

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica

**MEJORA DE LA PLANIFICACIÓN Y CONTROL DEL
MANTENIMIENTO DE AIRE ACONDICIONADO Y
CALEFACCIÓN DE EQUIPO PESADO EN LA
UNIDAD MINERA TOQUEPALA -SPCC
EMPRESA SELIN S.R.L.**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA
PROFESIONAL**

Presentado por:

Bach. Franklin Roy Gutierrez Catacora

Para optar Título Profesional de:

INGENIERO MECÁNICO

TACNA - PERÚ

2023

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN


Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica

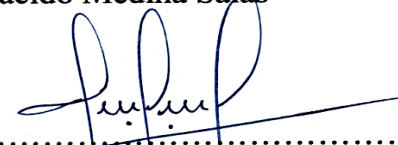
**MEJORA DE LA PLANIFICACIÓN Y CONTROL DEL
MANTENIMIENTO DE AIRE ACONDICIONADO Y
CALEFACCIÓN DE EQUIPO PESADO EN LA
UNIDAD MINERA TOQUEPALA – SPCC
EMPRESA SELIN S.R.L.**

Trabajo de suficiencia profesional sustentada y aprobada el 23 de junio del 2023,
siendo el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE:


.....
Dr. Jesús Placido Medina Salas

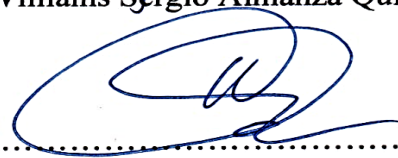
SECRETARIO:


.....
Mtro. Wilson García Mamani

VOCAL:


.....
Dr. Williams Sergio Almanza Quispe

ASESOR:


.....
Dr. Avelino Godofredo Pari Pinto

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, **AVELINO GODOFREDO PARI PINTO**, asesor del Trabajo de Suficiencia Profesional titulado "Mejora de la planificación y control del mantenimiento de aire acondicionado y calefacción de equipo pesado en la Unidad Minera Toquepala - SPCC empresa SELIN S.R.L.", desarrollada por el Bachiller Franklin Roy Gutierrez Catacora con Resolución de Facultad N° 07439 – 2022 – FAIN/UNJBG, emito el presente certificado de similitud, comprobado con el programa "TURNITIN", arrojando una similitud general de 17 % (Se adjunta los resultados)

Se expide el presente certificado para los fines de tramite académico de titulación.

Tacna, 05 de julio del 2023



A blue ink handwritten signature of Dr. Avelino Godofredo Pari Pinto, located to the right of the fingerprint.

Dr. Avelino Godofredo Pari Pinto
Asesor de Trabajo de Suficiencia Profesional

DEDICATORIA

A Dios por protegerme y guiarme en cada paso y logro de mi vida, A mi pareja de vida, mi hija, padres y hermano por su amor incondicional, sus consejos, cuidados y su dedicación en inculcarme con valores y virtudes.

A los docentes de la Escuela de Ing. Mecánica – UNJBG por su gran conocimiento y sabiduría que contribuyeron en mi formación profesional.

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por cada día de vida que me da, por acompañarme e iluminarme, por todas las bendiciones que recibí, por darme una familia maravillosa, la cual, me dio fuerza para seguir adelante y hacer de mí, una persona con principios y valores.

A mi casa de estudios

La UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN y a toda su plana docente de la Escuela de Ing. Mecánica que con sus conocimientos y experiencias han podido forjar buenos profesionales que, hoy en día, están desempeñándose en distintos cargos en el área industrial.

A mi centro laboral

A la empresa Selin S.R.L. por abrirme sus puertas y darme la oportunidad de formar parte de su prestigioso equipo de trabajo, confiar en mí como profesional y valorar mis conocimientos para poder colaborar con los metas de la empresa.

CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS	v
CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE TABLAS	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA.....	3
1.1 ANTECEDENTES	3
1.2 UBICACIÓN POLÍTICA, GEOGRÁFICA Y ACCESIBILIDAD A LA UNIDAD MINERA.....	4
1.3 ACTIVIDADES MINERAS.....	5
1.4. ACTIVIDADES DE LA EMPRESA SELIN S.R.L.	7
1.4.1 Flota de volquetes, tanques de agua y cargadores frontales ..	8
1.4.2. Flota de Equipo Auxiliar	8
1.4.3. Flota de perforadoras	9
1.4.4. Flota de palas	10
1.5. ORGANIGRAMA.....	11
1.7. JUSTIFICACIÓN	12
1.8. PROBLEMÁTICA.....	13

1.9. OBJETIVOS DEL TRABAJO de suficiencia profesional.....	14
CAPÍTULO II.....	15
MARCO TEÓRICO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL	15
2.1 PRINCIPIOS GENERALES DEL FUNCIONAMIENTO DE SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO Y CALEFACCIÓN DE EQUIPOS PESADOS	15
2.1.1. Aire acondicionado	15
2.1.2. Teorías científicas	17
2.2. SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO AUTOMOTRIZ	19
2.2.1. Control de la Temperatura	20
2.2.2. Control de la humedad	21
2.2.3. Limpieza y distribución	21
2.3. CICLO DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN DE VAPOR	22
2.3.1. Proceso de compresión de vapor	25
2.3.2. Proceso de Condensación.....	26
2.3.3. Rendimiento del ciclo Vapor-Compresión	26
2.4. DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE COMPRESORES DE AIRE ACONDICIONADO Tabla 5 <i>Procesos termodinámicos del ciclo de refrigeración</i>	28
2.5. BALANCE ENERGÉTICO DEL AIRE	29
2.5.1. Gas refrigerante	29
2.5.2. Volumen de desplazamiento de refrigerante	30
2.6. TIPOS DE REFRIGERANTES	31
2.6.1. Refrigerantes CFC.	31

2.6.2. Refrigerantes HFC	32
2.7 MANTENIMIENTO	33
2.7.1 Definición de mantenimiento	33
2.7.2. Mantenimiento correctivo	35
2.7.3. Mantenimiento Preventivo	36
2.7.4. Mantenimiento Predictivo	38
2.7.5. Mantenimiento Proactivo	39
CAPÍTULO III.....	41
DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO SISTEMA DE AIRE	
ACONDICIONADO Y CALEFACCIÓN DE LOS EQUIPOS PESADOS..	41
3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS PESADOS.....	41
3.2. PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR EL MANTENIMIENTO	
PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS A CARGO	49
3.2.1. Procedimientos de mantenimiento preventivo del sistema de	
aire acondicionado y calefacción de la flota de volquetes.....	49
3.2.2. Procedimientos de mantenimiento preventivo del sistema de	
aire acondicionado y calefacción de la flota de tractores	57
3.2.3. Procedimientos de mantenimiento preventivo del sistema de	
aire acondicionado y calefacción la flota perforadoras y palas	64
3.2.3.1. Mantenimiento de unidad de calefacción.....	64
3.2.3.2. Mantenimiento de la unidad condensadora	65
3.2.3.3. Actividades finales.....	67
CAPÍTULO IV	71

PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO PARA EL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO Y CALEFACCIÓN	71
4.1. OPERACIONES DE MANTENIMIENTO	71
4.2. DOCUMENTOS PARA PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	73
4.3. ORDEN DE TRABAJO	80
4.3.1. Órdenes de trabajo para cada equipo según su modelo	81
4.3.2. Cierre de órdenes de trabajo	99
CAPÍTULO V	120
CONTROL ESTRATÉGICO DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA AIRE ACONDICIONADO Y CALEFACCIÓN	120
5.1. Indicadores de mantenimiento.....	121
5.1.2. Indicadores de Disponibilidad	121
5.2. Indicadores de gestión de órdenes de trabajo.....	124
5.2.1. Número de O.T. generadas por cada equipo pesado.....	124
5.2.2. Índice de cumplimiento de la planificación.....	124
5.2.3. Tiempo medio de resolución de una O.T.....	124
CONCLUSIONES	130
RECOMENDACIONES	132
ANEXOS.....	136

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Taller de mantenimiento SELIN S.R.L. mina Toquepala	5
Figura 2	La primera ley de Termodinámica	18
Figura 3	Flujo de calor entre foco caliente y frío	19
Figura 4	Circuito de aire acondicionado automotriz	20
Figura 5	Ubicación de los elementos del aire	21
Figura 6	Componentes del sistema de aire acondicionado por compresión	23
Figura 7	Elementos del sistema de aire acondicionado automotriz.....	24
Figura 8	Procesos termodinámicos del ciclo de refrigeración.....	25
Figura 9	Circuito frigorífico con gas refrigerante	30
Figura 10	Nomenclatura de los refrigerantes CFC	31
Figura 11	Nomenclatura de los Refrigerantes HFC.....	32
Figura 12	Procedimientos de mantenimiento de flota de volquetes	56
Figura 13	Procedimientos de mantenimiento de flota de tractores.....	63
Figura 14	Mantenimiento de flota de palas	69
Figura 15	Mantenimiento de flota de perforadora	70
Figura 16	Hoja de Pm´S de flota de volquetes.....	75
Figura 17	Hoja de Pm´S de flota de tractores	76
Figura 18	Hoja de Pm´S de flota de perforadora Pre-Corte.....	77

Figura 19	Hoja de Pm´S de flota de perforadora estándar.....	78
Figura 20	Hoja de Pm´S de flota de palas	79
Figura 21	Orden de Trabajo	100
Figura 22	Cierre de órdenes de trabajo flota volquetes.....	101
Figura 23	Cierre de órdenes de trabajo flota tractores.....	102
Figura 24	Cierre de órdenes de trabajo flota perforadoras	103
Figura 25	Cierre de órdenes de trabajo flota palas.....	104
Figura 26	Historial del material realizado de la Tabla Excel	106
Figura 27	Control componentes para la flota de volquetes	108
Figura 28	Control componentes para la flota de volquetes.....	108
Figura 29	Control componentes para la flota de perforadoras	109
Figura 30	Control componentes para la flota de palas.....	109
Figura 31	Formato Z2 para hacer pedido flota volquete	111
Figura 32	Formato Z2 para hacer pedido flota tractores	112
Figura 33	Formato Z2 para hacer pedido flota palas y perforadoras.....	113
Figura 34	Programación de semana para flota de volquetes	115
Figura 35	Programación de semana para flota de tractores.....	116
Figura 36	Programación de semana para flota de palas.....	117
Figura 37	Programación de semana para flota de perforadoras.....	118

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Flota de volquetes	8
Tabla 2 Flota de equipo auxiliar	9
Tabla 3 Flota de perforadoras	9
Tabla 4 Flota de Palas	10
Tabla 5 Descripción de los equipos de flota de volquetes.....	42
Tabla 6 Descripción de los equipos de la flota auxiliar.....	45
Tabla 7 Descripción de los equipos de la flota perforadora.....	47
Tabla 8 Descripción de equipos de la flota de palas	48
Tabla 9 Indicadores de mantenimiento y gestión de órdenes de trabajo	125

RESUMEN

El servicio de mantenimiento de aire acondicionado y calefacción de los equipos pesados es fundamental para lograr operación segura y no afectar la paradas del equipo pesado por falla del sistema, una buena organización del área de mantenimiento de acuerdo a los parámetros del sistema de aire acondicionado y calefacción, va realizar un buen planificación de mantenimiento bajos ciertos control y parámetros que son necesarios para una buen gestión de mantenimiento, además de una eficiente supervisión. Considerando el tipo de operación realizada por las unidades de la flota; se establecen los documentos necesarios para el control, realizar el mantenimiento de los procedimientos de acuerdo a las hojas PM's, donde se orienta la inspección de cada componente del sistema y así reportar el desgaste. Los indicadores de gestión de mantenimiento a permitido ayudar a ver el avance de la mejora y también poder observar donde existen las falencias para corregirlas.

Palabras clave: Gestión, Mantenimiento, Planificación, Confiabilidad, Disponibilidad, Riesgos.

ABSTRACT

The maintenance service of air conditioning and heating of heavy equipment is essential to achieve safe operation and not affect the shutdown of heavy equipment by system failure, a good organization of the maintenance area according to the parameters of the air conditioning and heating system, will perform a good maintenance planning under certain control and parameters that are necessary for good maintenance management, in addition to an efficient supervision. Considering the type of operation performed by the fleet units, the necessary documents are established for the control and maintenance of the procedures according to the PM sheets, where the inspection is oriented. The maintenance management indicators have helped us to see the progress of the improvement and also to observe where the shortcomings exist in order to correct them.

Keywords: Management, Maintenance, Planning, Reliability, Availability, Risks.

INTRODUCCIÓN

Durante las operaciones de trabajos en tajo mina, las cabinas de los operadores de los equipos pesados, requieren tener un clima a temperaturas normales, ya que el clima de la zona de trabajo es muy variado a veces hay demasiado calor o frio.

El cliente requiere que en sus equipos pesados no fallen el sistema de aire acondicionado y calefacción así el operador pueda trabajar con normalidad evitando un posible accidente o incidente por el cambio de temperatura en la zona de trabajo.

El presente trabajo comprende desde el registro de datos técnicos de los equipos que conforman la flota, el desarrollo y la elaboración planes de mantenimiento preventivo para los tipos de equipos existentes, el control de la realización y cumplimiento de los mismos.

Asimismo, se establece el registro y control de los datos de mantenimiento necesarios para la planificación de un programa de mantenimiento semanal.

Todo lo antes mencionado se profundizará más adelante y nos permite llevar un adecuado control de los trabajos de mantenimiento programados, optimizar intervalos de mantenimiento, mejorar el rendimiento y disponibilidad de los equipos.

La base fundamental para medir el desempeño de gestión de mantenimiento está basada en los indicadores de gestión de mantenimiento tales como disponibilidad y el cumplimiento de las órdenes de trabajo para que sean estables debemos realizar una serie de documentaciones y justamente el presente trabajo contiene todos los requerimientos para lograr este objetivo.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA

1.1 ANTECEDENTES

SELIN S.R.L es una empresa dedicada a proyectos y mantenimiento electromecánico fundada en el año de 1993. Entre sus principales trabajos en el sector minero, industrial, realiza los servicios de instalación, acondicionamiento y reparación de circuitos eléctricos de cabinas de equipos pesados con calefacción y aire acondicionado, instalación de líneas troncales de tubería HDPE para el sistema de drenaje, movimientos de cables de arrastre para palas, perforadoras en tajo mina, montaje y desmontaje de subestaciones eléctricas y tendido de líneas eléctricas aéreas de meda y alta tensión.

Selin S.R.L. es una empresa que se encuentra en crecimiento y que en la actualidad cuenta con servicios en diferentes unidades mineras como (Cerro Verde, Antapaccay, Southern Perú Ilo, Cuajone y Toquepala) brindando servicios con todos los parámetros de calidad en el área de mecánica, electricidad y electrónica. Teniendo su oficina principal en la Av. Industrial 121 Apima, Paucarpata, departamento de Arequipa.

1.2 UBICACIÓN POLÍTICA, GEOGRÁFICA Y ACCESIBILIDAD A LA UNIDAD MINERA

La empresa SELIN S.R.L. brinda los servicios de mantenimiento de aire acondicionado y calefacción de los equipos pesados para la unidad minera de Southern Perú – Toquepala.

Esta unidad minera inicia sus operaciones en el año 1956. Se encuentra ubicada en la región de Tacna, provincia de Jorge Basadre, distrito de Ilabaya.

Geográficamente, está ubicado en el sur del Perú con altitudes de 2600 a 3600 msnm en el departamento de Tacna, provincia de Jorge Basadre distrito Ilabaya Latitud: -17.301221 Longitud: -70.648858.

El acceso a la mina es por vía terrestre en Tacna, empleándose aproximadamente 3 horas para llegar al campamento minero.

Figura 1

Taller de mantenimiento SELIN S.R.L. mina Toquepala



1.3 ACTIVIDADES MINERAS

La principal actividad realizada por la unidad minera SOUTHERN COOPER, comprende la extracción, molienda y flotación de mineral de cobre para producir concentrados de cobre y de molibdeno; la fundición de concentrados de cobre para producir ánodos de cobre; y la refinación de ánodos de cobre para producir cátodos de cobre. Como parte de este proceso de producción producimos cantidades significativas de concentrados de molibdeno y plata refinada. También produce cobre

refinado usando tecnología de extracción por solventes y electrodeposición (LESDE).

Se emplea métodos de extracción y procesamiento modernos, incluyendo sistemas de posicionamiento global y operaciones computarizadas. Las operaciones tienen un alto nivel de integración vertical que permite administrar todo el proceso de producción, desde la extracción del mineral hasta la producción de cobre refinado y otros productos.

- Exploración, donde el área de geología mina se encarga de localizar los lugares con alta ley de mineral para la explotación. Para esta actividad es necesario el uso de Perforadoras para las muestras requeridas.
- Perforación y voladura, una vez identificado los polígonos a explotar, se perfora puntos (taladros) a cierta distancia que forman una malla de perforación, una vez terminado esta malla se procede a realizar la voladura. Para esta actividad se cuenta con 17 perforadoras.
- Para cargar el mineral se utilizan palas y cargadores frontales. Se cuenta con 9 palas y 2 cargadores para el recojo del mineral.

- Transporte, el mineral o desmonte, son transportados a diferentes destinos según se disponga. Para esta actividad se requiere una flota de 80 volquetes de marca Caterpillar y Komatsu.
- Para realizar el regado diario para que el polvo no se levante se cuenta con 5 Tanques de agua de marca Caterpillar y Komatsu.
- Para realizar trabajos auxiliares se tiene una flota de tractores, excavadora, motoniveladora, cargadores frontales.

1.4. ACTIVIDADES DE LA EMPRESA SELIN S.R.L.

La empresa SELIN S.R.L. realiza los servicios de movimientos de cables, drenaje y labores auxiliares, mantenimiento de cabinas de equipos mineros, mantenimiento y reparación de cables eléctricos de arrastre para palas y perforadoras, mantenimiento preventivo de equipos eléctricos en concentradora y el mantenimiento de aire acondicionado y calefacción de los equipos pesados.

La empresa SELIN S.R.L. tiene a su cargo 120 equipos pesados y los podemos clasificar en 4 grupos:

1.4.1 Flota de volquetes, tanques de agua y cargadores frontales

Compuesta por volquetes, cargadores frontales y tanques de agua, como se puede apreciar en la Tabla 1. Todos los equipos son de marca CATERPILLAR y KOMATSU

Tabla 1
Flota de volquetes

ITEM	FLOTA	TOTAL
01	VOLQUETES	60
02	CAMION CISTERNA	5
03	CARGADORES FRONTALES	2
	TOTAL	67

1.4.2. Flota de Equipo Auxiliar

Compuesta por Tractores de orugas, Tractores sobre ruedas, Excavadora de oruga, Motoniveladora, como se puede apreciar en la Tabla 2. Todos los equipos son marca CATERPILLAR y KOMATSU.

Tabla 2*Flota de equipo auxiliar*

ITEM	FLOTA	TOTAL
01	TRACTOR SOBRE ORUGA	8
02	TRACTOR SOBRE RUEDAS	17
03	EXCAVADORA SOBRE ORUGA	3
04	MOTONIVELADORA	1
05	CARGADOR FRONTAL	6
	TOTAL	32

1.4.3. Flota de perforadoras

Compuesta por perforadoras de medio corte y alto corte de marca P&h, BUCYRUS y SANDWINK. Ver siguiente Tabla

Tabla 3*Flota de perforadoras*

ITEM	FLOTA	TOTAL
01	PERFORADORA MEDIO CORTE	04
02	PERFORADORA ALTO CORTE	13
	TOTAL	17

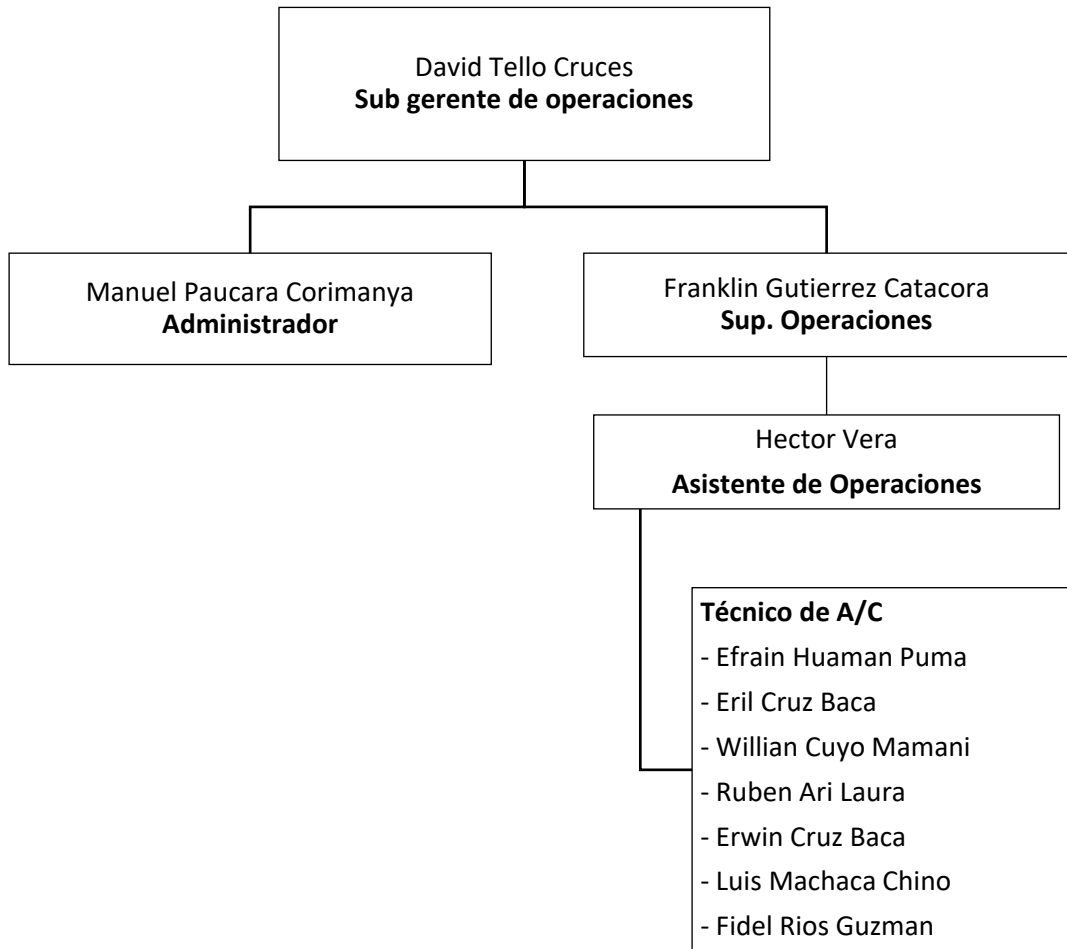
1.4.4. Flota de palas

Compuesta por palas eléctricas de cable de marcas P&H, BUCYRUOS, tal como se observa en la siguiente Tabla.

Tabla 4
Flota de Palas

ITEM	FLOTA	TOTAL
01	PALAS ELÉCTRICAS DE CABLE	9
TOTAL		9

1.5. ORGANIGRAMA



1.7. JUSTIFICACIÓN

En la unidad minera SOUTHERN COOPER, los equipos que se utilizan tienen diversos trabajos diarios programados. Para la ejecución de estos trabajos el cliente exige una disponibilidad y confiabilidad aceptable de los equipos en el sistema de aire acondicionado y calefacción en la cabina del operador.

Por lo que, las unidades que conforman la flota de equipos deben encontrarse operativas el **sistema de aire acondicionado y calefacción**, sin que lleguen a presentar fallas que causen paralizaciones imprevistas, para que el operador del equipo pesado no haga paradas al realizar su trabajo, ya que los equipos se encuentran trabajando en lugares donde el clima varía de acuerdo a la estación puede ser a temperaturas muy bajas o muy altas.

Para la ejecución del mantenimiento del sistema de aire acondicionado y calefacción de los equipos pesados, se espera lograr que no existan fallas sobre el sistema de aire acondicionado para tener una disponibilidad de equipos mayor del 80 %.

1.8. PROBLEMÁTICA

- Se encontró un área de mantenimiento con un alto porcentaje de mantenimiento correctivo vs. mantenimiento preventivo. Esto debido a que no se detectaba todas las fallas cuando se para un equipo.
- No había un control de Programa de cambio de componentes por tiempo de trabajo (PCR).
- No se realizaba un control de componentes mayores por horas adecuado, a fin de cambiarlos a tiempo.
- Tampoco se contaba con un programa de registros de las órdenes de trabajos de mantenimiento que sea fácil de ingresar.
- No existían formatos de inspección según tipo de equipos, por lo que, no se efectuaba una inspección diaria.
- No se realizaba un seguimiento de repuestos de componentes en pedido para realizar el cambio.
- No existía una implementación de seguridad, como los procedimientos de mantenimiento (PETS).
- No se contaba con los manuales de los equipos pesados originales.

1.9. OBJETIVOS DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

- a) Implementar una planificación y control que permita el mantenimiento del sistema de aire acondicionado y calefacción (Órdenes de trabajo, reemplazo planeado de componentes, programación semanal de trabajos).
- b) Desarrollar formatos, registros y una base de datos fácil de manejar para el reporte de fallas y control de las órdenes de trabajos del taller de mantenimiento (Historial).
- c) Mejorar la disponibilidad de los equipos mayor al 80% y minimizar los mantenimientos correctivos.
- d) Elaborar hojas de PM's que detallen los trabajos de mantenimientos a realizar para cada equipo pesado en su sistema de aire acondicionado y calefacción.
- e) Elaborar toda la documentación de seguridad de acuerdo a la normativa vigente. (PETS, Iperc base, inspecciones y estándares de trabajo)

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA
PROFESIONAL

2.1 PRINCIPIOS GENERALES DEL FUNCIONAMIENTO DE SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO Y CALEFACCIÓN DE EQUIPOS PESADOS

2.1.1. Aire acondicionado

El mecanismo de aire acondicionado entra en actividad por principio de transmisión de calidez; las materias que actúan son de opuesta hipertermia ubicando cerca una de la otra, el calor en el cuerpo más caliente se abonara a la más fría. El fervor patente es una eficacia en forma de temperatura para la variación de estado, es peculiar y característico de todo componente, y se expresa en J/k.

El fervor patente puede ser de asociación y de pulverización. Un mecanismo de aire preparado es una terminología global para un sistema que alimenta el aire dentro de un espacio fijado a una determinada temperatura y humedad saludable, para lograr esta unidad de aire tratado debe comprender de un calefactor, un enfriador, un control de humedad y un ventilador (Hernández, 2011).

El enfriamiento se conceptualiza como un proceso con el cuál su única finalidad es erradicar el calor de un lugar determinado y expulsarlo donde su importancia es escasa. Como claro ejemplo tenemos al sistema de aire acondicionado doméstico, cuyo principio de funcionamiento guarda relación como el de una nevera de uso doméstico.

El aire acondicionado es una forma de control medio ambiental. Se refiere al control de la temperatura, humedad, limpieza, y circulación de aire. En un sentido amplio, una unidad de calefacción es más un acondicionador de aire que una unidad de enfriado. El término “aire acondicionado” se utiliza comúnmente para identificar una unidad de enfriado de aire.

No existe un proceso para producir frío, sólo existe la eliminación de calor. El calor siempre es atraído hacia objetos fríos. Este principio es la base de la operación de una unidad de enfriado. Siempre que un objeto tiene una temperatura inferior a la de otro, se producirá esta transferencia de calor.

La temperatura es la medición de la intensidad de calor en grados. El dispositivo más común para medir la temperatura es el termómetro. Todos los líquidos tienen un punto en el que se transforman en vapor. El agua hirviendo es el ejemplo más común de calor transformado en vapor.

La ebullición es una forma rápida de evaporación. El vapor es mucho más caliente que el agua hirviendo.

El agua no aumentará de temperatura una vez que ha hervido. La energía calórica se usa en el proceso de evaporación. El punto de ebullición de un líquido se ve directamente afectado por la presión. Al cambiar de presión, podemos controlar el punto de ebullición y la temperatura a la que se condensará el vapor. Cuando un líquido es calentado y se evapora, el gas absorberá calor sin cambiar de presión.

Al invertir el proceso, cuando se saca el calor del vapor de agua, volverá al estado líquido. El calor del aire es atraído a un objeto más frío. Por lo general, la humedad en el aire enfriado se condensará en el objeto más frío.

2.1.2. Teorías científicas

Leyes de Termodinámica

“Esta ley de termodinámica generaliza la preservación de la energía que abarca los probables cambios en la fuerza interna”

$$\Delta U = U_f - U_i = Q - W \quad [1]$$

Tenemos:

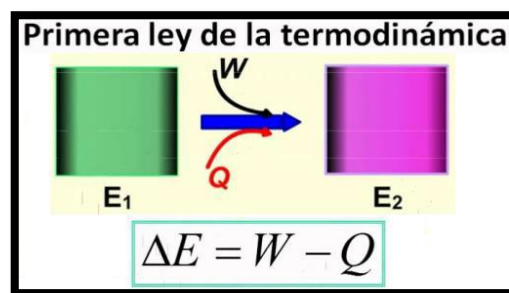
ΔU : Variación de fuerza interna.

Q: Calor entregado u obtenido.

W: Trabajo efectuado

El calor (Q) es positivo si gana y negativo si se quita fevor al sistema y el trabajo (W) es positivo cuando el sistema ejecuta labor, y negativo cuando se genera una actividad dentro del sistema

Figura 2
La primera ley de Termodinámica



Nota: Tomado de Fayres, 2014.

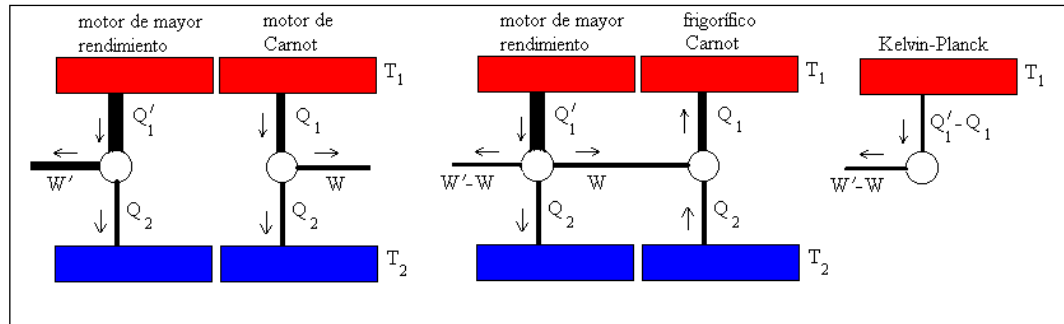
La segunda ley de Termodinámica

“El calor jamás se conduce involuntario de una materia fría a una materia caliente” (Fayres, 2014).

“Es imposible construir un mecanismo térmico que, trabajando un ciclo, no genere una secuela que alimenta la fuerza caliente de un acumulador y efectuar el mismo nivel de actividad” (Fayres, 2014).

Figura 3

Flujo de calor entre foco caliente y frío

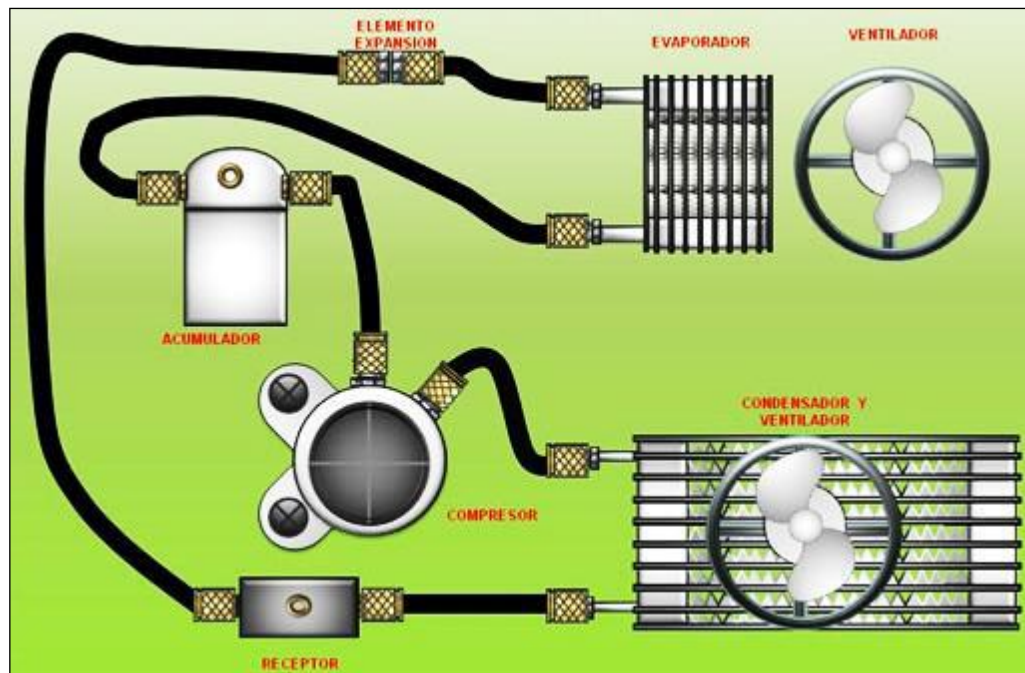


Nota: Tomado de Fayres, 2014.

2.2. SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO AUTOMOTRIZ

“El acondicionamiento de aire automotriz consiste en regular las condiciones del aire en cuanto a temperatura (refrigeración), humedad y limpieza, dentro del salón del vehículo automotriz, que da sensación de confort al pasajero” (Castillo, 2014).

Figura 4
Circuito de aire acondicionado automotriz



Nota: Tomado de Castillo, 2014.

2.2.1. Control de la Temperatura

El calor es una forma de energía relacionada directamente con la vibración molecular. Cuando calentamos una sustancia, sus moléculas se mueven rápidamente, generando así una energía: el calor. Si la enfriamos, el movimiento molecular se detiene, bajando así la temperatura (Castillo, 2014).

2.2.2. Control de la humedad

La humedad, se refiere a la cantidad de agua contenida en el aire y se registra por sensaciones de humedad. Este concepto está directamente relacionado con la sensación de confort. El aire ambiente se controla para mantener la humedad relativa preestablecida mediante la humidificación o deshumidificación del aire ambiente (Castillo, 2014).

2.2.3. Limpieza y distribución

Para obtener el confort deseado, es necesario que el aire sea distribuido y circule uniformemente por todo el recinto.

“La eliminación de las partículas de polvo es fundamental para la salud. Conseguir un adecuado filtraje de aire es una labor básica de un equipo de aire acondicionado” (Castillo, 2014).

Figura 5

Ubicación de los elementos del aire



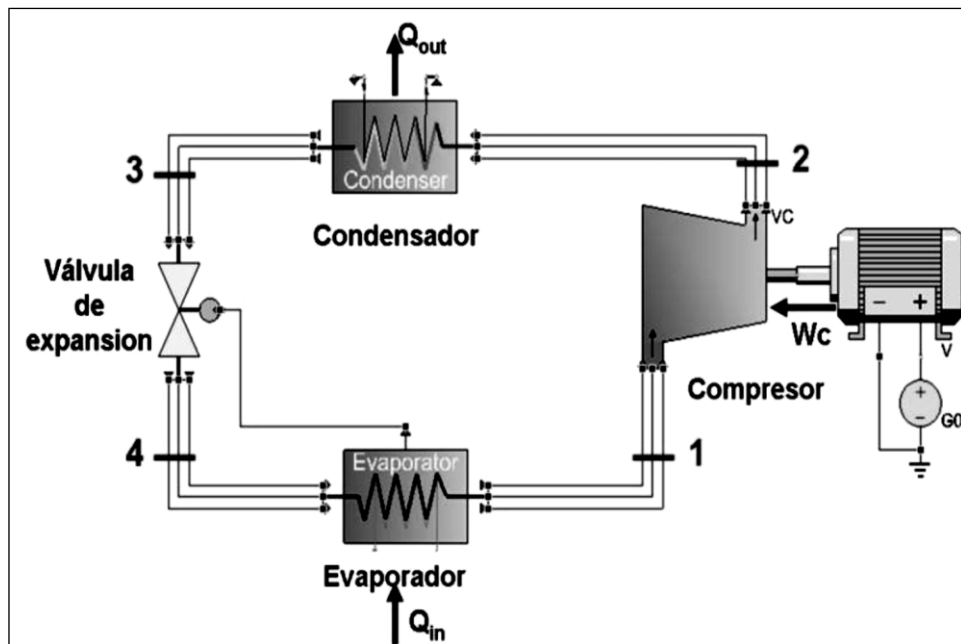
Nota: Tomado de Castillo, 2009.

2.3. CICLO DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN DE VAPOR

“En el ciclo de refrigeración circula un refrigerante que pasa por diversos estados o condiciones, cada uno de estos cambios se denomina procesos, en el cual, el líquido refrigerante intercambia energía con el ambiente externo” (Diaz, 2015).

La condensación, en la cual, el vapor fluye por la línea de descarga hacia el condensador donde evacúa calor hacia el aire relativamente frío que el ventilador del condensador hace circular a través del condensador. Cuando el vapor caliente evacua calor hacia el aire más frío, su temperatura se reduce a la nueva temperatura de saturación que corresponde a la nueva presión y el vapor se condensa, volviendo al estado líquido. Antes de que el refrigerante alcance el fondo del condensador se condensa todo el vapor y luego se sub enfría (Diaz, 2015).

Figura 6
Componentes del sistema de aire acondicionado por compresión

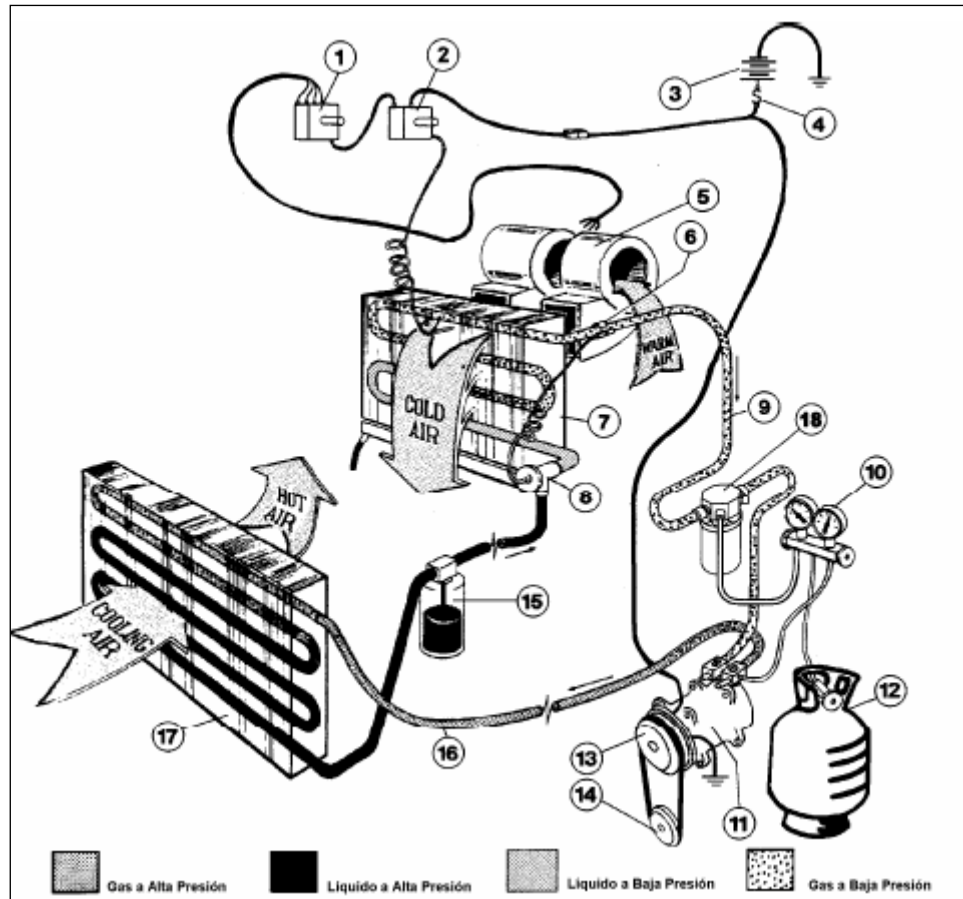


Nota: Tomado de Castaño, 2010.

En la Figura 5, se observa de manera esquemática el proceso de refrigeración por compresión de vapor, empieza con el compresor que comprime el vapor del refrigerante desde el estado termodinámico 1 al 2, este compresor es accionado por un motor eléctrico, luego el vapor comprimido a alta presión ingresa en el condensador, en donde cede energía al medio; inmediatamente después el vapor ingresa hacia una válvula de expansión en donde se libera la presión, para finalmente ingresar al evaporador, que es ahí donde intercambia energía con el medio a enfriar (Díaz, 2015).

Figura 7

Elementos del sistema de aire acondicionado automotriz



- | | | |
|-----------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| 1. Interruptor del Soplador | 7. Evaporador | 13. Embrague Magnético |
| 2. Interruptor Termostático | 8. Válvula de Expansión | 14. Polea de Mando del Compresor |
| 3. Suministro de Batería | 9. Línea de Succión | 15. Receptor/Secador |
| 4. Disyuntor | 10. Medidores de Prueba y Múltiple | 16. Línea de Descarga |
| 5. Soplador | 11. Compresor | 17. Condensador |
| 6. Sensor de Temperatura | 12. Recipiente de Refrigerante | 18. Acumulador |

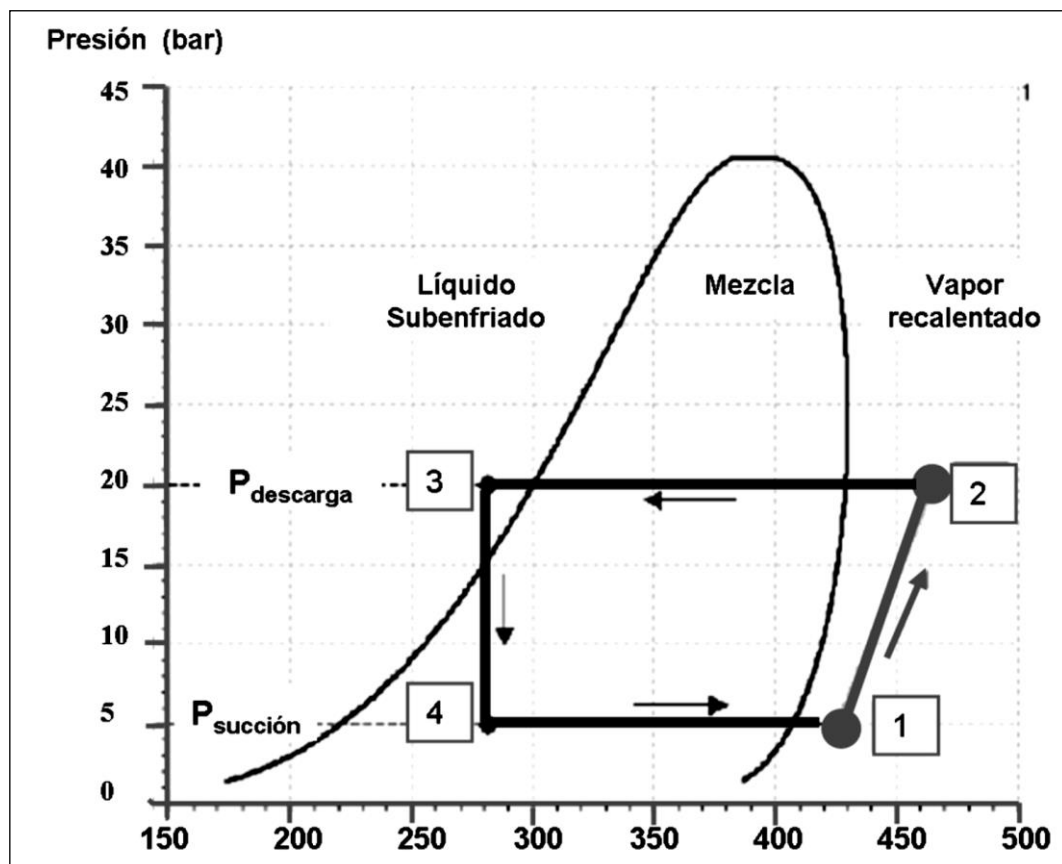
Nota: Tomado del Manual Mantenimiento Aire Acondicionado.

2.3.1. Proceso de compresión de vapor

“El punto 1 establece que el refrigerante deja el evaporador e inmediatamente es comprimido a una presión y temperatura relativamente alta. Es por ello que el compresor tiene dos funciones dentro del ciclo de refrigeración: extraer los vapores de baja presión generados en el evaporador” (Castaño, 2010).

Figura 8

Procesos termodinámicos del ciclo de refrigeración



Nota: Tomado de Castaño, 2010.

2.3.2. Proceso de Condensación

“La condensación es el proceso realizado en un intercambiador de calor denominado condensador correspondiente a los puntos 2-3 de la figura, esto significa que, al pasar el fluido refrigerante a través del condensador, el refrigerante es condensado” (Castaño, 2010).

2.3.3. Rendimiento del ciclo Vapor-Compresión

“El propósito de la máquina de refrigeración A/C consiste en la remoción de calor del interior de la cabina, mientras el trabajo para realizar dicho proceso sea el mínimo posible. Una medida de la eficiencia energética del sistema general es el COP (Diaz, 2015).

$$COP = \frac{\dot{Q}_{in}}{\dot{W}_c} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} \quad [2]$$

Donde:

COP: Coeficiente de performance

Q: Flujo de Calor que ingresa al sistema

Wc: Trabajo realizado por el compresor

h: Entalpías en cada estado termodinámico

“La eficiencia isentrópica es usada para computar el incremento de entalpía a través del Compresor, y relaciona las entalpías antes y después del compresor, la teórica y la real” (Castaño, 2010).

$$\eta_{is} = \frac{h_2' - h_1}{h_2 - h_1} \quad [3]$$

Donde:

η_{is} corresponde a la eficiencia isentrópica

h_2' es la entalpía específica de descarga isentrópica

h_1 es la entalpía específica de succión, y

h_2 es la entalpía específica de descarga.

2.4. DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE COMPRESORES DE AIRE ACONDICIONADO

Tabla 5 *Procesos termodinámicos del ciclo de refrigeración*

TIPO DE COMPRESOR	CARACTERÍSTICAS REPRESENTATIVOS	
	DESCRIPCIÓN	VENTAJAS
Alternativos con pistones y cigüeñal	De uno a tres cilindros y pistones de aluminio con uno o dos aros, bielas de aluminio o acero, cigüeñal de acero sobre cojinetes de bronce, bolas o agujas.	Ampliamente establecido y más antiguo. Mayor fiabilidad, alto rendimiento y menor absorción de potencia.
Rotativos de paletas	Pueden ser cilíndricos u ovalados con rotor excéntrico de dos a cinco paletas o tres o cuatro paletas respectivamente. El rotor tiene ranuras longitudinales inclinadas donde va alojada las paletas. Al girar el rotor, las paletas por la fuerza centrífuga tienden a salir del mismo y se produce el contacto con el interior de cilindro efectuándose el barrido del gas comprimiéndolo.	Buen rendimiento a velocidades medias y altas debido a que las paletas barren perfectamente por la parte frontal. Sin embargo, en los laterales presentan deficiencia al presentarse escape del gas comprimido.
Rotativos sistema wankel	Formado por un rotor semi triangular movido por un cigüeñal excéntrico y en una doble cámara. Dispone de dos lumbreras de admisión y dos válvulas de descarga situadas en el lateral del compresor	Alto rendimiento volumétrico para giros de hasta 12.000 r.p.m.
Compresores de espiral Compresores radiales	Es un tipo rotativo sin paletas, utiliza un sistema de espirales fija y móvil. Lanzado al mercado en 1975. Actualmente en estudio y desarrollo los turbos compresores, los de membrana magnética y los de pistones electromecánicos	Silencioso y prometedor Usado durante años con buen resultado y rendimiento. La desventaja radica en su peso
Compresor de cilindrada fija	Compuestos por cinco o siete pistones donde el ángulo del plano oscilante define el desplazamiento de los pistones. Asimismo, la variación del palto oscilante es impuesta por la rotación en el eje del compresor	Diseñado para trabajar a máxima capacidad o equivalente a condiciones climáticas de verano donde por lo general está en marcha. El COP empeora debido a que el flujo masico refrigerante es mayor
Compresor axial de cilindrada variable	Sus pistones pueden acelerar una cilindrada variable entre el 6% y 100% de su cilindrada. Estos tienen los pistones listos en un plato-leva de ángulo variable, el cual varía su ángulo de giro según la presión de retorno del gas variando entre el 1,5° y 24°. Corresponde a un compresor controlado internamente a través de una válvula automática llamada <i>Mass Flow Compensated Valve (MFCV)</i> que controla la presión de evaporación; teniendo en cuenta la presión de descarga del compresor se activa las posiciones del plato-leva	Este compresor no se ve expuesto al golpe de entrada, o sea al retorno de gas en fase líquida al compresor, causante de los gripamientos

Nota: Adaptado de Castaño, 2010.

2.5. BALANCE ENERGÉTICO DEL AIRE

“La potencia cedida por el aire o potencia frigorífica del circuito, Q_{evap} , se puede descomponer en un término correspondiente a la potencia de refrigeración y otro debido a la potencia de condensación” (DIAZ, 2015)

$$Q_{evap} = \dot{m}_a \cdot C_{p_a} \cdot (T_i - T_f) + \dot{m}_a \cdot L \cdot (Ha_i - Ha_f) \quad [4]$$

Donde:

\dot{M}_a : Caudal másico del aire que atraviesa el evaporador en kg/s

C_{p_a} : Calor específico del aire, en J/kg °C

T_i : Temperatura a la entrada del haz del tubo del intercambiador °C

T_f : Temperatura a la salida del haz del tubo del intercambiador °C

Ha_i : Humedad absoluta del aire a la entrada del intercambiado, en kg de agua por kg de aire seco.

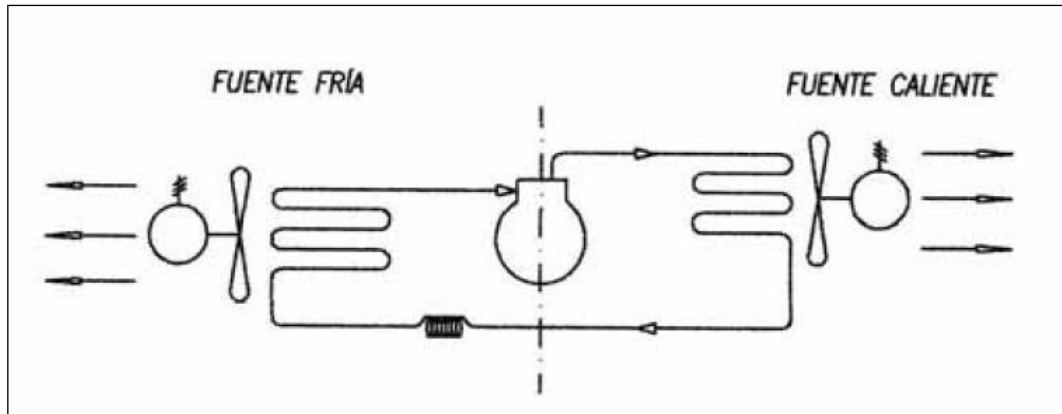
Ha_f . Humedad absoluta del aire a la salida del intercambiado, en kg de agua por kg de aire seco.

L : Calor latente de evaporación del agua, en J/kg

2.5.1. Gas refrigerante

Es un fluido frigorífico cuya misión es impregnar calor en la fuente fría a baja presión y temperatura, para concederlo a la fuente caliente a alta presión y temperatura. Todo ello cambia de estado de líquido a vapor y viceversa (Villanueva, 2004).

Figura 9
Circuito frigorífico con gas refrigerante



Nota: Tomado de Villanueva, 2004.

2.5.2. Volumen de desplazamiento de refrigerante

El volumen de deslizamiento del refrigerante es el que debe circular en m^3/h por el circuito para obtener la potencia frigorífica esperada bajo las condiciones previstas de temperatura de evaporación y condensación. (Villanueva, 2004).

Para un determinado refrigerante se debe hacer circular más kilos por hora cuando mayor sea la potencia frigorífica deseada, de esto se comprime fácilmente que el compresor disponible en nuestro sistema ha de ser capaz de transportar dicho volumen de refrigerante. A mayor volumen de deslizamiento, mayor potencia del compresor (Villanueva, 2004).

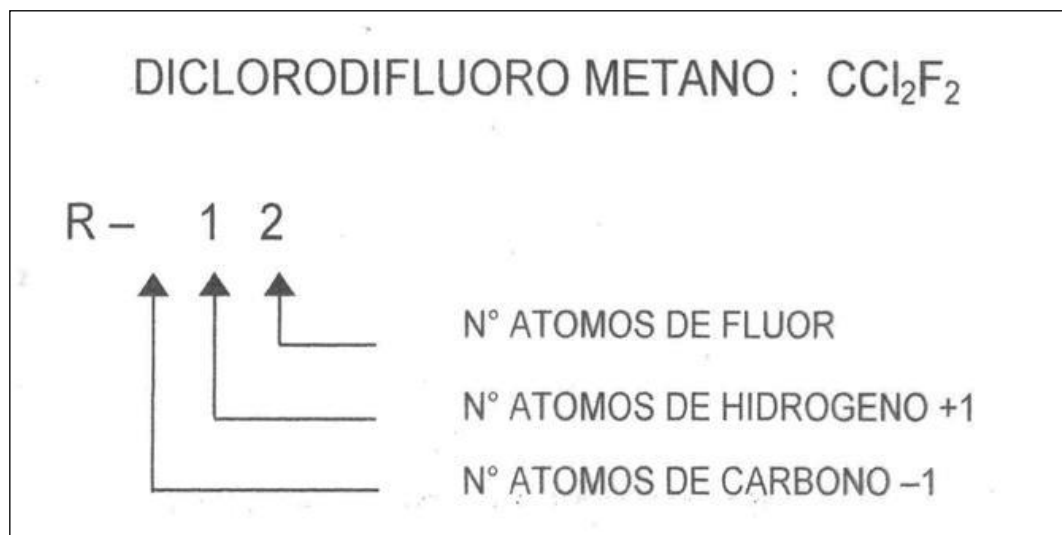
2.6. TIPOS DE REFRIGERANTES

2.6.1. Refrigerantes CFC.

Son los refrigerantes que contienen cloro (2 átomos), flúor y 1 carbono en su molécula, distinguidos también como clorofluorcarbonados, fueron negados, tanto su venta como su uso el 1 de octubre de 2000 por el reglamento europeo (CE) n° 2037/2000, por ser sustancia que agota la capa de ozono. Entre los cuales, está el refrigerante diclorodifluorometano (R-12), refrigerante utilizado para aire acondicionado automotriz (Villanueva, 2004).

Figura 10

Nomenclatura de los refrigerantes CFC



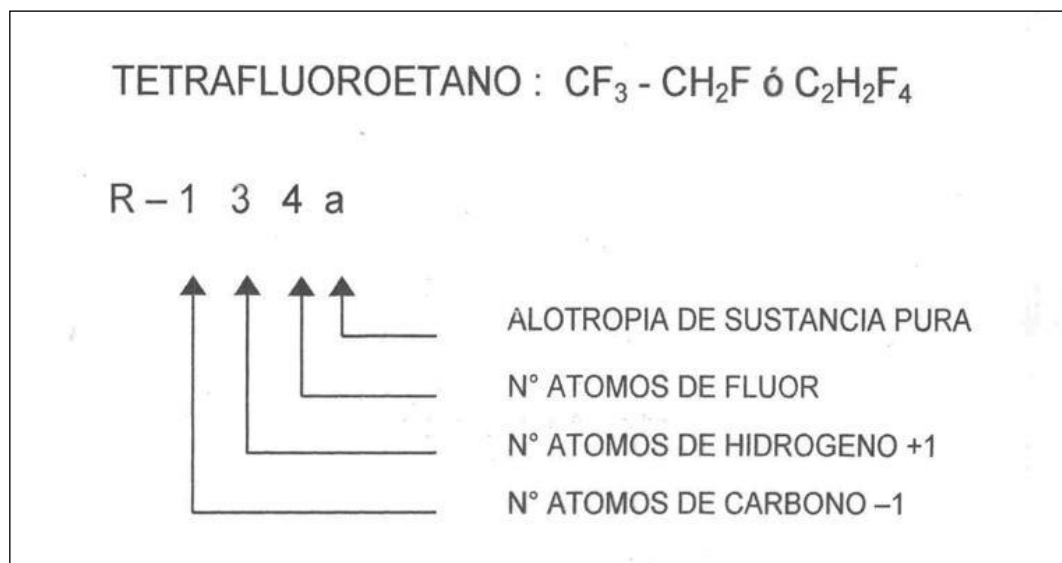
Nota: Tomado de Villanueva, 2004.

2.6.2. Refrigerantes HFC

Son los refrigerantes que no contienen cloro y que contienen hidrógeno, flúor y carbono en sus moléculas, designados, por lo tanto, hidrofluorocarbonados. Su ODP es cero. Son sustancias que no lastiman en absoluto la capa de ozono, en los cuales tenemos al refrigerante tetrafluoroetano (R-134a) usado en aire acondicionado automotriz y comercial (Villanueva, 2004).

Figura 11

Nomenclatura de los Refrigerantes HFC



Nota: Tomado de Villanueva, 2004.

2.7 MANTENIMIENTO

Existen cuatro tipos reconocidos de operaciones de mantenimiento, los cuales están en función del momento en el tiempo en que se realizan, el objetivo particular para el cual son puestos en marcha, y en función a los recursos utilizados, así tenemos:

2.7.1 Definición de mantenimiento

García (2012) manifiesta que el mantenimiento está vinculada actividad de procesos para mantener los motores, equipos, en instalaciones de plantas durante la prestación durante un mayor tiempo buscando un mejor rendimiento en la operación de la planta si tener pérdidas de paradas.

Garrido (2003) se basa en los principios de cada persona que se encuentra dentro de una organización o con elementos que se utilizan para mejorar el mantenimiento estos son:

Se busca el liderazgo de trabajo de los obreros, empleados y funcionarios, que tienen un buen compromiso de responsabilidad buscando la seguridad del ambiente, se encuentran laborando sus habilidad y desarrollo de conocimiento y conjunto de técnicas establecidas para cada mantenimiento destinado a conserva instalaciones y equipos que están relacionadas al servicio que se brinda para cada área. Para una mayor

duración de tiempo en su rendimiento obteniendo una alta disponibilidad de equipos en las áreas.

Juan (2010) indica que el propósito de realizar una gestión de mantenimiento para lograr los recursos durante la producción con medios de eficacia, reduciendo los costos teniendo un máximo grado de seguridad con el personal, para minimizar contaminación del moderado ecosistema buscar que todos los puestos se incluyan para que sea integral.

Objetivos del mantenimiento

Fundamentos y objetivos del mantenimiento

Es mantener y gestionar los equipos que están disposición en una planta a cargo del personal de trabajo esto conlleva a tener un departamento de mantenimiento para gestionar las averías y prevenir fallas futuras y además se tienen los siguientes objetivos determinar la disponibilidad de acuerdo a los siguientes criterios:

- Determinar la fiabilidad y efectuar de acuerdo al valor
- Determinar la disponibilidad de acuerdo al valor asignado
- Mantener la instalación en óptimas condiciones y sus conjuntos que alarga la vida útil de la planta.

- Ajustarse a la cantidad de dinero asignados para mejorar los equipos y las instalaciones de acuerdo al área de mantenimiento.

2.7.2. Mantenimiento correctivo

Denominado también "mantenimiento reactivo", tiene lugar luego que ocurre una falla o avería, es decir, solo actuará cuando se presenta un error 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 medidas de corrección de errores. Este mantenimiento trae consigo las siguientes consecuencias:

- a) Paradas no previstas en el proceso productivo, disminuyendo las horas operativas.
- b) Afecta las cadenas productivas, es decir, que los ciclos productivos posteriores se verán parados a la espera de la corrección de la etapa anterior.
- c) Presenta costos por reparación y repuestos no presupuestados, por lo que se dará el caso que 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.

Rodolfo (2009) afirma: definimos el mantenimiento correctivo donde es detectado la falla y se realiza la parada del equipo dando origen a la corrección donde se ha presentado el problema, en lo frecuente, se realizan reparaciones cada vez que falla la máquina, generando mayor gasto a la empresa por parada de producción y repuestos, material horas hombres. Mantenimiento combinado de RCM y TPM.

2.7.3. Mantenimiento Preventivo

Juan (2010) señala que el mantenimiento preventivo previene la conservación de los mecanismos o infraestructuras mediante inspecciones y mantenimientos preventivos garantiza un buen funcionamiento y fiabilidad, esto se da, por el buen funcionamiento de los equipos en las condiciones como se encuentran, por lo que, a veces requiere de mantenimiento correctivo para reparar y cambiar piezas ya que deja de funcionar por estar desgastados o dañados.

Juan (2010) dice que, evitar los desgastes prematuros se conoce como mantenimiento preventivo que puede ser por periodos directos de las actividades cuando están controladas por el tiempo que presenta sus indicadores de cada máquina. Esto tiene relación con la confiabilidad de cada equipo considerándolas instalaciones, etc.

Pérez (2017) precisa que, el fundamento de mantenimiento preventivo es mantener y prevenir problemas futuros que se puedan presentar el autor considera que el departamento tiene objetivos que se deben de aplicar en su trabajo cumpliendo con la disponibilidad, confiabilidad, para asegurar la vida útil del equipo y la infraestructura de acuerdo al presupuesto económico.

Este tipo de mantenimiento en la mayor parte de las empresas industriales se aplica, ya que si bien, está dentro del mantenimiento programado sus efectos que suman en obtención del producto siendo eficiente.

Garrido (2003) afirma que, definimos el mantenimiento preventivo como acciones repetidas en actividades que se realizan de acuerdo a una programación determinada que busca establecer una norma para eliminar las posibles fallas pequeñas que ocasionan desperfectos además se aplica sin importar el estado en que se encuentre el equipo operativo.

Gutierrez (2009) señala que, se lleva a cabo mediante una serie de técnicas en la que se debe de desmontar lo necesario de la máquina donde se observar su estado visual de las partes retiradas. Además, se realizan las pruebas que nos lleven al criterio tomar decisiones para reparar o

cambiar elementos que van presentar fallas en determinado tiempo que no se previsto por el manual de reparación.

2.7.4. Mantenimiento Predictivo

Consiste en determinar en todo instante la condición técnica (mecánica y eléctrica) real de la máquina 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 la aplicaciones de algoritmos matemáticos agregados a las operaciones de diagnóstico, que juntos pueden brindar información referente 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, en instrumentos, y en contratación de personal calificado. Técnicas utilizadas para la estimación del mantenimiento predictivo:

- a) Analizadores de Fourier (para análisis de vibraciones)
- b) Endoscopia (para poder ver lugares ocultos)
- c) Ensayos no destructivos (a través de líquidos penetrantes, ultrasonido, radiografías, partículas magnéticas, entre otros)

- d) Termovisión (detección de condiciones a través del calor desplegado)
- e) Medición de parámetros de operación (viscosidad, voltaje, corriente, potencia, presión, temperatura, etc.)

2.7.5. Mantenimiento Proactivo

Es una táctica adiestrada principalmente para localización de fallas para su corrección de acuerdo a los problemas que han generado en el deterioro de la máquina, se busca encontrar el origen donde generan el problema, una vez encontrado, ya no se debe admitir el funcionamiento de la máquina y resolver la falla que presenta el mecanismo. La táctica proactiva impide excesos de costos en el área y renovación de máquina.

Este mantenimiento tiene como fundamento los principios de solidaridad, colaboración, iniciativa propia, sensibilización, trabajo en equipo, de modo tal que, todos 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 conscientes de las actividades que se llevan a cabo para desarrollar las labores de mantenimiento. Cada individuo desde su cargo o función dentro de la organización, actuará de acuerdo a este cargo,

asumiendo un rol en las operaciones de mantenimiento, bajo la premisa de que se debe atender las prioridades del mantenimiento en forma oportuna y eficiente. El mantenimiento proactivo 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.

CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO Y CALEFACCIÓN DE LOS EQUIPOS PESADOS

3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS PESADOS

En el servicio de aire acondicionado y calefacción tenemos equipos que su compresor funciona con el motor de combustión del equipo y otros equipos que funcionan a electricidad directa.

Contamos con equipos pesados flota de volquetes, auxiliar, perforadoras y palas.

Se adjunta la tabla de descripción de equipos que están a cargo del servicio de aire acondicionado y calefacción

Tabla 5*Descripción de los equipos de flota de volquetes*

ITEM	CÓDIGO MINA	GRUPO	EQUIPO	MARCA	MODELO
1	TOWHAUL	EQUIPO PESADO	TRACTO CON CAMA BAJA GIGANTE	CATERPILLAR	793-C
2	VQT06	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	CATERPILLAR	793-D
3	VQT07	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	CATERPILLAR	793-D
4	VQT08	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	CATERPILLAR	793-D
5	VQT09	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	CATERPILLAR	793-D
6	VQT10	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	KOMATSU	930 E-1
7	VQT11	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	KOMATSU	931 E-1
8	VQT12	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	KOMATSU	932 E-1
9	VQT14	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	KOMATSU	930 E-3
10	VQT15	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	KOMATSU	931 E-3
11	VQT16	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	KOMATSU	932 E-3
12	VQT17	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	KOMATSU	933 E-3
13	VQT18	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	KOMATSU	934 E-3
14	VQT19	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	KOMATSU	935 E-3
15	VQT20	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	KOMATSU	936 E-3
16	VQT21	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	KOMATSU	937 E-3
17	VQT22	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	KOMATSU	930 E-3
18	VQT24	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	KOMATSU	930 E-4
19	VQT25	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	KOMATSU	930 E-4

20	VQT26	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	KOMATSU	930 E-4
21	VQT27	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	KOMATSU	930 E-4
22	VQT28	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	KOMATSU	930 E-4
23	VQT29	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	KOMATSU	930 E-4
24	VQT30	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	KOMATSU	930 E-4
25	VQT31	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	KOMATSU	930 E-4
26	VQT32	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	KOMATSU	930 E-4
27	VQT33	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	KOMATSU	930 E-4
28	VQT34	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	KOMATSU	930 E-4
29	VQT35	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	KOMATSU	930 E-4
30	VQT36	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	KOMATSU	930 E-4
31	VQT37	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	KOMATSU	930 E-4
32	VQT38	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	KOMATSU	930 E-4
33	VQT39	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	KOMATSU	980 E
34	VQT40	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	KOMATSU	980 E
35	VQT50	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	CATERPILLAR	793-D
36	VQT51	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	CATERPILLAR	793-D
37	VQT52	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	CATERPILLAR	793-D
38	VQT53	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	CATERPILLAR	793-D
39	VQT54	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	CATERPILLAR	793-D
40	VQT55	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	CATERPILLAR	793-D
41	VQT56	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	CATERPILLAR	793-D
42	VQT57	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	CATERPILLAR	793-D
43	VQT58	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	CATERPILLAR	793-D
44	VQT130	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	KOMATSU	980-E

45	VQT131	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	KOMATSU	980-E
46	VQT132	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	KOMATSU	980-E
47	VQT133	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	KOMATSU	980-E
48	VQT134	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	KOMATSU	980-E
49	VQT135	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	KOMATSU	980-E
50	VQT136	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	KOMATSU	980-E
51	VQT137	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	KOMATSU	980-E
52	VQT138	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	KOMATSU	980-E
53	VQT139	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	KOMATSU	980-E
54	VQT140	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	KOMATSU	980-E
55	VQT141	EQUIPO PESADO	VOLQUETE	KOMATSU	980-E
56	TCT78	EQUIPO PESADO	TANQUETA DE AGUA	CATERPILLAR	777 F
57	TCT79	EQUIPO PESADO	TANQUETA DE AGUA	CATERPILLAR	777 F
58	TCT80	EQUIPO PESADO	TANQUETA DE AGUA	CATERPILLAR	785 C
59	TCT81	EQUIPO PESADO	TANQUETA DE AGUA	KOMATSU	HD1500
60	TCT82	EQUIPO PESADO	TANQUETA DE AGUA	KOMATSU	HD1500
61	CFLT1850	EQUIPO PESADO	CARGADOR FRONTAL	LETOURNEAU	L1850
62	CFLT2350	EQUIPO PESADO	CARGADOR FRONTAL	LETOURNEAU	L2350

Tabla 6*Descripción de los equipos de la flota auxiliar*

ITEM	CÓDIGO MINA	GRUPO	EQUIPO	MARCA	MODELO
1	374DL-1	FLOTA AUXILIAR	EXCAVADORA	CATERPILLAR	374DL
2	374FL-2	FLOTA AUXILIAR	EXCAVADORA	CATERPILLAR	374FL
3	PC800-3	FLOTA AUXILIAR	EXCAVADORA	KOMATSU	PC800
4	834H-1	FLOTA AUXILIAR	TRACTOR SOBRE RUEDAS	CATERPILLAR	834H
5	834H-2	FLOTA AUXILIAR	TRACTOR SOBRE RUEDAS	CATERPILLAR	834H
6	834H-3	FLOTA AUXILIAR	TRACTOR SOBRE RUEDAS	CATERPILLAR	834H
7	834H-4	FLOTA AUXILIAR	TRACTOR SOBRE RUEDAS	CATERPILLAR	834H
8	834H-5	FLOTA AUXILIAR	TRACTOR SOBRE RUEDAS	CATERPILLAR	834H
9	834H-6	FLOTA AUXILIAR	TRACTOR SOBRE RUEDAS	CATERPILLAR	834H
10	834K-1	FLOTA AUXILIAR	TRACTOR SOBRE RUEDAS	CATERPILLAR	834K
11	834K-2	FLOTA AUXILIAR	TRACTOR SOBRE RUEDAS	CATERPILLAR	834K
12	834K-3	FLOTA AUXILIAR	TRACTOR SOBRE RUEDAS	CATERPILLAR	834K
13	WD600-6	FLOTA AUXILIAR	TRACTOR SOBRE RUEDAS	KOMATSU	WD600
14	WD600-7	FLOTA AUXILIAR	TRACTOR SOBRE RUEDAS	KOMATSU	WD600
15	WD600-8	FLOTA AUXILIAR	TRACTOR SOBRE RUEDAS	KOMATSU	WD600
16	WD600-9	FLOTA AUXILIAR	TRACTOR SOBRE RUEDAS	KOMATSU	WD600
17	WD600-10	FLOTA AUXILIAR	TRACTOR SOBRE RUEDAS	KOMATSU	WD600X
18	WD600-11	FLOTA AUXILIAR	TRACTOR SOBRE RUEDAS	KOMATSU	WD600X
19	WA470-1	FLOTA AUXILIAR	CARGADOR FRONTAL	KOMATSU	WA470
20	WA470-2	FLOTA AUXILIAR	CARGADOR FRONTAL	KOMATSU	WA470
21	WA470-3	FLOTA AUXILIAR	CARGADOR FRONTAL	KOMATSU	WA470

22	966F-2	FLOTA AUXILIAR	CARGADOR FRONTAL	CATERPILLAR	966F
23	966G-1	FLOTA AUXILIAR	CARGADOR FRONTAL	CATERPILLAR	966G
24	994F-3	FLOTA AUXILIAR	CARGADOR FRONTAL	CATERPILLAR	994F
25	D10R-8	FLOTA AUXILIAR	TRACTOR SOBRE ORUGA	CATERPILLAR	D10R
26	D10T-2	FLOTA AUXILIAR	TRACTOR SOBRE ORUGA	CATERPILLAR	D10T
27	D10T-3	FLOTA AUXILIAR	TRACTOR SOBRE ORUGA	CATERPILLAR	D10T
28	D10T-4	FLOTA AUXILIAR	TRACTOR SOBRE ORUGA	CATERPILLAR	D10T
29	D10T-5	FLOTA AUXILIAR	TRACTOR SOBRE ORUGA	CATERPILLAR	D10T
30	D375A-11	FLOTA AUXILIAR	TRACTOR SOBRE ORUGA	KOMATSU	D375A
31	D475A-1	FLOTA AUXILIAR	TRACTOR SOBRE ORUGA	KOMATSU	D475A
32	D475A-2	FLOTA AUXILIAR	TRACTOR SOBRE ORUGA	KOMATSU	D475A

Tabla 7*Descripción de los equipos de la flota perforadora*

ITEM	CÓDIGO MINA	GRUPO	EQUIPO	MARCA	MODELO
1	PET01	FLOTA DE PERFORADORAS	PERFORADORA	P&H	120A
2	PET04	FLOTA DE PERFORADORAS	PERFORADORA	BUCYRUS	49 RIII
3	PET05	FLOTA DE PERFORADORAS	PERFORADORA	BUCYRUS	49 RIII
4	PET07	FLOTA DE PERFORADORAS	PERFORADORA	BUCYRUS	49 HR
5	PET08	FLOTA DE PERFORADORAS	PERFORADORA	BUCYRUS	49 HR
6	PET09	FLOTA DE PERFORADORAS	PERFORADORA	BUCYRUS	49 HR
7	PET10	FLOTA DE PERFORADORAS	PERFORADORA	SANDVIK	DR560
8	PET11	FLOTA DE PERFORADORAS	PERFORADORA	P&H	320XP
9	PET12	FLOTA DE PERFORADORAS	PERFORADORA	CATERPILLAR	MD6640
10	PET14	FLOTA DE PERFORADORAS	PERFORADORA	SANDVIK	DR580
11	PET15	FLOTA DE PERFORADORAS	PERFORADORA	SANDVIK	DR580
12	PET16	FLOTA DE PERFORADORAS	PERFORADORA	P&H	320 XPC
13	PET17	FLOTA DE PERFORADORAS	PERFORADORA	P&H	320 XPC
14	PET18	FLOTA DE PERFORADORAS	PERFORADORA	CATERPILLAR	MD6640
15	PET19	FLOTA DE PERFORADORAS	PERFORADORA	P&H	320 XPC
16	PET20	FLOTA DE PERFORADORAS	PERFORADORA	SANDVIK	DR580
17	PET21	FLOTA DE PERFORADORAS	PERFORADORA	P&H	320 XPC

Tabla 8*Descripción de equipos de la flota de palas*

ITEM	CODIGO MINA	GRUPO	EQUIPO	MARCA	MODELO
1	PAT01	FLOTA DE PALAS	PALA ELECTRICA DE CABLE	P&H	4100
2	PAT02	FLOTA DE PALAS	PALA ELECTRICA DE CABLE	P&H	4100
3	PAT03	FLOTA DE PALAS	PALA ELECTRICA DE CABLE	BUCYRUS	495 BI
4	PAT04	FLOTA DE PALAS	PALA ELECTRICA DE CABLE	P&H	4100
5	PAT05	FLOTA DE PALAS	PALA ELECTRICA DE CABLE	BUCYRUS	495 HR
6	PAT06	FLOTA DE PALAS	PALA ELECTRICA DE CABLE	BUCYRUS	495 HR
7	PAT07	FLOTA DE PALAS	PALA ELECTRICA DE CABLE	BUCYRUS	495 HR
8	PAT08	FLOTA DE PALAS	PALA ELECTRICA DE CABLE	BUCYRUS	495 HR
9	PAT09	FLOTA DE PALAS	PALA ELECTRICA DE CABLE	P&H	4100 XPC

3.2. PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS A CARGO

De acuerdo a las especificaciones del fabricante, se elabora un programa de mantenimiento para el sistema de aire acondicionado y calefacción de los equipos pesados, los cuales, se dividen en mantenimiento preventivo, en frecuencia, se lleva un control poco diferente, que al final viene a ser lo mismo.

El correspondiente programa será cumplido estrictamente con el objetivo de prolongar la vida útil del equipo. Los mantenimientos de los equipos se deberán realizar en sus horas de mantenimiento.

Para cada equipo de mantenimiento preventivo se elabora una cartilla de mantenimiento y según tipo de equipo.

3.2.1. Procedimientos de mantenimiento preventivo del sistema de aire acondicionado y calefacción de la flota de volquetes

Medición de refrigerante con el manómetro

- Se solicitará al operador apague el volquete.
- Se espera 15 minutos a que baje la temperatura en el compartimiento de motor.
- Se realiza prueba eléctrica de funcionamiento del compresor.

- Se procede a realizar el bloqueo y etiquetado de la fuente de energía.
- Se verifica la presión del refrigerante en el reloj del manómetro tanto en alta o en baja.
- En caso que faltara o no hubiera refrigerante, procederemos a otro procedimiento y revisar las posibles fugas del sistema.
- Se deberá contar con respirador anti polvo/gases mientras se encuentra en el compartimiento de motor.
- Se deberá contar con lentes anti parra al ingresar al compartimiento del motor.

Limpieza y mantenimiento del evaporador

- Retirar el polvo y lodo asentado sobre la superficie de la unidad. Esta actividad se realizará con aire y agua dependiendo del estado en la que se encuentre cada unidad.
- Retirar la carcasa de la unidad evaporadora, teniendo el debido cuidado. Luego se procederá a retirar las aletas deflectoras.
- En todo momento utilizar el EPP respectivo, zapatos dieléctricos, lentes de seguridad y casco de seguridad, así como el EPP para trabajos específicos detallados en este procedimiento.

- Peinar las aletas del panel teniendo en cuenta el especial cuidado para no rasguñar las tuberías de la unidad.
- Verificar el estado de la base de la unidad tanto interior como exteriormente.
- Verificar que la tubería de drenado se encuentre libre de obstrucciones y limpiar haciendo circular agua por la misma.
- Verificar el alineamiento entre Polea del motor y Polea del compresor.

Mantenimiento de ductos de aire acondicionado

- Realizar la limpieza de polvo y lodo impregnada en las paredes del ducto.
- Realizar la limpieza del aislamiento y verificación del estado del mismo.

Mantenimiento de líneas de refrigeración

- Al realizar la inspección de las líneas de refrigeración tanto de alta y baja presión se verificará no presente desgaste a lo largo de toda la longitud. De encontrarse daño en la línea, se procederá a reportar al supervisor de operaciones, quien se encargará de realizar el pedido para el cambio.

- Verificar en la línea de alta que todos los elementos se encuentren en buen estado y operativos como son, filtro secador, acumulador, presostatos de alta y baja y válvula de expansión.

Actividades de mantenimiento de unidad condensadora

- Se procederá a la limpieza general de toda la unidad. Luego se realizará la limpieza de aletas de disipación.
- Se procederá luego a la limpieza general del compresor. Verificar válvulas de servicio que se encuentren operativas y limpias.

Carga y recarga de refrigerante

- Se procederá a verificar las presiones en la línea de alta y baja. Según sea el caso, presión en baja < 35 psi y/o consumo elevado de corriente se procederá a realizar la recarga de Refrigerante.
- Se realizará el vacío al sistema de A/C. por la línea de baja presión verificando durante 1 hora aproximadamente el vacío por alta presión. **Sólo si el volquete se encuentra en taller.**
- Dejar el manómetro durante 15 minutos en vacío, verificar la variación del vacío si en caso no hubiera variación en el manómetro se procederá a cargar el refrigerante R134a. **Sólo si el volquete se encuentra en taller.**

- Conectar el balón de gas refrigerante al manómetro.
- Purgar la línea de servicio hasta el manómetro.
- Dejar ingresar el líquido por las mangueras de alta presión, rompiendo el vacío existente.
- Realizar la carga de gas refrigerante de acuerdo a la especificación de peso de cada equipo, utilizando la balanza inalámbrica.
- Nivelar las presiones de alta y baja presión < 70 psi.
- Desbloquear el volquete, completa la carga del gas refrigerante R134a con el equipo encendido.
- Comprobar el funcionamiento apropiado del equipo y ver las temperaturas con el pirómetro, verificando que esté a su temperatura ideal
- También consideraremos que antes de cargar el refrigerante hacia el sistema de la unidad deberá pasar por los siguientes pasos:
 - Torquear las uniones considerando tuercas, uniones soldables y conexión rápidas.
 - Verificar el nivel de aceite del compresor, asegurarse que

el nivel se encuentre en el medio del visor.

- Proceder a realizar luego la carga de refrigerante hasta alcanzar una presión de 20 psi en baja y 120 psi en alta aproximadamente, también verificar que el amperaje se encuentre en el rango del valor nominal del motor.

Recarga de refrigerante

- También se medirá la presión del refrigerante dentro de los parámetros del compresor (Baja 20 - 30 PSI), (Alta – 110 – 120 PSI).
- Para realizar la recarga, el equipo debe de estar encendido y se acelera el volquete para facilitar el ingreso del gas refrigerante R134A.
- Verificamos el correcto funcionamiento del sistema de acuerdo a los parámetros establecidos.
- Una vez culminada la tarea se retira las mangueras del manifold para despresurizar las líneas de alta y baja presión.

Actividades finales de mantenimiento

- Se recogerán todo residuo producto de la limpieza usados en el mantenimiento.

- Se verificará la no presencia de fugas en el sistema de aire acondicionado utilizando el probador de fugas.
- Se medirá las presiones de refrigerante en ambas líneas, se llevará registro.

Figura 12
Procedimientos de mantenimiento de flota de volquetes



3.2.2. Procedimientos de mantenimiento preventivo del sistema de aire acondicionado y calefacción de la flota de tractores

Medición de refrigerante con el manómetro

- Se solicitará al operador apague el volquete.
- Se espera 15 minutos a que baje la temperatura en el compartimiento de motor
- Se realiza prueba eléctrica de funcionamiento del compresor.
- Se procede a realizar el bloqueo y etiquetado de la fuente de energía.
- Se verifica la presión del refrigerante en el reloj del manómetro tanto en alta o en baja.
- En caso que faltara o no hubiera refrigerante, procederemos a otro procedimiento y revisar las posibles fugas del sistema.
- Se deberá contar con respirador anti polvo/gases mientras se encuentra en el compartimiento de motor.
- Se deberá contar con lentes anti parra al ingresar al compartimiento del motor.

Limpieza y mantenimiento del evaporador

- Retirar el polvo y lodo asentado sobre la superficie de la unidad.
Esta actividad se realizará con aire y agua dependiendo del estado en la que se encuentre cada unidad.
- Retirar la carcasa de la unidad evaporadora, teniendo el debido cuidado. Luego se procederá a retirar las aletas deflectoras.
- En todo momento utilizar el EPP respectivo, zapatos dieléctricos, lentes de seguridad y casco de seguridad, así como el EPP para trabajos específicos detallados en este procedimiento.
- Peinar las aletas del panel teniendo en cuenta el especial cuidado para no rasguñar las tuberías de la unidad.
- Verificar el estado de la base de la unidad tanto interior como exteriormente.
- Verificar que la tubería de drenado se encuentre libre de obstrucciones y limpiar haciendo circular agua por la misma.
- Verificar el alineamiento entre polea del motor y polea del compresor.

Mantenimiento de ductos de aire acondicionado

- Realizar la limpieza de polvo y lodo impregnada en las paredes

del ducto.

- Realizar la limpieza del aislamiento y verificación del estado del mismo.

Mantenimiento de líneas de refrigeración

- Al realizar la inspección de las líneas de refrigeración tanto de alta y baja presión se verificará no presente desgaste a lo largo de toda la longitud. De encontrarse daño en la línea, se procederá a reportar al supervisor de operaciones, quien se encargará de realizar el pedido para el cambio.
- Verificar en la línea de Alta que todos los elementos se encuentren en buen estado y operativos como son, filtro secador, acumulador, presostatos de alta y baja y válvula de expansión.

Actividades de mantenimiento de unidad condensadora

- Se procederá a la limpieza general de toda la unidad. Luego se realizará la limpieza de aletas de disipación.
- Se procederá luego a la limpieza general del compresor. Verificar válvulas de servicio que se encuentren operativas y limpias.

Carga y recarga de refrigerante

- Se procederá a verificar las presiones en la línea de alta y baja.

Según sea el caso, presión en baja < 35 psi y/o consumo elevado de corriente se procederá a realizar la recarga de refrigerante.

- Se realizará el vacío al sistema de A/C. por la línea de baja presión verificando durante 1 hora aproximadamente el vacío por alta presión. **Sólo si el volquete se encuentra en taller.**
- Dejar el manómetro durante 45 minutos en vacío, verificar la variación del vacío si en caso no hubiera variación en el manómetro se procederá a cargar el refrigerante R134a. **Sólo si el tractor se encuentra en taller,** conectar el balón de gas refrigerante al manómetro, purgar la línea de servicio hasta el manómetro.
- Dejar ingresar el líquido por las mangueras de alta presión, rompiendo el vacío existente.
- Realizar la carga de gas refrigerante de acuerdo a la especificación de peso de cada equipo, utilizando la balanza inalámbrica.
- Nivelar las presiones de alta y baja presión < 70 psi.
- Desbloquear el volquete, completa la carga del gas refrigerante R134a con el equipo encendido.
- Comprobar el funcionamiento apropiado del equipo y ver las

temperaturas con el pirómetro, verificando que esté a su temperatura ideal

- También consideraremos que antes de cargar el refrigerante hacia el sistema de la unidad deberá pasar por los siguientes pasos:
- Torquear las uniones considerando tuercas, uniones soldables y conexión rápidas.
- Verificar el nivel de aceite del compresor, asegurarse que el nivel se encuentre en el medio del visor.
- Proceder a realizar luego la carga de refrigerante hasta alcanzar una presión de 20 psi en baja y 120 psi en alta aproximadamente, también verificar que el amperaje se encuentre en el rango del valor nominal del motor.

Recarga de refrigerante

- También se medirá la presión del refrigerante dentro de los parámetros del compresor (Baja 20 - 30 PSI), (Alta – 110 – 120 PSI).
- Para realizar la recarga, el equipo debe de estar encendido y se acelera el volquete para facilitar el ingreso del gas refrigerante R134A.

- Verificamos el correcto funcionamiento del sistema de acuerdo a los parámetros establecidos, una vez culminada la tarea se retira las mangueras del manifold para despresurizar las líneas de alta y baja presión.

Actividades finales de mantenimiento

- Se recogerá todo residuo producto de la limpieza usados en el mantenimiento.
- Se verificará la no presencia de fugas en el sistema de aire acondicionado utilizando el probador de fugas, se medirá las presiones de refrigerante en ambas líneas, se llevará registro.

Figura 13
Procedimientos de mantenimiento de flota de tractores



3.2.3. Procedimientos de mantenimiento preventivo del sistema de aire acondicionado y calefacción la flota perforadoras y palas

3.2.3.1. Mantenimiento de unidad de calefacción

Limpieza de panel de calefacción

- Se limpiará todo el polvo y lodo incrustado con solvente SS25 humedeciendo al trapo industrial.
- Se limpiará todas las aletas del panel 1x1 con solvente SS25.
- Se limpiará todo el lodo acumulado en la base.

Limpieza de válvulas de calefacción. No pertenece a palas y perforadoras

- Se procederá a retirar las válvulas de calefacción aun punto donde se pueda lavar.
- Se desarmará todas las partes de la válvula incluyendo el cable de apertura.
- Se regulará válvula de acuerdo a la temperatura permisible para el operador.
- Se ajustará los pernos sueltos de la base en caso que requiera.

Peinado de panel de calefacción

- Se verificará el estado del panel, tanto posterior como inferior.
- Momento de realizar la tarea, se efectuará a peinar de arriba hacia abajo.
- Donde el peine no entre en lugares inaccesibles del panel, se realizará con paletas de acero "INOX.

Limpieza y cambio de mangueras de calefacción

- Se limpiará todo el circuito de calefacción con desengrasantes.
- Se ajustará y se cambiará todas las abrazaderas de mangueras de calefacción de entradas y retornos.
- Las mangueras que se encuentran averiadas se cambiarán inmediatamente.

3.2.3.2. Mantenimiento de la unidad condensadora

Lavado y sopleteo de la unidad condensadora

- Se realizará el destapado del equipo de la unidad condensadora.
- Se efectuará el sopleteo y lavado de la unidad, con solvente SS25.
- Se realizará el sopleteo de la unidad condensadora tanto

interior como exterior.

Peinado de panel condensadora

- Peinar las aletas de disipación teniendo en cuenta el especial cuidado de no rasguñar las tuberías de alta presión de la unidad.

Limpieza de codos uniones de condensadora

- La limpieza de estos componentes, se efectuará con sustancias químicas, para disolver las grasas dejadas por las fugas del refrigerante.
- También se le ajustara las tuercas sueltas, uniones de los codos.
- Se revisará posibles fugas que puedan darse en estas uniones.

Limpieza de hélices de ventilador

- Se desmontará las hélices del motor y luego llevarla a un punto donde se pueda dar su respectivo mantenimiento.
- Se raspará los polvos impregnados en las aspas de la hélice, con espátula.
- También se le alineara las hélices, de acuerdo a su rotación

de su condensación.

- Se le ajustara los pernos hacia la canastilla de la base, asegurando que la no tenga vibración brusca
- El armado y desarmado se realizará siempre entre dos personas, para no dañar la hélice del equipo.

Limpieza y cambio de compresor de A/C No pertenece a este procedimiento

- Se limpiará toda la parte exterior con trapos industriales humedecidos con desengrasantes.
- Se verificará el nivel aceite cada vez que se realice el mantenimiento.
- Se probará la compresión del de flujo del compresor cada vez que cargue el refrigerante.
- Se limpiará la base y los templadores del compresor.

3.2.3.3. Actividades finales

- Se recogerán todo residuos producidos del mantenimiento del equipo generado.
- Se dispondrán en los cilindros acondicionados en cada zona de trabajo de dentro de tajo mina.

- Se recogerán equipos, herramientas, y materiales usados en el mantenimiento.
- Se retira el bloqueo del sistema de aire acondicionado.
- Se realizan pruebas de funcionamiento.
- Se le comunicara al encargado o supervisor de área, la culminación del mantenimiento.
- Se realizará la movilización del personal desde el punto de trabajo donde se realizaron labores hacia la zona asignada para el taller Selin. El traslado se realiza en vehículo (camioneta) el debido cuidado en los cruces de equipo pesado (camión de acarreo, tractores y grúas) también se evitarán las zonas que se indiquen como áreas restringidas.

Figura 14
Mantenimiento de flota de palas



Figura 15
Mantenimiento de flota de perforadora



CAPÍTULO IV

PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO PARA EL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO Y CALEFACCIÓN

RESUMEN

Tomando en cuenta estos lineamientos, la planificación del sistema de mantenimiento, se inicia con el análisis de los equipos (flota), mediante el uso de formatos, se recopila la información básica necesaria sobre los equipos, se confeccionan programas de mantenimiento por tipo de equipo, listas de verificación y se desarrollan historiales de máquinas en los cuales se registran los trabajos realizados al equipos desde que ingresa a mina.

El propósito de la planificación es integrar las diferentes herramientas, estableciendo un modelo de desarrollo de mantenimiento para realizar diagnósticos, identificar áreas de mejoramiento y optimización, que me permiten mejorar la gestión.

4.1. OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

Las operaciones de mantenimiento tienen lugar frente a la constante amenaza que implica la ocurrencia de una falla o error en el sistema de aire acondicionado y calefacción del equipo pesado.

El objetivo buscado por el mantenimiento es contar con los instrumentos y procedimiento para atender cualquier emergencia o falla del

sistema de aire acondicionado y calefacción del equipo pesado, para asegurar una disponibilidad total del sistema en todo su rango de performance, lo cual, está basado en la carencia de errores y fallas.

El mantenimiento debe procurar un desempeño continuo y operando bajo las mejores condiciones técnica, sin importar las condiciones externas (ruido, polvo, humedad, calor, etc.) del ambiente al cual esté sometido el sistema. El mantenimiento además debe estar destinado a:

- a) Optimizar la producción del sistema.
- b) Reducir los tiempos por averías.
- c) Planificar el cambio de componentes.
- d) Maximizar la vida útil de los componentes de aire acondicionado y calefacción.

Los procedimientos de mantenimiento deben evitar las fallas, por cuanto una falla se define como la incapacidad para desarrollar un trabajo en forma adecuada o simplemente no desarrollarlo. Un equipo puede estar "fallando" pero no estar malogrado, puesto que sigue realizando sus tareas productivas, pero no las realiza con la misma performance que un equipo en óptimas condiciones. En cambio un equipo malogrado o averiado no podrá desarrollar faenas bajo ninguna circunstancia.

Además, el costo que implica la gestión y el desarrollo del mantenimiento no debe ser exagerada, más bien, debe estar acorde con los objetivos propios el mantenimiento, pero, sin denotar por ejemplo, un costo superior al que implicaría el reemplazo por maquinaria nueva. Entre los factores de costo tendríamos: mano de obra, costo de materiales, repuestos, piezas nuevas, energía, combustibles, pérdidas por la no producción.

4.2. DOCUMENTOS PARA PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

Implementación de hojas de PM's para la flota de volquetes

Las hojas PM'S consistirán en revisiones periódicas al término de cada mantenimiento del equipo, realizadas por el líder técnico encargado, orientadas para ver el estado de los equipos en sistema de aire acondicionado y calefacción esté en buen funcionamiento, pero que servirán para identificar partes defectuosas del equipo.

Estas hojas de Pm's años anteriores, no estaban actualizadas de acuerdo a los componentes críticos para flota de volquetes, esto provocaba que no se pueda llevar un mejor planeamiento para el control de desgaste de los componentes.

Las fallas reportadas en las hojas de PM's se ingresará a una base de datos, con el fin de determinar los componentes más críticos para realizar el cambio por condición. Las hojas de PM'S de la flota de palas, perforadoras, volquetes y tractores.

Figura 17
 Hoja de Pm'S de flota de tractores

SELIN S.R.L.	MANTENIMIENTO PREVENTIVO SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO FLOTA TRACTORES		
---------------------	---	--	--

FECHA: ____ / ____ / ____

PRE USO		HOROMETRO		CONDICION FINAL	
SISTEMAS	CABINA	INICIO	FINAL	SISTEMAS	CABINA
Ventilación				Ventilación	
Calefacción				Calefacción	
Frio				Frio	

EQUIPO AUXILIAR N°		
MARCA		
MODELO		

COMPRESOR	ESTADO			OBSERVACIONES
	OP	INP	NT	
Compresor				
Base de compresor				
Harness de compresor				
Faja de Transmisión				
Guarda de compresor				
Presostato Alta 1				
Presostato Baja				
Presostato Mixto				
Fitting Alta				
Fitting Baja				
Bloque de Fitting				
Brazo tensador				
Perno tensador				
Filtro Secador				
Acumulador				
Serpentín Condensador				

MODULO BLOWER	ESTADO			OBSERVACIONES
	OP	INP	NT	
Motor Blower				
Rodetes				
Resistencia Velocidades				
Fusible				
Termostato				
Serpentín Evaporador				
Serpentín Calefactor				
Filtro interior				
Filtro Exterior				
Filtro Presurizador				
Gomas Hermetismo				
Válvula expansión (VET)				
Actuadores ventilación				
Ductos de Ventilación				
Louwer				

Mangueras A/C	ESTADO			OBSERVACIONES
	OP	INP	NT	
Salida Compresor				
Ingreso Condensadora				
Salida Condensadora				
Ingreso Filtro Secador				
Salida Filtro secador				
Ingreso VET				
Salida VET				
Ingreso Acumulador				
Salida Acumulador				
Ingreso Compresor				
Drenaje Evaporador				

TABLERO ELÉCTRICO	ESTADO			OBSERVACIONES
	OP	INP	NT	
Switch Blower				
Switch A/C - Heater				
Potenciómetro				
Relés				
Cableado				
Fusible General				
Panel Digital				

MODULO CONDENSADORA	ESTADO			OBSERVACIONES
	OP	INP	NT	
Motores				
relés				
Serpentín Condensador				

OBSERVACIONES

PERSONAL

BOBINA COMPRESOR

PSI (ON) Baja Alta

PSI (OFF) Baja Alta

LEYENDA	OP OPERATIVO	INP INOPERATIVO	NT NO TIENE
---------	--------------	-----------------	-------------

FIRMA SUPERVISOR SELIN

FIRMA SUPERVISOR SPCC

Figura 18
 Hoja de Pm'S de flota de perforadora Pre-Corte

SELIN S.R.L.	MANTENIMIENTO PREVENTIVO SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO FLOTA PERFORADORAS 10-14-15-20
---------------------	--

FECHA: ____ / ____ / ____

PERFORADORA N°	
MARCA	
MODELO	

PRE USO	
SISTEMAS	CABINA
Ventilación	
Calefacción	
Frio	
Presurizador	

CONDICION FINAL	
SISTEMAS	CABINA
Ventilación	
Calefacción	
Frio	
Presurizador	

MODULO CONDENSADORA	ESTADO			OBSERVACIONES
	OP	INP	NT	
Motor Eléctrico				
Aspa de Ventilador				
Cableado Eléctrico				
Filtro Secador				
Serpentín Condensador				
Acumulador				
Presostato Alta				
Tuberías				
Rejilla de Protección				

MODULO EVAPORADOR	ESTADO			OBSERVACIONES
	OP	INP	NT	
Motor Blower				
Rodetes Blower				
Serpentín Evaporador				
Presostato de baja				
Válvula expansión				
Tuberías				
Gomas de Hermetismo				
Linea de Drenaje				

CABINA	ESTADO			OBSERVACIONES
	OP	INP	NT	
Switch A/C				
Selectores velocidades				
Termostato Regulable				
Selectores Calefacción				
Ducto de Aire				
Gomas de Hermetismo				
Rejillas de Ventilación				
Cableado Eléctrico				

COMPRESOR	ESTADO			OBSERVACIONES
	OP	INP	NT	
Motor Compresor				
Base de Compresor				
Faja de Transmisión				
Perno Tensador				
Fitting Alta				
Fitting Baja				
Presostato				
Cableado Eléctrico				

PRESURIZADOR	ESTADO			OBSERVACIONES
	OP	INP	NT	
Motor Eléctrico				
Rodete				
Porta Filtros				
Filtro Primario				
Filtro Secundario				
Ductos				

CALEFACCIÓN	ESTADO			OBSERVACIONES
	OP	INP	NT	
Válvula Manual OUT				
Válvula Manual IN				
Estado de Mangueras				
Válvula Calefacción				
Serpentín Calefactor				
Ductos				

MANGUERAS	ESTADO			OBSERVACIONES
	OP	INP	NT	
Líneas Alta Presión A/C				
Líneas Baja Presión A/C				
Líneas Calefacción IN				
Líneas Calefacción OUT				

OBSERVACIONES

PERSONAL _____ BOBINA COMPRESOR

_____ PSI (ON) Baja Alta

_____ PSI (OFF) Baja Alta

LEYENDA	OP OPERATIVO	INP INOPERATIVO	NT NO TIENE
---------	--------------	-----------------	-------------

FIRMA SUPERVISOR SELIN

MECANICO SPCC

ELECTRICO SPCC

Figura 20
Hoja de Pm'S de flota de palas

SELIN S.R.L.	MANTENIMIENTO PREVENTIVO SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO FLOTA PALAS
---------------------	---

FECHA: ____ / ____ / ____

	PALA N°	
	MARCA	
	MODELO	

PRE USO				
SISTEMAS	CABINA		SALA	
	M-1	M-2	M-1	M-2
Ventilación				
Calefacción				
Frio				
Presurizador				

CONDICION FINAL				
SISTEMAS	CABINA		SALA	
	M-1	M-2	M-1	M-2
Ventilación				
Calefacción				
Frio				
Presurizador				

CONDENSADORA	ESTADO			OBSERVACIONES
	OP	INP	NT	
Compresor				
Fitting Alta				
Fitting Baja				
Filtro secador				
Visor				
Acumulador				
Presostato alta				
Motor Condensadora				
Aspa de Motor				
Serpentin				
Tuberías				

EVAPORADOR	ESTADO			OBSERVACIONES
	OP	INP	NT	
Blower				
Rodete de Blower				
Serpentin				
Resistencias HI				
Resistencias LOW				
Presostato de baja				
Termostato N/C				
Termostato N/O				
Válvula expansión				
Válvula solenoide				
Tuberías				
Cableado Eléctrico				
Línea de Drenaje				

CABINA	ESTADO			OBSERVACIONES
	OP	INP	NT	
Selector módulos				
Selector A/C				
Auxiliares NO y NC				
Potenciómetro				
Selector velocidades				
Auxiliares NO y NC				
Ductos aire				
Rejillas Ventilación				
Filtro cabina				
Termostato				

PRESURIZADOR	ESTADO			OBSERVACIONES
	OP	INP	NT	
Motor presurizador				
Rodete de Motor				
Transformador				
Porta filtros				
Filtro Primario				
Filtro Secundario				
Ductos de Ventilación				
Cableado Eléctrico				

TABLERO ELÉCTRICO	ESTADO			OBSERVACIONES
	OP	INP	NT	
Transformador				
Accionador de Breaker				
Breaker general				
Breaker de Mando				
Monitor de fase				
Contactores				
Auxiliares				
Relés				
Guarda motores				
Fusibles				
Tarjeta de control				
Cableado Eléctrico				
Gomas de Hermetismo				

CONSUMOS ELÉCTRICOS	MÓDULO 1			MÓDULO 2		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
Compresor						
Ventilador Condenser						
Blower alta						
Blower baja						
Calefacción alta						
Calefacción baja						
Presurizador						

OBSERVACIONES

PERSONAL

PSI (ON) Baja Alta

PSI (OFF) Baja Alta

LEYENDA	OP OPERATIVO	INP INOPERATIVO	NT NO TIENE
---------	--------------	-----------------	-------------

FIRMA SUPERVISOR SELIN

MECANICO SPCC

ELECTRICO SPCC

4.3. ORDEN DE TRABAJO

La orden de trabajo, llamada también solicitud de trabajo y/o solicitud de servicio es un formulario donde se detallan las instrucciones escritas para el trabajo que se realizará.

La orden de trabajo sirve para:

- Solicitar por escrito el trabajo que se va a realizar.
- Seleccionar por operación el trabajo solicitado.
- Reducir el costo mediante la utilización eficaz de los recursos.
- Mejorar la planeación y programación de los trabajos de mantenimiento.
- Mantener y controlar el trabajo de mantenimiento.
- Mejorar el sistema de mantenimiento mediante los datos recopilados de la orden de trabajo que serán utilizados para el control de los indicadores y programación de mejora continua.

En el servicio cada semana se realiza las órdenes de trabajo para los equipos que van entrar en mantenimiento, ahí se programan, los que son trabajos de rutina de mantenimiento y los cambios de componentes, trabajos pendientes que se observó en una inspección.

4.3.1. Órdenes de trabajo para cada equipo según su modelo

4.3.1.1. Flota de volquetes

O.T. Volquetes de motor cummins

- Evaluar estado de válvulas manuales de calefacción y reportar si requiere cambio (colocar observación en hoja de pm spcc)
- Sopleteo de ducto de aire y módulo blower
- Realizar limpieza de compresor
- Realizar limpieza de louvers de cabina
- Verificar tensado y estado de faja de compresor y alineamiento
- Verificar mangueras de a/c y calefacción y proteger puntos de rozamiento
- Cambio de filtros de aire interior y exterior
- Verificar estado de presostatos
- Verificar estado de guarda de compresor
- Verificar estado de harness compresor, peinar si requiere
- Verificar estado de base de compresor, bracket y perno tensador
- Verificar estado de actuadores de dampers
- Verificar estado de válvula y harness de calefacción

- Medir bobina de compresor
- Realizar limpieza de drenaje de evaporadora
- Mantenimiento motor blower

O.T. Volquete de motor CATERPILLAR

- Evaluar estado de válvulas manuales de calefacción y reportar si requiere cambio (colocar observación en hoja de pm spcc)
- Sopleteo de ducto de aire y modulo motor blower
- Realizar limpieza de compresor
- Realizar limpieza de louvers de cabina
- Verificar tensado y estado de faja de compresor y alineamiento
- Verificar mangueras de a/c y calefacción y proteger puntos de rozamiento
- Cambio de filtros de aire interior y exterior
- Verificar estado de presostatos
- Verificar estado de guarda de compresor
- Verificar estado de harness compresor, peinar si requiere
- Verificar estado de timer
- Verificar estado de brazo tensador y pulea de compresor

- Realizar limpieza y lubricar válvula de calefacción, verificar estado
- Medir bobina de compresor
- Realizar limpieza de drenaje de evaporadora
- Mantenimiento motor blower

O.T. Volquete de motor MTU Detroit

- Sopleteo de ducto de aire y motor blower
- Evaluar estado de válvulas manuales de calefacción y reportar si requiere cambio (colocar observación en hoja de pm spcc)
- Realizar limpieza de compresor
- Realizar limpieza de louvers de cabina
- Verificar tensado y estado de faja de compresor y alineamiento
- Verificar mangueras de a/c y calefacción y proteger puntos de rozamiento
- Cambio de filtros de aire interior y exterior
- Verificar estado de presostatos
- Verificar estado de guarda de compresor
- Verificar estado de harness compresor, peinar si requiere

- Verificar estado de actuadores de dampers
- Verificar estado de base de compresor
- Verificar correcta instalación de bracket de compresor
- Medir bobina de compresor
- Realizar limpieza de drenaje de evaporadora
- Mantenimiento motor blower

O.T. Volquetes Komatsu Modelo 980E-4

- Evaluar estado de válvulas manuales de calefacción y reportar si requiere cambio (colocar observación en hoja de pm spcc)
- Realizar limpieza ductos de ventilación
- Realizar limpieza de compresor
- Evaluar estado de harness compresor, peinar si requiere
- Revisar estado de faja de compresor
- Revisar estado de guarda y brackets de compresor
- Verificar estado de líneas de a/c y calefacción, proteger puntos de rozamiento
- Verificar estado y realizar limpieza de louvers de cabina
- Cambio de filtros de aire interior y exterior
- Verificar estado de presostatos y harness

- Verificar estado de actuadores de ventilación
- Realizar limpieza de válvula y actuador de calefacción
- Realizar limpieza de drenaje de evaporadora
- Verificar estado de perillas, switch y potenciómetro de a/c
- Medir bobina de compresor
- Revisar estado de brazo tensador
- Realizar mantenimiento motor blower

OT. Tanqueta de agua marca Caterpillar modelo 777F

- Verificar estado de válvulas manuales de calefacción
- Realizar limpieza de compresor
- Realizar limpieza de louvers de cabina
- Verificar tensado y estado de faja de compresor y alineamiento
- Verificar mangueras de a/c y calefacción y proteger puntos de rozamiento
- Cambio de filtros de aire interior y exterior
- Verificar estado de presostatos
- Verificar estado de guarda de compresor
- Verificar estado de harness compresor, peinar si requiere
- Verificar estado de brazo tensador y polea de compresor

- Verificar estado de switch, potenciómetro, termostato
- Verificar válvula y actuador de calefacción
- Verificar timer de compresor
- Medir bobina de compresor
- Verificar estado de cableado de compresor
- Realizar limpieza de drenaje de evaporadora

O.T. Tanqueta de agua marca Caterpillar Modelo 785C

- Verificar estado de válvulas manuales de calefacción
- Realizar limpieza de compresor
- Realizar limpieza de louvers de cabina
- Verificar tensado y estado de faja de compresor y alineamiento
- Verificar mangueras de a/c y calefacción y proteger puntos de rozamiento
- Cambio de filtros de aire interior y exterior
- Verificar estado de presostatos
- Verificar estado de guarda de compresor
- Verificar estado de harness compresor, peinar si requiere
- Verificar estado de brazo tensador y polea de compresor
- Verificar estado de switch, potenciómetro, termostato

- Verificar cable y actuador mecánico de calefacción
- Verificar timer de compresor
- Medir bobina de compresor
- Realizar limpieza de drenaje de evaporadora
- Mantenimiento motor blower

O.T. Tanqueta de agua marca Komatsu Modelo HD1500

- Verificar estado de válvulas manuales de calefacción
- Realizar limpieza de compresor
- Realizar limpieza de louvers de cabina
- Verificar tensado y estado de faja de compresor y alineamiento
- Verificar mangueras de a/c y calefacción y proteger puntos de rozamiento
- Cambio de filtros de aire interior y exterior
- Verificar estado de presostato
- Verificar estado de guarda de compresor
- Verificar estado de harness compresor, peinar si requiere
- Verificar estado de brazo tensador y polea de compresor
- Verificar estado de switch, potenciómetro, termostato
- Verificar válvula y actuador de calefacción

- Verificar estado de mangueras de ventilación
- Medir bobina de compresor
- Verificar estado de actuadores dampers
- Realizar limpieza de drenaje de evaporadora
- Mantenimiento motor blower

O.T. Cargador frontal marca KOMATSU Modelo Letourneau

- Verificar estado de válvulas manuales de calefacción
- Sopleteo de ductos de aire, sopleteo de modulo motor blower, núcleo de calefacción y bobina evaporadora
- Realizar limpieza de compresor
- Verificar ajuste acoples de compresor y bomba hidráulica
- Verificar estado de base de compresor y estado de pernos
- Verificar estado de solenoide en línea hidráulica de ingreso de compresor
- Realizar sopleteo de unidad condensadora, revisar fisuras en su base
- Realizar mantenimiento y lubricación de eje de motores condensadora
- Verificar estado de presostatos, relés y de panel digital de control

- Verificar mangueras de a/c y calefacción y proteger puntos de rozamiento
- Verificar estado de base y válvula de calefacción
- Realizar limpieza de drenaje de evaporadora
- Realizar limpieza de louvers de cabina
- Cambio de filtro de aire interior
- Limpieza de bornearas de conexión ubicadas en piso de módulo blower, limpiar y ajustar cables de a/c.

4.3.1.2. Flota de tractores

O.T. Tractor de ruedas marca Komatsu modelo wd600

- Verificar estado de válvulas manuales de calefacción
- Sopleteo de ducto de aire y motor blower
- Realizar limpieza de compresor
- Realizar limpieza de louvers de cabina
- Verificar tensado y estado de faja de compresor y alineamiento
- Verificar estado de tensador y base de compresor
- Verificar mangueras de a/c y calefacción y proteger puntos de rozamiento
- Cambio de filtros de aire interior y exterior

- Revisar estado de ventiladores condensadora
- Verificar estado de panel digital
- Realizar sopleteo de serpentín evaporador
- Medir bobina de compresor
- Realizar limpieza de drenaje de evaporadora

O.T. Tractor de Ruedas marca Caterpillar Modelo 834K

- Mantenimiento y limpieza módulo y motor presurizador
- Limpieza de louvers
- Verificar tensado y estado de faja de compresor y alineamiento
- Cambio filtro presurizador
- Cambio filtro recirculación
- Revisar switch, potenciómetro cabina
- Verificar mangueras de a/c y calefacción y proteger puntos de rozamiento
- Verificar estado de poleas y tensador
- Realizar sopleteo de ductos de a/c
- Verificar estado de válvulas manuales de calefacción
- Verificar estado de válvula y actuador de calefacción
- Medir bobina de compresor

- Realizar limpieza de modulo a/c
- Realizar limpieza de drenaje de evaporadora
- Realizar limpieza de compresor

O.T. Tractor de ruedas marca Caterpillar modelo 834h

- Verificar estado de válvulas manuales de calefacción, reportar a SPCC si requieren cambio
- Sopleteo de ducto de aire y motor blower
- Realizar limpieza de compresor
- Realizar limpieza de louvers de cabina
- Verificar tensado y estado de faja de compresor y alineamiento
- Verificar estado de poleas y tensador
- Verificar mangueras de a/c y calefacción y proteger puntos de rozamiento
- Cambio de filtros de aire interior
- Cambio de filtros de aire exterior
- Revisar estado de selectores y switch de cabina
- Verificar funcionamiento válvula y actuador calefacción
- Medir bobina de compresor
- Realizar limpieza de drenaje de evaporadora

- Verificar funcionamiento de actuador damper de ventilación

O.T. Tractor de Cadena marca Caterpillar Modelo D10T

- Verificar estado de válvulas manuales de calefacción
- Abrir módulo evaporador y sopletear (núcleos, blower y ductos)
- Realizar limpieza de compresor
- Realizar limpieza de louvers de cabina
- Verificar tensado y estado de faja de compresor y alineamiento
- Verificar estado de tensador y base de compresor
- Verificar mangueras de a/c y calefacción y proteger puntos de rozamiento
- Cambio de filtros de aire interior y exterior
- Revisar estado de selectores y switch de cabina
- Verificar funcionamiento válvula y actuador calefacción
- Medir bobina de compresor
- Verificar estado de serpentín condensadora
- Realizar limpieza y mantenimiento motores condensadora
- Realizar limpieza de drenaje de evaporadora

O.T. Tractor de Cadena marca KOMATSU modelo D475A

- Mantenimiento y limpieza módulo evaporador
- Limpieza de louvers
- Verificar tensado y estado de faja de compresor y alineamiento
- Sopleteo de motor blower y ductos de ventilación
- Cambio filtro exterior (02 unidades) y limpieza de modulo
- Cambio filtro interior (02 unidades)
- Evaluación de motor blower (ruidos y rodetes)
- Verificar mangueras de a/c y calefacción y proteger puntos de rozamiento
- Verificar estado de tensador
- Realizar sopleteo de ductos de ac
- Verificar estado de válvulas manuales de calefacción
- Medir bobina de compresor
- Limpieza válvula de calefacción
- Verificar estado de condensadora
- Verificar estado de panel digital
- Realizar limpieza de drenaje de evaporadora

O.T. Tractor de Cadena marca KOMATSU modelo D375A

- Mantenimiento y limpieza modulo evaporador
- Limpieza de louvers
- Verificar tensado y estado de faja de compresor y alineamiento
- Cambio filtro exterior 02 unidades si no llega realizar pedido en taller
- Cambio filtro interior si no llegan realizar pedido en taller
- Sopleteo de unidad blower y evaporadora
- Verificar mangueras de a/c y calefacción y proteger puntos de rozamiento
- Verificar estado de poleas y tensador
- Realizar sopleteo de ductos de ac
- Verificar estado de válvulas manuales de calefacción
- Medir bobina de compresor
- Limpieza válvula de calefacción
- Verificar estado de condensadora
- Verificar estado de panel digital
- Realizar limpieza de drenaje de evaporadora

**O.T. Excavadora marca Caterpillar modelo 374FL Y 374DL y
Excavadora marca KOMATSU modelo PC800**

- Verificar estado de válvulas manuales de calefacción
- Sopleteo de ducto de aire y motor blower
- Realizar limpieza de compresor
- Realizar limpieza de louvers de cabina
- Verificar tensado y estado de faja de compresor y alineamiento
- Verificar mangueras de a/c y calefacción y proteger puntos de rozamiento
- Cambio de filtros de aire interior y exterior
- Revisar estado de panel digital de cabina
- Realizar limpieza de evaporadora
- Medir bobina de compresor
- Revisar estado de condensadora
- Realizar limpieza de drenaje de evaporadora
- Revisar estado de radiador de motor de equipo, lado de condensadora, de estar obstruido hacerlo lavar en lavadero

**O.T. Cargador frontal marca Komatsu modelo WA470 y
cargador frontal marca CATERPILLAR modelo 996F, 994F**

- Mantenimiento y limpieza módulo evaporador
- Limpieza de louvers
- Verificar tensado y estado de faja de compresor y alineamiento
- Cambio filtro exterior y limpieza de módulo
- Cambio filtro interior
- Mantenimiento motor blower
- Verificar mangueras de a/c y calefacción y proteger puntos de rozamiento
- Verificar estado de poleas y tensador
- Realizar sopleteo de ductos de ac
- Verificar estado de válvulas manuales de calefacción
- Medir bobina de compresor
- Limpieza válvula de calefacción
- Verificar estado de condensadora
- Verificar estado de panel digital
- Realizar limpieza de drenaje de evaporadora

4.3.1.3. ÓRDENES DE TRABAJO PARA LAS PERFORADORAS DE PRE- CORTE

- Revisar ajuste de pernos de compresor
- Revisar ajuste de pernos de motor condensadora
- Revisar ajuste de pernos base y rodetes de motor blower
- Revisar estado y fijación de resistencias de calefacción
- Revisar estado de cables y puentes de calefacción
- Revisar cableado y estado de termostatos de calefacción
- Revisar y limpiar drenaje de unidad evaporadora
- Revisar estado de gomas de hermetismo de modulo evaporador y tablero eléctrico
- Revisar ajuste de componentes eléctricos
- Cambio de filtro presurizador primario

4.3.1.4. Órdenes de trabajo para las perforadoras estándar

- Sopleteo de módulo
- Revisar ajuste de pernos de compresor
- Revisar ajuste de pernos de motor condensadora
- Revisar ajuste de pernos base y rodetes de motor blower
- Revisar estado y fijación de resistencias de calefacción
- Revisar estado de cables y puentes de calefacción

- Revisar cableado y estado de termostatos de calefacción
- Revisar y limpiar drenaje de unidad evaporadora
- Revisar estado de gomas de hermetismo de modulo evaporador y de tableros eléctricos
- Realizar limpieza motor presurizador y transformador
- Revisar ajuste de componentes eléctricos
- Cambio de filtro presurizador primario
- Cambio de filtro presurizador secundario
- Cambio de filtro de recirculación
- Realizar limpieza de rejillas de ventilación de cabina
- Revisión de switchs de control y potenciómetro de modulo en cabina

4.3.1.5. Órdenes de trabajo para la flota de palas

- Sopleteo de módulo
- Revisar ajuste de pernos de compresor
- Revisar ajuste de pernos de motor condensadora
- Revisar ajuste de pernos base y rodetes de motor blower
- Revisar estado y fijación de resistencias de calefacción
- Revisar estado de cables y puentes de calefacción
- Revisar cableado y estado de termostatos de calefacción

- Revisar y limpiar drenaje de unidad evaporadora
- Revisar estado de gomas de hermetismo de modulo evaporador
- Revisar gomas de hermetismo de tablero eléctrico
- Revisar ajuste de componentes eléctricos
- Cambio de filtro presurizador primario
- Cambio de filtro presurizador secundario
- Cambio 02 unidades filtros de recirculación
- Revisión de termostatos, switches de control de modulo en cabina
- Realizar peinado y limpieza de serpentín condensador (sopleteo).

4.3.2. Cierre de órdenes de trabajo

Una vez realizada las órdenes de trabajo tenemos que cerrarlas o reprogramar las órdenes que no se han podido realizar por diferentes motivos.

Figura 21
Orden de Trabajo

ESTADO INICIAL DEL EQUIPO:		ESTADO FINAL DEL EQUIPO			TRABAJO PROGRAMADO O INSPECCIÓN FRECUENTE		CATEGORÍA OT (marcar X)		TIPO DE MTTTO (marcar X)				ESTADO INICIAL DEL EQUIPO:	STAND BY
							PROG	NO PROG	INSP	MP	MC	ESTADO FINAL DEL EQUIPO		
FECHA	HORA	FECHA	HORA	TIEMPO	TRABAJO PROGRAMADO		PROG	NO PROG	INSP	MP	MC	ESTADO INICIAL DEL EQUIPO:	STAND BY	
12/06/2021	8:05	12/06/2021	10:45	02:40	TRABAJO PROGRAMADO		PROG	NO PROG	INSP	MP	MC	ESTADO INICIAL DEL EQUIPO:	OPERATIVO	
TOTAL HORAS		SISTEMA			SUBSISTEMA		TIPO DE PM (marcar X)				ESTADO FINAL DEL EQUIPO	STAND BY		
TOTAL HORAS MANT.	TOTAL HORAS NETAS	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	ESTADO FINAL DEL EQUIPO	STAND BY				
02:40 HORAS	02:40 HORAS	PETS-MMIN-AACOND-02-03	PM MINA	MANTENIMIENTO DE EQUIPO DE A/C	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	ESTADO FINAL DEL EQUIPO	STAND BY				
IT	Personal	Hora Inicio	Hora Fin	Horas	Código	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO								
1	Wilber Maquera A. / Willian Cuyo M. / Erwin Cruz CH.	08:05	08:15	00:10		Verificar estado de válvulas manuales de calefacción.								
2	Wilber Maquera A. / Willian Cuyo M. / Erwin Cruz CH.	08:15	08:35	00:20		Realizar limpieza de compresor.								
3	Wilber Maquera A. / Willian Cuyo M. / Erwin Cruz CH.	08:35	08:45	00:10		Realizar limpieza de louvers (pestañas de salida de aire) de cabina.								
4	Wilber Maquera A. / Willian Cuyo M. / Erwin Cruz CH.	08:45	08:55	00:10		Verificar tensado, estado de faja del compresor y alineamiento.								
5	Wilber Maquera A. / Willian Cuyo M. / Erwin Cruz CH.	08:55	09:05	00:10		Verificar mangueras de a/c y calefacción y proteger puntos y rozamientos.								
6	Wilber Maquera A. / Willian Cuyo M. / Erwin Cruz CH.	09:05	09:20	00:15		Cambio de filtros de aire interior y exterior.								
7	Wilber Maquera A. / Willian Cuyo M. / Erwin Cruz CH.	09:20	09:25	00:05		Verificar estado de presostatos.								
8	Wilber Maquera A. / Willian Cuyo M. / Erwin Cruz CH.	09:25	09:30	00:05		Verificar estado de guarda de compresor.								
9	Wilber Maquera A. / Willian Cuyo M. / Erwin Cruz CH.	09:30	09:35	00:05		Verificar estado de harness (cableado) compresor, peinar si requiere.								
10	Wilber Maquera A. / Willian Cuyo M. / Erwin Cruz CH.	09:35	09:45	00:10		Verificar estado de brazo tensador y polea de compresor.								
11	Wilber Maquera A. / Willian Cuyo M. / Erwin Cruz CH.	09:45	09:55	00:10		Verificar estado de switch, potenciómetro, termostato.								
12	Wilber Maquera A. / Willian Cuyo M. / Erwin Cruz CH.	09:55	10:05	00:10		Verificar cable y actuador mecánico de calefacción.								
13	Wilber Maquera A. / Willian Cuyo M. / Erwin Cruz CH.	10:05	10:15	00:10		Verificar timer de compresor, medir bobina de compresor								
14	Wilber Maquera A. / Willian Cuyo M. / Erwin Cruz CH.	10:15	10:25	00:10		Realizar limpieza de drenaje de evaporadora.								
15	Wilber Maquera A. / Willian Cuyo M. / Erwin Cruz CH.	10:25	10:45	00:20		Mantenimiento de motor blower.								
RECURSOS Y MATERIALES UTILIZADOS:					PEDIDO DE REPUESTOS PARA PRÓXIMO MP:					OBSERVACIONES:				
1					1					1				
2					2					2				
3					3					3				
4					4					4				
5					5					5				
TÉCNICO RESPONSABLE:		V°B° SUPERVISOR SELIN:			V°B° OPERADOR DE CONTRATO SPCC:									

Figura 22

Cierre de órdenes de trabajo flota volquetes



ORDENES DE TRABAJO FLOTA VOLQUETES - MANTENIMIENTO MINA



ACTUALIZADO AL 28 DE DICIEMBRE DEL 2021

EQUIPO	FECHA	TRABAJO	GENERADA POR	CÓDIGO	EJECUCION	FECHA	CERRADA POR
VQT14	14/03/2021	REALIZAR CAMBIO DE COMPONENTES SEGÚN RESERVA:8170109 SOLICITAR AL SUPERVISOR DE TURNO	73247026		SE REALIZO	14/03/2021	73247026
VQT14	14/03/2021	SOPLATEO DE DUCTO DE AIRE Y MOTOR BLOWER	73247026		SE REALIZO	14/03/2021	73247026
VQT14	14/03/2021	EVALUAR ESTADO DE VALVULAS MANUALES DE CALEFACCION Y REPORTAR SI REQUIERE CAMBIO (COLOCAR OBSERVACION EN HOJA DE PM SPCC)	73247026		SE REALIZO	14/03/2021	73247026
VQT14	14/03/2021	REALIZAR CAMBIO DE COMPRESOR	73247026	VQT018676	REPROGRAMAR		
VQT14	14/03/2021	REALIZAR LIMPIEZA DE LOUVERS DE CABINA	73247026		SE REALIZO	14/03/2021	73247026
VQT14	14/03/2021	VERIFICAR TENSADO Y ESTADO DE FAJA DE COMPRESOR Y ALINEAMIENTO	73247026		SE REALIZO	14/03/2021	73247026
VQT14	14/03/2021	VERIFICAR MANGUERAS DE A/C Y CALEFACCION Y PROTEGER PUNTOS DE ROZAMIENTO	73247026		EN BUEN ESTADO	14/03/2021	73247026
VQT14	14/03/2021	CAMBIO DE FILTROS DE AIRE INTERIOR Y EXTERIOR	73247026		CAMBIO DE FILTRO EXTERIOR	14/03/2021	73247026
VQT14	14/03/2021	VERIFICAR ESTADO DE PRESOSTATOS	73247026		EN BUEN ESTADO	14/03/2021	73247026
VQT14	14/03/2021	VERIFICAR ESTADO DE GUARDA DE COMPRESOR	73247026		EN BUEN ESTADO	14/03/2021	73247026
VQT14	14/03/2021	VERIFICAR ESTADO DE HARNESS COMPRESOR, PEINAR SI REQUIERE	73247026		SE CAMBIO HARNESS	14/03/2021	73247026
VQT14	14/03/2021	VERIFICAR ESTADO DE ACTUADORES DE DAMPERS	73247026		EN BUEN ESTADO	14/03/2021	73247026
VQT14	14/03/2021	REALIZAR CAMBIO DE BASE DE COMPRESOR	73247026		SE CAMBIO BASE DE COMPRESOR	14/03/2021	73247026
VQT14	14/03/2021	VERIFICAR CORRECTA INSTALACION DE BRACKET DE COMPRESOR	73247026		EN BUEN ESTADO	14/03/2021	73247026
VQT14	14/03/2021	MEDIR BOBINA DE COMPRESOR	73247026	14.2		14/03/2021	73247026
VQT14	14/03/2021	REALIZAR LIMPIEZA DE DRENAJE DE EVAPORADORA	73247026		SE REALIZO	14/03/2021	73247026
VQT14	14/03/2021	MANTENIMIENTO MOTOR BLOWER	73247026		SE REALIZO	14/03/2021	73247026

Figura 23

Cierre de órdenes de trabajo flota tractores



ORDENES DE TRABAJO FLOTA TRACTORES - MANTENIMIENTO MINA



ACTUALIZADO AL 28 DE DICIEMBRE DEL 2021

EQUIPO	FECHA	TRABAJO	GENERADA P	CÓDIGO	EN BUEN ESTADO	FECHA	CERRADA POR
D10T-4	13/04/2021	VERIFICAR ESTADO DE VALVULAS MANUALES DE CALEFACCION	29662056		EN BUEN ESTADO	13/04/2021	29662056
D10T-4	13/04/2021	APERTURAR MODULO EVAPORADOR Y SOPLETAR (NUCLEOS, BLOWER Y DUCTOS)	29662056		REPROGRAMAR	13/04/2021	29662056
D10T-4	13/04/2021	REALIZAR LIMPIEZA DE COMPRESOR	29662056		SE REALIZO	13/04/2021	29662056
D10T-4	13/04/2021	REALIZAR LIMPIEZA DE LOUVERS DE CABINA	29662056		SE REALIZO	13/04/2021	29662056
D10T-4	13/04/2021	VERIFICAR TENSADO Y ESTADO DE FAJA DE COMPRESOR Y ALINEAMIENTO	29662056		EN BUEN ESTADO	13/04/2021	29662056
D10T-4	13/04/2021	VERIFICAR ESTADO DE TENSADOR Y BASE DE COMPRESOR	29662056		EN BUEN ESTADO	13/04/2021	29662056
D10T-4	13/04/2021	VERIFICAR MANGUERAS DE A/C Y CALEFACCION Y PROTEGER PUNTOS DE ROZAMIENTO	29662056		SE REALIZO	13/04/2021	29662056
D10T-4	13/04/2021	CAMBIO DE FILTROS DE AIRE INTERIOR Y EXTERIOR	29662056		SE REALIZO	13/04/2021	29662056
D10T-4	13/04/2021	REVISAR ESTADO DE SELECTORES Y SWITCH DE CABINA	29662056		SE REALIZO	13/04/2021	29662056
D10T-4	13/04/2021	VERIFICAR FUNCIONAMIENTO VALVULA Y ACTUADOR CALEFACCION	29662056		SE REALIZO	13/04/2021	29662056
D10T-4	13/04/2021	MEDIR BOBINA DE COMPRESOR	29662056		SE REALIZO	13/04/2021	29662056
D10T-4	13/04/2021	VERIFICAR ESTADO DE SERPENTIN CONDENSADORA	29662056		EN BUEN ESTADO	13/04/2021	29662056
D10T-4	13/04/2021	REALIZAR LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO MOTORES CONDENSADORA	29662056		SE REALIZO	13/04/2021	29662056
D10T-4	13/04/2021	REALIZAR LIMPIEZA DE DRENAJE DE EVAPORADORA	29662056		SE REALIZO	13/04/2021	29662056

Figura 24

Cierre de órdenes de trabajo flota perforadoras



ORDENES DE TRABAJO FLOTA PERFORADORAS - MANTENIMIENTO MINA



ACTUALIZADO AL 28 DE DICIEMBRE DEL 2021

EQUIPO	FECHA	TRABAJO	GENERADA POR	CÓDIGO	EN BUEN ESTADO	FECHA	CERRADA POR
PET01	20/05/2021	SOPLATEO DE MODULO	73247026		SE REALIZO	20/05/2021	73247026
PET01	20/05/2021	REVISAR AJUSTE DE PERNOS DE COMPRESOR	73247026		SE REALIZO	20/05/2021	73247026
PET01	20/05/2021	REVISAR AJUSTE DE PERNOS DE MOTOR CONDENSADORA	73247026		EN BUEN ESTADO	20/05/2021	73247026
PET01	20/05/2021	REVISAR AJUSTE DE PERNOS BASE Y RODETES DE MOTOR BLOWER	73247026		EN BUEN ESTADO	20/05/2021	73247026
PET01	20/05/2021	REVISAR ESTADO Y FIJACION DE RESISTENCIAS DE CALEFACCION	73247026		EN BUEN ESTADO	20/05/2021	73247026
PET01	20/05/2021	REVISAR ESTADO DE CABLES Y PUENTES DE CALEFACCION	73247026		EN BUEN ESTADO	20/05/2021	73247026
PET01	20/05/2021	REVISAR CABLEADO Y ESTADO DE TERMOSTATOS DE CALEFACCION	73247026		EN BUEN ESTADO	20/05/2021	73247026
PET01	20/05/2021	REVISAR Y LIMPIAR DRENAJE DE UNIDAD EVAPORADORA	73247026		EN BUEN ESTADO	20/05/2021	73247026
PET01	20/05/2021	REVISAR ESTADO DE GOMAS DE HERMETISMO DE MODULO EVAPORADOR Y TABLERO ELECTRICO	73247026		EN BUEN ESTADO	20/05/2021	73247026
PET01	20/05/2021	REVISAR AJUSTE DE COMPONENTES ELECTRICOS	73247026		EN BUEN ESTADO	20/05/2021	73247026
PET01	20/05/2021	CAMBIO DE FILTRO PRESURIZADOR PRIMARIO	73247026		SE REALIZO	20/05/2021	73247026
PET01	20/05/2021	CAMBIO DE FILTRO PRESURIZADOR SECUNDARIO	73247026		SE REALIZO	20/05/2021	73247026
PET01	20/05/2021	CAMBIO DE FILTRO DE RECIRCULACION	73247026		SE REALIZO	20/05/2021	73247026
PET01	20/05/2021	REVISION DE TABLERO DE CONTROL DE MODULO EN CABINA	73247026		SE REALIZO	20/05/2021	73247026
PET01	20/05/2021	REVISION Y LIMPIEZA DE TABLERO TRANSFORMADOR DE PRESURIZADOR	73247026		SE REALIZO	20/05/2021	73247026
PET01	20/05/2021	REALIZAR LIMPIEZA DE TABLERO DE TRANSFORMADOR GENERAL DE MODULO A/C	73247026		SE REALIZO	20/05/2021	73247026

Figura 25

Cierre de órdenes de trabajo flota palas



ORDENES DE TRABAJO FLOTA PALAS - MANTENIMIENTO MINA



ACTUALIZADO AL 28 DE DICIEMBRE DEL 2021

EQUIPO	FECHA	TRABAJO	GENERADA POR	CÓDIGO	EJECUCION	FECHA	CERRADA POR
PAT06	09/04/2021	SOPLATEO DE MODULO 01 Y 02	29662056		SE SOPLATEO	09/04/2021	29662056
PAT06	09/04/2021	REVISAR AJUSTE DE PERNOS DE COMPRESOR	29662056		SE REALIZO	09/04/2021	29662056
PAT06	09/04/2021	REVISAR AJUSTE DE PERNOS DE MOTOR CONDENSADORA	29662056		SE REALIZO	09/04/2021	29662056
PAT06	09/04/2021	REVISAR AJUSTE DE PERNOS Y RODETE DE MOTOR BLOWER	29662056		SE REALIZO	09/04/2021	29662056
PAT06	09/04/2021	REVISAR ESTADO Y FIJACION DE RESISTENCIAS DE CALEFACCION	29662056		EN BUEN FIJACION	09/04/2021	29662056
PAT06	09/04/2021	REVISAR ESTADO DE CABLES Y PUENTES DE CALEFACCION	29662056		EN BUEN CABLES	09/04/2021	29662056
PAT06	09/04/2021	REVISAR CABLEADO Y ESTADO DE TERMOSTATOS DE CALEFACCION	29662056		EN BUEN ESTADO	09/04/2021	29662056
PAT06	09/04/2021	REVISAR Y LIMPIAR DRENAJE DE UNIDAD EVAPORADORA DE AMBOS MODULOS	29662056		SE REALIZO	09/04/2021	29662056
PAT06	09/04/2021	REVISAR ESTADO DE GOMAS DE HERMETISMO DE MODULO EVAPORADOR Y TABLERO ELECTRICO	29662056		SE REALIZO	09/04/2021	29662056
PAT06	09/04/2021	SOPLATEO Y/O LIMPIEZA DE MODULOS PRESURIZADORES	29662056		SE SOALIZO	09/04/2021	29662056
PAT06	09/04/2021	REVISAR AJUSTE DE COMPONENTES ELECTRICOS	29662056		SE REALIZO	09/04/2021	29662056
PAT06	09/04/2021	SOPLATEO DE FILTROS DE PRESURIZADORES AMBOS MODULOS	29662056		SE SOALIZO	09/04/2021	29662056
PAT06	09/04/2021	REVISAR ESTADO DE MOTORES PRESURIZADORES MODULO 01	29662056		SE REALIZO	09/04/2021	29662056
PAT06	09/04/2021	REVISAR ESTADO DE MOTORES PRESURIZADORES MODULO 02	29662056		SE REALIZO	09/04/2021	29662056
PAT06	09/04/2021	REVISION DE PANEL, SWITCHS, POTENCIOMETRO DE CONTROL DE MODULOS EN CABINA	29662056		SE REALIZO	09/04/2021	29662056

4.4. HISTORIAL DE LOS EQUIPOS

En este historial se encuentra el estado actual de todos los equipos conteniendo también el mantenimiento de preventivo y correctivos (emergencias) el personal a cargo, fecha, lugar y hora del mantenimiento.

El estado de los equipos se plasmará en una cartilla llamado status de equipos y tendrá como finalidad registrar el estado actual del equipo, ubicación, descripción, datos del equipo, etc.

Este cuadro de estatus de equipos se debe presentar al jefe de mantenimiento a diario. Está plasmado en el siguiente cuadro Excel.

Figura 26

Historial del material realizado de la Tabla Excel

SOUTHERN COPPER SOUTHERN PERU		HISTORIAL MANTENIMIENTO MINA										SELIN S.R.L.	
ACTUALIZADO AL 28 DE DICIEMBRE 2022													
FECHA	EQUIPO	PM/CA	Condición inicial	Mantenimiento/Reparación	Personal	Presiones de Gas	Tiempo de Atención	Observación	Condición Final				
25/08/2019	TCT80	AP	PM MAYOR	Horometro: 41940.2 Cambio de presostato de baja Corrección de timmer de compresor Recarga de gas refrigerante con motor prendido Colca guarda de compresor	Frank Sonco Raúl Santos Wilber Samo	ON (10 - 90) Psi	TALLER VOLQUETES 17:10 a 18:45 19:50 a 20:30	Requiere: Timmer de compresor	Operativo				
23/08/2019	TCT80	AP	PM Mayor	Cambio de bloque de Fitting Recarga aceite al compresor Realiza vacío al sistema de A/C Recarga de gas con motor apagado	Frank sonco	OFF (50-50) Psi	TALLER VOLQUETES 07:30 a 09:30	Requiere: Recarga de gas con motor prendido.	PM Mayor				
18/08/2019	TCT80	AP	PM Mayor	Cambio filtro secador Cambio acumulador Cambio de líneas de A/C	Efraín Huamán Wilber Samo		PLATAFORMA MINA 10:00 a 11:42 13:50 a 15:15 17:30 a 18:25	Pendiente Cambio compresor, vacío sistema, carga de gas	PM Mayor				
17/08/2019	TCT80	AP	PM Mayor	Se instalo condensadora nueva en radiador de equipo	Efraín Huamán Alex Humpiri		PLATAFORMA MINA A	Pendiente Instalación de líneas de A/C	PM Mayor				
3/08/2019	TCT80	AP	PM Mayor	HOROMETRO: 41930 Se desconecto y protegí líneas de salida de compresor y línea de salida condensadora Se desconecto y protegí líneas de ingreso a cabina	Efraín Huamán Wilber Samo		PLATAFORMA MINA 09:21 a 10:35		PM Mayor				
23/05/2019	TCT80	PM	Operativo	HOROMETRO: 40969.9 Se coloco faja compresor Carga de gas refrigerante parcial con motor apagado	Agustín Cayllahua Frank Sonco	ON (14 - 110) Psi	TALLER VOLQUETES 07:30 a 09:30		Operativo				
17/05/2019	TCT80	EM	Inoperativo	Se desconecta compresor de AC por corto circuito, quedando operativo ventilación y calefacción	Raúl Santos Alex Humpiri		GRIFO 01 19:00 a 19:30		Inoperativo				
13/05/2019	TCT80	EM	Inoperativo	Mantenimiento rutinario Purga de gas refrigerante Cambio de filtro secador Carga completa de gas refrigerante	Hector Vera Alex Humpiri Renato Hurtado	ON (20 - 120) Psi	PARQUEO GRIFO 01 14:10 a 15:30	REQUIERE CAMBIO DE líneas Y COMPONENTES	Operativo				
14/04/2019	TCT80	PM	Operativo	HOROMETRO: 40639.0 Mantenimiento rutinario	Agustín Cayllahua	OFF (62 - 65) psi	TALLER VOLQUETES 09:15 a 10:30	Requiere Válvula de calefacción mecánica	Operativo				
8/04/2019	TCT80	EM	Inoperativo	HOROMETRO 40606.1 Se cambio compresor y filtro secador. Se hace recarga de gas refrigerante.	Efraín Huamán/Frank Sonco		GRIFO 1 18:00 - 21:00		Operativo				
22/02/2019	TCT80	EM	Inoperativo	HOROMETRO: 39800.8 Recarga de gas y se corrije falso contacto en harnes de	Efraín Huamán David Quispeima	MOTOR ON (10-110) PSI	PARQUEO GARZA-2 14:40 a 15:10	Se encontró harnes desconectado de presostato de alta.	Operativo				

4.5. CONTROL DE COMPONENTES MAYORES (PCR)

El control de componentes mayores de un equipo, consiste básicamente en hacer el seguimiento a los componentes según su vida útil, La vida útil es la duración estimada que un objeto puede tener, cumpliendo correctamente con la función para el cual ha sido creado. Normalmente se calcula en horas de duración.

Cuando estos componentes están ya por cumplir con sus horas de su vida útil, realizara el pedido de acuerdo al equipo pesado.

Entre los componentes principales se encuentran compresor aire acondicionado, condensadora, evaporadora, núcleo de calefacción, válvula de expansión, faja del compresor, mangueras de A/C y calefacción, fitting alta y baja, filtro secador, acumulador y módulo de blower.

Este control es importante tener en cuenta para la planificación de los programas semanales y mensuales se tiene en cuadro de Excel para de equipo de acuerdo a la flota que pertenece, ahí se actualiza de con la fecha de cambio y el hodómetro de cambio.

Figura 27

Control componentes para la flota de volquetes

EQUIPO	COMPONENTE	PCR	FECHA DE INSTALACION	HOROMETRO	HORAS CALCULADAS	HORAS FALTANTES	DIAS TRABAJADOS	ESTADO	PROXIMO CAMBIO	
VQT31	COMPRESOR	10000	03/09/2021	24175	5540	4460			16-Jan-23	
VQT31	FAJA DE COMPRESOR	10000	03/02/2022	26587.7	2480	7520			18-Jun-23	
VQT31	MOTOR BLOWER	20000	15/05/2019	10298	22380	-2380		CAMBIO	8-Feb-22	
VQT31	RODETES DE BLOWER	20000	15/05/2019	10298	22380	-2380		CAMBIO	8-Feb-22	
VQT31	RESISTENCIAS DE BLOWER	20000	15/05/2019	10298	22380	-2380		CAMBIO	8-Feb-22	
VQT31	CONDENSADORA	36000	30/08/2016		42140	-6140		CAMBIO	4-Aug-21	
VQT31	EVAPORADORA	36000	30/08/2016		42140	-6140		CAMBIO	4-Aug-21	
VQT31	KIT DE MANGUERAS DE AC	28000	10/03/2019	9388	23700	4300			8-Jan-23	
VQT31	FILTRO SECADOR	10000	03/09/2021	24175	5540	4460			16-Jan-23	
VQT31	NUCLEO DE CALEFACCION	36000	30/08/2016		42140	-6140		CAMBIO	4-Aug-21	
VQT31	MANGUERAS DE CALEFACCION	20000	24/12/2019	14105	17920	2080			19-Sep-22	
VQT31	VALVULA DE CALEFACCION	20000	17/02/2020	15429	16820	3180			13-Nov-22	
VQT31	ACTUADOR DE CALEFACCION	20000	03/09/2021	24175	5540	14460			30-May-24	
VQT31	ACUMULADOR	16000	03/09/2021	24175	5540	10460			12-Nov-23	
VQT31	TERMOSTATO	20000	17/02/2020	15429	16820	3180			13-Nov-22	
VQT31	VALVULA DE EXPANSION	24000	30/08/2016		42140	-18140		CAMBIO	13-Dec-19	
VQT31	POTENCIOMETRO	16000	17/02/2020	15429	16820	-820		CAMBIO	27-Apr-22	
VQT31	CONVERTIDOR	NO LLEVA								
VQT31	FITTING ALTA/BAJA	16000	03/02/2022	26587.7	2480	13520			13-Apr-24	

Figura 28

Control componentes para la flota de volquetes

EQUIPO	COMPONENTE	PCR	FECHA DE INSTALACION	HOROMETRO	HORAS CALCULADAS	HORAS FALTANTES	DIAS TRABAJADOS	ESTADO	PROXIMO CAMBIO
D10T-2	COMPRESOR	10000	09/11/2020	45400	11500	-1500		CAMBIO	24/03/2022
D10T-2	FAJA DE COMPRESOR	10000	09/11/2020	45400	11500	-1500		CAMBIO	24/03/2022
D10T-2	MOTOR BLOWER	20000	03/10/2021	49106.1	4940	15060			29/06/2024
D10T-2	RODETES DE BLOWER	20000	03/10/2021	49106.1	4940	15060			29/06/2024
D10T-2	RESISTENCIAS DE BLOWER	20000	03/10/2021	49106.1	4940	15060			29/06/2024
D10T-2	CONDENSADORA	28000	09/11/2020	45400	11500	16500			09/09/2024
D10T-2	EVAPORADORA	24000	07/08/2018		28000	-4000		CAMBIO	19/11/2021
D10T-2	NUCLEO DE CALEFACCION	24000	07/08/2018		28000	-4000		CAMBIO	19/11/2021
D10T-2	KIT DE MANGUERAS DE AC	28000	09/11/2020	45400	11500	16500			09/09/2024
D10T-2	FILTRO SECADOR	10000	09/11/2020	45400	11500	-1500		CAMBIO	24/03/2022
D10T-2	MANGUERAS DE CALEFACCION	28000	03/04/2021	42333	8600	19400			01/02/2025
D10T-2	VALVULA DE CALEFACCION	16000	03/10/2021	49106.1	4940	11060			12/12/2023
D10T-2	ACTUADOR DE CALEFACCION	16000	03/10/2021	49106.1	4940	11060			12/12/2023
D10T-2	TERMOSTATO	20000	09/11/2020	45400	11500	8500			06/08/2023
D10T-2	FITTING ALTA/BAJA	16000	09/11/2020	45400	11500	4500			18/01/2023
D10T-2	ACUMULADOR	16000	09/11/2020	45400	11500	4500			18/01/2023

Figura 29

Control componentes para la flota de perforadoras

EQUIPO	COMPONENTE	PCR	FECHA DE INSTALACION	HORAS CALCULADA	HORAS FALTANTE	DIAS TRABAJADOS	ESTADO	PROXIMO CAMBIO
PET11	MOTOR CONDENSADOR 1	28000	25/06/2020	15664	12336			19/12/2023
PET11	MOTOR CONDENSADOR 2	28000	23/02/2021	10318	17682			18/08/2024
PET11	MOTOR CONDENSADOR 3	28000	10/06/2017	40106	-12106		CAMBIO	03/12/2020
PET11	MOTOR CONDENSADOR 4	28000	11/03/2021	9966	18034			03/09/2024
PET11	MOTOR CONDENSADOR 5	28000	10/06/2017	40106	-12106		CAMBIO	03/12/2020
PET11	MOTOR CONDENSADOR 6	28000	10/06/2017	40106	-12106		CAMBIO	03/12/2020
PET11	MOTOR BLOWER	30000	05/07/2016	47586	-17586		CAMBIO	29/03/2020
PET11	COMPRESOR	30000	05/07/2016	47586	-17586		CAMBIO	29/03/2020
PET11	MOTOR PRESURIZADOR	20000	05/07/2016	47586	-27586		CAMBIO	31/12/2018
PET11	BREAKER 30A	20000	05/07/2016	47586	-27586		CAMBIO	31/12/2018
PET11	MONITOR DE FASE	20000	05/07/2016	47586	-27586		CAMBIO	31/12/2018
PET11	TERMOSTATO NC-NO	20000	05/07/2016	47586	-27586		CAMBIO	31/12/2018
PET11	CABLEADO TABLERO ELECTRICO	30000	05/07/2016	47586	-17586		CAMBIO	29/03/2020
PET11	CABLEADO RESISTENCIAS	30000	05/07/2016	47586	-17586		CAMBIO	29/03/2020
PET11	COMPRESOR	30000	05/07/2016	47586	-17586		CAMBIO	29/03/2020

Figura 30

Control componentes para la flota de palas





EQUIPO	COMPONENTE	PCR	FECHA DE INSTALACION	HORAS CALCULADA	HORAS FALTANTE	DIAS TRABAJADOS	ESTADO	PROXIMO CAMBIO
PAT01	COMPRESOR	30000	11/07/2016	47454	-17454		CAMBIO	04/04/2020
PAT01	MOTOR CONDENSADOR	28000	09/10/2020	13332	14668			03/04/2024
PAT01	MOTOR BLOWER	28000	11/08/2018	30712	-2712		CAMBIO	03/02/2022
PAT01	MOTOR PRESURIZADOR	20000	11/07/2016	47454	-27454		CAMBIO	06/01/2019
PAT01	SERPENTIN EVAPORADOR	28000	11/07/2016	47454	-19454		CAMBIO	04/01/2020
PAT01	SERPENTIN CONDENSADOR	28000	11/07/2016	47454	-19454		CAMBIO	04/01/2020
PAT01	BREAKER 30A	24000	04/07/2020	15466	8534			29/06/2023
PAT01	ACTUADOR MECANICO DE BREAKER 30A	20000	04/07/2020	15466	4534			30/12/2022
PAT01	MONITOR DE FASE	24000	11/08/2018	30712	-6712		CAMBIO	05/08/2021
PAT01	TERMOSTATO NC-NO	24000	16/10/2019	21230	2770			10/10/2022
PAT01	CABLEADO TABLERO ELECTRICO	30000	10/06/2020	15994	14006			04/03/2024
PAT01	CONTACTOR CALEFACCION ALTA	28000	30/10/2019	20922	7078			24/04/2023
PAT01	CONTACTOR CALEFACCION BAJA	28000	18/09/2019	21846	6154			13/03/2023
PAT01	CONTACTOR BLOWER ALTA	28000	18/09/2019	21846	6154			13/03/2023
PAT01	CONTACTOR BLOWER BAJA Y AUXILIAR	28000	09/09/2020	13992	14008			04/03/2024
PAT01	CONTACTOR COMPRESOR	28000	09/09/2020	13992	14008			04/03/2024
PAT01	GUARDAMOTORES CAMBIO TOTAL	28000	18/09/2019	21846	6154			13/03/2023
PAT01	CABLEADO DE CALEFACCION (EVAP)	20000	31/07/2019	22924	-2924		CAMBIO	25/01/2022
PAT01	TERMOSTATO CABINA	20000	18/06/2019	23870	-3870		CAMBIO	13/12/2021
PAT01	VALVULA DE EXPANSION (REQ CAMBIO)	20000	11/07/2016	47454	-27454		CAMBIO	06/01/2019
PAT01	RESISTENCIAS DE CALEFACCION	28000	13/08/2016	46728	-18728		CAMBIO	06/02/2020

4.6. SEGUIMIENTO REPUESTO SOLICITADO PARA LOS EQUIPOS EN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO Y CALEFACCIÓN

Al realizar un pedido de repuestos se debe generar un Backlog, para cada flota se tiene que trabajar con su planner se genera con el Formato de pedido de componente Z2 para la flota de volquetes, tractores, palas y perforadoras aprobado por el jefe de taller de turno de Southern Cooper.

Es importante tener el estatus de los pedidos de repuestos al día, ya que es necesario al planificar la programación de mantenimiento semanal y mensual.

Figura 31
 Formato Z2 para hacer pedido flota volquete





TALLER VOLQUETES TOQUEPALA

FORMATO PARA TRABAJOS REALIZADOS - TALLER VOLQUETES

TIPO DE TRABAJO
 MANTENIMIENTO CORRECTIVO MANTENIMIENTO PREVENTIVO

1. AVISO DE AVERÍA - TIPO Z2

EQUIPO AVERÍA (Describir el problema brevemente)
 SISTEMA AFECTADO COMPONENTE AFECTADO
 HORAS DEL COMPONENTE PCR DEL COMPONENTE (Horas límite)
 INICIO / / - :
(dd) (mm) (aa) (hh) (mm)

GRUPO PLANIF. TMV / SPCC
 PTO TBJO. RESP. TMMV / TQ01
 CODIFICACIÓN TURNOS AS

TEXTO EXPLICATIVO DE AVERÍA (Causa raíz - Porqué ocurrió?)
NÚMERO DE AVISO

2. ORDEN DE TRABAJO - TIPO ZPM1

Cl activ. PM. MA
 PRIORIDAD MUY ELEVADO = Acción inmediata
 ALTO = Acción inmediata
 MEDIO = Programar próximo PM
 BAJO = En seguimiento

CANTIDAD DE PERSONAL DURACIÓN DE PARADA Horas HORAS HOMBRE HH

COMPONENTES REQUERIDOS					
IT	CANT.	DESCRIPCIÓN	NRO. PARTE	SAP CODE	ALMACÉN
01					
02					
03					
04					
05					
06					
07					
08					
09					
10					
11					
12					
13					
14					

NÚMERO DE RESERVA

COSTE - MATERIALES \$

COSTE - MANO OBRA \$


NÚMERO DE ORDEN

SOLICITADO POR / TÉCNICO MECÁNICO		
REG.	NOMBRE Y APELLIDO	FIRMA

VALIDACIÓN / EMPLEADO SUPERVISOR DE TALLER		
REG.	NOMBRE Y APELLIDO	FIRMA

Figura 32

Formato Z2 para hacer pedido flota tractores

 SOUTHERN COPPER SOUTHERN PERU		FORMATO DE AVISO DE AVERIA Z2 BACKLOG PROGRAMABLE		Mantenimiento Mina Taller Tractores	
CLASE DE AVISO	Z2	(AVISO AVERIA AMC)	N° DE AVISO		
DESCRIPCION DEL AVISO					
OBJETO DE REFERENCIA					
UBICACIÓN TECNICA					
EQUIPO SAP					
CIRCUNSTANCIAS					
CODIFICACION	<input type="text"/>	<input type="text"/>			
DESCRIPCION					
RESPONSABILIDADES					
GRUPO PLANIF.	<input type="text" value="TTR / SPCC"/>	PLNR MEC TRACTORES			
PTO TBJO. RESP.	<input type="text" value="TMTR / TQ01"/>	TMM TALLER TRACTORES			
AUTOR DEL AVISO					
DATOS AVERIA		FECHA	HORA	<input type="checkbox"/>	PARADA
INICIO AVERÍA				<input type="checkbox"/>	
FIN DE AVERÍA				DURACION PARADA	H
POSICIÓN					
PARTE OBJETO	<input type="text"/>	<input type="text"/>			
SINT. AVERIA	<input type="text"/>	<input type="text"/>			
TEXTO					
CAUSA	<input type="text"/>	<input type="text"/>			
TEXTO CAUSA					
DATOS DEL AUTOR DEL AVISO					
GENERADO POR		REGISTRO		FIRMA	
EQUIPO N°	<input type="text"/>	FECHA DE GENERACION			
ORDEN DE MANTENIMIENTO					
DESCRIPCION ORDEN DE MANTENIMIENTO:				TIPO DE ORDEN	ZPM2
PRIORIDAD:					
URGENTE	<input type="checkbox"/>	PROX PM	<input type="checkbox"/>	PROX MES	<input type="checkbox"/>
				MONITOREAR	<input type="checkbox"/>
ESTIMADO DEL TIEMPO DE REPARACION:					
HORAS DE PARADA	<input type="text"/>	MECANICOS	<input type="text"/>	HORAS HOMBRE TOTALES	<input type="text"/>
<p>△ Es necesario que la información a considerar sea objetiva y específica.</p> <p>△ En la inspección y evaluación de nuestros equipos, debemos ser observadores y analíticos.</p> <p>△ Toda actividad / trabajo programable para corregir una avería en un equipo debe registrarse en el presente formato.</p> <p>△ Toda actividad programable, da inicio con un AVISO DE AVERIA y luego este da lugar a la generación de la ORDEN DE MANTENIMIENTO</p> <p>△ Se considera Backlog Programable a los trabajos que estan pendientes de ejecución, pero el equipo puede seguir trabajando.</p>					

4.7. PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO

La planeación es el proceso mediante el cual se determina los elementos necesarios para realizar una tarea, antes del momento en que se inicie el trabajo. La programación tiene que ver con la hora o el momento específico y el establecimiento de fases o etapas de los trabajos planeados junto con las órdenes para efectuar el trabajo, su monitoreo, control y el reporte de su avance.

4.7.1. Planeación

La planeación en el contexto del mantenimiento se refiere al proceso mediante el cual se determina y preparan todos los elementos requeridos para efectuar una tarea antes de iniciar un trabajo. El proceso de planeación comprende todas las funciones relacionadas con la preparación de la orden de trabajo, la lista de materiales, la requisición de compras, los planos y dibujos necesarios, la hoja de planeación de la mano de obra, los estándares de tiempo todo los datos necesarios antes de programar y liberar la orden de trabajo.

Figura 34

Programación de semana para flota de volquetes

F E S A	LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SABADO		DOMINGO	
	17-Ene	Hrs	18-Ene	Hrs	19-Ene	Hrs	20-Ene	Hrs	21-Ene	Hrs	22-Ene	Hrs	23-Ene	Hrs
S P Y T U R N O R	VQT71	365	VQT104	370	VQT70	670	VQT41	365	VQT77	370	VQT62	355	VQT73	670
	C175-20	SIN GARANTIA	C175-20	SIN GARANTIA	C175-20	SIN GARANTIA	C175-16	GARANTIA	C175-20	GARANTIA	C175-20	SIN GARANTIA	C175-20	GARANTIA
	FUERA DE CONTRATO													
	Hora inicio: 5:30 am	Durac: 12 Hrs	Hora inicio: 5:30 am	Durac: 18 Hrs	Hora inicio: 5:30 am	Durac: 20 Hrs	Hora inicio: 5:30 am	Durac: 20 Hrs	Hora inicio: 5:30 am	Durac: 12 Hrs	Hora inicio: 5:30 am	Durac: 14 Hrs	Hora inicio: 5:30 am	Durac: 14 Hrs
	RUTINA: 1750		RUTINA: 1750		RUTINA: 1998		RUTINA: 1950		RUTINA: 1400		RUTINA: 1400		RUTINA: 1998	
VQTC56	342	VQT6	353	TOWHAUL	225	VQTC57	344	VQT17	485	VQTK29	489	VQTK132	749	
CAT	GARANTIA	3516BDEUM	GARANTIA	3516BDEUM	GARANTIA	3516BDEUM	SIN GARANTIA	MTU	SIN GARANTIA	QSK60	SIN GARANTIA	QSK70	SIN GARANTIA	
OPERATIVO														
RESERVA PENDIENTE: 6501699 (LINEAS AC, CONDENSADORA, ACUMULADOR)														
RESERVA PENDIENTE: 7065567 (GUARDIA ESPACIADORES Y FERRO)														
Hora inicio: 5:30 am	Durac: 160 Hrs	Hora inicio: 5:30 am	Durac: 10 Hrs	Hora inicio: 5:30 am	Durac: 12 Hrs	Hora inicio: 5:30 am	Durac: 16 Hrs	Hora inicio: 5:30 am	Durac: 20 Hrs	Hora inicio: 5:30 am	Durac: 24 Hrs	Hora inicio: 5:30 am	Durac: 20 Hrs	
RUTINA: 2450		RUTINA: 3150		RUTINA: 2800		RUTINA: 4200		RUTINA: 5000		RUTINA: 3000		RUTINA: 1500		
								VQTK22	472	VQTC54	342			
								QSK60	SIN GARANTIA	CAT	GARANTIA			
OPERATIVO														
RESERVA PENDIENTE: 7005902 (BASE DE COMPRESOR)														
Hora inicio: 6:00 am	Durac: 18 Hrs							RUTINA: 6000		Hora inicio: 6:00 am	Durac: 24 Hrs			
										RUTINA: 3850				
		VQTK26	498	VQTK35	489					VQTK30	493	VQTC50	353	
		QSK60	SIN GARANTIA	QSK60	GARANTIA					MTU	GARANTIA	CAT	GARANTIA	
OPERATIVO														
Hora inicio: 04:00 Pm	Durac: 72 Hrs	Hora inicio: 04:00 am	Durac: 12 Hrs							Hora inicio: 04:00 Pm	Durac: 10 Hrs	Hora inicio: 04:00 Pm	Durac: 10 Hrs	
RUTINA: 1500		RUTINA: 1000								RUTINA: 5000		RUTINA: 330		
								VQT107	355	VQT111	370	VQT72	680	
								C175-20	SIN GARANTIA	C175-20	GARANTIA	C175-20	SIN GARANTIA	
FUERA DE CONTRATO														
Hora inicio: 6:30 pm	Durac: 12 Hrs							RUTINA: 700		Hora inicio: 6:30 pm	Durac: 10 Hrs	Hora inicio: 6:30 pm	Durac: 10 Hrs	
										RUTINA: 1750		RUTINA: 6000		

Figura 35

Programación de semana para flota de tractores

U	17-Ene	18-Ene	19-Ene	20-Ene	21-Ene	22-Ene	23-Ene
Máquina	834H-5 242 22-Dec-21 59728 1750 SPCC OPERATIVO Duración: 12 Hrs. RUTINA: 2000	834K-1 245 22-Dec-21 33410 2000 SPCC OPERATIVO Duración: 12 Hrs. RUTINA: 250	D11T1 284 17-Dec-21 37830 500 FERREYROS FUERA DE CONTRATO Duración: 14 Hrs. RUTINA: 750	D11T4 268 19-Dec-21 30570 1250 FERREYROS FUERA DE CONTRATO Duración: 12 Hrs. RUTINA: 1500	24M-3 198 2-Dec-21 57071 250 FERREYROS FUERA DE CONTRATO Duración: 14 Hrs. RUTINA: 500	D11T-5 269 17-Dec-21 27545 1500 FERREYROS FUERA DE CONTRATO Duración: 18 Hrs. RUTINA: 1750	24M-5 268 23-Dec-21 23070 1500 FERREYROS FUERA DE CONTRATO Duración: 12 Hrs. RUTINA: 1750
	WD600-7 245 20-Dec-21 33586 500 SPCC OPERATIVO Duración: 16 Hrs. RUTINA: 750	D10T-4 255 18-Dec-21 51427 2000 SPCC OPERATIVO Duración: 12 Hrs. RUTINA: 250	834H-6 262 9-Dec-21 57949 250 SPCC OPERATIVO 14 Hrs. RUTINA: 500	PC800-3 253 24-Dec-21 6339 250 SPCC OPERATIVO Duración: 18 Hrs. RUTINA: 500	D375A11 257 17-Dec-21 30999 1000 SPCC OPERATIVO Duración: 12 Hrs. RUTINA: 1250	24-6 271 23-Dec-21 4739 250 FERREYROS FUERA DE CONTRATO Duración: 12 Hrs. RUTINA: 500	994F-3 248 6-Jul-21 42863 1000 SPCC PENDIENTE RESERVA: (7002411) (FITTING, PLATE, WHASER) Duración: 14 Hrs. RUTINA: 1250
	WD600-9 279 21-Dec-21 31580 1750 SPCC OPERATIVO Duración: 16 Hrs. RUTINA: 2000	D475A1 264 19-Dec-21 32642 1250 SPCC OPERATIVO 12 Hrs. RUTINA: 1500	D10T-2 250 1-Jun-22 63880 500 SPCC OPERATIVO Duración: 14 Hrs. RUTINA: 750	WD600-11 253 24-Dec-21 7136 1000 SPCC OPERATIVO Duración: 14 Hrs. RUTINA: 1250			966F-2 248 16-Dec-21 74248 250 SPCC OPERATIVO Duración: 14 Hrs. RUTINA: 500

Figura 36

Programación de semana para flota de palas



		PROGRAMA SEMANAL CONTRATA - SELIN S.R.L SEMANA 3077						
MANTENIMIENTO PALAS								
FECHA	LUNES 17-01-2022	MARTES 18-01-2022	MIÉRCOLES 19-01-2022	JUEVES 20-01-2022	VIERNES 21-01-2022	SÁBADO 22-01-2022	DOMINGO 23-01-2022	
EQUIPO	PAT 08		PAT 02		PAT 01		PAT 05	
ACTIVIDADES	MANTENIMIENTO AL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	MANTENIMIENTO AL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	MANTENIMIENTO AL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO		MANTENIMIENTO AL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO			
REQUERIMIENTOS MATERIALES / REPUESTOS PRIORITY 1 / 2		FILTRO PRIMARIO PRESURIZADOR [BAF: 30006332]	FILTRO PRIMARIO PRESURIZADOR [BAF: 30006932] FILTRO SECUNDARIO PRESURIZADOR [BAF: 30228219] (02) FILTRO DE RECIRCULACIÓN [BAF: 30452233]			PENDIENTE ENTREGA DE COMPONENTES [AVISO: 1000201636]		
REQUERIMIENTOS EQUIPOS AUXILIARES (SERVO, MONTACARGA, ETC)								
CANTIDAD DE PERSONAL	2	2	2		2			
TIEMPO REQUERIDO	3.5 HORAS	3.5 HORAS	3.5 HORAS		3.5 HORAS			

Figura 37

Programación de semana para flota de perforadoras

MANTENIMIENTO PERFORADORAS							
FECHA	LUNES 17-01-2022	MARTES 18-01-2022	MIÉRCOLES 19-01-2022	JUEVES 20-01-2022	VIERNES 21-01-2022	SÁBADO 22-01-2022	DOMINGO 23-01-2022
EQUIPO	PET 16		PET 12	PET 19	PET 10	PET 17	
ACTIVIDADES	MANTENIMIENTO AL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO		MANTENIMIENTO AL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	MANTENIMIENTO AL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	MANTENIMIENTO AL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	MANTENIMIENTO AL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	
REQUERIMIENTOS MATERIALES / REPUESTOS PRIORITY 1 / 2	FILTRO PRIMARIO PRESURIZADOR [SAF: 30006932] FILTRO SECUNDARIO PRESURIZADOR [SAF: 30293219]		FILTRO PRIMARIO PRESURIZADOR [SAF: 30006932]	FILTRO PRIMARIO PRESURIZADOR [SAF: 30006932]		FILTRO PRIMARIO PRESURIZADOR [SAF: 30006932] FILTRO SECUNDARIO PRESURIZADOR [SAF: 30293219]	
					PENDIENTE RESERVA: 61074 14 (COM PRESOR, SECADOR)		
REQUERIMIENTOS EQUIPOS AUXILIARES (SERVO, MONTACARGA, ETC)							
CANTIDAD DE PERSONAL	2		2	2	2	2	
TIEMPO REQUERIDO	03 HORAS		03 HORAS	03 HORAS	03 HORAS	03 HORAS	

4.7.2 Programación del mantenimiento

La programación del mantenimiento se realiza una vez que se cuente con toda la documentación de planificación que vimos en el punto anterior. Un programa confiable debe tomar en consideración lo siguiente:

- Una clasificación de prioridades de trabajo que refleja la urgencia y el grado crítico del trabajo.
- Si todos los materiales necesarios para la orden de trabajo están en el taller (si no, la orden de trabajo no debe programarse).
- Estimaciones realistas y lo que probablemente sucederá, y no lo que el programador desea.

El programa de mantenimiento se realiza corto plazo:

- El programa a corto plazo 1 semana
- El programa diario que cubre el trabajo que debe completarse cada día.

CAPÍTULO V

CONTROL ESTRATÉGICO DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA AIRE ACONDICIONADO Y CALEFACCIÓN

Los Indicadores Clave de Desempeño (KPI) son mediciones cuantificables, acordadas de antemano, que reflejan los factores críticos de éxito de una organización y son altamente efectivos para exponer, cuantificar y visualizar deficiencias, además son efectivos motivadores.

La medición y el análisis de estos indicadores pueden ayudar a la gestión a:

- Establecer objetivos
- Planificar estrategias y acciones
- Divulgar resultados con objeto de informar y motivar a las personas

Estos indicadores se pueden realizar semanal y mensualmente, y según los resultados comparados con el target, se debe de tomar acciones correctivas para mejorar, de lo contrario, estos indicadores solo serían estadística.

5.1. INDICADORES DE MANTENIMIENTO

Con la intención de conocer la marcha de la gestión de mantenimiento de servicio de mantenimiento de aire acondicionado y calefacción, se debe definir una serie de parámetros que permitan evaluar los resultados que está obteniendo la gestión de mantenimiento, esto se puede obtener a partir del procesamiento de datos (registros) que se obtienen durante el ejercicio de la gestión de mantenimiento que dará como resultado información valiosa para tomar decisiones sobre la evolución del mantenimiento.

Para el diseño de los indicadores de gestión de mantenimiento se contó con la participación del supervisor de operación y asistente de operaciones, quien es consciente de la necesidad de tener parámetros que permita tener un control de la gestión de mantenimiento, tomando en cuenta los objetivos de mantenimiento que se planteen por lo que se expone cada uno de los indicadores.

5.1.2. Indicadores de Disponibilidad

Dado que estos indicadores son importantes para el servicio de mantenimiento del sistema de aire acondicionado y calefacción, ya que está conformado por los equipos pesados a cargo, se define los siguientes indicadores referentes a la disponibilidad.

Para el cálculo de este indicador se considerarán las horas totales de parada por factores mecánicos registrados debidamente en la base de datos historial.

No se deben considerar demoras por calentamiento, abastecimiento de combustible, traslados u otras demoras operativas y no operativas que no estén relacionados directamente a servicios de mantenimiento mecánico.

La disponibilidad se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{DISPONIBILIDAD M. (\%)} = \frac{\text{H Operación} - \text{H Mantto}}{\text{H Operación}} \quad [5]$$

Donde:

H Operación: Horas de operación mina del sistema de aire acondicionado y mina 20 horas diarias en mina.

H Mantto: Tiempo del equipo parado por mantenimiento correctivo del sistema de aire acondicionado y calefacción dentro de las horas operación del equipo (para el cálculo no considerar el mantenimiento fuera de las horas programadas para la operación).

MTBF (Tiempo promedio entre fallas): Este indicador mide el tiempo promedio que es capaz de operar el equipo sin interrupciones dentro de un periodo determinado.

Uno de los parámetros más importantes utilizados en el estudio de la confiabilidad constituye el MTBF, es por esta razón que, debe ser tomado como un indicador más que representa de alguna manera el comportamiento de un equipo específico.

Para el cálculo de este indicador se debe registrar correctamente en la base de datos las órdenes de trabajo de las paradas por falla, paradas programadas y paradas por accidentes.

El MTBF se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$MTBF = \frac{H \text{ Motor}}{\text{Cantidad de paradas por Fallas}} \quad [6]$$

Donde:

MTBF: Tiempo Promedio entre fallas (Mean Time Between Failure)

Target: Nuevo 80 h

Antiguo 60 h

5.2. INDICADORES DE GESTIÓN DE ÓRDENES DE TRABAJO

Estos indicadores son valiosos dada la cantidad de órdenes de trabajo que se generan en la C.T. Independencia.

5.2.1. Número de O.T. generadas por cada equipo pesado

Este indicador permitirá evaluar el esfuerzo de mantenimiento en cada una de los Equipos Pesados a cargo.

5.2.2. Índice de cumplimiento de la planificación

Es la proporción de órdenes acabadas en la fecha programada o con anterioridad, sobre el total de órdenes de trabajo.

$$\text{Cumplimiento de la planificación} = \frac{\text{N}^\circ \text{ Ordenes de trabajo (OT) Cumplidas}}{\text{N}^\circ \text{ Ordenes de trabajo (OT) Totales}} \quad [7]$$

5.2.3. Tiempo medio de resolución de una O.T.

Es el cociente de dividir el número de O.T. terminadas entre el total de horas dedicadas a mantenimiento.

$$\text{Tiempo medio de O.T.} = \frac{\text{N}^\circ \text{ O.T. Terminadas}}{\text{Horas dedicadas a ejecutar las O.T. terminadas}} \quad [8]$$

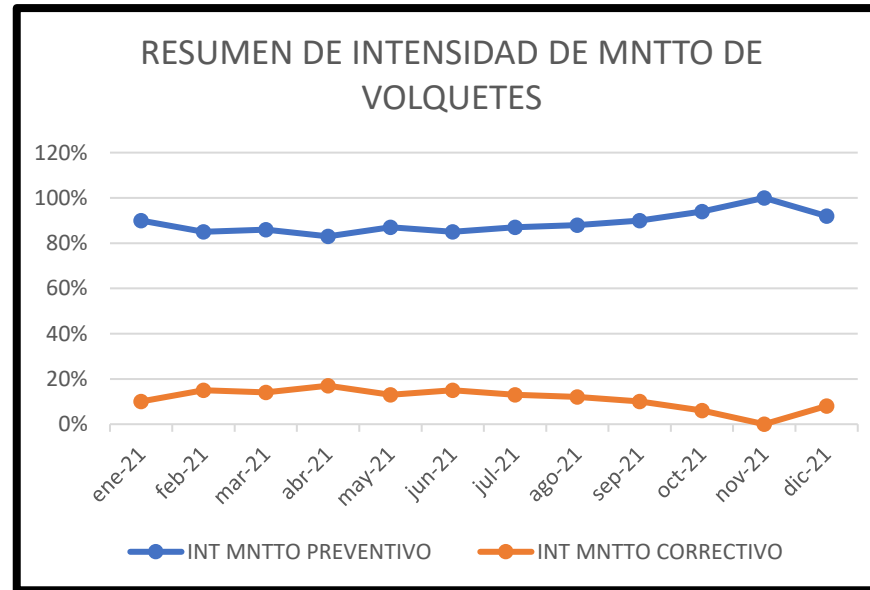
Tabla 9

Indicadores de mantenimiento y gestión de órdenes de trabajo

Objetivo	Palabra clave	Significado	Indicador	Fórmula	Responsable
Mantener la disponibilidad de las unidades de generación mayor al 80% minimizando los mantenimientos correctivos debido a averías	Disponibilidad	Tiempo disponible de los equipos	<i>Disponibilidad de unidades de generación</i>	(Horas totales del periodo-Horas indisponible)/(Horas totales del periodo)	Supervisor de Operaciones
	Minimizar averías	Confiabilidad de equipos	<i>Tiempo medio entre averías - MTBF</i>	(Horas totales del periodo)/(Numero de averías en el periodo)	Supervisor de Operaciones
Asegurar un cumplimiento del 100% de los planes de mantenimiento de los equipos su totalidad, reduciendo el tiempo promedio para realizar los trabajos.	Totalidad	Todos los equipos de la C.T. Independencia tienen un modelo de mantenimiento asignado	<i>Número de O.T. generadas por sector o zona</i>	Numero de O.T. generadas por sector o zona	Supervisor de Operaciones
	Cumplimiento	Cumplimiento de lo planificado	<i>Índice de cumplimiento de la planificación</i>	(N° O.T.acabadas según lo planificado)/(N° O.T.totales)	Supervisor de Operaciones

Resumen de intensidades de mantenimiento flota volquetes

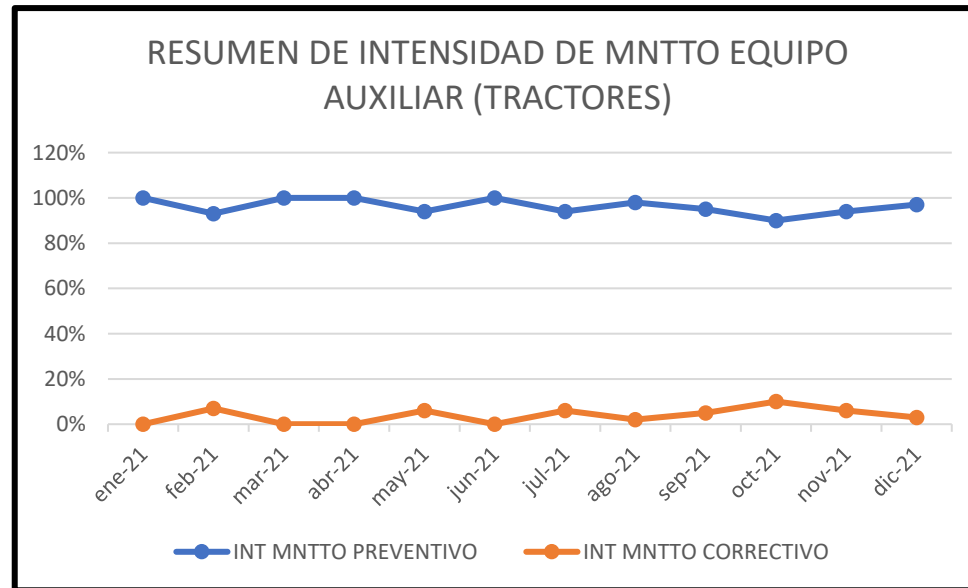
RESUMEN MENSUAL	Ene-21	Feb-21	Mar-21	Abr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Set-21	Oct-21	Nov-21	Dic-21
INT MNTTO PREVENTIVO	90%	85%	86%	83%	87%	85%	87%	88%	90%	94%	100%	92%
INT MNTTO CORRECTIVO	10%	15%	14%	17%	13%	15%	13%	12%	10%	6%	0%	8%



Gráfica 6. Resumen intensidad de mntto volquetes

Resumen de intensidades de mantenimiento flota equipo auxiliar

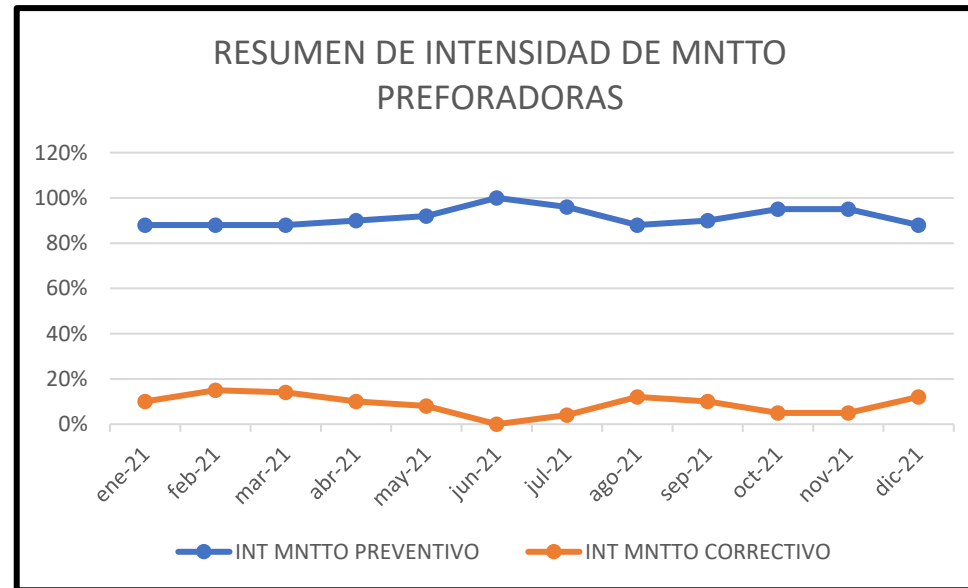
RESUMEN MENSUAL	Ene-21	Feb-21	Mar-21	Abr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Set-21	Oct-21	Nov-21	Dic-21
INT MNTTO PREVENTIVO	100%	93%	100%	100%	94%	100%	94%	98%	95%	90%	94%	97%
INT MNTTO CORRECTIVO	0%	7%	0%	0%	6%	0%	6%	2%	5%	10%	6%	3%



Gráfica 7. Resumen intensidad de mntto equipo auxiliar (tractores)

Resumen de intensidades de mantenimiento flota de perforadoras

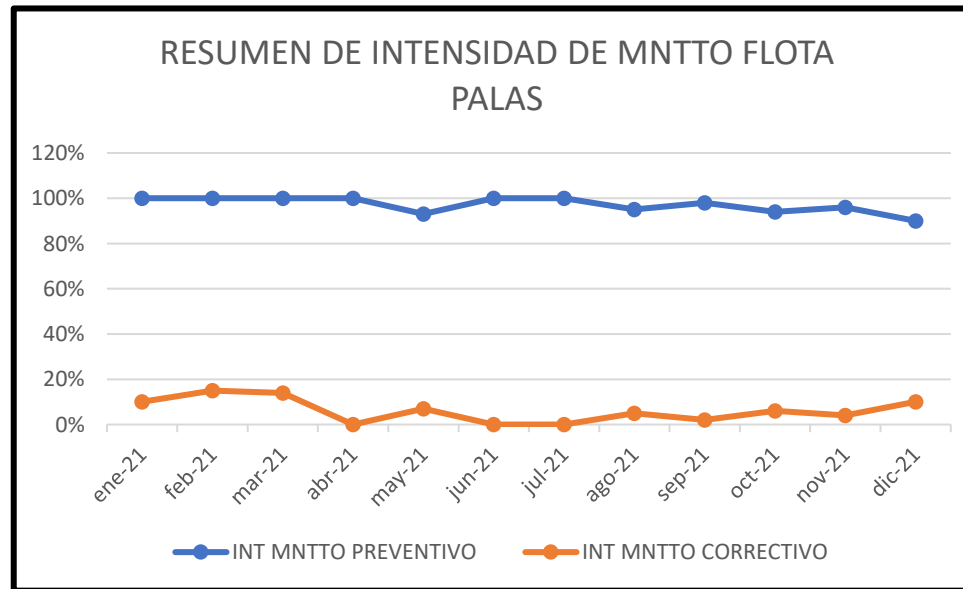
RESUMEN MENSUAL	Ene-21	Feb-21	Mar-21	Abr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Set-21	Oct-21	Nov-21	Dic-21
INT MNTTO PREVENTIVO	88%	88%	88%	90%	92%	100%	96%	88%	90%	95%	95%	88%
INT MNTTO CORRECTIVO	10%	15%	14%	10%	8%	0%	4%	12%	10%	5%	5%	12%



Gráfica 8. Resumen intensidad de mntto perforadoras

Resumen de intensidades de mantenimiento flota de palas

RESUMEN MENSUAL	Ene-21	Feb-21	Mar-21	Abr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Set-21	Oct-21	Nov-21	Dic-21
INT MNTTO PREVENTIVO	100%	100%	100%	100%	93%	100%	100%	95%	98%	94%	96%	90%
INT MNTTO CORRECTIVO	10%	15%	14%	0%	7%	0%	0%	5%	2%	6%	4%	10%



Gráfica 9. Resumen intensidad de mntto flota palas

CONCLUSIONES

Primera

De la experiencia desarrollada, es evidente que la organización del área de mantenimiento, la planificación y programación de las labores de mantenimiento, son la mejor y única forma de mantener los equipos.

Segunda

El servicio se estableció de acuerdo a los indicadores de gestión que son solicitados por el cliente SPCC Toquepala, se está cumpliendo al margen de lo solicitado por el cliente.

Tercera

Contar con un buen sistema de mantenimiento, que permita el registro de los datos de mantenimiento de las unidades, más aún, si es apoyado por un software, permite una planificación y programación de mantenimiento exitosa.

Cuarta

Para la planificación y programación del mantenimiento, se debe considerar, la documentación presentada en el presente informe, las

características de la operación realizada por los equipos, la cantidad y características de los mismos.

Quinta

Los procedimientos de mantenimiento con la aplicación del nuevo modelo de gestión han mejorado sustancialmente el manejo de los indicadores y el monitoreo de condiciones, lo que, en la anterior gestión no se tenía en cuenta según el reporte anual.

RECOMENDACIONES

Primera

Evaluar la implementación de un software de mantenimiento para poder automatizar el programa de mantenimiento.

Segunda

Se recomienda al jefe de planeamiento contar con la información básica y necesaria de los equipos, como son la marca, modelo, año de fabricación, números de serie, mediante un registro de fácil y de rápido acceso (file de máquina), que nos permita realizar un correcto pedido de repuestos.

Tercera

Se recomienda al jefe de planeamiento llevar el control de los registros de las labores de mantenimiento realizadas (historial de mantenimiento), que incluyen datos de los repuestos utilizados, la fecha y horómetro en el que se realizaron los trabajos, son de especial importancia, pues ayudan a establecer intervalos para el cambio y duración de partes, es de gran ayuda, en el diagnóstico de fallas y en la realización de la programación de mantenimiento.

Cuarta

Se recomienda al jefe de mantenimiento determinar el tamaño del área de mantenimiento, dependiendo de la dificultad de trabajos de mantenimiento a ser realizados por el personal propio del área. Ya que esto implica un costo debido a la cantidad de personal, el nivel de capacitación y experiencia con que deben contar, la implementación necesaria (herramientas y equipos), para la realización de dichos trabajos.

Quinta

Actualizar constantemente las hojas de PM y órdenes de trabajo de acuerdo a los diferentes eventos que pudieran tener las unidades de los equipos de pesado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castaño, S. (2010). *Contribución al Estudio y Desarrollo del Accionamiento Eléctrico de Reluctancia Conmutada en el Sistema de Aire Acondicionado en Automóviles a 42V*. España. Universitat Rovira I Virgili, Facultad de Ingeniería Electrónica, Eléctrica y Automática.
- Castillo. (2014). *Climatización en ambientes cerrados*.
- Diaz. (2015). *Aire acondicionado y consumo de combustible*.
- Fayres, S. (2014). *Termodinámica*. Mexico: uteha.
- Garcia, S. (2012). *Gestión Moderna del Industrial. Colombia. Bogotá*.
Bogota: Print made in Colombia.
- Garrido, S. (2003). *Organización y gestión integral de mantenimiento*.
Madrid: Diaz de Santos, S. A.
- Gutierrez, A. M. (2009). *Mantenimiento Planeación Ejecución Control del Valle - Mexico*: Alfaomega Grupo.
- Juan, D. (2010). *Técnicas de mantenimiento industrial*. España: Calpe Institute Of Technology.

Pérez, L. F. (2017). *Metodología de gestión de mantenimiento desde una perspectiva de Confiabilidad-Disponibilidad Mantenibilidad (CDM) para aplicación en equipos de Tecnología información TI*. Medellín: s.n.

Rodolfo, G. A. (2009). *Mantenimiento Industrial*. Mexico: Trillas, S.A. de C.V.

Villanueva, R. (2004). *Refrigerantes para refrigeración y aire acondicionado*.

https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=MoRHgGjlfPsC&oi=fnd&pg=PA15&dq=refrigerantes+para+aire+acondicionado+y+refrigeraci%C3%B3n+rafael+villanueva+manresa+pdf&ots=Dy8DGN_q2C&sig=UoUgmrKkXygt78y0WS377S_YNk#v=onepage&q&f=false

ANEXOS

ANEXO 01

Sistema de aire acondicionado Palas y Perforadoras P&H

Sistema de Aire Acondicionado

Palas y Perforadoras P&H

Enero 2021

SPCC Toquepala

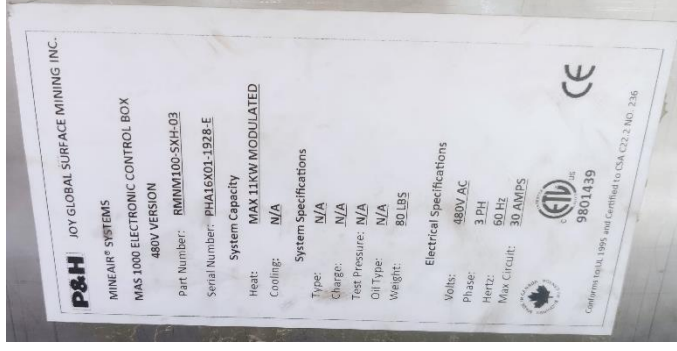
Gustavo Ayala

Field Service

Sistemas de Aire Acondicionado Flota Palas y Perforadoras P&H

Cod. Cliente	Equipo		MODELO A/C
	S/N		
PET01	BD120130		MAS 1000
PET11	BD320178		MAS 1300
PET16	BD320197		MAS 1500
PET17	BD320198		MAS 1500
PET19	BD320200		MAS 1500
PET21	BD320203		MAS 1500
PAT01	ES4157		SIGMA
PAT02	ES4191		MAS1000
			MAS1000
PAT04	ES4153		SIGMA
			MAS 1500
PAT09	ES41291		MAS 1500
			MAS 1500

Perforadora BD120130 – PET01



Código de Activo SPCC

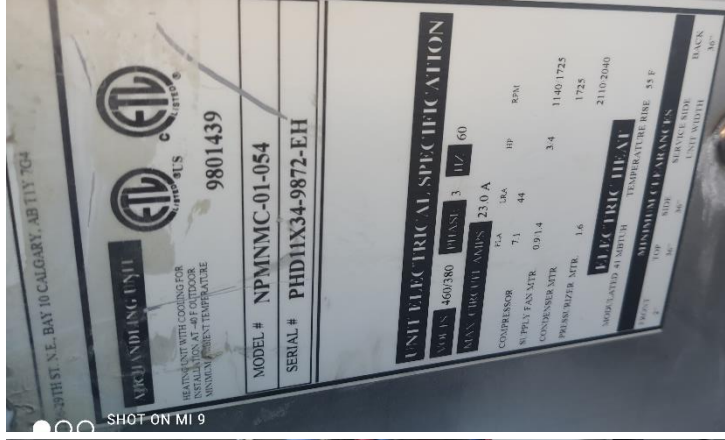
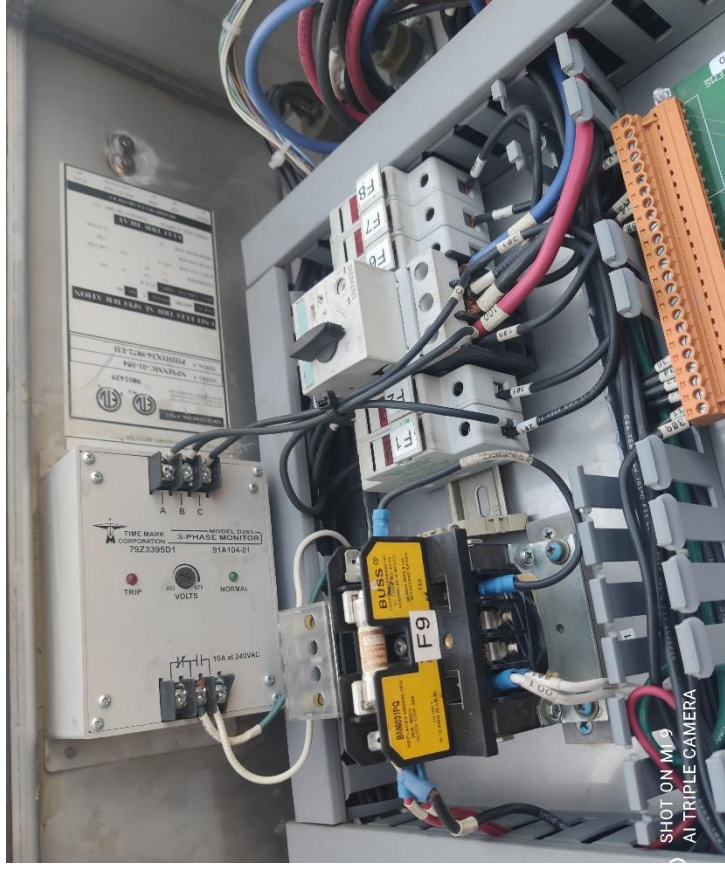
Sistema de Aire Acondicionado MAS1000

Perforadora BD320178 – PET11



Sistema de Aire Acondicionado PET11

Perforadora BD320178 – PET11



Código de Activo SPCC

Sistema de Aire Acondicionado PET11

Perforadora BD320197 – PET16

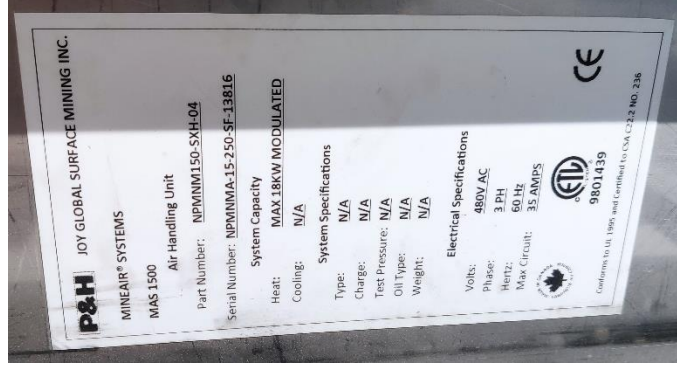


Sistema de Aire Acondicionado MAS1500

Perforadora BD320197 – PET16



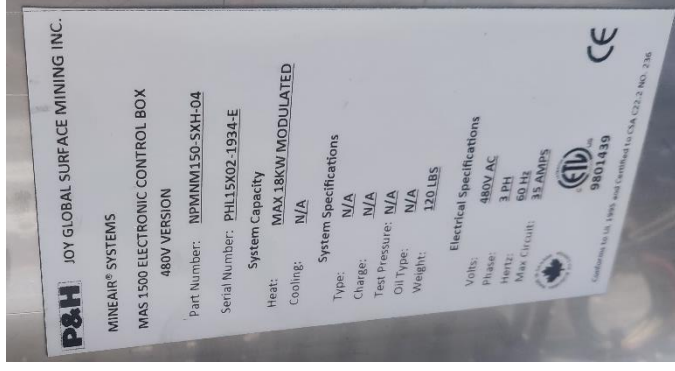
SHOT ON MI 9
AI TRIPLE CAMERA



Código de Activo SPCC

Sistema de Aire Acondicionado MAS1500

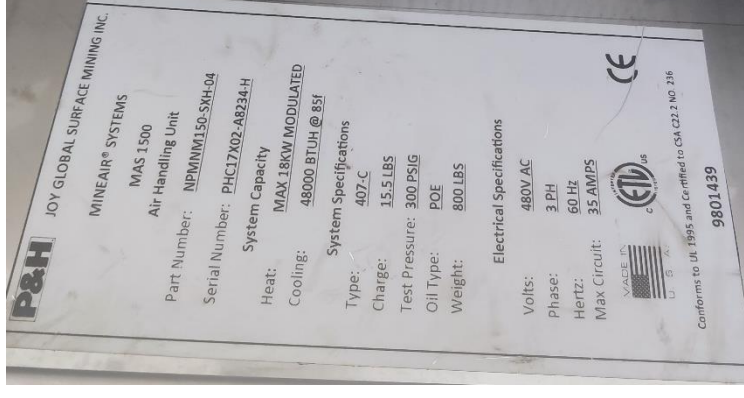
Perforadora BD320198 - PET17



Código de Activo SPCC

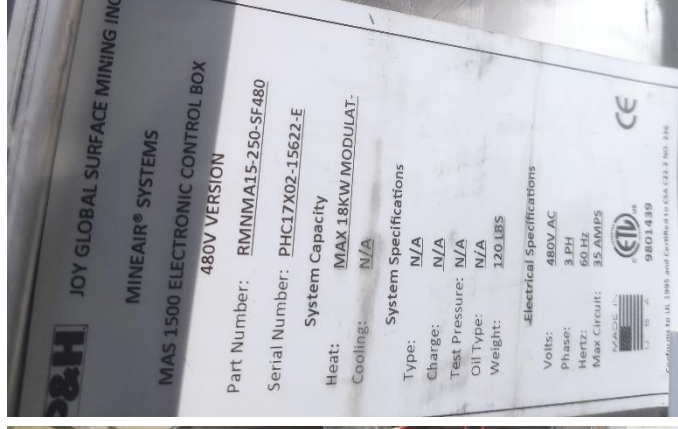
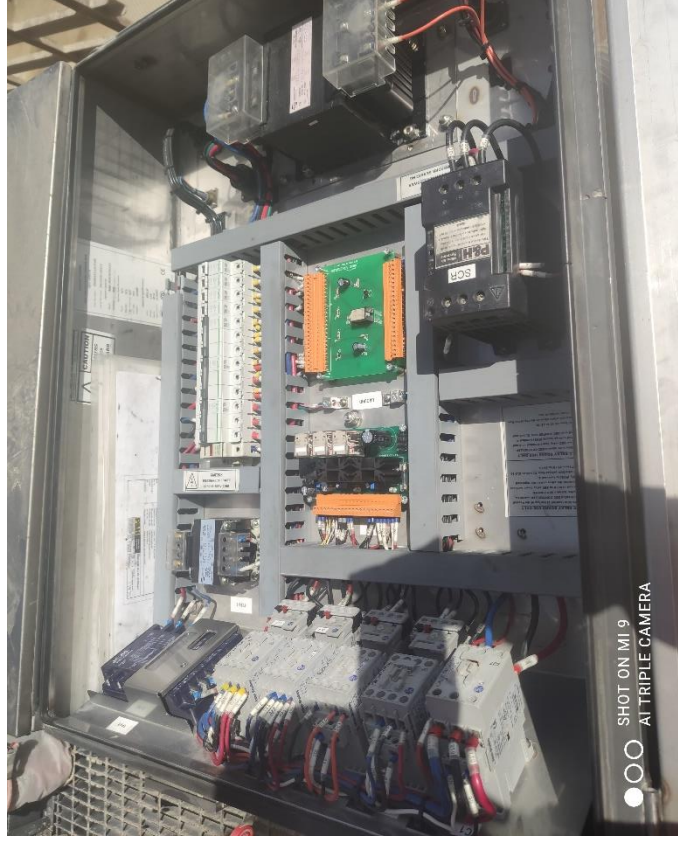
Sistema de Aire Acondicionado MAS1500

Perforadora BD320200 - PET19



Sistema de Aire Acondicionado MAS1500

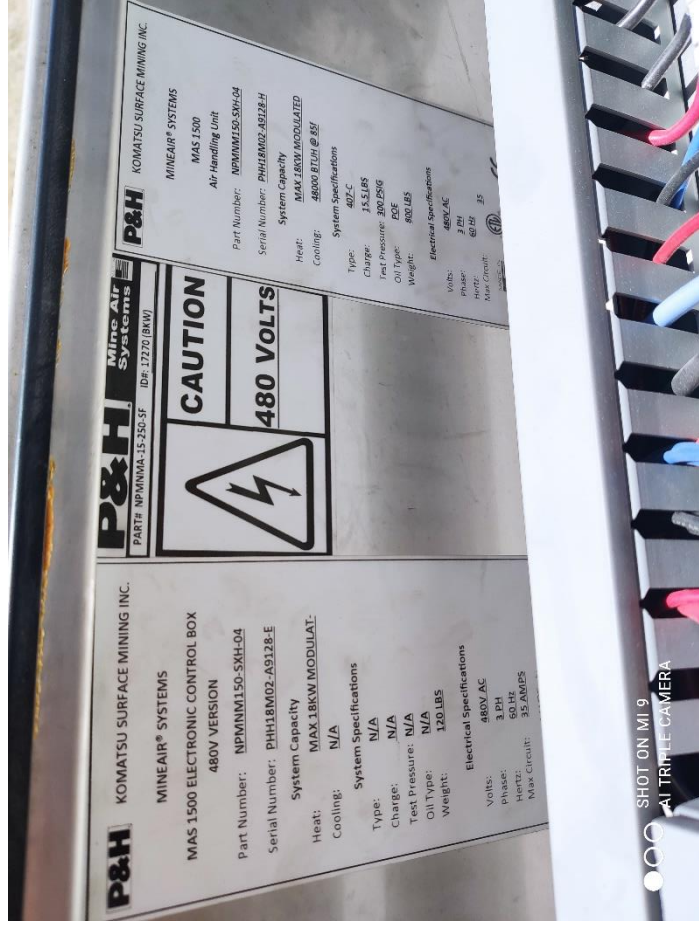
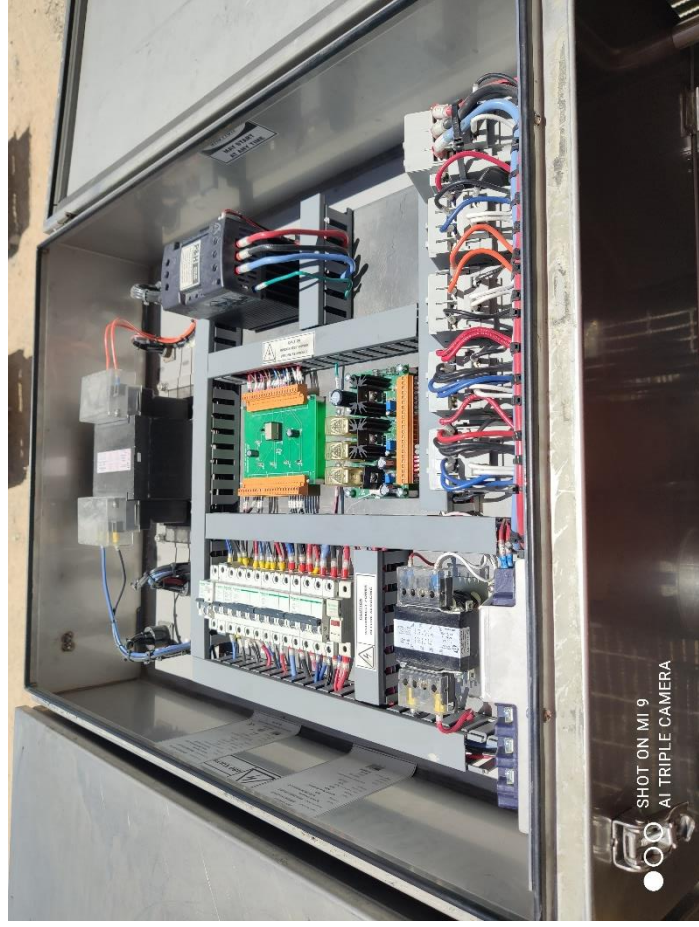
Perforadora BD320200 - PET19



Código de Activo SPCC

Sistema de Aire Acondicionado MAS1500

Perforadora BD320203 – PET21



Sistema de Aire Acondicionado MAS1500

PALA 4100A ES4157 – PAT01



SOUTHERN COPPER
SOUTHERN PERU

Código: CONAIR200
Descripción: AIRE ACONDICIONADO
Flota / Modelo: 4100A
Serie:



008329

SHOT ON MI 9
AI TRIPLE CAMERA

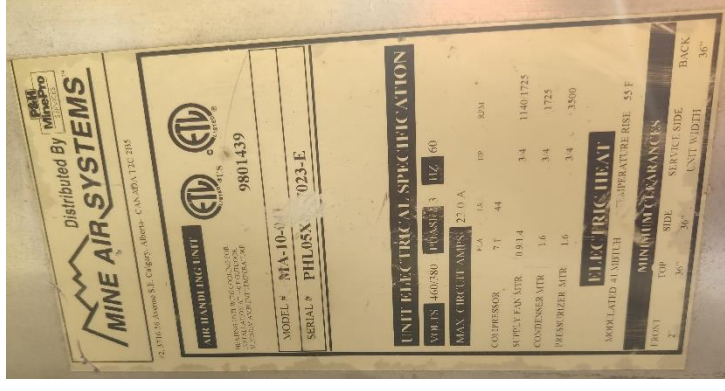
Sistema de Aire Acondicionado SIGMA

PALA 4100A+ ES4191 – PAT02



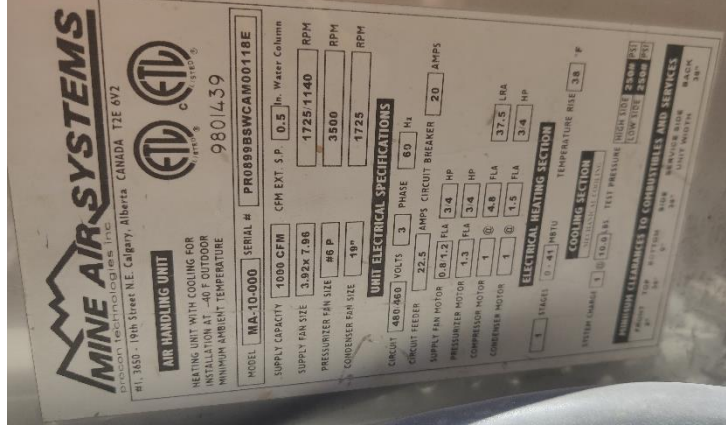
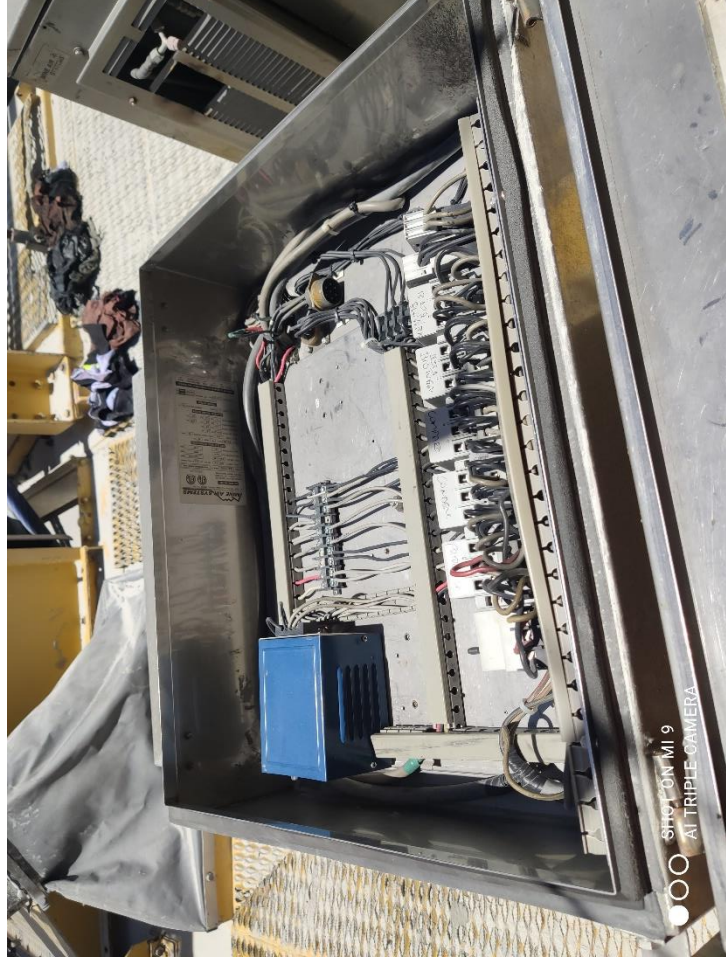
Sistema de Aire Acondicionado MA-10-000 – 02 Unidades

PALA 4100A+ ES4191 – PAT02



Delantero: Sistema de Aire Acondicionado MA-10-041

PALA 4100A+ ES4191 – PAT02



Posterior: Sistema de Aire Acondicionado MA-10-000

PALA 4100A ES4153 – PAT04



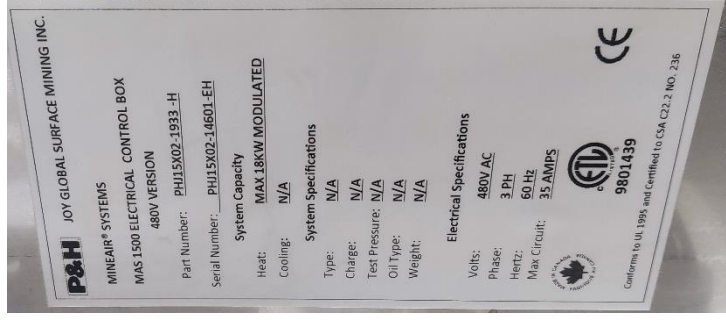
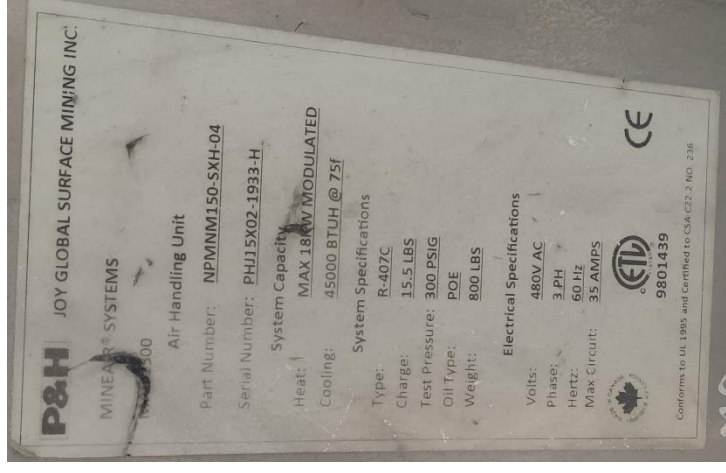
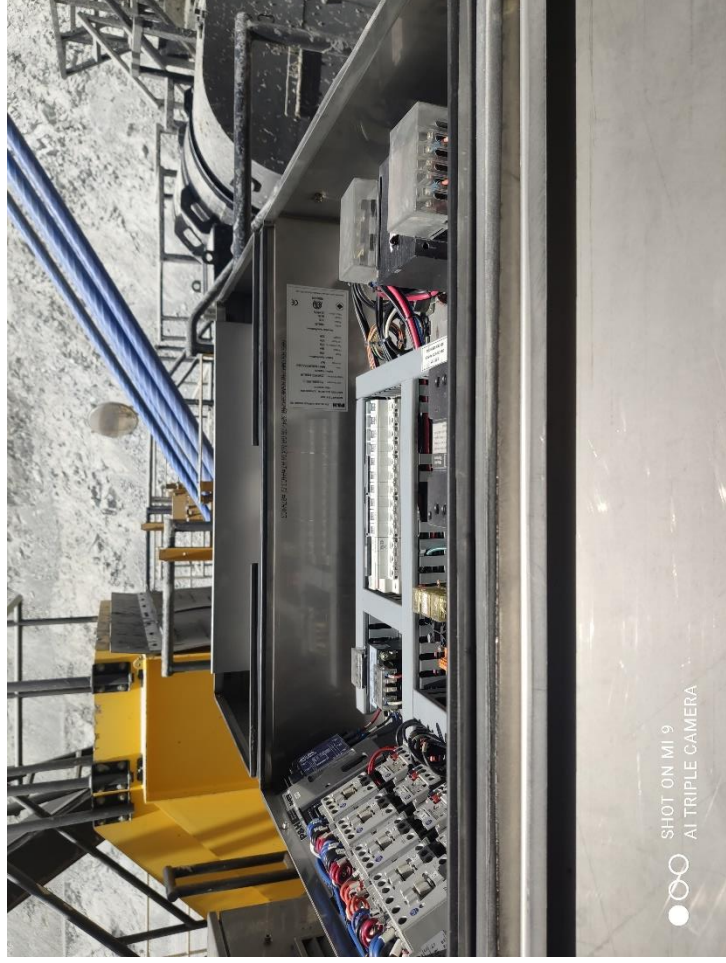
Sistema de Aire Acondicionado SIGMA

PALA 4100XPC AC ES41291 – PAT09



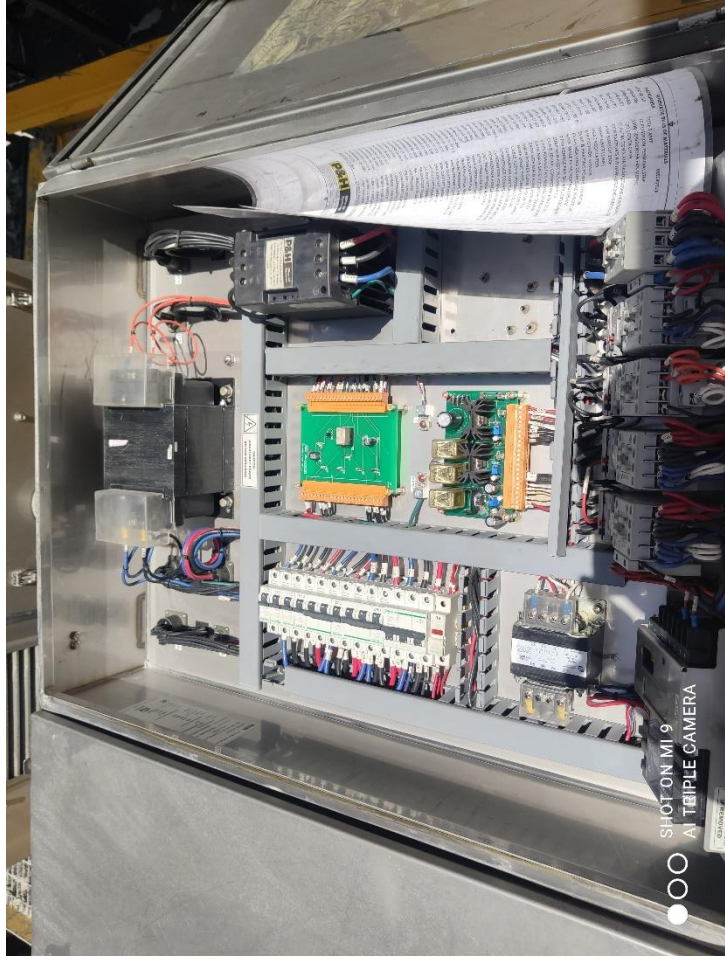
Sistema de Aire Acondicionado MAS1500

PALA 4100XPC AC ES41291 – PAT09



Delantero: Sistema de Aire Acondicionado MAS1500

PALA 4100XPC AC ES41291 – PAT09



P&H JOY GLOBAL SURFACE MINING INC.
MINEAIR® SYSTEMS
MAS 1500
 Air Handling Unit
 Part Number: NPMNM150-SXH-04
 Serial Number: PHH15X02-1932-H
 System Capacity
 Heat: MAX 18KW MODULATED
 Cooling: 45000 BTUH @ 75F
 System Specifications
 Type: R-407C
 Charge: 15.5 LBS
 Test Pressure: 300 PSIG
 Oil Type: POE
 Weight: 800 LBS
 Electrical Specifications
 Volts: 480V AC
 Phase: 3 PH
 Hertz: 60 Hz
 Max Circuit: 35 AMPS

ETL 9801439
 Conforms to UL 1995 and Certified to CSA C22.2 NO. 236

P&H JOY GLOBAL SURFACE MINING INC.
MINEAIR® SYSTEMS
MAS 1500 ELECTRICAL CONTROL BOX
 480V VERSION
 Part Number: PHH15X02-1932-H
 Serial Number: PHH15X02-16645-EH
 System Capacity
 Heat: MAX 18KW MODULATED
 Cooling: N/A
 System Specifications
 Type: N/A
 Charge: N/A
 Test Pressure: N/A
 Oil Type: N/A
 Weight: N/A
 Electrical Specifications
 Volts: 480V AC
 Phase: 3 PH
 Hertz: 60 Hz
 Max Circuit: 35 AMPS

ETL 9801439
 Conforms to UL 1995 and Certified to CSA C22.2 NO. 236

Posterior: Sistema de Aire Acondicionado MAS1500

ANEXO 02

Manuel de aire acondicionado y calefacción en volquetes

SECCION N4

CALENTADOR / AIRE ACONDICIONADO

INDICE

OPERACION	N4-3
Perilla de Control del Ventilador	N4-3
Perilla de Control de Temperatura	N4-3
Perilla de Control Direccional	N4-3
Respiraderos del Calentador	N4-3
COMPONENTES	N4-4
Disyuntores	N4-4
Relés	N4-4
Núcleo del Calentador	N4-4
Motor del Ventilador y Control de Velocidad	N4-5
Actuadores	N4-5
Filtro de Aire de la Cabina	N4-5
IMPACTO MEDIO AMBIENTAL DEL AIRE ACONDICIONADO	N4-8
AIRE ACONDICIONADO PARA VEHICULOS PARA USO FUERA DE CARRETERA	N4-8
PRINCIPIOS DE REFRIGERACION	N4-8
Aire Acondicionado	N4-8
Refrigeración – El Acto de Enfriar	N4-9
El Ciclo de Refrigeración	N4-9
COMPONENTES DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	N4-10
Compresor (Bomba de Refrigerante)	N4-10
Válvulas de Servicio	N4-10
Condensador	N4-10
Receptor-Secador	N4-10
Válvula de Bloqueo de Expansión	N4-11
Acumulador.....	N4-11
Evaporador	N4-11
CIRCUITO ELECTRICO	N4-12
Termostato	N4-12
Embrague del Compresor	N4-12
Interruptor Trinary™.....	N4-13
ADVERTENCIAS DE SERVICIO AL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	N4-14
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS DE SERVICIO	N4-15
Estación de Recuperación/Reciclado	N4-15
Detector de Fugas	N4-15
Conjunto del Medidor del Múltiple	N4-16
Instalación del Conjunto del Medidor del Múltiple	N4-17
Purga de Aire de las Mangueras de Servicio	N4-17
Válvulas de Servicio.....	N4-18
Bomba de Vacío.....	N4-18
PRUEBA DE RENDIMIENTO DEL SISTEMA	N4-19

ACEITE DEL SISTEMA	N4-20
Manipulación y Reutilización del Aceite PAG	N4-20
Cantidad de Aceite.....	N4-20
Revisión del Aceite del Sistema.....	N4-20
REFRIGERANTE	N4-21
Refrigerante Reciclado	N4-21
Refrigerante Recuperado	N4-21
Cantidad de Refrigerante	N4-22
Contenedores de Refrigerante R-134a	N4-22
PRUEBA DE FUGAS DEL SISTEMA	N4-22
Detector Electrónico de Fugas	N4-23
Tintes Rastreadores	N4-23
Jabón y Agua	N4-23
RECUPERACION Y RECICLADO DE REFRIGERANTE.....	N4-23
Drenaje del Aceite del Ciclo de Recuperación Previo	N4-23
Realización del Ciclo de Recuperación.....	N4-23
Realización del Procedimiento de Reciclaje.....	N4-24
Evacuación y Carga del Sistema de A/C	N4-24
REPARACION DEL SISTEMA	N4-24
Lavado del Sistema.....	N4-24
PROCEDIMIENTO DE REVISION DE LA CORREA DE MANDO A/C	N4-25
REEMPLAZO DEL COMPONENTE	N4-27
Mangueras y Fittings	N4-27
Líneas	N4-27
Válvula de Expansión	N4-27
Receptor-Secador	N4-27
Termostato	N4-27
Compresor.....	N4-28
Acumulador.....	N4-28
Embrague.....	N4-28
Servicio al Embrague del Compresor	N4-29
Desmontaje de la Polea	N4-31
Revisión del Serpentín del Embrague	N4-31
Montaje de la Polea	N4-31
Montaje del Conjunto del Embrague	N4-32
EVACUACION DEL SISTEMA.....	N4-33
CARGA DEL SISTEMA A/C	N4-34
ANALISIS DE FALLAS.....	N4-35
Revisiones Preliminares.....	N4-35
Diagnóstico de las Lecturas del Medidor y Rendimiento del Sistema	N4-35
ANALISIS DE FALLAS A TRAVES DE LECTURAS DEL CONJUNTO DEL MEDIDOR DEL MULTIPLE	N4-36
CALENDARIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL SISTEMA DE A/C	N4-42

CALENTADOR / AIRE ACONDICIONADO

OPERACION

El conjunto del calentador/aire acondicionado incorpora todos los controles necesarios para la regulación de la temperatura interior de la cabina; aire caliente durante clima frío y aire frío libre de humedad durante clima cálido.

El calor para la cabina es suministrado haciendo pasar el refrigerante desde el sistema de enfriado del motor a través de un serpentín calentador. Los sopladores mueven el aire a través del serpentín calentador, el cual calienta el aire para calefaccionar o desempañar.

Un compresor de refrigerante accionado por motor pasa refrigerante a través de un serpentín del evaporador montado en el mismo alojamiento. Los mismos sopladores utilizados para calentar mueven el aire a través del evaporador para proporcionar aire enfriado a través de los respiraderos de salida.

Todos los controles del calentador y aire acondicionado están montados en una canal en la parte delantera de la caja. Consulte la Figura 4-1 para lo siguiente:

Perilla de Control del Ventilador

La perilla (1, Figura 4-1) controla el motor del ventilador del aire de la cabina. El motor del ventilador es un motor de 3 velocidades: baja (ajuste 1), media (ajuste 2) y alta (ajuste 3). Las velocidades se seleccionan girando la perilla de control a la posición deseada. OFF (Apagado) es la posición completamente hacia la izquierda (ajuste 0).

Perilla de Control de Temperatura

La perilla (2, Figura 4-1) permite al operador seleccionar una temperatura confortable.

- Al girar la perilla hacia la izquierda (flecha azul) se seleccionan temperaturas más frías. La posición completamente a la izquierda es el ajuste más frío del aire.
- Al girar la perilla hacia la derecha (flecha roja) se seleccionan temperaturas más cálidas. La posición completamente a la derecha es el ajuste más caliente del calentador.

Perilla de Control Direccional

La perilla (3, Figura 4-1) dirige el aire calentado a diferentes áreas de la cabina.

- La posición completamente hacia la izquierda dirige el aire solamente a los respiraderos del piso.
- Al girar la perilla una posición a la derecha, el aire es dirigido tanto a los respiraderos del piso como a los respiraderos del panel de instrumentos.
- Al girar la perilla una posición más hacia la derecha, el aire es dirigido solamente a los respiraderos del panel de instrumentos.
- Al girar la perilla una posición más hacia la derecha, el aire es dirigido solamente a los respiraderos del desescarchador del parabrisas.
- La posición completamente a la derecha dirige el aire tanto a los respiraderos del piso como a los del desescarchador del parabrisas.

Respiraderos del Calentador

Cada respiradero del calentador/aire acondicionado (4, Figura 4-1) es de tipo aleta que se puede abrir o cerrar o girar en 360 grados para un flujo de aire óptimo. Hay cuatro (tres no se muestran) a través de la parte superior del panel, uno en cada módulo del panel derecho e izquierdo y cuatro debajo del panel.

NOTA: El aire acondicionado no operará a menos que la perilla de control del ventilador esté en ON.

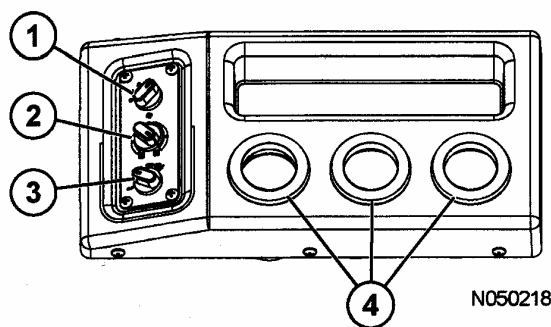


FIGURA 4-1. CONTROLES DEL A/C Y CALENTADOR

- | | |
|-----------------------------|------------------------|
| 1. Velocidad del Ventilador | 3. Ubicación del Aire |
| 2. Temperatura | 4. Respiradero de Aire |

COMPONENTES

Las Figuras 4-2 y 4-4 ilustran las partes del sistema de calefacción y el sistema de aire acondicionado contenidas en la caja montada en la cabina. Consulte los temas sobre el sistema de aire acondicionado más adelante en esta sección para información adicional sobre los componentes, mantenimiento y reparación del sistema de aire acondicionado.

Fusible y Disyuntor

Antes de intentar analizar una falla en el circuito eléctrico en la caja del calentador, gire el interruptor de partida a ON y verifique que el fusible en la ubicación FB1-1 (ubicado en el gabinete eléctrico auxiliar) no esté quemado y el disyuntor interno del calentador no se haya abierto. Para más información detallada, consulte el esquema eléctrico.

Relés

Hay cinco relés (9, Figura 4-2) que controlan los dampers de aire, el compresor A/C y la válvula del calentador. Los cinco relés requieren 12 VDC a través del serpentín que es suministrado por un convertidor de 24VDC a 12VDC (2).

Un relé (Relé 1) cambia corriente de 24 volts para accionar el embrague del compresor A/C. El interruptor de control de temperatura, la válvula del calentador y los motores del actuador operan con corriente de 12 VDC.

Núcleo del Calentador

El núcleo del calentador (48, Figura 4-4) recibe refrigerante del motor a través de la válvula del calentador (14) cuando se selecciona Heat (Calor). Si el potenciómetro de control de temperatura (39) se encuentra entre las áreas roja y azul, o es girado a la izquierda hacia la zona azul, el flujo de refrigerante debe estar bloqueado.

Si el potenciómetro de control de temperatura (39) y la válvula del calentador parecen estar funcionando correctamente, y no obstante no aparece calor en el núcleo del calentador (48), puede estar obstruido el núcleo. Saque, limpie o reemplace el núcleo.

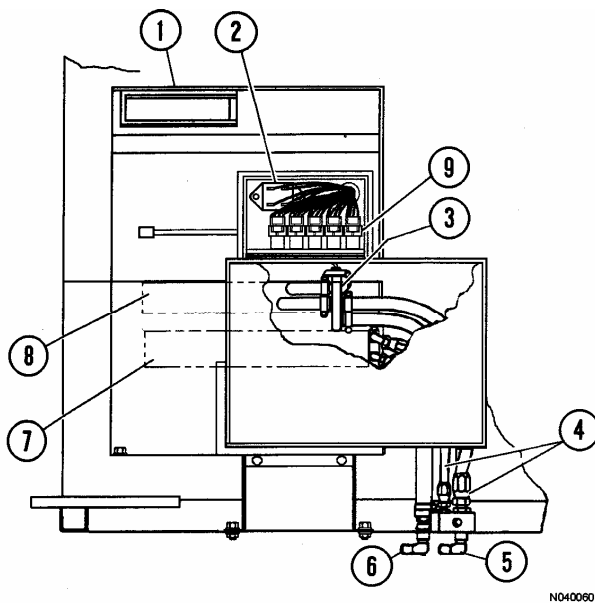


FIGURA 4-2 COMPONENTES DEL AIRE ACONDICIONADO/CALENTADOR DE LA CABINA

1. Caja
2. Convertidor (24 V a 12 V)
3. Válvula de Control del Agua (Calentador)
4. Mangueras de Refrigerante A/C
5. Salida de Agua (Hacia el Motor)
6. Entrada de Agua (Desde la Bomba de Agua del Motor)
7. Núcleo del Evaporador
8. Núcleo del Calentador
9. Relés

Motor del ventilador y control de velocidad

La velocidad del ventilador se controla insertando resistores (52) y (53, Figura 4-4) en serie con el circuito de suministro al motor del soplador para reducir el voltaje. El número de resistores en serie se determina por la posición del interruptor selector de velocidad del ventilador.

A baja velocidad, se usan ambos resistores. A media velocidad, se emplea un resistor. A alta velocidad, se suministran los 24VDC al motor del soplador, desviándose de todos los resistores.

Si el motor (5) no funciona a ninguna de las selecciones de velocidad, verifique que el voltaje de la batería esté disponible en los interruptores, relé, y disyuntores. Consulte el esquema eléctrico en la Sección R. Si hay voltaje, probablemente el motor esté defectuoso y será preciso sacarlo y remplazarlo.

Si el motor funciona a alta velocidad, pero no funciona a velocidad reducida, inspeccione los resistores por si presentan daño físico o un circuito abierto. Reemplace los resistores según se requiera.

Actuadores

Dos motores actuadores giratorios (8, Figura 4-4) están instalados dentro de la caja del calentador, y se usan para accionar las aletas para lo siguiente:

- Salida del desescarchador
- Salidas dobles o al piso

Si no se selecciona uno de los modos de operación anteriores, puede deberse a una falla del actuador.

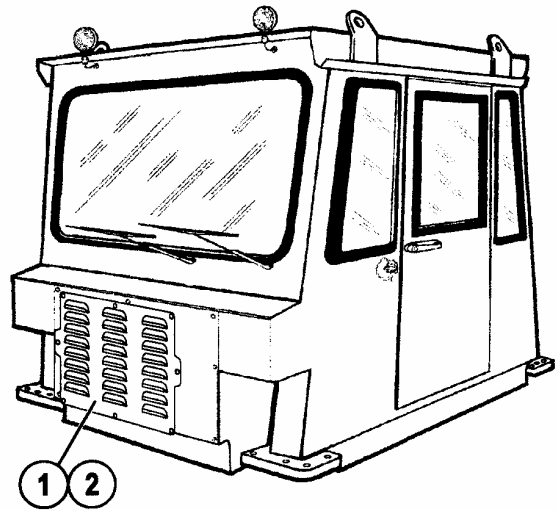
Inspeccione visualmente las aletas (11, Figura 4-4) y la articulación para la función que se está diagnosticando. Asegúrese que la aleta no esté atascada ni obstruida, lo que impediría el cambio de un modo a otro.

Verifique que haya 12 VDC en el actuador cuando se cierra el interruptor de palanca, o que no haya cuando se abre el interruptor de palanca.

Si los voltajes correctos están presentes durante la operación del interruptor, desconecte el actuador de la aleta y verifique que la fuerza del actuador sea comparable a un actuador conocido (nuevo). En caso contrario, instale un actuador nuevo.

Filtro de Aire de la Cabina

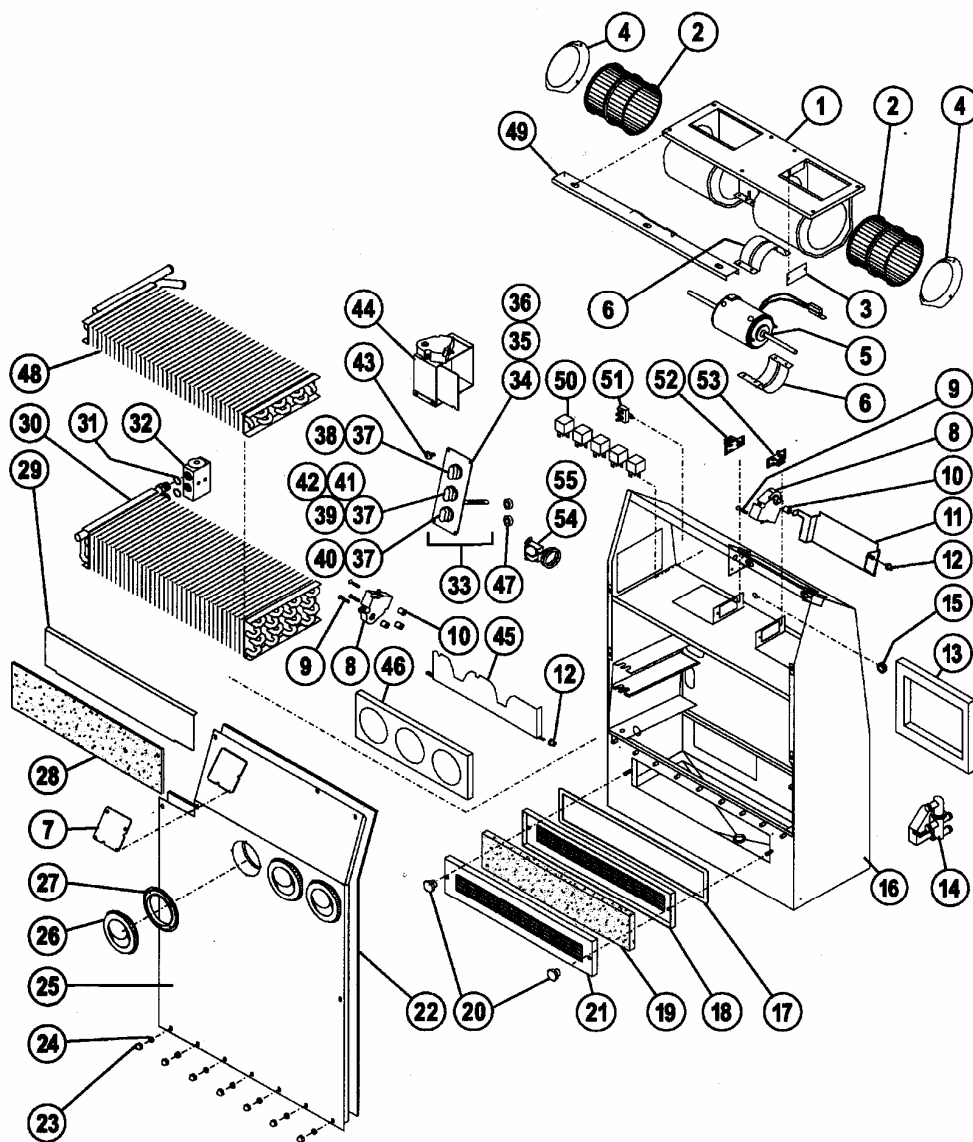
El filtro de aire de recirculación (19, Figura 4-4) y el filtro de aire fresco (2, Figura 4-3) en el panel de acceso delantero de la cabina requieren limpieza periódica para evitar restricciones en la circulación de aire. Los filtros obstruidos disminuirán el rendimiento del calentador y del aire acondicionado. El intervalo recomendado para la limpieza e inspección es de 250 horas, pero en condiciones de mucho polvo, puede ser necesario dar servicio e inspeccionar a diario los filtros, especialmente al filtro del panel exterior en el casco de la cabina. Los elementos de filtro deben limpiarse con agua y secarse en un ambiente libre de polvo antes de reinstalar. Reemplace el elemento de filtro cada 2000 horas o antes, si la inspección revela un filtro tapado o dañado.



N04007

FIGURA 4-3. UBICACIÓN DEL FILTRO DE LA CABINA

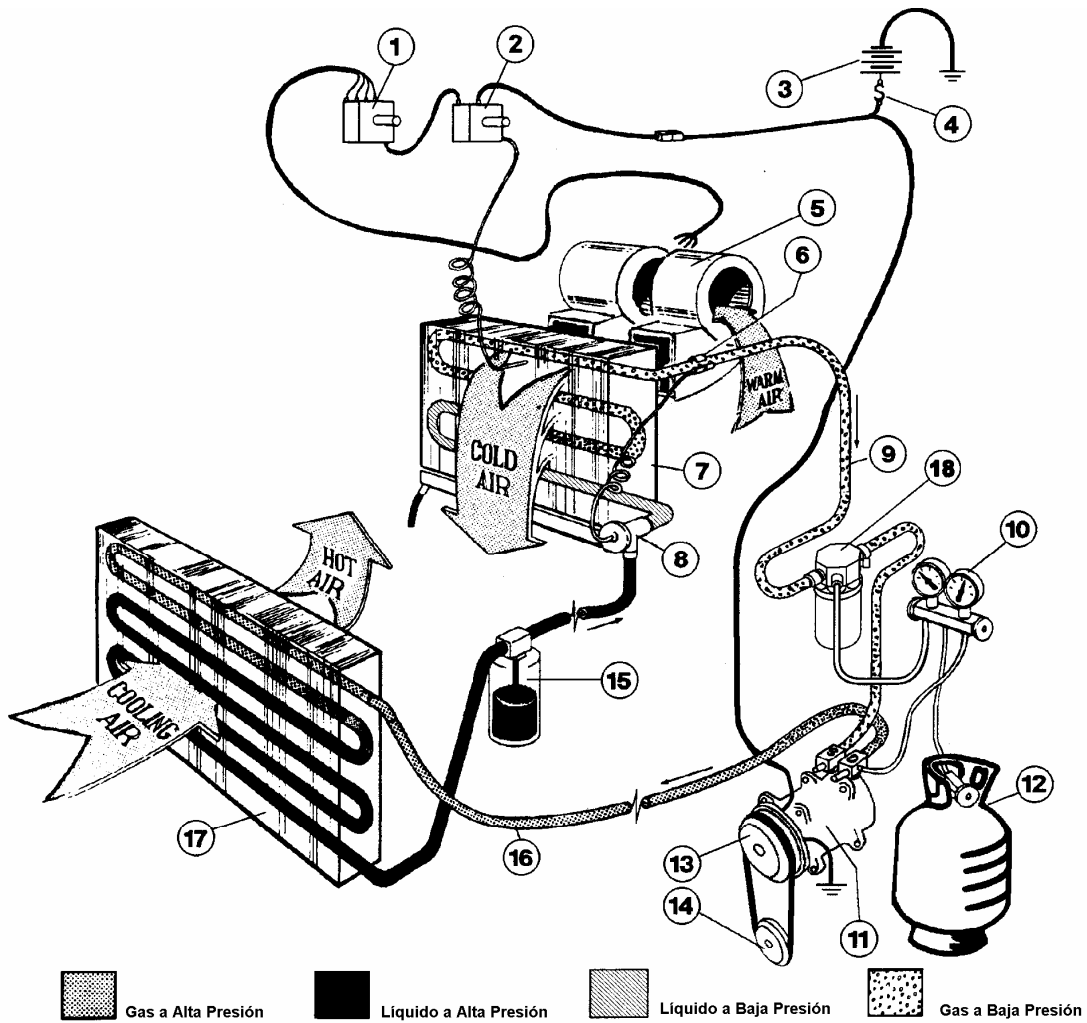
1. Cubierta de Acceso
2. Filtro de la Cabina



N040077

FIGURA 4-4. CONJUNTO DEL CALENTADOR/AIRE ACONDICIONADO

- | | | | |
|------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|---------------------------|
| 1. Caja del Soplador | 15. Hojillo | 29. Placa, Serpentin | 43. Perno |
| 2. Rueda del Soplador | 16. Caja | 30. Núcleo del Evaporador | 44. Aleta de Descarga |
| 3. Placa de Cubierta | 17. Empaquetadura | 31. Anillo de Goma | 45. Puerta Delantera |
| 4. Venturi | 18. Portafiltro | 32. Válvula de Expansión | 46. Empaquetadura |
| 5. Motor, 24V | 19. Filtro de Aire de Recirculación | 33. Panel de Control | 47. Hojillo |
| 6. Montaje del Motor | 20. Perilla | 34. Placa | 48. Núcleo del Calentador |
| 7. Placa | 21. Portafiltro | 35. Luz | 49. Retén del Soplador |
| 8. Motor del Actuador | 22. Aislación de Espuma | 36. Capa Superpuesta | 50. Relé (12V) |
| 9. Perno | 23. Tuerca | 37. Perilla | 51. Disyuntor |
| 10. Espaciador | 24. Golilla Plana | 38. Interruptor del Soplador | 52. Resistor (12 Volt) |
| 11. Aleta del Desescarchador | 25. Cubierta | 39. Potenciómetro | 53. Resistor (24 Volt) |
| 12. Bujes de Retención | 26. Celosía de Ventilación | 40. Interruptor | 54. Termostato |
| 13. Espuma | 27. Adaptador de Celosía | 41. Embolo | 55. Hojillo |
| 14. Válvula del Calentador | 28. Espuma | 42. Disco (Temperatura) | |



M090021

FIGURA 4-5. SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO BASICO

- | | | |
|-----------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| 1. Interruptor del Soplador | 7. Evaporador | 13. Embrague Magnético |
| 2. Interruptor Termostático | 8. Válvula de Expansión | 14. Polea de Mando del Compresor |
| 3. Suministro de Batería | 9. Línea de Succión | 15. Receptor/Secador |
| 4. Disyuntor | 10. Medidores de Prueba y Múltiple | 16. Línea de Descarga |
| 5. Soplador | 11. Compresor | 17. Condensador |
| 6. Sensor de Temperatura | 12. Recipiente de Refrigerante | 18. Acumulador |

IMPACTO MEDIO AMBIENTAL DEL AIRE ACONDICIONADO

Los estudios medio ambientales muestran un deterioro de la capa de ozono (O₃) en la estratosfera. Los componentes de clorofluorocarbono (CFC's), como el refrigerante R-12 (Freón), comúnmente usado en sistemas de aire acondicionado de equipos móviles, han sido identificados como un posible factor que contribuye al deterioro de la capa de ozono.

Por lo tanto, los órganos legisladores en más de 130 países han ordenado discontinuar la producción y distribución del refrigerante R-12 a partir de 1995. Por lo tanto, un refrigerante de hidrofluorocarbono (HFC) más beneficioso para el medio ambiente, comúnmente identificado como HFC-134a o R-134a, se está utilizando en la mayoría de los actuales sistemas de aire acondicionado móviles. Además, la práctica de liberar refrigerante a la atmósfera durante el procedimiento de carga/recarga actualmente está prohibida.

Estas restricciones requieren el uso de equipos y procedimientos que difieren significativamente de los tradicionalmente utilizados en técnicas de servicio de aire acondicionado. El uso de nuevos equipos y técnicas permite una completa recuperación de los refrigerantes, lo que no sólo ayudará a proteger el medio ambiente, sino que a través del "reciclaje" del refrigerante preservará el suministro físico, y ayudará a reducir el costo del refrigerante.

AIRE ACONDICIONADO PARA VEHICULOS PARA USO FUERA DE CARRETERA

Los vehículos para la minería y la construcción tienen características únicas de vibración, absorción de impactos, cambios de operador y condiciones climáticas que presentan diferentes problemas de diseño e instalación para los sistemas de aire acondicionado. Los equipos para fuera de carretera, en general, son tan específicos que la ingeniería para automóviles normales o para camiones de carretera no basta para proporcionar la confiabilidad para soportar los diversos ciclos de trabajo que debe enfrentar.

La hermeticidad de la cabina, aislación y aislación de las fuentes de calor son muy importantes para la eficiencia del sistema. Se recomienda cerrar todos los respiraderos, incluso las entradas de los sistemas de presurización, cuando hay altas condiciones de humedad.

La limpieza general del sistema y de los componentes es importante. El polvo o la suciedad acumulada en el condensador, evaporador y filtros de aire reduce la capacidad de enfriado del sistema.

Las unidades del compresor, condensador, evaporador, mangueras, y fittings se deben instalar limpios y apretados y deben ser capaces de soportar el uso y abuso al que están sometidos en vehículos para uso fuera de carretera.

Los costos de detención de los equipos son lo suficientemente elevados como para incentivar a las áreas de servicio a que realicen mantenimiento preventivo a intervalos regulares a los sistemas de Aire Acondicionado del vehículo (limpieza, revisión de tensión de las correas, y operación de los componentes eléctricos).

PRINCIPIOS DE REFRIGERACION

Una breve revisión de los principios de aire acondicionado es necesaria para relacionar la función de los componentes, la técnica de análisis de fallas y la acción correctiva necesaria para hacer que la unidad de aire acondicionado funcione en perfectas condiciones.

Con bastante frecuencia, el operador y el técnico de servicio no consideran el hecho de que ningún sistema de aire acondicionado funcionará en forma adecuada a menos que sea operado en un ambiente de cabina completamente controlado. La circulación de aire debe ser de flujo dirigido. La cabina debe estar sellada contra la entrada del aire ambiente. El interior de la cabina se debe mantener limpio, sin polvo ni suciedad que, si es absorbido por el sistema de aire, tapará el lado de entrada del serpentín del evaporador.

Aire Acondicionado

El aire acondicionado es una forma de control medio ambiental. Como se aplica en la cabina, se refiere al control de la temperatura, humedad, limpieza, y circulación de aire. En un sentido amplio, una unidad de calefacción es más un acondicionador de aire que una unidad de enfriado. El término "aire acondicionado" se utiliza comúnmente para identificar una unidad de enfriado de aire. Para ser consistente con el uso común, el término "aire acondicionado" se referirá a la unidad de enfriado que utiliza los principios de refrigeración; a veces llamado también unidad del evaporador.

Refrigeración – El Acto de Enfriar

- No existe un proceso para producir frío; sólo existe la eliminación de calor.
- El calor siempre es atraído hacia objetos fríos. Este principio es la base de la operación de una unidad de enfriado. Siempre que un objeto tiene una temperatura inferior a la de otro, se producirá esta transferencia de calor.
- La temperatura es la medición de la intensidad de calor en grados. El dispositivo más común para medir la temperatura es el termómetro.
- Todos los líquidos tienen un punto en el que se transforman en vapor. El agua hirviendo es el ejemplo más común de calor transformado en vapor. La ebullición es una forma rápida de evaporación. El vapor es mucho más caliente que el agua hirviendo. El agua no aumentará de temperatura una vez que ha hervido. La energía calórica se usa en el proceso de evaporación. El punto de ebullición de un líquido se ve directamente afectado por la presión. Al cambiar de presión, podemos controlar el punto de ebullición y la temperatura a la que se condensará el vapor. Cuando un líquido es calentado y se evapora, el gas absorberá calor sin cambiar de presión.
- Al invertir el proceso, cuando se saca el calor del vapor de agua, volverá al estado líquido. El calor del aire es atraído a un objeto más frío. Por lo general, la humedad en el aire enfriado se condensará en el objeto más frío.
- Refrigerante – Sólo el R-134a se debe usar en los nuevos sistemas móviles que están diseñados para este refrigerante.

El refrigerante líquido se mueve sobre el receptor-secador donde se filtran las impurezas, y se elimina la humedad. Este componente también sirve como unidad de almacenamiento temporal para el refrigerante líquido.

El refrigerante líquido, aún bajo alta presión, luego fluye a la válvula de expansión. Esta válvula mide la cantidad de refrigerante que entra al evaporador. A medida que el refrigerante pasa a través de la válvula, se transforma en un líquido de baja temperatura y baja presión y en vapor saturado. Esto hace que el refrigerante se enfríe.

El líquido de baja presión restante inmediatamente comienza a hervir y se evapora a medida que se aproxima al evaporador, contribuyendo al enfriado. El aire caliente y húmedo de la cabina es sacado a través del evaporador mediante el soplador del evaporador. Debido a que el refrigerante es más frío que el aire, absorbe el calor del aire que produce aire frío el que es devuelto a la cabina. La humedad en el aire se condensa con el movimiento en el evaporador y cae en el colector de drenaje desde donde drena de la cabina.

El refrigerante que sale del evaporador entra al acumulador. El acumulador funciona como sumidero para refrigerante líquido en el sistema. Debido a su diseño, el acumulador sólo permite que refrigerante evaporado vuelva al compresor, evitando que el compresor se deforme. El desecante se encuentra en el fondo de los acumuladores para eliminar la humedad que se encuentra atrapada en el sistema.

El ciclo se completa cuando el gas de baja presión calentado vuelve al compresor a través del lado de succión.

Esta explicación simplificada de los principios de refrigeración no toca los puntos sensibles de la tecnología de la refrigeración. Algunos de estos puntos se analizarán en los siguientes análisis de los componentes, controles, y técnicas involucrados en la preparación de la unidad para una operación eficiente.

El Ciclo de Refrigeración

En un sistema de aire acondicionado, el refrigerante circula bajo presión a través de los cinco componentes principales en un circuito cerrado. En estos puntos en el sistema, el refrigerante experimenta presión predeterminada y cambios de temperatura.

El compresor (bomba del refrigerante) toma un gas refrigerante de calor de baja presión a través de la válvula de succión (lado de baja), y como su nombre lo dice, presuriza el refrigerante de calor y lo fuerza a través de la válvula de descarga (lado de alta) sobre el condensador.

El aire ambiente, que pasa a través del condensador elimina el calor del refrigerante circulante dando como resultado la conversión del refrigerante de gas a líquido.

COMPONENTES DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

Compresor (Bomba del Refrigerante)

El compresor es donde el lado de baja presión del sistema cambia a alta presión. Concentra el refrigerante que vuelve del evaporador (lado de baja) creando alta presión y una temperatura mucho más alta que la temperatura del aire externo. El diferencial de alta temperatura entre el refrigerante y el aire externo es necesario para ayudar a un flujo de calor rápido en el condensador desde el gas refrigerante caliente al aire exterior mucho más frío.

Para crear concentración de alta presión, el compresor toma refrigerante del evaporador a través de la válvula de succión y durante las carreras de compresión, la fuerza a través de la válvula de descarga al condensador. La presión producto de la acción del compresor mueve el refrigerante a través del condensador, receptor-secador y mangueras de conexión a la válvula de expansión.

El compresor es accionado por el motor a través de una correa en V que acciona un embrague operado eléctricamente montado en el eje impulsor del compresor.

Válvulas de Servicio

Los fittings del extremo de la manguera de conexión rápida con válvulas de servicio integral se fijan a las lumbreras de servicio del sistema para dar servicio a la unidad. Un conjunto del medidor del múltiple se conecta al sistema en las lumbreras de la válvula de servicio y todos los procedimientos, tales como descarga, evacuación y carga del sistema, se realizan a través de las válvulas de servicio.

Condensador

El condensador recibe el vapor del refrigerante de alta presión y alta temperatura desde el compresor y lo condensa a líquido caliente de alta presión.

Está diseñado para permitir el movimiento del calor desde el vapor de refrigerante caliente al aire exterior más frío. El enfriado del refrigerante cambia el vapor a líquido. El intercambio de calor se realiza usando aire más frío que fluye a través del condensador. El enfriado del condensador se logra por medio del flujo de aire del ventilador del radiador junto con el aire introducido proporcionado por el movimiento del vehículo. El ventilador del radiador mueve más del 50% del flujo de aire del condensador a menos que la velocidad sea de 40 kph (25 mph) como mínimo.

Los condensadores de aire introducido dependen del movimiento del vehículo para forzar un gran volumen de aire pasado de las aspas y tubos del condensador. El condensador generalmente se ubica en la parte delantera del radiador o en el techo del camión.

El condensado del refrigerante es el cambio de estado del refrigerante de un vapor a líquido. La acción se ve afectada por la presión del refrigerante en la bobina y el flujo de aire a través del condensador. La presión de condensación en un sistema de Aire Acondicionado es la presión controlada del refrigerante que afecta la temperatura a la que se condensa en líquido, emitiendo gran cantidad de calor en el proceso. El punto de condensación es suficientemente alto para crear un diferencial de temperatura amplio entre el vapor del refrigerante caliente y el aire que pasa sobre las aspas y tubos del condensador. Esta diferencia permite una rápida transferencia de calor desde el refrigerante al aire ambiente.

Receptor – Secador

El receptor-secador es una parte importante del sistema de aire acondicionado. El secador recibe el refrigerante líquido del condensador y elimina la humedad y materias extrañas que puedan haber ingresado al sistema. La sección del receptor del estanque está diseñada para almacenar refrigerante extra hasta que el evaporador lo necesite. El almacenamiento de este refrigerante es temporal y depende de la demanda de la válvula de expansión.

Un secante es una sustancia sólida capaz de remover humedad desde gas, líquido o sólido. Se mantiene en su lugar dentro del receptor entre dos filtros, los que también trabajan como coladores.

El receptor-secador también está equipado con un visor y un indicador de humedad. El visor puede entregar una buena indicación de la carga del sistema. Si el visor no se ve con claridad, indica bajo nivel de refrigerante en el sistema.

El indicador de humedad es un dispositivo que alerta al personal de servicio que el secador está lleno de humedad y se debe reemplazar. El indicador es azul cuando el componente está libre de humedad. Cuando el indicador se coloca de color beige o café, el secador se debe reemplazar.

Válvula de Bloqueo de Expansión

La válvula de bloqueo de expansión controla la cantidad de refrigerante que entra a la bobina del evaporador. Se utilizan dos válvulas ecualizadas interna y externamente.

La válvula de expansión está ubicada cerca de la entrada del evaporador y proporciona las funciones de estrangulación, modulación y control del refrigerante líquido a la bobina del evaporador.

El refrigerante fluye a través de una restricción creando una caída de presión a través de la válvula. Dado que la válvula de expansión también separa el lado de alta del sistema del lado de baja, el estado del refrigerante que entra a la válvula es un líquido de alta presión tibio a caliente; saliendo líquido y gas de baja presión. El cambio a baja presión permite al refrigerante que fluye comenzar inmediatamente a cambiar a gas, a medida que se desplaza hacia el evaporador. Esto produce el efecto de enfriado deseado.

La cantidad de refrigerante medida al evaporador varía con las distintas cargas de calor. La válvula se ajusta desde muy abierta hasta la posición casi cerrada, buscando un punto para la correcta medición del refrigerante.

A medida que la carga aumenta, la válvula responde abriéndose más para permitir el paso de más refrigerante hacia el evaporador. A medida que la carga disminuye, la válvula reacciona y deja pasar menos refrigerante hacia el evaporador. Es esta acción de control la que proporciona la presión correcta y el control de temperatura en el evaporador.

Este sistema usa una válvula de expansión de tipo bloqueo ecualizada internamente. Con este tipo de válvula, el refrigerante que sale de la bobina del evaporador también es devuelto a través de la válvula para que la temperatura del refrigerante sea monitoreada internamente en lugar de hacerlo a través de una ampollita indicadora remota. La válvula de expansión es controlada tanto por la temperatura de la ampollita del elemento de poder como por la presión del líquido en el evaporador.

NOTA: Es importante que la ampollita indicadora, si está instalada, esté ajustada contra la línea de salida y protegida de las temperaturas ambiente con cinta aisladora.

Acumulador

A medida que el acumulador recibe refrigerante evaporado del evaporador, se junta humedad y/o cualquier refrigerante líquido residual en el fondo del componente. La humedad es absorbida por el desecante donde es aislado en forma segura del resto del sistema.

El almacenamiento del refrigerante líquido es temporal. Cuando el líquido se convierte en gas, sale del fondo del acumulador hacia el compresor. Este proceso no sólo permite que el acumulador actúe como un artefacto de almacenamiento sino que también protege al compresor contra deformación por líquido.

La lumbrera de servicio del lado de baja también se encuentra en el acumulador.

Evaporador

El evaporador enfría y seca la humedad del aire antes que el aire entre a la cabina. Refrigerar un área grande requiere que grandes volúmenes de aire pasen a través de la bobina del evaporador para intercambio de calor. Por lo tanto, un soplador se convierte en una pieza vital del conjunto del evaporador. No sólo extrae el aire lleno de calor en el evaporador, sino que también fuerza este aire sobre las aletas y bobinas del evaporador donde el calor rodea al refrigerante. El soplador hace salir el aire enfriado del evaporador hacia la cabina.

El intercambio de calor, como se explica en la operación del condensador, depende de la diferencia de temperatura del aire y del refrigerante. Mientras mayor sea la diferencia de temperatura, mayor será la cantidad de intercambio de calor entre el aire y el refrigerante. Una condición de carga de alto calor, como se encuentra generalmente cuando el sistema de aire acondicionado se enciende, permitirá una rápida transferencia de calor entre el aire y el refrigerante de enfriado.

El cambio de estado del refrigerante que entra y sale a través de la bobina del evaporador es tan importante como el flujo de aire sobre la bobina.

Todo o la mayor parte del líquido que no cambió a vapor en la válvula de expansión o en los tubos de conexión, hierve (se expande) y se evapora inmediatamente en el evaporador, poniéndose muy frío. Mientras se produce el proceso de pérdida de calor del aire hacia la superficie de la bobina del evaporador, toda la humedad del aire se condensa en la superficie externa fría de la bobina del evaporador y es drenada como agua.

A presión atmosférica, el refrigerante hierve a un punto inferior a la temperatura de congelamiento del agua. Por lo tanto, la temperatura en el evaporador debe ser controlada de modo que el agua que se acumula en la superficie de la bobina no se congele sobre y entre las aletas e impidan el flujo de aire. La temperatura del evaporador es controlada a través de la presión interna del evaporador y la temperatura y presión en la salida del evaporador.

CIRCUITO ELECTRICO

El circuito eléctrico del aire acondicionado es alimentado desde un circuito accesorio y posee un fusible con un disyuntor de 30 amperes.

El control del soplador es un interruptor que proporciona un rango de velocidades del soplador, de rápido a lento. Cuando se acciona el interruptor del soplador la corriente está disponible en el embrague del compresor. Una vez que se enciende el soplador, la velocidad del ventilador puede cambiar sin afectar el nivel de sensibilidad del termostato.

El termostato reacciona ante los cambios de temperatura los cuales hacen que los contactos eléctricos se abran y se cierren. El termostato posee un tubo capilar extendido dentro de la bobina del evaporador para detectar la temperatura.

Cuando los contactos se cierran, la corriente fluye hacia el campo del embrague y energiza el embrague haciendo que la placa de sujeción dentro del compresor gire, lo cual inicia el ciclo de refrigeración. Cuando la temperatura de la bobina del evaporador cae a un punto predeterminado, los contactos se abren y el embrague se desengancha.

Cuando el embrague se desengancha, el soplador permanece a la velocidad establecida. Después que la temperatura del evaporador aumenta cerca de doce grados sobre el punto de corte, los contactos en el termostato se cierran y se reanuda el ciclo de refrigeración.

Termostato

Un embrague electromagnético se utiliza en el compresor para proporcionar un medio de control de temperatura constante en la cabina. El embrague es controlado por un termostato en el evaporador el cual es ajustado inicialmente por el conductor a un punto predeterminado. La temperatura del evaporador luego es mantenida por la acción cíclica del embrague.

El termostato es simplemente un aparato térmico que controla un interruptor eléctrico. Cuando se calienta, el interruptor se cierra; cuando se enfría se abre. La mayoría de los termostatos posee una posición de apagado positiva como medio para apagar el embrague sin importar la temperatura.

El termostato tipo fuelle tiene conectado un tubo capilar, el cual está lleno de refrigerante. El tubo capilar está unido a los fuelles dentro del termostato. La expansión de los gases dentro del tubo capilar ejerce presión en los fuelles, lo que a su vez cierra los contactos a una temperatura predeterminada.

Embrague del Compresor

Un embrague electromagnético se utiliza junto con el termostato para desenganchar el compresor cuando no se necesita, como cuando el evaporador indica el ciclo de desempañado de vidrios o cuando se apaga el sistema o el soplador.

El embrague de campo estacionario es el tipo más deseable dado que posee menos piezas que se desgasten. El campo está montado en el compresor por medios mecánicos dependiendo del tipo de campo y compresor. El rotor se mantiene en el inducido por medio de un rodamiento y de anillos de retención. El inducido está montado en el cuerpo del compresor.

Cuando no pasa corriente al campo no hay fuerza magnética aplicada al embrague y el rotor es libre de girar en el inducido el que permanece estacionario en el cigüeñal.

Cuando el termostato o interruptor se cierra, la corriente pasa al campo. Esto establece una fuerza magnética entre el campo y el inducido pulsándola hacia el rotor. Cuando el inducido se engancha con el rotor, la unidad completa gira mientras que el campo permanece estacionario. Esto hace que el cigüeñal del compresor gire, iniciando el ciclo de refrigeración.

Cuando el interruptor o termostato se abre, la corriente se corta. El inducido se desconecta y se detiene mientras que el rotor sigue girando. La acción de bombeo en el compresor se detiene hasta que se aplica corriente nuevamente al campo. Además los interruptores de seguridad en el circuito eléctrico del embrague del compresor controlan la operación del embrague, desenganchando el embrague si las presiones del sistema son anormales.

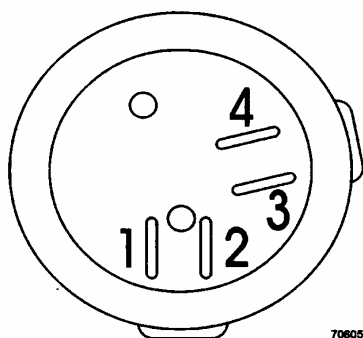
Interruptor Trinary™

Este interruptor está montado en el receptor-secador y tiene tres funciones, como su nombre lo indica:

1. Desengancha el embrague del compresor cuando la presión del sistema está demasiado alta.
2. Desengancha el embrague del compresor cuando la presión del sistema está demasiado baja.
3. Engancha y desengancha el embrague de accionamiento del ventilador del radiador durante la variación normal de la presión del sistema.

El interruptor Trinary™ realiza tres funciones distintas para monitorear y controlar la presión del refrigerante en el sistema. Este interruptor está montado en el receptor-secador. Las funciones del interruptor son:

Los terminales 1 y 2 se conectan internamente a través de dos interruptores de presión normalmente cerrados en serie, el interruptor de baja presión y el interruptor de alta presión.



Los terminales 3 y 4 se conectan internamente a través de un interruptor normalmente abierto que se usa para controlar el embrague que acciona el ventilador del radiador. Este interruptor se cierra y hace que el embrague del ventilador de enfriado se enganche cuando la presión del sistema sube a 1379 – 1586 kPa (200-230 psi). Cuando la presión cae a 965 – 1344 kPa (140 – 195 psi), los contactos del interruptor se abren, y el embrague del ventilador de enfriado se desengancha.

- Baja presión – Este interruptor se abre y desengancha el embrague del compresor si la presión del sistema cae al rango de 103 – 207 kPa (15-30 psi). Cuando la presión sube por sobre 276 kPa (40 psi), los contactos del interruptor se cierran, y el embrague engancha el compresor. Debido a que la temperatura tiene un efecto directo sobre la presión, si la temperatura ambiente es demasiado baja, la presión del sistema caerá por debajo del rango bajo, y el interruptor de presión desenganchará el embrague.

- Embrague del ventilador - La función de rango intermedio acciona el embrague del ventilador del motor, si está instalado.
- Alta presión – Este interruptor se abre y desengancha el embrague del compresor si la presión del sistema sube por sobre el rango 2068 – 2413 kPa (300 – 350 psi). Después que la presión del sistema cae a 1448 – 1724 kPa (210 – 250 psi), los contactos del interruptor se cerrarán y el embrague se enganchará.

Las funciones del interruptor se resetearán automáticamente cuando la presión del sistema vuelva a la normalidad.

	SE ABRE	SE CIERRA
Baja Presión	103 – 207 kPa (15-30 psi) presión en descenso	276 kPa (40 psi) presión en aumento
Alta Presión	2068 – 2413 kPa (300-350 psi)	1448 – 1724 kPa (210-250 psi)
Embrague del Ventilador	241 – 414 kPa (35-60 psi) por debajo de la presión de cierre	1379 – 1586 kPa (200-230 psi) presión en aumento

⚠ IMPORTANTE ⚠

Las presiones antes indicadas son presiones típicas en el receptor-secador. Debido a las pérdidas normales de flujo del sistema y la distancia entre la lumbra de servicio y el receptor-secador, se espera que la presión real del sistema que aparece en el medidor sea por lo general de aproximadamente 138 kPa (20 psi) más altas. Este factor se debe observar al revisar la correcta operación del interruptor.

NOTA: Otro dispositivo de control de presión está montado dentro del compresor. Una válvula de alivio mecánico está ubicada en la parte posterior del compresor. La válvula de alivio se abrirá a 3447 – 3792 kPa (500 – 550 psi). El propósito de esta válvula es proteger el compresor en caso que se permita que la presión aumente sobre ese nivel. Si la presión excede 550 psi se dañará el compresor.

ADVERTENCIAS DE SERVICIO AL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

El servicio a un sistema de aire acondicionado significa monitorear de cerca el flujo del refrigerante. Por esta razón, los siguientes procedimientos están muy relacionados con el uso, manipulación, cuidado y factores de seguridad adecuados involucrados en la calidad y cantidad de refrigerante R-134a dentro de un sistema de aire acondicionado.

Dado que el refrigerante en un sistema de aire acondicionado debe permanecer presurizado y sellado dentro de la unidad para funcionar correctamente, la seguridad es un punto muy importante a considerar cuando algo hace que esta condición presurizada sellada cambie. Las siguientes advertencias se dan para alertar al personal de servicio sobre su importancia antes de aprender los procedimientos correctos. Lea, recuerde y observe cada advertencia antes de comenzar a dar servicio al sistema.

NOTA: Si en la mina opera una flota en que algunos camiones utilizan refrigerante R-12 y otros R-134a, es esencial que las herramientas de servicio que entran en contacto con el refrigerante (medidores, equipos de carga, equipos de recuperación/reciclaje, etc.) se destinen a un solo tipo de refrigerante para evitar la contaminación cruzada.



Los camiones que operan en climas fríos deben continuar manteniendo cargado el sistema de A/C durante los meses de clima frío. Mantener el sistema cargado ayuda a evitar la entrada de humedad al aceite del sistema y desecantes.



Las regulaciones federales prohíben la dispersión de refrigerante R-12 y R134a a la atmósfera. Se debe utilizar una estación de reciclaje/recuperación aprobada por las normas SAE y UL para sacar el refrigerante del sistema del aire acondicionado. El refrigerante se almacena en un recipiente en la unidad para su reciclaje, recuperación o transporte. Además, los técnicos que realizan el servicio a los sistemas de aire acondicionado deben certificar que están debidamente capacitados para realizar mantenimiento al sistema.

Aunque la liberación accidental del refrigerante es una posibilidad remota si se siguen los procedimientos correctos, se debe considerar las siguientes advertencias al dar servicio a los sistemas de aire acondicionado.

- **Proteja sus ojos en forma adecuada (lentes de seguridad o máscara de seguridad) al trabajar con refrigerante.**
- **Una gota de este líquido en su piel puede producir un caso de quemadura por frío. Use guantes y ponga mucho cuidado al manipular el refrigerante.**
- **Si entra aunque sea muy mínima cantidad de refrigerante en sus ojos, enjuáguese inmediatamente con agua fría y solicite atención médica tan pronto como sea posible.**
- **Asegure que haya una ventilación suficiente en el lugar donde se descargue el refrigerante del sistema, teniendo presente que éste es más pesado que el aire y que tenderá a irse a las partes bajas del taller.**
- **Al estar expuesto a llamas o chispas, el componente del refrigerante cambia y se convierte en gas fosgeno mortal. Este gas venenoso daña el sistema respiratorio al ser inhalado. NUNCA fume en áreas donde se utilice o se almacene refrigerante.**
- **Nunca dirija una manguera de limpieza a vapor o llama abierta en contacto directo con los componentes del sistema de aire acondicionado. El calor localizado puede aumentar la presión a niveles peligrosos.**
- **No caliente o almacene contenedores con refrigerantes sobre 49°C (120°F).**
- **No lave ni pruebe a presión el sistema utilizando aire de taller u otra fuente de aire comprimido. Algunas mezclas de aire y refrigerante R-134a son combustibles al presurizarse levemente. El suministro de aire del taller también contiene humedad y otros contaminantes que podrían dañar los componentes del sistema.**

EQUIPO Y HERRAMIENTAS DE SERVICIO

Estación de Reciclaje/Recuperación

Cuando sea necesario sacar refrigerante del sistema, la estación de doble propósito que aparece en la Figura 4-6, realiza los procedimientos tanto de recuperación como de reciclaje, que siguen las nuevas pautas para manipulación del refrigerante usado. El refrigerante recuperado es reciclado para reducir los contaminantes y se puede volver a usar en la misma máquina o flota.

Para realizar esto, la estación de recuperación/reciclaje separa el aceite del refrigerante y filtra el refrigerante varias veces para reducir la humedad, acidez y material particulado que se encuentre en el refrigerante utilizado.

NOTA: Para ser revendido, el gas debe ser "recuperado" lo cual lo deja tan puro como si fuera nuevo, pero se requiere de equipo normalmente muy caro para empresas que no son las más grandes en refrigeración.

Además, se encuentran equipos disponibles sólo para eliminar o extraer refrigerante. El equipo de extracción no limpia el refrigerante - se utiliza para recuperar el refrigerante de un sistema de aire acondicionado antes de darle servicio.

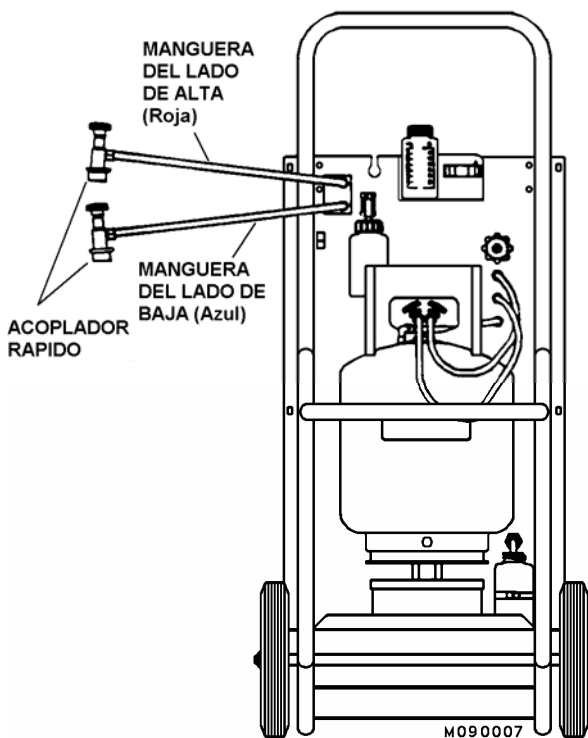


FIGURA 4-6. ESTACION DE RECUPERACION/RECICLAJE



Mezclar distintos tipos de refrigerante dañará el equipo. Destine una estación de reciclaje/recuperación para cada tipo de refrigerante procesado para evitar dañar el equipo. Para ELIMINAR el gas retirado se requiere de instalaciones de fábrica o de laboratorio.

Hay equipos de prueba disponibles para confirmar que el refrigerante en el sistema es realmente del tipo destinado al sistema y que no está contaminado por una mezcla de distintos tipos de refrigerante.

El equipo de reciclaje debe cumplir con ciertos estándares publicados por la Society of Automotive Engineers (SAE) y debe llevar una etiqueta de aprobación UL. Los principios básicos de operación siguen siendo los mismos para todas las máquinas, incluso si los detalles de operación difieren en cierta medida.

Detector de Fugas

El detector electrónico de fugas (Figura 4-7) es muy preciso y seguro. Es un aparato manual pequeño con una sonda flexible que se utiliza para buscar fugas de refrigerante. Una alarma, zumbido o luz anunciarán la presencia de una fuga por pequeña que sea.

Algunos detectores de fuga sólo se aplican a un tipo de refrigerante. Asegúrese que el detector de fugas que va a utilizar corresponda al refrigerante en el sistema.

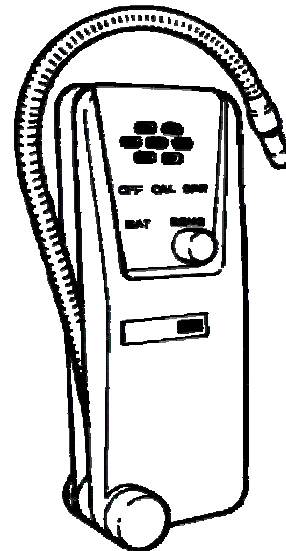


FIGURA 4-7. DETECTOR ELECTRONICO DE FUGAS TIPICO

Conjunto del Medidor del Múltiple

Un conjunto del medidor del múltiple típico (Figura 4-8) tiene dos válvulas manuales tipo tornillo que controlan el acceso al sistema, dos medidores y tres mangueras. Los medidores se utilizan para leer la presión del sistema o el vacío. El múltiple y las mangueras son para acceder al interior de un sistema de aire acondicionado, para sacar el aire y la humedad, y para poner o sacar el refrigerante del sistema. Se requieren válvulas de corte dentro de 305 mm (12 pulgadas) del extremo(s) de la manguera para minimizar la pérdida de refrigerante.

Un conjunto de medidor para R-134a tendrá una manguera azul con una banda negra para el lado de baja, una manguera roja con una banda negra para el lado de alta y una manguera amarilla con una banda negra para la manguera de utilidad (central). Las mangueras usan una tuerca hembra ACME de 1/2 in. en el extremo del medidor. Los acoplamientos especiales de desconexión rápida normalmente se combinan con una válvula de corte en las mangueras del lado de alta y de baja. El extremo libre de la manguera central contiene una tuerca hembra ACME de 1/2 in. y un dispositivo de corte dentro de 305 mm (12 pulgadas) del extremo de la manguera. Estas mangueras y fittings especiales están diseñados para minimizar la pérdida de refrigerante y para evitar poner el refrigerante equivocado en el sistema.

NOTA: Cuando se hace necesario el cambio de manguera, las nuevas mangueras deben venir marcadas con "SAE J2916 R-134a"

Las funciones del conjunto del medidor del múltiple están incluidas en muchas de las estaciones de reciclaje/recuperación o recuperación disponibles en el mercado.

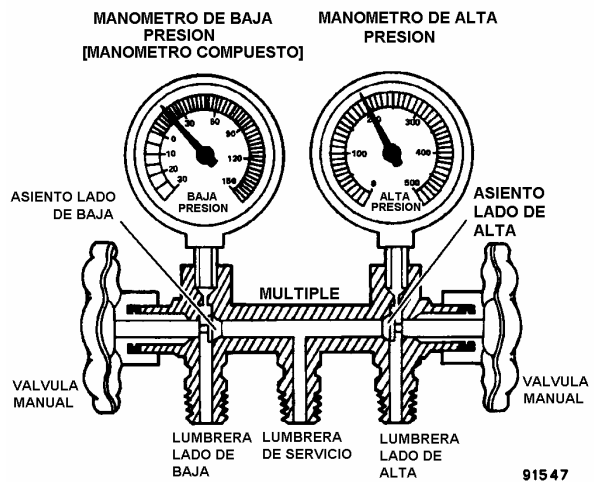


FIGURA 4-8. CONJUNTO DEL MEDIDOR DEL MULTIPLE

Medidor del Lado de Baja

Este medidor del lado de baja registra tanto la presión como el vacío. El lado del vacío de la escala está calibrado de 0 a 30 pulgadas de mercurio (in. Hg). El lado de presión de la escala está calibrado a 150 psi.



Nunca abra la válvula manual en el lado de alta cuando el sistema de aire acondicionado esté funcionando. Si se permite una alta presión, puede romper los contenedores de carga y potencialmente provocar lesiones.

Medidor del Lado de Alta

El medidor del lado de alta se usa solamente para medir la presión en el lado de descarga del compresor. La escala está calibrada a 500 psi.

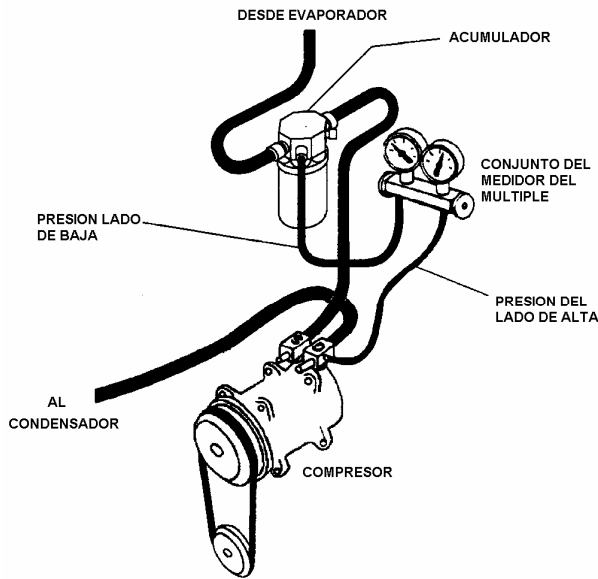
Montaje del Conjunto del Medidor del Múltiple

Antes de intentar dar servicio al sistema de aire acondicionado, se recomienda realizar una inspección visual de los componentes del sistema A/C y motor. Ponga particular atención a las correas, mangueras, tuberías y todos los accesorios de unión así como también a la tapa del radiador, embrague del ventilador y termostato. Inspeccione tanto el condensador como el radiador para ver si hay alguna obstrucción o potencial contaminación. Minimice todas las posibilidades de error o mal funcionamiento de los componentes del sistema de aire acondicionado.



Apague el motor. NO intente conectar el equipo de servicio cuando el motor esté en funcionamiento.

1. Asegúrese que todas las válvulas del múltiple estén totalmente cerradas (gírelas a la derecha).
2. Revise que las conexiones de la manguera en el múltiple estén firmes.
3. Ubique los fittings de servicio del sistema del lado de alta y de baja y saque sus tapas de protección.



N040070

FIGURA 4-9. CONEXION DE LA MANGUERA DE SERVICIO

4. Conecte las dos mangueras de servicio desde el múltiple a las válvulas de servicio correctas del compresor y acumulador, como se muestra en la Figura 4-9. (Lado de alta hacia la válvula de descarga del compresor y lado de baja hacia el acumulador). No abra las válvulas de servicio en este momento.

Este proceso de conexión del medidor será el mismo, sin importar si se ha montado el conjunto del medidor. Ya sea en una estación de recuperación o medidores individuales, las conexiones son las mismas. Los procedimientos que se realizan a continuación variarán dependiendo de qué tipo de equipo se esté utilizando. Si se está utilizando una estación de recuperación/reciclaje, se puede realizar el servicio completo. Si sólo se usa un conjunto de medidores, el servicio se limitará solamente a agregar refrigerante u a observar las presiones.

Purga de Aire desde las Mangueras de Servicio

El propósito de este procedimiento es sacar todo el aire atrapado de las mangueras antes de realizar una prueba real del sistema. Las regulaciones medioambientales requieren que todas las mangueras de servicio tengan una válvula de corte dentro de las 12 pulgadas del extremo de servicio. Se requieren estas válvulas para asegurar que sólo una cantidad mínima de refrigerante se escape a la atmósfera. Los conjuntos de medidores de R-134a tienen una válvula de corte y un desconector rápido de combinación en los lados de alta y de baja. La manguera del centro también requiere una válvula.

La purga inicial se realiza mejor cuando se conecta al equipo de recuperación o reciclaje. Con la manguera central conectada a la estación de recuperación, las mangueras de servicio conectadas a los lados de alta y de baja del sistema, se puede comenzar la purga. Las válvulas del múltiple y las válvulas de servicio deben estar cerradas. Al activar la bomba de vacío se sacará aire o humedad de la manguera central. Este proceso sólo requiere de algunos minutos. La manguera es la única área que está puesta en vacío y no requerirá un proceso muy largo. Al cerrar la válvula se asegura que la manguera esté purgada. Recién ahora es seguro abrir las demás válvulas del múltiple.

Válvulas de Servicio

Dado que un sistema de aire acondicionado es un sistema sellado, en el compresor hay dos válvulas de servicio que permiten las pruebas de diagnóstico, carga o evacuación del sistema. Conectar las mangueras correspondientes desde el conjunto del medidor del múltiple a las válvulas de servicio del compresor permite realizar fácilmente cada una de estas pruebas.

Se han especificado fittings nuevos y únicos para la manguera de servicio (Figura 4-10) para sistemas R-134a. Su propósito es evitar la mezcla cruzada accidental de refrigerantes y lubricantes con los sistemas basados en R-12. Las lumbreras de servicio en el sistema son del tipo de desconexión rápida sin hilo externo. Contienen una válvula de tipo Schrader. El fitting del lado de baja posee un diámetro más pequeño que el del lado de alta.

Se proporcionan tapas protectoras para cada válvula de servicio. Cuando no se utilizan, se deben colocar estas tapas en su lugar para evitar contaminar o dañar las válvulas de servicio.

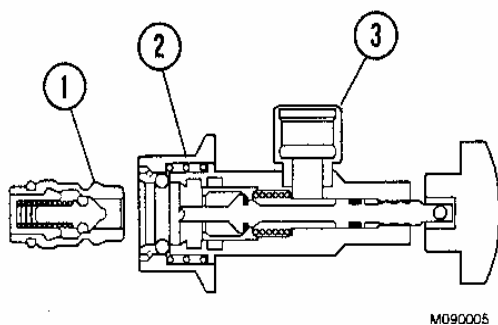


FIGURA 4-10. VALVULA DE SERVICIO R-134a

- 1. Fitting de Lumbrera de Servicio del Sistema
- 2. Conector Rápido
- 3. Conexión de Manguera de Servicio

Bomba de Vacío

La bomba de vacío (Figura 4-11) se utiliza para evacuar completamente todo el refrigerante, aire y humedad del sistema, bajando deliberadamente la presión dentro del sistema hasta el punto en que el agua se convierte en vapor (hierve) y junto con todo el aire y refrigerante es sacado (bombeado) del sistema.

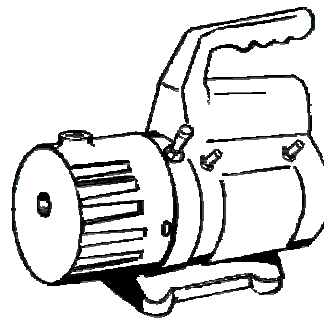


FIGURA 4-11. BOMBA DE VACIO

PRUEBA DE RENDIMIENTO DEL SISTEMA

Se realiza esta prueba para establecer el estado de todos los componentes del sistema. Observe estas condiciones durante la prueba.

1. Coloque un ventilador frente al condensador para simular el flujo de aire introducido normal y deje que el sistema se estabilice.
2. Instale un termómetro en el respiradero de aire acondicionado más cercano al evaporador.
3. Arranque el motor y opere a 1000 rpm.
4. Evalúe las lecturas obtenidas de los medidores para ver si coinciden con las lecturas para la temperatura ambiente.
5. Ajuste el sistema de aire acondicionado a operación de velocidad máxima del soplador y enfriado máximo.
6. Cierre todas las ventanas y puertas de la cabina.
7. Toque con cuidado las mangueras y los componentes en el lado de alta. Todas deben estar tibias o calientes al tacto. Revise que las temperaturas estén uniformes a la entrada y salida del receptor-secador. Si la salida está más fría que la entrada, debe haber alguna obstrucción.

8. Toque las mangueras y componentes del lado de baja. Deben estar fríos al tacto. Revise las conexiones cercanas a la válvula de expansión. El lado de entrada debe estar tibio y el lado de salida frío.
9. Después de 10 minutos como mínimo y que el sistema se haya estabilizado, observe las lecturas del medidor. Compare las lecturas con las especificaciones en la Tabla 1.

NOTA: Las presiones pueden ser levemente más altas en condiciones muy húmedas y más bajas en condiciones muy secas. Las presiones enumeradas en la tabla son durante el enganche del embrague del compresor.

10. Revise los respiraderos de la cabina para ver si hay aire frío. La temperatura del aire de salida debe ser de aproximadamente 16 – 22° C (30 – 40°F) por debajo de la temperatura ambiente del aire.
11. Si las presiones y temperaturas no están dentro de los rangos especificados, el sistema no está operando correctamente. Consulte Revisiones Preliminares cerca del final de este capítulo para consejos para diagnosticar un rendimiento deficiente del sistema.



Sea muy cuidadoso al tocar los componentes y mangueras del lado de alta. Bajo la mayoría de las condiciones normales, estas partes pueden estar extremadamente calientes.

TABLA 1. RANGOS DE PRESIONES NOMINALES R-134a		
Temperatura Ambiente del Aire	Presión del Lado de Alta	Presión del Lado de Baja
21° C (70° F)	820 – 1300 kPa (120 – 190 psi)	70 – 138 kPa (10 – 20 psi)
27° C (80° F)	950 – 1450 kPa (140 – 210 psi)	70 – 173 kPa (10 – 25 psi)
32° C (90° F)	1175 – 1650 kPa (170 – 240 psi)	105 – 210 kPa (15 – 30 psi)
38° C (100° F)	1300 – 1850 kPa (190 – 270 psi)	105 – 210 kPa (15 – 30 psi)
43° C (110° F)	1450 – 2075 kPa (210 – 300 psi)	105 – 210 kPa (15 – 30 psi)

NOTA: Todas las presiones en este cuadro son solamente para referencia. El peso es el único medio absoluto para determinar la carga adecuada de refrigerante.

ACEITE DEL SISTEMA

Los sistemas de aire acondicionado R-134a requieren el uso de aceite lubricante Polyalkylene Glycol (PAG). Este es el único aceite recomendado para ser utilizado en el sistema. El aceite PAG de Komatsu (p/n EL5550) es el aceite que se proporciona en el sistema en camiones Komatsu. Este aceite de color celeste-verde también se puede comprar en los distribuidores de General Motors, (p/n 12378526).

Manipulación y Reutilización del Aceite PAG

- Evite el contacto con la piel y la inhalación del aceite PAG, como precaución normal respecto de los químicos.
- No vuelva a usar el aceite PAG retirado de componentes nuevos o antiguos. Este se debe guardar en un contenedor marcado y debidamente sellado. El aceite PAG es un contaminante medioambiental y se debe eliminar correctamente después de ser usado.
- El aceite PAG en contenedores o en un sistema de aire acondicionado no se debe dejar expuesto a la atmósfera por más tiempo de lo necesario. El aceite PAG absorbe humedad muy rápidamente, y por lo tanto, cualquier humedad absorbida podría dañar un sistema de aire acondicionado.

Cantidad de Aceite

Es importante mantener siempre la cantidad correcta de lubricante en el sistema de aire acondicionado. El no hacerlo podría dañar el compresor.

Se pueden producir daños al compresor no sólo por falta de aceite sino que también por un exceso de aceite. La falta de aceite causará exceso de fricción y desgaste en las partes móviles. El exceso de aceite puede provocar "golpes" en el compresor. Esta condición se produce cuando el compresor intenta comprimir el aceite líquido como contra posición al refrigerante vaporizado. Debido a que el líquido no se puede comprimir, se producen daños a las partes internas.

Revisión del Aceite del Sistema



El receptor-secador y el acumulador se deben reemplazar cada vez que se abre el sistema.

1. Saque el compresor del camión. Con el compresor posicionado en forma horizontal, saque el tapón de drenaje y capture el aceite en un contenedor claro graduado. Meza el compresor de un lado a otro y rote el eje para facilitar el retiro de aceite.



Bajo ninguna circunstancia se debe poner vertical el compresor de A/C sobre el conjunto del embrague. Se producirán daños al embrague del compresor, causando fallas prematuras del compresor.

2. Inspeccione el aceite por si hubiera partículas extrañas. Si se encuentran partículas, se requiere mayor investigación y servicio para determinar su origen. Después de reparar, el sistema necesitará lavado. Consulte Lavado del Sistema. Si no se encuentran partículas, proceda con el siguiente paso.
3. Agregue 207 ml (7 oz.) de aceite PAG al sumidero del compresor. Agregue el aceite a través de la lumbrera de drenaje y coloque el tapón de drenaje. Es importante agregar solamente la cantidad especificada para asegurar un rendimiento óptimo del sistema. Demasiado aceite dará como resultado una reducción del enfriado. Muy poco aceite causará una falla del compresor.
4. Determine la cantidad correcta de aceite adicional para agregar al sistema usando la tabla Reemplazo del Aceite. Agregue este aceite adicional al lado de entrada del receptor secador o acumulador.

NOTA: Si el camión se está ensamblando por primera vez, agregue 207 ml (7 oz.) de aceite PAG al lado de entrada del receptor-secador o al acumulador.

EJEMPLO- Si sólo el acumulador y el receptor secador fueron reemplazados, entonces agregue 120 ml (4 oz.) de aceite PAG al lado de entrada del receptor-secador o al acumulador. Si el evaporador también fue reemplazado en este momento, entonces agregue 150 ml (5 oz.) de aceite PAG al lado de entrada del receptor-secador o al acumulador.

NOTA: La cantidad correcta de aceite se puede inyectar al sistema durante la carga como un método alternativo de adición de aceite.



Al instalar un nuevo compresor, se debe drenar completamente su aceite antes de instalarlo. Agregue 207 ml (7 oz.) de aceite PAG nuevo al compresor para asegurar un correcto nivel de aceite. El no ajustar la cantidad de aceite en el compresor causará un exceso de aceite en el sistema y un bajo rendimiento del A/C. Además, se debe instalar un nuevo receptor-secador y acumulador y se debe agregar aceite a cada uno de estos componentes.

CAMBIO DE ACEITE	
Componente	Aceite a agregar
Condensador	60-90 ml (2 – 3 onzas)
Evaporador	30 ml (1 onza)
Receptor-Secador	60 ml (2 onzas)
Acumulador	60 ml (2 onzas)
Compresor	207 ml (7 onzas)
Válvula de Bloqueo (Expansión)	No es necesario agregar aceite
Mangueras	Drene y mida la cantidad retirada

5. Conecte todas las mangueras y componentes en el sistema. Lubrique los anillos de goma con aceite mineral limpio antes de ensamblar.

NOTA: No use aceite PAG para lubricar los anillos de goma o fittings. El aceite PAG puede corroer los fittings al usar en forma externa.

6. Evacúe el sistema. Consulte Evacuación del Sistema más adelante en esta sección.

REFRIGERANTE

Refrigerante Reciclado

El refrigerante reciclado ha sido extraído de un sistema de aire acondicionado móvil que usa una unidad de recuperación. El refrigerante es limpiado por la unidad de recuperación a medida que pasa a través de los filtros ubicados en la unidad que cumplen con las especificaciones estipuladas por la Society of Automotive Engineers, SAE J2099. Al refrigerante que ha pasado por el proceso de filtrado sólo se le han eliminado los contaminantes que están asociados con los sistemas móviles. Por lo tanto, el refrigerante reciclado de sistemas móviles sólo es aceptado para ser reutilizado en sistemas móviles.

Refrigerante Recuperado

El refrigerante recuperado ha sido filtrado mediante un proceso de filtrado más exhaustivo y ha sido procesado con los mismos estándares de pureza que el refrigerante virgen. Debido a esto, el refrigerante recuperado se puede usar en todos los sistemas, no sólo móviles. El equipo de recuperación utilizado para este proceso es costoso y, por lo tanto, no es habitual encontrarlo en talleres normales de mantenimiento. Equipos como éste son más fáciles de encontrar en tiendas especializadas de aire acondicionado.



Al cargar un sistema, siempre use refrigerante nuevo, reciclado, o recuperado. El no seguir esta recomendación puede provocar un desgaste prematuro o daños a los componentes del sistema de aire acondicionado y un bajo rendimiento de enfriado.

Cantidad de Refrigerante

Si no se carga suficiente refrigerante en el sistema, la capacidad de enfriado se verá reducida. Si se carga demasiado refrigerante en el sistema, el sistema operará a presiones más altas, y en algunos casos, puede dañar los componentes del sistema. Exceder la carga especificada de refrigerante no proporcionará un mejor enfriado.

Si se sospecha de una carga incorrecta, recupere el refrigerante del sistema y cárguelo con el peso de operación correcto de 3.4 kg (7.4 lb). Este no es el único procedimiento recomendado sino que también es la mejor forma de asegurarse que el sistema está operando con la carga adecuada y está proporcionando un óptimo enfriado.

El uso del visor para determinar la carga no es un método preciso.



Un visor poco claro en los sistemas R-134a puede indicar que el sistema tiene un bajo nivel de refrigerante. Sin embargo, el visor no se debe usar como medidor para cargar el sistema. La carga del sistema se debe realizar con una escala para asegurarse que se ha agregado la cantidad correcta de refrigerante.

Contenedores de Refrigerante R-134a

Se utilizan dos contenedores básicos, fáciles de adquirir, para almacenar R-134a: los contenedores de 14 ó 28 kg (30 ó 60 libras) (Figura 4-12). Siempre lea la etiqueta del contenedor para verificar que el contenido sea el correcto para el sistema al cual se le dará servicio. Fíjese que los contenedores de R-134a están pintados de celeste.

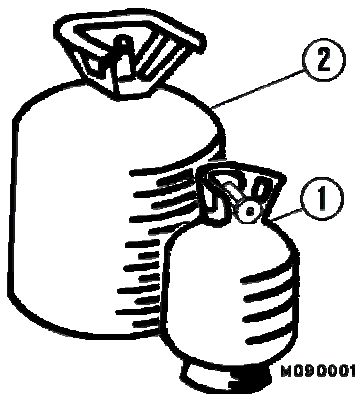


FIGURA 4-12. CONTENEDORES DE R-134a

1. Cilindro de 14 kg
(30 libras)

2. Cilindro de 28 kg
(60 libras)

PRUEBA DE FUGAS DEL SISTEMA

Las fugas de refrigerante son probablemente la causa más común de los problemas del aire acondicionado, los resultados van desde enfriado inadecuado o que no enfríe hasta daños a los componentes principales internos. Las fugas se desarrollan comúnmente en dos o tres puntos. El primero es alrededor del sello del eje del compresor, a menudo acompañado de una señal de aceite refrigerante fresco. Si un sistema no está operativo por un tiempo (meses de invierno), el sello del eje se puede secar y filtrar levemente. La fuerza centrífuga del giro de la polea del embrague también puede provocar el problema. Cuando se opera el sistema y el lubricante humedece el sello, puede que se detenga la fuga. Tales fugas se pueden localizar a menudo en forma visual o tocando con sus dedos alrededor del eje para ver si hay rastros de aceite. El R-134a es invisible, inodoro y no deja huellas cuando filtra, pero tiene una gran afinidad con el aceite refrigerante.

Un segundo punto donde comúnmente se producen las fugas es en las mangueras de goma y nylon, donde están amordazadas o fijadas a los fittings, o en los lugares de direccionamiento donde están expuestas a la abrasión. Las juntas roscadas o áreas donde se usan empaquetaduras, se deben examinar visual y físicamente. Pasando sus dedos por la parte inferior del condensador y evaporador, particularmente cerca del orificio de drenaje para el condensado, rápidamente indicará el estado del evaporador. Cualquier rastro de aceite fresco aquí es un claro índice de fuga.

Por lo general, es suficiente un sistema cargado al 50% para encontrar la mayoría de las fugas. Si el sistema está vacío, conecte el conjunto del medidor del múltiple al sistema y cargue al menos 1.6 kg (3.5 lbs) de refrigerante al sistema.



Ponga mucho cuidado al realizar pruebas de fugas en el sistema mientras esté funcionando el motor. En su estado natural, el refrigerante es un gas inocuo e incoloro, pero si entra en contacto con una llama abierta, generará gases tóxicos (gas fosgeno) el cual puede provocar serias lesiones o la muerte.

NOTA: El refrigerante es más pesado que el aire y descenderá si hay fuga. Aplique una manguera o sonda de prueba en la superficie inferior de todos los componentes para localizar las fugas.

Detector Electrónico de Fugas

(Consulte la Figura 4-7). A medida que se mueve la sonda de prueba por el área donde hay rastros de refrigerante, una señal visual o audible indica la fuga. Las unidades audibles generalmente cambian de tono o velocidad a medida que cambia la intensidad.

Tintes Rastreadores

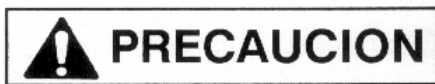
Hay tintes disponibles que se pueden agregar al sistema cuando se agrega refrigerante. El sistema es luego operado para hacer circular el tinte. A medida que se escapa el refrigerante, deja una marca de tinte en el punto de la fuga, el cual es detectado por una luz ultravioleta ("luz negra"), revelando un brillo fluorescente.

Agua y Jabón

Se puede mezclar agua y jabón y aplicar a los componentes del sistema. Aparecerán burbujas para señalar la ubicación específica de las fugas.

Después de determinar la ubicación u origen de la(s) fuga(s), repare o cambie el (los) componente(s).

NOTA: El largo de la manguera afectará la capacidad del refrigerante. Al cambiar las mangueras, en lo posible siempre use mangueras del mismo largo.



Antes de ensamblar el sistema, revise el nivel de aceite del compresor y llene de acuerdo a las especificaciones.

RECUPERACION Y RECICLAJE DEL REFRIGERANTE

Drene el aceite del ciclo previo de recuperación.

1. Coloque el interruptor de energía y el controlador en la unidad de recuperación en la posición OFF.
2. Conecte la estación de recuperación a la fuente de poder correcta.
3. Drene el aceite recuperado a través de la válvula marcada "drenaje de aceite" en la parte delantera de la máquina.
4. Coloque la perilla del controlador en la posición ON. El medidor de baja presión mostrará un aumento.
5. Inmediatamente cambie a la posición OFF y deje que la presión se estabilice. Si la presión no aumenta entre 34-69 kPa (5-10 psi), cambie el controlador de ON a OFF nuevamente.

6. Cuando la presión llegue a 34-69 kPa (5-10 psi), abra la válvula "drenaje de aceite", reciba el aceite en un recipiente apropiado y elimínelo de acuerdo con las regulaciones locales, estatales o federales. **No se puede reutilizar este aceite debido a los contaminantes absorbidos durante su uso.**

Cómo Realizar el Ciclo de Recuperación

1. Asegúrese que el equipo a utilizar esté diseñado para el refrigerante que pretende recuperar.
2. Observe el nivel de aceite a través del visor. Una vez drenado, debe estar en cero.
3. Revise el nivel de refrigerante del cilindro antes de comenzar la recuperación para asegurarse de contar con un recipiente de la capacidad necesaria.
4. Confirme que todas las válvulas de corte estén cerradas antes de conectarse al sistema de aire acondicionado.
5. Conecte las mangueras correspondientes al sistema que será recuperado.
6. Comience el proceso de recuperación operando el equipo según las instrucciones del fabricante.
7. Continúe la extracción hasta que haya un vacío en el sistema de aire acondicionado.
8. Si transcurre una cantidad de tiempo anormal después de que el sistema haya alcanzado 0 psi y no cae en forma pareja dentro del rango de vacío, cierre las válvulas del múltiple y revise la presión del sistema. Si sube a 0 psi y para, es señal de que hay una fuga importante.
9. Revise la presión del sistema después que se detenga el equipo de recuperación. Después de cinco minutos, la presión del sistema no debe aumentar por sobre "0" en el medidor. Si la presión continúa subiendo, vuelva a comenzar y empiece la secuencia de recuperación nuevamente. Este ciclo debe continuar hasta que el sistema esté sin nada de refrigerante.
10. Revise el nivel de aceite a través del visor para determinar la cantidad de aceite que se debe reponer. (La cantidad de aceite que se perdió durante el ciclo de recuperación se debe volver a colocar en el sistema).
11. Marque el cilindro con una etiqueta magnética (roja) que diga "RECUPERADO" para reducir la posibilidad de cargar un sistema con refrigerante contaminado. Registre la cantidad de refrigerante recuperado.

Cómo Realizar el Procedimiento de Reciclaje

El refrigerante recuperado contenido en el cilindro debe pasar por un procedimiento de reciclaje antes de que pueda ser reutilizado. El modo de limpieza o reciclaje es un diseño de circuito continuo y limpia el refrigerante muy rápidamente. Siga las instrucciones del fabricante del equipo para este procedimiento.

Evacuación y Carga del Sistema de Aire Acondicionado

Evacúe el sistema una vez que los componentes de aire acondicionado estén reparados o las partes de recambio estén aseguradas y el sistema de aire acondicionado se haya vuelto a ensamblar. La evacuación saca el aire y la humedad del sistema. Luego el sistema de aire acondicionado está listo para el proceso de carga, lo que agrega refrigerante nuevo al sistema.

REPARACION DEL SISTEMA

Los siguientes procedimientos de servicio y reparación no difieren de un típico trabajo de mantenimiento a un vehículo. Sin embargo, los componentes del sistema de aire acondicionado están hechos de metales blandos (cobre, aluminio, bronce, etc.). Los siguientes comentarios y consejos facilitarán su trabajo y reducirán cambios innecesarios de componentes.



Todos los procedimientos de servicio descritos sólo se deben realizar después de descargar el sistema. Nunca utilice lubricante o compuesto para juntas para lubricar o sellar las conexiones del aire acondicionado.

NOTA: Para ayudar a evitar la entrada de aire, humedad o suciedad a un sistema abierto, tape las líneas abiertas, fittings, componentes y contenedores de lubricantes. Mantenga limpios todas las conexiones, tapas y tapones.



Nunca deje componentes A/C, mangueras, aceite, etc. expuestos a la atmósfera. Siempre mantenga sellados o tapados hasta que los componentes sean instalados y el sistema esté listo para evacuación y carga. El aceite PAG y los desecantes del receptor-secador atraen humedad. Dejar los componentes del sistema abiertos a la atmósfera permitirá que la humedad invada el sistema, causando fallas de los componentes y del sistema.

Lavado del Sistema

Si se encuentran contaminantes en las mangueras del sistema, componentes o aceite, se debe lavar todo el sistema. Componentes mayores tales como el compresor son extremadamente susceptibles a partículas extrañas y se debe reemplazar. Si se contamina, el evaporador y el condensador también se deben reemplazar. El evaporador y el condensador son unidades de pasos múltiples y no se pueden limpiar bien por medio del lavado.



Al retirar la suciedad del sistema, sólo se deben realizar los métodos de lavado aprobados por SAE y/o la Mobile Air Conditioning Society (MACS) con los refrigerantes apropiados. Otros métodos pueden ser nocivos para el medio ambiente así como también para los componentes del aire acondicionado.

1. Saque el compresor, el receptor-secador, la válvula de expansión y el acumulador.
2. Inspeccione todos los demás componentes tales como el condensador, evaporador, mangueras y fittings. Si alguno de estos ítems están dañados o altamente contaminados, reemplace los componentes.
3. Lave el resto de las mangueras con una unidad de lavado. Use solamente R134a como agente de lavado.
4. Después de lavar, sople el sistema con aire de taller seco durante 5 a 10 minutos.
5. Si a la válvula de expansión se le ha eliminado toda contaminación extraña, se puede volver a instalar en el sistema. Si la contaminación todavía está presente, reemplace la válvula.
6. Instale un nuevo compresor, receptor-secador y acumulador.
7. Agregue aceite al sistema como se señala en Revisión del Aceite del Sistema.

PROCEDIMIENTO DE REVISION DE LA CORREA DE MANDO A/C

Este procedimiento se debe realizar cada vez que se le dé servicio a algún componente en el mando accesorio, tal como reemplazar una correa o desmontar el compresor. Además, es obligatoria una inspección a las 250 horas de la correa de mando AC. Las correas se deben inspeccionar para ver si tiene signos de desgaste y daños que puedan obstruir el rendimiento. Reemplace según sea necesario y realice el siguiente procedimiento.

Alineación de la Polea

1. Instale la herramienta de alineación (EL8868) en las poleas para revisar la alineación. Consulte la Figura 4-15. Si la desalineación de las poleas excede 3 mm (0.13 in.), la posición del compresor se debe ajustar.

Revisión de la Tensión de la Correa

NOTA: Este procedimiento ha sido redactado para utilizarse con la herramienta para tensión de la correa (XA3379), que se muestra en la Figura 4-13. Otras herramientas para tensión pueden diferir en funcionalidad.

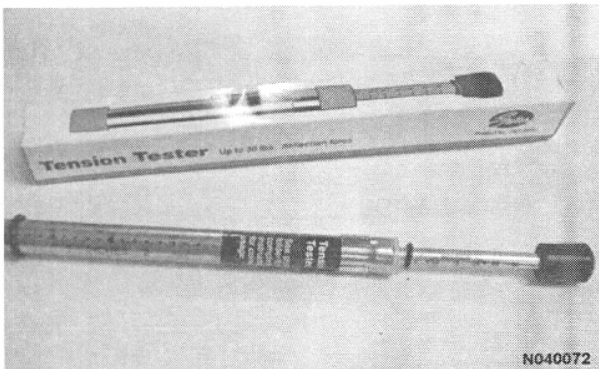


FIGURA 4-13. HERRAMIENTA PARA TENSION DE LA CORREA – XA3379

2. Consulte la Figura 4-16 para la distancia correcta desde la línea del centro de la polea de mando hasta la línea del centro de la polea del compresor. Ajuste la herramienta para tensión según la escala de "deflexión" moviendo el anillo de goma de deflexión hacia la distancia correspondiente en la escala.
3. Deslice el anillo de goma para la escala de "fuerza" a cero.

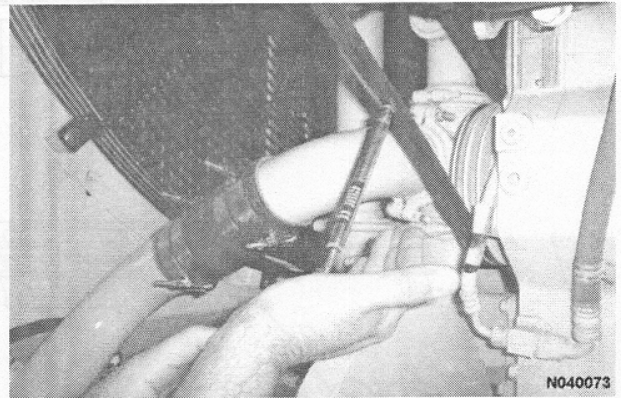
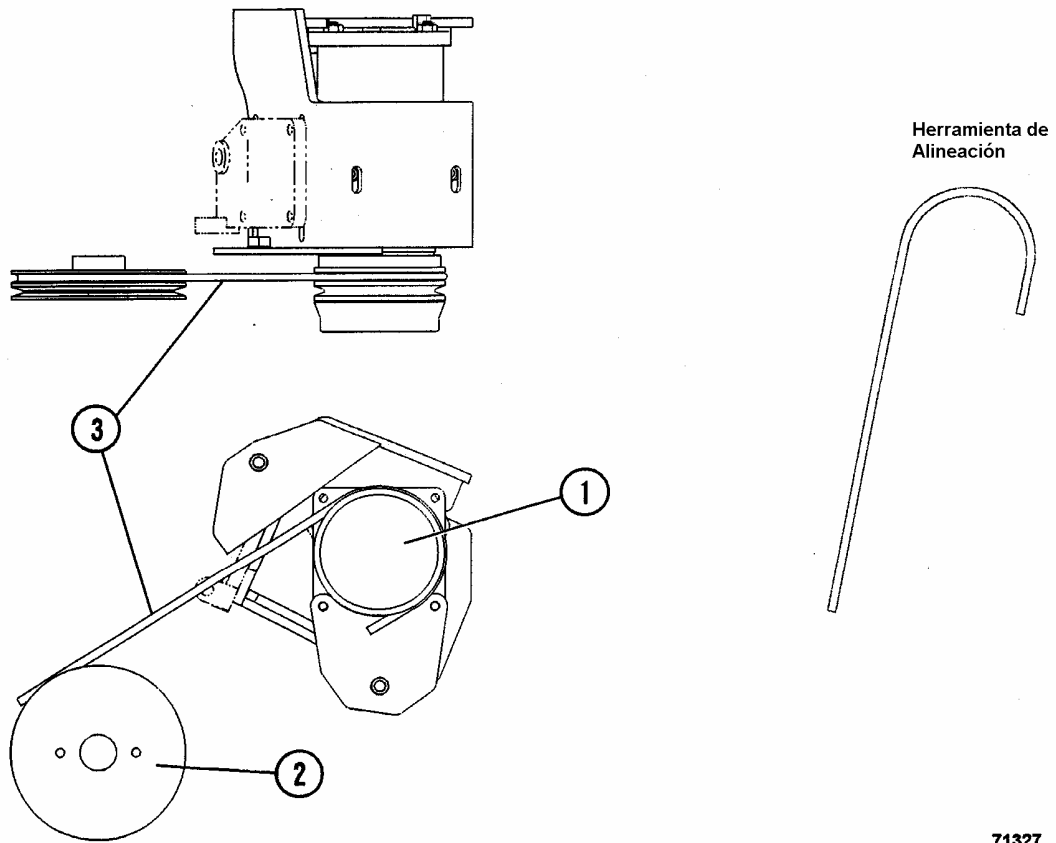


FIGURA 4-14. MEDICION DE DEFLEXION

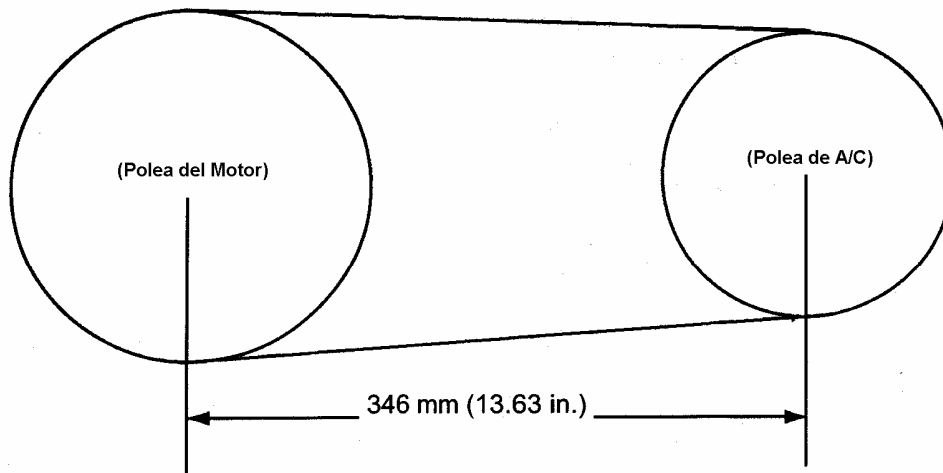
4. Encuentre el centro aproximado de la correa entre las dos poleas. Coloque la punta de la herramienta en la cara exterior de la correa y aplique presión, como se muestra en la Figura 4-14. La herramienta debe estar perpendicular a la correa. Empuje la herramienta hasta que el borde inferior del anillo de goma de la escala de deflexión esté paralelo con la cara exterior de la correa de mando adyacente. Si sólo se utiliza una correa, apoye un borde recto a través de ambas poleas para servir como plano indicador.
5. El anillo de goma en la escala de fuerza indica la fuerza usada para deflecionar la correa. La correa se debe deflecionar 5.3 mm (0.21 in.) bajo una fuerza de 1.6 ± 0.1 kg f (3.44 ± 0.11 lbf). En caso contrario, ajuste la correa como corresponde y vuelva a revisar la tensión.



71327

FIGURA 4-15. HERRAMIENTA DE ALINEACIÓN DE LA CORREA

- 1. Polea del Compresor AC
- 2. Polea de Mando
- 3. Herramienta de Alineación



N040074

FIGURA 4-16. DIMENSIONES DE TENSION DE LA CORREA

REEMPLAZO DEL COMPONENTE

Mangueras y Fittings

Al cambiar las mangueras asegúrese de usar el mismo tipo de manguera que sacó y con el mismo diámetro interno. Cuando las mangueras y fittings estén protegidos o fijados para evitar daño por vibración, asegúrese que estén en su posición y firmes.

Líneas

Siempre utilice dos llaves para conectar o desconectar los fittings de aire acondicionado a las líneas de metal. Se está trabajando con tuberías de cobre o aluminio que podrían doblarse o romperse fácilmente. Cuando se usen hojillos o abrazaderas para evitar la vibración de las líneas, asegúrese que estén en su lugar y firmes.



Siempre es importante aplicar el torque correcto a los fittings. El no hacerlo podría causar un contacto incorrecto entre las partes de empalme y se pueden producir fugas. Consulte la siguiente tabla de torques para especificaciones de apriete.

Tamaño Fitting	Pies Libras	Newton Metros
6	10 – 15 ft.lbs.	14 – 20 Nm
8	24 – 29 ft.lbs.	33 – 39 Nm
10	26 – 31 ft.lbs.	36 – 42 Nm
12	30 – 35 ft.lbs.	41 – 47 Nm

El torque de montaje para los pernos simples M10 o 3/8 in. que aseguran los fittings de entrada y salida en las lumbreras del compresor es de **15 - 34 N.m (11 - 25 ft. lbs.)**.

Válvula de Expansión

Al sacar la válvula de expansión del sistema, saque el aislante, limpie el área y desconecte la línea del receptor-secador. Saque el capilar (bulbo) y el tubo equalizador externo (si está instalado) de las ubicaciones de montaje. Saque la válvula de expansión de la entrada del evaporador. El servicio a la válvula de expansión se limita a la limpieza o cambio de la pantalla de filtro. Si esto no fuera un problema, cambie la válvula. Asegure el capilar y el equalizador, si se usan, a superficies limpias y vuelva a colocar o fije cualquier material aislante.

Receptor-Secador

El receptor-secador no puede ser sometido a servicio o reparación. **Debe cambiarse cada vez que se abre el sistema para realizar cualquier servicio.** El receptor/secador tiene un interruptor de presión para controlar el embrague, y se debe sacar e instalar en una nueva unidad.

Termostato

Un termostato puede pegarse cuando está abierto o cerrado debido al desgaste o fusión del punto de contacto. El elemento sensor de temperatura del termostato (tubo capilar) puede estar quebrado o abollado cuando está cerrado y, por lo tanto, no ser capaz de detectar la temperatura del evaporador.

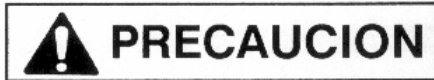
Cuando los puntos de contacto del termostato están pegados o el elemento sensor no puede detectar la temperatura en el evaporador, el embrague no enganchará (no opera el sistema de aire acondicionado). La causa es la pérdida de carga en el tubo capilar o un contacto del termostato abollado y quemado o simplemente no hay contacto. Al analizar fallas, derive el termostato conectando a la bobina un cable energizado con un fusible. Si el embrague engancha, cambie el termostato.

Los puntos de contacto del termostato pueden estar fundidos (quemados) y el embrague no se desenganchará. Las causas son un interruptor defectuoso, lo que se puede deber a la fatiga. El termostato debe ser cambiado. Cuando el embrague no se desenganche también podrá notar que el condensado se ha congelado en las aletas del evaporador y bloquea el flujo de aire. También habrá presión bajo lo normal en el lado de baja del sistema. Los efectos secundarios pueden ser el daño al compresor por acumulación de aceite (el aceite de refrigeración tiende a acumularse en el punto más frío dentro del sistema) y una presión de succión menor a la normal que puede subalimentar de aceite al compresor.

Compresor

El compresor puede fallar debido a fugas en el sello del eje (sistema sin refrigerante), placas de válvula defectuosas, rodamientos u otras piezas internas o problemas asociados con alta o baja presión, calor o falta de lubricación. Asegúrese que el compresor esté montado firmemente y que la polea del embrague esté correctamente alineada con la polea de mando.

Se puede utilizar un estetoscopio mecánico para escuchar los ruidos existentes dentro del compresor.



Al instalar un nuevo compresor, se debe drenar completamente su aceite antes de instalarlo. Agregue 207 ml (7 oz.) de aceite PAG nuevo al compresor para asegurar un correcto nivel de aceite. El no ajustar la cantidad de aceite en el compresor, causará un exceso de aceite en el sistema y un bajo rendimiento de A/C.

La falla del rodamiento de la polea del embrague la indica un ruido en el rodamiento cuando el sistema de aire acondicionado está desconectado o el embrague no está enganchado. Una falla prematura del rodamiento puede ser originada por una mala alineación del embrague y la polea de mando del embrague.

Algunas veces puede ser necesario utilizar lanas o agrandar las ranuras del soporte de montaje del compresor para lograr la alineación correcta.

El desgaste excesivo de la placa de embrague es causado por la fricción de la placa en la polea del embrague cuando el embrague no está enganchado o porque la placa de embrague patina cuando la bobina del embrague se energiza. Un espacio muy pequeño o muy grande entre la placa y la polea del embrague o una pérdida del temple del resorte de la placa del embrague son causas posibles. El espacio de aire ideal entre la polea del embrague y la placa del embrague es de 1.02 ± 0.043 mm (0.023 a 0.057 in.). Si el espacio es muy grande, el campo magnético creado cuando la bobina del embrague se energiza no será lo suficientemente fuerte como para tirar y bloquear la placa de embrague a la polea de embrague.



Bajo ninguna circunstancia se debe poner vertical el compresor de A/C sobre el conjunto del embrague. Se producirán daños al embrague del compresor, causando fallas prematuras del compresor.

Acumulador

Al acumulador no se le puede dar servicio ni se puede reparar. **Cada vez que se abra el sistema para dar servicio, se debe reemplazar.**

Embrague

Los problemas del embrague incluyen fallas eléctricas en la bobina del embrague o cable conductor, falla en el rodamiento de la polea del embrague, disco de embrague desgastado o combado o pérdida de temple del resorte de la placa del embrague. Las partes defectuosas del conjunto del embrague se pueden reemplazar o se puede reemplazar el conjunto completo. Si el embrague muestra signos evidentes de daño por calor excesivo, cambie todo el conjunto.

La manera más rápida de revisar una falla eléctrica en los cables de conducción o bobina del embrague es conectar la bobina con un conductor que contenga un fusible. Este procedimiento le permite derivar los dispositivos de control del circuito del embrague.



NOTA: Algunos compresores se pueden eliminar si se sospecha que los componentes internos dentro del compresor están atascados. Asegúrese que el embrague del compresor esté funcionando correctamente antes de eliminar un compresor por atascamiento interno. La vida útil normal del compresor debe ser el doble de la vida útil normal del embrague del compresor.

Es importante destacar que a menudo una bobina de embrague débil no es la correcta para un compresor atascado. Cuando la resistencia de una bobina ha aumentado con el tiempo y el campo magnético se ha debilitado, es posible que la bobina no pueda tirar la carga del compresor. La falla de la bobina para permitir que el eje del compresor gire, puede aparecer a medida que el compresor se bloquee.

Antes de eliminar un compresor por atascamiento, se debe revisar que la bobina tenga el voltaje correcto. Además, se deben revisar los ohms de la bobina para verificar que tenga la resistencia eléctrica correcta. La bobina debe caer dentro del siguiente rango:

**12.0 ± 0.37 Ohms @ 20° C (68° F)
 16.1 ± 0.62 Ohms @ 116° C (240° F)**

Las temperaturas antes especificadas son típicas de una mañana de verano antes del primer arranque y el calor del motor de un día caluroso. A temperaturas intermedias a las anteriormente especificadas, la resistencia correcta es proporcional a la diferencia de temperatura.

Servicio al Embrague del Compresor

*HERRAMIENTAS RECOMENDADAS PARA MONTAR Y DESMONTAR EL EMBRAGUE DEL COMPRESOR	
J-9399	Dado de Pared Delgada
** J-9403	Llave de Horquilla
**J-25030	Herramienta para Sostener el Cubo del Embrague
J-9401	Extractor del Conjunto de Cubo y Placa del Embrague
J-8433	Extractor de Polea
J-9395	Piloto del Extractor
***J-24092	Patillas del Extractor
J-8092	Mango Universal
J-9481	Instalador de Rodamiento y Polea
J-9480-01	Instalador de la Placa Impulsora
J-9480-02	Espaciador, Instalador de la Placa Impulsora

*Herramientas disponibles en su distribuidor local Kent-Moore.

**Estas herramientas son intercambiables.

***Para usar en poleas de ranuras múltiples.



Use las herramientas apropiadas para retirar y reemplazar los componentes del embrague. El uso de las herramientas recomendadas ayuda a evitar daños a los componentes del compresor durante el mantenimiento.

No accione ni golpee en la placa del embrague, conjunto del cubo o eje. Se pueden producir daños internos al compresor.

1. Saque la protección de la correa de la parte delantera del compresor del aire acondicionado.

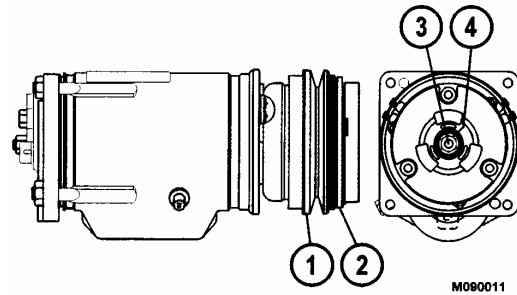


FIGURA 4-17.

- | | |
|--------------------------------------|------------------------|
| 1. Polea de la Correa | 3. Eje |
| 2. Cubo del Embrague/Placa Impulsora | 4. Tuerca de Seguridad |

2. Saque la correa de mando de la polea de la correa del compresor (1, Figura 4-13).

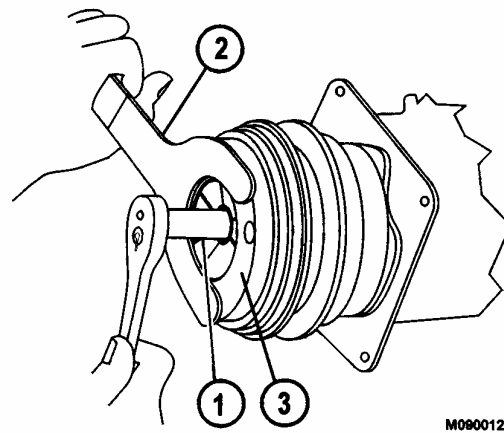


FIGURA 4-18.

1. Dado de Pared Delgada
2. Herramienta para Sostener el Cubo del Embrague
3. Cubo del Embrague

3. Saque la tuerca de seguridad (4) usando un dado de pared delgada (1, Figura 4-14) o equivalente. Use la herramienta para sostener el cubo del embrague (2), la llave de horquilla (J-9403), o equivalente para sostener el cubo del embrague (3) mientras saca la tuerca de seguridad. Se recomienda reemplazar la tuerca de seguridad después de sacarla.

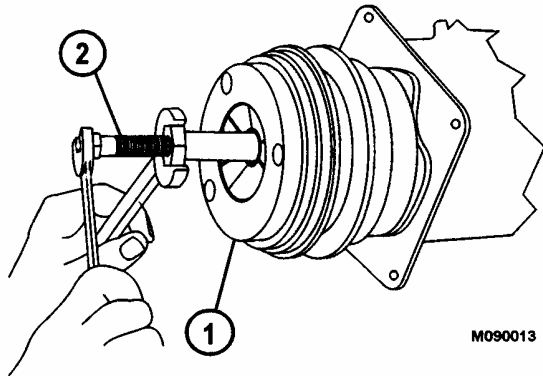


FIGURA 4-19.

1. Conjunto del Embrague
2. Extractor del Conjunto de Cubo y Placa del Embrague

4. Rosque el extractor del conjunto de cubo y placa del embrague (2, Figura 4-15) hacia el cubo del conjunto del embrague (1). Sostenga el cuerpo del extractor con una llave y apriete el perno del centro para sacar el conjunto de cubo y placa del embrague del compresor.

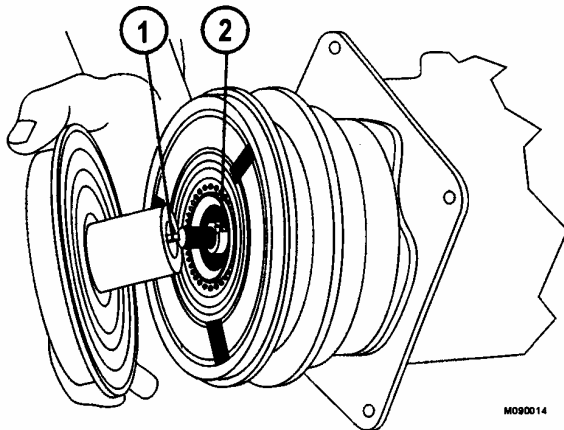
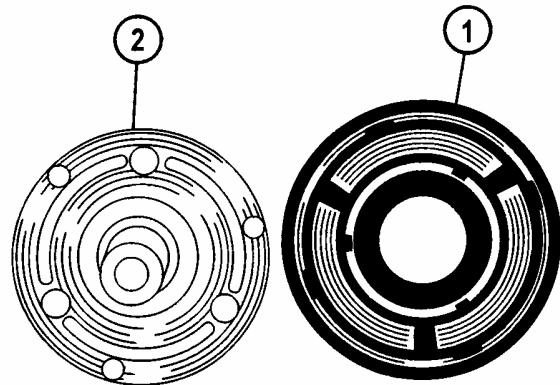


FIGURA 4-20.

1. Llave Cuadrada
2. Ranura en el Eje

5. Saque la llave cuadrada (1, Figura 4-16) de las ranuras.



M090015

FIGURA 4-21.

1. Cubo del Embrague
2. Polea

6. Inspeccione la superficie de fricción en el cubo del embrague y la superficie de fricción en la polea. Las rayas en las superficies de fricción son normales. NO reemplace estos componentes sólo por esta condición.

⚠ IMPORTANTE ⚠

Inspeccione la superficie de fricción de acero en el embrague y asegúrese que no esté dañado por exceso de calor. Inspeccione los demás componentes cerca del embrague por si estuvieran dañados debido al calor. Si hay signos de calor excesivo, puede ser necesario reemplazar el compresor. El calor excesivo puede provocar fugas en los sellos y dañar los componentes internos y externos.

Desmontaje de la Polea

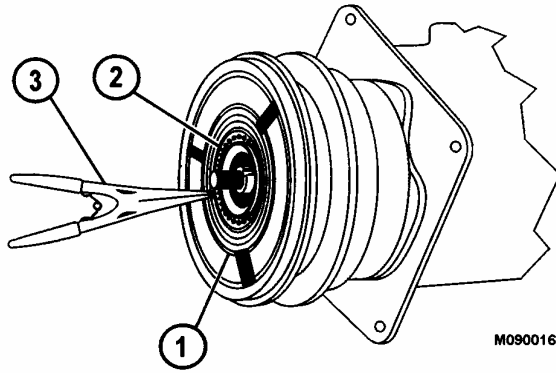


FIGURA 4-22

- 1. Conjunto de la Polea
- 2. Anillo de Retén de la Polea
- 3. Alicates del Anillo de Retén

7. Use el alicates del anillo de retén (3, Figura 4-18) para sacar el anillo de retén de la polea (2) de la polea (1).
8. Haga palanca en el retén de la camisa absorbente del cuello del compresor, y saque la camisa.

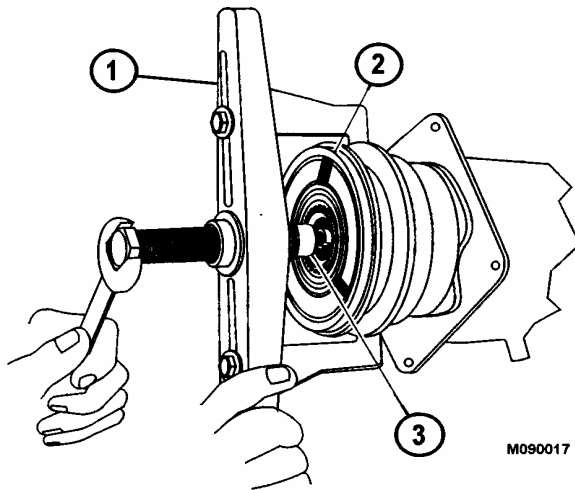


FIGURA 4-23.

- 1. Extractor de Polea
 - 2. Conjunto de la Polea
 - 3. Piloto del Extractor
9. Instale el extractor de polea (1, Figura 4-19) y el piloto del extractor (3) en el compresor, como se muestra. Si se usa una polea de ranuras múltiples, instale patas extractoras (J-24092) en el extractor en lugar de las patas estándares. Extienda las patas del extractor hasta la parte posterior de la polea. NO use las ranuras de la correa para sacar la polea del compresor.

10. Apriete el perno del centro en el extractor contra el eje del compresor para sacar la polea.
11. Limpie la polea y el rodamiento de la polea con solvente. Inspeccione el conjunto por si hubiera daños. Revise el rodamiento por si presentara dureza, soldadura excesiva, ruido y fuga de lubricante. Cambie el conjunto si se presenta cualquiera de estos signos de advertencia.

Revisión del Serpentin del Embrague

12. Use un multi-medidor para revisar los ohms del serpentin del embrague. La resistencia debe ser la siguiente:
 - 12 ± 0.37 ohms @ 20° C (68° F)
 - 16.1 ± 0.62 ohms @ 115° C (239° F)

Si la resistencia del serpentin no está dentro de las especificaciones, el embrague no funcionará correctamente. Saque el anillo de retén y reemplace el serpentin.

Montaje de la Polea

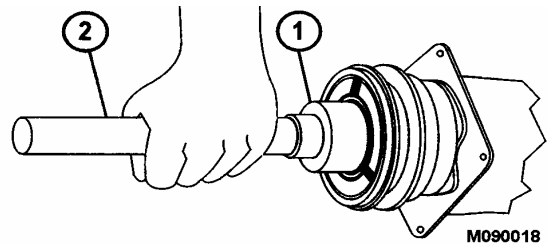


FIGURA 4-24

- 1. Instalador de Rodamientos
- 2. Mango Universal

1. Ponga el conjunto de la polea en posición sobre el compresor. Use un instalador de rodamientos (1, Figura 4-20), un mango universal (2) y un martillo para golpear levemente el conjunto de la polea hacia el compresor hasta que se asiente. El uso del instalador o equivalente asegura que la fuerza que conduce al rodamiento a su posición actúe en la carrera interior del rodamiento. La aplicación de fuerza en la carrera exterior del rodamiento dañará el rodamiento.
2. Asegúrese que la polea gire libremente. Si la polea no gira libremente, saque la polea y revise por si hubiera componentes dañados. Reemplace cualquier componente dañado y vuelva a instalar la polea.
3. Instale el anillo de retén de la polea y asegúrese que el anillo esté correctamente asentado.
4. Instale la camisa absorbente en el cuello del compresor. Instale el retén de la camisa.

Montaje del Conjunto del Embrague

1. Inserte la llave cuadrada (1, Figura 4-16) en la ranura en el cubo del embrague. Deje que la llave sobresalga aproximadamente 4.5 mm (0.18 in.) del borde exterior del cubo. Use jalea de petróleo para sostener la llave en su lugar.

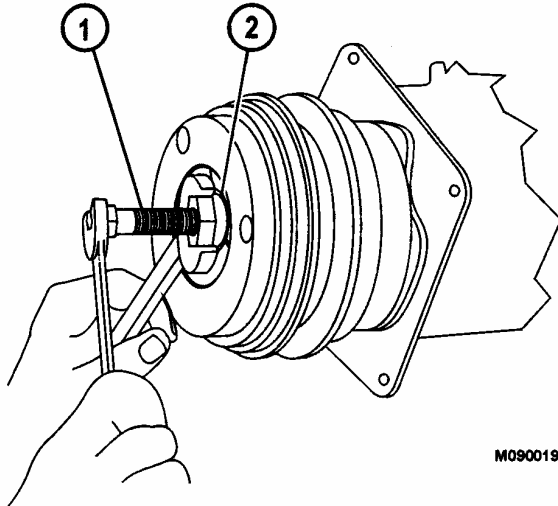


FIGURA 4-25

1. Instalador de la Placa 2. Espaciador Impulsora
2. Coloque el conjunto del embrague en posición sobre el compresor. Alinee la llave cuadrada con la ranura en el eje.
3. Rosque el instalador de la placa impulsora (1, Figura 4-21) hacia el eje del compresor. El espaciador (2) debe estar en su lugar debajo de la tuerca hexagonal en la herramienta.

4. Presione el embrague en el compresor usando el instalador (1). Siga presionando la placa del embrague hasta que se produzca una separación de 2 mm (0.079 in.) entre la superficie de fricción del embrague y la superficie de fricción de la polea. Consulte la Figura 4-22.

NOTA: Las roscas exteriores del instalador (J-9480-01) son roscas de giro a la izquierda.

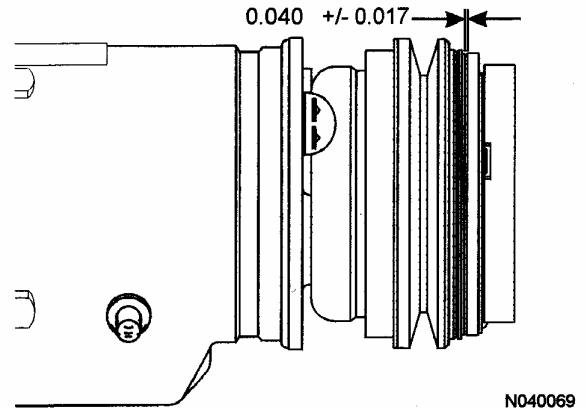


FIGURA 4-26. SEPARACION DEL EMBRAGUE

5. Instale la tuerca de seguridad (4, Figura 4-13) y apriete la tuerca hasta que se asiente. La separación ahora debe medir 1.02 ± 0.043 mm (0.040 ± 0.017 in.). si la separación no está dentro de la especificación, revise que la llave cuadrada esté correctamente instalada.
6. Instale la correa de mando en el compresor. Asegúrese que se haya logrado la tensión correcta en la correa. Consulte el cuadro de tensión de la correa en el manual del motor para las especificaciones adecuadas.
7. Después de completar el ensamblado, pula las partes de empalme del embrague operando el sistema de aire acondicionado a condiciones de carga máxima con el motor en ralentí alto. Encienda y apague el control del aire acondicionado al menos 15 veces a intervalos de un segundo.
8. Instale la protección de la correa si no se requiere servicio.

EVACUACION DEL SISTEMA

Se requiere evacuar completamente el sistema de aire acondicionado en todas las instalaciones de un nuevo sistema, y cuando las reparaciones que se han realizado requieren de un cambio de componente (sistema abierto) o ha habido una pérdida importante de refrigerante. Todo esto requerirá crear un vacío utilizando una bomba de vacío que saque completamente la humedad del sistema. Una vez evacuado correctamente, el sistema se puede volver a cargar.

Utilizar una bomba para crear un vacío en el sistema de aire acondicionado evapora efectivamente toda la humedad, permitiendo que el vapor de agua sea fácilmente sacado por la bomba. La bomba hace esto reduciendo el punto de ebullición del agua (100°C, 212°F a nivel del mar con 14.7 psi). En vacío el agua hervirá a una temperatura menor dependiendo de cuánto vacío se cree.

Como ejemplo, si el aire ambiental fuera del camión está a 24°C (75°F) a nivel del mar, creando un vacío en el sistema de modo que la presión sea inferior a la del aire exterior (en este caso se necesitan al menos 749.3 mm (29.5 in) de vacío), el punto de ebullición del agua disminuirá a 22°C (72°F). Así la humedad en el sistema se evaporará y la bomba la extraerá si la bomba funciona por aproximadamente una hora. Los siguientes pasos indican el procedimiento correcto para evacuar toda la humedad de los sistemas de aire acondicionado para trabajo pesado.



No intente utilizar el compresor de aire acondicionado como una bomba de vacío o el compresor se dañará.

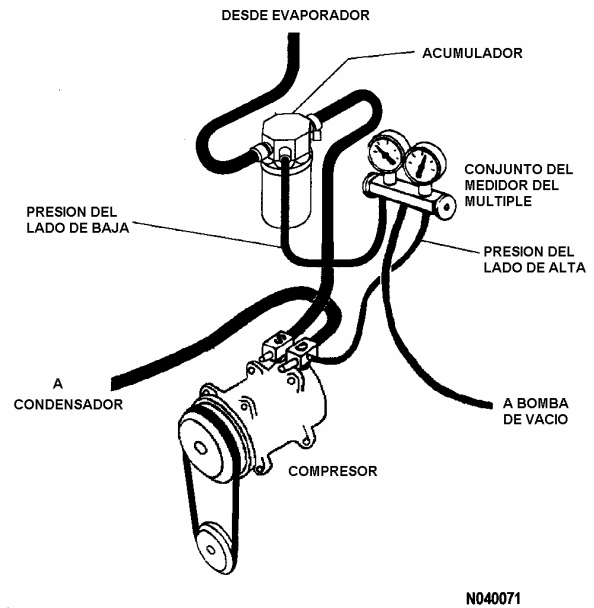


FIGURA 4-27. CONEXION DE LA BOMBA DE VACIO

NOTA: Consulte la Tabla 2 para especificaciones óptimas de vacío a diversas altitudes.

1. Con el conjunto del medidor del múltiple todavía conectado (después de descargar el sistema), conecte la manguera central al fitting de entrada de la bomba de vacío como se muestra en la Figura 4-23. Luego abra al máximo ambas válvulas manuales.
2. Abra la válvula de descarga de la bomba de vacío o saque la tapa contra el polvo de la salida de descarga. Encienda la bomba y observe el medidor del lado de baja. La bomba debería llevar el sistema al vacío (de no ser así, el sistema presenta una fuga). Encuentre el origen de la fuga, repare e intente evacuar el sistema nuevamente.

3. Deje que la bomba de vacío funcione por al menos 45 minutos.
4. Apague la bomba de vacío y observe los medidores. El sistema debe mantener el vacío dentro de 5 cm Hg (2 in. Hg) del vacío óptimo por 5 minutos. Si el vacío no se mantiene, todavía puede haber humedad en el sistema. Repita el paso anterior. Si todavía el vacío no se mantiene, puede haber una fuga en el sistema. Encuentre el origen de la fuga, repare y evacue el sistema nuevamente.

NOTA: En algunos casos, 45 minutos de evacuación puede no ser suficiente para evaporar toda la humedad y extraerla del sistema. Si se ha comprobado que no hay fugas en el sistema y las lecturas del medidor aumentan después de 45 minutos, aumente el tiempo de evacuación para asegurar la total eliminación de humedad.

TABLA 2. VARIACIONES DE VACIO EN ALTURA	
Altitud Sobre el Nivel del Mar	Vacío Óptimo
0 m (0 ft)	76.0 cm Hg. (29.92 in. Hg.)
305 m (1000 ft)	73.5 cm Hg. (28.92 in. Hg.)
610 m (2000 ft)	70.7 cm Hg. (27.82 in. Hg.)
914 m (3000 ft)	68.1 cm Hg. (26.82 in. Hg.)
1219 m (4000 ft)	65.6 cm Hg. (25.82 in. Hg.)
1524 m (5000 ft)	63.3 cm Hg. (24.92 in. Hg.)
1829 m (6000 ft)	60.8 cm Hg. (23.92 in. Hg.)
2134 m (7000 ft)	58.5 cm Hg. (23.02 in. Hg.)
2438 m (8000 ft)	56.4 cm Hg. (22.22 in. Hg.)
2743 m (9000 ft)	54.2 cm Hg. (21.32 in. Hg.)

NOTA: El cuadro indica las lecturas esperadas del medidor en altura para obtener el vacío óptimo.

CARGA DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

El método correcto para cargar refrigerante en un sistema R-134a es primero recuperar todo el refrigerante del sistema. El refrigerante de carga se debe pesar en una balanza para asegurarse de cargar la cantidad correcta en el sistema. La mayoría de las unidades de recuperación incluyen una balanza dentro del aparato, facilitando así la carga de la cantidad correcta en cada oportunidad. Si no se cuenta con un equipo como este, se debe utilizar una balanza común para determinar el peso de carga. Simplemente pese el estanque de carga, reste el peso de la carga correcta y cargue el sistema hasta que la diferencia aparezca en la balanza. En ciertos tipos de equipos, también es posible agregar cualquier lubricante necesario cuando se carga el sistema.

Si no se usa una balanza al cargar R-134a en un sistema, es difícil determinar si se ha logrado la carga correcta. El visor puede proporcionar alguna indicación, pero no es una herramienta confiable para determinar la carga adecuada.

NOTA: La carga se debe hacer con el motor y el compresor funcionando. Cargue el sistema de A/C a través de la lumbrera de servicio del lado de baja. Los camiones equipados con acumuladores pueden cargar el refrigerante como líquido o como vapor.

1. Cargue el sistema de A/C con 3.4 kg (7.4 lbs) de refrigerante R-134a
2. Revise el sistema por si hubiera fugas. Consulte Prueba de Fugas en el Sistema.
3. Si no se encuentran fugas, verifique que la capacidad de enfriado del sistema cumple con los requerimientos. Consulte Prueba de Rendimiento del Sistema.

ANALISIS DE FALLAS

Revisiones Preliminares

Si el sistema indica enfriado insuficiente o sin enfriado, se deberán revisar los siguientes puntos antes de proceder con los procedimientos de diagnóstico del sistema.

NOTA: Si está equipado, asegúrese que el interruptor rest en la cabina esté en ON. Coloque el interruptor de corte GF en la posición CUTOOUT.

Se pueden realizar algunas revisiones simples pero efectivas para ayudar a determinar la causa de un rendimiento deficiente del sistema. Revise lo siguiente para asegurar una correcta operación del sistema.

- Correa del Compresor - Debe estar tensa y alineada.
- Embrague del Compresor - El embrague debe enganchar. Si no lo hace, revise los fusibles, cableado e interruptores.
- Fugas de Aceite - Inspeccione todas las conexiones o componentes para ver si hay fugas de aceite de refrigeración (especialmente en el área del eje del compresor). Una fuga es señal de fuga de refrigerante.
- Revisión Eléctrica - Revise todos los cables y conexiones para ver si hay circuitos abiertos o cortocircuitos. Revise todos los fusibles del sistema.
- Sistema de Enfriado - Revise que el sistema de enfriado opere en forma correcta. Inspeccione las mangueras del radiador, las mangueras del calentador, abrazaderas, correas, bomba de agua, termostato y radiador para verificar el estado y operación correcta.
- Persianas del Radiador - Inspeccione para verificar la correcta operación y controles, si está equipado.
- Ventilador y Cubierta - Revise la operación correcta del embrague del ventilador. Revise el montaje del ventilador y cubierta.
- Válvula de Calentador/Agua - Revise por si hay mal funcionamiento o fuga. Con el interruptor de calor fijado en COLD, las mangueras del calentador deben estar frías.

- Ductos y Puertas del Sistema - Revise que los ductos y puertas funcionen correctamente.
- Carga de Refrigerante - Asegúrese que el sistema esté correctamente cargado con la cantidad correcta de refrigerante.
- Filtros de la Cabina – Asegúrese que el filtro de aire exterior y el filtro de recirculación interior estén limpios y libres de restricción.
- Condensador – Revise el condensador por si hubiera suciedad y atascamiento. El aire debe ser capaz de fluir libremente a través del condensador.
- Evaporador – Revise el evaporador por si hubiera suciedad y atascamiento. El aire debe ser capaz de fluir libremente a través del condensador.

Diagnóstico de las Lecturas del Medidor y Rendimiento del Sistema

El servicio exitoso de un sistema de aire acondicionado, más allá de los procedimientos básicos detallados en la sección anterior, requiere conocimiento adicional de las pruebas y diagnóstico del sistema.

Se requiere de buenos conocimientos prácticos del conjunto del medidor del múltiple para realizar correctamente la prueba y diagnóstico en el sistema de aire acondicionado. Una secuencia precisa de pruebas es generalmente el modo más rápido para diagnosticar un problema interno. Cuando se realiza correctamente, el diagnóstico se convierte en un procedimiento preciso en vez de un trabajo de adivinanza.

El siguiente Cuadro de Análisis de Fallas enumera las fallas típicas que se encuentran en los sistemas de aire acondicionado. Las indicaciones y/o los problemas pueden diferir de un sistema a otro. Lea todas las situaciones que sean aplicables a su caso, los procedimientos de servicio y las explicaciones para entender cabalmente las fallas del sistema. Consulte la información que aparece en "Acción Correctiva Sugerida" para los procedimientos de servicio.

ANALISIS DE FALLAS MEDIANTE LAS LECTURAS DEL CONJUNTO DEL MEDIDOR DEL MULTIPLE

PROBLEMA: Enfriado Insuficiente

Indicaciones:

- Presión lado de baja - BAJA
- Presión lado de alta - BAJA
- Aire de descarga sólo levemente frío.

Posibles Causas	Acciones Correctivas Sugeridas
<p>Baja carga de refrigerante, provocando presiones levemente inferiores a lo normal.</p>	<p>Revise para ver si hay fugas realizando la prueba de fugas.</p> <p>Si no se encuentran fugas:</p> <p>Recupere el refrigerante y use una balanza para cargar la cantidad adecuada en el sistema. Revise el rendimiento del sistema.</p> <p>Si se encuentran fugas:</p> <p>Después de localizar el origen de la fuga, recupere el refrigerante y repare la fuga. Evacue el sistema y recargue usando una balanza. Agregue aceite si fuese necesario. Revise la operación del aire acondicionado y ejecute la prueba de rendimiento del sistema.</p>

PROBLEMA: Poco o nada de enfriado

Indicaciones:

- Presión lado de baja - MUY BAJA
- Presión lado de alta - MUY BAJA
- Aire de descarga tibio.
- No hay burbujas en el visor, podría mostrar surcos de aceite.

Posibles Causas	Acciones Correctivas Sugeridas
<p>El interruptor del sensor de presión puede haber desenganchado el embrague del compresor.</p> <p>Refrigerante excesivamente bajo; fuga en el sistema.</p>	<p>Agregue refrigerante (asegúrese que el sistema tenga al menos el 50% de su cantidad normal) y haga la prueba de fugas del sistema. Es probable que sea necesario utilizar un cable puente para permitir que el compresor opere, si éste se ha apagado debido a un interruptor sensor de presión fallado. Repare las fugas y evacue el sistema si es necesario. Cambie el receptor-secador si se abrió el sistema. Recargue el sistema usando una balanza y agregue aceite si fuese necesario. Revise la operación del aire acondicionado y realice la prueba de rendimiento del sistema.</p>

PROBLEMA: Carga de refrigerante extremadamente baja en el sistema

Indicaciones:

Presión lado de baja – BAJA
 Presión lado de alta - BAJA
 El aire de descarga está tibio.
 El interruptor de baja presión puede haber desconectado el embrague del compresor.

Posibles Causas	Acciones Correctivas Sugeridas
Sistema con muy poco o nada de refrigerante. Puede haber una fuga en el sistema.	Revise para ver si hay fugas realizando la prueba de fugas.

Si no se encuentran fugas:

Recupere el refrigerante del sistema. Recargue usando una balanza para asegurar la carga correcta. Revise la operación y rendimiento del aire acondicionado.

Si se encuentran fugas:

Agregue refrigerante (asegúrese que el sistema tenga al menos el 50% de su cantidad normal) y haga la prueba de fugas del sistema. Es probable que sea necesario utilizar un cable puente para permitir que el compresor opere, si se ha apagado debido a un interruptor sensor de presión fallado. Repare las fugas y evacue el sistema si es necesario. Cambie el receptor-secador si se abrió el sistema. Recargue el sistema usando una balanza y agregue aceite si fuese necesario. Revise la operación del aire acondicionado y realice la prueba de rendimiento del sistema.

PROBLEMA: Aire y/o humedad en el sistema

Indicaciones:

Presión lado de baja - Normal.
 Presión lado de alta - Normal.
 El aire de descarga está sólo levemente frío.
 (En un sistema de tipo cíclico con un interruptor termostático, el interruptor puede no hacer funcionar el embrague, por lo tanto el medidor de baja presión no fluctuará.)

Posibles Causas	Acciones Correctivas Sugeridas
Fugas en el sistema.	Ejecute las pruebas de fuga, especialmente alrededor del área del sello del eje del compresor. Cuando encuentre la fuga, recupere el refrigerante del sistema y repare la fuga. Cambie el receptor-secador o el acumulador porque el secante puede estar saturado con humedad. Revise el compresor y reponga el aceite refrigerante perdido debido a la fuga. Evacue y recargue el sistema con refrigerante usando una balanza. Revise la operación y rendimiento del aire acondicionado.

PROBLEMA: Aire y/o humedad en el sistema

Indicaciones:

Presión lado de baja - ALTA
 Presión lado de alta - ALTA
 El aire de descarga sólo está levemente frío.

Posibles Causas

Acciones Correctivas Sugeridas

Fugas en el sistema.

Ejecute las pruebas de fuga, especialmente alrededor del área del sello del eje del compresor. Después de encontrar las fugas, recupere el refrigerante del sistema y repare las fugas. Cambie el receptor-secador. Revise el compresor y reemplace el aceite perdido debido a la fuga. Evacue y recargue el sistema usando una balanza para asegurar la cantidad correcta. Revise la operación y rendimiento del aire acondicionado.

PROBLEMA: Válvula de expansión pegada o tapada

Indicaciones:

Presión lado de baja – MUY BAJA o en Vacío
 Presión lado de alta - ALTA
 El aire de descarga sólo está levemente frío.
 El cuerpo de la válvula de expansión está congelado o transpirando.

Posibles Causas

Acciones Correctivas Sugeridas

Un mal funcionamiento en la válvula de expansión puede significar que la válvula esté pegada en la posición cerrada, la pantalla del filtro esté tapada (las válvulas de expansión del bloque no tienen pantallas de filtro), la humedad en el sistema se ha congelado en el orificio de la válvula de expansión, o el bulbo sensor no está operando. Si tiene acceso al bulbo sensor, realice la siguiente prueba. Si no, proceda entonces con el Procedimiento de Reparación.

Prueba: Caliente el diafragma y el cuerpo de la válvula con la mano o muy cuidadosamente con un soplete. Active el sistema y vea si aumenta el medidor de baja presión. Luego, rocíe con cuidado un poco de nitrógeno o cualquier sustancia bajo 32°F en el espiral capilar (bulbo) o diafragma de válvula. La aguja del medidor del lado de baja debe caer e indicar menor presión (succión) en el medidor. Esto indica que la válvula se abrió parcialmente y que su acción la cerró. Repita la prueba, pero primero caliente el diafragma de la válvula o el capilar con su mano. Si el medidor del lado de baja cae nuevamente, la válvula no está pegada.

Procedimiento de Reparación: Inspeccione la pantalla de la válvula de expansión (excepto las válvulas del tipo bloque). Para hacer esto, saque todo el refrigerante del sistema. Desconecte el fitting de la manguera de entrada de la válvula de expansión. Saque, limpie y cambie la pantalla. Vuelva a conectar la manguera y reemplace el receptor-secador. Evacue y recargue el sistema con refrigerante usando una balanza. Revise la operación y rendimiento del aire acondicionado. Si las pruebas de la válvula de expansión no lograron hacer subir y bajar la aguja del medidor de baja presión, y si el otro procedimiento descrito no corrigió el problema, la válvula de expansión está defectuosa. Reemplace la válvula.

PROBLEMA: Válvula de expansión pegada en posición abierta

Indicaciones:

Presión lado de baja - ALTA
 Presión lado de alta - Normal
 El aire de los respiraderos en la cabina está tibio o sólo levemente frío.

Posibles Causas

Acciones Correctivas Sugeridas

La válvula de expansión está pegada en posición abierta y/o el tubo capilar (bulbo) no está haciendo contacto correctamente con el tubo de salida del evaporador. El refrigerante líquido puede estar inundando el evaporador, haciendo que sea imposible que el refrigerante se evapore y absorba el calor en forma normal. En vehículos donde se tiene acceso al bulbo sensor de la válvula de expansión, revise el tubo capilar para ver si está montado correctamente y en contacto con el tubo de salida del evaporador. Luego realice la siguiente prueba si tiene acceso a la válvula. De lo contrario, proceda con el Procedimiento de Reparación.

Prueba: Opere el sistema de aire acondicionado en su ajuste más frío por algunos minutos. Rocíe con cuidado nitrógeno u otra sustancia fría en el espiral del tubo capilar (bulbo) o en el cabezal de la válvula. La aguja del medidor del lado de baja presión (succión) ahora debería bajar. Esto indica que la válvula está cerrada y que no está pegada en posición abierta. Repita la prueba, pero primero caliente el diafragma de la válvula con las manos. Si el medidor del lado de baja vuelve a mostrar una caída, la válvula no está pegada. Limpie las superficies de salida del evaporador y el espiral capilar o bulbo. Asegúrese que el espiral o bulbo estén firmemente asegurados en la salida del evaporador y cubiertos con material aislante. Opere el sistema y revise el rendimiento.

Procedimiento de Reparación: Si la prueba no dio como resultado una operación correcta de la válvula de expansión, la válvula está defectuosa y debe ser reemplazada. Recupere todo el refrigerante del sistema y cambie la válvula de expansión y el receptor-secador. Evacue y recargue el sistema con refrigerante usando una balanza. Revise la operación y rendimiento del aire acondicionado.

PROBLEMA: Restricción del lado de alta presión

Indicaciones:

Presión lado de baja - BAJA
 Presión lado de alta - Normal a ALTA
 El aire de descarga sólo está levemente frío.
 Busque señales de congelamiento o transpiración en las mangueras y tubos del lado de alta. La línea puede estar fría al tacto cerca de la restricción.

Posibles Causas

Acciones Correctivas Sugeridas

Puede haber una abolladura en una línea, los revestimientos de la manguera pueden estar colapsados, el receptor-secador o el condensador pueden estar tapados, etc.

Procedimiento de Reparación: Después de localizar el componente defectuoso que contiene la restricción, recupere todo el refrigerante. Cambie el componente defectuoso y el receptor-secador. Evacue y recargue el sistema con refrigerante, luego revise la operación y rendimiento del aire acondicionado.

PROBLEMA: Malfuncionamiento del compresor

Indicaciones:

Presión lado de baja - ALTA
 Presión lado de alta - BAJA
 El compresor hace ruido al operar.

Posibles Causas

Válvulas de láminas y otros componentes internos defectuosos.

Acciones Correctivas Sugeridas

Procedimiento de Reparación: Si la correa está gastada o suelta, reemplácela o apriétela y vuelva a revisar el rendimiento del sistema y las lecturas del medidor. Si se requiere la inspección del compresor, todo el refrigerante debe ser recuperado y el compresor desensamblado al punto que la inspección lo permita. Cambie los componentes defectuosos o cambie el compresor. Si se encuentran partículas de secante en el compresor, se deberá lavar el sistema. También será necesario cambiar el receptor-secador. Siempre revise el nivel de aceite en el compresor, incluso si se ha montado una nueva unidad. Los compresores rotatorios tienen un depósito de aceite limitado. Se debe agregar aceite adicional a todas las instalaciones del camión. Apriete todas las conexiones y evacue el sistema. Recargue el sistema con refrigerante usando una balanza. Revise la operación y rendimiento del sistema.

PROBLEMA: Malfuncionamiento del interruptor termostático

Indicaciones:

Presión lado de baja - Normal
 Presión lado de alta - Normal
 La presión del lado de baja puede cumplir su ciclo dentro de un rango más pequeño a medida que el embrague del compresor cumple su ciclo con mayor frecuencia de lo normal. Esto puede indicar que el termostato está ajustado demasiado alto.

Posibles Causas

El mal funcionamiento del termostato se debe posiblemente a una instalación incorrecta.

Acciones Correctivas Sugeridas

Cambie el interruptor termostático. Al sacar el termostato antiguo, cámbielo por uno del mismo tipo. Tenga cuidado al sacar y manipular el termostato y el tubo capilar adherido a él. No abolle o quiebre el tubo.

Coloque el tubo capilar del termostato nuevo en o cerca de la misma ubicación y profundidad entre las aletas de la bobina del evaporador que el antiguo. Conecte los conductores eléctricos.

PROBLEMA: Malfuncionamiento del condensador o sobrecarga del sistema

Indicaciones:

Lado de baja - Alta

Lado de alta - Alta

El aire de descarga puede estar tibio.

Las mangueras y líneas de alta presión están muy calientes.

Posibles Causas

Acción Correctiva Sugerida

Falta de flujo de aire en las aletas del condensador.

Procedimiento de Reparación: Revise los componentes del sistema de enfriado del motor, ventilador y correa de mando, operación del embrague del ventilador y la persiana del radiador. Inspeccione que en el condensador no haya suciedad, bichos u otra basura y limpie si es necesario. Asegúrese que el condensador esté firmemente montado y que tenga el espacio necesario (cerca de 38 mm) entre éste y el radiador. Revise la tapa de presión del radiador y el sistema de enfriado, incluyendo el ventilador, embrague del ventilador, correas de mando y conjunto de la persiana del radiador. Cambie las piezas defectuosas y luego vuelva a revisar la operación del sistema de aire acondicionado, lecturas de indicadores y rendimiento. Si continúa el problema, el sistema puede estar sobrecargado. Recupere el refrigerante del sistema. Use una balanza para recargar el sistema usando la cantidad correcta. Vuelva a revisar la operación del sistema de aire acondicionado, lecturas del medidor y rendimiento. Si las lecturas del medidor no cambian, se debe recuperar todo el refrigerante y se debe lavar el sistema. El condensador puede estar parcialmente bloqueado, cambie el condensador. También se debe cambiar el receptor-secador. Evacue el sistema, recargue y revise la operación y rendimiento.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

Número de Serie del Camión: _____

Ultima Revisión de Mantenimiento: _____

Número de Unidad en Terreno: _____

Nombre del Técnico de Servicio: _____

Fecha: _____ Medidor de Horas: _____

NOTA: El compresor debe funcionar al menos por 5 minutos (a temperatura ambiente mínima de 40°F) todos los meses con el fin de hacer circular aceite y lubricar los componentes.



COMPONENTE	Intervalo de Mantenimiento (meses)			
	3	6	12	Hecho
<p><u>1. Compresor</u> Revise el nivel de ruido Revise polea del embrague Revise el nivel de aceite Haga funcionar el sistema por 5 minutos Revise la tensión de la correa (80-100) lbs.; correa en V Inspeccione el sello del eje por si hubiera fugas Revise el soporte de montaje (apriete los pernos) Revise alineamiento del embrague con polea del cigüeñal (dentro de 0.06 in.) Realice la revisión del medidor del múltiple Verifique si el embrague engancha</p>				
<p><u>2. Condensador</u> Saque la suciedad, bichos, hojas, etc. de las bobinas (con aire comprimido) Verifique que el embrague del ventilador del motor esté enganchando (si está instalado) Revise la entrada/salida para ver si hay obstrucciones o daños</p>				
<p><u>3. Receptor-Secador</u> Revise la línea de entrada del condensador (debe estar caliente al tacto) Cambie si se abre el sistema</p>				
<p><u>4. Acumulador</u> Revise la línea de entrada del evaporador. Debe estar fría al tacto. Cambie el acumulador cada vez que abra el sistema.</p>				



COMPONENTE	Intervalo de Mantenimiento (meses)			
	3	6	12	Hecho
<p><u>5. Válvula de Expansión</u> Inspeccione el tubo capilar (si se usa) por fugas, daños o si está suelto</p>			X	
<p><u>6. Evaporador</u> Saque la suciedad, bichos, hojas, etc. de las aletas (con aire comprimido) Revise las juntas soldadas en los tubos de entrada/salida (fugas) Inspeccione el drenaje de condensación</p>				
<p><u>7. Otros Componentes</u> Revise las líneas de descarga (calientes al tacto) Revise las líneas de succión (frías al tacto) Inspeccione los fittings/ abrazaderas/ mangueras Revise que el interruptor termostático esté funcionando correctamente. Salidas en la cabina: 40°F a 50°F Inspeccione todas las conexiones de cables. Opere todos los controles manuales, en todas sus funciones</p>				

ANEXO 03

Documentos de seguridad

• **PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO**

PROCEDIMIENTO DE TRABAJO SEGURO		
	PEI-STOQ-MMIN- AAACOND- 02-05 Revisión 03 Pág. 1 de 6	
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Mantenimiento de la parte eléctrica del sistema de aire acondicionado y calefacción de la flota de equipos - Volquetes y Tractores Cliente: SOUTHERN PERU		
		
<h2>Mantenimiento de la parte eléctrica del sistema de aire acondicionado y calefacción de la flota de equipos - Volquetes y Tractores</h2>		
ELABORADO POR: FRANKLIN GUTIERREZ C.	REVISADO POR: KAROL PAREDES ACOSTA	APROBADO POR: JUAN LLACCHUA SEGOVIA
Supervisor de Operaciones SELIN S.R.L.	Sub-Gerente de Operaciones SELIN S.R.L.	Gerente General SELIN S.R.L.
Fecha de elaboración:	Fecha de Revisión:	Fecha de Aprobación:

PROCEDIMIENTO DE TRABAJO SEGURO		
	PEI-STOQ-MMIN- 02-01 Revisión 03 Pág. 1 de 6	
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Mantenimiento correctivo sistema eléctrico de Aire Acondicionado y calefacción de la flota de equipos - Palas Cliente: SOUTHERN PERU		
		
<h2>Mantenimiento correctivo sistema eléctrico de Aire Acondicionado y calefacción de la flota de equipos - Palas</h2>		
ELABORADO POR: FRANKLIN GUTIERREZ C.	REVISADO POR: KAROL PAREDES ACOSTA	APROBADO POR: JUAN LLACCHUA SEGOVIA
Supervisor de Operaciones SELIN S.R.L.	Sub-Gerente de Operaciones SELIN S.R.L.	Gerente General SELIN S.R.L.
Fecha de elaboración:	Fecha de Revisión:	Fecha de Aprobación:

