSTADO (10)</b>					
76	Rotar el tornillo de purga de condensados.	M	13	15	1E
77	Desarmar y limpiar el interruptor de flujo.	T	4	180	1M
<b>SUBPARTE: INTERRUPTOR DE PRESIÓN DE ENFRIADO (11)</b>					
78	Rotar el tornillo de purga de condensados.	M	13	15	1E
79	Desarmar y limpiar el interruptor de flujo.	T	4	180	1M
<b>SUBPARTE: INTERRUPTOR DE PRESIÓN DE ESCAPE (12)</b>					
80	Rotar el tornillo de purga de condensados.	M	13	15	1E
81	Desarmar y limpiar el interruptor de flujo.	T	4	180	1M
<b>SUBPARTE: CONTROLADOR DE LA BANDA PLÁSTICA (13)</b>					
82	Limpiar el polvo presente en la caja de control del motor.	M	13	10	1E
83	Revisar los conductores, por señas de daños, flojedades, sobrecalentamientos. Reportar.	M	13	10	1E

INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

**NUECES INDUSTRIALES**  
**Departamento de Mantenimiento**  
**MÁQUINA: Horno Proctor & Schwartz**  
**CÓDIGO DE MAQUINA: PR - HP**  
**PARTE: SISTEMA DE CALENTAMIENTO**  
**CÓDIGO DE PARTE: PR - HP03**

#	INSPECCIÓN	PER	FRE	DUR	OPE
<b>SUBPARTE: QUEMADOR (01)</b>					
84	Inspeccionar las boquillas y la bujía para comprobar su integridad física. Reportar.	E	2	30	1M
85	Limpiar las boquillas de residuos de carbón.	E	2	60	1M
86	Verificar que el espacio de la bujía se encuentre entre 0,045 pulg. Y 0,090 pulg. Reportar.	E	2	15	1M
87	Limpiar el carbón presente en el electrodo de la bujía.	E	2	15	1M
<b>SUBPARTE: SOLENOIDE DEL PILOTO (02)</b>					
88	Verificar la tensión, debe estar entre 102 y 132 V. Reportar.	T	4	15	1E
89	Verificar la continuidad del solenoide. Reportar	T	4	10	1E
90	Comprobar el funcionamiento correcto del piloto. Reportar.	M	13	10	1E
<b>SUBPARTE: REGULADOR DE PRESION PRINCIPAL (03)</b>					
91	Comprobar el valor de la presión principal, debe ser de 5 Bar. Reportar.	M	13	10	1M
<b>SUBPARTE: REGULADOR DE PRESION SECUNDARIA (04)</b>					
92	Revisar la presión en la tubería secundaria. Reportar.	M	13	10	1M
<b>SUBPARTE: REGULADOR DE PRESION PILOTO (05)</b>					
93	Revisar la presión en la tubería piloto. Reportar.	M	13	10	1M
<b>SUBPARTE: INTERRUPTOR POR ALTA PRESION (06)</b>					
94	Comprobar la desconexión ante la presión superior predeterminada. Reportar.	M	13	10	1M
<b>SUBPARTE: INTERRUPTOR POR BAJA PRESION (07)</b>					
95	Comprobar la desconexión ante la presión inferior predeterminada. Reportar.	M	13	10	1M
<b>SUBPARTE: MANOMETROS (08)</b>					
96	Revisar la integridad y legibilidad de los manómetros. Reportar.	M	13	15	1M
97	Comprobar el funcionamiento de los manómetros. Reportar.	M	13	15	1M

INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

<b>NUECES INDUSTRIALES</b>					
<b>Departamento de Mantenimiento</b>					
<b>MÁQUINA: Horno Proctor &amp; Schwartz</b>					
<b>CÓDIGO DE MÁQUINA: PR - HP</b>					
<b>PARTE: SISTEMA DE CALENTAMIENTO</b>					
<b>CÓDIGO DE PARTE: PR - HP03</b>					
<b>SUBPARTE: VALVULAS MANUALES (09)</b>					
98	Comprobar la hermeticidad y buen funcionamiento de las válvulas. Reportar.	T	4	25	1M
99	Lubricar las válvulas sin presión en el sistema.	E	2	40	1M
<b>SUBPARTE: VALVULAS AUTOMATICAS (10)</b>					
100	Comprobar la hermeticidad y buen funcionamiento de las válvulas. Reportar.	M	13	10	1M
<b>SUBPARTE: VALVULA AUTOMATICA MODUTROL (11)</b>					
101	Abrir y cerrar la válvula haciendo uso de las terminales +, -, F. Reportar.	M	13	15	1E
<b>SUBPARTE: FILTROS (12)</b>					
102	Verificar la ausencia de fugas. Reportar.	M	13	10	1M
103	Desarmar y limpiar los filtros.	M	13	15	1M
<b>SUBPARTE: MOTOR DEL QUEMADOR (13)</b>					
104	Verificar la corriente del motor. Debe estar entre 0,3 Amp y 0,8 Amp. Reportar.	S	52	5	1E
105	Corroborar el voltaje del motor, debe estar entre 430 V y 450 V. Reportar	S	52	5	1E
106	Limpiar las hendiduras de ventilación del motor.	M	13	30	1M
107	Corroborar la velocidad del motor. Debe estar entre 3400 RPM y 3480 RPM. Reportar	S	52	10	1E
108	Corroborar la temperatura general del motor. Debe ser menor de 60° C. Reportar	S	52	10	1E
109	Verificar la estanqueidad y balance correcto del eje del motor. Reportar	Q	26	20	1E
<b>SUBPARTE: VENTILADOR DEL QUEMADOR (14)</b>					
110	Verificar la ausencia de vibración excesiva o ruidos anormales. Reportar.	M	13	15	1M
111	Verificar el apriete de los tornillos del ventilador.	M	13	15	1M
112	Limpiar la suciedad presente en las aspas del ventilador.	M	13	60	1M

INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

**NUECES INDUSTRIALES**  
**Departamento de Mantenimiento**  
**MÁQUINA: Horno Proctor & Schwartz**  
**CÓDIGO DE MAQUINA: PR - HP**  
**PARTE: SISTEMA DE CIRCULACION DE AIRE**  
**CÓDIGO DE PARTE: PR - HP04**

#	INSPECCIÓN	PER	FRE	DUR	OPE
<b>SUBPARTE: VENTILADOR DE ESCAPE (01)</b>					
113	Verificar la ausencia de ruidos o vibración excesiva. Reportar.	M	13	15	1M
114	Verificar el nivel de vibración y calentamiento de los cojinetes. Reportar.	M	13	15	1M
115	Lubricar los cojinetes.	M	13	25	1M
116	Verificar el apriete de los tornillos del ventilador.	M	13	15	1M
<b>SUBPARTE: MOTOR DE ESCAPE (02)</b>					
117	Verificar la corriente del motor. Debe estar entre 1,1 Amp y 1,8 Amp. Reportar.	S	52	5	1E
118	Corroborar el voltaje del motor, debe estar entre 430 V y 450 V. Reportar	S	52	5	1E
119	Limpiar las hendiduras de ventilación del motor.	M	13	40	1E
120	Corroborar la velocidad del motor. Debe estar entre 1650 y 1790 RPM. Reportar.	M	13	15	1E
121	Corroborar la temperatura general del motor. Debe ser menor de 40° C. Reportar	M	13	15	1E
122	Verificar la estanqueidad y balance correcto del eje del motor. Reportar	T	4	20	1E
<b>SUBPARTE: VENTILADOR DE TOSTADO (03)</b>					
123	Verificar la ausencia de ruidos o vibración excesiva. Reportar.	M	13	15	1M
124	Verificar el nivel de vibración y calentamiento de los cojinetes. Reportar.	M	13	15	1M
125	Lubricar los cojinetes.	M	13	25	1M
126	Verificar el apriete de los tornillos del ventilador.	M	13	15	1M
<b>SUBPARTE: MOTOR DE TOSTADO (04)</b>					
127	Verificar la corriente del motor. Debe ser menor de 8 Amp. Reportar.	S	52	5	1E
128	Corroborar el voltaje del motor, debe estar entre 430 V y 450 V. Reportar	S	52	5	1E
129	Limpiar las hendiduras de ventilación del motor.	M	13	40	1E
130	Corroborar la velocidad del motor. Debe estar entre 1700 RPM y 1780 RPM. Reportar	M	13	15	1E
131	Corroborar la temperatura general del motor. Debe ser menor de 60° C. Reportar	M	13	15	1E
132	Verificar la estanqueidad y balance correcto del eje del motor. Reportar	T	4	20	1E

INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

**NUECES INDUSTRIALES**

**Departamento de Mantenimiento**

**MÁQUINA: Horno Proctor & Schwartz**

**CÓDIGO DE MÁQUINA: PR - HP**

**PARTE: SISTEMA DE CIRCULACION DE AIRE**

**CÓDIGO DE PARTE: PR - HP04**

<b>SUBPARTE: VENTILADOR DE ENFRIADO (05)</b>					
133	Verificar la ausencia de ruidos o vibración excesiva. Reportar.	M	13	15	1M
134	Verificar el nivel de vibración y calentamiento de los cojinetes. Reportar.	M	13	15	1M
135	Lubricar los cojinetes.	M	13	25	1M
136	Verificar el apriete de los tornillos del ventilador.	M	13	15	1M
<b>SUBPARTE: MOTOR DE ENFRIADO (06)</b>					
137	Verificar la corriente del motor. Debe estar entre 3 Amp y 5 Amp. Reportar.	S	52	5	1E
138	Corroborar el voltaje del motor, debe estar entre 430 V y 450 V. Reportar	S	52	5	1E
139	Limpiar las hendiduras de ventilación del motor.	M	13	40	1E
140	Corroborar la velocidad del motor. Debe estar entre 1700 RPM y 1780 RPM. Reportar	M	13	15	1E
141	Corroborar la temperatura general del motor. Debe ser menor de 60° C. Reportar	M	13	15	1E
142	Verificar la estanqueidad y balance correcto del eje del motor. Reportar	T	4	20	1E
<b>SUBPARTE: POLEAS (07)</b>					
143	Verificar la ausencia de desalineamientos. Reportar.	M	13	30	1M
144	Revisar la superficie de la polea, para detectar fisuras o rugosidades. Reportar.	M	13	30	1M
145	Comprobar la correcta fijación de la polea al eje.	M	13	30	1M
<b>SUBPARTE: FAJAS (08)</b>					
146	Verificar el estado físico de las fajas. Reemplazar si es necesario.	M	13	60	1M
147	Verificar la tensión de las fajas. Corregir si es necesario.	M	13	40	1M
<b>SUBPARTE: COBERTORES DE SEGURIDAD (09)</b>					
148	Verificar el estado físico y la correcta instalación del cobertor. Reportar.	T	4	15	1M
149	Limpiar la suciedad del cobertor.	T	4	30	1M
<b>SUBPARTE: FILTROS DE AIRE (10)</b>					
150	Limpiar los filtros de enfriamiento del horno. Reemplazar si es necesario.	M	13	15	1M

INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

**NUECES INDUSTRIALES**  
**Departamento de Mantenimiento**  
**MÁQUINA: Horno Proctor & Schwartz**  
**CÓDIGO DE MÁQUINA: PR - HP**  
**PARTE: SISTEMA ESTRUCTURAL**  
**CÓDIGO DE PARTE: PR - HP05**

#	INSPECCIÓN	PER	FRE	DUR	OPE
SUBPARTE: SEGUROS DE PUERTAS (01)					
151	Comprobar que todos los seguros trabajen adecuadamente. Reportar.	T	4	20	1M
SUBPARTE: VISAGRAS (02)					
152	Revisar el correcto funcionamiento de las bisagras. Reportar.	T	4	20	1M
153	Revisar el apriete de los tornillos de soporte de las bisagras. Reportar.	T	4	20	1M
SUBPARTE: FORROS AISLANTES (03)					
154	Verificar el estado de los forros aislantes. Reportar.	E	2	60	1M
SUBPARTE: EMPAQUES DE PUERTAS (04)					
155	Verificar la hermeticidad brindada por los empaques. Reportar.	T	4	30	1M
156	Verificar el estado físico de los empaques. Cambiar si es necesario.	T	4	60	1M
SUBPARTE: CORTINAS INTERNAS DE NIVEL (05)					
157	Verificar el estado físico de las bisagras de las cortinas. Reportar.	Q	26	20	1M
158	Comprobar la libertad de movimiento de las cortinas. Reportar.	Q	26	20	1M
SUBPARTE: CORTINA PRINCIPAL DE NIVEL (06)					
159	Lubricar los tornillos y engranes de desplazamiento de la cortina.	Q	26	30	1M
160	Comprobar la libertad de movimiento de la cortina. Reportar.	Q	26	20	1M

INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

<b>NUECES INDUSTRIALES</b> <b>Departamento de Mantenimiento</b> <b>MÁQUINA: Freidora Continua GS-700</b> <b>CÓDIGO DE MAQUINA: PR - FR</b> <b>PARTE: SISTEMA DE CALENTAMIENTO</b> <b>CÓDIGO DE PARTE: PR - FR01</b>					
#	INSPECCIÓN	PER	FRE	DUR	OPE
<b>SUBPARTE: VENTILADOR DEL QUEMADOR (01)</b>					
161	Verificar la ausencia de vibración excesiva. Reportar.	M	13	15	1M
162	Verificar la ausencia de ruidos ajenos al normal funcionamiento. Reportar.	M	13	10	1M
163	Limpiar la suciedad presente en las aspas del ventilador.	M	13	60	1M
<b>SUBPARTE: INYECTOR DE GAS (02)</b>					
164	Desarmar y limpiar los inyectores de gas.	E	2	120	1M
<b>SUBPARTE: BOQUILLAS DEL PILOTO (03)</b>					
165	Limpiar las boquillas.	E	2	120	1M
<b>SUBPARTE: MOTOR DEL QUEMADOR (04)</b>					
166	Verificar la corriente del motor. Debe ser menor de 3 Amp. Reportar.	S	52	5	1E
167	Corroborar el voltaje del motor, debe estar entre 110 V y 128 V. Reportar	M	13	5	1E
168	Limpiar la carcaza del motor.	M	13	15	1E
169	Corroborar la velocidad del motor. Debe estar entre 3300 RPM y 3500 RPM. Reportar	M	13	5	1E
170	Corroborar la temperatura general del motor. Debe ser menor de 55° C. Reportar	M	13	5	1E
171	Verificar la estanqueidad y balance correcto del eje del motor. Reportar	T	4	15	1E
<b>SUBPARTE: MOTOR DE LA BOMBA (05)</b>					
172	Verificar la corriente del motor. Debe estar entre 1,5 Amp y 2,5 Amp. Reportar.	S	52	5	1E
173	Corroborar el voltaje del motor, debe estar entre 215 V y 245 V. Reportar	M	13	5	1E
174	Limpiar la carcaza del motor.	M	13	15	1E
175	Corroborar la velocidad del motor. Debe estar entre 3400 y 3550 RPM. Reportar	M	13	5	1E
176	Corroborar la temperatura general del motor. Debe ser menor de 70° C. Reportar	M	13	5	1E
<b>SUBPARTE: BOMBA DE ACEITE (06)</b>					
177	Verificar la ausencia de sonidos como cavitación, etc. Reportar.	M	13	5	1M
178	Verificar la ausencia de goteo del sello mecánico. Reportar.	M	13	5	1M
179	Desarmar e inspeccionar las partes internas, para detectar desgastes o roturas. Reportar.	A	1	180	1M

<b>NUECES INDUSTRIALES</b> <b>Departamento de Mantenimiento</b> <b>MÁQUINA: Freidora Continua GS-700</b> <b>CÓDIGO DE MAQUINA: PR - FR</b> <b>PARTE: SISTEMA DE CALENTAMIENTO</b> <b>CÓDIGO DE PARTE: PR - FR01</b>					
#	INSPECCIÓN	PER	FRE	DUR	OPE
<b>SUBPARTE: FILTRO DE ACEITE (07)</b>					
180	Verificar la presión diferencial del filtro, debe ser menor a 20 PSI. Reportar.	M	13	5	1M
181	Limpia el filtro.	E	2	60	1M
<b>SUBPARTE: AISLAMIENTOS (08)</b>					
182	Verificar el estado de los forros aislantes. Reportar.	E	2	20	1M
<b>SUBPARTE: CONTROL DE NIVEL DE ACEITE (09)</b>					
183	Verificar el correcto funcionamiento del controlador del nivel de aceite. Reportar.	M	13	15	1M

INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

**NUECES INDUSTRIALES**  
**Departamento de Mantenimiento**  
**MÁQUINA: Freidora Continua GS-700**  
**CÓDIGO DE MAQUINA: PR - FR**  
**PARTE: BANDAS TRANSPORTADORAS**  
**CÓDIGO DE PARTE: PR - FR02**

#	INSPECCIÓN	PER	FRE	DUR	OPE
<b>SUBPARTE: BANDAS METALICAS DE TRANSPORTE (01)</b>					
184	Verificar la tensión de la banda, debe tener un claro de 3/4". Corregir si es necesario.	M	13	25	1M
185	Verificar el desgaste de la banda. Reportar.	M	13	30	1M
186	Verificar que la banda no se desplaza desalineada. Corregir si es necesario.	M	13	25	1M
<b>SUBPARTE: MOTOREDUCTOR DE LA FREIDORA (02)</b>					
187	Verificar que la longitud de los cepillos sea mayor a 1/4". Cambiar si es necesario.	M	13	30	1E
188	Verificar la corriente del motor de la banda. Debe ser menor de 0,9 Amp. Reportar.	S	52	5	1E
189	Corroborar el voltaje del motor, debe ser menor de 95 VDC. Reportar.	M	13	5	1E
190	Limpiar la carcasa del motor.	M	13	10	1E
191	Corroborar la velocidad del motoreductor. Debe ser menor de 48 RPM. Reportar	M	13	15	1E
192	Corroborar la temperatura general del motor. Debe ser menor de 50° C. Reportar	M	13	10	1E
<b>SUBPARTE: CADENA DE LA FREIDORA (03)</b>					
193	Verificar la tensión de la cadena. Corregir si es necesario.	M	13	10	1M
194	Verificar que el diámetro de los rodillos no sea inferior a 4mm. Reportar.	M	13	30	1M
195	Lubricar la cadena con aceite.	M	13	10	1M
<b>SUBPARTE: RODAMIENTOS DE LA FREIDORA (04)</b>					
196	Lubricar los rodamientos después de apagar la freidora.	M	13	25	1M
197	Verificar la ausencia de ruidos ajenos al normal funcionamiento. Reportar.	M	13	10	1M
<b>SUBPARTE: MOTOREDUCTOR DE BANDA DE ENFRIAMIENTO (05)</b>					
198	Verificar la corriente del motor de la banda. Debe ser menor de 5 Amp. Reportar.	S	52	5	1E
199	Corroborar el voltaje del motor, debe ser menor de 95 V. Reportar	M	13	5	1E
200	Limpiar la carcasa del motor.	M	13	15	1E
201	Corroborar la velocidad del motor. Debe ser menor de 1790 RPM. Reportar	M	13	5	1E
202	Corroborar la temperatura general del motor. Debe ser menor de 45° C. Reportar.	M	13	5	1E

INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

**NUECES INDUSTRIALES**  
**Departamento de Mantenimiento**  
**MÁQUINA: Freidora Continua GS-700**  
**CÓDIGO DE MAQUINA: PR - FR**  
**PARTE: BANDAS TRANSPORTADORAS**  
**CÓDIGO DE PARTE: PR - FR02**

#	INSPECCIÓN	PER	FRE	DUR	OPE
<b>SUBPARTE: CADENA DE BANDA DE ENFRIAMIENTO (06)</b>					
203	Verificar la tensión de la cadena. Corregir si es necesario.	M	13	15	1M
204	Verificar que el diámetro de los rodillos no sea inferior a 4mm. Reportar.	M	13	30	1M
205	Lubricar la cadena con aceite.	M	13	10	1M
<b>SUBPARTE: VIBRADOR PARA ADITIVOS (07)</b>					
206	Revisar el estado de los soportes de amortiguación. Reportar.	T	4	10	1M
207	Revisar el estado de las placas de soporte de la vibradora. Reportar.	T	4	10	1M
208	Verificar el apriete de los tornillos de las placas y soportes.	T	4	10	1M

INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

<b>NUECES INDUSTRIALES</b> <b>Departamento de Mantenimiento</b> <b>MÁQUINA: Freidora Continua GS-700</b> <b>CÓDIGO DE MAQUINA: PR - FR</b> <b>PARTE: CONTROLES ELECTRICOS</b> <b>CÓDIGO DE PARTE: PR - FR03</b>					
#	INSPECCIÓN	PER	FRE	DUR	OPE
<b>SUBPARTE: CONTROL DEL LIMITE DE TEMPERATURA (01)</b>					
209	Revisar los conductores para detectar daños o corto circuitos. Reportar	M	13	15	1E
<b>SUBPARTE: CONTROL DE IGNICION DEL QUEMADOR (02)</b>					
210	Chequear el buen estado y contacto de todas las conexiones. Reportar.	T	4	20	1E
211	Corroborar el voltaje de alimentación, debe estar entre 22 VAC y 26 VAC. Reportar	T	4	5	1E
<b>SUBPARTE: CONTROLADOR DE MOTOR DC (03)</b>					
212	Retirar la tapa y verificar la ausencia de contactos flojos o dañados. Reportar.	T	4	30	1E
<b>SUBPARTE: CONTROLADOR DE TEMPERATURA DEL ACEITE (04)</b>					
213	Chequear la calibración de la termocupla.	M	13	20	1E
214	Chequear todas las conexiones. Reportar.	T	4	15	1E
<b>SUBPARTE: CONTROLADOR DEL VIBRADOR (05)</b>					
215	Verificar que la tensión de alimentación se encuentre entre 110 VAC y 125 VAC. Reportar.	M	13	10	1E
216	Verificar la integridad de todas las conexiones. Reportar.	M	13	10	1E
<b>SUBPARTE: IGNICIÓN DEL PILOTO (06)</b>					
217	Limpiar el carbón presente en el electrodo de ignición.	T	4	20	1E
218	Verificar el estado físico del electrodo y las conexiones eléctricas. Reportar.	M	13	20	1E

INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

<b>NUECES INDUSTRIALES</b> <b>Departamento de Mantenimiento</b> <b>MÁQUINA: Freidora Continua GS-700</b> <b>CÓDIGO DE MAQUINA: PR - FR</b> <b>PARTE: SISTEMA DE ENFRIAMIENTO</b> <b>CÓDIGO DE PARTE: PR - FR04</b>					
#	INSPECCIÓN	PER	FRE	DUR	OPE
<b>SUBPARTE: VENTILADOR (01)</b>					
219	Revisar y apretar los tornillos del ventilador.	E	2	40	1M
220	Lubricar los rodamientos del ventilador.	M	13	40	1M
<b>SUBPARTE: TUBERIAS (02)</b>					
221	Verificar que no existan fugas, soportes o tuberías dañadas. Reportar.	E	2	25	1M
<b>SUBPARTE: MOTOR DEL VENTILADOR (03)</b>					
222	Verificar la corriente del motor de la banda. Debe estar entre 8,5 Amp y 9,8 Amp. Reportar.	M	13	5	1E
223	Corroborar el voltaje del motor, debe estar entre 220 V y 240 V. Reportar.	M	13	5	1E
224	Limpiar las hendiduras de ventilación del motor.	T	4	50	1E
225	Corroborar la velocidad del motor. Debe estar entre 1700 RPM y 1800 RPM. Reportar	T	4	30	1E
226	Corroborar la temperatura general del motor. Debe ser menor de 40° C. Reportar	T	4	30	1E
227	Verificar la estanqueidad y balance correcto del eje del motor. Reportar	T	4	30	1E
<b>SUBPARTE: FAJAS (04)</b>					
228	Verificar el estado físico de las fajas. Reemplazar si es necesario.	T	4	40	1M
229	Verificar la tensión de las fajas. Corregir si es necesario.	T	4	30	1M

<b>NUECES INDUSTRIALES</b> <b>Departamento de Mantenimiento</b> <b>MÁQUINA: Empacadora Post Pack</b> <b>CÓDIGO DE MAQUINA: PR - EP</b> <b>PARTE: SISTEMA NEUMÁTICO</b> <b>CÓDIGO DE PARTE: PR - EP01</b>					
#	INSPECCIÓN	PER	FRE	DUR	OPE
<b>SUBPARTE: UNIDADES DE MANTENIMIENTO (01)</b>					
230	Purgar los filtros de aire.	M	13	15	1M
231	Limpiar los filtros de las unidades.	T	4	30	1M
232	Verificar el nivel de aceite de los lubricadores. Rellenar si es necesario.	T	4	30	1M
<b>SUBPARTE: PISTONES (02)</b>					
233	Verificar la ausencia de mangueras estranguladas o dañadas. Corregir si es necesario.	T	4	30	1M
234	Verificar la ausencia de fugas, ya sea por el émbolo o por los conectores. Reportar.	T	4	30	1M

INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

<b>NUECES INDUSTRIALES</b> <b>Departamento de Mantenimiento</b> <b>MÁQUINA: Empacadora Post Pack</b> <b>CÓDIGO DE MAQUINA: PR - EP</b> <b>PARTE: SISTEMA DE ARRASTRE</b> <b>CÓDIGO DE PARTE: PR - EP02</b>					
#	INSPECCIÓN	PER	FRE	DUR	OPE
<b>SUBPARTE: EJE DE BOBINA (01)</b>					
235	Lubricar los rodamientos y el eje de la bobina.	M	13	5	1M
<b>SUBPARTE: PATIN DE ARRASTRE (02)</b>					
236	Verificar el estado de las correas dentadas. Reemplazar si es necesario.	T	4	30	1M
<b>SUBPARTE: MOTOREDUCTOR DE ARRASTRE (03)</b>					
237	Verificar la corriente del motor de arrastre. Debe ser menor de 2 Amp. Reportar.	M	13	10	1E
238	Corroborar la tensión del motor, debe ser menor de 250 VAC. Reportar.	M	13	10	1E
239	Limpiar la carcasa y ventilador del motor.	M	13	30	1E
<b>SUBPARTE: PIÑONES Y CADENAS DE ARRASTRE (04)</b>					
240	Verificar la tensión de las cadenas. Corregir si es necesario.	T	4	15	1M
241	Verificar que el diámetro de los rodillos no sea inferior a 6 mm. Reportar.	T	4	30	1M
242	Lubricar las cadenas y piñones con aceite.	M	13	15	1M
<b>SUBPARTE: MOTOREDUCTOR DE LEVAS (05)</b>					
243	Verificar la corriente del motor de arrastre. Debe ser menor de 6 Amp. Reportar.	M	13	10	1E
244	Corroborar la tensión del motor, debe ser menor de 250 VAC. Reportar.	M	13	10	1E
245	Limpiar la carcasa y ventilador del motor.	M	13	30	1E
246	Corroborar la temperatura general del motor. Debe ser menor de 50° C. Reportar	M	13	10	1E
<b>SUBPARTE: LUBRICADOR MANUAL (06)</b>					
247	Revisar el nivel de aceite, rellenar si es necesario.	M	13	10	1M
248	Limpiar el filtro del lubricador.	A	1	20	1M
249	Verificar que no existan mangueras dañadas o estranguladas. Reportar.	T	4	20	1M

**NUECES INDUSTRIALES**  
**Departamento de Mantenimiento**  
**MÁQUINA: Empacadora Post Pack**  
**CÓDIGO DE MAQUINA: PR - EP**  
**PARTE: SISTEMA DE SOLDADO**  
**CÓDIGO DE PARTE: PR - EP03**

#	<i>INSPECCIÓN</i>	<i>PER</i>	<i>FRE</i>	<i>DUR</i>	<i>OPE</i>
<b>SUBPARTE: SOLDADOR HORIZONTAL (01)</b>					
250	Verificar la continuidad de las resistencias. Cambiar si es necesario.	T	4	30	1E
251	Verificar la continuidad de las sondas de temperatura. Cambiar si es necesario	T	4	30	1E
252	Verificar el estado de la cuchilla horizontal. Reportar.	T	4	20	1M
<b>SUBPARTE: SOLDADOR VERTICAL (02)</b>					
253	Verificar la continuidad de las resistencias. Cambiar si es necesario.	T	4	30	1E
254	Verificar la continuidad de las sondas de temperatura. Cambiar si es necesario	T	4	30	1E

**NUECES INDUSTRIALES**  
**Departamento de Mantenimiento**  
**MÁQUINA: Empacadora Post Pack**  
**CÓDIGO DE MAQUINA: PR - EP**  
**PARTE: DOSIFICADOR VOLUMETRICO**  
**CÓDIGO DE PARTE: PR - EP04**

#	INSPECCIÓN	PER	FRE	DUR	OPE
<b>SUBPARTE: MOTOREDUCTOR DE DISPENSADO (01)</b>					
255	Verificar la corriente del motor. Debe ser menor de 0,8 Amp. Reportar.	M	13	5	1E
256	Corroborar la tensión del motor, debe estar entre 215 y 250 VAC. Reportar.	M	13	5	1E
257	Limpiar la carcasa del motor.	M	13	15	1E
258	Corroborar la velocidad del motoreductor. Debe estar entre 1300 y 1700 RPM. Reportar	M	13	10	1E
259	Corroborar la temperatura general del motor. Debe ser menor de 40° C. Reportar	M	13	10	1E
<b>SUBPARTE: MOTOREDUCTOR DE VOLUMEN (02)</b>					
260	Corroborar la tensión del motor, debe ser menor de 250 VAC. Reportar.	M	13	5	1E
261	Limpiar la carcasa del motor.	M	13	10	1E
<b>SUBPARTE: PLATILLOS (03)</b>					
262	Lubricar la pista de vuelco de los platillos.	M	13	20	1M
263	Lubricar los ejes de las palancas de los platillos.	M	13	20	1M

**NUECES INDUSTRIALES**  
**Departamento de Mantenimiento**  
**MÁQUINA: Empacadora Post Pack**  
**CÓDIGO DE MAQUINA: PR - EP**  
**PARTE: PESADORA**  
**CÓDIGO DE PARTE: PR - EP05**

#	<i>INSPECCIÓN</i>	<i>PER</i>	<i>FRE</i>	<i>DUR</i>	<i>OPE</i>
<b>SUBPARTE: VIBRADORES (01)</b>					
264	Revisar el estado de los soportes de amortiguación y de las placas de soporte. Reportar.	T	4	15	1M
265	Verificar el apriete de los tornillos de las placas y soportes.	E	2	20	1M
266	Verificar que no existan cables dañados o flojos. Reportar.	T	4	10	1E

<b>NUECES INDUSTRIALES</b> <b>Departamento de Mantenimiento</b> <b>MÁQUINA: Selectora Xeltron 30R-S3</b> <b>CÓDIGO DE MAQUINA: PR - S3</b> <b>PARTE: COMPONENTES ELECTRICOS</b> <b>CÓDIGO DE PARTE: PR - S301</b>					
#	INSPECCIÓN	PER	FRE	DUR	OPE
<b>SUBPARTE: CAJA DE CONTROLES (01)</b>					
267	Verificar la tensión de las lámparas y sistemas, deben ser de 12 y 5 V DC, respectivamente. Reportar.	T	4	20	1E
268	Verificar la continuidad de los fusibles del sistema. Cambiar si es necesario.	T	4	20	1E
<b>SUBPARTE: MOTOR ELECTRICO (02)</b>					
269	Verificar la corriente del motor. Debe estar entre 1,1 Amp y 2 Amp. Reportar.	M	13	5	1E
270	Corroborar la tensión del motor, debe estar entre 208 V y 225 V. Reportar	M	13	5	1E
271	Limpiar la carcasa del motor.	M	13	10	1E
272	Corroborar la velocidad del motor. Debe estar entre 1700 RPM Y 1775 RPM. Reportar	T	4	5	1E
273	Corroborar la temperatura general del motor. Debe ser menor de 45° C. Reportar	M	13	5	1E
274	Verificar la estanqueidad y balance correcto del eje del motor. Reportar	T	4	10	1E

INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

**NUECES INDUSTRIALES**

**Departamento de Mantenimiento**

**MÁQUINA: Selectora Xeltron 30R-S3**

**CÓDIGO DE MAQUINA: PR - S3**

**PARTE: SISTEMA DE ALIMENTACION DE PRODUCTO**

**CÓDIGO DE PARTE: PR - S302**

#	INSPECCIÓN	PER	FRE	DUR	OPE
<b>SUBPARTE: VIBRADOR (01)</b>					
275	Verificar el estado de los amortiguadores de goma. Reportar.	T	4	35	1M
276	Limpiar la parrilla del vibrador de suciedad y cuerpos extraños.	M	13	10	1M
<b>SUBPARTE: RODILLOS (02)</b>					
277	Verificar la distancia de separación entre los rodillos, debe ser 0,8 mm. Reportar.	T	4	10	1M
278	Limpiar los rodillos con alcohol isopropílico, y una tela sintética suave y sin hilachas.	M	13	15	1M
279	Verificar el estado de la faja de los rodillos. Cambiar si es necesario.	M	13	40	1M
280	Revisar si existen ruidos extraños en los rodamientos de los rodillos. Reportar.	M	13	15	1M
281	Lubricar los rodamientos de los rodillos.	M	13	15	1M
<b>SUBPARTE: MOTOREDUCTOR DE LA BANDA ALIMENTADORA (03)</b>					
282	Verificar la corriente del motor de la banda. Debe ser menor de 3,3 Amp. Reportar.	M	13	10	1E
283	Corroborar el voltaje del motor, debe ser menor de 135 VDC. Reportar	M	13	10	1E
284	Limpiar la carcasa del motor.	M	13	10	1E
285	Corroborar la temperatura general del motor. Debe ser menor de ° C. Reportar	M	13	5	1E
286	Revisar el estado de los cepillos. Reemplazar si es necesario.	T	4	20	1E
287	Verificar el estado de la correa. Reemplazar si es necesario.	T	4	30	1E
<b>SUBPARTE: BANDA TRANSPORTADORA (04)</b>					
288	Verificar la libre rodadura de los soportes inferiores de la banda. Corregir si es necesario.	M	13	20	1M
289	Verificar que la banda se encuentre en la correcta posición. Corregir si es necesario.	M	13	20	1M
290	Lubricar los rodamientos de la banda.	T	4	20	1M

**NUECES INDUSTRIALES**  
**Departamento de Mantenimiento**  
**MÁQUINA: Selectora Xeltron 30R-S3**  
**CÓDIGO DE MAQUINA: PR - S3**  
**PARTE: SISTEMA DE ANALISIS OPTICO**  
**CÓDIGO DE PARTE: PR - S303**

#	INSPECCIÓN	PER	FRE	DUR	OPE
<b>SUBPARTE: SISTEMA DE ILUMINACION (01)</b>					
291	Comprobar el funcionamiento de las lámparas halógenas. Cambiar si es necesario.	T	4	25	1E
292	Verificar la tensión en las lámparas, esta debe ser de 12V DC. Reportar.	T	4	15	1E
293	Limpiar las lentes y fibras ópticas con alcohol isopropílico y tela sintética sin hilachas.	M	13	30	1E
<b>SUBPARTE: ANALIZADOR (02)</b>					
294	Limpiar las partes internas del analizador con alcohol isopropílico y tela sintética sin hilachas.	T	4	40	1E
295	Verificar que la ranura de visión se encuentre entre 1,0 y 1,5 mm. Corregir si es necesario.	T	4	15	1E

**NUECES INDUSTRIALES**  
**Departamento de Mantenimiento**  
**MÁQUINA: Selectora Xeltron 30R-S3**  
**CÓDIGO DE MAQUINA: PR - S3**  
**PARTE: SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO**  
**CÓDIGO DE PARTE: PR - S304**

#	INSPECCIÓN	PER	FRE	DUR	OPE
<b>SUBPARTE: UNIDADES DE MANTENIMIENTO (01)</b>					
296	Purgar los acumuladores de aire.	S	52	10	1M
297	Limpiar los filtros de las unidades.	T	4	30	1M
<b>SUBPARTE: SOPLADORES DE RECHAZO (02)</b>					
298	Verificar la presión de rechazo, debe ser de unos 40 PSI, como mínimo. Reportar.	T	4	5	1M
299	Verificar la presión de alimentación de la maquina, debe estar entre 100 y 120 PSI. Reportar.	T	4	5	1M
<b>SUBPARTE: ENFRIAMIENTO DE LAMPARAS (03)</b>					
300	Verificar el flujo de aire hacia las lámparas. Reportar	M	13	5	1M

INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

**NUECES INDUSTRIALES**  
**Departamento de Mantenimiento**  
**MÁQUINA: Selectora Xeltron 10R-S3**  
**CÓDIGO DE MAQUINA: PR - S1**  
**PARTE: COMPONENTES ELECTRICOS**  
**CÓDIGO DE PARTE: PR - S101**

#	INSPECCIÓN	PER	FRE	DUR	OPE
<b>SUBPARTE: CAJA DE CONTROLES (01)</b>					
301	Verificar la tensión de la lámpara y sistemas, deben ser de 12 y 5 V DC, respectivamente. Reportar.	T	4	10	1E
302	Verificar la continuidad de los fusibles del sistema. Cambiar si es necesario.	T	4	10	1E
<b>SUBPARTE: MOTOR ELECTRICO (02)</b>					
303	Verificar la corriente del motor de la banda. Debe estar entre 2,4 Amp y 3 Amp. Reportar.	M	13	5	1E
304	Corroborar el voltaje del motor, debe estar entre 220 V y 240 V. Reportar	M	13	5	1E
305	Limpiar las hendiduras de ventilación del motor.	M	13	10	1E
306	Corroborar la velocidad del motor. Debe estar entre 1700 RPM Y 1775 RPM. Reportar	T	4	5	1E
307	Corroborar la temperatura general del motor. Debe ser menor de 45° C. Reportar	M	13	5	1E
308	Verificar la estanqueidad y balance correcto del eje del motor. Reportar	T	4	10	1E

<b>NUECES INDUSTRIALES</b> <b>Departamento de Mantenimiento</b> <b>MÁQUINA: Selectora Xeltron 10R-S3</b> <b>CÓDIGO DE MAQUINA: PR - S1</b> <b>PARTE: SISTEMA DE ALIMENTACION DE PRODUCTO</b> <b>CÓDIGO DE PARTE: PR - S102</b>					
#	INSPECCIÓN	PER	FRE	DUR	OPE
<b>SUBPARTE: VIBRADOR (01)</b>					
309	Verificar el estado de los amortiguadores de goma. Reportar.	T	4	10	1M
310	Limpie la parrilla del vibrador de suciedad y cuerpos extraños.	M	13	10	1M
<b>SUBPARTE: RODILLOS (02)</b>					
311	Verificar la distancia de separación entre los rodillos, debe ser 0,8 mm. Reportar.	T	4	5	1M
312	Limpiar los rodillos con alcohol isopropílico, y una tela sintética suave y sin hilachas.	M	13	10	1M
313	Verificar el estado de la faja de los rodillos. Cambiar si es necesario.	M	13	30	1M
314	Revisar si existen ruidos extraños en los rodamientos de los rodillos. Reportar.	M	13	10	1M
315	Lubricar los rodamientos de los rodillos.	M	13	5	1M

**NUECES INDUSTRIALES**  
**Departamento de Mantenimiento**  
**MÁQUINA: Selectora Xeltron 10R-S3**  
**CÓDIGO DE MAQUINA: PR - S1**  
**PARTE: SISTEMA DE ANALISIS OPTICO**  
**CÓDIGO DE PARTE: PR - S103**

#	INSPECCIÓN	PER	FRE	DUR	OPE
<b>SUBPARTE: SISTEMA DE ILUMINACION (01)</b>					
316	Comprobar el funcionamiento de la lámpara halógena. Cambiar si es necesario.	T	4	15	1E
317	Verificar la tensión en la lámpara, esta debe ser de 12V DC. Reportar.	T	4	10	1E
318	Limpiar las lentes y fibras ópticas con alcohol isopropílico y tela sintética sin hilachas.	M	13	20	1E
<b>SUBPARTE: ANALIZADOR (02)</b>					
319	Limpiar las partes internas del analizador con alcohol isopropílico y tela sintética sin hilachas.	T	4	25	1E
320	Verificar que la ranura de visión se encuentre entre 1,0 y 1,5 mm. Corregir si es necesario.	T	4	5	1E

<b>NUECES INDUSTRIALES</b> <b>Departamento de Mantenimiento</b> <b>MÁQUINA: Selectora Xeltron 10R-S3</b> <b>CÓDIGO DE MAQUINA: PR - S1</b> <b>PARTE: SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO</b> <b>CÓDIGO DE PARTE: PR - S104</b>					
#	INSPECCIÓN	PER	FRE	DUR	OPE
<b>SUBPARTE: UNIDADES DE MANTENIMIENTO (01)</b>					
321	Purgar los acumuladores de aire.	S	52	5	1M
322	Limpiar los filtros de las unidades.	T	4	15	1M
<b>SUBPARTE: SOPLADORES DE RECHAZO (02)</b>					
323	Verificar la presión de rechazo, debe ser de unos 40 PSI, como mínimo. Reportar.	T	4	5	1M
324	Verificar la presión de alimentación de la maquina, debe estar entre 100 y 120 PSI. Reportar.	T	4	5	1M
<b>SUBPARTE: ENFRIAMIENTO DE LAMPARAS (03)</b>					
325	Verificar el flujo de aire hacia las lámparas. Reportar	M	13	5	1M

## APÉNDICE 5. LISTADO DE REPUESTOS

<b>NUECES INDUSTRIALES</b> <b>Departamento de Mantenimiento</b> <b>MÁQUINA: Horno Proctor &amp; Schwartz</b> <b>CÓDIGO DE MAQUINA: PR - HP</b>		
#	REPUESTOS POR CADA INSPECCION	
Insp	DESCRIPCION	CANT. ANUAL
12	Aceite de reductor, ISO 680 (AGMA 8, SAE 140)	1 Gal.
13	Grasa NLGI #2 con base de litio.	56 OZ
21	Aceite Mineral ISO - 100 (SAE 30)	1/2 Gal
30	Grasa NLGI N° 2, aplicación alimenticia.	56 OZ
31	Lubricante SAE 5 a SAE 30 (ISO 22 a 100), no polimerizado.	1 Gal
35	Cargadores plásticos	10
37	Grasa NLGI N° 2, aplicación alimenticia.	56 OZ
72	Sensor Festo SOEG-RT-M12-PS-K-L	1
99	Sellador Resun #58, 3/8" de diámetro	1 caja de 24
115	Grasa NLGI N° 2, aplicación alimenticia.	42 OZ
125	Grasa NLGI N° 2, aplicación alimenticia.	42 OZ
135	Grasa NLGI N° 2, aplicación alimenticia.	42 OZ
146	Fajas (B-60 del enfriador)	2
146	Fajas (B-51 del tostador)	2
146	Faja (A-30 del escape)	1
150	Filtros Azules	4 m
156	Empaques de puertas.	2
159	Grasa NLGI N° 2, aplicación alimenticia.	28 OZ

<b>NUECES INDUSTRIALES</b> <b>Departamento de Mantenimiento</b> <b>MÁQUINA: Freidora Continua GS-700</b> <b>CÓDIGO DE MAQUINA: PR - FR</b>		
#	REPUESTOS POR CADA INSPECCION	
Insp	DESCRIPCION	CANT. ANUAL
187	Cepillos del motor Dayton 4Z532A	2
195	Aceite mineral, SAE 30 (ISO 100), no detergente.	11OZ
196	Grasa NLGI N° 2, aplicación alimenticia.	28 OZ
205	Aceite mineral, SAE 30 (ISO 100), no detergente.	11 OZ
220	Aceite mineral, SAE 30 (ISO 100), no detergente.	28 OZ
228	Faja A51	1

<b>NUECES INDUSTRIALES</b> <b>Departamento de Mantenimiento</b> <b>MÁQUINA: Empacadora Post Pack</b> <b>CÓDIGO DE MAQUINA: PR - EP</b>		
#	REPUESTOS POR CADA INSPECCION	
Insp	DESCRIPCION	CANT. ANUAL
232	Aceite mineral SAE 10 (ISO 32)	1/4 Gal
235	Grasa NLGI N° 2, aplicación alimenticia.	28 OZ
236	Correas de arrastre	2
242	Aceite mineral, SAE 30 (ISO 100), no detergente.	1/2 Gal
247	Aceite 20W50 (ISO 46 a ISO 220)	
250	Resistencias de sellado	2
251	Sondas de temperatura	2
253	Resistencias de sellado	2
254	Sondas de temperatura	2
262	Grasa NLGI N° 2, aplicación alimenticia.	56 OZ
263	Grasa NLGI N° 2, aplicación alimenticia.	56 OZ

<b>NUECES INDUSTRIALES</b> <b>Departamento de Mantenimiento</b> <b>MÁQUINA: Selectora Xeltron 30R-S3</b> <b>CÓDIGO DE MAQUINA: PR - S3</b>		
#	REPUESTOS POR CADA INSPECCION	
Insp	DESCRIPCION	CANT. ANUAL
268	Fusibles varios	10
279	Faja de rodillos	1
281	Grasa NGLI N° 2, grado alimenticio.	28 OZ
286	Carbones	2
287	Faja dentada	1
290	Grasa NGLI N° 2, grado alimenticio.	28 OZ
291	lámparas halógenas de 12V y 500 W	2

<b>NUECES INDUSTRIALES</b> <b>Departamento de Mantenimiento</b> <b>MÁQUINA: Selectora Xeltron 10R-S3</b> <b>CÓDIGO DE MAQUINA: PR - S1</b>		
#	REPUESTOS POR CADA INSPECCION	
Insp	DESCRIPCION	CANT. ANUAL
302	Fusibles varios	5
313	Faja de rodillos	1
315	Grasa NGLI N° 2, grado alimenticio.	28 OZ
316	lámparas halógenas de 12V y 500 W	1

## APÉNDICE 6. DIAGRAMAS DE GANTT

		NUECES INDUSTRIALES					PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																						
							GANTT ANUAL PARA LOS MECÁNICOS																						
							SEMANA																						
Máq.	Insp	PER	FRE	DUR	OPE	EST.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
HORNO	1	M	13	20	1	D	20				20				20				20				20				20		
	2	M	13	20	1	D	20				20				20				20				20				20		
	3	M	13	20	1	D	20				20				20				20				20				20		
	4	M	13	20	1	D	20				20				20				20				20				20		
	5	M	13	20	1	D	20				20				20				20				20				20		
	8	M	13	15	1	D	15				15				15				15				15				15		
	11	T	4	15	1	D									15														15
	12	M	13	15	1	D	15				15				15				15				15				15		
	13	M	13	20	1	D	20				20				20				20				20				20		
	14	A	1	40	1	D						40																	
	15	M	13	10	1	D	10				10				10				10				10				10		
	16	M	13	40	1	D			40				40				40				40				40			40	
	18	M	13	10	1	D	10				10				10				10				10				10		
	19	M	13	10	1	D	10				10				10				10				10				10		
	20	M	13	30	1	D		30				30				30				30				30				30	
	21	M	13	10	1	D	10				10				10				10				10				10		
	22	M	13	15	1	D	15				15				15				15				15				15		
	23	M	13	15	1	D	15				15				15				15				15				15		
	24	M	13	20	1	D	20				20				20				20				20				20		
	27	M	13	30	1	D				30					30				30				30				30		
	28	M	13	20	1	D	20				20				20				20				20				20		
	33	T	4	40	1	D									40														40
	34	M	13	10	1	D	10				10				10				10				10				10		
	35	M	13	40	1	D				40					40				40				40				40		
	36	M	13	15	1	D	15				15				15				15				15				15		
	40	M	13	20	1	D	20				20				20				20				20				20		
	43	Q	26	15	1	D	15		15		15		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	44	T	4	15	1	D						15															15		
	47	M	13	30	1	D	30				30				30				30				30				30		
	48	M	13	30	1	D	30				30				30				30				30				30		
	49	M	13	20	1	D	20				20				20				20				20				20		
	50	M	13	10	1	D	10				10				10				10				10				10		
51	M	13	15	1	D	15				15				15				15				15				15			
52	E	2	20	1	D																					20			



# INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

		NUECES INDUSTRIALES					PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																					
							GANTT ANUAL PARA LOS MECÁNICOS																					
							SEMANA																					
Máq.	Insp	PER	FRE	DUR	OPE	EST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
HORNO	77	T	4	180	1	D										180												
	79	T	4	180	1	D											180											
	81	T	4	180	1	D												180										
	84	E	2	30	1	D								30														
	85	E	2	60	1	D										60												
	86	E	2	15	1	D															15							
	87	E	2	15	1	D															15							
	98	T	4	25	1	D							25													25		
	99	E	2	40	1	D																	40					
	100	M	13	10	1	D	10				10					10				10				10				10
	103	M	13	15	1	D	15				15					15				15				15				15
	106	M	13	30	1	D		30				30					30				30				30			30
	112	M	13	60	1	D				60					60					60				60				60
	116	M	13	15	1	D	15				15					15				15				15				15
	126	M	13	15	1	D	15				15					15				15				15				15
	136	M	13	15	1	D	15				15					15				15				15				15
	143	M	13	30	1	D			30					30				30				30				30		
	144	M	13	30	1	D		30					30				30				30				30			30
	145	M	13	30	1	D	30				30					30				30				30				30
	146	M	13	60	1	D			60					60				60				60				60		
	147	M	13	40	1	D		40				40					40				40				40			40
	149	T	4	30	1	D									30													30
	150	M	13	15	1	D	15				15					15					15				15			15
	154	E	2	60	1	D																					60	
	156	T	4	60	1	D							60														60	
	157	Q	26	20	1	D	20		20		20			20		20			20		20		20		20		20	20
	158	Q	26	20	1	D	20		20		20			20		20			20		20		20		20		20	20
	159	Q	26	30	1	D	30		30		30			30		30			30		30		30		30		30	30
160	Q	26	20	1	D	20		20		20			20		20			20		20		20		20		20	20	
17	M	13	5	1	T	5				5					5				5				5				5	
25	M	13	10	1	T	10				10					10				10				10				10	
26	M	13	15	1	T	15				15					15				15				15				15	
29	M	13	20	1	T		20					20				20				20				20			20	

# INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

		PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																														
		GANTT ANUAL PARA LOS MECÁNICOS																														
		SEMANA																														
Máq.	Insp	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	
H O R N O	77	180													180													180				
	79		180													180													180			
	81			180													180													180		
	84											30																				
	85													60																		
	86																		15													
	87																		15													
	98											25													25							
	99																				40											
	100			10				10				10				10				10				10				10				
	103			15				15				15				15				15				15				15				
	106				30				30				30				30				30			30			30			30		
	112		60				60				60				60				60			60			60			60			60	
	116			15				15				15				15				15			15			15			15			
	126			15				15				15				15				15			15			15			15			
	136			15				15				15				15				15			15			15			15			
	143	30				30				30				30				30				30			30			30			30	
	144				30				30				30				30				30			30			30			30		
	145			30				30				30				30				30			30			30			30			
	146	60				60				60				60				60				60			60			60			60	
	147				40				40				40				40				40			40			40			40		
	149												30														30					
	150			15				15					15				15				15				15			15			15	
	154																									60						
	156											60													60							
	157	20		20		20		20		20		20		20		20		20		20		20		20		20		20		20		
	158	20		20		20		20		20		20		20		20		20		20		20		20		20		20		20		
	159	30		30		30		30		30		30		30		30		30		30		30		30		30		30		30		
160	20		20		20		20		20		20		20		20		20		20		20		20		20		20		20			
17			5				5					5				5				5				5				5				
25			10				10					10				10				10				10				10				
26			15				15					15				15				15				15				15				
29				20				20					20				20				20				20				20			

# INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

		NUECES INDUSTRIALES					PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																						
							GANTT ANUAL PARA LOS MECÁNICOS																						
							SEMANA																						
Máq.	Insp	PER	FRE	DUR	OPE	EST.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
HORNO	30	M	13	30	1	T				30				30				30				30				30			
	31	M	13	10	1	T	10				10				10				10				10				10		
	32	S	52	15	1	T	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	37	M	13	20	1	T	20				20				20				20				20				20		
	45	M	13	10	1	T	10				10				10				10				10				10		
	46	M	13	10	1	T	10				10				10				10				10				10		
	91	M	13	10	1	T	10				10				10				10				10				10		
	92	M	13	10	1	T	10				10				10				10				10				10		
	93	M	13	10	1	T	10				10				10				10				10				10		
	94	M	13	10	1	T	10				10				10				10				10				10		
	95	M	13	10	1	T	10				10				10				10				10				10		
	96	M	13	15	1	T	15				15				15				15				15				15		
	97	M	13	15	1	T	15				15				15				15				15				15		
	102	M	13	10	1	T	10				10				10				10				10				10		
	110	M	13	15	1	T	15				15				15				15				15				15		
	111	M	13	15	1	T	15				15				15				15				15				15		
	113	M	13	15	1	T	15				15				15				15				15				15		
	114	M	13	15	1	T	15				15				15				15				15				15		
	115	M	13	25	1	T	25				25				25				25				25				25		
	123	M	13	15	1	T	15				15				15				15				15				15		
	124	M	13	15	1	T	15				15				15				15				15				15		
	125	M	13	25	1	T	25				25				25				25				25				25		
133	M	13	15	1	T	15				15				15				15				15				15			
134	M	13	15	1	T	15				15				15				15				15				15			
135	M	13	25	1	T	25				25				25				25				25				25			
148	T	4	15	1	T												15												
151	T	4	20	1	T												20												
152	T	4	20	1	T												20												
153	T	4	20	1	T												20												
155	T	4	30	1	T												30												

# INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

		PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																													
		GANTT ANUAL PARA LOS MECÁNICOS																													
		SEMANA																													
Máq.	Insp	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
<b>H O R N O</b>	30		30				30				30				30				30				30				30				30
	31			10				10				10				10				10				10				10			
	32	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	37			20				20				20				20				20				20				20			
	45			10				10				10				10				10				10				10			
	46			10				10				10				10				10				10				10			
	91			10				10				10				10				10				10				10			
	92			10				10				10				10				10				10				10			
	93			10				10				10				10				10				10				10			
	94			10				10				10				10				10				10				10			
	95			10				10				10				10				10				10				10			
	96			15				15				15				15				15				15				15			
	97			15				15				15				15				15				15				15			
	102			10				10				10				10				10				10				10			
	110			15				15				15				15				15				15				15			
	111			15				15				15				15				15				15				15			
	113			15				15				15				15				15				15				15			
	114			15				15				15				15				15				15				15			
	115			25				25				25				25				25				25				25			
	123			15				15				15				15				15				15				15			
	124			15				15				15				15				15				15				15			
	125			25				25				25				25				25				25				25			
	133			15				15				15				15				15				15				15			
	134			15				15				15				15				15				15				15			
	135			25				25				25				25				25				25				25			
148		15													15														15		
151		20													20														20		
152		20													20														20		
153		20													20														20		
155		30													30														30		

# INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

		NUECES INDUSTRIALES					PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																						
							GANTT ANUAL PARA LOS MECÁNICOS																						
							SEMANA																						
Máq.	Insp	PER	FRE	DUR	OPE	EST.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
FREIDORA	163	M	13	60	1	D		60				60				60				60				60				60	
	164	E	2	120	1	D													120										
	165	E	2	120	1	D														120									
	179	A	1	180	1	D															180								
	181	E	2	60	1	D																					60		
	182	E	2	20	1	D																				20			
	184	M	13	25	1	D		25				25				25				25				25				25	
	185	M	13	20	1	D		20				20				20				20				20				20	
	186	M	13	25	1	D		25				25				25				25				25				25	
	193	M	13	10	1	D		10				10				10				10				10				10	
	194	M	13	30	1	D		30				30				30				30				30				30	
	196	M	13	25	1	D		25				25				25				25				25				25	
	203	M	13	15	1	D		15				15				15				15				15				15	
	204	M	13	30	1	D		30				30				30				30				30				30	
	206	T	4	10	1	D									10													10	
	207	T	4	10	1	D									10													10	
	208	T	4	10	1	D									10													10	
	219	E	2	40	1	D																40							
	220	M	13	40	1	D		40				40				40				40				40				40	
	221	E	2	25	1	D																25							
	228	T	4	40	1	D						40														40			
	229	T	4	30	1	D											30												
	161	M	13	15	1	T		15				15				15				15				15				15	
	162	M	13	10	1	T		10				10				10				10				10				10	
	177	M	13	5	1	T		5				5				5				5				5				5	
	178	M	13	5	1	T		5				5				5				5				5				5	
	180	M	13	5	1	T		5				5				5				5				5				5	
	183	M	13	15	1	T		15				15				15				15				15				15	
195	M	13	10	1	T		10				10				10				10				10				10		
197	M	13	10	1	T		10				10				10				10				10				10		
205	M	13	10	1	T		10				10				10				10				10				10		



# INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

		NUECES INDUSTRIALES					PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																					
							GANTT ANUAL PARA LOS MECÁNICOS																					
							SEMANA																					
Máq.	Insp	PER	FRE	DUR	OPE	EST.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
<b>EMPACADORA</b>	230	M	13	15	1	D			15				15				15				15				15			
	231	T	4	30	1	D								30													30	
	232	T	4	30	1	D								30													30	
	233	T	4	30	1	D							30														30	
	234	T	4	30	1	D						30														30		
	236	T	4	30	1	D				30															30			
	240	T	4	15	1	D				15															15			
	241	T	4	30	1	D				30														30				
	242	M	13	15	1	D				15				15			15					15				15		
	249	T	4	20	1	D										20												20
	252	T	4	20	1	D										20												20
	262	M	13	20	1	D				20				20				20				20				20		
	263	M	13	20	1	D				20				20				20				20				20		
	264	T	4	15	1	D				15															15			
	265	E	2	20	1	D														20								
	235	M	13	5	1	T			5				5				5					5				5		
247	M	13	10	1	T			10				10				10					10				10			
248	A	1	20	1	T																							

# INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

		<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>																																																								
		<b>GANTT ANUAL PARA LOS MECÁNICOS</b>																																																								
		SEMANA																																																								
Máq.	Insp	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52																											
<b>E M P A C A D O R A</b>	230	15			15				15				15				15				15				15				15				15																									
	231												30																	30																												
	232												30																																													
	233													30																																												
	234													30																																												
	236														30																																											
	240																																																									
	241																																																									
	242	15																																																								
	249																																																									
	252																																																									
	262	20																																																								
	263	20																																																								
	264																																																									
	265																																																									
	235																																																									
	247																																																									
	248																																																									

# INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

		NUECES INDUSTRIALES					PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																						
							GANTT ANUAL PARA LOS MECÁNICOS																						
							SEMANA																						
Máq.	Insp	PER	FRE	DUR	OPE	EST.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
<b>XELTRON 30R</b>	275	T	4	35	1	D			35												35								
	276	M	13	10	1	D				10				10				10				10					10		
	277	T	4	10	1	D								10														10	
	278	M	13	15	1	D				15				15					15				15					15	
	279	M	13	40	1	D			40				40				40					40				40			
	281	M	13	15	1	D				15				15					15				15				15		
	288	M	13	20	1	D				20				20					20				20				20		
	289	M	13	20	1	D				20				20					20				20				20		
	290	T	4	20	1	D									20														20
	297	T	4	30	1	D									30														30
	280	M	13	15	1	T				15				15					15				15				15		
	296	S	52	10	1	T		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	298	T	4	5	1	T						5															5		
299	T	4	5	1	T						5														5				
300	M	13	5	1	T				5				5					5				5				5			

# INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

		PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																													
		GANTT ANUAL PARA LOS MECÁNICOS																													
		SEMANA																													
Máq.	Insp	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
<b>X E L T R O N 3 O R</b>	275						35													35											
	276		10				10				10				10				10				10				10				10
	277												10														10				
	278		15				15				15				15				15				15				15				15
	279	40				40				40				40				40				40				40				40	
	281		15				15				15				15				15				15				15				15
	288		20				20				20				20				20				20				20				20
	289		20				20				20				20				20				20				20				20
	290														20													20			
	297														30													30			
	280		15				15				15				15				15				15				15				15
	296	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	298											5													5						
	299											5												5							
	300		5				5				5				5				5				5				5				5

# INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

		NUECES INDUSTRIALES					PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																						
							GANTT ANUAL PARA LOS MECÁNICOS																						
		SEMANA																											
Máq.	Insp	PER	FRE	DUR	OPE	EST.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
<b>XELTRON 10R</b>	309	T	4	10	1	D									10													10	
	310	M	13	10	1	D				10				10				10				10				10			
	311	T	4	5	1	D									5													5	
	312	M	13	10	1	D			10				10			10					10				10			10	
	313	M	13	30	1	D			30				30			30					30				30			30	
	315	M	13	5	1	D			5				5			5					5				5			5	
	322	T	4	15	1	D									15													15	
	314	M	13	10	1	T				10				10					10			10				10			
	321	S	52	5	1	T		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	323	T	4	5	1	T										5													5
	324	T	4	5	1	T										5													5
	325	M	13	5	1	T			5				5				5					5				5			5
		<b>MANTENIMIENTO PROGRAMADO</b>						1065	605	415	360	1095	790	445	415	1295	750	700	480	1205	720	600	435	1125	620	585	390	1240	740
		<b>DMP MECÁNICOS</b>						1620	1620	1620	1620	1620	1620	1620	1620	1620	1620	1620	1620	1620	1620	1620	1620	1620	1620	1620	1620	1620	1620
		<b>DIFERENCIA</b>						555	1015	1205	1260	525	830	1175	1205	325	870	920	1140	415	900	1020	1185	495	1000	1035	1230	380	880



# INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

		NUECES INDUSTRIALES					PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																						
							GANTT ANUAL PARA EL ELECTRICISTA																						
							SEMANA																						
Máq.	Insp	PER	FRE	DUR	OPE	EST.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
HORNO	53	M	13	10	1	D	10				10				10				10				10				10		
	54	A	1	30	1	D																							
	55	T	4	15	1	D								15													15		
	56	E	2	15	1	D								15															
	57	M	13	20	1	D	20				20					20				20				20				20	
	58	M	13	20	1	D	20				20					20				20				20				20	
	59	M	13	20	1	D	20				20					20				20				20				20	
	60	M	13	20	1	D	20				20					20				20				20				20	
	61	E	2	20	1	D									20														
	62	E	2	20	1	D									20														
	63	T	4	20	1	D							20														20		
	64	T	4	20	1	D							20														20		
	69	T	4	10	1	D							10														10		
	72	M	13	25	1	D	25				25					25				25				25				25	
	75	M	13	25	1	D	25				25					25				25				25				25	
	76	M	13	15	1	D	15				15					15				15				15				15	
	78	M	13	15	1	D	15				15					15				15				15				15	
	80	M	13	15	1	D	15				15					15				15				15				15	
	89	T	4	10	1	D									10													10	
	101	M	13	15	1	D	15				15					15				15				15				15	
	109	Q	26	20	1	D	20									20								20					
	119	M	13	40	1	D		40				40					40				40				40				40
122	T	4	20	1	D					20														20					
129	M	13	40	1	D		40				40					40				40				40				40	
132	T	4	20	1	D					20														20					
139	M	13	40	1	D		40				40					40				40				40				40	
142	T	4	20	1	D					20														20					
6	S	52	5	1	T	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
7	M	13	5	1	T	5				5					5				5				5				5		
9	S	52	5	1	T	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
10	S	52	5	1	T	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5



# INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

		NUECES INDUSTRIALES					PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																						
							GANTT ANUAL PARA EL ELECTRICISTA																						
							SEMANA																						
Máq.	Insp	PER	FRE	DUR	OPE	EST.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
HORNO	38	S	52	5	1	T	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
	39	M	52	5	1	T	5				5				5				5				5				5		
	41	S	52	15	1	T	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	42	S	52	15	1	T	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	67	T	4	10	1	T								10													10		
	68	T	4	10	1	T								10													10		
	70	T	4	5	1	T								5													5		
	71	M	13	5	1	T	5				5				5				5				5				5		
	73	T	4	5	1	T								5													5		
	74	M	13	5	1	T	5				5				5				5				5				5		
	82	M	13	10	1	T	10				10				10				10				10				10		
	83	M	13	10	1	T	10				10				10				10				10				10		
	88	T	4	15	1	T								15													15		
	90	M	13	10	1	T	10				10				10				10				10				10		
	104	S	52	5	1	T	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	105	S	52	5	1	T	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	107	S	52	10	1	T	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	108	S	52	10	1	T	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	117	S	52	5	1	T	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	118	S	52	5	1	T	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	120	M	13	15	1	T	15				15				15				15				15				15		
	121	M	13	15	1	T	15				15				15				15				15				15		
127	S	52	5	1	T	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
128	S	52	5	1	T	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
130	M	13	15	1	T	15				15				15				15				15				15			
131	M	13	15	1	T	15				15				15				15				15				15			
137	S	52	5	1	T	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
138	S	52	5	1	T	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
140	M	13	15	1	T	15				15				15				15				15				15			
141	M	13	15	1	T	15				15				15				15				15				15			

# INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

		PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																																																							
		GANTT ANUAL PARA EL ELECTRICISTA																																																							
		SEMANA																																																							
Máq.	Insp	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52																										
<b>H O R N O</b>	38	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5							
	39			5				5				5				5				5				5				5				5				5				5				5				5				5					
	41	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15				
	42	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15				
	67												10																																									10			
	68												10																																									10			
	70												5																																								5				
	71			5				5					5				5				5				5				5																								5				
	73												5																																									5			
	74			5				5					5				5				5				5				5																									5			
	82			10				10					10				10				10				10				10																										10		
	83			10				10					10				10				10				10				10																											10	
	88												15																																										15		
	90			10				10					10				10				10				10				10																										10		
	104	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
	105	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
	107	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
	108	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
	117	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
	118	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
	120			15				15					15				15				15				15				15																										15		
	121			15				15					15				15				15				15				15																										15		
	127	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
	128	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
	130			15				15					15				15				15				15				15																											15	
	131			15				15					15				15				15				15				15																											15	
	137	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
	138	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
	140			15				15					15				15				15				15				15																												15
	141			15				15					15				15				15				15				15																												15

# INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

		NUECES INDUSTRIALES					PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																						
							GANTT ANUAL PARA EL ELECTRICISTA																						
		SEMANA																											
Máq.	Insp	PER	FRE	DUR	OPE	EST.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
FREIDORA	168	M	13	15	1	D		15				15				15				15				15				15	
	171	T	4	15	1	D									15													15	
	174	M	13	15	1	D		15				15				15				15				15				15	
	187	M	13	30	1	D		30				30				30				30				30				30	
	190	M	13	10	1	D		10				10				10				10				10				10	
	200	M	13	15	1	D		15				15				15				15				15				15	
	209	M	13	15	1	D		15				15				15				15				15				15	
	210	T	4	20	1	D									20													20	
	212	T	4	30	1	D									30													30	
	213	M	13	20	1	D		20				20				20				20				20				20	
	214	T	4	15	1	D											15												
	216	M	13	10	1	D		10				10				10				10				10				10	
	217	T	4	20	1	D											20												
	218	M	13	20	1	D		20				20				20				20				20				20	
	224	T	4	50	1	D										50													
	227	T	4	30	1	D										30													
	166	S	52	5	1	T		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	167	M	13	5	1	T		5				5				5				5				5				5	
	169	M	13	5	1	T		5				5				5				5				5				5	
	170	M	13	5	1	T		5				5				5				5				5				5	
	172	S	52	5	1	T		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	173	M	13	5	1	T		5				5				5				5				5				5	
	175	M	13	5	1	T		5				5				5				5				5				5	
	176	M	13	5	1	T		5				5				5				5				5				5	
	188	S	52	5	1	T		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	189	M	13	5	1	T		5				5				5				5				5				5	
191	M	13	15	1	T		15				15				15				15				15				15		
192	M	13	10	1	T		10				10				10				10				10				10		
198	S	52	5	1	T		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
199	M	13	5	1	T		5				5				5				5				5				5		
201	M	13	5	1	T		5				5				5				5				5				5		
202	M	13	5	1	T		5				5				5				5				5				5		
211	T	4	5	1	T									5													5		
215	M	13	10	1	T		10				10				10				10				10				10		
222	M	13	5	1	T		5				5				5				5				5				5		
223	M	13	5	1	T		5				5				5				5				5				5		
225	T	4	30	1	T									30													30		
226	T	4	30	1	T									30													30		



# INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

		NUECES INDUSTRIALES					PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																					
							GANTT ANUAL PARA EL ELECTRICISTA																					
							SEMANA																					
Máq.	Insp	PER	FRE	DUR	OPE	EST.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
<b>EMPACADORA</b>	237	M	13	10	1	D			10				10			10				10				10				
	238	M	13	10	1	D			10				10			10				10				10				
	239	M	13	30	1	D			30				30			30				30				30				
	243	M	13	10	1	D			10				10			10				10				10				
	244	M	13	10	1	D			10				10			10				10				10				
	245	M	13	30	1	D			30				30			30				30				30				
	246	M	13	10	1	D			10				10			10				10				10				
	250	T	4	30	1	D								30														30
	251	T	4	30	1	D								30														30
	253	T	4	30	1	D								30														30
	254	T	4	30	1	D								30														30
	257	M	13	15	1	D			15				15			15				15			15			15		
	262	M	13	10	1	D			10				10			10				10			10			10		
	266	T	4	10	1	D								10														10
255	M	13	5	1	T			5				5			5				5			5			5			
256	M	13	5	1	T			5				5			5				5			5			5			
258	M	13	10	1	T			10				10			10				10			10			10			
259	M	13	10	1	T			10				10			10				10			10			10			
260	M	13	5	1	T			5				5			5				5			5			5			
<b>XELTRON 30R</b>	267	T	4	20	1	D									20													
	268	T	4	20	1	D									20													
	271	M	13	10	1	D			10				10			10			10			10			10			
	274	T	4	10	1	D									10													
	284	M	13	10	1	D			10				10			10			10			10			10			
	286	T	4	20	1	D								20													20	
	287	T	4	30	1	D								30													30	
	291	T	4	25	1	D								25													25	
	292	T	4	15	1	D								15													15	
	293	M	13	30	1	D			30				30			30			30			30			30			
	294	T	4	40	1	D									40													
	295	T	4	15	1	D									15													
	269	M	13	5	1	T			5				5			5				5			5			5		
	270	M	13	5	1	T			5				5			5				5			5			5		
	272	T	4	5	1	T								5													5	
273	M	13	5	1	T			5				5			5				5			5			5			
282	M	13	10	1	T			10				10			10				10			10			10			
283	M	13	10	1	T			10				10			10				10			10			10			
285	M	13	5	1	T			5				5			5				5			5			5			

# INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

		PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																														
		GANTT ANUAL PARA EL ELECTRICISTA																														
		SEMANA																														
Máq.	Insp	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	
EMPACADORA	237	10			10				10				10				10				10				10				10			
	238	10			10				10				10				10				10				10				10			
	239	30			30				30				30				30				30				30				30			
	243	10			10				10				10				10				10				10				10			
	244	10			10				10				10				10				10				10				10			
	245	30			30				30				30				30				30				30				30			
	246	10			10				10				10				10				10				10				10			
	250													30												30						
	251													30												30						
	253													30												30						
	254													30												30						
	257	15			15					15				15				15				15				15				15		
	262	10			10					10				10				10				10				10				10		
	266												10													10						
	255	5			5					5				5				5				5				5				5		
	256	5			5					5				5				5				5				5				5		
	258	10			10					10				10				10				10				10				10		
	259	10			10					10				10				10				10				10				10		
	260	5			5					5				5				5				5				5				5		
	XEL TRON 30R	267																														
268		20													20													20				
271		20													20													20				
274			10			10				10				10				10				10				10				10		
284		10													10													10				
286			10			10				10					10				10				10				10				10	
287														20												20						
291														30												30						
292														25												25						
293														15												15						
294			30			30				30					30				30				30				30				30	
295		40													40													40				
269		15													15													15				
270					5					5				5				5				5				5				5		
272					5					5				5				5				5				5				5		
273														5													5					
282					5					5				5				5				5				5				5		
283					10					10				10				10				10				10				10		
285					10					10				10				10				10				10				10		
					5					5				5				5				5				5				5		

# INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

		NUECES INDUSTRIALES					PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																							
							GANTT ANUAL PARA EL ELECTRICISTA																							
							SEMANA																							
Máq.	Insp	PER	FRE	DUR	OPE	EST.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
XELTRON 10R	301	T	4	10	1	D									10													10		
	302	T	4	10	1	D									10													10		
	305	M	13	10	1	D				10				10				10				10				10				
	308	T	4	10	1	D									10													10		
	316	T	4	15	1	D									15													15		
	317	T	4	10	1	D									10													10		
	318	M	13	20	1	D				20				20				20				20				20				
	319	T	4	25	1	D									25													25		
	320	T	4	5	1	D										5														
	303	M	13	5	1	T				5				5				5				5				5				
	304	M	13	5	1	T				5				5				5				5				5				
	306	T	4	5	1	T							5														5			
	307	M	13	5	1	T				5				5				5				5				5				
	MANT. PROG.							535	490	300	225	575	540	390	485	750	680	335	225	515	490	300	225	535	550	350	300	735	705	
DMP ELECTRICISTA							750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750
DIFERENCIA							215	260	450	525	175	210	360	265	0	70	415	525	235	260	450	525	215	200	400	450	15	45		







## APÉNDICE 9. FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS

	<b>FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS</b>		
Nombre de la máquina:		HORNO PROCTOR & SCHWARTZ	
Código de la máquina:	PR-HP	Fecha de compra:	1999-10-26
			<b>Hoja 1/5</b>
Fabricado por:	Wolverine Proctor & Schwartz	Modelo:	M2000 Roaster with Cooler
Comprado a:	Número de serie:		
<b>Información Técnica</b>			
MOTOR DE BANDA METÁLICA :			
Marca:	US MOTORS	Modelo:	S406A
Potencia:	1 HP      0,75 kW	Shaft BRG:	6205-2Z-J/C3
Factor de Servicio:	1,25	OPP BRG:	6203-2Z-J/C3
Amperaje Nominal:	1,5 A	Tipo:	FUT
Tensión Nominal:	460 VAC	Encl:	TE
Frecuencia:	60 HZ	Aislamiento:	F
Alimentación:	3 Fases	Eficiencia:	82,5%
Velocidad:	1735 RPM		
REDUCTOR DE BANDA METÁLICA :			
Marca:	WINSMITH		
Modelo:	5MCTD		
Aceite:	ISO 680, AGMA 8.		
TRANSMISIÓN POR CADENA:			
Cantidad de cadenas:	1		
Diám. Rueda del Motor:	137 mm	# de dientes:	21
Diám. Rueda de la Banda:	555 mm	# de dientes:	90
Distancia entre centros:	625 mm		
Longitud de la cadena:	125 pasos	# de Cadena:	60
VARIADOR DE FRECUENCIA:			
Marca:	TOSHIBA	Modelo:	VFS7-4007UPL
Carga:	0,75 kW      1 HP	Corriente:	5A
Resistencia:	200 Ohms	Tensión:	380 a 460 VAC
<b>NOTAS</b>			

# INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

	<b>FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS</b>																						
Nombre de la máquina:		HORNO PROCTOR & SCHWARTZ																					
Código de la máquina:	PR-HP	Fecha de compra:	1999-10-26																				
Fabricado por: Wolverine Proctor & Schwartz			Modelo: M2000 Roaster with Cooler																				
Comprado a:		Número de serie:																					
<b>Información Técnica</b>																							
<p style="text-align: center;"><b>MOTOR DEL QUEMADOR :</b></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">                 Marca: BALDOR                  Potencia: 1/3 HP      0,25 Kw                  Factor de Servicio: 1,35                  Amperaje Nominal: 0,7 A                  Tensión Nominal: 460 VAC                  Frecuencia: 60 HZ                  Alimentación: 3 Fases                  Velocidad: 3450 RPM             </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;">                 Modelo: KM3457                  Frame: 56C                  Clase: B                  Tipo: FUT                  Encl: TE                  Eficiencia: 70%             </td> </tr> </table>				Marca: BALDOR Potencia: 1/3 HP      0,25 Kw Factor de Servicio: 1,35 Amperaje Nominal: 0,7 A Tensión Nominal: 460 VAC Frecuencia: 60 HZ Alimentación: 3 Fases Velocidad: 3450 RPM	Modelo: KM3457 Frame: 56C Clase: B Tipo: FUT Encl: TE Eficiencia: 70%																		
Marca: BALDOR Potencia: 1/3 HP      0,25 Kw Factor de Servicio: 1,35 Amperaje Nominal: 0,7 A Tensión Nominal: 460 VAC Frecuencia: 60 HZ Alimentación: 3 Fases Velocidad: 3450 RPM	Modelo: KM3457 Frame: 56C Clase: B Tipo: FUT Encl: TE Eficiencia: 70%																						
<p style="text-align: center;"><b>MOTOR DE ESCAPE :</b></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">                 Marca: US MOTORS                  Potencia: 1 HP      0,75 kW                  Factor de Servicio: 1,25                  Amperaje Nominal: 1,5 A                  Tensión Nominal: 460 VAC                  Frecuencia: 60 HZ                  Alimentación: 3 Fases                  Velocidad: 1765 RPM             </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;">                 Modelo: A422A                  Shaft BRG: 6205-2Z-J/C3                  OPP BRG: 6203-2Z-J/C3                  Tipo: UTE                  Encl: TE                  Aislamiento: F                  Eficiencia: 86,5%             </td> </tr> </table>				Marca: US MOTORS Potencia: 1 HP      0,75 kW Factor de Servicio: 1,25 Amperaje Nominal: 1,5 A Tensión Nominal: 460 VAC Frecuencia: 60 HZ Alimentación: 3 Fases Velocidad: 1765 RPM	Modelo: A422A Shaft BRG: 6205-2Z-J/C3 OPP BRG: 6203-2Z-J/C3 Tipo: UTE Encl: TE Aislamiento: F Eficiencia: 86,5%																		
Marca: US MOTORS Potencia: 1 HP      0,75 kW Factor de Servicio: 1,25 Amperaje Nominal: 1,5 A Tensión Nominal: 460 VAC Frecuencia: 60 HZ Alimentación: 3 Fases Velocidad: 1765 RPM	Modelo: A422A Shaft BRG: 6205-2Z-J/C3 OPP BRG: 6203-2Z-J/C3 Tipo: UTE Encl: TE Aislamiento: F Eficiencia: 86,5%																						
<p style="text-align: center;"><b>TRANSMISIÓN POR FAJAS DE ESCAPE:</b></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%;">Cantidad de fajas:</td> <td style="width: 30%;">1</td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> <tr> <td>Diám. Polea del Motor:</td> <td>95 mm</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Diám. Polea del Ventilador:</td> <td>95 mm</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Distancia entre centros:</td> <td>270 mm</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Longitud de la faja:</td> <td>782 mm</td> <td># de Faja:</td> <td>A - 30</td> </tr> </table>				Cantidad de fajas:	1			Diám. Polea del Motor:	95 mm			Diám. Polea del Ventilador:	95 mm			Distancia entre centros:	270 mm			Longitud de la faja:	782 mm	# de Faja:	A - 30
Cantidad de fajas:	1																						
Diám. Polea del Motor:	95 mm																						
Diám. Polea del Ventilador:	95 mm																						
Distancia entre centros:	270 mm																						
Longitud de la faja:	782 mm	# de Faja:	A - 30																				
<b>NOTAS</b>																							

# INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

	<b>FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS</b>		
Nombre de la máquina:		HORNO PROCTOR & SCHWARTZ	
Código de la máquina:	PR-HP	Fecha de compra:	1999-10-26
			<b>Hoja 3/5</b>
Fabricado por:		Wolverine Proctor & Schwartz	Modelo: M2000 Roaster with Cooler
Comprado a:		Número de serie:	
<b>Información Técnica</b>			
<b>MOTOR DE ENFRIADO :</b>			
Marca:	US MOTORS	Modelo:	A429A
Potencia:	3 HP      2,2 Kw	Shaft BRG:	6206-2Z-J/C3
Factor de Servicio:	1,25	OPP BRG:	6205-2Z-J/C3
Amperaje Nominal:	4,05 A	Tipo:	UTE
Tensión Nominal:	460 VAC	Encl:	TE
Frecuencia:	60 HZ	Aislamiento:	F
Alimentación:	3 Fases	Eficiencia:	89,5%
Velocidad:	1760 RPM		
<b>TRANSMISIÓN POR FAJAS DE ENFRIADO:</b>			
Cantidad de fajas:	2		
Diám. Polea del Motor:	225 mm		
Diám. Polea del Ventilador:	325 mm		
Distancia entre centros:	350 mm		
Longitud de la faja:	1500 mm	# de Faja:	B - 59
<b>MOTOR DE TOSTADO :</b>			
Marca:	US MOTORS	Modelo:	
Potencia:	5 HP      3,8 Kw	Shaft BRG:	6206-2Z-J/C3
Factor de Servicio:	1,15	OPP BRG:	6205-2Z-J/C3
Amperaje Nominal:	6,2 A	Tipo:	CTE
Tensión Nominal:	460 VAC	Encl:	TE
Frecuencia:	60 HZ	Aislamiento:	J
Alimentación:	3 Fases		
Velocidad:	1760 RPM		
<b>NOTAS</b>			

# INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

	<b>FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS</b>
Nombre de la máquina: Horno Proctor & Schwartz	
Código de la máquina: PR-HP	Fecha de compra: 1999-10-26
<b>Hoja 4/5</b>	
Fabricado por: Wolverine Proctor & Schwartz	Modelo: M2000 Roaster with Cooler
Comprado a:	Número de serie:
<b>Información Técnica</b>	
TRANSMISIÓN POR FAJAS DE TOSTADO:	
Cantidad de fajas:	2
Diám. Polea del Motor:	165 mm
Diám. Polea del Ventilador:	190 mm
Distancia entre centros:	406 mm
Longitud de la faja:	1300
# de Faja:	B - 51
MOTOR DE BANDA PLÁSTICA :	
Marca:	WEG
Potencia:	2 HP      1,5 Kw
Factor de Servicio:	1,15
Amperaje Nominal:	5,85 A
Tensión Nominal:	240 VAC
Frecuencia:	60 HZ
Alimentación:	3 Fases
Velocidad:	1720 RPM
Shaft BRG:	6205-ZZ
OPP BRG:	6204-ZZ
Aislamiento:	F
REDUCTOR DE BANDA PLÁSTICA :	
Marca:	MOTOVARIO
Modelo:	NRV063
Aceite:	ISO VG320 (0,3 LITROS)
VIBRADORA:	
Marca:	Flowright
Frecuencia de vibración:	15 Hz - 25 Hz
Amplitud nominal:	4 mm
Largo:	4000 mm
Ancho:	300 mm
Depósito:	150 mm
Modelo:	DC - 30 - 15
Velocidad:	0,13 m/seg
Alimentación:	208 a 277 VAC
Resortes:	SCOTCHPLY plástico reforzado.
Serial:	3173
<b>NOTAS</b>	

# INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

	<b>FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS</b>
Nombre de la máquina: HORNO PROCTOR & SCHWARTZ	
Código de la máquina: PR-HP	Fecha de compra: 1999-10-26 <span style="float: right;"><b>Hoja 5/5</b></span>
Fabricado por: Wolverine Proctor & Schwartz	Modelo: M2000 Roaster with Cooler
Comprado a:	Número de serie:
<b>Información Técnica</b>	
CARTA GRAFICADORA DE TEMPERATURA :	
Marca: Honeywell	Tensión: 100 a 240 VAC
Modelo: DR4312-30E0-H0100-D000-0000-B0-000	Vida del lápiz: 1000 pies, 305 m.
Potencia: 20 Watts	Muestreo: 3 veces por seg.
QUEMADOR DE GAS:	
Marca: Eclipse	Serial: 99-83954
Modelo: AH0150S	Entrada máx: 1500000 BTU/hr
CONTROLADOR DEL QUEMADOR:	
Marca: Honeywell	Tensión: 120 VAC
Modelo: RM7895 A1048	Potencia: 10 Watts
VÁLVULA AUTOMÁTICA DE GAS:	
Marca: Eclipse	Presión Dif. Máx: 30 PSI
Modelo: 2000 AT	Tensión: 120 VAC
VÁLVULA MODUTROL:	
Marca: HONEYWELL	Tensión: 120 VAC
Modelo: M7284	Potencia: 23 Watts
Amperaje: 0,24 A	
<b>NOTAS</b>	

# INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

	<h2 style="margin: 0;">FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS</h2>		
Nombre de la máquina: FREIDORA CONTINUA			
Código de la máquina: PR-FR	Fecha de compra: 2002-08		
<b>Hoja 1/3</b>			
Fabricado por: HEAT AND CONTROL	Modelo: GS - 700		
Comprado a:	Número de serie: 1005		
<b>Información Técnica</b>			
<p><b>MOTOR DEL QUEMADOR :</b></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">                 Marca: Marathon Electric                  Potencia: 1/10 HP                  Factor de Servicio: 1                  Amperaje Nominal: 1,8 A                  Tensión Nominal: 115 VAC                  Frecuencia: 60 Hz                  Alimentación: 1 fase                  Velocidad: 3450 RPM             </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;">                 Modelo: 60F48534T306B P                   Tipo: SS                  Encl: Protegido térmicamente                  Aislamiento: A             </td> </tr> </table>		Marca: Marathon Electric Potencia: 1/10 HP Factor de Servicio: 1 Amperaje Nominal: 1,8 A Tensión Nominal: 115 VAC Frecuencia: 60 Hz Alimentación: 1 fase Velocidad: 3450 RPM	Modelo: 60F48534T306B P  Tipo: SS Encl: Protegido térmicamente Aislamiento: A
Marca: Marathon Electric Potencia: 1/10 HP Factor de Servicio: 1 Amperaje Nominal: 1,8 A Tensión Nominal: 115 VAC Frecuencia: 60 Hz Alimentación: 1 fase Velocidad: 3450 RPM	Modelo: 60F48534T306B P  Tipo: SS Encl: Protegido térmicamente Aislamiento: A		
<p><b>MOTOR DE LA BOMBA :</b></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">                 Marca: Baldor                  Potencia: 3/4 HP                  Factor de Servicio: 1,25                  Amperaje Nominal: 2,2 A                  Tensión Nominal: 230 VAC                  Frecuencia: 60 Hz                  Alimentación: 3 fases                  Velocidad: 3450 RPM             </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;">                 Modelo: CWOM3541                  Shaft BRG: 6205                  OPP BRG: 6203                   Eficiencia: 80%             </td> </tr> </table>		Marca: Baldor Potencia: 3/4 HP Factor de Servicio: 1,25 Amperaje Nominal: 2,2 A Tensión Nominal: 230 VAC Frecuencia: 60 Hz Alimentación: 3 fases Velocidad: 3450 RPM	Modelo: CWOM3541 Shaft BRG: 6205 OPP BRG: 6203  Eficiencia: 80%
Marca: Baldor Potencia: 3/4 HP Factor de Servicio: 1,25 Amperaje Nominal: 2,2 A Tensión Nominal: 230 VAC Frecuencia: 60 Hz Alimentación: 3 fases Velocidad: 3450 RPM	Modelo: CWOM3541 Shaft BRG: 6205 OPP BRG: 6203  Eficiencia: 80%		
<p><b>MOTOREDUCTOR DE LA FREIDORA:</b></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">                 Marca: Dayton Gearmotors                  Potencia: 1/15 HP                  Amperaje Nominal: 0,75 A                  Tensión Nominal: 90 VDC             </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;">                 Modelo: 4Z532A                  Alimentación: DC                  Velocidad: 21 RPM             </td> </tr> </table>		Marca: Dayton Gearmotors Potencia: 1/15 HP Amperaje Nominal: 0,75 A Tensión Nominal: 90 VDC	Modelo: 4Z532A Alimentación: DC Velocidad: 21 RPM
Marca: Dayton Gearmotors Potencia: 1/15 HP Amperaje Nominal: 0,75 A Tensión Nominal: 90 VDC	Modelo: 4Z532A Alimentación: DC Velocidad: 21 RPM		
<b>NOTAS</b>	<table border="1" style="width: 100%; height: 40px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> </table>		

# INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

	<h2 style="margin: 0;">FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS</h2>		
Nombre de la máquina: FREIDORA CONTINUA			
Código de la máquina: PR-FR	Fecha de compra: 2002-08		
<b>Hoja 2/3</b>			
Fabricado por: HEAT AND CONTROL	Modelo: GS - 700		
Comprado a:	Número de serie: 1005		
<b>Información Técnica</b>			
<p><b>TRANSMISIÓN POR CADENA:</b></p> <p>Cantidad de cadenas: 1</p> <p>Diám. Rueda del Motor: 44 mm      # de dientes: 13</p> <p>Diám. Rueda de la Banda: 132 mm      # de dientes: 42</p> <p>Distancia entre centros: 545 mm</p> <p>Longitud de la cadena: 141 pasos      # de Cadena: 35</p>			
<p><b>MOTOR DE BANDA DE ENFRIAMIENTO:</b></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;"> <p>Marca: Baldor</p> <p>Potencia: 1/2 HP</p> <p>Amperaje Nominal: 4,8 A</p> <p>Tensión Nominal: 90 VDC</p> </td> <td style="width: 50%;"> <p>Modelo: CDPWD3330</p> <p>Alimentación: DC</p> <p>Velocidad: 1750 RPM</p> <p>Aislamiento: F</p> </td> </tr> </table>		<p>Marca: Baldor</p> <p>Potencia: 1/2 HP</p> <p>Amperaje Nominal: 4,8 A</p> <p>Tensión Nominal: 90 VDC</p>	<p>Modelo: CDPWD3330</p> <p>Alimentación: DC</p> <p>Velocidad: 1750 RPM</p> <p>Aislamiento: F</p>
<p>Marca: Baldor</p> <p>Potencia: 1/2 HP</p> <p>Amperaje Nominal: 4,8 A</p> <p>Tensión Nominal: 90 VDC</p>	<p>Modelo: CDPWD3330</p> <p>Alimentación: DC</p> <p>Velocidad: 1750 RPM</p> <p>Aislamiento: F</p>		
<p><b>REDUCTOR DE BANDA DE ENFRIAMIENTO :</b></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;"> <p>Marca: SUMITOMO</p> <p>Modelo: 4090</p> <p>Grasa: NLGI N°2</p> </td> <td style="width: 50%;"> <p>Rod. Baja Vel.: 6206Z, 6011</p> <p>Rod. Alta Vel.: 6302RSH2, 15UZE209119T2</p> </td> </tr> </table>		<p>Marca: SUMITOMO</p> <p>Modelo: 4090</p> <p>Grasa: NLGI N°2</p>	<p>Rod. Baja Vel.: 6206Z, 6011</p> <p>Rod. Alta Vel.: 6302RSH2, 15UZE209119T2</p>
<p>Marca: SUMITOMO</p> <p>Modelo: 4090</p> <p>Grasa: NLGI N°2</p>	<p>Rod. Baja Vel.: 6206Z, 6011</p> <p>Rod. Alta Vel.: 6302RSH2, 15UZE209119T2</p>		
<p><b>TRANSMISIÓN POR CADENA:</b></p> <p>Cantidad de cadenas: 1</p> <p>Diám. Rueda del Motor: 56 mm      # de dientes: 17</p> <p>Diám. Rueda de la Banda: 97 mm      # de dientes: 30</p> <p>Distancia entre centros: 295 mm</p> <p>Longitud de la cadena:                      # de Cadena: 35</p>			
<p><b>MOTOR DEL VENTILADOR:</b></p> <p>Marca: Baldor</p> <p>Potencia: 3 HP</p>			
<b>NOTAS</b>			

INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

		<b>FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS</b>	
Nombre de la máquina:		FREIDORA CONTINUA	
Código de la máquina:	PR-FR	Fecha de compra:	2002-08
			<b>Hoja 3/3</b>
Fabricado por:		HEAT AND CONTROL	Modelo: GS - 700
Comprado a:		Número de serie:	1005
<b>Información Técnica</b>			
<p style="text-align: center;">VENTILADOR:</p>			
Marca:	Dayton	Modelo:	3C048A
Velocidad:	1435 RPM	Capacidad:	5725 CFM
Rueda:	20" diám.		
<p style="text-align: center;">TRANSMISIÓN POR FAJAS:</p>			
Cantidad de fajas:	1		
Diám. Polea del Motor:	166 mm		
Diám. Polea del Ventilador:	210 mm		
Longitud de la faja:	1300 mm	# de Faja:	A - 51
<b>NOTAS</b>			

		<b>FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS</b>	
Nombre de la máquina:		MÁQUINA ENVASADORA VERTICAL	
Código de la máquina:	PR-EP	Fecha de compra:	2000
Fabricado por:			POST PACK, S.L.
Comprado a:		Modelo:	VM1-230+DB+PES
		Número de serie:	
<b>Información Técnica</b>			
<p style="text-align: center;"><b>MOTOR DE ARRASTRE:</b></p> <p>                     Marca: Pujol Montala S.A.                      Potencia: 0,55 HP      0,4 kW                      Factor de Servicio:                      Amperaje Nominal: 1,1 - 1,9 A      Tipo: 71M-B14/105/14                      Tensión Nominal:                      Frecuencia: 60 Hz                      Alimentación:                      Velocidad: 1630 RPM                 </p>			
<p style="text-align: center;"><b>TRANSMISIÓN POR CADENAS DE ARRASTRE:</b></p> <p>                     Cantidad de cadenas: 2      # de cadena: 40-1                      Diám. Piñón del Motor: 80 mm      # de dientes: 18                      Diám. Piñón simple: 68 mm      # de dientes: 15                      Diám. Piñón doble: 68 mm      # de dientes: 15                      Diám. Piñón basculante: 50 mm      # de dientes: 11                      Diám. Piñón arrastre: 68 mm      # de dientes: 15                      Longitud de la cadena: 1220 Y 625 mm                 </p>			
<p style="text-align: center;"><b>MOTOR DE LEVAS:</b></p> <p>                     Marca: ABB      Modelo: M2AA 090 L-6                      Potencia: 1,3 Kw                      Amperaje Nominal: 5,7 A                      Tensión Nominal: 220 VAC                      Frecuencia: 60 Hz                      Alimentación: 3 Fases                      Velocidad: 1120 RPM                 </p>			
<b>NOTAS</b>			

# INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

	<h2 style="margin: 0;">FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS</h2>
Nombre de la máquina: MÁQUINA ENVASADORA VERTICAL	
Código de la máquina: PR-EP	Fecha de compra: 2000 <span style="float: right;">Hoja 2/3</span>
Fabricado por: POST PACK, S.L.	Modelo: VM1-230+DB+PES
Comprado a:	Número de serie:
<b>Información Técnica</b>	
<p><b>REDUCTOR DE LEVAS:</b></p> <p>                 Marca: Pujol Montala S.A. <span style="float: right;">n1: 1440</span>                  Modelo: 3046100300 <span style="float: right;">i: 29</span>                  Aceite: 320 <span style="float: right;">T: 236 Nm</span> </p>	
<p><b>MOTOREDUCTOR DE DISPENSADO:</b></p> <p>                 Marca: Pujol Montala S.A.                  Amperaje Nominal: 0,7 A                  Tensión Nominal: 220 VAC                  Frecuencia: 60 Hz                  Alimentación: 3 Fases                  Velocidad: 1650 RPM             </p>	
<p><b>MOTOREDUCTOR DE VOLUMEN:</b></p> <p>                 Marca: Kelvin <span style="float: right;">Modelo: K50624 CP BR</span>                  Tensión Nominal: 220 VAC                  Frecuencia: 60 Hz                  Alimentación: 1 Fase                  Velocidad: 15 RPM             </p>	
<p><b>VARIADOR DE FRECUENCIA DE LEVAS:</b></p> <p>                 Marca: Lenze <span style="float: right;">Output: 3/AC 0-230 V 7A</span>                  Tipo: EVF8203-E <span style="float: right;">Potencia: 1,5 kW</span>                  Id N°: 00384005 <span style="float: right;">Frec: 0-480 Hz</span>                  Ser N°: 000187                  Prod N°: 45233883                  Input: 1/N/PE AC 230V 15A                  Frec: 50 - 60 Hz             </p>	
<b>NOTAS</b>	

# INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

	<b>FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS</b>		
Nombre de la máquina:		MÁQUINA ENVASADORA VERTICAL	
Código de la máquina:	PR-EP	Fecha de compra:	2000
			<b>Hoja 3/3</b>
Fabricado por:		POST PACK, S.L.	Modelo:
			VM1-230+DB+PES
Comprado a:		Número de serie:	
<b>Información Técnica</b>			
VARIADOR DE FRECUENCIA DE ARRASTRE:			
Marca:	Lenze	Output:	3/AC 0-230 V 2,6A
Tipo:	EVF8201-E	Potencia:	0,37 kW
Id N°:	00384003	Frec:	0-480 Hz
Ser N°:	000390		
Prod N°:	45210827		
Input:	1/N/PE AC 230V 5A		
Frec:	50 - 60 Hz		
<b>NOTAS</b>			

# INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

	<h2 style="margin: 0;">FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS</h2>
Nombre de la máquina: SELECTORA XELTRON	
Código de la máquina: PR-S3	Fecha de compra: 2002-07 <span style="float: right;">Hoja 1/1</span>
Fabricado por: XELTRON	Modelo: 30R-S3 TRIKROMATIC
Comprado a:	Número de serie:
<b>Información Técnica</b>	
MOTOR ELÉCTRICO:	
Marca: Dayton	Modelo: 2N864N
Potencia: 1/3 HP	Aislamiento: A
Factor de Servicio: 1	Encl: TEFC
Amperaje Nominal: 1,6 A	Tipo: PE
Tensión Nominal: 220 VAC	Rodamientos: Bolas
Frecuencia: 60 Hz	
Alimentación: 3 Fases	
Velocidad: 1725 RPM	
MOTOREDUCTOR DE LA BANDA ALIMENTADORA:	
Marca: Bodine	Serial: 4190AQFDD0052
Potencia: 1/3 HP	Tipo: 42A7BEPM-F2
Factor de Servicio: 1	
Amperaje Nominal: 2,3 A	
Tensión Nominal: 130 VDC	
Velocidad: 250 RPM	
Alimentación: DC	
LÁMPARA HALÓGENA:	
Tensión: 12 VDC	
Potencia: 500 Watts	
<b>NOTAS</b>	

# INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

	<h2 style="margin: 0;">FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS</h2>																				
Nombre de la máquina: SELECTORA XELTRON																					
Código de la máquina: PR-S1	Fecha de compra: 1999-10																				
<b>Hoja 1/1</b>																					
Fabricado por: XELTRON	Modelo: 10R-S3																				
Comprado a:	Número de serie:																				
<b>Información Técnica</b>																					
<p><b>MOTOR ELÉCTRICO:</b></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">Marca: General Electric</td> <td style="width: 50%;">Modelo: 5KCR46MN0055X</td> </tr> <tr> <td>Potencia: 1/2 HP</td> <td>Aislamiento: B</td> </tr> <tr> <td>Factor de Servicio: 1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Amperaje Nominal: 2,8 A</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tensión Nominal: 220 VAC</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Frecuencia: 60 Hz</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Alimentación: 1 fase</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Velocidad: 1425 RPM</td> <td></td> </tr> </table> <p><b>LÁMPARA HALÓGENA:</b></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">Tensión: 12 VDC</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td>Potencia: 500 Watts</td> <td></td> </tr> </table>		Marca: General Electric	Modelo: 5KCR46MN0055X	Potencia: 1/2 HP	Aislamiento: B	Factor de Servicio: 1		Amperaje Nominal: 2,8 A		Tensión Nominal: 220 VAC		Frecuencia: 60 Hz		Alimentación: 1 fase		Velocidad: 1425 RPM		Tensión: 12 VDC		Potencia: 500 Watts	
Marca: General Electric	Modelo: 5KCR46MN0055X																				
Potencia: 1/2 HP	Aislamiento: B																				
Factor de Servicio: 1																					
Amperaje Nominal: 2,8 A																					
Tensión Nominal: 220 VAC																					
Frecuencia: 60 Hz																					
Alimentación: 1 fase																					
Velocidad: 1425 RPM																					
Tensión: 12 VDC																					
Potencia: 500 Watts																					
<b>NOTAS</b>																					

**APÉNDICE 10. COSTOS DEL PMP**

<b>NUECES INDUSTRIALES</b> Departamento de Mantenimiento <b>MÁQUINA: Horno Proctor &amp; Schwartz</b> <b>CÓDIGO DE MAQUINA: PR - HP</b>										
# Insp	FRE	DUR	OPE	CMH	CMO	REPUESTOS	CRA	CUT	CRE	TOTAL
1	13	20	1M	18,75	4875					4875
2	13	20	1M	18,75	4875					4875
3	13	20	1M	18,75	4875					4875
4	13	20	1M	18,75	4875					4875
5	13	20	1M	18,75	4875					4875
6	52	5	1E	11,24	2922,4					2922,4
7	13	5	1E	11,24	730,6					730,6
8	13	15	1M	18,75	3656,25					3656,25
9	52	5	1E	11,24	2922,4					2922,4
10	52	5	1E	11,24	2922,4					2922,4
11	4	15	1M	18,75	1125					1125
12	13	15	1M	18,75	3656,25	Aceite ISO 680	4	5115	20460	24116,3
13	13	20	1M	18,75	4875	Grasa NLGI #2	4	8114	32456	37331
14	1	40	1M	18,75	750					750
15	13	10	1M	18,75	2437,5					2437,5
16	13	40	1M	18,75	9750					9750
17	13	5	1M	18,75	1218,75					1218,75
18	13	10	1M	18,75	2437,5					2437,5
19	13	10	1M	18,75	2437,5					2437,5
20	13	30	1M	18,75	7312,5					7312,5
21	13	10	1M	18,75	2437,5	Aceite ISO - 100	2	2910	5820	8257,5
22	13	15	1M	18,75	3656,25					3656,25
23	13	15	1M	18,75	3656,25					3656,25
24	13	20	1M	18,75	4875					4875
25	13	10	1M	18,75	2437,5					2437,5
26	13	15	1M	18,75	3656,25					3656,25
27	13	30	1M	18,75	7312,5					7312,5
28	13	20	1M	18,75	4875					4875
29	13	20	1M	18,75	4875					4875
30	13	30	1M	18,75	7312,5	Grasa NLGI N° 2, aplic. alimenticia.	4	8114	32456	39768,5
31	13	10	1M	18,75	2437,5	Lubricante ISO 22 A 100, no polimerizado.	4	2910	11640	14077,5
32	52	15	1M	18,75	14625					14625

INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

**NUECES INDUSTRIALES**

**Departamento de Mantenimiento**

**MÁQUINA: Horno Proctor & Schwartz**

**CÓDIGO DE MAQUINA: PR - HP**



# Insp	FRE	DUR	OPE	CMH	CMO	REPUESTOS	CRA	CUT	CRE	TOTAL
33	4	40	1M	18,75	3000					3000
34	13	10	1M	18,75	2437,5					2437,5
35	13	40	1M	18,75	9750	Cargadores plásticos			10000	19750
36	13	15	1M	18,75	3656,25					3656,25
37	13	20	1M	18,75	4875	Grasa NLGI N° 2, aplic. alimenticia.	4	8114	32456	37331
38	52	5	1E	11,24	2922,4					2922,4
39	52	5	1E	11,24	2922,4					2922,4
40	13	20	1M	18,75	4875					4875
41	52	15	1E	11,24	8767,2					8767,2
42	52	15	1E	11,24	8767,2					8767,2
43	26	15	1M	18,75	7312,5					7312,5
44	4	15	1M	18,75	1125					1125
45	13	10	1M	18,75	2437,5					2437,5
46	13	10	1M	18,75	2437,5					2437,5
47	13	30	1M	18,75	7312,5					7312,5
48	13	30	1M	18,75	7312,5					7312,5
49	13	20	1M	18,75	4875					4875
50	13	10	1M	18,75	2437,5					2437,5
51	13	15	1M	18,75	3656,25					3656,25
52	2	20	1M	18,75	750					750
53	13	10	1E	11,24	1461,2					1461,2
54	1	30	1E	11,24	337,2					337,2
55	4	15	1E	11,24	674,4					674,4
56	2	15	1E	11,24	337,2					337,2
57	13	20	1E	11,24	2922,4					2922,4
58	13	20	1E	11,24	2922,4					2922,4
59	13	20	1E	11,24	2922,4					2922,4
60	13	20	1E	11,24	2922,4					2922,4
61	2	20	1E	11,24	449,6					449,6
62	2	20	1E	11,24	449,6					449,6
63	4	20	1E	11,24	899,2					899,2
64	4	20	1E	11,24	899,2					899,2

INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

**NUECES INDUSTRIALES**

**Departamento de Mantenimiento**

**MÁQUINA: Horno Proctor & Schwartz**

**CÓDIGO DE MAQUINA: PR - HP**



# Insp	FRE	DUR	OPE	CMH	CMO	REPUESTOS	CRA	CUT	CRE	TOTAL
65	4	20	1M	18,75	1500					1500
66	4	30	1M	18,75	2250					2250
67	4	10	1E	11,24	449,6					449,6
68	4	10	1E	11,24	449,6					449,6
69	4	10	1E	11,24	449,6					449,6
70	4	5	1E	11,24	224,8					224,8
71	13	5	1E	11,24	730,6					730,6
72	13	25	1E	11,24	3653	Sensor Festo SOEG-RT-M12-PS-K-L	2	8000	16000	19653
73	4	5	1E	11,24	224,8					224,8
74	13	5	1E	11,24	730,6					730,6
75	13	25	1E	11,24	3653					3653
76	13	15	1E	11,24	2191,8					2191,8
77	4	180	1M	18,75	13500					13500
78	13	15	1E	11,24	2191,8					2191,8
79	4	180	1M	18,75	13500					13500
80	13	15	1E	11,24	2191,8					2191,8
81	4	180	1M	18,75	13500					13500
82	13	10	1E	11,24	1461,2					1461,2
83	13	10	1E	11,24	1461,2					1461,2
84	2	30	1M	18,75	1125					1125
85	2	60	1M	18,75	2250					2250
86	2	15	1M	18,75	562,5					562,5
87	2	15	1M	18,75	562,5					562,5
88	4	15	1E	11,24	674,4					674,4
89	4	10	1E	11,24	449,6					449,6
90	13	10	1E	11,24	1461,2					1461,2
91	13	10	1M	18,75	2437,5					2437,5
92	13	10	1M	18,75	2437,5					2437,5
93	13	10	1M	18,75	2437,5					2437,5
94	13	10	1M	18,75	2437,5					2437,5
95	13	10	1M	18,75	2437,5					2437,5
96	13	15	1M	18,75	3656,25					3656,25

INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

**NUECES INDUSTRIALES**

**Departamento de Mantenimiento**

**MÁQUINA: Horno Proctor & Schwartz**

**CÓDIGO DE MÁQUINA: PR - HP**



# Insp	FRE	DUR	OPE	CMH	CMO	REPUESTOS	CRA	CUT	CRE	TOTAL
97	13	15	1M	18,75	3656,25					3656,25
98	4	25	1M	18,75	1875					1875
99	2	40	1M	18,75	1500	Sellador Resun #58, 3/8" de diámetro	24	500	12000	13500
100	13	10	1M	18,75	2437,5					2437,5
101	13	15	1E	11,24	2191,8					2191,8
102	13	10	1M	18,75	2437,5					2437,5
103	13	15	1M	18,75	3656,25					3656,25
104	52	5	1E	11,24	2922,4					2922,4
105	52	5	1E	11,24	2922,4					2922,4
106	13	30	1M	18,75	7312,5					7312,5
107	52	10	1E	11,24	5844,8					5844,8
108	52	10	1E	11,24	5844,8					5844,8
109	26	20	1E	11,24	5844,8					5844,8
110	13	15	1M	18,75	3656,25					3656,25
111	13	15	1M	18,75	3656,25					3656,25
112	13	60	1M	18,75	14625					14625
113	13	15	1M	18,75	3656,25					3656,25
114	13	15	1M	18,75	3656,25					3656,25
115	13	25	1M	18,75	6093,75	Grasa NLGI N° 2, aplic. alimenticia.	3	8114	24342	30435,8
116	13	15	1M	18,75	3656,25					3656,25
117	52	5	1E	11,24	2922,4					2922,4
118	52	5	1E	11,24	2922,4					2922,4
119	13	40	1E	11,24	5844,8					5844,8
120	13	15	1E	11,24	2191,8					2191,8
121	13	15	1E	11,24	2191,8					2191,8
122	4	20	1E	11,24	899,2					899,2
123	13	15	1M	18,75	3656,25					3656,25
124	13	15	1M	18,75	3656,25					3656,25
125	13	25	1M	18,75	6093,75	Grasa NLGI N° 2, aplic. alimenticia.	3	8114	24342	30435,8
126	13	15	1M	18,75	3656,25					3656,25
127	52	5	1E	11,24	2922,4					2922,4
128	52	5	1E	11,24	2922,4					2922,4

INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

**NUECES INDUSTRIALES**

**Departamento de Mantenimiento**

**MÁQUINA: Horno Proctor & Schwartz**

**CÓDIGO DE MAQUINA: PR - HP**



# Insp	FRE	DUR	OPE	CMH	CMO	REPUESTOS	CRA	CUT	CRE	TOTAL
129	13	40	1E	11,24	5844,8					5844,8
130	13	15	1E	11,24	2191,8					2191,8
131	13	15	1E	11,24	2191,8					2191,8
132	4	20	1E	11,24	899,2					899,2
133	13	15	1M	18,75	3656,25					3656,25
134	13	15	1M	18,75	3656,25					3656,25
135	13	25	1M	18,75	6093,75	Grasa NLGI N° 2, aplic. alimenticia.	3	8114	24342	30435,8
136	13	15	1M	18,75	3656,25					3656,25
137	52	5	1E	11,24	2922,4					2922,4
138	52	5	1E	11,24	2922,4					2922,4
139	13	40	1E	11,24	5844,8					5844,8
140	13	15	1E	11,24	2191,8					2191,8
141	13	15	1E	11,24	2191,8					2191,8
142	4	20	1E	11,24	899,2					899,2
143	13	30	1M	18,75	7312,5					7312,5
144	13	30	1M	18,75	7312,5					7312,5
145	13	30	1M	18,75	7312,5					7312,5
146	13	60	1M	18,75	14625	Fajas	5	3000	15000	29625
147	13	40	1M	18,75	9750					9750
148	4	15	1M	18,75	1125					1125
149	4	30	1M	18,75	2250					2250
150	13	15	1M	18,75	3656,25	Filtros Azules	4	1250	5000	8656,25
151	4	20	1M	18,75	1500					1500
152	4	20	1M	18,75	1500					1500
153	4	20	1M	18,75	1500					1500
154	2	60	1M	18,75	2250					2250
155	4	30	1M	18,75	2250					2250
156	4	60	1M	18,75	4500	Empaques de puertas.			20000	24500
157	26	20	1M	18,75	9750					9750
158	26	20	1M	18,75	9750					9750
159	26	30	1M	18,75	14625	Grasa NLGI N° 2, aplic. alimenticia.	2	8114	16228	30853
160	26	20	1M	18,75	9750					9750
							<b>TOTAL</b>			<b>917503</b>

INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

**NUECES INDUSTRIALES**

**Departamento de Mantenimiento**

**MÁQUINA: Freidora Continua GS-700**

**CÓDIGO DE MAQUINA: PR - FR**



# Insp	FRE	DUR	OPE	CMH	CMO	REPUESTOS	CRA	CUT	CRE	TOTAL
161	13	15	1M	18,75	3656,25					3656,25
162	13	10	1M	18,75	2437,5					2437,5
163	13	60	1M	18,75	14625					14625
164	2	120	1M	18,75	4500					4500
165	2	120	1M	18,75	4500					4500
166	52	5	1E	11,24	2922,4					2922,4
167	13	5	1E	11,24	730,6					730,6
168	13	15	1E	11,24	2191,8					2191,8
169	13	5	1E	11,24	730,6					730,6
170	13	5	1E	11,24	730,6					730,6
171	4	15	1E	11,24	674,4					674,4
172	52	5	1E	11,24	2922,4					2922,4
173	13	5	1E	11,24	730,6					730,6
174	13	15	1E	11,24	2191,8					2191,8
175	13	5	1E	11,24	730,6					730,6
176	13	5	1E	11,24	730,6					730,6
177	13	5	1M	18,75	1218,75					1218,75
178	13	5	1M	18,75	1218,75					1218,75
179	1	180	1M	18,75	3375					3375
180	13	5	1M	18,75	1218,75					1218,75
181	2	60	1M	18,75	2250					2250
182	2	20	1M	18,75	750					750
183	13	15	1M	18,75	3656,25					3656,25
184	13	25	1M	18,75	6093,75					6093,75
185	13	30	1M	18,75	7312,5					7312,5
186	13	25	1M	18,75	6093,75					6093,75
187	13	30	1E	11,24	4383,6	Cepillos, motor Dayton 4Z532A	4	300	1200	5583,6
188	52	5	1E	11,24	2922,4					2922,4
189	13	5	1E	11,24	730,6					730,6
190	13	10	1E	11,24	1461,2					1461,2
191	13	15	1E	11,24	2191,8					2191,8
192	13	10	1E	11,24	1461,2					1461,2
193	13	10	1M	18,75	2437,5					2437,5
194	13	30	1M	18,75	7312,5					7312,5
195	13	10	1M	18,75	2437,5	Aceite ISO 100.	0,25	2910	727,5	3165

INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

**NUECES INDUSTRIALES**

**Departamento de Mantenimiento**

**MÁQUINA: Freidora Continua GS-700**

**CÓDIGO DE MAQUINA: PR - FR**



# Insp	FRE	DUR	OPE	CMH	CMO	REPUESTOS	CRA	CUT	CRE	TOTAL				
196	13	25	1M	18,75	6093,75	Grasa NLGI #2.	2	8114	16228	22321,8				
197	13	10	1M	18,75	2437,5					2437,5				
198	52	5	1E	11,24	2922,4					2922,4				
199	13	5	1E	11,24	730,6					730,6				
200	13	15	1E	11,24	2191,8					2191,8				
201	13	5	1E	11,24	730,6					730,6				
202	13	5	1E	11,24	730,6					730,6				
203	13	15	1M	18,75	3656,25					3656,25				
204	13	30	1M	18,75	7312,5					7312,5				
205	13	10	1M	18,75	2437,5					Aceite ISO 100, no detergente.	0,25	2910	727,5	3165
206	4	10	1M	18,75	750	750								
207	4	10	1M	18,75	750	750								
208	4	10	1M	18,75	750	750								
209	13	15	1E	11,24	2191,8	2191,8								
210	4	20	1E	11,24	899,2	899,2								
211	4	5	1E	11,24	224,8	224,8								
212	4	30	1E	11,24	1348,8	1348,8								
213	13	20	1E	11,24	2922,4	2922,4								
214	4	15	1E	11,24	674,4	674,4								
215	13	10	1E	11,24	1461,2	1461,2								
216	13	10	1E	11,24	1461,2	1461,2								
217	4	20	1E	11,24	899,2	899,2								
218	13	20	1E	11,24	2922,4	2922,4								
219	2	40	1M	18,75	1500	1500								
220	13	40	1M	18,75	9750	Grasa NLGI N° 2, aplic. alimenticia.	2	8114	16228	25978				
221	2	25	1M	18,75	937,5					937,5				
222	13	5	1E	11,24	730,6					730,6				
223	13	5	1E	11,24	730,6					730,6				
224	4	50	1E	11,24	2248					2248				
225	4	30	1E	11,24	1348,8					1348,8				
226	4	30	1E	11,24	1348,8					1348,8				
227	4	30	1E	11,24	1348,8					1348,8				
228	4	40	1M	18,75	3000					Faja A51	1	1870	1870	4870
229	4	30	1M	18,75	2250									2250
<b>TOTAL</b>										<b>212203,95</b>				

INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

**NUECES INDUSTRIALES**

**Departamento de Mantenimiento**

**MÁQUINA: Empacadora Post Pack**

**CÓDIGO DE MAQUINA: PR - EP**



# Insp	FRE	DUR	OPE	CMH	CMO	REPUESTOS	CRA	CUT	CRE	TOTAL
230	13	15	1M	18,75	3656,25					3656,25
231	4	30	1M	18,75	2250					2250
232	4	30	1M	18,75	2250	Aceite mineral ISO 32 (SAE 10)	0,25	8300	2075	4325
233	4	30	1M	18,75	2250					2250
234	4	30	1M	18,75	2250					2250
235	13	5	1M	18,75	1218,75	Grasa NLGI N° 2, aplicación alimenticia.	2	8114	16228	17446,8
236	4	30	1M	18,75	2250	Correas de arrastre	2	20000	40000	42250
237	13	10	1E	11,24	1461,2					1461,2
238	13	10	1E	11,24	1461,2					1461,2
239	13	30	1E	11,24	4383,6					4383,6
240	4	15	1M	18,75	1125					1125
241	4	30	1M	18,75	2250					2250
242	13	15	1M	18,75	3656,25	Aceite ISO 100, no detergente.	2	2910	5820	9476,25
243	13	10	1E	11,24	1461,2					1461,2
244	13	10	1E	11,24	1461,2					1461,2
245	13	30	1E	11,24	4383,6					4383,6
246	13	10	1E	11,24	1461,2					1461,2
247	13	10	1M	18,75	2437,5	Aceite 20W50 (ISO 46 a ISO 220)	4	2910	11640	14077,5
248	1	20	1M	18,75	375					375
249	4	20	1M	18,75	1500					1500
250	4	30	1E	11,24	1348,8	Resistencias de sellado	2	16300	32600	33948,8
251	4	30	1E	11,24	1348,8	Sondas de temperatura	2	5000	10000	11348,8
252	4	20	1M	18,75	1500					1500
253	4	30	1E	11,24	1348,8	Resistencias de sellado	2	22000	44000	45348,8
254	4	30	1E	11,24	1348,8	Sondas de temperatura	2	5000	10000	11348,8
255	13	5	1E	11,24	730,6					730,6
256	13	5	1E	11,24	730,6					730,6
257	13	15	1E	11,24	2191,8					2191,8
258	13	10	1E	11,24	1461,2					1461,2
259	13	10	1E	11,24	1461,2					1461,2
260	13	5	1E	11,24	730,6					730,6
261	13	10	1E	11,24	1461,2					1461,2
262	13	20	1M	18,75	4875	Grasa NLGI N° 2, aplicación alimenticia.	4	8114	32456	37331
263	13	20	1M	18,75	4875	Grasa NLGI N° 2, aplicación alimenticia.	4	8114	32456	37331
264	4	15	1M	18,75	1125					1125
265	2	20	1M	18,75	750					750
266	4	10	1E	11,24	449,6					449,6
<b>TOTAL</b>										<b>308553,95</b>

INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

**NUECES INDUSTRIALES**

**Departamento de Mantenimiento**

**MÁQUINA: Selectora Xeltron 30R-S3**

**CÓDIGO DE MAQUINA: PR - S3**



# Insp	FRE	DUR	OPE	CMH	CMO	REPUESTOS	CRA	CUT	CRE	TOTAL
267	4	20	1E	11,24	899,2					899,2
268	4	20	1E	11,24	899,2	Fusibles varios	10	25	250	1149,2
269	13	5	1E	11,24	730,6					730,6
270	13	5	1E	11,24	730,6					730,6
271	13	10	1E	11,24	1461,2					1461,2
272	4	5	1E	11,24	224,8					224,8
273	13	5	1E	11,24	730,6					730,6
274	4	10	1E	11,24	449,6					449,6
275	4	35	1M	18,75	2625					2625
276	13	10	1M	18,75	2437,5					2437,5
277	4	10	1M	18,75	750					750
278	13	15	1M	18,75	3656,25					3656,3
279	13	40	1M	18,75	9750	Faja de rodillos	1	7000	7000	16750
280	13	15	1M	18,75	3656,25					3656,3
281	13	15	1M	18,75	3656,25	Grasa NGLI N° 2, grado alimenticio.	2	8114	16228	19884
282	13	10	1E	11,24	1461,2					1461,2
283	13	10	1E	11,24	1461,2					1461,2
284	13	10	1E	11,24	1461,2					1461,2
285	13	5	1E	11,24	730,6					730,6
286	4	20	1E	11,24	899,2	Carbones	2	500	1000	1899,2
287	4	30	1E	11,24	1348,8	Faja dentada	1	5000	5000	6348,8
288	13	20	1M	18,75	4875					4875
289	13	20	1M	18,75	4875					4875
290	4	20	1M	18,75	1500	Grasa NGLI N° 2, grado alimenticio.	2	8114	16228	17728
291	4	25	1E	11,24	1124	lámparas halógenas de 12V y 500 W	2	8000	16000	17124
292	4	15	1E	11,24	674,4					674,4
293	13	30	1E	11,24	4383,6					4383,6
294	4	40	1E	11,24	1798,4					1798,4
295	4	15	1E	11,24	674,4					674,4
296	52	10	1M	18,75	9750					9750
297	4	30	1M	18,75	2250					2250
298	4	5	1M	18,75	375					375
299	4	5	1M	18,75	375					375
300	13	5	1M	18,75	1218,75					1218,8
<b>TOTAL</b>										<b>135598,8</b>

INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

**NUECES INDUSTRIALES**

**Departamento de Mantenimiento**

**MÁQUINA: Selectora Xeltron 10R-S3**

**CÓDIGO DE MAQUINA: PR - S1**



# Insp	FRE	DUR	OPE	CMH	CMO	REPUESTOS	CRA	CUT	CRE	TOTAL
301	4	10	1E	11,24	449,6					449,6
302	4	10	1E	11,24	449,6	Fusibles varios	5	25	125	574,6
303	13	5	1E	11,24	730,6					730,6
304	13	5	1E	11,24	730,6					730,6
305	13	10	1E	11,24	1461,2					1461,2
306	4	5	1E	11,24	224,8					224,8
307	13	5	1E	11,24	730,6					730,6
308	4	10	1E	11,24	449,6					449,6
309	4	10	1M	18,75	750					750
310	13	10	1M	18,75	2437,5					2437,5
311	4	5	1M	18,75	375					375
312	13	10	1M	18,75	2437,5	Faja de rodillos	1	6000	6000	2437,5
313	13	30	1M	18,75	7312,5					13312,5
314	13	10	1M	18,75	2437,5					2437,5
315	13	5	1M	18,75	1218,75	Grasa NGLI N° 2, grado alimenticio.	2	8114	16228	17446,75
316	4	15	1E	11,24	674,4	lámparas halógenas de 12V y 500 W	1	8000	8000	8674,4
317	4	10	1E	11,24	449,6					449,6
318	13	20	1E	11,24	2922,4					2922,4
319	4	25	1E	11,24	1124					1124
320	4	5	1E	11,24	224,8					224,8
321	52	5	1M	18,75	4875					4875
322	4	15	1M	18,75	1125					1125
323	4	5	1M	18,75	375					375
324	4	5	1M	18,75	375					375
325	13	5	1M	18,75	1218,75					1218,75
<b>TOTAL</b>										<b>65912,3</b>

## APÉNDICE 11. ÍNDICE DE RESISTIVIDAD PARA CAUDALES DE AIRE

Flujo (kg/h)	Índice	Flujo (kg/h)	Índice	Flujo (kg/h)	Índice
5	2,14	110	1,43	350	1,21
10	2,03	120	1,41	400	1,18
15	1,92	130	1,4	500	1,15
20	1,85	140	1,38	600	1,12
25	1,78	150	1,36	700	1,09
30	1,74	160	1,35	800	1,07
35	1,70	170	1,34	900	1,05
40	1,66	180	1,33	1000	1,03
45	1,64	190	1,32	2000	0,94
50	1,61	200	1,31	3000	0,86
55	1,59	210	1,3	4000	0,84
60	1,56	220	1,29	5000	0,82
65	1,54	230	1,28	6000	0,8
70	1,53	240	1,27	7000	0,78
75	1,51	250	1,26	8000	0,76
80	1,50	260	1,25	9000	0,74
85	1,49	270	1,25	10000	0,73
90	1,48	280	1,24	15000	0,69
95	1,46	290	1,24	20000	0,67
100	1,45	300	1,23	25000	0,64

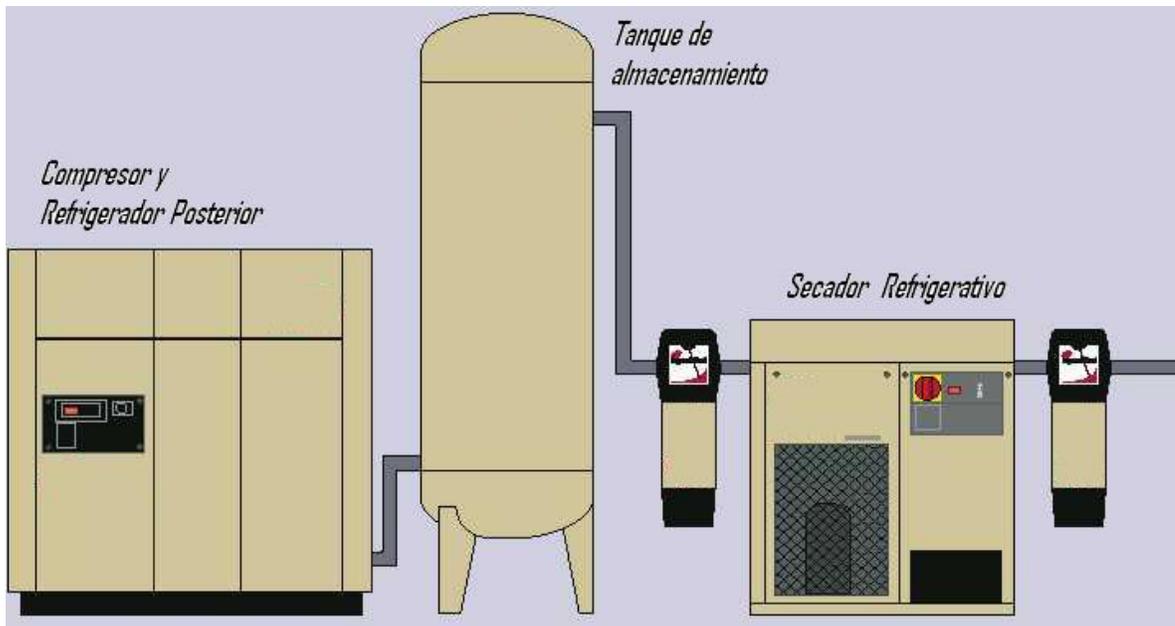
## APÉNDICE 12. DIÁMETROS DE LA TUBERÍA DE COBRE

Diámetro Nominal	Diámetro Externo	Diámetro Interno	
		Tipo L	Tipo M
6,3	9,52	7,99	8,25
9,5	12,7	10,92	11,43
12	15,87	13,84	14,45
16	19,05	16,92	N/A
19	22,22	19,93	200,6
25	28,57	26,03	26,8
32	34,92	32,12	32,99
38	41,27	38,22	38,78
50	53,97	50,41	51,02
62	66,67	62,61	63,31
75	79,37	74,8	75,71
100	104,8	99,18	99,95
125	130,2	123,8	124,6

## APÉNDICE 13. DATOS DE LOS COMPRESORES ABAC

Modelo	Tanque (lts)	Capacidad (lts/min)	Potencia (HP)	Tensión (VAC)	Fases	Presión (Bar)	Masa (Kg)
B 2800 / 200 FM	200 F	254	2	230	1	9	94
B 2800 / 200 FT	200 F	254	2	400	3	9	94
B 3800B / 270 FM	270 F	394	2,5	230	1	9	127
B 3800B / 270 FT	270 F	394	3	400	3	9	127
B 4900 / 270 FT	270 F	514	4	400	3	9	154
B 5900B / 270 FT	270 F	653	5,5	400	3	10	180
B 6000 / 500 FT	500 F	827	7,5	400	3	10	280
B 7000 / 500 FT	500 F	1210	10	400	3	10	295

## APÉNDICE 14. CONFIGURACIÓN RECOMENDADA PARA CONECTAR LOS COMPRESORES



## APÉNDICE 15. ESPECIFICACIONES DE LOS SECADORES DRYSTAR

Modelo	Flujo de Aire		Potencia Máxima Absorbida kW	Con. Aire NPT.	Dimensiones pulg./mm			Peso aprox. Lbs/kg
	38° F	3° C			H	W	D	
	cfm	m <sup>3</sup> /min						
DS5	5	0,14	0,24	0,38	17,9/455	7,8/197	17,7/450	40/18
DS10	10	0,28	0,24	0,38	17,9/455	7,8/197	17,7/450	40/18
DS15	15	0,42	0,27	0,38	17,9/455	7,8/197	17,7/450	44/20
DS25	25	0,71	0,36	0,50	20,9/530	11,1/282	23,5/500	70/32
DS35	35	0,99	0,51	0,50	20,9/530	11,1/282	23,5/500	74/33
DS50	50	1,42	0,69	0,75	23,8/605	13,9/352	27,5/700	100/46
DS75	75	2,12	0,88	0,75	23,8/605	13,9/352	27,5/700	122/55

## APÉNDICE 16. ESPECIFICACIONES DE LOS FILTROS DE AIRE COMPRIMIDO

### *Especificaciones técnicas*

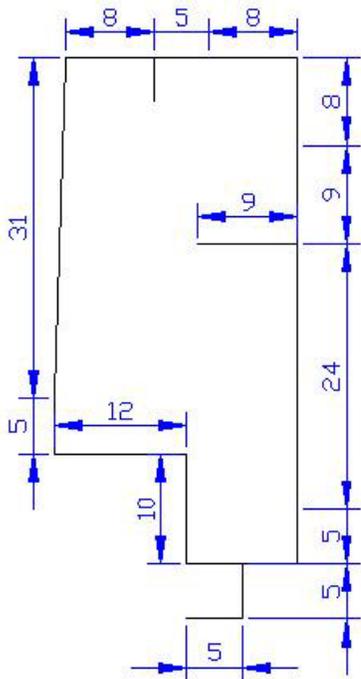
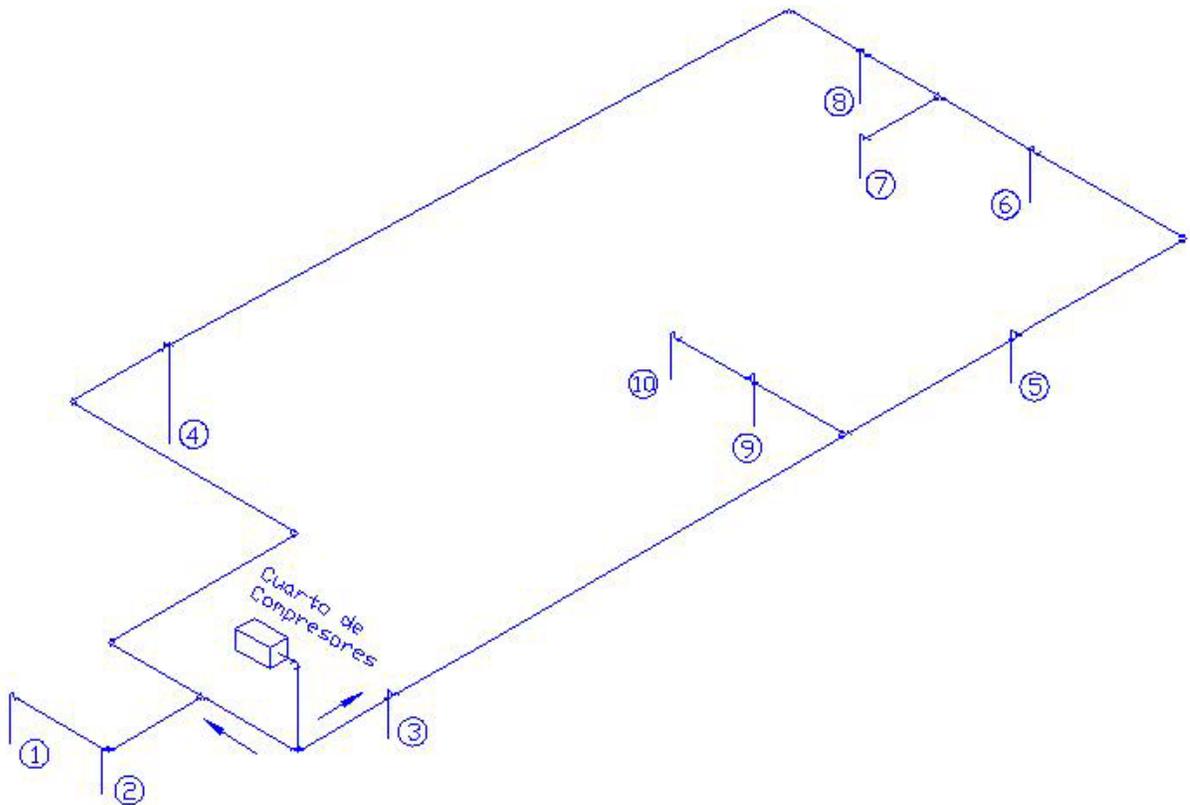
Filtro grado GP, HE AC, DP	Tamaño tubo NPT (in)	Caudales de flujo @ 100 psig (7 barg)		Dimensiones pulg/(mm)		Peso lbs/(kg)
		CFM	m3/min	Ancho	Alto	
(Grado) 19	G1/4	19	0.53	3.5 / (89)	9.8 / (250)	2.2 / (1.0)
(Grado) 40	G3/8	40	1.12	3.5 / (89)	10.4 / (265)	2.8 / (1.03)
(Grado) 64	G1/2	64	1.80	3.5 / (89)	11.3 / (288)	2.4 / (1.1)
(Grado) 123	G3/4	123	3.45	5.1 / (130)	13.8 / (353)	5.0 / (2.3)
(Grado) 216	G1	216	6.05	5.1 / (130)	17.5 / (446)	5.7 / (2.6)
(Grado) 275	G1-1/4	275	7.70	5.1 / (130)	19.8 / (504)	6.3 / (2.9)
(Grado) 350	G1-1/2	350	9.80	6.3 / (160)	22.8 / (580)	10 / (5.4)
(Grado) 481	G1-1/2	481	13.46	6.3 / (160)	27 / (685)	14.5 / (6.5)
(Grado) 563	G2	563	15.76	6.3 / (160)	29.5 / (750)	15.8 / (7.2)
(Grado) 706	G2	706	19.76	6.3 / (160)	34 / (864)	17.4 / (7.9)
(Grado) 850	G2-1/2	850	23.80	8.2 / (210)	37 / (939)	31.3 / (14.2)
(Grado) 1100	G3	1100	30.80	8.2 / (210)	40.8 / (1038)	33.5 / (15.2)
(Grado) 1380	G3	1380	38.63	8.2 / (210)	43.7 / (1111)	36 / (16.5)
(Grado) 424	DN40	424	12	11.9 / (304)	24.5 / (624)	63.9 / (29)
(Grado) 669	DN50	669	19.8	11.9 / (304)	36.7 / (934)	81.5 / (37)
(Grado) 1314	DN80	1314	37.2	15.3 / (390)	42.4 / (1077)	141 / (64)
(Grado) 2119	DN100	2119	60	17.7 / (450)	44.8 / (1140)	209.4 / (95)
(Grado) 2755	DN100	2755	78	19.6 / (500)	48 / (1220)	297.6 / (135)
(Grado) 4132	DN100	4132	117	22.8 / (580)	50.9 / (1294)	390.2 / (177)
(Grado) 6886	DN150	3886	195	29.5 / (750)	59.8 / (1519)	811.3 / (368)
(Grado) 11018	DN200	11018	312	29.1 / (740)	66.2 / (1684)	1135.3 / (515)
(Grado) 16527	DN250	16527	468	39.3 / (1000)	69.9 / (1777)	1507.9 / (684)

## APÉNDICE 17. ESPECIFICACIONES DE LAS TUBERÍAS SIMPLAIR SL

<b>TUBERÍA</b>			
Nº.DE PIEZA	D.E. DEL TUBO	LONGITUD DEL TUBO	CANT.PAQTE
38332540	22 (1")	3 metros (10 pies)	10
38332656	28 (1¼")	3 metros (10 pies)	10

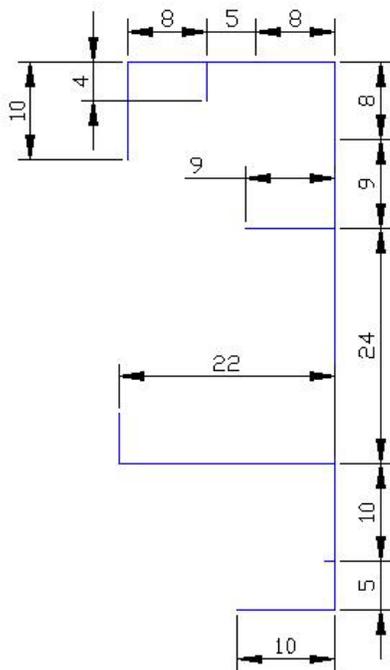
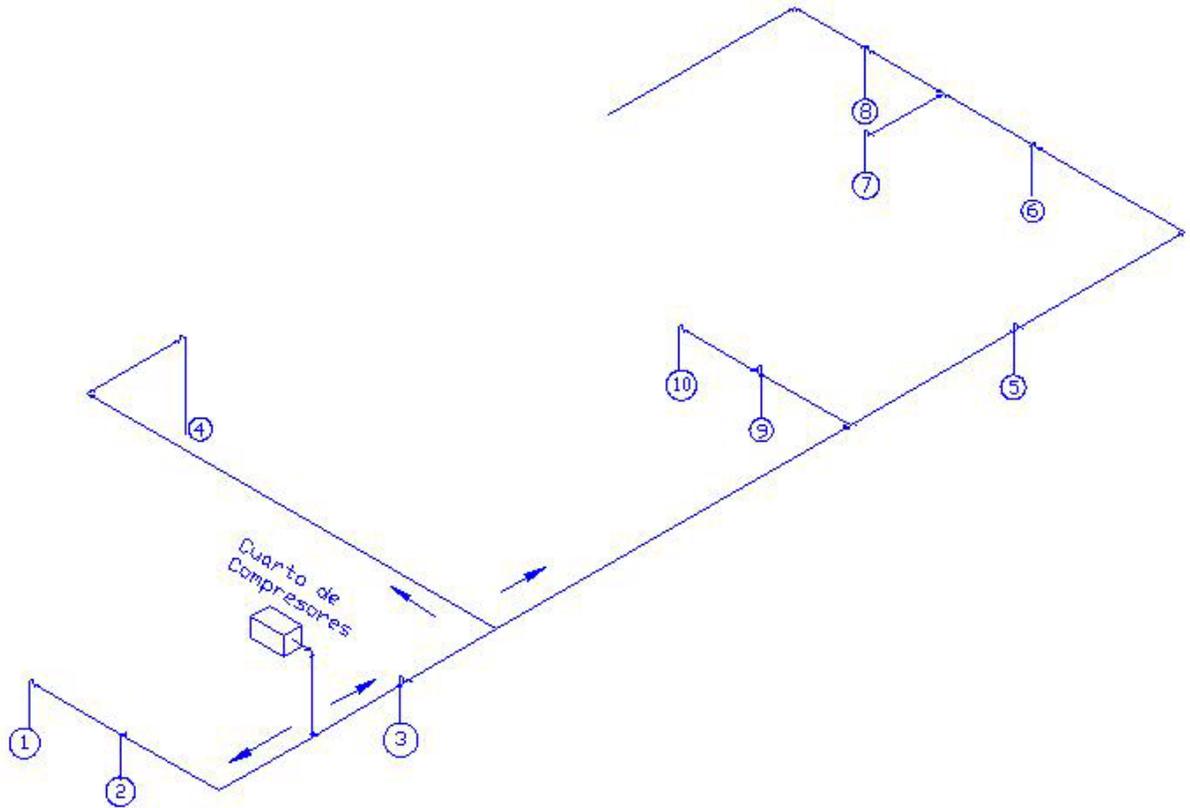
Diámetro (mm)	SCFM @ 103 PSIG	SCFM @ 118 PSIG	SCFM @ 147 PSIG
22 (1")	75	86	111
28 (1¼")	126	148	175

## APÉNDICE 18. RED DE AIRE PROPUESTA



Salida	Equipo
1	Pistola para pintura
2	Pistola de limpieza
3	Máquina de café
3	Pistola de limpieza
4	Pistola de limpieza
5	Selectora
5	Pistola de limpieza
6	Comitrol
7	Empacadoras
7	Pistola de limpieza
8	Enlatadora
9	Pistola de limpieza
10	Horno

## APÉNDICE 19. RED DE AIRE ACTUAL



Salida	Equipo
1	Pistola para pintura
2	Pistola de limpieza
3	Máquina de café
3	Pistola de limpieza
4	Pistola de limpieza
5	Selectora
5	Pistola de limpieza
6	Comitrol
7	Empacadoras
7	Pistola de limpieza
8	Enlatadora
9	Pistola de limpieza
10	Horno

## APÉNDICE 20. DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA.



## APÉNDICE 21. HORNO PROCTOR & SCHWARTZ.



## APÉNDICE 22. EMPACADORA POST PACK.



**APÉNDICE 23. FREIDORA CONTINUA GS-700.**



## APÉNDICE 24. SELECTORAS XELTRON.

