

PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA EMPRESA IRM INGENIERIA DE
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA. EMPLEANDO LOS CONCEPTOS
BASICOS DEL TPM

VICTOR HUGO SAMPAYO FERNANDEZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
BUCARAMANGA

2010

PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA EMPRESA IRM INGENIERIA DE
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA. EMPLEANDO LOS CONCEPTOS
BASICOS DEL TPM

VICTOR HUGO SAMPAYO FERNANDEZ

Monografía de grado presentada como requisito para optar al título de
Especialista en Gerencia de Mantenimiento

Director: CARLOS ALBERTO ARCINIEGAS ALVAREZ

Director TPM

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECHANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
BUCARAMANGA

2010

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	14
1. IRM INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA	15
1.1. RESEÑA HISTORICA	15
1.2. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	15
1.3. UNIDAD DE SERVICIOS	17
1.3.1. Unidad De Mantenimiento Planeado	17
1.3.2. Unidad De Proyectos	18
2. SITUACION ACTUAL DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA IRM INGENIERIA	20
2.1. EQUIPO DE TRABAJO	21
2.2. ORGANIZACIÓN DE LOS TRABAJOS	22
2.3. DIAGNOSTICO DE LA ADMINISTRACION DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO	22
2.3.1. POSICION Y OBJETIVOS DE LA EMPRESA RESPECTO AL MANTENIMIENTO.	22
2.3.2. Interrelación con seguridad	23
2.3.3. Administración del mantenimiento	23
2.3.4. Planeación de las actividades de mantenimiento	26
2.3.5. Documentación técnica	26

2.3.6. Apoyo informático	26
2.3.7. Costos de Mantenimiento	27
2.3.8. Área física de operaciones	27
2.3.9. Almacén gestión de repuestos e indicadores de gestión	27
2.4. OBJETIVOS DEL PROYECTO	28
3. MARCO TEORICO	29
3.1. CONCEPTOS BASICOS DE REFRIGERACION	29
3.1.1. Ciclo De Refrigeración	31
3.1.2. Componente De Un Ciclo De Refrigeración	32
3.1.3. Tipo De Aires Acondicionados	44
3.2. TEORIAS DE GESTION DE MANTENIMIENTO	48
3.2.1. Conceptos Básicos De Mantenimiento	49
3.2.2. Mantenimiento Preventivo	50
3.2.3. Mantenimiento Correctivo	53
3.2.4. Mantenimiento Predictivo	54
3.3. MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)	55
3.3.1. Generalidades Del TPM	56
3.3.2. Pilares del TPM	57
3.3.3. Eficiencia global de producción	59

3.3.4. Indicadores de Gestión	60
4. INVENTARIO, CODIFICACION Y CRITICIDAD DE EQUIPOS	64
4.1. INVENTARIO Y CODIFICACION DE EQUIPOS	65
4.2. CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS	75
5. SISTEMA DE MANTENIMIENTO PARA LA EMPRESA IRM. INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA.	85
5.1. MANTENIMIENTO CORRECTIVO	87
5.2. PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA EMPRESA IRM. INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA.	93
5.2.1. Fichas Básicas De Mantenimiento Preventivo	94
5.2.2. Rutina De Mantenimiento Preventivo	101
5.2.3. Fichas De Lubricación	106
5.2.4. Cronograma De Mantenimiento Preventivo	108
5.3. MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL TPM	111
5.3.1. Clima Organizacional	112
5.3.2. Mejoras Enfocadas	116
5.3.3. Mantenimiento Autónomo	117
5.3.4. Educación y Entrenamiento	121
5.3.5. Eficiencia Global De Producción	122
5.3.6. Herramientas Metodológicas Para La Implementación Del TPM	124
6. CONCLUSIONES	137
BIBLIOGRAFIA	139

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Clientes Actuales De IRM INGENIERIA DE MTTO IND	20
Tabla 2. Código de cada empresa	67
Tabla 3. Sección de las áreas contratante	68
Tabla 4. Tipo de equipos aires acondicionado	69
Tabla 5. Codificación de los equipos Columbus Newort	70
Tabla 6. Codificación de los equipos Clínica Blas De Lezo	72
Tabla 7. Codificación de los equipos Polyban Internacional	73
Tabla 8. Factores ponderados a evaluar	75
Tabla 9. Estudio de criticidad de los equipos de la empresa Columbus	77
Tabla 10. Estudio de criticidad de los equipos de la Clínica Blas De Lezo	78
Tabla 11. Estudio de criticidad de los equipos de Polyban Internacional	80
Tabla 12. Resultado de los equipos medio critico Columbus Newort	81
Tabla 13. Resultado de los equipos medio critico Clínica Blas De Lezo	81
Tabla 14. Resultado de los equipos medio critico Polyban Internaciona	82
Tabla 15. Resultado de los equipos critico Columbus Newort	82
Tabla 16. Resultado de los equipos critico Clínica Blas De Lezo	83
Tabla 17. Resultado de los equipos critico Polyban Internacional	85
Tabla 18. Repuestos Críticos de los Equipos Centrales NC	91

Tabla 19. Repuestos Críticos de los Equipos Tipo Minisplit	92
Tabla 20. Ficha de Mantenimiento Básico en Aire Acondicionado	97
Tabla 21. Ficha de Mantenimiento Básico en Aires Acondicionados trimestral, semestral, anual	99
Tabla 22. Pasos para el Mantenimiento Preventivo de un equipo de Aire Acondicionado Central	102
Tabla 23. Listado de Actividades de Lubricación de los equipos de Polybol Internacional	106
Tabla 24. Cronograma de Mantenimiento Anual de la empresa IRM INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA	109
Tabla 25. Programa de Capacitación IRM INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA	122
Tabla 26. Estudio de Aplicación 5S Seiri	130
Tabla 27. Estudio de Aplicación 5S Seiton	131
Tabla 28. Estudio de Aplicación 5S Seiso	131
Tabla 29. Estudio de Aplicación 5S Seiketsu	132
Tabla 30. Estudio de Aplicación 5S Shisuke	133
Tabla 31. Acciones Correctivas Estudio de Aplicación 5 S	134
Tabla 32. Resultado de la Inspección	136

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Áreas Funcionales Básicas de IRM INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA.	16
Figura 2. Estructura Organizacional de IRM INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA.	17
Figura 3. Procedimiento para Reparación de daños e imprevistos	25
Figura 4. Ciclo De Refrigeración en un Aire Acondicionado de ventana	32
Figura 5. Principio Básico De Funcionamiento de un evaporador	34
Figura 6. Evaporador típico de tres ventiladores aplicación cuarto frio	35
Figura 7. Compresor Alternativo	37
Figura 8. Compresor Giratorio	39
Figura 9. Principios Básicos de un condensador	40
Figura 10. Muestra algunos tipos de condensador	43
Figura 11. Dosificador de orificio	43
Figura 12. Aire Acondicionado Tipo ventana	44
Figura 13. Aire Acondicionado Tipo Minisplit	45
Figura 14. Aire Acondicionado Tipo Split	46
Figura 15. Aire Acondicionado Tipo Paquete	47
Figura 16. Aire Acondicionado Tipo Chiller	49
Figura 17. Distribución del Trabajo	51
Figura 18. Representación Del Mantenimiento Preventivo	52

Figura 19. Los Ocho Pilares del TPM	57
Figura 20. Adquisición y manejo de la información	61
Figura 21. Estructura de Codificación de los equipos de producción	66
Figura 22. Ejemplo codificación equipo aire acondicionado tipo central del Área de laboratorio de le Empresa Polyban Internacional	69
Figura 23. Matriz general de criticidad	76
Figura 24. Estructura de la Gestión del Mantenimiento	86
Figura 25. Procedimiento del Mantenimiento Correctivo	90
Figura 26. Procedimiento de Mantenimiento Preventivo	96
Figura 27. Procedimiento de Mantenimiento Total	119

RESUMEN

TITULO. PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA EMPRESA IRM INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA. EMPLEANDO LOS CONCEPTOS BASICOS DEL TPM

AUTOR. VICTOR HUGO SAMPAYO FERNANDEZ

PALABRAS CLAVES. IRM Ingeniería de mantenimiento industrial LTDA, Clima Organizacional TPM, Mantenimiento preventivo, Criticidad de Equipo, Mantenimiento Correctivo

DESCRIPCION. Este estudio ha tenido por objeto la elaboración de un plan de mantenimiento para los equipos de aire acondicionado de las empresas contratantes de IRM Ingeniería

Este proyecto se realizó con el estudio previo de los equipos existentes, teniendo en cuenta teorías de mantenimiento y prolongación de la vida útil de equipos

Inicialmente se realizó una revisión en campo, verificando la cantidad y estado de los equipos de aires acondicionados. Luego se obtuvo la información necesaria para la elaboración de fichas técnicas asignándoles códigos a los equipos y observando la condición de estos. Después se revisaron los procedimientos establecidos para el mantenimiento y se diagnosticó el estado actual del sistema de gestión de mantenimiento de la empresa. Con base en el estudio de criticidad para los equipos de aire acondicionado seleccionado se diseñó un plan de mantenimiento programado tendiente a garantizar la máxima confiabilidad posible para los equipos críticos y se establecieron procedimientos para los equipos no críticos a los que se les aplicara mantenimiento correctivo. También se diseñaron protocolos, fichas de lubricación y rutinas para los equipos críticos y mediante el estudio de clima organizacional se logró ver el alcance de la aplicabilidad de TPM en la empresa

El resultado de este proyecto permitirá la organización del mantenimiento en los diferentes tipos de equipos de refrigeración pertenecientes a las empresas y la recopilación de la amplia documentación existente a partir de la implementación de la base de datos con la finalidad de acceder a información técnica primordial y necesaria en el momento que sea necesaria.

*Monografía

** Facultad de Ingeniería Físico Mecánica. Especialización en gerencia de Mantenimiento Director . Ing. Carlos Arciniegas

SUMARY

TITLE. MAINTENANCE PLAN TO THE FACTORY IRM INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA USING THE BASIC CONCEPTS OF TPM

AUTOR. VICTOR HUGO SAMPAYO FERNANDEZ

KEY WORDS. IRM Engineering of industrial maintenance ltda ,organizational climate, TPM, Preventive maintenance, Equipment Criticality, Corrective Maintenance

DESCRIPTION. This study has had the purpose to develop a maintenance plan for the conditioned air equipment of the contracting companies of IRM Engineering

This project I am realised with the previous study of the existing equipment, considering theories of maintenance and prolongation of the life utility of equipment

Initially a field review was conducted, checking the quantity and condition of conditioned air equipment . Then, the necessary information for the development of technical specification was obtained, assigning code to equipment and checking its condition. Later, the procedures for maintenance in the factory were reviewed and a diagnosis, of the current status of maintenance management system in the company .was efectuaded. based on the of criticality study of the air conditioned air equipment, a Schedule maintenance plan designed was designed towards to secure the hig hest possible reliability for critical equipment and procedures were established for non critical equipment to which they apply the corrective maintenance. also protocols, and routines lubrication specifications for critical equipment were designeed and by studyng the organizational climate was archieved see the scope of the applicability of the tpm in the company

The result of this thesis will be useful for a well-organized maintenance of the refrigeratio equipment in the company besides the wide data bank to check important technical information when necessary.

*Monograph

**School of Mechanical Engineering. Maintenance management Specialization. Director: Ing Carlos Arciniegas

INTRODUCCION

Los procesos productivos industriales, el sector salud y el sector servicios, bajo las condiciones ambientales actuales generan la necesidad de acondicionar el ambiente por medio de la extracción del calor a las diferentes áreas laborales, para la conservación han obligado a las compañías a contratar por medio de outsourcing a empresas que le brinden servicios de instalación y mantenimiento de equipo de aires acondicionados para así poder obtener condiciones de confort. Esto tiene como consecuencia que las empresas celebren contratos que garanticen el funcionamiento óptimo de estos equipos por medio de criterios de mantenibilidad, confiabilidad y disponibilidad.

El mantenimiento productivo total no es una forma nueva de hacer las cosas, es una filosofía o forma de pensar que cambia nuestras actitudes, la búsqueda de la eficiencia y mejora continua de los equipos de aires acondicionados y su entorno. Los programas de mantenimiento diseñados en este proyecto contribuyen a que el logro de las metas de IRM INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA., se logren de la mejor manera.

Este trabajo presenta un modelo empresarial enfocado hacia la prestación de servicios de mantenimiento para sistemas de aire acondicionado y refrigeración industrial en la ciudad de Cartagena y sus alrededores bajo la filosofía de TPM con la posibilidad de ofrecer un servicio con altos niveles de calidad que cumpla con las normas de manejo ambiental vigentes nacional e internacional.

1. IRM INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA

Es una empresa joven en el mercado cuya actividad está centrada en el suministro y servicio de ingeniería en el área de la refrigeración y aire acondicionado ubicada en la ciudad de Cartagena, en la cual el servicio al cliente se identifica como la principal política de la organización, para lo cual ha logrado gran aceptación en los clientes que se les presta el servicio.

1.2 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

La estructura organizacional de la empresa IRM INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA. se puede observar en la figura 1, en la que muestra un bosquejo general de la empresa con sus áreas básicas de funcionamiento.

Figura 1. Áreas funcionales básicas de IRM INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

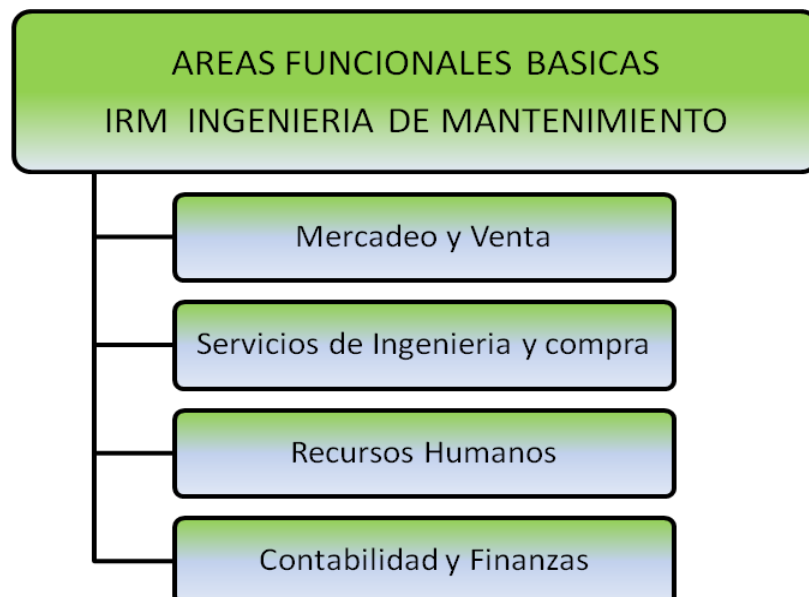


Figura 2. Estructura organizacional de IRM INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA.



1.3. UNIDAD DE SERVICIOS

En el proceso productivo de IRM INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA se dividen en dos líneas específicas así:

1.3.1. Unidad de mantenimiento planeado

Encargada de llevar a cabo el servicio de Mantenimiento, en la cual IRM INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA cuenta con un staff de ingenieros y técnicos calificados, provistos con instrumentación especializada y equipos computarizados.

Con el servicio de Mantenimiento predictivo que presta IRM INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA., se puede prever cualquier tipo de anomalía que pudiera tener el equipo, de acuerdo al comportamiento que tenga este según el sistema y condiciones de funcionamiento actual. Esto permite anticipar el cambio de parte cuando se lleve a cabo el mantenimiento preventivo de limpieza y diagnóstico, lo que garantiza una mayor vida útil del equipo y optimización del funcionamiento. En cuanto al servicio de mantenimiento de índole correctivo IRM INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA. cuenta con un stock de equipos, repuestos, partes o componentes de los sistemas, a fin de restituirlos a sus condiciones iniciales o mejorar sus especificaciones de diseño.

Los contratos de mantenimiento que presta IRM INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA. ofrecen servicios técnicos especializados con rutinas específicas mensuales trimestrales, semestrales y anuales, dependiendo del tipo de equipo y su aplicación.

1.3.2. Unidad de proyectos

Apoyado en esta unidad se encarga de la instalación y montaje de equipos bajo la modalidad llave en mano. IRM INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA. diseña, suministra, monta y pone en marcha proyectos de cualquier capacidad para aplicaciones industriales, comerciales y residenciales, en todas las poblaciones alrededor de Cartagena.

IRM INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA. instala equipos de las marcas más reconocidas del mercado y que cumplan las normas ASHRAE, INVIMA y bajo códigos locales e internacionales en el área de la salud, laboratorios y procesamiento de alimentos [3]. Los montajes que realiza esta unidad son de tipo: industriales, comerciales, institucionales o residenciales.

Tabla 1. Clientes actuales de IRM INGENIERIA DE MTTO INDUSTRIAL LTDA.

CLIENTE
Colombus Newort
Clínica Blasdelezo
Polyban Internacional S.A.
Asodontocar
Aviatur S.A.
Efectivo Ltda.
I P S Salud del Caribe sede Santa Lucia
I P S Salud del Caribe sede Pie de la Popa
Instituto Técnico Carl Ros
L Alianza Travel Network Colombia S.A.
Naves S.A.
polybol SAS
Proton Ltda
Refrinorte Ltda.
The Natura Conservancy TNC
T R S Partes S.A.
IMEC Ltda.
Edificio 19 Chambacu
Ingiec Ltda
Grupo Santorio S.A.
Segurtronic Ltda.
Colegio Mayor de Bolívar
Huawei Technologies Colombia
Inversiones Damasalud S.A

2. SITUACION ACTUAL DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA IRM INGENIERIA

IRM INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA presta su servicio de mantenimiento planeado a diferentes empresas del sector comercial e industrial de la ciudad de Cartagena, una de las medidas que utilizamos es el grado de satisfacción que tenga cada uno de los clientes que se sirven de este servicio.

El mantenimiento de los equipos se definirá entonces como la serie de actividades que llevarán a que:

- En el caso de equipos de aire acondicionado, climatice la zona en la que está instalado.
- Por parte de los equipos de refrigeración mantenga los productos en las condiciones de temperatura adecuadas.

Las inconsistencias de no lograr las condiciones óptimas de funcionamiento, conllevarán en el primer caso reseñado anteriormente, a condiciones de no confort para el personal ya sean equipos de aire acondicionado de oficinas, comedores u habitaciones o la alerta por alta temperatura en el caso de equipos de índole electrónico (salas de control, conmutadores, mandos, etc.).

Es por esto que los equipos deben estar en óptimas condiciones, lo cual se logrará realizando unas acciones oportunas de mantenimiento.

El objetivo básico de estos contrato pactado entre IRM INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA. Y todos sus clientes, que el primero proporcione un servicio de mantenimiento a los aires acondicionados y equipos de refrigeración a satisfacción del segundo con márgenes de rentabilidad, acorde a las proyecciones estipuladas por la gerencia de IRM INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA.

Es por esto que se desarrolla, en aras de alcanzar la satisfacción completa de sus clientes, una serie de políticas y de procedimientos de trabajo, así como el establecimiento de los flujos de mando y responsabilidades de cada uno de los integrantes de los diferentes proyecto manteniendo por sobre todas las cosas, altos estándares de eficacia y eficiencia, debido a que la actividad de ejecución y control de proyectos de esta índole, comprende las acciones que se deben seguir para poner en marcha la ejecución de las actividades proyectadas en busca de cumplir con las especificaciones en calidad, tiempo y costo preestablecidas.

2.1. Equipo de trabajo

En la actualidad el equipo de trabajo está conformado por 2 divisiones o frentes de trabajo así:

Técnico en Reparaciones y atención de llamadas 1

Operarios de Mantenimiento 7

Ingeniero de servicio y proyecto 1

2.2. Organización de los trabajos

Todo el personal operativo trabaja por turnos de 08 horas por días de trabajo por un día de descanso, en horarios:

08:00 am - 12:00m 2:00pm – 5:00pm

2.3. Diagnostico de la Administración del Servicio de Mantenimiento

Para el diagnostico de la administración del servicio de mantenimiento analizaremos los siguientes elementos posición y objetivos de la empresa respecto al servicio de mantenimiento, interrelación con otras áreas, administración del mantenimiento, apoyo informático, documentación técnica, costo de mantenimiento, área física de mantenimiento, estado o condiciones de los equipos, almacén y gestión de repuestos, indicadores de gestión, estados de los equipos.

2.3.1. Posición y Objetivo de la Empresa Respecto al Mantenimiento

La empresa es consciente de la necesidad de un plan general de mantenimiento preventivo que ayude alcanzar las metas planteadas de las organizaciones en cuanto a cuidados de activos, y así se puede conseguir el mayor rendimiento y

disponibilidad de los equipos, para ello propone mejorar la gestión de mantenimiento planteando los siguientes objetivos:

Disminuir los costos de producción "" ahorro energía

Aumentar la calidad del producto "" calidad del aire tratado

Mejorar la capacidad operacional

Mejorar la capacidad de respuesta a nuestros clientes como en ente organizado

Mejorar la seguridad e higiene industrial

Mejorar la calidad de vida de los colaboradores de la empresa

Mejorar la imagen y seguridad industrial de la compañía

2.3.2. Interrelación con seguridad

La labor del servicio de mantenimiento está relacionada muy estrechamente en la prevención de accidentes y lesiones en el trabajador ya que tiene la responsabilidad de mantener en buenas condiciones las maquinarias y herramientas de trabajo los cuales permiten un mejor desenvolvimiento y seguridad evitando en parte riesgo en el área laboral.

2.3.3. Administración del Mantenimiento

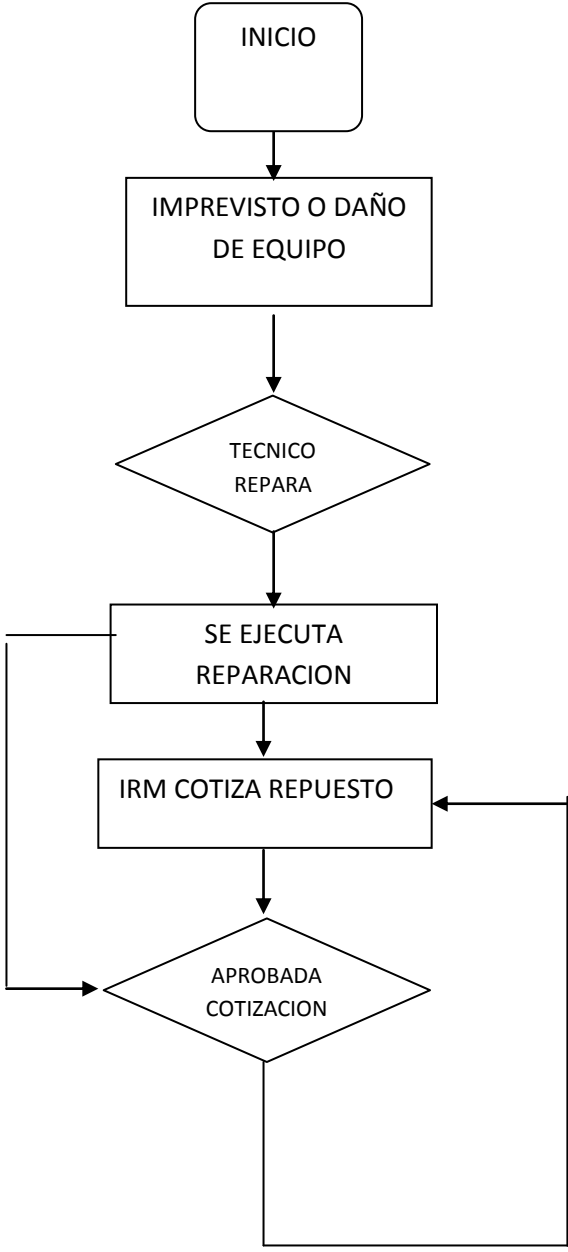
El Ingeniero de Servicios y Proyectos es el encargado del servicio de mantenimiento que se realiza en cada una de las empresas contratistas, el se encarga de las funciones administrativas y operativas de una manera oral ya que

no se maneja documento escrito, como solicitudes de servicios, para el control de las actividades de mantenimiento.

En el momento no se tiene control sobre la mayoría de las actividades de mantenimiento, ya que muy poco se registra las tareas ejecutadas a los equipos de aire acondicionado que son en su mayoría correctivos. El proceso actual se describe a continuación:

- ✓ Cuando ocurre un imprevisto la empresa contratante otra vez de llamada telefónica reporta el daño a la oficina de servicios técnico.
- ✓ Se programa visita y el técnico revisa, entrega un diagnostico del equipo, si el daño es menor y el contratante tiene el repuesto la tarea se ejecuta y se culmina el procedimiento.
- ✓ Si la tarea requiere compra de repuesto la empresa IRM realiza una cotización de los repuestos necesarios.
- ✓ Si la empresa contratante autoriza la compra del repuesto se procede con la reparación y se culmina el procedimiento.

Figura 3. Procedimiento para Reparación de Daños e Imprevistos



2.3.4. Planeación de las Actividades de Mantenimiento

En estos momentos no existe un plan de mantenimiento establecido con todas las empresas a las cuales le prestamos los servicios, si no que la mayoría solicitan el servicio según la necesidad, siendo en su gran mayoría de tipo correctivo.

2.3.5. Documentación Técnica

Como cada cliente maneja un grupo de equipos, marcas y aplicaciones diferentes, la información de los equipos y manuales se encuentran dispersas o se carece de ella, originando dificultades en la resolución de problemas y poco control en las labores de mantenimiento.

2.3.6. Apoyo Informático

La empresa no cuenta con software, ayuda informática o base de datos que permita manejar y estudiar posteriormente la información con respecto al mantenimiento de los equipos y su interrelación con las demás áreas de la empresa.

2.3.7. Costos de Mantenimiento

Todo los gastos se manejan en la producción del servicio de mantenimiento y van a un solo centro de costos, no se identifican a cual contrato es cargado y adicional no se manejan los tiempos invertidos en las actividades de mantenimiento, no se realiza un estudio de índice de desempeño.

2.3.8. Área Física de Operación

Tenemos un centro de servicio para la logística de la actividad de mantenimiento , el cual se encuentra ubicada en la zona del bosque, para la realización de los servicios, nuestros técnicos se desplazan hacia las distintas zonas de la ciudad tales como zona Industrial de Mamonal, Zona Industrial del Bosque, Zona Centro, Zona Bocagrande; nuestros técnicos se transportan la mayoría de veces en buses urbanos lo cual hace que los tiempos de transporte sean muy alto, perjudicando así la productividad del servicio.

2.3.9. Almacén, Gestión de Repuestos e Indicadores de Gestión

Manejamos cero inventarios, tenemos tres proveedores en la ciudad el cual si se llega a necesitar un repuesto se realiza la gestión de compra, para lo cual los

precios y descuentos obtenidos no nos permiten manejar un buen porcentaje de utilidad.

Actualmente no se utiliza ningún tipo de indicador de gestión pero hace parte de los objetivos de este estudio.

2.4. Objetivo del Proyecto

Con base en la lista de equipos que tienen las empresas contratantes, información recopilada en algunos manuales, documentos de los equipos y la experiencia del personal de IRM INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA se pudo realizar este estudio de mantenimiento en la modalidad de la práctica empresarial. Para resolver algunos de las necesidades de mantenimiento se plantearon los siguientes objetivos.

- Realizar el inventario, diagnóstico y codificación de los equipos de aires acondicionado y refrigeración que tienen cada empresa contratante.
- Hacer un levantamiento de las características de los equipos de aire acondicionados y refrigeración por medio de fichas técnicas.
- Elaborar un estudio de criticidad de los equipos de aires acondicionados y refrigeración para cada empresa contratante.
- Establecer las actividades básicas del mantenimiento correctivo y preventivo indicando procedimientos frecuencias e insumos, se elaboraran protocolos más importantes.
- Estudiar el clima organizacional para analizar la factibilidad de implementar tareas de TPM.

- Elaborar un programa de mantenimiento preventivo para los equipos críticos de las empresas contratante con miras a mejorar la productividad de la empresa fundamentada en los conceptos de TPM.
- Realizar análisis de que y como almacenaran datos en un sistema de información.

3. MARCO TEORICO

3.1. Conceptos Básicos de Refrigeración

Para conocer un poco el funcionamiento de los equipos que tratamos en el presente documento, entraremos a definir los siguientes conceptos:

- Calor

El calor es una forma de energía, creada principalmente por la transformación de otros tipos de energía en energía calorífica; por ejemplo, la energía mecánica que opera una rueda causa fricción y crea calor. Calor es frecuentemente definido como energía en tránsito, porque nunca se mantiene estática, ya que siempre está transmitiéndose desde cuerpos cálidos a los cuerpos fríos.

- Medida de calor

La unidad básica para medir calor usado en el sistema internacional de medidas es la caloría, que se define como la cantidad de calor necesaria para aumentar la temperatura de un gramo de agua 1 °C. Por ejemplo, para aumentar la temperatura de un litro de agua de 95 a 100 °C, se requieren 5000 calorías.

Sin embargo, la unidad de calor empleada comúnmente es la Kilo-Caloría (KCAL) que equivale a 1.000 calorías y que pueden ser definidas como la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de un Kg. de Agua, un grado Centígrado.

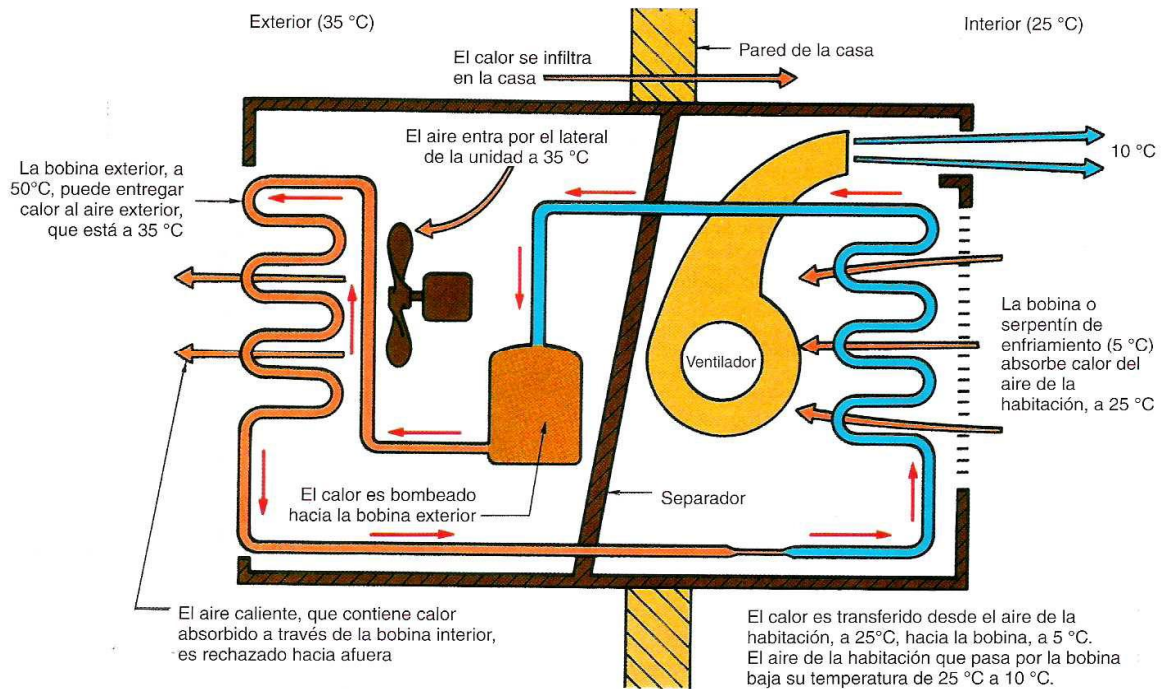
En el sistema Inglés, la unidad de calor es la British Thermal Unit (B.T.U.). Un .T.U. Puede definirse como la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de una libra de agua 1 °F. Por ejemplo: para aumentar la temperatura de un Galón de agua (Aproximadamente 8,3 Lb) de 70 ° F a 80 °F se requieren 83 BTU $8,3 \times (80 - 70) = 83 \text{ B.T.U.}$

Por otra parte aún en nuestro medio es muy frecuente hablar de toneladas de refrigeración, la cual es realmente una unidad americana basada en el efecto frigorífico de la fusión del hielo. La tonelada de refrigeración puede definirse como la cantidad de calor absorbida por la fusión de una tonelada de hielo que el calor latente de fusión de una libra de hielo es de 144 BTU, dato que se puede extraer de cualquier libro de refrigeración, el calor latente de una tonelada americana (2000 libras) de hielo será 144×2000 , o sea 288,000 BTU por 24 horas. Para obtener el calor por hora es necesario dividir entre las 24 horas, lo cual da una cantidad de 12.000 Btu/h, lo cual que se define como Tonelada de refrigeración (T.R.). Este concepto será muy importante para cuando se detalle las capacidades de los equipos en el presente documento.

3.1.1. Ciclo de Refrigeración

Los sistemas de compresión emplean cuatro elementos en el ciclo de refrigeración: compresor, condensador, válvula de expansión y evaporador. En el evaporador, el refrigerante se evapora y absorbe calor del espacio que está enfriando y de su contenido. A continuación, el vapor pasa a un compresor movido por un motor que incrementa su presión, lo que aumenta su temperatura (entrega trabajo al sistema). El gas sobrecalentado a alta presión se transforma posteriormente en líquido en un condensador refrigerado por aire o agua. Después del condensador, el líquido pasa por una válvula de expansión, donde su presión y temperatura se reducen hasta alcanzar las condiciones que existen en el evaporador. A continuación se presenta una grafica que nos sintetiza un ciclo de refrigeración.

Figura 4. Ciclo de Refrigeración en un Aire Acondicionado de Ventana



3.1.2. Componente de un Ciclo de Refrigeración

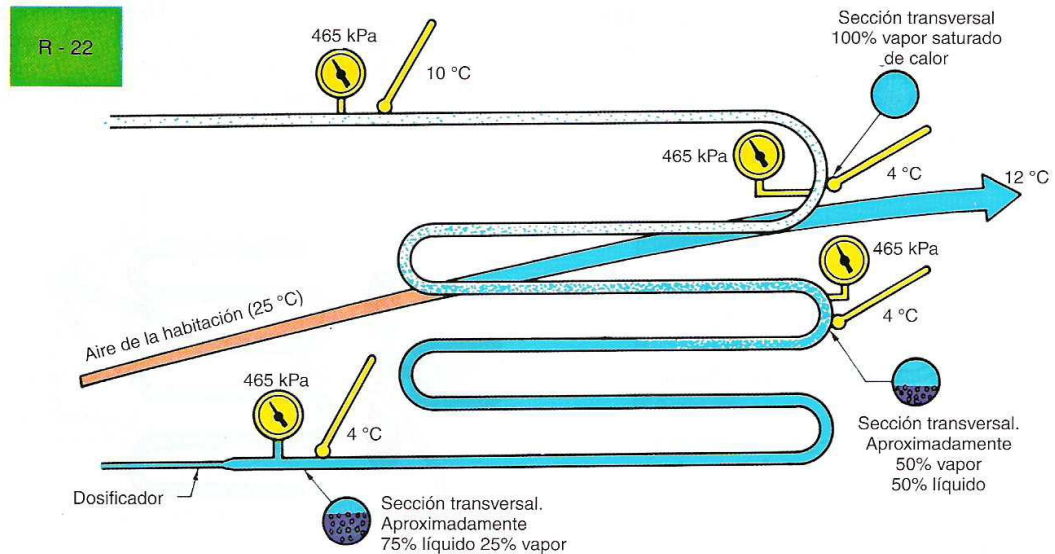
Los principales componentes de un sistema de refrigeración mecánico son: evaporador, compresor, condensador y dosificador de refrigerante.

- El evaporador

El evaporador absorbe calor hacia dentro del sistema. Cuando se evapora el refrigerante a una temperatura inferior a aquella de la sustancia que hay que enfriar, el refrigerante absorbe calor de la sustancia.

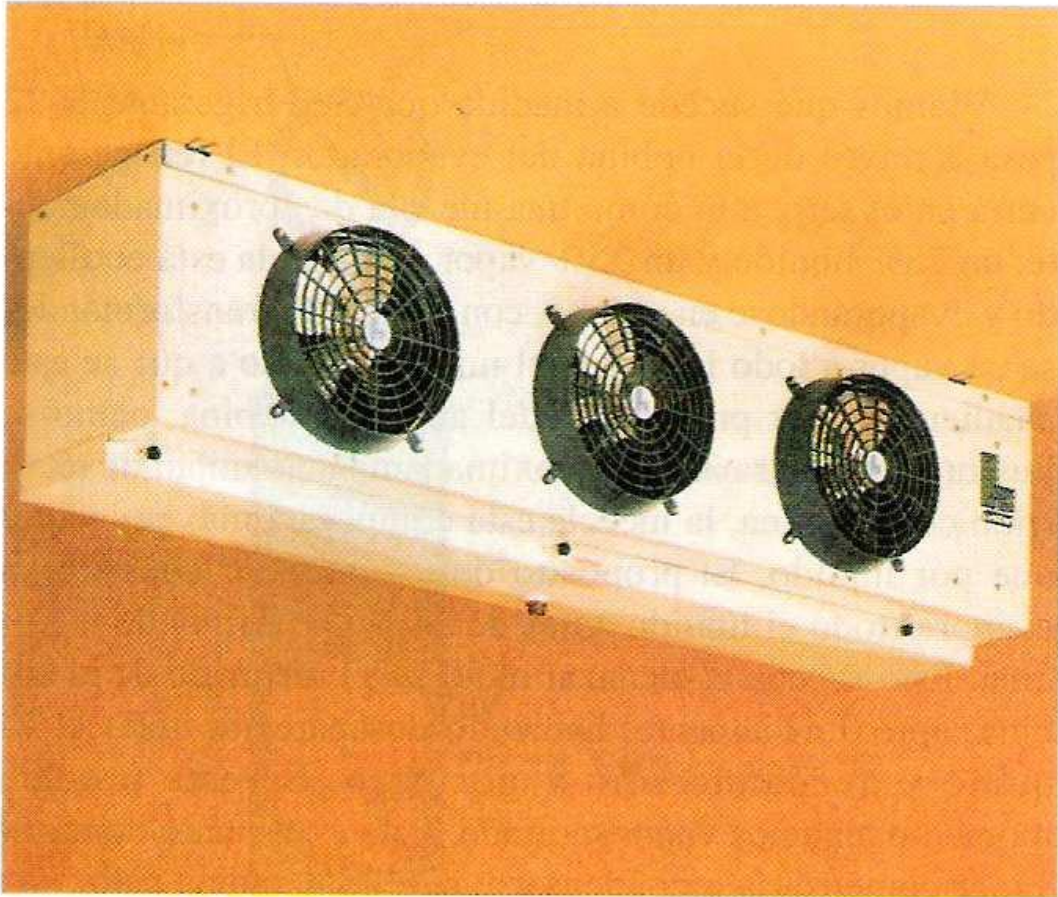
Cuando un refrigerante como el R-22 entra en un serpentín de un sistema de acondicionamiento de aire lo hace como una mezcla de aproximadamente, un 75% líquido y un 25% vapor. La mezcla está embullando y evaporándose en el tubo, con el líquido transformándose en vapor a todo lo largo del mismo, debido a que se está añadiendo calor procedente del aire a la bobina, como se ilustra en la figura 5. Aproximadamente a mitad de recorrido de la bobina, la mezcla está compuesta más por vapor que por líquido. El propósito del evaporador consiste en evaporar todo el líquido antes de alcanzar el final de la bobina. Esto sucede al alcanzar el 90% del recorrido de la bobina, aproximadamente, habiendo desaparecido todo el líquido y quedando sólo vapor puro (vapor saturado). Éste es el punto donde el vapor comenzaría a condensarse si se eliminara calor, o a sobrecalentarse si se añadiera calor adicional. Cuando un vapor está sobrecalentado, ya no cumple con las relaciones entre presión y temperatura, absorberá calor mensurable y su temperatura se incrementará. El sobre calor se considera una especie de seguro para la refrigeración, porque asegura que ninguna cantidad de líquido llegue a atravesar el evaporador. Cuando existe algo de sobre calor, no hay líquido saliendo del evaporador.

Figura 5. Principio Básico de Funcionamiento de un Evaporador



Existen muchas configuraciones de diseño para los evaporadores. Sin embargo, todos absorben calor hacia dentro del sistema a partir de la sustancia que hay que enfriar. La sustancia puede ser un sólido, un líquido o un gas, y el evaporador se diseña teniendo en cuenta las condiciones apropiadas. La figura 6 muestra un evaporador típico. Una vez absorbido hacia dentro del sistema, el calor se encuentra en el gas refrigerante, siendo introducido en el compresor

Figura 6. Evaporador Típico de Tres Ventilador Aplicación Cuarto Frio

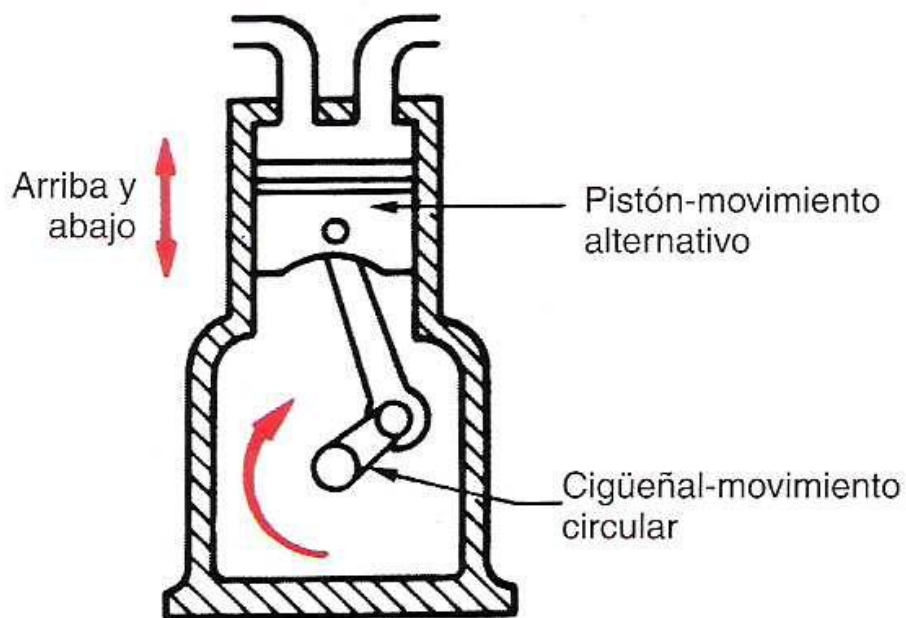


- El compresor

El compresor es el corazón del sistema de refrigeración. Bombea calor a través del sistema en forma de vapor refrigerante recalentado. Un compresor puede considerarse una especie de bomba de vapor. Reduce la presión en el lado de baja presión del sistema, que incluye el evaporador, e incrementa la presión en el lado de alta presión. Todos los compresores de los sistemas de refrigeración realizan esta función comprimiendo el vapor refrigerante. Esta compresión puede

ser realizada de diversas maneras con distintos tipos de compresores. Los compresores más comunes utilizados en el acondicionamiento de aire y la refrigeración domésticos y comerciales son el compresor alternativo, el giratorio y el compresor en espiral.

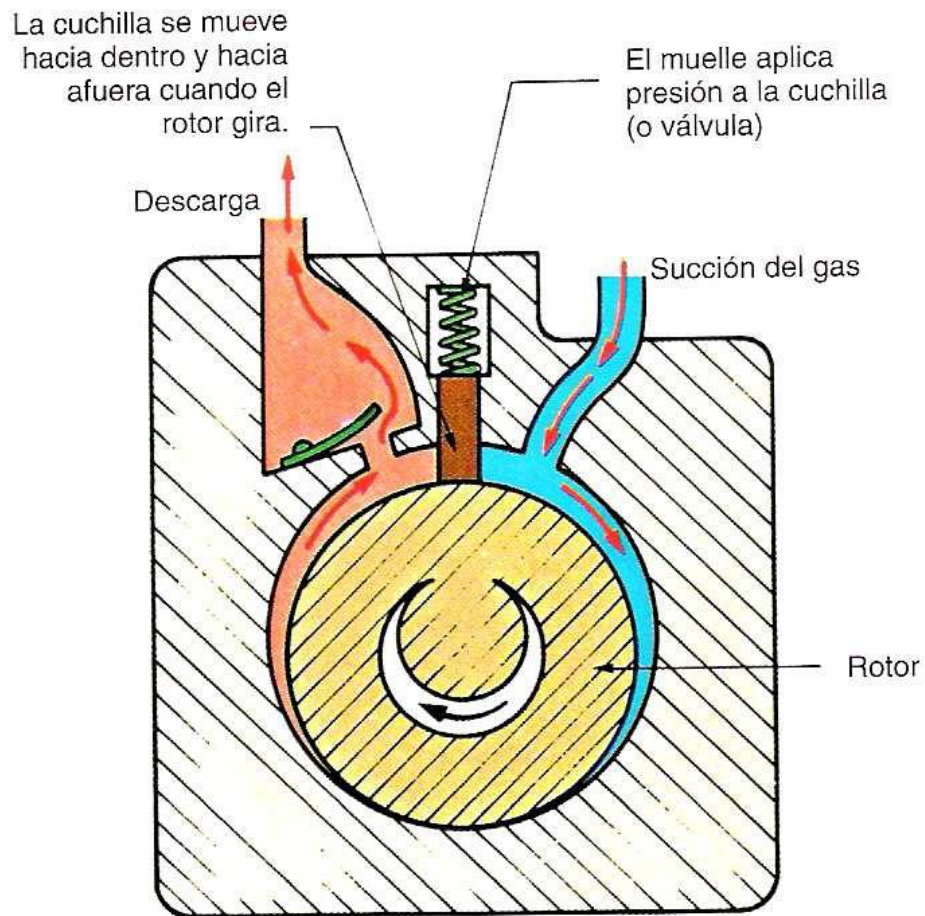
Figura 7. Compresor Alternativo



El compresor alternativo utiliza un pistón en un cilindro para comprimir el refrigerante, como muestra la figura 7. Una serie de válvulas, usualmente de lengüeta o de charnela, aseguran que el refrigerante fluya en la dirección adecuada. Este compresor se conoce con el nombre de compresor de

desplazamiento positivo. Cuando el cilindro está relleno de vapor, debe ser vaciado a medida que el compresor invierte su sentido, o pueden producirse daños. Durante muchos años, ha sido el compresor más comúnmente utilizado para sistemas de hasta 100 CV. Actualmente se utilizan también diseños más modernos y eficientes de compresores. El compresor giratorio es también un compresor de desplazamiento positivo y se emplea para aplicaciones en el rango de los equipos de pequeño tamaño, como los acondicionadores de aire de montaje en ventana, los refrigeradores domésticos y algunos sistemas de aire acondicionado central. Estos compresores son extremadamente eficientes y tienen pocas partes móviles. Este compresor utiliza un pistón giratorio de tipo tambor que comprime el vapor refrigerante hacia el orificio de descarga. Estos compresores son, típicamente, muy pequeños comparados con los compresores alternativos de la misma capacidad.

Figura 8. Compresor Giratorio

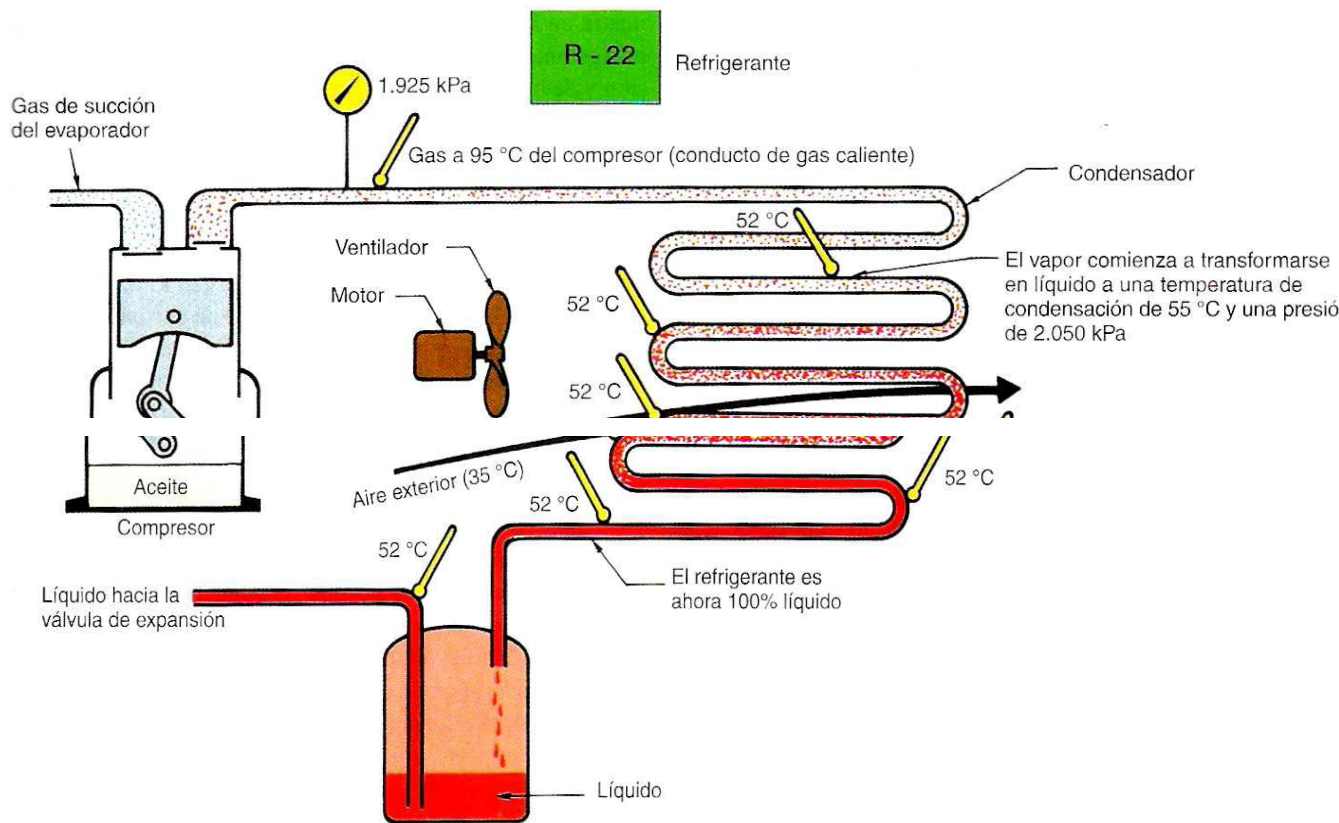


- condensador

El condensador expulsa del sistema de refrigeración el calor absorbido por el evaporador y bombeado por el compresor. El condensador recibe el gas caliente que sale del compresor a través del corto tubo que une el compresor y el condensador y que se denomina conducto de gas caliente . El compresor fuerza al

gas caliente a entrar por la parte superior de la bobina del condensador. El gas es empujado a alta velocidad y a alta temperatura (unos 95°C). El gas no cumple con las relaciones de presión/temperatura, porque la presión de descarga es de 1.925 kPa para R-22. La presión de descarga para 95°C se encuentra fuera de la tabla de presión/temperatura. La temperatura a la que el cambio de estado tendría lugar es de 52 °C. Esta temperatura establece la presión de descarga de 1.925 kPa.

Figura 9. Principio Básico de un Condensador



El gas que entra en el condensador está tan caliente, comparado con el aire circundante, que comienza a producirse un intercambio de calor inmediatamente en el aire. El aire circundante que pasa sobre el condensador está a 35°C, mucho menos que los cerca de 95 °C del gas que entra en el condensador. A medida que el gas se mueve a través el condensador, comienza a entregar calor al aire el gas se mueve a través el condensador, comienza a entregar calor al aire circundante, lo que origina una disminución en la temperatura del gas. El gas continúa enfriándose hasta que alcanza la temperatura de condensación de 52°C y el cambio de estado comienza a producirse. El cambio de estado tiene lugar lentamente al principio, convirtiéndose pequeñas cantidades de vapor en líquido, y se acelera a medida que la mezcla de gas y líquido se mueve hacia el extremo final del condensador.

Cuando el refrigerante que está siendo condensado completa, aproximadamente, el 90% del recorrido a lo largo del condensador, el refrigerante del tubo está casi exclusivamente compuesto por líquido. En este momento puede extraerse de dicho líquido más calor. El líquido al final del condensador está a la temperatura de condensación de 52°C y todavía puede entregar al go del calor al aire circundante, que está a 35 °C. Cuando el líquido al final del condensador baja de los 52°C, se denomina subenfriado.

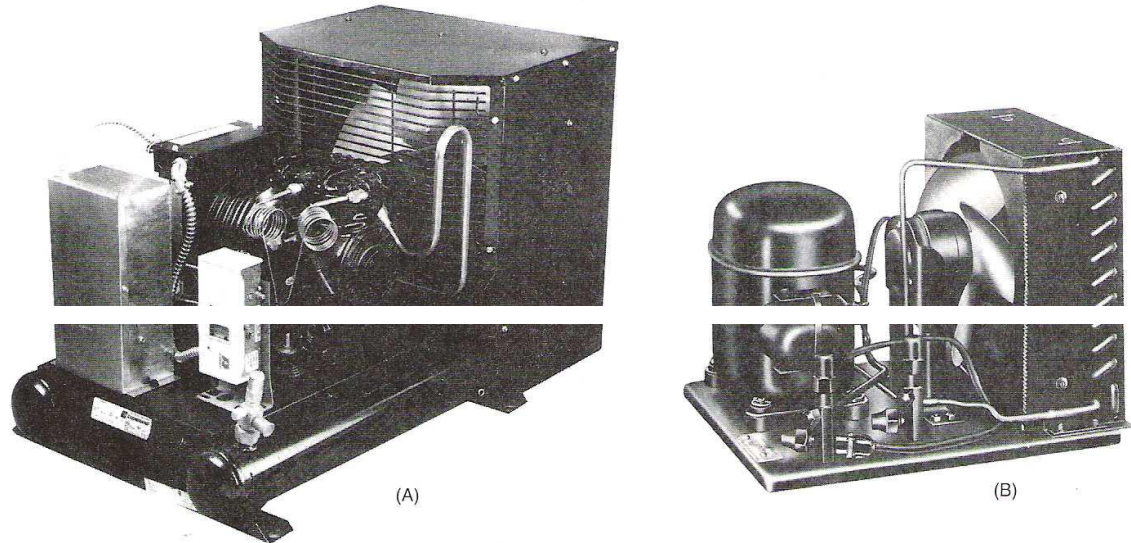
Tres cosas importantes pueden suceder con el refrigerante en el condensador:

- El gas caliente procedente del compresor es des-sobrecalentado desde la alta temperatura de descarga hasta la temperatura de condensación. La temperatura de condensación determina la presión de descarga.
- El refrigerante se condensa, transformándose de vapor a líquido.

- La temperatura del refrigerante líquido puede ahora descender por debajo de la temperatura de condensación, es decir, el refrigerante puede ser subenfriado. Usualmente puede subenfriarse el refrigerante de 5 °C a 10 °C por debajo de la temperatura de condensación, es decir, el refrigerante puede ser subenfriado. Usualmente puede subenfriarse el refrigerante de 5 °C a 10 °C por debajo de la temperatura de condensación.

Existen muchos tipos de dispositivos de condensación. El condensador es el componente que expulsa calor hacia afuera del sistema de refrigeración. Dicho calor puede tener que ser expulsado hacia alguna sustancia sólida, líquida o gaseosa, y el condensador debe ser diseñado teniendo en cuenta dichas condiciones.

Figura 10. Muestra Algunos Tipos de Condensador



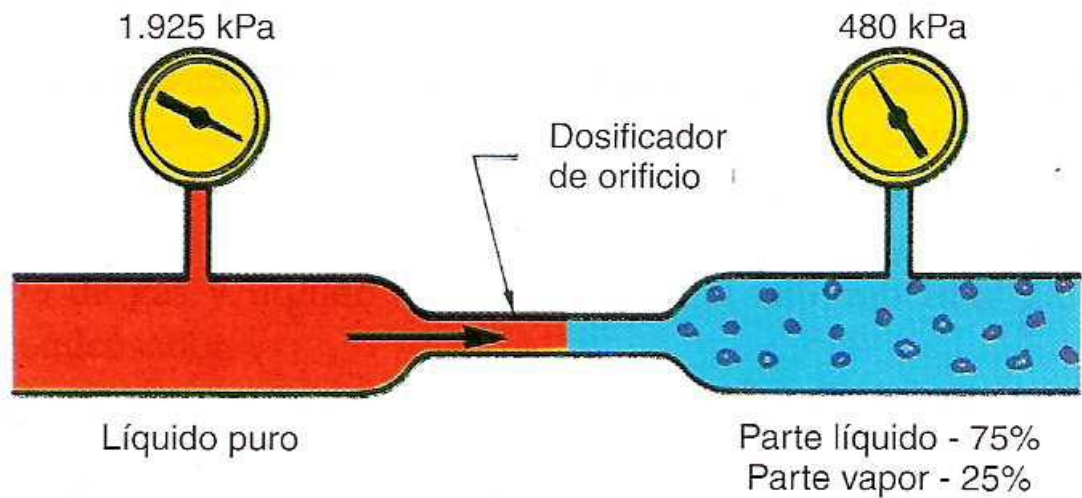
Unidades de condensación típicas. (A) Unidad de condensación semihermética enfriado por aire. (B) Unidad de condensación hermética enfriada por aire. Se muestra el compresor como parte de la unidad de condensación. Cortesía de (A) Copeland Corporation, (B) Tecumseh Products Company.

- Dosificador De refrigerante

Un tipo de dosificador es un tipo sencillo de tamaño fijo conocido con el nombre de orificio. Se trata de una pequeña restricción de tamaño fijo en mitad del conducto, como se muestra en la figura 26. Este dispositivo retiene el flujo de refrigerante el punto divisor entre los lados de alta presión y de baja presión del sistema. Sólo puede entrar en el líquido puro. El tubo que lleva hasta el orificio puede tener el tamaño de un pincel, y el agujero de precisión del orificio puede tener el tamaño de una aguja de coser muy fina. Como puede verse en la figura, el flujo de gas se ve grandemente restringido en este punto. El refrigerante líquido que entra en él a una presión de 1.925 kPa; el refrigerante que sale del orificio es una mezcla de

aproximadamente el 75% líquido y el 25% vapor, a una nueva presión de 480 kPa y a una nueva temperatura de 5°C.

Figura 11. Dosificador de Orificio.



Cuando el refrigerante a alta presión pasa a través del orificio cambia de presión (1.925 kPa a 480 kPa) y una porción del refrigerante se transforma en un vapor (denominado gas flash), lo que enfría el gas restante a la relación presión/temperatura de 480 kPa, 5°C. El líquido que entra en el orificio calentaría el líquido del evaporador si estuviera más caliente al llegar a éste. Esta rápida caída de presión en el dosificador hace disminuir el punto de ebullición del líquido que sale de dicho dispositivo.

3.1.3 Tipo de Aires Acondicionados

Algunos tipos de aires acondicionados que se encuentran en las diferentes empresas del sector:

Aire Acondicionado Tipo Ventana.

Este aire acondicionado es de tipo compacto (Condensador y evaporador juntos en la misma consola), es decir, sus componentes contenidos en una sola caja. Las capacidades disponibles en el mercado son de 0.5, 0.75, 1, 1.5 y 2 T.R.

Figura 12. Aire Acondicionado Tipo Ventana



Aire Acondicionado tipo Minisplit.

Este Aire Acondicionado esta dividido en 2 consolas (una contiene el condensador, compresor, válvulas y parte eléctrica de potencia que debe ser instalada externa al recinto a acondicionar y en la otra el evaporador y parte eléctrica de control que estará ubicada internamente en el recinto), unidas mediante tuberías de cobre. Las capacidades disponibles en el mercado. Son de 0.75, 1, 1.5, 2 y 3 T.

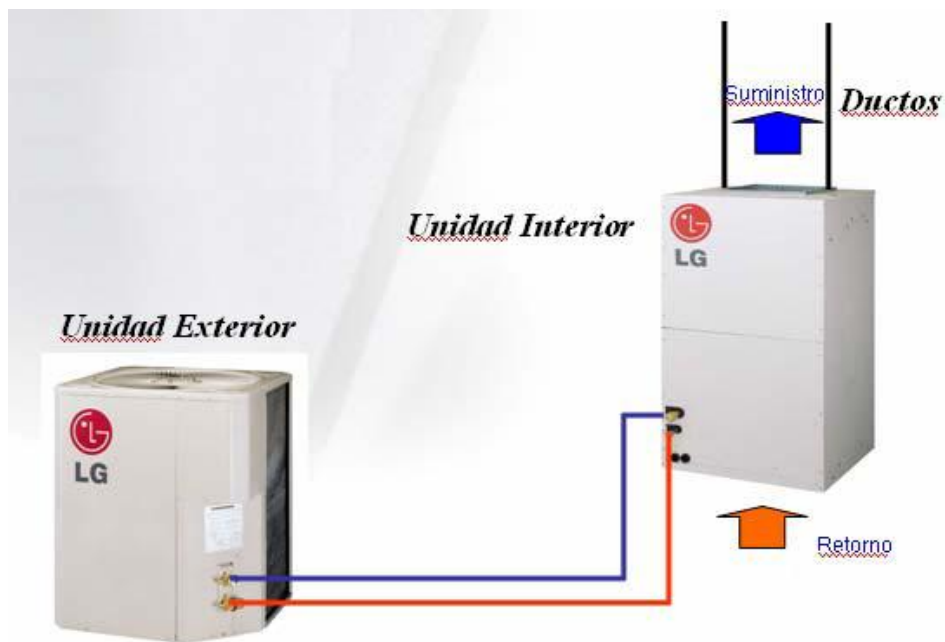
Figura 13 Aire Acondicionado Tipo Minisplit



Aire Acondicionado tipo Split

Este equipo al igual que los anteriores está dividido en condensadora y evaporadora, pero a esta última, debe ser instalada la ductería para la distribución de aire para el recinto a acondicionar. En el mercado se distribuyen de 3, 4, 5, 7.5, 10 y 15 T.R.

Figura 14. Aire Acondicionado Tipo Split



Aire Acondicionado tipo Paquete

Esta unidad de tipo compacto tiene las mismas características de las de tipo ventana pero se le debe instalar ductería para distribución del aire dentro del recinto.

Figura 15. Aire Acondicionado Tipo Paquete



Equipo tipo chiller

Esta unidad es de tipo compacto tiene las características de las de los tipos de ventana, pero maneja un sistema de intercambiador por agua para aplicación en los procesos industriales y hoteleros.

Figura 16. Aire Acondicionado Tipo Chiller



3.2. Teoría de Gestión de Mantenimiento

Hacer mantenimiento con un concepto actual no implica reparar equipo roto tan pronto como se pueda, si no mantener el equipo en operaciones a los niveles específicos, en consecuencia un buen mantenimiento consiste en realizar un trabajo en la forma más eficiente, su primera prioridad es prevenir fallas y de este modo reducir riesgo de paradas imprevista .

El mantenimiento empieza cuando los equipos e instalaciones son recibidos y montados.

3.2.1. Conceptos Básicos de Mantenimiento

Normalmente el mantenimiento se define como el aseguramiento de que una instalación, sistema de equipos, componentes u otro activo fijo de una compañía continúen realizando las funciones para las que fueron creados.

Mantener es realizar operaciones tales como: limpieza, lubricación, inspección, conservación, reparaciones y mejoras que permitan conservar el potencial de un equipo para asegurar su continuidad y garantizar la calidad de la producción.

Mantener bien o mantener con calidad es: utilizar inteligentemente la planeación, la programación y el control, de manera que mejoren la efectividad y la productividad, disminuyan las paradas y los costos de mantenimiento sean mínimos logrando una rentabilidad óptima de la función del mantenimiento.

Mantener bien es: ejercer un estricto control sobre los siguientes factores:

Reparaciones de emergencia: minimizarlas.

Tiempo muerto en producción imputable a mantenimiento: minimizarlo.

Reparaciones y modificaciones de equipo: optimizarlas

Desperdicio de materiales de producción imputable a mantenimiento: minimizarlos.

Materiales empleados en las reparaciones y modificaciones: optimizarlas

La mano de obra de mantenimiento, conforme al volumen de mantenimiento: optimizarlos.

La depreciación del equipo y edificios: retardarla, incrementando su vida.

3.2.2. Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo es una serie de tareas planeadas previamente que se llevan a cabo para contrarrestar las causas conocidas de fallas potenciales de dichas funciones, lo cual es diferente a un mantenimiento de reparación, el cual normalmente se considera como el reemplazo, renovación o reparación general del o de los componentes de un equipo o sistema para que sea capaz de realizar la función para la que fue creado.

El mantenimiento preventivo es el enfoque preferido para la administración de los activos ya que:

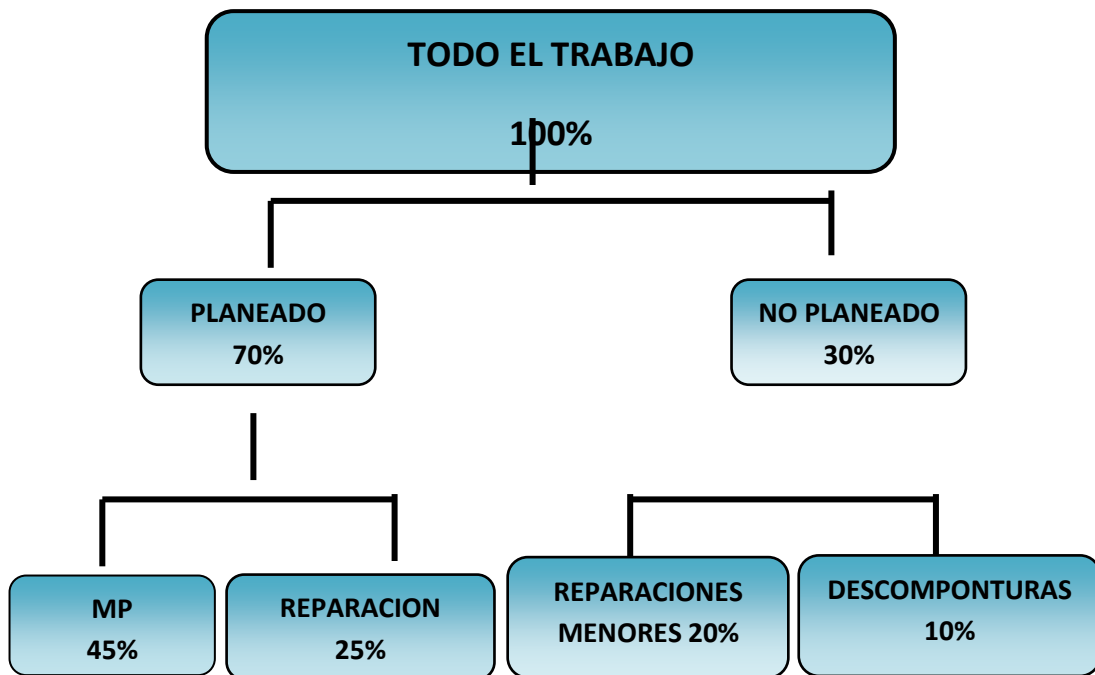
- Puede prevenir una falla prematura y reducir su frecuencia.
- Puede reducir la severidad de la falla y contrarrestar sus consecuencias.
- Puede proporcionar un aviso de una falla inminente para permitir una reparación planeada.
- Puede reducir el costo global de la administración de los activos.

El mantenimiento de reparación puede dividirse en dos amplias categorías:

Reparación planeada y reparación no planeada. La reparación planeada implica, en primer lugar, que todos los recursos necesarios para realizar las tareas han sido planeados previamente y están disponibles, y en segundo lugar, que el trabajo se llevara a cabo de acuerdo con un programa establecido. La reparación no planeada puede tener disponibles un conjunto instrucciones normales, puede tener a la mano los trabajadores y piezas necesarias o puede estar insertado en un programa de mantenimiento, pero no cumple con los criterios de planeación y programación previa. Si el mantenimiento preventivo se considera como un trabajo “planeado”, la distribución por horas de mano de obra en una instalación industrial

que funciona correctamente puede ser considerada como la que se describe en la figura.

Figura 17. Distribución del Trabajo



El mantenimiento preventivo se lleva a cabo para asegurar la disponibilidad y confiabilidad del equipo. Dichos conceptos son claves para el desarrollo de un programa de mantenimiento. La disponibilidad del equipo puede definirse como la probabilidad de que un equipo sea capaz de funcionar siempre que se le necesite. La confiabilidad de un equipo es la probabilidad de que el equipo esté funcionando en un momento dado. El objetivo del mantenimiento preventivo es aumentar al máximo la confiabilidad y la disponibilidad del equipo llevando a cabo un

mantenimiento planeado. Una de las características principales de un equipo bien diseñado es que puede mantenerse/repararse durante el tiempo especificado para ello. Esto se conoce como mantenibilidad o facilidad de mantenimiento y puede definirse, según Duffoe, como la probabilidad de ser reparado/mantenido durante un tiempo específico. El mantenimiento preventivo también es un medio para proporcionar retroalimentación a los diseñadores de equipos para mejorar su facilidad de mantenimiento.

El mantenimiento preventivo a su vez, puede ser clasificado en basado en las condiciones o en los datos históricos de fallas del equipo. En el primero se pueden tratar equipos que estén o no estén trabajando y en el segundo tendrá como principal herramienta la periodicidad del trabajo o el nivel de trabajo que se viene dando en el equipo. Se puede sintetizar un poco mejor estos conceptos mediante la figura 18.

Figura 18. Representación del Mantenimiento Preventivo



Las razones primordiales a que sea preferido frente al mantenimiento correctivo (la reparación surge hasta que falle el equipo) son:

- La frecuencia de fallas prematuras puede reducirse mediante una lubricación adecuada, ajustes, limpieza e inspecciones promovidas por la medición del desempeño.
- Si la falla no puede prevenirse, la inspección y la medición periódicas pueden ayudar a reducir la severidad de la falla y el posible efecto “dominó” en otros componentes del sistema del equipo, mitigando de esta forma las consecuencias negativas para la seguridad, el ambiente o la capacidad de la producción. En donde podamos vigilar la degradación gradual de una función o un parámetro, como la calidad de un producto o la vibración de una maquina, puede detectarse el aviso de una falla inminente. Finalmente hay importantes diferencias en costos tanto directos (por ejemplo, materiales) como indirectos (por ejemplo, perdidas de producción) debido a que una interrupción no planeada a menudo provoca un gran daño a los programas de producción y a la producción en si misma, ya que la calidad de la reparación puede verse afectada de manera negativa bajo la presión de una emergencia.

3.2.3. Mantenimiento Correctivo

Este mantenimiento tiene lugar luego que ocurre una falla o avería, es decir, solo actuara cuando se presenta un daño en el sistema. En este caso si no se produce ninguna falla, el mantenimiento será nulo, por lo que se tendrá que esperar hasta que se presente el desperfecto para recién tomar medida de corrección. Este mantenimiento trae consigo las siguientes consecuencias:

- Paradas no previstas en el proceso productivo , disminuyendo las horas operativas
- Afecta las cadenas productivas , es decir, que los ciclos productivos posteriores se verán afectados por la espera de la corrección de la etapa anterior
- Presenta costos por reparación y repuestos no presupuestados , por lo que se Dara el caso por falta de recursos económicos no se podrán comprar los repuestos en el momento deseado
- La planificación del tiempo que estará el sistema fuera de operación no es predecible.

3.2.4. Mantenimiento Predictivo

Consiste en determinar en todo instante la condición técnica (mecánica y eléctrica) real de la maquina examinada, mientras esta se encuentre en pleno funcionamiento, para ello se hace uso de un programa sistemático de mediciones de los parámetros más importantes del equipo. El sustento tecnológico de este mantenimiento consiste en las aplicaciones de algoritmos matemáticos agregados a las operaciones de diagnostico, que juntos pueden brindar información referentes a las condiciones del equipo. Tiene como objetivo disminuir las paradas por mantenimientos preventivos, y de esta manera minimizar los costos por mantenimiento y por no producción. La implementación de este tipo de métodos requiere de inversión en equipos e instrumentos, y en contratación de personal calificado.

Técnicas utilizadas para la estimación del mantenimiento predictivo que se pueden emplear en la empresa IRM INGENIERIA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA. son:

- Analizadores de Fourier (para análisis de vibraciones)
- Endoscopia(para poder ver lugares ocultos)
- Ensayos no destructivos (a través de líquidos penetrantes, ultrasonido, radiografías, partículas magnéticas , entre otros)
- Termovisión (detección de condiciones a través del calor deplegado)
- Medición de parámetros de operación (viscosidad, voltaje, corriente, potencia, presión, temperatura, etc.).

3.3. MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

Este mantenimiento tiene como fundamento los principios de solidaridad , colaboración, iniciativa propia ,sensibilización ,trabajo en equipo ,de tal modo que todo los involucrados directa o indirectamente en la gestión del mantenimiento deben conocer la problemática del mantenimiento, es decir, que tanto técnicos, profesionales , ejecutivos, y directivos deben estar consientes de las actividades que se llevan a cabo para desarrollar las labores de mantenimiento. Cada funcionario desde su cargo dentro de la organización, actuara asumiendo un rol en las operaciones de mantenimiento, bajo la premisa de que se debe atender las prioridades del mantenimiento en forma oportuna y creciente. El mantenimiento productivo implica contar con una planificación de operaciones, la cual debe estar incluida en el Plan Estratégico de la organización. Este mantenimiento a su vez

debe brindar indicadores (informes) hacia la gerencia, respecto del progreso de las actividades, los logros, aciertos y también errores.

3.3.1 GENERALIDADES DEL TPM

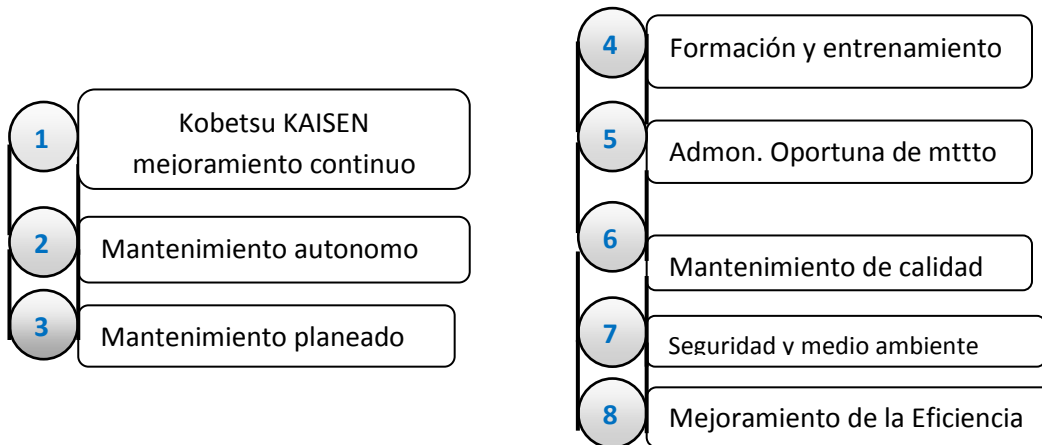
Es mantenimiento productivo es realizado por todos los empleados de la organización .TPM basa su filosofía en el principio de que la mejora de los equipos debe involucrar a toda la organización desde los operarios hasta la alta dirección, es decir, un mantenimiento llevado a cabo en el conjunto de la compañía¹. TPM basa su estrategia en ocho pilares.

Entre los objetivos principales y fundamentales del TPM se tienen:

- Reducción de averías en los equipos
- Reducción de tiempo de espera y de reparación de los equipos
- Utilización eficaz de los quipos existentes
- Control de la precisión de las herramientas y equipos
- Promoción y conservación de los recursos naturales y economía de los recursos energéticos
- Formación y entrenamiento del personal
- Obtención de los resultados tangibles significativos
- Transformación del entorno de la planta
- Transformación de los trabajadores de la planta

¹ PRODUCTIVITY PRESS. Programa del desarrollo del TPM .Implementación del mantenimiento productivo total .Tecnologías de gerencia y producción ,1991

Figura 19. Los ocho pilares del TPM



3.3.2. Pilares del TPM

Mejoras Enfocadas. Mejoramiento continuo (Kobetsu KAISEN) incrementar la eficiencia global de producción a través de la eliminación de perdidas relacionadas con los equipos y los procesos, manteniendo un trabajo seguro y agradable.

Mantenimiento Autónomo. Su objetivo es establecer, mejorar y sostener las condiciones básicas de los equipos por medio de las actividades de limpieza, lubricación y ajustes correctos, a cargo de los operadores.

Mantenimiento Planeado y Programado. Cumple un papel importantísimo en la eliminación de las pérdidas, ya que su desarrollo busca desarrollar las condiciones óptimas de funcionamiento de los equipos.

Entrenamiento. Formar al personal para que responda positivamente al cambio que trae TPM. Esta formación busca nuevas habilidades y conocimiento que sirvan de soporte a la filosofía TPM.

Establecimiento de una administración inicial de los sistemas para el desarrollo de nuevos productos y nuevos equipos (Control inicial): Encontrar las vías más eficientes para desarrollar nuevos productos y llevar a cabo inversiones en equipos, de tal manera que se obtengan productos más fáciles de producir con equipos más fáciles de mantener.

Mantenimiento de Calidad: mantener y mejorar constantemente la calidad del producto a través del efectivo mantenimiento del equipo para lograr alcanzar la meta de cero defectos en la producción.

Seguridad y Medio Ambiente: Busca que los diferentes procesos productivos de la empresa, generen menos impacto ambiental, mayor prevención de accidentes en los lugares de trabajo y eliminar por completo las fuentes de contaminación.

TPM en Oficinas: Lograr que las mejoras lleguen a la gerencia de los departamentos administrativos y actividades de soporte y que no solo sean actividades en la planta de producción.

3.3.3. Eficiencia Global de Producción (EGP)

El objetivo de una compañía es producir o elaborar productos a partir de la transformación de las materias primas, logrando obtener productos con las características deseadas por los clientes, dándole a estos insumos un valor agregado a la hora de comercializarlos o venderlos. Todas estas transformaciones de las materias primas se realizan a través de equipos o maquinaria, buscando siempre mantenerlos en buen estado y funcionamiento, ya que esto genera una disminución de las pérdidas, retrocesos y desperdicios de materiales o insumos.

En el Mantenimiento Productivo Total, existe una medición para indicar que tan eficiente están trabajando los equipos de la empresa. Este cálculo se conoce como EGP (Eficiencia Global de Producción) el cual se determina mediante el producto de la Disponibilidad, por el Desempeño o Velocidad de Producción, y por el nivel de Calidad.

Disponibilidad: Es el tiempo total durante el cual el equipo está operando satisfactoriamente, más el tiempo que estando en receso, puede trabajar sin contratiempos durante un periodo. Esta medida se ve afectada por las averías en los equipos.

Desempeño: Es la velocidad de producción real de un equipo comparada con la ideal o de diseño, viéndose disminuida por las paradas cortas, para corregir defectos en el flujo o por marchas en vacío o para desatascar.

Calidad: Es la relación entre la cantidad de producción de buena calidad y la producción total, siendo afectado por los rechazos o producción defectuoso porque no satisfacen las especificaciones de calidad.

La Eficiencia Global de Producción se determina mediante el producto de los índices de Disponibilidad, Desempeño o Velocidad de Producción, y Calidad:

$$\text{EGP} = \text{Disponibilidad} \times \text{Desempeño} \times \text{Calidad}$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{tiempo de Operación Programado} - \text{Tiempo de Paradas por averías}}{\text{Tiempo de Operación Programado}}$$

$$\text{Desempeño} = \frac{\text{Tiempo Teorico del Ciclo} \times \text{Cantidad Procesada}}{\text{Tiempo de Operación Real}}$$

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Cantidad Procesada} - \text{Cantidad Defectuosa}}{\text{Cantidad Procesada}}$$

3.3.4. Indicadores de Gestión

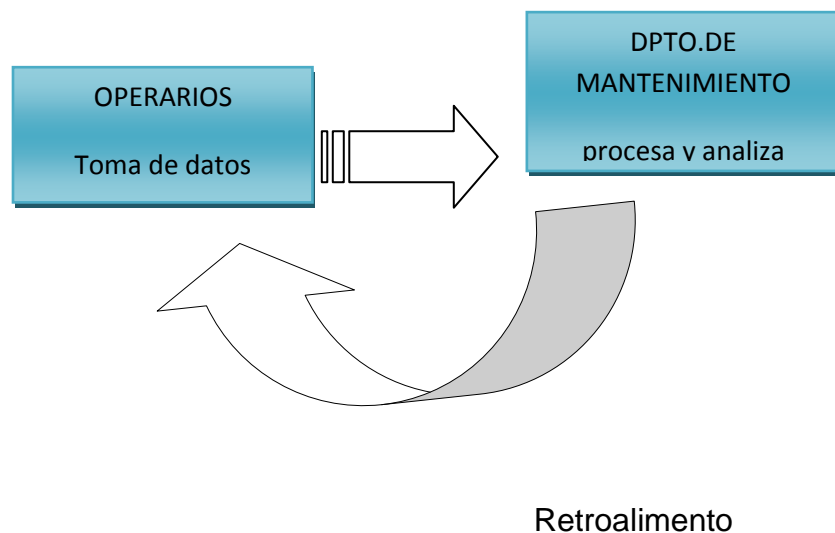
Al implementar un sistema de mejoramiento del sistema de mantenimiento de la empresa, es necesario hacer un seguimiento de todas las labores que se realizan, monitoreando el progreso alcanzado a través de observaciones y comparaciones

que pueden definir la calidad del trabajo que se está realizando .Esto se puede alcanzar mediante el uso de indicadores de gestión.

Un indicador o índice de gestión es un parámetro numérico que facilita la información sobre un factor crítico identificado en la organización, en los proceso o en las personas respecto a las expectativas o percepción de los clientes en cuanto a costos-calidad y plazos. (Hernández Cruz y Navarrete Pérez, 2001)

Para una correcta adquisición y manejo de la información, figura 20, los operarios de la planta son los encargados de tomar los registros determinados para el análisis de los indicadores de gestión y su correspondiente confiabilidad, para que el departamento de mantenimiento procese la información y realice los estudios correspondientes para mantener en buen funcionamiento la infraestructura técnica, buscando un mejor desempeño de la actividad productiva de empresa.

Figura 20. Adquisición y Manejo de la Información



Para determinar la disponibilidad de un equipo, se utilizan los siguientes parámetros, registrados en forma semanal:

TT: Tiempo Total del periodo de evaluación.

Es el tiempo del periodo de trabajo equivalentes en horas, ya sea un turno, dos o tres turnos

TFS: Tiempo Fuera de Servicio por paradas no programadas.

Es el tiempo de las averías o daños imprevistos .Es un tiempo que debe minimizarse

TPP: Tiempo de Paradas Programada

Es el tiempo de paradas programadas para mantenimiento preventivo, descansos necesidades de producción, ajustes, etc.

NO: Numero de veces que el equipo estuvo Operando, es decir, el las veces que se encendió y se apago.

NFS: Numero de veces Fuera de Servicio o que el equipo estuvo en paradas no programadas .Es igual al número de fallos durante el tiempo de evaluación.

TD: Tiempo de Descanso. Son las horas que el equipo se encuentra apagado para la alimentación personal, o la maquina esta parada pero disponible para que funcione en cualquier momento

TFM: Tiempo por Falta de Material .Son las horas en las que el equipo está disponible para que funcione pero hay una demora en el proceso y no hay material disponible.

TPNP: Tiempo de Paradas no programadas. Es la suma del tiempo en horas en que se encuentra el equipo detenido por Descanso y por Falta de Material.

$$TPNP=TD (MAS) TFM$$

TOP: Tiempo de Operación Programado .Es el tiempo propuesto o requerido para que el funcionamiento del equipo.

$$TOP=TT-TPP$$

TDE: Tiempo Disponible del Equipo

Es el que disminuye debido a las paradas intempestivas

$$TDE=TT-TFS-TPP$$

TEO: Tiempo del Equipo en Operación .Tiempo en funcionamiento.

El objetivo aquí es que este tiempo sea lo máximo posible, pero en general.

Además de ello que sea bien aprovechado.

$$TEO=TDE-TPNP$$

Los indicadores de gestión implementados para la empresa, se presentan a continuación

Confiabilidad:

Es la probabilidad de que un equipo no falle en un periodo de tiempo dado.

Se puede medir por el tiempo medido entre fallas o la tasa de fallas en un tiempo dado.

$$\text{Confiabilidad} = \frac{\text{tiempo de operación del equipo}}{\text{N}^* \text{ de operaciones}} = \underline{\text{TEO}}$$

4. INVENTARIO, CODIFICACION Y CRITICIDAD DE EQUIPOS

En este capítulo se presenta el inventario de los equipos; una codificación correspondiente a los equipos de aire acondicionado y refrigeración que tienen contrato mantenimiento con nuestra firma IRM INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA., dentro de nuestra lista de empresas contratante tenemos varias aplicaciones, sector manufacturero, sector hospitalario, sector de la telecomunicación, sector hotelero, sector educativo, sector comercial, para el caso de nuestro estudio seleccionamos una empresa del sector industrial, una empresa del sector hospitalario, y una empresa del sector de comunicaciones, tomamos como muestra para el estudio las siguientes empresas:

Empresa: Polyban Internacional (tipo manufacturera)

Empresa: Columbus network (tipo comunicaciones)

Empresa: Clínica Blasdelezo (tipo hospitalario)

4.1. Inventario y Codificación de Equipo

El método de codificación sirve para identificar desde el mantenimiento, los equipos productivos. Para esto es necesario conocer y estudiar toda la maquinaria estableciendo la cantidad y clase de los equipos con que cuenta la empresa.

Antes de realizar la codificación es necesario hacer un inventario de los equipos de forma ordenada y concisa, ya que no es necesario incluir absolutamente todas las máquinas sino los equipos que interesan a la planta, de forma que se busque el equilibrio práctico de detalle de gestión.

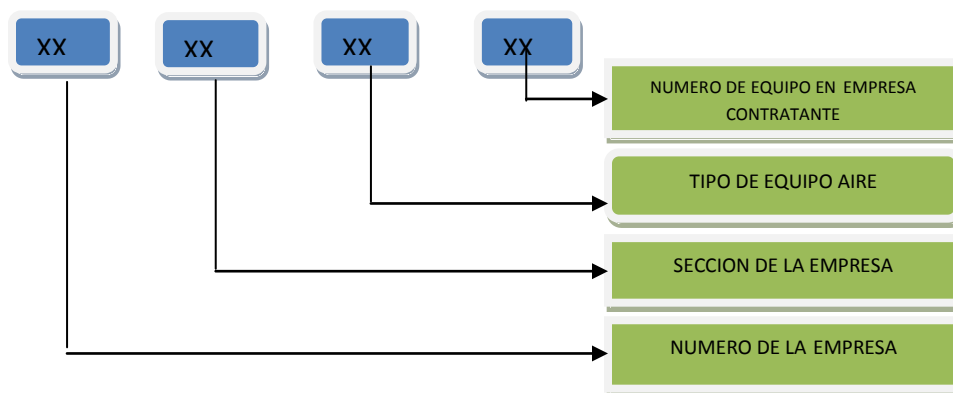
El objetivo del proceso de jerarquización de activos es identificar cuáles activos son los que mayormente impactan negativamente el desempeño del negocio en caso de una falla. Las consecuencias potenciales de la falla en los activos frecuentemente son asociadas con criterios como seguridad, calidad, costos operativos, pérdidas de oportunidad, etc.

Para realizar un inventario y codificación es necesario identificar cada una de las zonas o secciones que comprende la planta a partir de su función dentro del proceso y determinar una denominación para cada uno de los equipos que allí se encuentran.

La codificación de cada uno de los equipos de la planta se determina mediante la unión de varios códigos que permitan dar la suficiente información del equipo y lograrlo ubicar de una forma más rápida. Los parámetros a tener en cuenta para

la codificación de los equipos son: la sección, el proceso y el equipo, como se muestra en las figuras 21.

Figura 21. Estructura de Codificación de los Equipos de Producción



Empresa contratante: Son los clientes de IRM INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA, empresas contratantes a las cuales le prestamos el servicio de mantenimiento

Tabla 2. Código de Cada Empresa

**LISTA DE CLIENTES CONTRATANTES
IRM INGENIERIA 2010**

CODIGO	CLIENTE
0,1	Colombus Newort
0,2	Clinica Blasdelezo
0,3	Polyban Internacional S.A.
0,4	Asodontocar
0,5	Aviatur S.A.
0,6	Efectivo Ltda.
0,7	I P S Salud del Caribe sede SantaLucia
0,8	I P S Salud del Caribe sede Pie de la Popa
0,9	Instituto Técnico Carl Ros
10	L Alianza Travel Network Colombia S.A.
11	Naves S.A.
12	Polybol SAS
13	Proton Ltda
14	Refrinorte Ltda.
15	The Natura Conservancy TNC
16	T R S Partes S.A.
17	IMEC Ltda.
18	Edificio 19 Chambacu
19	Ingiec Ltda
20	Grupo Santorio S.A.
21	Segurtronic Ltda.

22	Colegio Mayor de Bolívar
23	Huawei Technologies Colombia
24	Inversiones Damasalud S.A

Sección: son las áreas en que dividimos la empresa para nuestra aplicación la dividimos en sector administrativo y sector de producción.

Tabla 3. Sección de las Áreas Contratante

CODIGO	SECCION DE LA EMPRESA CONTRATANTE
AD	Sector productivo
PR	Sector Administrativo

Tipos de equipos: Es el nombre de la maquina que interviene en el proceso a codificar. Se puede representar de dos formas: si el nombre de la máquina o equipo es una sola palabra, se escriben las dos primeras letras consonantes, y si son dos palabras se escribe la primera consonante de cada palabra que forma el nombre del equipo. Siempre serán dos letras.

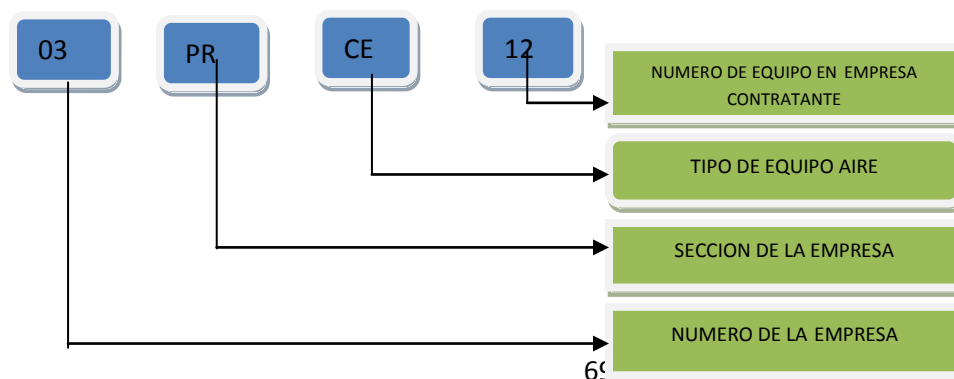
Tabla 4. Tipo de Equipos Aires Acondicionado

CODIGO	TIPO DE EQUIPO AIRE ACONDICIONADO
AV	Aire tipo ventana
CE	Aire tipo central
MS	Aire tipo minisplit
PA	Aire tipo paquete
CH	Aire tipo chiller

Numero del equipo: Es el número de orden que le corresponde a un equipo según la cantidad de equipos que se lleven registrados de cada tipo de aire acondicionado.

A continuación se puede observar un ejemplo que ilustra cómo se codificaría un equipo de producción:

Figura 22. Ejemplo Codificación Equipo Aire Acondicionado Tipo Central del Area de Laboratorio de la Empresa Polyban internacional



03 PR CE12

Una vez asignado el código, se debe asignar este código a cada equipo para garantizar su control por medio de una placa distintiva.

En la tabla 5, 6,7 se encuentra la codificación de los equipos de producción y administración de las empresas Columbus Newort, Clínica Blasdelezo, Polyban Internacional

Para efecto de estudio de caso se tomaran como muestra representativa estas empresas lo cual le aplicaremos los conceptos anteriormente descritos.

Tabla 5. Codificación de los Equipos Columbus Newort

COLOMBUS NEWORT LISTADO EQUIPOS DE REFRIGERACION Y AIRE ACONDICIONADO

ITEM	EQUIPO	EMPRESA	SECCION	TIPO EQUIPO	NUMERO EQUIPO	CODIGO
1	AA. PAQUETE EDIFICIO SEGUNDO PISO	1	PR	PA	1	01PRPA01
2	AA. PAQUETE EDIFICIO SEGUNDO PISO	1	PR	PA	2	01PRPA02
3	AA. PAQUETE EDIFICIO SEGUNDO PISO	1	PR	PA	3	01PRPA03
4	AA. PAQUETE EDIFICIO PRIMER PISO	1	PR	PA	4	01PRPA04
5	AA. PAQUETE EDIFICIO PRIMER PISO	1	PR	PA	5	01PRPA05
6	AA. PAQUETE EDIFICIO PRIMER PISO	1	PR	PA	6	01PRPA06
7	AA. PAQUETE EDIFICIO PRIMER PISO	1	PR	PA	7	01PRPA07
8	AA TIPO VENTANA GARITA	1	AD	AV	8	01ADAV08

Tabla 6. Codificación de los Equipos Clínica Blazdelezo

CLINICA BLAZDELEZO
LISTA DE EQUIPOS DE AIRES
ACONDICIONADOS

ITEM	EQUIPO	EMPRESA	SECCION	TIPO EQUIPO	NUMERO EQUIPO	CODIGO
1	Urgencias Sala de Espera	2	PR	CE	1	02PRCE01
2	Coordinación de Urgencias	2	PR	CE	2	02PRCE02
3	Observación Urgencias No 1	2	PR	CE	3	02PRCE03
4	Observación Urgencias No 2	2	PR	CE	4	02PRCE04
5	Observación Pediátrica	2	PR	MS	5	02PRMS05
6	Consultorio de Pediatría	2	PR	MS	6	02PRMS06
7	Sala RHO Pediatría	2	PR	MS	7	02PRMS07
8	Sala de Espera Laboratorio	2	PR	CE	8	02PRCE08
9	Laboratorio	2	PR	CE	9	02PRCE09
10	Bacteriología (Laboratorio)	2	PR	MS	10	02PRMS10
11	Estadística	2	AD	AV	11	02ADAV11
12	Trabajo Social	2	AD	CE	12	02ADCE12
13	Cuarto de Sistemas	2	PR	AV	13	02PRAV13
14	TRIAGE	2	PR	MS	14	02PRMS14
15	Cobaltoterapia	2	PR	CE	15	02PRCE15
16	Facturación de Urgencias	2	AD	CE	16	02ADCE16
17	Rayos X No 1	2	PR	CE	17	02PRCE17
18	Rayos X No 2	2	PR	CE	18	02PRCE18
19	Star Enfermería	2	PR	CE	19	02PRCE19
20	Farmacia	2	AD	CE	20	02ADCE20
21	Preparación de Medicamentos	2	PR	CE	21	02PRCE21
22	Neonatos No 1	2	PR	MS	22	02PRMS22
23	Neonatos No 2	2	PR	MS	23	02PRMS23
24	Neonatos No 3	2	PR	MS	24	02PRMS24
25	Star Enfermería Neonatos	2	PR	MS	25	02PRMS25
26	U C I Adultos No 1	2	PR	CE	26	02PRCE26
27	U C I Adultos No 2	2	PR	CE	27	02PRCE27
28	Cirugía	2	PR	CE	28	02PRCE28
29	Sala de Cirugía No 1	2	PR	MS	29	02PRMS29
30	Sala de Cirugía No 2	2	PR	MS	30	02PRMS30

31	Sala de Cirugía No 3	2	PR	MS	31	02PRMS31
32	Star Medico Cirugía	2	PR	MS	32	02PRMS32
33	Star Enfermería Cirugía	2	PR	MS	33	02PRMS33
34	Central de Esterilización Cirugía	2	PR	MS	34	02PRMS34
35	Sala de Partos No 1	2	PR	MS	35	02PRMS35
36	Sala de Partos No 2	2	PR	MS	36	02PRMS36
37	Habitación No 201 Almacén	2	PR	MS	37	02PRMS37
38	Habitación No 205	2	PR	MS	38	02PRMS38
39	Habitación No 206	2	PR	MS	39	02PRMS39
40	Habitación No 207	2	PR	MS	40	02PRMS40
41	Habitación No 208	2	PR	MS	41	02PRMS41
42	Habitación No 209	2	PR	MS	42	02PRMS42
43	Habitación No 210 (almacén farmacia)	2	PR	MS	43	02PRMS43
44	Habitación No 211	2	PR	MS	44	02PRMS44
45	Habitación No 212	2	PR	MS	45	02PRMS45
46	Habitación No 213	2	PR	MS	46	02PRMS46
47	Piso 3 Lado B No 1	2	PR	CE	47	02PRCE47
48	Piso 3 Lado B No 2	2	PR	CE	48	02PRCE48
49	Piso 3 Largo COOMEVA	2	PR	CE	49	02PRCE49
50	Star Enfermería Piso 3 MAGISTERIO	2	PR	CE	50	02PRCE50
51	Habitación No 311 (Quimioterapia)	2	PR	MS	51	02PRMS51
52	Habitación No 312	2	PR	MS	52	02PRMS52
53	Habitación No 313	2	PR	MS	53	02PRMS53
54	Habitación No 314 (Fisioterapia)	2	PR	MS	54	02PRMS54
55	Habitación No 315	2	PR	MS	55	02PRMS55
56	Habitación No 316	2	PR	MS	56	02PRMS56
57	Habitación No 317	2	PR	MS	57	02PRMS57
58	Habitación No 318	2	PR	MS	58	02PRMS58
59	Habitación No 319	2	PR	MS	59	02PRMS59
60	Habitación No 321	2	PR	MS	60	02PRMS60
61	Habitación No 322	2	PR	MS	61	02PRMS61
62	Habitación No 323	2	PR	MS	62	02PRMS62
63	Habitación No 324	2	PR	MS	63	02PRMS63
64	Habitación No 325	2	PR	MS	64	02PRMS64
65	Habitación No 326	2	PR	MS	65	02PRMS65
66	Sistemas	2	AD	MS	66	02ADMS66
67	Auditoría medica	2	AD	MS	67	02ADMS67
68	Recepción	2	AD	MS	68	02ADMS68
69	Gerencia	2	AD	MS	69	02ADMS69

70	Contabilidad	2	AD	MS	70	02ADMS70
71	Recursos humanos	2	AD	MS	71	02ADMS71
72	Procesos y métodos	2	AD	MS	72	02ADMS72
73	Control interno	2	AD	MS	73	02ADMS73
74	Cafetería Admón.	2	AD	AV	74	02ADAV74
75	Dadis No 1	2	PR	MS	75	02PRMS75
76	Dadis No 2	2	PR	MS	76	02PRMS76
77	Terapia No 1	2	PR	MS	77	02PRMS77
78	Terapia No 2	2	PR	MS	78	02PRMS78

Tabla 7. Codificación de los Equipos Polyban Internacional

**POLYBAN INTERNACIONAL
LISTADO EQUIPOS DE REFRIGERACION Y AIRE
ACONDICIONADO**

ITEM	EQUIPO	EMPRESA	SECCION	TIPO EQUIPO	NUMERO EQUIPO	CODIGO
1	AA. TABLERO EXTRUSORA ZUNCHO	1	PR	PA	1	01PRPA01
2	AA. TABLERO SOGA	1	PR	PA	2	01PRPA02
3	AA. TABLERO BARMAG	1	PR	PA	3	01PRPA03
4	AA. TABLERO EXTRUSORA No 1	1	PR	PA	4	01PRPA04
5	AA. TABLERO. EXTRUSORA No 2	1	PR	PA	5	01PRPA05
6	AA. TABLERO. EXTRUSORA No 3	1	PR	PA	6	01PRPA06
7	AA. TABLERO. EXTRUSORA No 4	1	PR	PA	7	01PRPA07
8	AA. TABLERO. EXTRUSORA No 5	1	PR	PA	8	01PRPA08
9	AA. TABLERO. EXTRUSORA No 6	1	PR	PA	9	01PRPA09
10	AA. SUBESTACION	1	PR	AV	10	01PRAV10
11	AA MONTADORA (IMPRESORA)	1	PR	MS	11	01PRMS11
12	AA. CALIDAD	1	PR	CE	12	01PRCE12
13	AA. SISTEMAS	1	AD	MS	13	01ADMS13
14	AA. CAFETERIA 1	1	AD	CE	14	01ADCE14
15	AA. CAFETERIA 2	1	AD	CE	15	01ADCE15

16	AA. GERENCIA	1	AD	CE	16	01ADCE1 6
17	AA AREA TECNICA	1	AD	CE	17	01ADCE1 7
18	AA. RECEPCION	1	AD	CE	18	01ADCE1 8
19	AA. VESTIER PRODUCCION	1	AD	MS	19	01ADMS 19
20	AA. BODEGA No 9 (MANTENIMIENTO)	1	AD	CE	20	01ADCE2 0
21	CHILLER DE SUNCHOS	1	PR	CH	21	01PRCH 21
22	TERMOCHILER IMPRESORA	1	PR	CH	22	01PRCH 22
23	CHILLER No 1 Carrier	1	PR	CH	23	01PRCH 23
24	CHILLER No 2 Carrier	1	PR	CH	24	01PRCH 24
25	CHILLER No 3 York	1	PR	CH	25	01PRCH 25

Teniendo en cuenta la anterior codificación, se analizan cada uno de estos equipos para determinar la importancia a la hora de analizar el producto ofrecido

4.2. CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS

El análisis de criticidad es una herramienta que permite identificar y jerarquizar por su importancia los elementos de una instalación sobre los cuales vale la pena dirigir recursos (humanos, económicos y tecnológicos). En otras palabras, el análisis de criticidad ayuda a determinar eventos potenciales indeseados.

Este es un método semicuantitativo bastante sencillo y práctico, soportado en el concepto del riesgo: frecuencia de fallas x consecuencias.⁴

A continuación se presenta de forma detallada la expresión utilizada para jerarquizar sistemas:

$$\text{Criticidad total} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencias de fallas}$$

Frecuencia = Rango de fallas en un tiempo determinado (fallas / año)

Consecuencias = ((Impacto Operacional x Flexibilidad) + Costos de Mtto. + Impacto Seguridad, Ambiente e Higiene) (\$, \$US)

Los factores ponderados de cada uno de los criterios a ser evaluados por la expresión del riesgo se presentan en la tabla 8.

Tabla 8. Factores Ponderados a Evaluar

FACTORES A PONDERAR

FRECUENCIA DE FALLO		COSTO DE MANTENIMIENTO	
POBRE MAYOR A DOS FALLAS/AÑO	4	MAYOR O IGUAL A 20000	2
PROMEDIO 1-2 FALLAS /AÑO	3	INFERIOR A 20000	1
BUENO 0,5 -1 FALLOS /AÑO	2	IMPACTO EN SEGURIDAD AMBIENTE	
EXCELENTE MENOS 0,5 FALLAS /AÑO	1	HIGIENE	
		AFECTA LA SEGURIDAD HUMANA TANTO EXTERNA COMO	8
		INTERNA Y REQUIERE LA NOTIFICACION A ENTES EXTERNO	
IMPACTO OPERACIONAL	1		
PERDIDA DEL TODO EL DESPACHO	0	AFECTA EL AMBIENTE Y LAS INSTALACIONES	7
PARADA DEL SISTEMA O SUBSISTEMA Y TIENE REPERCUCION EN OTRO SISTEMA	7	AFECTA LAS INSTALACIONES CAUSANDO DAÑOS SEVEROS	5
IMPACTO EN NIVELES DE INVENTARIO Y CALIDAD	4	PROVOCA DAÑOS MENORES AMBIENTE Y SEGURIDAD	3
NO GENERE EFECTO SIGNIFICATIVO SOBRE OPERACIÓN Y PRODUCCION	1	NO PROBOCA NINGUN DAÑO A PERSONA, INSTALACIONES	1
		AMBIENTES	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
NO EXISTE FUNCION DE PRODUCCION Y NO HAY	4		
OPCION DE REPUESTO	2		

HAY OPCION DE REPUESTOS	
COMPARTIDO/ALMAC	2
OPCION DE REPUESTO DISPONIBLE	1

Estos factores se evalúan en reuniones de trabajo con la participación de las distintas personas involucradas en el contexto operacional: operaciones, mantenimiento, procesos (Producción y Mantenimiento), seguridad y ambiente (Gestión Humana). Una vez que se evalúan en consenso cada uno de los factores presentados en la tabla anterior, se introducen en la formula de Criticidad Total y se obtiene el valor global de criticidad, ver figura 23.

Área de sistemas No Críticos (NC)

Área de sistemas de Media Criticidad (MC)

Área de sistemas Críticos (C)

Figura 23. Matriz General de Criticidad

MATRIZ DE CRITICIDAD

4	MC	MC	C	C	C
3	MC	MC	MC	C	C
2	NC	NC	MC	C	C
1	NC	NC	NC	MC	C
	10	20	30	40	50

CONSECUENCIA

FRECUENCIA

El formato de criticidad y estudio de los equipos de la planta se podrá observar en la tabla 9,10, 11.

Tabla 9. Estudio de Criticidad de los Equipos de la Empresa Colombus Newort

**COLOMBUS NEWORT
LISTADO EQUIPOS DE REFRIGERACION Y AIRE
ACONDICIONADO**

ITEM	EQUIPO	FRECUENCIA	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTO MTT O	IMPACTO HSE	CONSECUENCIA	MATRIZ DE RIEZGO
1	AA. PAQUETE EDIFICIO SEGUNDO PISO	3	7	4	2	7	37	C
2	AA. PAQUETE EDIFICIO SEGUNDO PISO	3	7	4	2	7	37	C
3	AA. PAQUETE EDIFICIO SEGUNDO PISO	3	7	4	2	7	37	C
4	AA. PAQUETE EDIFICIO PRIMER PISO	3	7	4	2	7	37	C
5	AA. PAQUETE EDIFICIO PRIMER PISO	3	7	4	2	7	37	C
6	AA. PAQUETE EDIFICIO PRIMER PISO	3	7	4	2	7	37	C
7	AA. PAQUETE EDIFICIO PRIMER PISO	3	7	4	2	7	37	C
8	AA TIPO VENTANA GARITA	3	1	4	2	1	7	MC

Tabla 10. Estudio de Criticidad de los Equipos de la Empresa Clínica Blasdelezo

**CLINICA BLAZDELEZO
LISTADO EQUIPOS DE REFRIGERACION Y AIRE
ACONDICIONADO**

ITEM	EQUIPO	FRECUENCIA	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTO MTT O	IMPACTO HSE	CONSECUENCIA	MATRIZ DE RIEZGO
1	Urgencias Sala de Espera	4	4	4	2	7	25	C
2	Coordinación de Urgencias	4	4	4	2	7	25	C
3	Observación Urgencias No 1	4	4	2	2	7	17	MC
4	Observación Urgencias No 2	4	4	2	2	7	17	MC

5	Observación Pediátrica	4	4	4	2	7	25	C
6	Consultorio de Pediatría	4	4	4	2	7	25	C
7	Sala RHO Pediatría	4	4	4	2	7	25	C
8	Sala de Espera Laboratorio	4	1	4	2	3	9	MC
9	Laboratorio	4	4	4	2	7	25	MC
10	Bacteriología (Laboratorio)	4	4	4	2	7	25	C
11	Estadística	4	4	4	2	7	25	C
12	Trabajo Social	4	4	4	2	7	25	C
13	Cuarto de Sistemas	4	7	4	2	7	37	C
14	TRIAGE	4	4	4	2	7	25	C
15	Cobaltoterapia	4	4	4	2	7	25	C
16	Facturación de Urgencias	4	4	4	2	7	25	C
17	Rayos X No 1	4	7	4	2	7	37	C
18	Rayos X No 2	4	7	4	2	7	37	C
19	Star Enfermería	4	4	4	2	7	25	C
20	Farmacia	4	7	4	2	8	38	C
21	Preparación de Medicamentos	4	7	4	2	8	38	C
22	Neonatos No 1	4	7	2	2	8	24	C
23	Neonatos No 2	4	7	2	2	8	24	C
24	Neonatos No 3	4	7	2	2	8	24	C
25	Star Enfermería Neonatos	4	4	2	2	7	17	C
26	U C I Adultos No 1	4	7	4	2	8	38	C
27	U C I Adultos No 2	4	7	4	2	8	38	C
28	Cirugía	4	7	4	2	8	38	C
29	Sala de Cirugía No 1	4	7	4	2	8	38	C
30	Sala de Cirugía No 2	4	7	4	2	8	38	C
31	Sala de Cirugía No 3	4	7	4	2	8	38	C
32	Star Medico Cirugía	4	4	4	2	7	25	C
33	Star Enfermería Cirugía	4	4	4	2	7	25	C
34	Central de Esterilización Cirugía	4	4	4	2	7	25	C
35	Sala de Partos No 1	4	7	4	2	8	38	C
36	Sala de Partos No 2	4	7	4	2	8	38	C
37	Habitación No 201 Almacén	4	7	4	2	7	37	C
38	Habitación No 205	4	7	4	2	7	37	C
39	Habitación No 206	4	7	4	2	7	37	C
40	Habitación No 207	4	7	4	2	7	37	C
41	Habitación No 208	4	7	4	2	7	37	C
42	Habitación No 209	4	7	4	2	7	37	C
43	Habitación No 210 (almacén farmacia)	4	7	4	2	7	37	C
44	Habitación No 211	4	7	4	2	7	37	C
45	Habitación No 212	4	7	4	2	7	37	C
46	Habitación No 213	4	7	4	2	7	37	C

47	Piso 3 Lado B No 1	4	7	4	2	7	37	C
48	Piso 3 Lado B No 2	4	7	4	2	7	37	C
49	Piso 3 Largo COOMEVA	4	7	4	2	7	37	C
50	Star Enfermería Piso 3 MAGISTERIO	4	4	4	2	7	25	C
51	Habitación No 311 (Quimioterapia)	4	7	4	2	7	37	C
52	Habitación No 312	4	7	4	2	7	37	C
53	Habitación No 313	4	7	4	2	7	37	C
54	Habitación No 314 (Fisioterapia)	4	7	4	2	7	37	C
55	Habitación No 315	4	7	4	2	7	37	C
56	Habitación No 316	4	7	4	2	7	37	C
57	Habitación No 317	4	7	4	2	7	37	C
58	Habitación No 318	4	7	4	2	7	37	C
59	Habitación No 319	4	7	4	2	7	37	C
60	Habitación No 321	4	7	4	2	7	37	C
61	Habitación No 322	4	7	4	2	7	37	C
62	Habitación No 323	4	7	4	2	7	37	C
63	Habitación No 324	4	7	4	2	7	37	C
64	Habitación No 325	4	7	4	2	7	37	C
65	Habitación No 326	4	7	4	2	7	37	C
66	Sistemas	4	7	4	2	7	37	C
67	Auditoría medica	4	4	4	2	7	25	C
68	Recepción	4	4	4	2	7	25	C
69	Gerencia	4	4	4	2	7	25	C
70	Contabilidad	4	4	4	2	7	25	C
71	Recursos humanos	4	4	4	2	7	25	C
72	Procesos y métodos	4	4	4	2	7	25	C
73	Control interno	4	4	4	2	7	25	C
74	Cafetería Admón.	4	4	4	2	7	25	C
75	Dadis No 1	4	7	4	2	7	37	C
76	Dadis No 2	4	7	4	2	7	37	C
77	Terapia No 1	4	7	4	2	7	37	C
78	Terapia No 2	4	7	4	2	7	37	C

Tabla 11. Estudio de Criticidad de los Equipos de la Empresa Polyban Internacional

POLYBAN INTERNACIONAL

LISTADO EQUIPOS DE REFRIGERACION Y AIRE ACONDICIONADO

ITEM	EQUIPO	FRECUENCIA	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COS TO MTT O	IMPAC TO HSE	CONSECU ENCIA	MATRIZ DE RIEZGO
1	AA. TABLERO EXTRUSORA ZUNCHO	4	7	4	2	5	35	C
2	AA. TABLERO SOGA	4	7	4	2	5	35	C
3	AA. TABLERO BARMAG	4	7	4	2	5	35	C
4	AA. TABLERO EXTRUSORA No 1	4	7	4	2	5	35	C
5	AA. TABLERO. EXTRUSORA No 2	4	7	4	2	5	35	C
6	AA. TABLERO. EXTRUSORA No 3	4	7	4	2	5	35	C
7	AA. TABLERO. EXTRUSORA No 4	4	7	4	2	5	35	C
8	AA. TABLERO. EXTRUSORA No 5	4	7	4	2	5	35	C
9	AA. TABLERO. EXTRUSORA No 6	4	7	4	2	5	35	C
10	AA. SUBESTACION	2	7	4	2	5	35	C
11	AA MONTADORA (IMPRESORA)	2	7	4	2	5	35	C
12	AA. CALIDAD	4	7	4	2	3	33	MC
13	AA. SISTEMAS	2	7	4	2	5	35	C
14	AA. CAFETERIA 1	3	4	2	2	3	13	MC
15	AA. CAFETERIA 2	3	4	2	2	3	13	MC
16	AA. GERENCIA	3	7	4	2	3	33	MC
17	AA AREA TECNICA	3	7	4	2	3	33	MC
18	AA. RECEPCION	3	1	4	2	3	9	MC
19	AA. VESTIER PRODUCCION	1	1	4	2	3	9	MC
20	AA. BODEGA No 9 (MANTENIMIENTO)	2	7	4	2	3	33	MC
21	CHILLER DE SUNCHOS	2	7	4	2	7	37	C
22	TERMOCHILER IMPRESORA	1	7	4	2	7	37	MC
23	CHILLER No 1 Carrier	2	10	2	2	7	29	MC
24	CHILLER No 2 Carrier	2	10	2	2	7	29	MC
25	CHILLER No 3 York	2	10	2	2	7	29	MC

De acuerdo al análisis de criticidad anteriormente realizado, se obtuvieron los siguientes resultados (tabla 12, 13, 14, 15, 16,17):

Tabla 12. Resultado de los Equipos Medio Critico Colombus Newort

**COLOMBUS NEWORT
LISTADO EQUIPOS DE REFRIGERACION Y AIRE
ACONDICIONADO**

ITEM	EQUIPO	FRECUENCIA	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTO MTT O	IMPACTO HSE	CONSECUENCIA	MATRIZ DE RIEZGO
8	AA TIPO VENTANA GARITA	3	1	4	2	1	7	MC

Tabla 13. Resultado de los Equipos Medio Critico Clínica Blasdelezo

**LISTADO EQUIPOS DE REFRIGERACION Y AIRE
ACONDICIONADO**

ITEM	EQUIPO	FRECUENCIA	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTO MTT O	IMPACTO HSE	CONSECUENCIA	MATRIZ DE RIEZGO
3	Observación Urgencias No 1	4	4	2	2	7	17	MC
4	Observación Urgencias No 2	4	4	2	2	7	17	MC
8	Sala de Espera Laboratorio	4	1	4	2	3	9	MC
9	Laboratorio	4	4	4	2	7	25	MC

Tabla 14. Resultado de los Equipos Medio Critico Polyban Internacional

**COLOMBUS NEWORT
LISTADO EQUIPOS DE REFRIGERACION Y AIRE
ACONDICIONADO**

ITEM	EQUIPO	FRECUENCIA	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COS TO MTT O	IMPAC TO HSE	CONSECUE NCIA	MATR IZ DE RIEZ GO
1	AA. CALIDAD	4	7	4	2	3	33	MC
2	AA. CAFETERIA 1	3	4	2	2	3	13	MC
3	AA. CAFETERIA 2	3	4	2	2	3	13	MC
4	AA. GERENCIA	3	7	4	2	3	33	MC
5	AA AREA TECNICA	3	7	4	2	3	33	MC
6	AA. RECEPCION	3	1	4	2	3	9	MC
7	AA. VESTIER PRODUCCION	1	1	4	2	3	9	MC
8	AA. BODEGA No 9 (MANTENIMIENTO)	2	7	4	2	3	33	MC
9	TERMOCHILER IMPRESORA	1	7	4	2	7	37	MC
10	CHILLER No 1 Carrier	2	10	2	2	7	29	MC
11	CHILLER No 2 Carrier	2	10	2	2	7	29	MC
12	CHILLER No 3 York	2	10	2	2	7	29	MC

Tabla 15. Resultado de los Equipos Critico Colombus Newort

**COLOMBUS NEWORT
LISTADO EQUIPOS DE REFRIGERACION Y AIRE
ACONDICIONADO**

ITEM	EQUIPO	FRECUENCIA	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COS TO MTT O	IMPAC TO HSE	CONSECUE NCIA	MATR IZ DE RIEZ GO
1	AA. PAQUETE EDIFICIO SEGUNDO PISO	3	7	4	2	7	37	C
2	AA. PAQUETE EDIFICIO SEGUNDO PISO	3	7	4	2	7	37	C
3	AA. PAQUETE EDIFICIO SEGUNDO PISO	3	7	4	2	7	37	C
4	AA. PAQUETE EDIFICIO PRIMER PISO	3	7	4	2	7	37	C
5	AA. PAQUETE EDIFICIO PRIMER PISO	3	7	4	2	7	37	C
6	AA. PAQUETE EDIFICIO PRIMER PISO	3	7	4	2	7	37	C
7	AA. PAQUETE EDIFICIO PRIMER PISO	3	7	4	2	7	37	C

Tabla 16. Resultado de los Equipos Critico Clínica Blasdelezo

**CLINICA BLAZDELEZO
LISTADO EQUIPOS DE REFRIGERACION Y AIRE
ACONDICIONADO**

ITEM	EQUIPO	FRECUENCIA	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COS TO MTT O	IMPAC TO HSE	CONSECUENCIA	MATRIZ DE RIEZ GO
1	Urgencias Sala de Espera	4	4	4	2	7	25	C
2	Coordinación de Urgencias	4	4	4	2	7	25	C
3	Observación Pediatría	4	4	4	2	7	25	C
4	Consultorio de Pediatría	4	4	4	2	7	25	C
5	Sala RHO Pediatría	4	4	4	2	7	25	C
6	Bacteriología (Laboratorio)	4	4	4	2	7	25	C
7	Estadística	4	4	4	2	7	25	C
8	Trabajo Social	4	4	4	2	7	25	C
9	Cuarto de Sistemas	4	7	4	2	7	37	C
10	TRIAGE	4	4	4	2	7	25	C
11	Cobaltoterapia	4	4	4	2	7	25	C
12	Facturación de Urgencias	4	4	4	2	7	25	C
13	Rayos X No 1	4	7	4	2	7	37	C
14	Rayos X No 2	4	7	4	2	7	37	C
15	Star Enfermería	4	4	4	2	7	25	C
16	Farmacia	4	7	4	2	8	38	C
17	Preparación de Medicamentos	4	7	4	2	8	38	C
18	Neonatos No 1	4	7	2	2	8	24	C
19	Neonatos No 2	4	7	2	2	8	24	C
20	Neonatos No 3	4	7	2	2	8	24	C
21	Star Enfermería Neonatos	4	4	2	2	7	17	C
22	U C I Adultos No 1	4	7	4	2	8	38	C
23	U C I Adultos No 2	4	7	4	2	8	38	C
24	Cirugía	4	7	4	2	8	38	C
25	Sala de Cirugía No 1	4	7	4	2	8	38	C
26	Sala de Cirugía No 2	4	7	4	2	8	38	C
27	Sala de Cirugía No 3	4	7	4	2	8	38	C
28	Star Medico Cirugía	4	4	4	2	7	25	C
29	Star Enfermería Cirugía	4	4	4	2	7	25	C
30	Central de Esterilización Cirugía	4	4	4	2	7	25	C
31	Sala de Partos No 1	4	7	4	2	8	38	C
32	Sala de Partos No 2	4	7	4	2	8	38	C
33	Habitación No 201 Almacén	4	7	4	2	7	37	C

34	Habitación No 205	4	7	4	2	7	37	C
35	Habitación No 206	4	7	4	2	7	37	C
36	Habitación No 207	4	7	4	2	7	37	C
37	Habitación No 208	4	7	4	2	7	37	C
38	Habitación No 209	4	7	4	2	7	37	C
39	Habitación No 210 (almacén farmacia)	4	7	4	2	7	37	C
40	Habitación No 211	4	7	4	2	7	37	C
41	Habitación No 212	4	7	4	2	7	37	C
42	Habitación No 213	4	7	4	2	7	37	C
43	Piso 3 Lado B No 1	4	7	4	2	7	37	C
44	Piso 3 Lado B No 2	4	7	4	2	7	37	C
45	Piso 3 Largo COOMEVA	4	7	4	2	7	37	C
46	Star Enfermería Piso 3 MAGISTERIO	4	4	4	2	7	25	C
47	Habitación No 311 (Quimioterapia)	4	7	4	2	7	37	C
48	Habitación No 312	4	7	4	2	7	37	C
49	Habitación No 313	4	7	4	2	7	37	C
50	Habitación No 314 (Fisioterapia)	4	7	4	2	7	37	C
51	Habitación No 315	4	7	4	2	7	37	C
52	Habitación No 316	4	7	4	2	7	37	C
53	Habitación No 317	4	7	4	2	7	37	C
54	Habitación No 318	4	7	4	2	7	37	C
55	Habitación No 319	4	7	4	2	7	37	C
56	Habitación No 321	4	7	4	2	7	37	C
57	Habitación No 322	4	7	4	2	7	37	C
58	Habitación No 323	4	7	4	2	7	37	C
59	Habitación No 324	4	7	4	2	7	37	C
60	Habitación No 325	4	7	4	2	7	37	C
61	Habitación No 326	4	7	4	2	7	37	C
62	Sistemas	4	7	4	2	7	37	C
63	Auditoria medica	4	4	4	2	7	25	C
64	Recepción	4	4	4	2	7	25	C
65	Gerencia	4	4	4	2	7	25	C
66	Contabilidad	4	4	4	2	7	25	C
67	Recursos humanos	4	4	4	2	7	25	C
68	Procesos y métodos	4	4	4	2	7	25	C
69	Control interno	4	4	4	2	7	25	C
70	Cafetería Admón.	4	4	4	2	7	25	C
71	Dadis No 1	4	7	4	2	7	37	C
72	Dadis No 2	4	7	4	2	7	37	C
73	Terapia No 1	4	7	4	2	7	37	C
74	Terapia No 2	4	7	4	2	7	37	C

Tabla 17. Resultado de los Equipos Critico Polyban Internacional

**POLYBAN INTERNACIONAL
LISTADO EQUIPOS DE REFRIGERACION Y AIRE
ACONDICIONADO**

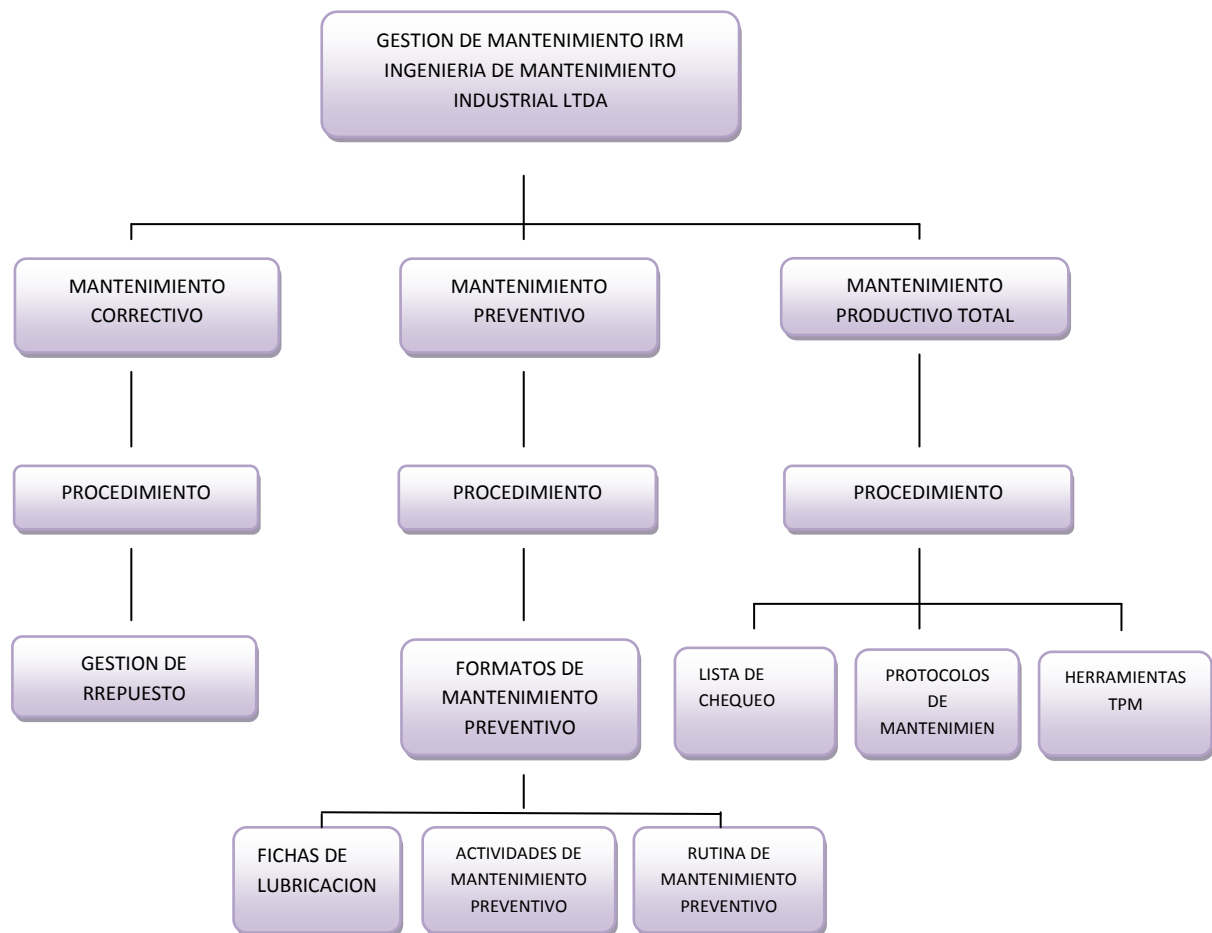
ITEM	EQUIPO	FRECUENCIA	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTO MTT O	IMPACTO HSE	CONSECUENCIA	MATRIZ DE RIESGO
1	AA. TABLERO EXTRUSORA ZUNCHO	4	7	4	2	5	35	C
2	AA. TABLERO SOGA	4	7	4	2	5	35	C
3	AA. TABLERO BARMAG	4	7	4	2	5	35	C
4	AA. TABLERO EXTRUSORA No 1	4	7	4	2	5	35	C
5	AA. TABLERO. EXTRUSORA No 2	4	7	4	2	5	35	C
6	AA. TABLERO. EXTRUSORA No 3	4	7	4	2	5	35	C
7	AA. TABLERO. EXTRUSORA No 4	4	7	4	2	5	35	C
8	AA. TABLERO. EXTRUSORA No 5	4	7	4	2	5	35	C
9	AA. TABLERO. EXTRUSORA No 6	4	7	4	2	5	35	C
10	AA. SUBESTACION	2	7	4	2	5	35	C
11	AA MONTADORA (IMPRESORA)	2	7	4	2	5	35	C
13	AA. SISTEMAS	2	7	4	2	5	35	C
14	CHILLER DE SUNCHOS	2	7	4	2	7	37	C

**5. SISTEMA DE MANTENIMIENTO PARA LA EMPRESA IRM.
INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA.**

En este capítulo se explica el contenido del plan de mantenimiento preventivo que se planeo para los equipos de la empresa contratantes teniendo en cuenta la programación de las actividades y basándose en la filosofía del mantenimiento autónomo realizado como parte de la filosofía de TPM. Este plan de mantenimiento programado se enfoca en los equipos críticos y medianamente críticos obtenidos luego del cálculo del índice de criticidad realizado en el capítulo

anterior. En la figura 24 se muestra la estructura de la Gestión de Mantenimiento que implementaremos específicamente para la empresa IRM INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA.

Figura 24. Estructura de la Gestión del Mantenimiento



5.1. Mantenimiento Correctivo

Con base en el estudio de criticidad realizado en el capítulo 4, los equipos No Críticos (NC), son aquellos a los que se les aplicara el mantenimiento correctivo, debido a que representan un bajo impacto en la producción, bajo costo y complejidad tecnológica, la experiencia indica que son equipos con baja susceptibilidad de falla y con buena mantenibilidad. En estos equipos de baja criticidad, se debe aplicar este tipo de mantenimiento lo más rápido posible, con el objetivo de evitar altos costos y daños mayores.

El mantenimiento correctivo también resulta aplicable en sistemas complejos donde difícilmente se puedan predecir fallas y en los procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante un periodo de tiempo no contemplado, sin afectar la productividad. También para equipos que ya cuentan con cierta antigüedad

El mantenimiento correctivo en IRM INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA, se realiza de la manera mostrada en la figura 25.

Cuando a equipos críticos o medianamente críticos se le somete a mantenimiento Correctivo, se pueden presentar los siguientes problemas:

Dificultad para el diagnostico de fallas.

Falta de reporte oportuno de fallas, ocasiona maduración de ellas y daños mayores.

Demanda excesiva de producción, impide dedicar tiempo y recursos al mantenimiento.

Demasiada carga laboral en mantenimiento.

Las fallas pueden ser presentadas en cualquier momento.

Las fallas no detectadas a tiempo pueden causar daños importantes en otros elementos y piezas en buen estado.

No hay un stock de piezas y repuestos.

Para evitar todos estos problemas lo que se debe hacer es que el mantenimiento correctivo de emergencia desaparezca, y cambie a programado o preventivo ya que éste permite corregir las fallas pero sin el grado de urgencia alto, sino que los trabajos pueden ser programados para ser realizados en un futuro próximo, sin interferir con la producción. En general, se programa la detención del equipo, pero antes de hacerlo, se acumulan tareas a realizar sobre el mismo y se programa su ejecución. Para las paradas se emplean periodos de baja demanda, fines de semana y periodos de vacaciones y horas donde no se interrumpa el proceso de producción. Para mejorar los inconvenientes del mantenimiento correctivo es necesario realizar una buena gestión de recursos, especialmente la relacionada con repuestos críticos.

En general, los sistemas correctivos no aseguran una buena marcha de los bienes e instalaciones para equipos críticos y medianamente críticos, y por ello se considera poco confiable; sin embargo es muy conveniente para equipos de baja criticidad.

A continuación se detalla el Proceso de Mantenimiento Correctivo.

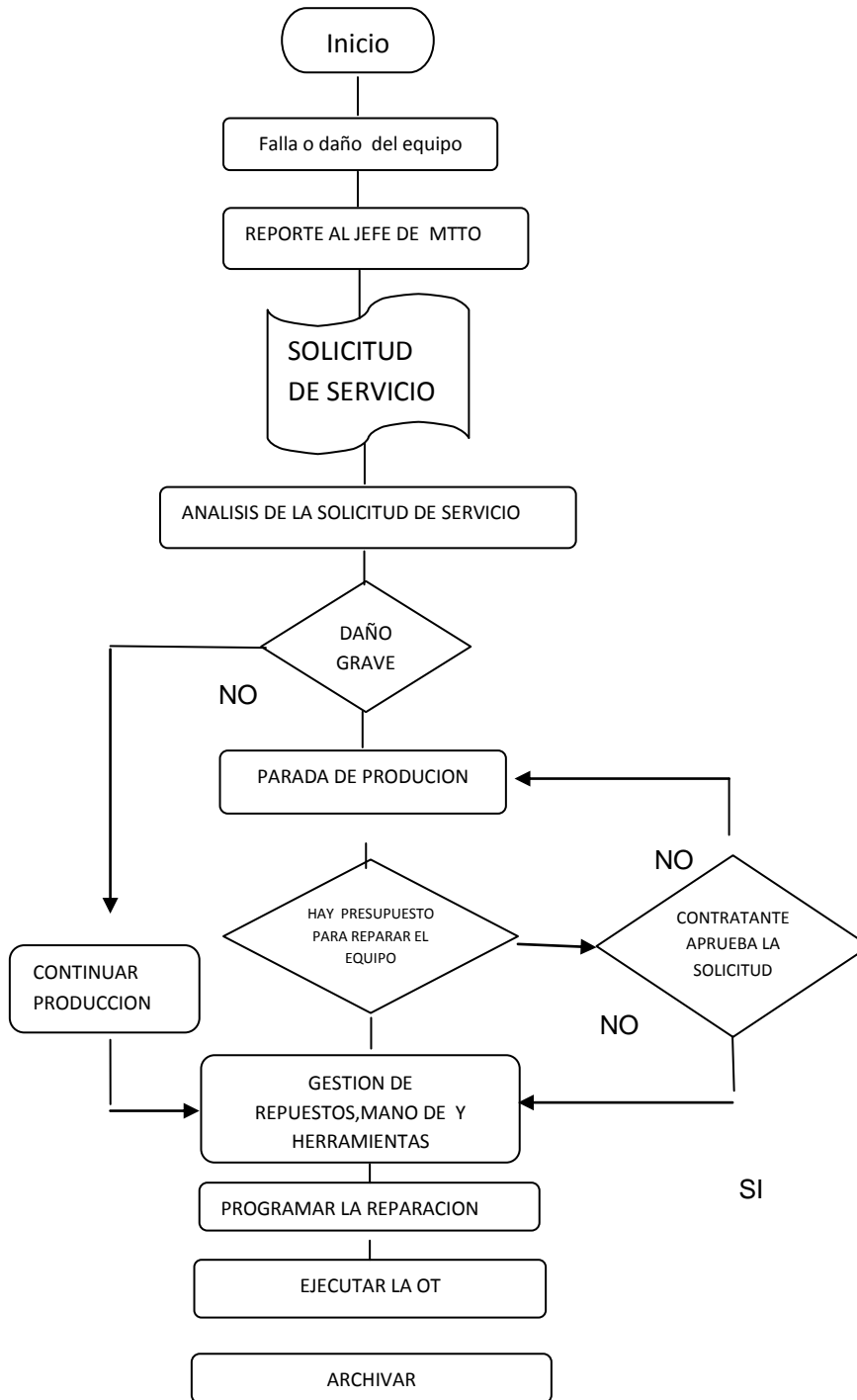
- Cuando se presenta una falla en un equipo, los operarios informan al jefe de mantenimiento.
- Se realiza una solicitud de servicio indicando las características del daño.
- IRM analiza la solicitud del servicio, los repuestos, herramientas, y materiales a utilizar.
- Si el daño es muy grave se para la producción y es de carácter urgente la reparación.
- Se determina si es muy alto el costo de la reparación (repuesto y mano de obra) y si es así el presupuesto debe ser aprobado por el gerente de mantenimiento de la empresa contratante
- Una vez obtenida la aprobación se planea la orden de trabajo.
- Se programa la actividad señalada en la orden de trabajo.
- Se guarda la información en equipos reparados.

GESTION DE REPUESTOS

La disponibilidad de los equipos e instalaciones del proceso depende en gran medida de la calidad de la logística de repuestos, ya que se pueden presentar tiempos de inactividad por reparaciones, sobrecostos por inventarios altos y deficiencia en la rotación de los mismos, perdiendo calidad en el repuesto.

Debido a que el buen desempeño de un trabajo de mantenimiento correctivo es la prontitud y agilidad en la entrega de los repuestos requeridos, se realizó una elección y clasificación de los repuestos que se deben tener en el almacén para aligerar el proceso, como se muestra en la tabla 18,19.

Figura 25. Procedimiento del Mantenimiento Correctivo



Estos repuestos tienen una prioridad en la planeación del presupuesto, ya que al no contar con estos, genera un aumento en el tiempo de respuesta en las paradas no reprogramadas de los equipos de producción.

Muchos de los equipos de las empresas contratantes son similares entre sí por su uso y características. Por tal motivo en el análisis de los repuestos críticos se clasificarán por tipo de equipos y no individualmente, ya que su resultado sería el mismo.

Tabla 18. Repuestos Críticos de los Equipos Centrales NC

REPUESTOS PARA AIRE TIPO CENTRAL

ITEM	DETALLE	UNIDAD
1	Termostatos	Und
2	Transformadores 220-24 v	Und
3	Timers	Und
4	Motor para evaporador de 3tr -5tr	Und
5	Motor para condensador de 3tr-5tr	Und
6	Blower para evaporador de 3tr-5tr	Und
7	Aspa para condensador de 3tr-5tr	Und
8	Capilar 0,42	Mts
9	Capilar 0,55	Mts
10	Capilar 0,64	Mts
11	Dispositivos de arranque (Kit de arranque)	Und
12	Capacitores de arranque 300 uf	Und
13	Capacitores de marcha 45 uf	Und

14	Contactores 40 amp	Und
15	Filtro secador de cartucho	Und
16	Gas refrigerante R 22	Kgm
17	Gas refrigerante R 134	Kgm
18	Soldadura de plata	Und
19	Soldadura de bronce	Und

Tabla 19. Repuestos Críticos de los Equipos Tipo Minisplit y Ventana NC

REPUESTOS PARA MINISPLIT ,TIPO VENTANA

ITEM	DETALLE	UNIDAD
1	Tarjeta electrónica de control universal	Und
2	Sensor de ambiente universal	Und
3	Sensor de refrigerante universal	Und
4	Motor para evaporador de 1tr -3tr	Und
5	Motor para condensador de 1tr-3tr	Und
6	Blower para evaporador de 1tr-3tr	Und
7	Aspa para condensador de 1tr-3tr	Und
8	Capilar 0,42	Mts
9	Capilar 0,55	Mts
10	Capilar 0,64	Mts
11	Dispositivos de arranque (Kit de arranque)	Und
12	Capacitores de arranque 300 uf	Und
13	Capacitores de marcha 45 uf	Und
14	Contactores 40 amp	Und

15	Filtro secador de cartucho	Und
16	Gas refrigerante R 22	Kgm
17	Gas refrigerante R 134	Kgm
18	Soldadura de plata	Und
19	Soldadura de bronce	Und

5.2. Propuesta de Mantenimiento IRM INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA.

Para realizar el programa de mantenimiento preventivo, se van a analizar los equipos que son de mayor relevancia en el proceso de producción. Estos son los equipos que según el estudio de criticidad dieron críticos, tabla 15,16,17, viéndose reflejada la necesidad de involucrarlos de mayor manera al estudio de mantenimiento, para lograr una mayor disponibilidad en los equipos y mejorar su eficiencia de producción.

Sin embargo, cabe resaltar que hay otros equipos que también pertenecen al proceso de producción y que son medianamente crítico tabla 12, 13,14, ya que poseen equipos gemelos o no condicionan el proceso, se debe involucrar también en los planes de mantenimiento preventivo.

Tomando la Tabla 15, 16,17 de equipos de mantenimiento preventivo críticos y la tabla 12, 13,14 de equipos de mantenimiento preventivo medianamente críticos analizaremos en conjunto los equipos.

Con base en las recomendaciones de los diferentes fabricantes (manuales), la experiencia aportada por parte de los operarios y el estudio de las hojas de vida,

se elaboraran las fichas de actividades básicas de mantenimiento para los equipos enunciado anteriormente.

5.2.1 Fichas Básicas de Mantenimiento Preventivo

En estas se muestra todas las actividades de conservación, recuperación y periodicidad de las actividades mecánicas, eléctricas, instrumentación, lubricación, limpieza, a realizar en cada uno de los equipos de aire acondicionado. El procedimiento de mantenimiento preventivo se puede observar en la figura 26

Las inspecciones periódicas programadas se ejecutaran en los equipos críticos de la planta en forma planificada y programada anticipadamente, con el fin descubrir posibles defectos que puedan ocasionar paradas imprevistas de los equipos o daños mayores que afecten los equipo.

Estas inspecciones serán realizadas en cada equipo en intervalos fijos independiente del estado. Las frecuencias de las inspecciones se clasifican en diarias, semanales, quincenales, mensuales, bimensuales, trimestrales, semestrales y anuales.

En las Tablas 20,21 se describen las actividades de mantenimiento programado de acuerdo a la periodicidad calculada.

- Se realiza un estudio de criticidad a todos los equipos de la planta.

- Se clasifican los equipos críticos, quienes serán usados en el estudio de mantenimiento preventivo.
- Los equipos que dieron no crítico son los que se analizaran con el mantenimiento correctivo.
- Con base en los manuales, la experiencia del personal de mantenimiento, operarios y por medio del estudio de la bitácora se diseñan todas la formulaciones del mantenimiento básico.
- Dependiendo de las frecuencias de cada actividad de mantenimiento que se observa en los equipos críticos, se realiza un programa de mantenimiento preventivo
- Por medio de los procedimientos que se realicen en los equipos se crean los protocolos que se seguirán para la realización de las actividades de mantenimiento
- Se realiza el programa de mantenimiento y se ejecuta por parte del personal técnico.
- Cuando se han realizado las actividades de mantenimiento, se controla el trabajo y se registran las actividades
- Todos los datos que se registren sirven de indicadores futuros de mantenimientos.

Figura 26. Procedimiento de Mantenimiento Preventivo

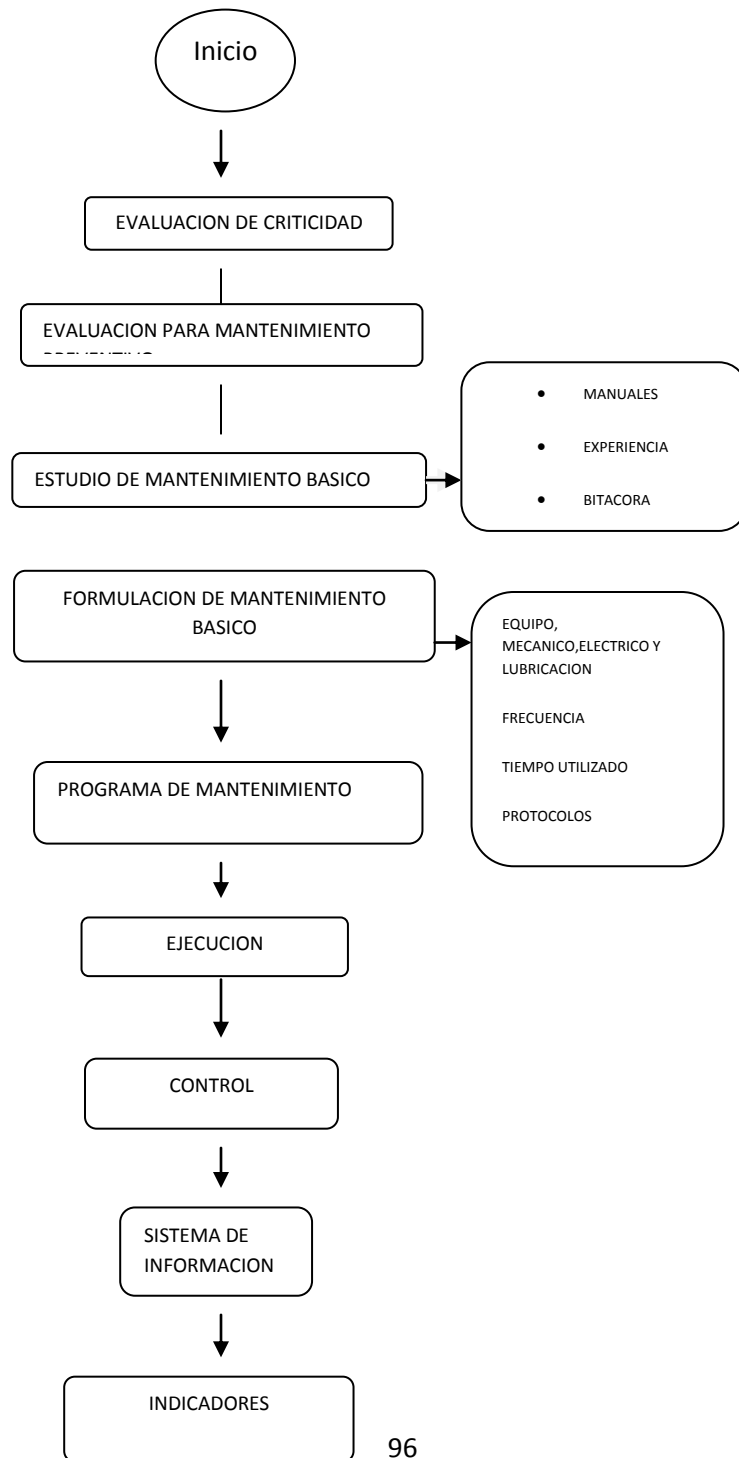


Tabla 20. Ficha de Mantenimiento Básico del Aire Acondicionado Mensual

I.R.M. INGENIERIA DE MANTENIMIENTO			
INDUSTRIA L LTDA			
FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			Nit 900.264.509-4 teléfonos: 6624906
NOMBRE DEL EQUIPO			CODIGO
CENTRAL DE LABORATORIO			
EQUIPO SPLIT ACTIVIDADES MENSUALES			FRECUENCIA
			FECHA
Partes eléctricas del condensador- Manejadoras			Mensual
Medición de voltajes y consumo corrientes			Mensual
Limpieza interior y exterior del tablero			Mensual
Inspección soportes, prisioneros y anclajes			Mensual
Ajustes de terminales eléctricas			Mensual
Limpieza general de contactos eléctricos			Mensual
Ajustes de control de temperatura breaker relay time			Mensual
Revisión de contactores breaker times transformadores			Mensual
Ajustes tornillerías en cableado de fuerza y control			Mensual
Compresor y elemento del circuito de interconexión			Mensual
Verificar en el compresor ruidos , alta condensación			Mensual
o congelación en la succión			Mensual
Medir consumo de corriente y comparar los datos de placas			Mensual
y lecturas anteriores			Mensual
Revisar el filtro secador, válvulas escape de aceite, refrigerante			Mensual
Inspeccionar el aislamiento térmico - de la línea succión			Mensual

Limpieza exterior de tubería			Mensual
Ajustes general de tornillería de anclaje y soporte de			Mensual
compresores y tubería			Mensual
Engrase de rodamiento y demás parte de lo que requieran			Mensual
en los compresores			Mensual
Revisión y ajuste de conexiones eléctricas en borneras			Mensual
de compresores			Mensual
Verificación de operaciones de la resistencia del Carter			Mensual
Verificar nivel de aceite			Mensual
Medir presión de alta y baja si detecta temperaturas anormales			Mensual
Unidad manejadora y condensadoras			Mensual
Revisión y ajuste de poleas, correas y borneras			Mensual
Medir temperatura entrada de aire y salida del			Mensual
evaporando condensador			Mensual
Lavar filtro de aire o cambiar el medio filtrante según el caso			Mensual
Lavar a presión el serpentín, condensador, peiner, aletas, y			Mensual
aplicar detergentes			Mensual
Inspección, funcionamiento, desagüe y soplar con agua			Mensual
Verificar históricos de las alarmas y reportes anteriores			Mensual
Revisión de aislamiento interno – manejadora			Mensual
Inspección eléctricas del motor y sentido del giro vertical			Mensual
Hacer limpieza general de los tableros y accesorios eléctricos			Mensual
Revisión general de las conexiones , contactores, borneras			Mensual
de motores			Mensual
Limpieza general de los ventiladores			Mensual
Toma parámetros eléctricos del motor de la condensadora			Mensual

Tabla 21. Ficha de Mantenimiento Básico en Aires Acondicionado Trimestral, Semestral, Anual

I.R.M. INGENIERIA DE MANTENIMIENTO				
INDUSTRIA L LTDA				
FECHA DE MANTENIMIENTO			Nit 900.264.509-4	
			teléfonos: 6624906	
NOMBRE DEL EQUIPO			CODIGO	
CENTRAL DE LABORATORIO				
EQUIPOS SPLIT ACTIVIDADES TRIMESTRALES			FRECUENCIA	FECHA
Partes eléctricas de condensadoras y manejadoras			Trimestral	
Verificar repuestos de las redes bimetálicas para el compresor			Trimestral	
y los motores			Trimestral	
Desulfatación de terminales			Trimestral	
Ajustar terminales y punto de conexión			Trimestral	
COMPRESOR Y ELEMENTOS DEL CIRCUITO DE				
INTERCONEXION				
Revisión presión de aceite			Trimestral	
Análisis de capacidades térmicas y eléctricas del sistema			Trimestral	
Medición de temperatura de succión, líquido y descarga			Trimestral	
Inspeccionar el funcionamiento de la válvula expansión			Trimestral	
UNIDADES MANEJADORA Y CONDENSADORA				
Revisión y presión de aceite			Trimestral	
Medición de temperaturas succión líquido y descargue			Trimestral	
Inspección el funcionamiento de la válvula de expansión			Trimestral	

EQUIPOS SPLIT ACTIVIDADES SEMESTRALES				
Partes eléctricas de condensadora y manejadoras			Semestral	
Pruebas del control y protección del equipo			Semestral	
compresor y elemento del circuito de interconexión			Semestral	
Prueba de acidez de aceite			Semestral	
Limpieza filtro de aceite			Semestral	
UNIDAD MANEJADORA Y CONDENSADORA				
Limpiar con productos químicos no ácido los serpentines			Semestral	
de la manejadora			Semestral	
limpiara con detergente los serpentines de la condensadora			Semestral	
Aplicación de anticorrosivo los focos de corrosión			Semestral	
Limpieza mecánica de intercambiadores casco tubos			Semestral	
si es condensadora por agua			Semestral	
Verificación de estado de rodamientos de motores			Semestral	
Cambio de correas			Semestral	
Medición y balanceo de caudales de aires			Semestral	
Revisión de latonería			Semestral	
EQUIPOS SPLIT ACTIVIDADES ANUALES				
PARTES ELECTRICAS UNIDAD MANEJADORA Y CONDENSADORA				
Análisis termográfico de los tableros eléctrico			Anual	
Cambio de contactores			Anual	
Cambio de capacitores de marcha			Anual	
Cambio de capacitores de arranque			Anual	
Prueba de interruptores magnético			Anual	
Verificación de acometidas eléctricas y puesta a tierra			Anual	
COMPRESOR Y ELEMENTOS DEL CIRCUITO DE				
INTERCONEXION				
Cambio de aceite de compresores semihermético			Anual	

Cambios de filtro de aceite				Anual	
Medición de aislamiento de bobina				Anual	
Cambio de filtro de succión y descarga				Anual	
Cambios de válvulas de compresor semihermetico				Anual	
Cambio de bomba de aceite				Anual	
Cambio de mirilla de liquido				Anual	
UNIDAD MANEJADORA Y CONDENSADORA					
Comprobar aislamiento motor eléctrico				Anual	
Limpieza química intercambiadores				Anual	
Revisión de ventiladores centrífugos y axiales				Anual	
Cambio de rodamiento ventiladores y motores				Anual	
Revisión del sistema de tuberías				Anual	
Balaceo de ducteria				Anual	
Pintura general				Anual	
Cambio filtro de aire				Anual	

5.2.2 Rutina de Mantenimiento Preventivo

Esta plantilla, tabla 22, se observa la descripción de los pasos desarrollados en mantenimiento preventivo para los equipos de aire acondicionado de las empresas contratantes con el fin de facilitar la intervención del personal técnico en las actividades a realizar.

Esta guía ayudara a desarrollar mejor las actividades de prevención. Esta contiene el nombre de la rutina, el procedimiento a realizar y recomendaciones generales.

Tabla 22. Pasos para el Mantenimiento Preventivo de un Equipo de Aire Acondicionado Central

I.R.M. INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA	
<u>ESTANDAR PARA AIRE ACONDICIONADO TIPO SPLIT</u>	Nit 900.264.509-4 Teléfonos: 6624906
<u>Requerimientos</u>	CODIGO
Materiales: Aceite ref.: SAW 10, tornillos, lija, cinta aislante anticorrosivo, y plástico	
<p><u>Herramientas y equipos:</u> termómetros, voltiampermetro, destornillador, brocha, aceitera manual, extensión eléctrica, escalera, motobomba, manguera con pico y cepillo</p> <p><u>Numero de operarios :</u> 2 Operarios</p> <p><u>Tiempo requerido :</u> 2 Horas</p> <p><u>Procedimiento</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Revisar el funcionamiento del equipo 2 Encender el equipo por medio de breaker y/o interruptores 3 Detectar ruidos/vibraciones anormales en condensadores y manejadoras. 4 Verificar visualmente funcionamiento de motores y compresores 5 Medir temperatura de suministro (ref.: 12 C a 15 C) en la manejadora 6 Medir temperatura de retorno (ref.: 23 C a 25 C en la manejadora 7 Revisar parámetros eléctricos (voltaje/amperaje) de compresor y motores, 8 Verificar que no hay calentamiento en los cables 9 Verificar que no haya ruido en los contactores, en caso de que existan los platinos pueden estar sulfatados. 10 Detectar condensaciones externas, filtraciones anómalas del equipo. <p><u>Informar a cliente sobre anomalías encontradas</u></p>	

- 1 Emplear un vocabulario decente y adecuado
- 2 Atender los comentarios del cliente referentes al funcionamiento del equipo
- 3 Atender las quejas y comentarios del cliente referente al servicio

Mantenimiento de la manejadora

- 1 Apagar el equipo por termostato o desenergizarlo (break off)
- 2 Despejar el área cercana al equipo y/o cuarto de la manejadora
- 3 Apertura de la manejadora (quitar tapa)
- 4 Verificar que la bandeja de condensado esta libre de agua. obstrucciones

- 5 Retirar filtro de polvo

Revisión limpieza y ajuste de partes eléctricas. incluye : cajas, accesorios, y motores eléctricos de la manejadora

- 1 Destapar cajas eléctricas y motores
- 2 Retirar el polvo y telarañas acumuladas
- 3 Aplicar limpiar contactos y desplaza dotes de humedad a los accesorios
- 4 Lijar conexiones eléctricas, borneras. Reemplazar terminales dañados
- 5 Tapar caja eléctrica

Lubricar bujes y/o chumaceras del motor

- 1 Aplicar lubricantes ref.: SAE-10
- 2 Limpiar excesos de aceite
- 3 Colocar tapa a motores

Mantenimiento del blower

- 1 Desmonte del blower (anualmente)
- 2 Desconectar eléctricamente el motor del blower
- 3 Desatornille el caracol y desmóntelo con mucho cuidado
- 4 Limpieza del blower
- 5 Tapara cajas, registros y motores eléctricos con plásticos
- 6 Aplicar agua a presión en las aletas del blower.
- 7 Limpiar aletas con cepillo pequeño de cerdas plásticas y/o bayeta
- 8 Reinstalar blower

9 Atornillar caracol y montarlo con cuidado

10 Conectar eléctricamente el motor del blower

Nota: si el blower no está muy sucio realizar limpieza sin desmontarlo

Limpieza del serpentín evaporador

1 Tapar cajas registros y motores eléctricos con plásticos

2 Instalar extensión eléctricas

3 Instalar manguera en punto de agua con su pico

4 Instalar motobomba

5 Aplicar agua a presión en contra- flujo del aire a través de serpentín de evaporación, el chorro de frente a las lanas barriendo de lado a lado todo el serpentín y avanzando de arriba hacia abajo

6 Limpiar con cepillo en forma longitudinal en el sentido de las lanas, la parte externa del serpentín, para sacar las incrustaciones

7 Aplicar nuevamente agua a presión primero en contra- flujo del aire y luego en la otra cara del serpentín para mejor limpieza

Limpieza del filtro de polvo: limpiar con cepillos y luego aplicar a presión por ambos lados

Limpieza del drenaje: Verificar y despejar el drenaje por medio de agua a presión por ambos lados

Limpieza del drenaje: Verificar y despejar el drenaje por medio de agua a presión

Limpieza del cuarto de manejadora: el gabinete y alrededores de la manejadora deben quedar limpios y secos

1 Corrección de pequeños focos de corrosión. Lijar, limpiar y aplicar anticorrosivo a la parte afectada

2 Ajuste general y cierre del equipo verificar ajuste y colocar tapa a manejado.

3 Reemplazar tornillos deteriorados

Mantenimiento de unidad condensadora

1 Despejar y limpiar el área cercana del equipo

2 Apertura de la condensadora (quitar tapa)

Revisión, ajuste y limpieza de partes eléctricas Incluye: cajas y accesorios eléctricos de la unidad condensadora

1 Destapar caja eléctricas

2 Retirar polvo acumulado lijar conexiones sulfatadas

3 Ajustar conexiones eléctricas/ borneras. Reemplazar terminales dañados Tapar cajas eléctricas

Limpieza del serpentín condensador

1 Tapar cajas eléctricas

2 Instalar extensión eléctricas

3 Instalar manguera en punto de agua con su pico

4 Instalar motobomba

5 Limpiar el serpentín del polvo acumulado, hojas partículas pesadas

6 Aplicar agua a presión en contra flujo del aire a través del serpentín de condensación, el chorro frente a las lanas barriendo de lado y lado todo el serpentín y avanzando de arriba hacia abajo.

7 Limpiar con cepillo suave en forma longitudinal en el sentido de las lanas, la parte externa del serpentín para sacar las incrustaciones.

8 Aplicar nuevamente agua a presión, primero en contra – flujo del aire y luego en la otra cara del serpentín, para mejor limpieza

9 Verificar que debajo y alrededor de la condensadora que limpio y seco.

10 Limpieza de hélice: limpiar con esponja y agua a presión la hélice. Secar con bayeta

11 Inspección al filtro secador

12 Verificar el estado del filtro secador. Revise fugas de refrigerante

13 Manchas de aceite son evidencias de fugas de refrigerante

14 Con relativa frecuencia aplicar anticorrosivo a todo el cuerpo del filtro

PRECAUCION : PINTAR FILTRO SIN QUITAR EL OXIDO

1 Verifique si después del filtro existe condensación en la tubería, de ser así cambiar filtro

Encendido del equipo

1 Encender el equipo por medio de breaker y/o interruptores

2 Detectar ruidos/ Vibraciones anormales en condensadora y manejadora

3 Verificar visualmente funcionamiento de motores y compresores

4 Medir temperatura de suministro (ref.: 12 c a 15c) en la manejadora

5 Medir temperatura de retorno de (ref:23 Ca 25 C) en la manejador

6 Revisar parámetro eléctricos (voltaje/amperaje)de compresor y motores.

7 Detectar condensaciones externas, filtraciones anómala del equipo

Nota : es muy importante dejas el equipo en optimas condiciones de funcionamientos

Limpieza de las rejillas

1 Retira el polvo acumulado con ayuda de un brocha, bayeta o esponja

2 Con una bayeta o esponja húmeda limpiar las rejillas

3 Secar muy bien tener cuidado de no manchar paredes, cielo raso o puertas

Entrega de Equipos

1 Entrega del equipo al cliente

2 Informar al cliente el optimo estado en que se deja funcionando el equipo

3 Llenar orden de servicio y hacerla firmar por el cliente

5.2.3 Aplicación de Lubricación

En la aplicación de aires acondicionado los motores pequeños vienen libre de lubricación lo cual hace que se direcciona el concepto de lubricación a equipos grandes, teniendo encuentra programación para cambio de lubricante y ruta de lubricación; esto buscara de prevenir y conservar daños en los equipos generados por fricción.

Tabla 23. Listado de Actividades de Lubricación de los Equipos de Polybol Internacional



**POLYBAN INTERNACIONAL
LISTADO EQUIPOS DE REFRIGERACION Y AIRE
ACONDICIONADO**

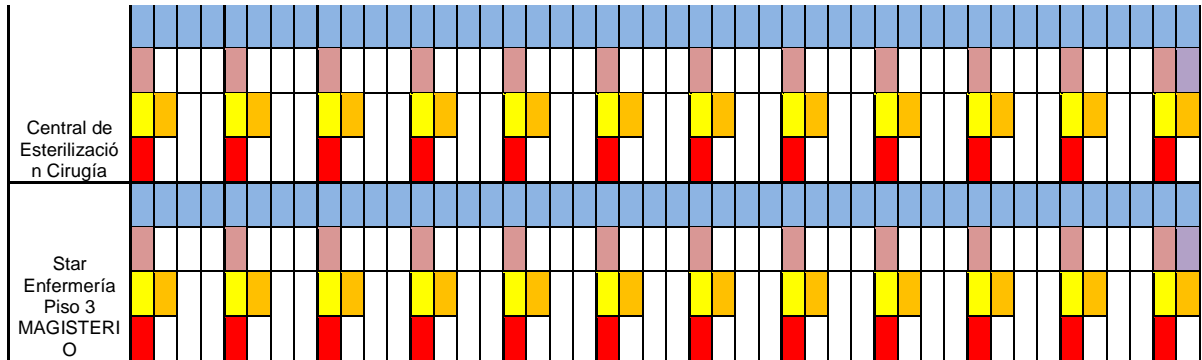
ITEM	EQUIPO	FR	ELEMENTO LUBRICADO	LUBRICANTE
1	AA. TABLERO EXTRUSORA ZUNCHO	1	MOTOR VENTILADORES	ACEITE CAPELLA W68
2	AA. TABLERO SOGA	1	MOTOR VENTILADORES	ACEITE CAPELLA W68
3	AA. TABLERO BARMAG	1	MOTOR VENTILADORES	ACEITE CAPELLA W68
4	AA. TABLERO EXTRUSORA No 1	1	MOTOR VENTILADORES	ACEITE CAPELLA W68
5	AA. TABLERO. EXTRUSORA No 2	1	MOTOR VENTILADORES	ACEITE CAPELLA W68
6	AA. TABLERO. EXTRUSORA No 3	1	MOTOR VENTILADORES	ACEITE CAPELLA W68
7	AA. TABLERO. EXTRUSORA No 4	1	MOTOR VENTILADORES	ACEITE CAPELLA W68
8	AA. TABLERO. EXTRUSORA No 5	1	MOTOR VENTILADORES	ACEITE CAPELLA W68
9	AA. TABLERO. EXTRUSORA No 6	1	MOTOR VENTILADORES	ACEITE CAPELLA W68
10	AA. SUBESTACION	1	MOTOR VENTILADORES	ACEITE CAPELLA W68
11	AA MONTADORA (IMPRESORA)	1	MOTOR VENTILADORES	ACEITE CAPELLA W68
12	AA. CALIDAD	1	MOTOR VENTILADORES	ACEITE CAPELLA W68
13	AA. SISTEMAS	1	MOTOR VENTILADORES	ACEITE CAPELLA W68
14	AA. CAFETERIA 1	1	MOTOR VENTILADORES	ACEITE CAPELLA W68
15	AA. CAFETERIA 2	1	MOTOR VENTILADORES	ACEITE CAPELLA W68
16	AA. GERENCIA	1	CHUMACERAS,MOTORES	ACEITE SHELL TELLUS-GRASA SINTETICA
17	AA AREA TECNICA	1	CHUMACERAS,MOTORES	ACEITE SHELL TELLUS-GRASA SINTETICA
18	AA. RECEPCION	1	MOTOR VENTILADORES	ACEITE SHELL TELLUS-GRASA SINTETICA
19	AA. VESTIER PRODUCCION	1	MOTOR VENTILADORES	ACEITE CAPELLA W68
20	AA. BODEGA No 9 (MANTENIMIENTO)	1	MOTOR VENTILADORES	ACEITE CAPELLA W68
21	CHILLER DE SUNCHOS	1	MOTOR VENTILADORES	ACEITE CAPELLA W68
22	TERMOCHILER IMPRESORA	1	MOTOR VENTILADORES	ACEITE CAPELLA W68
23	CHILLER No 1 Carrier	1	MOTOR VENTILADORES	ACEITE CAPELLA W68
24	CHILLER No 2 Carrier	1	MOTOR VENTILADORES	ACEITE CAPELLA W68
25	CHILLER No 3 York	1	MOTOR VENTILADORES	ACEITE CAPELLA W68

5.2.4 Cronograma de Mantenimiento Preventivo

Con la información de las frecuencias y actividades básica de mantenimiento, se obtiene en un solo diagrama la organización del mantenimiento preventivo anual de la empresa IRM INGENIERIA DEMANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA. en el cual se ven las diferentes actividades clasificadas mediante colores como se puede observar en la Tabla 24.

Cada color corresponde a una actividad, como se muestra a continuación

	INSPECCION		CAMBIO DE PARTES
	LIMPIEZA		ALINEACION Y TENCION
	LUBRICACION		MANT GENERAL
			SISTEMA ELECTRICO



5.3 .Mantenimiento Total Productivo

En IRM INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA ha habido un interés creciente por prestar atención a sus trabajadores, se ha adquirido conciencia de que además de la remuneración, es necesario atender a las necesidades de participación en la toma de decisiones y de generar oportunidades de realización personal.

Es por esto que los estudios de clima organizacional y satisfacción resultan tan interesantes, ellos permitan a los empleados expresar su opinión sobre cómo funciona la organización y como se sienten en ella, buscando generar beneficios cuando se implementan acciones correctivas en los aspectos de producción, salario entre otros.

5.3.1 Clima Organizacional

El estudio del clima organizacional constituye un excelente mecanismo para conocer como de encuentra funcionando la empresa y que ocurre en la vida diaria en las relaciones entre trabajadores, ya que la productividad depende de tener relaciones armónicas entre las personas, y entre la gerencia y los trabajadores

Cada fin de mes se realiza una reunión entre el gerente, ingeniero de servicio, personal de mantenimiento, auxiliar administrativo en la cual se analizan diversos temas que puedan afectar el bienestar y rendimiento de los trabajadores dentro de la empresa y fuera de ella. Esto incluye cambios de turnos, extensión de horarios, cambio de normas, manejo de la producción y creación o modificación de proyectos en la empresa, las inquietudes que los trabajadores tienen, inconformidades de los empleados, problemas que existen en los equipos, celebración de cumpleaños, premio o elogio al puesto de trabajo más limpio y de mayor rendimiento.

El estudio del clima organizacional consta de ocho ítems, los cuales se analizarán con el fin de observar como debe ser la implementación del TPM en IRM INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA.

Integración. Debido a que los trabajadores atienden cada grupo empresas diferentes se hace difícil la unión de los empleados, viéndose reflejado en un desentendimiento con los demás trabajadores.

Orientación al logro. El personal de IRM INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL es muy regular en el cumplimiento de las actividades de mantenimiento a desarrollar en las empresas contratantes.

Comunicación. Entre los directivos y trabajadores siempre se maneja el respeto y la tolerancia de la mejor forma posible.

Supervisión. Las actividades y proyectos que esté haciendo la empresa son coordinadas por la gerencia y el ingeniero de servicios.

Condiciones y método de trabajo. El gerente y el ingeniero de servicio es el encargado de realizar estrategias y métodos de trabajo para el personal de mantenimiento, siendo quien realice la programación de mantenimiento y devengue las actividades a cada trabajador.

Capacitación y desarrollo. Es necesario que los directivos generen programas de capacitación que es uno de los objetivos del TPM de tal forma que logren conocer a profundidad las maquinas y su funcionamiento que está bajo su responsabilidad, buscando una mejora en el proceso y desempeño del equipo.

Empoderamiento. Cada trabajador de IRM INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA. ya sea administrativo u operativo tiene definido su papel y sus funciones, buscando cumplirlas de la mejor manera y respetando la de los otros trabajadores

Confianza. En IRM INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA. uno de los valores corporativo es el trabajar con honestidad e integridad por un equipo humano con mística y alto compromiso personal con la calidad y el servicio al cliente.

El estudio del clima organizacional, se puede analizar con la satisfacción laboral, que permita a los empleados expresar su opinión sobre cómo funciona la empresa y como se sienten en ella. La satisfacción laboral será evaluada por medio de los siguientes ítems:

1 Remuneración. Los trabajadores de IRM INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA. se quejan frecuentemente del pago a atrasado, haciendo de esto una desmotivación que afecta la productividad.

2 Reconocimiento. IRM INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA. no premia a las persona destacadas, no brinda incentivos y no los motiva para que cada día se superen esto tiene como consecuencia baja productividad y bajo estado de ánimo.

3 Desarrollo. Uno de las políticas de calidad de IRM INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA. es el compromiso de todo el grupo humano con la satisfacción del cliente, demostrándole en la investigación y mejoramiento continuo de nuestros servicios.

4 Orgullo-Identidad. Cada persona maneja su autoestima, y logra generar respeto dependiendo de su comportamiento ante los compañeros de trabajo. IRM INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA., se preocupa por contratar a personas trabajadoras, emprendedoras, con alto potencial y que busquen cumplir todos los propósitos establecidos para lograr la satisfacción personal y hacer que sus compañeros de trabajo se sientan orgullosos de él.

5 Ambiente Interno. En la empresa se observa un solo tipo de ambiente, se podría afirmar que es muy bueno, manejan tiempos libres para estar con su familia que hace que sea muy favorable.

Hay que tener en cuenta que se debe procurar tener un buen clima y mayor nivel de satisfacción ya que produce un mayor nivel de productividad, basado en que la satisfacción genera mayor productividad que el clima organizacional.

Con base en el estudio del clima organizacional y satisfacción laboral en IRM INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA. se puede concluir que los trabajadores desean:

- 1 Ser tomados en cuenta sus opiniones.
- 2 Ser reconocidas como personas y como elemento importante de las actividades de la empresa.
- 3 Sentir que son exitosos, deseando recibir capacitaciones o entrenamiento para así saber lo que tiene que hacer y participar en la soluciones de problemas de los equipos de aire acondicionados.
- 4 Sentirse bien con los compañeros de trabajo y poder interactuar con todos los miembros de la organización.
- 5 Sentir que pueden crecer personal y profesionalmente.
- 6 Recibir una remuneración mejor dependiendo del índice de cumplimiento de metas.
- 7 Sentirse orgulloso de su empresa y del trabajo que realiza cotidianamente.

Teniendo en cuenta esto se puede analizar el TPM en IRM INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA como una herramienta del mantenimiento

que busca mediante pequeños grupos lograr una mejora continúa en los equipos de aires acondicionados atendidos por nuestros técnicos.

Este mantenimiento incluye en la lista actividades de mejoras, enfocadas al mantenimiento autónomo, mantenimiento planeado, educación y entrenamiento, gestión temprana de equipo, mantenimiento de la calidad, apoyo a manufacturas y actividades administrativas, gestión de la seguridad y actividades administrativas, chequeos e indicadores de gestión basados en la eficiencia global, la combinación de estos pilares apoyados con las herramientas metodológica del TPM fortalecerá nuestro nivel de servicio técnico convirtiéndonos en una empresa de alto nivel de mantenimiento y productiva.

5.3.2 Mejoras Enfocadas

La mejora enfocada incluye todas las actividades que maximizan la eficiencia global de los equipos de aire acondicionado a través de una persistente eliminación de pérdidas y la mejora de rendimientos.

El procedimiento siguiente es extremadamente eficaz para romper el ciclo vicioso que impide que las mejoras se implanten frecuentemente en los lugares de trabajo:

Seleccionar un tema

Formar un equipo de proyecto

Registrar el tema

Investigar, definir y poner en práctica la mejora

Evaluar los resultados

Los seis resultados esperados en las mejoras enfocadas.

Para evaluar los resultados logrados a través de la mejora enfocada se debe evaluar las seis salidas de la producción. Estas salidas se conocen con indicadores claves de desempeño en la se ilustran los indicadores y los parámetros a que hace referencia.

5.3.3 Mantenimiento Autónomo

El mantenimiento autónomo es uno de los pilares básico e importante para el TPM, para la aplicación de nuestro estudio, solamente en equipos grandes y con medidores de parámetro aplicaría el concepto para el resto de equipo los operarios actuarían como inspectores, para recibir a satisfacción los equipos.

Como concepto fundamental cada persona debe ser entrenado en actividades básicas como limpieza y lubricación.

La falta de las tareas de inspección del equipo, reapriete, limpieza, remoción de sucio, polvo, contaminante y lubricación promueve las causas de corrosión, tiempos perdidos y defectos de calidad.

Los principales instructivos del mantenimiento autónomo son:

Limpieza inicial que se tomara como un proceso de inspección

Remueva polvo y contaminante del equipo

Inspección de los puntos clave del equipo, en busca de fugas, fuentes de contaminación, exceso o defecto de la lubricación, etc.

Lubricación básica periódica de los puntos clave del equipo

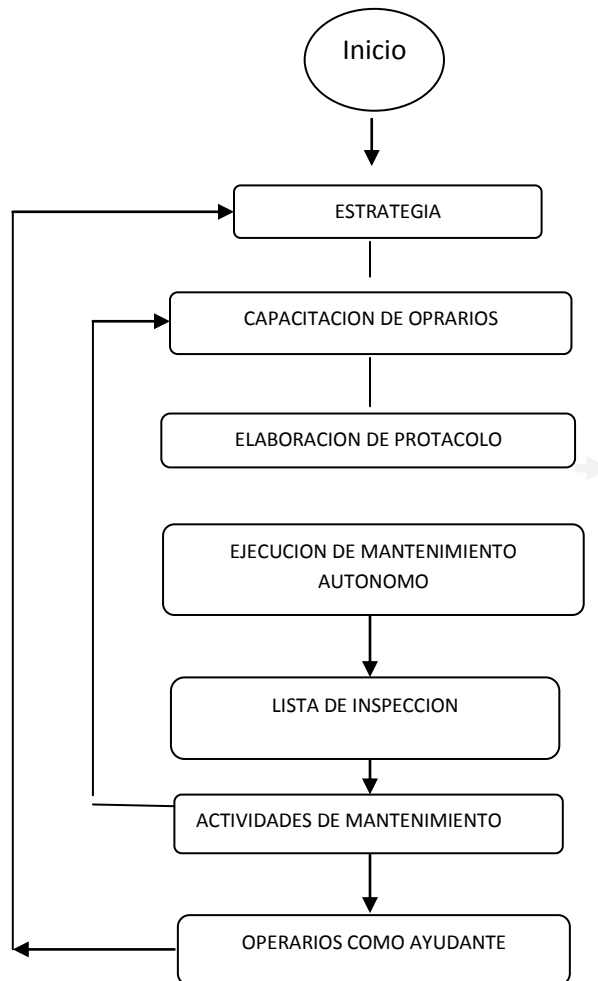
Pequeños ajustes

Formarse y capacitarse en el manejo y mantenimiento de los equipos y procedimientos

Reportar toda las fallas que no puedan repararse en el momento de su detección y que requieren una programación para solucionarse

El mantenimiento autónomo es el mantenimiento preventivo ejecutado por parte de los operadores dependiendo del conocimiento que tenga la maquina.

Figura 27. Procedimiento de Mantenimiento Total



Se plantea una estrategia de mantenimiento productivo total, que incluye capacitaciones a los operarios por parte de expertos en los equipos correspondiente, sistema de comunicación como reuniones motivación a los operarios como premios al mejor puesto mantenido y de mayor rendimiento.

Se forma y capacita técnicamente a los operarios en el manejo de los equipos y las instalaciones.

Se desarrollan protocolos por parte de la Gerencia del mantenimiento.

Se implementan protocolos en trabajos diarios por parte de los técnicos de mantenimiento.

Se realiza lista de chequeo entre los operarios y los técnicos de mantenimiento, enunciando las inconveniencias encontradas para realizar sus respectivas funciones.

El operario se convierte en ayudante para el personal de mantenimiento, colaborándole y generando pertenencia a el equipo.

Antes de poner en marcha el equipo, el operario debe verificar la lista de chequeos constatando el buen estado de la maquina, para prevenir daños o accidentes.

Si estando en funcionamiento el equipo presenta alguna anomalía, el operario debe avisar al personal de mantenimiento para corregir la falla.

El mantenimiento autónomo para el caso nuestro aplica a los siguientes equipos: los chillers york, condensado por aire forzado; para los demás equipos los operarios actúan como inspectores de mantenimiento.

5.3.4 Educación y Entrenamiento

Este pilar de TPM trabaja transversal en todos los pasos, desde el inicio del programa. Su propósito central está en eliminar las pérdidas debidas a la falta de conocimiento y habilidades en las personas. Teniendo en cuenta que el desarrollo de la compañía se alcanza a través del desarrollo de las personas que trabajan en ella, se busca que la educación y formación le apunten a los objetivos del negocio. Las personas de una planta de proceso se desarrollan si se forma integralmente en cuatro módulos básicos:

Maquinas y equipos

Gestión de procesos productivos

Competencias personales

Habilidades específicas de fabricación y montaje

Para lograr todo esto es necesario realizar un cronograma con el fin de organizar las diferentes conferencias. Con esto se analizará un tema específico semanalmente, brindando muchos beneficios para la empresa, un mejoramiento es el aspecto físico (estético de los equipos por su limpieza y orden) y un alto desempeño de productividad disminuyendo las paradas no programadas.

Tabla 25. Programa de Capacitación IRM INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA.

CRONOGRAMA DE CAPACITACION IRM INGENIERIA DE MTTO INDUSTRIAL LTDA

ACTIVIDADES SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
INTRODUCCION AL MANTENIMIENTO																	
MANTENIMIENTO CORRECTIVO, PREVENTIVO																	
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL																	
PROTOCOLO Y ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO																	
EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO TIPO CHILLER																	
COMPRESORES RETATIVO																	
ATENCION AL CLIENTE																	
MANEJO DE PRESUPUESTO																	
SISTEMAS DE LUBRICACION																	
INDICADORES DE GESTION																	
MANEJO DE HERRAMIENTA Y SU USO ADECUADO																	
TIPS PARA CUIDADO BASICO DEL EQUIPO																	
USOS DE REFRIGERANTES ECOLOGICO																	

5.3.5 Eficiencia Global de Producción

El TPM basa su estrategia de mantenimiento en la maximización de la eficiencia global del equipo de producción, eliminando las averías, los defectos y los accidentes con la participación de todo el personal de la empresa. Los técnicos y los equipos deben funcionar de manera estable bajo condiciones de cero averías y cero defectos, dando lugar a un proceso en flujo continuo.

Como nuestro centro de estudio son empresas con equipos de aires acondicionados bajo el mantenimiento nuestro, los indicadores a considerar para

este caso son los de disponibilidad, mantenibilidad, y confiabilidad, estos indicadores afectan directamente proporcional la eficiencia global de la planta.

Disponibilidad. Es el tiempo total durante el cual el equipo está operando satisfactoriamente, mas el tiempo que estando en receso, puede trabajar sin contratiempo durante un periodo.

Desempeño. Es la velocidad de producción real de un equipo comparada con la ideal o de diseño. Se ve disminuido por las paradas cortas, para corregir defectos en el flujo o por marchas en vacio.

Calidad. Es la relación entre la cantidad de producción de buena calidad y la producción total. Este indicador se ve afectado por los rechazos o producción defectuosa.

Medidas a tener en cuenta para reducir las pérdidas y mejorar la EGP:

Capacitar en todo los niveles al personal de mantenimiento.

Cumplir adecuadamente con todos los pasos descritos en el plan de mantenimiento preventivo.

Mantener el stock de recursos (herramientas, repuestos y materiales) en medio de los niveles mínimo y máximo.

Mantener actualizado los datos en el sistema computarizado para la gestión del mantenimiento.

5.3.6 Herramientas Metodológicas para la Implementación del TPM

Lecciones de un punto.

Es una herramienta de capacitación Para consignar y compartir información, la lección la elabora algún miembro del equipo usando elementos visuales (dibujos, fotos) cubre un aspecto de algún tema específico tal como conocimiento de los equipos, seguridad, proceso, labor. Debe tener la característica de concentrarse en un único punto.

tiene un significado importante para la creación de un lugar digno y seguro donde trabajar

Estas palabras son:

Clasificar (Seiri)

Orden (Seiton)

Limpieza (Seiso)

Limpieza estandarizada (Seiketsu)

Disciplina (Shitsuke)

Las cinco S son el fundamento del modelo de productividad industrial creado en Japón y hoy aplicado en empresas occidentales. Sin embargo no es que las 5 S sean características exclusivas de la cultura japonesa. Cuando nuestro entorno de trabajo esta desorganizado y sin limpieza perderemos la eficiencia y la motivación en el trabajo se reduce

Seiri. Clasificar. Significa eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios y que no se requieren para realizar nuestra labor. Frecuentemente nos llenamos de elementos, herramientas, cajas con productos, carros, útiles y elementos personales y nos cuesta trabajo pensar en la posibilidad de realizar el trabajo sin estos elementos; estos elementos perjudican el control visual del trabajo, impiden la circulación por las aéreas de trabajo, inducen a cometer errores en el manejo de materias primas y en numerosas oportunidades pueden generar accidentes de trabajo.

Seiri consiste en:

Separar en el sitio de trabajo las cosas que realmente sirven de las que no sirven

Clasificar lo necesario de lo innecesario para el trabajo rutinario.

Mantener lo que necesitamos y eliminar lo excesivo

Organizar las herramientas en sitios donde los cambios se pueden realizar en el menor tiempo posible

Seiton. Ordenar. Consiste en organizar los elementos que hemos clasificado como necesarios de modo que se puedan encontrar con facilidad. Aplicar Seiton en mantenimiento tiene que ver con la mejora de la visualización de los elementos de las maquinas e instalaciones industriales.

Seiton permite:

Disponer de un sitio adecuado para cada elemento utilizando en el trabajo de rutina para facilitar su acceso y retorno al lugar

Disponer de sitios identificados para ubicar elementos que se emplean con poca frecuencia

En el caso de los equipos facilitar la identificación visual de los elementos de los equipos, sistema de seguridad, alarmas, controles, sentido de giro, etc.

Identificar y marcar todos los sistemas auxiliares del proceso como tuberías de aire combustible

Seiso. Limpiar. Significa eliminar el polvo y suciedad de todos los elementos de una fabrica. Desde el punto de vista del TPM, Seiso implica inspeccionar el equipo durante el proceso de limpieza. Se identifican problemas de escape, averías, o fallos. Esta palabra japonesa significa defecto o problema existente en el sistema productivo.

Para aplicar Seiso se debe:

Integrar la limpieza como parte del trabajo diario

Asumirse la limpieza como una actividad de mantenimiento autónomo

Se debe abolir la distinción entre operario de proceso, operario de limpieza y técnico de mantenimiento.

El trabajo de limpieza como inspección genera conocimiento sobre el equipo.

Seiketsu. Estandarizar. Es la metodología que nos permite mantener los logros alcanzados con la aplicación de las tres primeras S si no existe un proceso para conservar los logros, es posible que el lugar de trabajo nuevamente llegue a tener elementos innecesarios y se pierda la limpieza alcanzada con nuestras acciones.

Seiketsu pretende:

Mantener el estado de limpieza alcanzado con las tres primera S

Enseñar al operario a realizar normas con el apoyo de la dirección y un adecuado entrenamiento

Las normas deben contener los elementos necesarios para realizar el trabajo de limpieza, tiempo empleado, medidas de seguridad a tener en cuenta y procedimiento a seguir en caso de identificar algo anormal

En lo posible se deben emplear fotografía de cómo se debe mantener el equipo y las zonas de cuidado

Las normas de limpieza, lubricación y apriete son la base del MA (jishu hozen)

Shitsuke. Disciplina. Significa convertir en hábito el empleo y utilización de los métodos establecidos y estandarizados para la limpieza en el lugar de trabajo.

Podremos obtener los beneficios alcanzado con las primeras S por largo tiempo si se logra crear un ambiente de respeto a las normas y estándares establecidos.

Las cuatro S anteriores se pueden implementar sin dificultad si en los lugares de trabajo se mantiene la disciplina. Su aplicación nos garantiza que la seguridad será permanente, la productividad se mejore progresivamente y la calidad de los productos sea excelente.

Shitsuke implica:

El respeto de las normas y estándares establecido para conservar el sitio de trabajo impecable.

Realizar un control personal y el respeto por las normas que regulan el funcionamiento de una organización

Comprender la importancia del respeto por los demás y por las normas en las que el trabajador seguramente ha participado directa o indirectamente en su elaboración

Para el estudio de implementación de esta herramienta metodológica tomamos un área específica de nuestra organización y aplicamos los conceptos de la 5 S el mostraremos en la siguientes graficas.

Tabla 26. Estudio de Aplicación 5 S Seiri. Cuarto Técnico IRM

DETALLE CHEQUEO DE ESTADO					
LUGAR	CUARTO TECNICO IRM ING				
FECHA	MARZO DE 2010				
REALIZADO POR	VICTOR H SAMPAYO				
CARGO	INGENIERO DE SERVICIO				
DESCRIPCION	Puntos				
SEIRI	1	2	3	4	5
Se encuentran mezclados los items necesario con los innecesarios		2			
Es facil verificar los elementos necesarios e innecesarios			1		
Es facil ver los que es necesario		2			
Los items innecesarios estan guardados por fuera del lugar de trabajo		2			
No existen en el lugar de trabajo los items que sean innecesarios		2			

TOTAL 11

Tabla 27. Estudio de Aplicación 5 S Seiton

DETALLE CHEQUEO DE ESTADO					
LUGAR	CUARTO TECNICO IRM ING				
FECHA	MARZO DE 2010				
REALIZADO POR	VICTOR H SAMPAYO				
CARGO	INGENIERO DE SERVICIO				
DESCRIPCION	Puntos				
SEITON	1	2	3	4	5
No puede decidirse el lugar al que pertenece cada cosa ni en que cantidad			1		
Puede decidirse basicamente a donde pertenece cada cosa y en que cantidad		1			
Se estan utilizando indicadores de lugar y cantidad de elementos		1			
Se estan utilizando indicadores de lugar, cantidad de elementos y dibujos de formas para hacer la organizaci3n de los elementos mas visibles.	1				
Estan claramente indicados los lugares de entrada y salida de cada elemento y se emplean indicadores de cantidad.		1			

TOTAL 10

Tabla 28. Estudio de Aplicaci3n 5 S Seiso

DETALLE CHEQUEO DE ESTADO	
LUGAR	CUARTO TECNICO IRM ING
FECHA	MARZO DE 2010
REALIZADO POR	VICTOR H SAMPAYO
CARGO	INGENIERO DE SERVICIO

DESCRIPCION	Puntos				
	1	2	3	4	5
SEISO					
El sitio de trabajo se deja sucio por largo tiempo					
Los trabajadores limpian ocasionalmente el sitio de trabajo					
Los trabajadores limpian diariamente el sitio de trabajo					
Se han integrado las funciones propias de cada trabajador con las actividades de limpieza y mantenimiento					
Los trabajadores han preparado modos y metodos para evitar la produccion de sucio					

TOTAL 8

Tabla 29. Estudio de aplicación 5 S Seiketsu

DETALLE CHEQUEO DE ESTADO					
LUGAR	CUARTO TECNICO IRM ING				
FECHA	MARZO DE 2010				
REALIZADO POR	VICTOR H SAMPAYO				
CARGO	INGENIERO DE SERVICIO				
DESCRIPCION	Puntos				
SEIKETSU	1	2	3	4	5
Ocasionalmente el lugar de trabajo se encuentra limpio y en orden.					
El lugar se encuentra limpio y en orden					
El lugar se encuentra limpio y en orden, y los trabajadores mantienen limpios sus uniformes de trabajo					

El lugar se encuentra limpio y en orden, los trabajadores mantienen limpios sus uniformes de trabajo, herramientas y maquinaria.				
Existe en el departamento una política de aseo y limpieza				

TOTAL 10

Tabla 30. Estudio de aplicación 5 S Shisuke

DETALLE CHEQUEO DE ESTADO					
LUGAR	CUARTO TECNICO IRM ING				
FECHA	MARZO DE 2010				
REALIZADO POR	VICTOR H SAMPAYO				
CARGO	INGENIERO DE SERVICIO				
DESCRIPCION	Puntos				
SHISUKE	1	2	3	4	5
Existe un ambiente de trabajo sano en donde los trabajadores intentan realizar de mejor forma su trabajo					
Existen algunos procedimientos y registros que se llevan eventualmente					
Los trabajadores cumplen con los procedimientos y registros y son llevados periódicamente					
La compañía cuenta con políticas de calidad y ambiente que se encuentran impresas en un manual de calidad y gestion ambiental, y que son diligenciado por los trabajadores.					

Los trabajadores cumplen con sus compromisos que estan impresos en el manual de calidad y ambiente, y revisan y actualizan dichos compromisos periodicamente.

TOTAL 9

Tabla 31. Acciones Correctivas Estudio de Aplicación 5 S

LUGAR	CUARTO TECNICO IRM INGENIERIA DE MTTO IND LTDA
FECHA	MARZO DE 2010
REALIZADO POR	VICTOR H SAMPAYO
CARGO	INGENIERO DE SERVICIO

11	DESCRIPCION DE LAS ACCIONES CORRECTIVAS	
SEIRI	1	SE REALIZARA A FONDO UNA LIMPIEZA DEL TALLER METAL MECANICO
	2	SE UBICARAN DE FORMA INDEPENDIENTE LOS ELEMENTOS NECESARIOS Y LOS INNECESARIOS
	3	SE MARCARAN LOS ELEMENTOS INNECESARIOS PARA LUEGO SER DEPURADOS
	4	SE CLASIFICARAN LOS ELEMENTOS PARA DESECHAR
	5	SE BUSCARA UN SITIO ADECUADO PARA LOS ELEMENTOS INNECESARIOS

10	DESCRIPCION DE LAS ACCIONES CORRECTIVAS	
SEITON	1	SE REALIZARAN DEMARCACIONES DE LOS PISOS INDICANDO DONDE VA CADA COSA
	2	SE HARAN TABLEROS DE HERRAMIENTAS QUE CONTENGAN LAS FIGURAS DE CADA UNA
	3	SE COLOCARN ESTANTES MARCADOS PARA LOS MATERIALES UTILIZADOS
	4	SE CREARA UNA ZONA DELIMITANDO EL ESPACIO DE LOS ELEMENTOS INNECESARIOS
	5	SE INDICARAN LAS RUTAS DE INGRESO Y EVACUACION

8		DESCRIPCION DE LAS ACCIONES CORRECTIVAS
SEISO	1	SE ASIGNARAN HORAS ESPECIFICAS DE LIMPIEZA GENERAL DEL PUESTO DE TRABAJO
	2	SE IMPLEMENTARAN RUTINAS DE INSPECCION DE LIMPIEZA EN LOS LUGARES DE TRABAJO
	3	SE COLOCARAN AVISOS PARA INCENTIVAR LA LIMPIEZA EN LOS LUGARES DE TRABAJO
	4	SE COLOCARAN BUZONES PARA QUE LOS EMPLEADOS DEPOSITEN ALLI IDEAS DE LIMPIEZA
	5	SE PREMIARA A LA MEJOR IDEA PARA ASI LOGRAR INCENTIVAR AL GRUPO DE TRABAJO

10		DESCRIPCION DE LAS ACCIONES CORRECTIVAS
SEIKETSU	1	SE HARAN RUTINAS DE INSPECCION A LOS UNIFORMES DE TRABAJO
	2	SE IMPLEMENTARAN RUTINAS DIARIAS DE LIMPIEZA DE LOS PUESTOS DE TRABAJO
	3	SE REALIZARAN INSPECCIONES A LAS MAQUINARIAS PARA EVALUAR SU LIMPIEZA
	4	SE CREARAN POLITICA DE LIMPIEZA EN ESTA AREA DE TRABAJO
	5	SE PUBLICARAN LAS POLITICAS Y ESTAS DEBEN SER APRENDIDAS DE MEMORIA POR CADA UNO

9		DESCRIPCION DE LAS ACCIONES CORRECTIVAS
SHISUKE	1	SERAN DIVULGADOS LAS POLITICAS AMBIENTALES DE LA COMPAÑIA
	2	SE PUBLICARAN EN EL TALLER ESTA POLITICAS
	3	SE CREARAN REGISTROS PARA ARCHIVAR LAS ACTIVIDADES REALIZADAS PARA MEJORAS
	4	SE EVALUARA EL DESEMPEÑO DE LOS EMPLEADOS DE ACUERDO AL MANUAL DE CALIDAD
	5	SE REVISARAN PERIODICAMENTE LOS COMPROMISOS ANTERIORMENTE DESCRITOS

Al tabular los resultados de las inspecciones realizadas al cuarto de servicio técnico y emprender las acciones correctivas obtenemos la siguiente tabla.

Tabla 32. Resultados de la Inspección

IRM ING	OBTENIDO	META PROXIMA INSPECCION
SEIRI	11	22
SEITON	10	20
SEISO	8	16
SEIKETSU	10	20
SHISUKE	9	18
CUARTO SERVICIO TECNICO		

CONCLUSIONES

Se realizó una descripción detallada del proceso productivo de la empresa IRM INGENIERIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LTDA. y de los equipos de aire acondicionado que tiene bajo contrato de mantenimiento.

Se realizó un inventario, codificación y diagnóstico de los equipos de aire acondicionado de las empresas Polyban Internacional, Columbus Newort, y Clínica Blasdelezo, con una identificación sencilla para su implementación en el sistema de organización del mantenimiento.

Se hizo un levantamiento de las características de los equipos de producción por medio de fichas técnicas.

Se efectuó un estudio de criticidad de los equipos de aire acondicionado, para determinar los equipos que son críticos y entraran en el plan de mantenimiento preventivo.

Se establecieron las actividades básicas de mantenimiento correctivo y preventivo, indicando procedimiento, frecuencias e insumo, con sus respectivos protocolos y formatos.

Se elaboró un programa de mantenimiento preventivo para los equipos críticos de las empresas en estudio con miras a realizar un modelo general de mantenimiento productivo para aplicar a todas las empresas que contraten el servicio de mantenimiento.

Se estudio el clima organizacional de la empresa, el cual permitió analizar la factibilidad de implementar tareas de TPM, como el mantenimiento autónomo, diseño de protocolos.

El éxito del plan de mantenimiento dependerá en gran parte de la constancia y firmeza por parte de las empresas contratante y nuestro personal de mantenimiento, para ejecutar las actividades programadas y la realización de informes.

BIBLIOGRAFIA

ARCINIEGAS ALVARES. Carlos Alberto. Mantenimiento Productivo Total, Trabajo de postgrado (Especialización en Gerencia de Mantenimiento), Universidad Industrial de Santander, sucursal Cartagena. Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas, Escuelas de Ingeniería Mecánica, Bucaramanga: ACIEM, 1998.174P

DUARTE D, Ricardo. diseño e implementación del sistema de mantenimiento para la ladrillera Versalles Ramírez Hnos Ltda. Proyecto de grado, UIS Bucaramanga, 2002.

DUFFOE, Simón, Sistemas de información del Mantenimiento, Planeación y Control, España, Ed. Marcombo, 2000.

GARCIAS G, Santiago. Organización y gestión integral de mantenimiento. Madrid, Días de santos, 2003, p. 99-130.

PARRA, Carlos. Metodología de la Implantación del Mantenimiento centrado en confiabilidad en la Refinería de Amuay, Universidad de los Andes. Posgrado en ingeniería de Mantenimiento, Venezuela 1997

TARAZONA P, Pedro Nel y otro. Programa de mantenimiento preventivo para la planta de beneficio de la empresa Avidesa Mac Pollo S A Bucaramanga. Tesis de grado, UIS Bucaramanga, 2004.

[Http."//www.fisicanet.com.ar/fisica/termodinamica/ap07ciclostermicos.php](http://www.fisicanet.com.ar/fisica/termodinamica/ap07ciclostermicos.php)ANGULO O O, Pablo Antonio. Plan para Mantenimiento para la empresa De Alimentos Concentrados Itacol De Occidente Ltda. Empleando los conceptos básicos de TPM. Tesis de grado, UIS Bucaramanga, 2009.