



POSGRADOS

MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN Y OPERACIONES INDUSTRIALES

RPC-SO-30-No.506-2019

OPCIÓN DE
TITULACIÓN:

PROYECTOS DE DESARROLLO

TEMA:

MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LOS SERVICIOS DE MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO DE TIPO CENTRALIZADOS EN LAS SUBESTACIONES PETROLERAS, A TRAVÉS DE IMPLEMENTACIÓN DE MANTECNOLOGÍAS ACTUALES

AUTOR:

DIEGO ALEJANDRO CAJAMARCA PEÑAFIEL

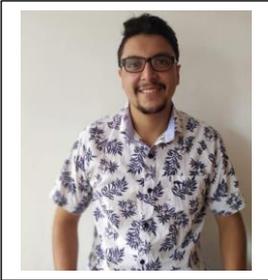
DIRECTOR:

CRISTIAN ANDRES LEIVA GONZALEZ

QUITO - ECUADOR
2021

COHORTE
2020 - 2021

Autor/a:



Diego Alejandro Cajamarca Peñafiel

Ingeniero Mecánico

Candidato a Magíster en Maestría en Producción y Operaciones Industriales por la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Quito.

dcajamarcap@est.ups.edu.ec

Dirigido por:



Cristian Andrés Leiva González

Ingeniero Mecánico

Magíster en Materiales, Diseño y Producción

cleiva@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

©2021 Universidad Politécnica Salesiana.

QUITO – ECUADOR – SUDAMÉRICA

DIEGO ALEJANDO CAJAMARCA PEÑAFIEL

MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LOS SERVICIOS DE MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO DE TIPO CENTRALIZADOS EN LAS SUBESTACIONES PETROLERAS, A TRAVÉS DE IMPLEMENTACIÓN DE MANTECNOLOGÍAS ACTUALES

RESUMEN

Este proyecto de investigación consiste en determinar una mejora de la productividad para empresas que brindan servicios de mantenimiento de equipos de aire acondicionado de tipo centralizados en las sub estaciones petroleras, en las cuales se conserva la temperatura para que variadores eléctricos, banco de baterías y demás artefactos eléctricos y electrónicos funcione de manera adecuada y no generar paros innecesarios en planta, sabiendo que esto ocasionaría un costo económico y de producción, esto, a través de la implementación de mantecnologías actuales, los datos analizados se obtienen de un estudio de mercado en empresas prestadoras de este servicio en las cuales se ha visto una disminución de productividad considerable, se analizan 64 equipos los cuales han pasado por mantenimientos preventivos y derivados a mantenimientos correctivos con amplios problemas en su ejecución. Detallando aspectos importantes que intervienen en la selección de repuestos y presupuestos reales, para que tanto la empresa prestadora de servicios y el cliente obtengan beneficios de este tipo de servicio, Al comparar los costos iniciales de los sesenta y cuatro mantenimientos correctivos sin estandarizar su procedimiento y sin costos unitarios con la variable tiempo, se obtiene que un 84% de los mantenimientos se realizaron con un costo irreal y tan solo el 16% coinciden con costos reales, al implementar el procedimiento de mantenimiento estandarizado y los precios unitarios se espera obtener una eficiencia mayor al 90% de análisis técnicos económicos reales, y un 10% de costos irreales pero estos debido a agentes externos que intervienen en los mantenimientos correctivos en los cuales no se puede prever su ocurrencia.

Es así que, después del análisis y mediante una estandarización de procedimientos para cada una de las actividades que debe realizar una empresa prestadora de este tipo de servicios, análisis AMEFS y costos unitarios determinados por la variable tiempo se considera una mejora de la productividad que combina calidad y costos.

Palabras claves: Producción, aire acondicionado, AMEF, precios unitarios

ABSTRACT

This project consists of determining an improvement in productivity for companies that provide maintenance services for centralized air conditioning equipment in oil substations, in which the temperature is preserved so that electric variators, battery banks and others Electrical and electronic devices work properly and not generate unnecessary stoppages in the plant, knowing that this would cause an economic and production cost, this, through the implementation of current maintenance technologies, the analyzed data is obtained from a market study in companies Providers of this service in which a considerable decrease in productivity has been seen, 64 teams are analyzed which have undergone preventive maintenance and derived from corrective maintenance with extensive problems in their execution. Detailing important aspects that intervene in the selection of spare parts and real budgets, so that both the service provider company and the client obtain benefits from this type of service, When comparing the initial costs of the sixty-four corrective maintenance without standardizing its procedure and Without unit costs with the time variable, it is obtained that 84% of the maintenance were carried out with an unreal cost and only 16% coincide with real costs, by implementing the standardized maintenance procedure and the unit prices, it is expected to obtain an efficiency greater than 90% of real economic technical analysis, and 10% of unreal costs but these due to external agents that intervene in corrective maintenance in which its occurrence cannot be foreseen.

Thus, after the analysis and by means of a standardization of procedures for each of the activities that a company providing this type of services must carry out, FMEA analysis and unit costs determined by the time variable is considered an improvement in productivity that combines quality and costs.

Keywords: Production, Air conditioning, AMEF, unit prices

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a mis padres Alfredo y Myrian, a mis hermanos Verónica y Jorge, y a mi familia y amigos en general, por el apoyo incondicional en este y todos los proyectos que he realizado a lo largo de mi vida. A la Universidad Politécnica Salesiana, sus docentes entre los cuales agradezco a mi tutor Ingeniero Cristian Leiva. Al personal administrativo por permitirme culminar este proyecto.

Diego Cajamarca

DEDICATORIA

Este proyecto se lo dedico a cada una de las personas que confiaron en mí, que me apoyaron y guiaron para ser lo que soy ahora. Mis padres, hermanos, sobrino, familia, profesores y amigos que estuvieron en las buenas y en las malas conmigo. Se los dedico con el alma.

Diego Cajamarca

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	III
ABSTRACT	IV
AGRADECIMIENTO	V
DEDICATORIA	VI
ÍNDICE DE CONTENIDO	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE ANEXOS	XI
INTRODUCCIÓN	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
OBJETIVOS	4
Hipótesis de la investigación	5
Alcance de la investigación	5
Descripción de la estructura de los capítulos del proyecto de investigación	6
CAPÍTULO 1	7
MARCO CONTEXTUAL Y TEÓRICO SOBRE LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LOS SERVICIOS DE MANTENIMIENTO DE AIRE ACONDICIONADO DE TIPO CENTRALIZADOS EN LAS SUBESTACIONES PETROLERAS, A TRAVÉS DE IMPLEMENTACIÓN DE MANTECNOLOGÍAS ACTUALES	7
1.1 Introducción.....	7
1.1.1. Gestión de mantenimiento	9
1.2 Fundamentación de la investigación	16
1.2.1 Fundamentación legal	18
1.3 Aspectos teóricos fundamentales	19
1.4 Conclusiones del capítulo.....	20
CAPÍTULO 2	21
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	21
2.1. Diseño de metodología	21
2.2. Metodología.....	21
2.2.2. Análisis AMEF	22
2.2.3. Procedimiento de mantenimiento	24
2.2.4. Análisis de precio unitario	28
2.2.5. Comparación de costos	28
2.3. Resultados de la metodología aplicada.....	28
2.4. Conclusiones del capítulo.....	28
CAPÍTULO 3	30
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	30
3.1. Introducción.....	30
3.2. Base de datos de daños reportados	30
3.3. Análisis AMEF.....	31

3.4. Procedimiento de mantenimiento	37
3.5. Análisis de precio unitario	38
3.6. Comparación de costos	45
3.7. Conclusiones del capítulo	47
CONCLUSIONES	49
RECOMENDACIONES	51
Bibliografía	52
Anexos	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de Carnot	7
Figura 2. Principio básico de funcionamiento en sistemas de climatización	8
Figura 3. Relación de mantenimientos con costes y número de fallos	9
Figura 4. Criterios de severidad de AMEF	12
Figura 5. Grado de ocurrencia	13
Figura 6. Criterios para grado de detección.....	13
Figura 7. Ubicación de los componentes de aires acondicionados tipo paquete	14
Figura 8. Diagrama Causas-Efecto.....	16
Figura 9. Diagrama de procedimiento de mantenimiento	27
Figura 10. Comparación NPR inicial y final.....	36
Figura 11. Análisis de fallos mas comunes.....	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número prioritario de riesgo.....	14
Tabla 2. Análisis AMEF ejemplo de npr inicial	23
Tabla 3. Acciones implementadas en el análisis AMEF ejemplo.....	24
Tabla 4. Análisis AMEF ejemplo de NPR inicial	24
Tabla 5. Reporte de daños más representativos de equipos tipo paquete	30
Tabla 6. NPR inicial del análisis AMEF	32
Tabla 7. NPR final del análisis amef una vez aplicadas las acciones recomendadas	34
Tabla 8. Desglose de precios unitarios de compresor	39
Tabla 9. Desglose de precios unitarios para motor - ventilador.....	40
Tabla 10. Desglose de precios unitarios para serpentín	41
Tabla 11. Desglose de precios unitarios para obstrucción en el sistema	42
Tabla 12. Desglose de precios unitarios para termostato	43
Tabla 13. Desglose de precios unitarios para elementos de arranque.....	44
Tabla 14. Comparación de costos iniciales y reales.....	45
Tabla 15. Análisis de costos erróneos y correctos antes de los correctivos.....	46
Tabla 16. Porcentaje de diagnósticos correctos e incorrectos antes de los correctivos	47

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos 1 Base de datos.....	56
Anexos 2 Análisis de modo de fallos y efectos	56
Anexos 3 Instructivo de trabajo del mantenimiento preventivo it-mp-001	56
Anexos 4 Registro de mantenimiento r-mp-001	56
Anexos 5 Lista de chequeo de inspección lci-mc-001	56
Anexos 6 Informe técnico de mantenimiento i-mc-001.....	56
Anexos 7 Informe económico ie-mc-001	56
Anexos 8 Instructivo de trabajo de mantenimiento correctivo it-mc-001.....	56
Anexos 9 Registro de mantenimiento correctivo r-mc-001	56
Anexos 10 Análisis de precio unitario	56
Anexos 11 Comparación de costos	56

INTRODUCCIÓN

Existen muchos tipos de sistemas y equipos que cumplen el objetivo de climatizar áreas y ambientes, dentro de esta gran variedad se encuentran los tipos Centralizados o paquetes, los cuales son de uso industrial, es así el caso de estos equipos que se los utiliza para climatizar áreas importantes en petroleras como lo son sub estaciones o cuartos de variadores.

La importancia de una buena climatización dentro de estos lugares se debe a que en ellos existe variadores eléctricos que controlan el buen funcionamiento de cada una de las partes importantes de una planta petrolera, como lo son: trenes de bombas, reactores, banco de baterías, calderas entre otras.

El mantenimiento periódico de estos equipos garantiza tener un ambiente adecuado en las sub estaciones petroleras, pero debido al conocimiento empírico de los técnicos que manipulan estos equipos, se corre el riesgo de una para innecesaria de la planta debido a una elevada temperatura.

Por esto, esta investigación se basa en el análisis y estandarización de procedimientos que ayuden a los técnicos y personal involucrado a detallar mejor los daños y costos de reparación para cada uno de los equipos de climatización.

Es así que al comparar los costos iniciales de los sesenta y cuatro mantenimientos correctivos sin estandarizar su procedimiento y sin costos unitarios, se obtiene que un 84% de los mantenimientos se realizaron con un costo irreal y tan solo el 16% coinciden con costos reales, al implementar el procedimiento de mantenimiento estandarizado y los precios unitarios se espera obtener una eficiencia mayor al 90% generando mayor productividad a las empresas que prestan este servicio en las subestaciones petroleras.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La falta de una estandarización para determinar los daños exactos en los equipos de climatización tipo paquete que funcionan en sub estaciones petroleras hace que el presupuesto de reparación no sea el real, dando como resultado pérdidas económicas, de tiempo, mano de obra, recursos y calidad del servicio.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La falta de conocimiento de buenas prácticas de mantenimiento de sistemas de aires acondicionados, el falso diagnóstico de fallas y daños hacen que los costos y tiempos de reparación no sean los reales; afectando directamente a la productividad del servicio de mantenimiento preventivo y correctivo de aires acondicionados tipo paquete en sub estaciones petroleras. Es por esto que, determinando una estandarización de procesos y costos se podrá potencializar la productividad en las empresas que brindan este servicio.

JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Las empresas que brindan servicios de mantenimiento de sistemas de climatización para industrias petroleras manejan una gran variedad de equipos, los más usados son los tipos paquete o centralizados. Estos equipos brindan un adecuado ambiente acorde a las necesidades de cada una de las sub estaciones donde se encuentran variadores de frecuencia, equipos eléctricos y electrónicos que deben estar a una temperatura adecuada, así lo menciona en su investigación Escobar [1].

Además de esto, el personal técnico que interviene en el mantenimiento preventivo debe ser capaz de identificar fallas o anomalías que puedan perjudicar el buen funcionamiento del sistema de climatización y futuros paros innecesarios. Si dicho personal no tiene un conocimiento amplio del funcionamiento de estos equipos dará paso a un análisis técnico erróneo al momento de encontrar un fallo y esto conlleva a que el encargado de elaborar el presupuesto de mantenimiento correctivo genere valores irreales, siendo el inicio de la baja productividad y pérdidas económicas.

Razón por la cual, un plan para mejorar el proceso de mantenimiento preventivo con nuevas técnicas y un buen presupuesto que va de la mano de un buen diagnóstico técnico es de vital importancia para el giro de negocios de las empresas.

Al analizar los costos de mantenimiento acorde al mercado se garantiza que los trabajos que se realicen sean con la más alta calidad usando maquinas herramientas y personal altamente calificado para este tipo de equipos en particular.

Si se estandariza los procedimientos para diagnosticar acciones correctivas y costos adecuados que mejoren la productividad bajo parámetros de rendimiento del personal en ciertas áreas, los clientes de dichas empresas serían los beneficiados al obtener un trabajo de alta calidad y precios de acuerdo con el mercado.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Mejorar la productividad de los servicios de mantenimiento de sistemas de aire acondicionado de tipo centralizados en las subestaciones petroleras, a través de implementación de mantecnologías actuales.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las principales ineficiencias en los servicios de mantenimiento de sistemas de aire acondicionado en las sub estaciones petroleras.
- Implementar mantecnologías que permitan estandarizar el diagnóstico de los sistemas de aire acondicionado en las subestaciones petroleras.
- Establecer las variables que intervienen en la elaboración del costo unitario de un mantenimiento correctivo de los sistemas de aire acondicionado en las subestaciones petroleras.
- Estimar la mejora de la productividad alcanzada con la implementación de mantecnologías y costos unitarios.

Hipótesis de la investigación

Las mantecnologías son actualmente uno de los ejes fundamentales para identificar los principales problemas e ineficiencias de tal forma que se analice y estandarice los procedimientos de mantenimiento, tanto preventivos como correctivos de los sistemas de aire acondicionado, con esto obtener índices de daños y costos reales que mejoran la productividad.

Alcance de la investigación

La propuesta de trabajo de titulación para obtener el master en Producción y Operaciones industriales, se centra en la aplicación de mantecnologías actuales AMEF y análisis de costos unitarios con la variable tiempo para la mejora de la productividad, identificando daños y costos por medio de la estandarización de procesos, conservando así, la rentabilidad de los proyectos. Este trabajo de titulación va dirigido a empresas a nivel nacional que brindan el servicio de mantenimiento preventivo y correctivo de sistemas de aire acondicionado tipo centrales que climatizan subestaciones petroleras.

Descripción de la estructura de los capítulos del proyecto de investigación

Capítulo 1: Se detalla el marco contextual y teórico sobre la mejora de la productividad para el servicio de mantenimiento de sistemas de aire acondicionado de tipo centralizados en las subestaciones petroleras, a través de implementación de mantecnologías actuales AMEF. Este marco conceptual se respalda de referencias bibliográficas sobre temas relacionados y con impacto positivo a la productividad.

Capítulo 2: Se establece la metodología a seguir para llegar a los resultados deseados, en este caso una metodología cuantitativa, la cual se deriva del análisis y toma de resultados para compararlos en relación de productividad y costos.

Capítulo 3: Los resultados obtenidos se comparan con la base de datos principal, para así determinar que la mejora de productividad al implementar mantecnologías actuales, estandarización de procesos y costos unitarios aumenta en un 90% la productividad.

Capítulo 4: Se redactan las principales conclusiones y de la misma manera las recomendaciones, apegadas a los resultados obtenidos y análisis comparativos de la presente investigación.

CAPÍTULO 1

MARCO CONTEXTUAL Y TEÓRICO SOBRE LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LOS SERVICIOS DE MANTENIMIENTO DE AIRE ACONDICIONADO DE TIPO CENTRALIZADOS EN LAS SUBESTACIONES PETROLERAS, A TRAVÉS DE IMPLEMENTACIÓN DE MANTECNOLOGÍAS ACTUALES

1.1 Introducción

El hombre ha desarrollado los equipos de aire acondicionado para lograr un confort térmico en su habitación, en la oficina o industrias. En 1902 Willis Carrier dio las bases de los sistemas de climatización con el fin de mejorar el control del clima de un espacio cerrado y en la actualidad varios procesos y servicios dependen del sistema de aire acondicionado [2].

Colocho, Danza y Guzmán [3] definen al aire acondicionado es un sistema que controla y regula el clima de un determinado espacio, obteniendo varias ventajas como el control de temperatura, eliminación de la humedad del ambiente y limpieza de aire.

Los aires acondicionados se basan en el principio de refrigeración o ciclo de Carnot, este se muestra en la figura 1, que es un ciclo reversible que se integra de cuatro tramos: dos de ellos se mantienen isotérmicos y los otros dos procesos son adiabáticos, generando una transformación entre dos temperaturas.

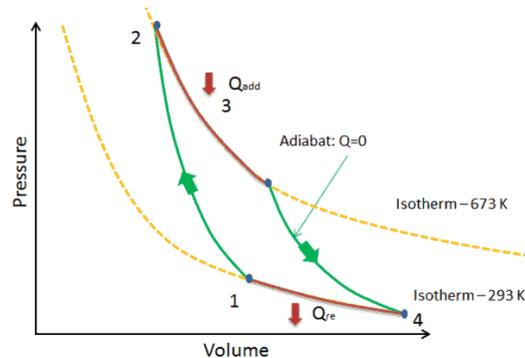


Figura 1. Ciclo de Carnot [4]

El funcionamiento de estos sistemas se desarrolla cuando el líquido refrigerante es evaporado en el serpentín evaporador, seguido este es succionado y se comprime en el compresor donde se aumenta su presión y temperatura, condensándose en el serpentín condensador por medio de la cesión del aire exterior. El líquido refrigerante a alta presión y temperatura regresa al

evaporador por medio de la válvula de expansión, generando una reducción de presión, generando la vaporización del líquido que origina la reducción de temperatura y suministro de aire a una temperatura menor al espacio a ser condicionado como se evidencia en la figura 2.

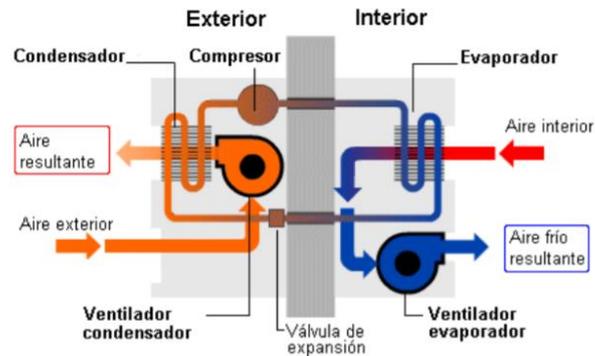


Figura 2. Principio básico de funcionamiento en sistemas de climatización [3]

El principal uso que tienen los aires acondicionados es alcanzar el bienestar térmico del área a climatizar, así como la conservación de los productos comerciales y con el cambio en el panorama energético tiene implicaciones de gran alcance para las industrias y los actores energéticos mundiales, incluidas las empresas petroleras y los países exportadores de petróleo [5]. Las industrias, especialmente en el sector petrolero han evidenciado la importancia de un buen sistema de climatización y su constante mantenimiento al ser indispensable para el adecuado desarrollo de los diferentes equipos que están dentro de cada subestación.

De acuerdo con el aumento de la demanda del mercado e industrialización se requerirá alta calidad en su producción, obligando a que los equipos sean confiables sin que den paros de trabajo o reparaciones costosas con el objetivo de recuperar la inversión, por esta razón es fundamental el mantenimiento preventivo para minimizar al máximo la probabilidad de falla.

Según Andrago [6], establece que el mantenimiento preventivo busca aumentar el rendimiento de los equipos, decrecer los costes de mantenimiento correctivo, ahorrar recursos y optimar la vida útil las máquinas. El mantenimiento preventivo agrupa actividades programadas de inspecciones, ajustes, reparaciones, limpieza, calibración, que se llevan a cabo periódicamente, que al llevarlas de manera adecuada generan un punto de equilibrio entre la producción y el mantenimiento correctivo.

Nusdea [7] relaciona los diferentes tipos de mantenimiento y la aplicación de una estrategia de mantenimiento oportunista, indicado en la figura 3, evidenciando el efecto de mantenimiento inteligente con estrategias de mantenimiento oportunista, reducen los riesgos de trabajo y los costes de mantenimiento.

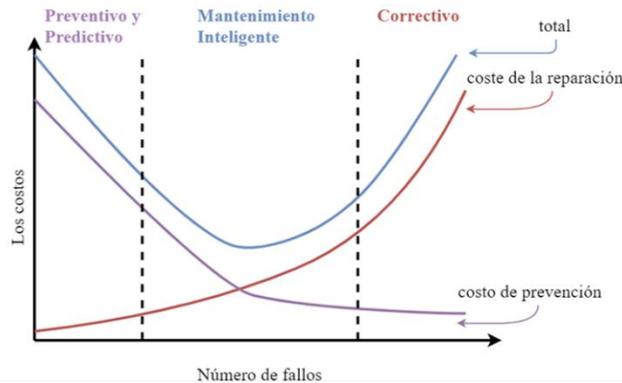


Figura 3. Relación de mantenimientos con costes y número de fallos [7]

1.1.1. Gestión de mantenimiento

Fue hasta 1950 que se introduce la idea de mantenimiento donde se seguía a los manuales de equipos acerca de la atención que deben llevarse a cabo en la operación y mantenimiento de maquinaria, desarrollando observaciones acerca de las fallas al equipo, de alto costo. En 1964 introduce experimentalmente el mantenimiento preventivo programado y en 1961 se implementó legislación referente a la implementación de este mantenimiento en todas las industrias [6].

Ha ido evolucionando los enfoques del mantenimiento desde 1999 hacia la competitividad, en el 2003 se integró la dirección del mantenimiento enfocada en la organización e incorporación de nuevas tecnologías; y en la actualidad está enfocada en la mejora continua [6].

Existen diferentes maneras de aplicación del mantenimiento considerando su implantación y su fin, por una parte, el mantenimiento correctivo busca restablecer a los equipos a su estado funcional inicial y por otro lado el mantenimiento preventivo se enfoca en mitigar fallos [6].

La importancia del mantenimiento preventivo para los equipos de producción, radica en que estos deben recibir este mantenimiento con anterioridad a un mal funcionamiento, logrando la disminución de fallas, elevando la productividad y eficiencia del servicio, generando un ahorro de dinero. Actualmente la tecnología y la informática han dado un gran salto de progreso en el mantenimiento preventivo de equipos electromecánicos al proporcionar indicadores que mostraran si existe algún daño o falla en los equipos de aires acondicionados [8].

Con respecto a el mantenimiento correctivo, ha cambiado desde la eventualidad hasta la actividad programada, donde se considera en la reparación todos los recursos necesarios y los procedimientos para minimizar al máximo la paralización del equipo, potenciando su efectividad.

Gómez y Ríos [8] destacan que en el caso de los sistemas de aires acondicionados los constantes mantenimientos evitarán trabajos innecesarios, disminución de pérdidas de recursos y un aumento de eficiencia, aumentando su tiempo en funcionamiento.

Es importante considerar los precios elevados de mantenimientos, pero en los sistemas de climatización otro parámetro importante a considerar es su desempeño energético, ya a que este decae y conlleva un alza en las tarifas de luz, por ende, elevación de costos mensuales y podría generar fallas en el equipo, reduciendo su disponibilidad [9].

Doty y Turner [10] establecen que al implantar el mantenimiento preventivo en aires acondicionados se logra un ahorro energético, con mejoras en su funcionamiento y disponibilidad de los equipos, mostrando que la incorporación de rutinas de mantenimiento se puede alcanzar una eficiencia energética.

Los sistemas de aire acondicionado como todas las instalaciones requieren de un mantenimiento preventivo adecuado corroborado por una lista de chequeo, y rutinas de mantenimiento preventivo, verificando cualquier deterioro evidente, si existen vibraciones o ruidos excesivos [11].

Según el “Tutorial para trabajo de campo de aires acondicionados” la vida útil de un climatizador está ligada a la vida del compresor, por esta razón es indispensable que en los mantenimientos se tenga en cuenta el rendimiento de este, considerando si el caudal de aire en el evaporador es demasiado bajo, la disminución de velocidad del ventilador o deficiencia de los filtros como del propio evaporador [11].

De igual manera el mal estado de los filtros provocará que el condensador no evacue el calor hacia el exterior, causando el aumento de la temperatura del fluido y del trabajo del compresor, generando la reducción de eficiencia del sistema en un 30 o 40%. y se estima que la reducción del tiempo de vida se sitúa en torno al 50% si no es mantenido correctamente [11].

También es importante considerar en los planes de instalación y de mantenimiento de aires acondicionados, los BTU (British Thermal Unit) del equipo, la cual mide la energía imprescindible para aumentar la temperatura de una libra de agua, con el fin de lograr el clima deseado y evitar daños futuros [3].

Otro factor dentro del plan de mantenimiento a tomar en cuenta es la cantidad y posibles fugas de refrigerante, siendo indispensable para preservar la temperatura ambiente debajo del entorno [12]. La presión de este o la disminución de este puede generar varios problemas en el sistema, ya que debe contar con una presión establecida y si en caso de que esta cambie, es necesario ser recargado, siendo así necesario su control en mantenimientos del sistema y evitar fallos de este [13].

La elección de refrigerantes ha ido cambiando constantemente debido a factores ambientales y sus presiones de trabajo que mejoran la eficiencia energética [14]. La principal consideración de los refrigerantes son las ambientales, frente a las preocupaciones relacionadas al calentamiento global y la contaminación que estos generan, llevando a restricciones impuestas y voluntarias sobre algunos materiales.

Por otra parte, en la actualidad existen una variedad de estrategias de mantenimiento que tienen como fin desarrollar una planificación y procedimiento estandarizados para los sistemas de climatización que garanticen la calidad de su servicio. Arias, Vallejo e Ibarra [15] desarrollaron un sistema como mantecnologías un sistema que involucra las económicas, mano de obra, tiempos, traslados y más, obteniendo un precio justo para la empresa y el cliente. Este análisis

de mantenimiento permite distinguir el alcance de las metas, el cumplimiento del trabajo e identifica las necesidades donde se debe trabajar para alcanzar la eficiencia.

A, Zambrano y J, Zambrano [16] proponen como metodología realizar un (AMEF) y un análisis de criticidad, con el fin de integrar trabajos de mantenimiento y actividades correctivas, mediante el análisis las fallas, causas y sus efectos.

De igual manera Barrientos [17] utilizó la metodología AMEF mediante los indicadores: tiempo entre fallos, disponibilidad operativa y porcentaje de costo de mantenimiento por hora. Cabrera y Espín [17] aseguran que esta metodología aporta confiabilidad a las tareas de mantenimiento, esperando que no existan fallas y que a corto o largo plazo generan ganancias. Al implementar un AMEF logra identificar los modos de fallo, sus causas e integra tareas necesarias logrando disminuir el tiempo de mantenimiento, paros de equipos y logrando una alta satisfacción del cliente. Los pasos para realizar un AMEF en el plan de mantenimiento se describe a continuación [18]:

1. Se identifica el proceso que será analizado.
2. Se realiza un listado de las partes del sistema.
3. Se detalla la función de la parte.
4. Se identifica los modos de falla de cada parte analizada.
5. Se identifica y se describe los efectos de las fallas.
6. Se designa el grado de severidad para cada efecto, en un rango de uno a diez.

Ranking	Efecto	Criterio: Severidad de Efecto Definido
10	Peligroso: Sin Aviso	Puede poner en peligro al operador. Modo de fallas afecta la operación segura y/o involucra la no conformidad con regulaciones gubernamentales. La falla ocurrirá SIN AVISO.
9	Peligroso: Con Aviso	Puede poner en peligro al operador. Modo de fallas afecta la operación segura y/o involucra la no conformidad con regulaciones gubernamentales. La falla ocurrirá CON AVISO.
8	Muy Alto	Interrupción mayor a la línea de producción. 100% del producto probablemente sea desechado. Ítem inoperable, pérdida de su función primaria. Cliente muy insatisfecho.
7	Alto	Interrupción menor a la línea de producción. Producto probablemente deba ser clasificada y una porción (menor al 100%) desechada. Ítem operable, pero a un nivel reducido de rendimiento. Cliente insatisfecho.
6	Moderado	Interrupción menor a la línea de producción. Una porción (menor al 100%) probablemente deba ser desechada (no clasificada). Ítem operable, pero algunos ítems de confort/ conveniencia inoperables. Clientes experimentan incomodidad.
5	Bajo	Interrupción menor a la línea de producción. 100% del producto probablemente sea retrabajado. Ítem operable, pero algunos ítems de confort/ conveniencia operables a un nivel reducido de rendimiento. Cliente experimenta alguna insatisfacción.
4	Muy Bajo	Interrupción menor a la línea de producción. El producto probablemente deba ser clasificado y una porción (menor al 100%) retrabajada. Defecto percibido por la mayoría de los clientes.
3	Pequeño	Interrupción menor a la línea de producción. Una porción (menor al 100%) del producto probablemente deba ser retrabajada en línea pero fuera de la estación de trabajo. Defecto es percibido por el cliente promedio.
2	Muy Pequeño	Interrupción menor a la línea de producción. Una porción (menor al 100%) del producto probablemente deba ser retrabajada en la línea y en la estación de trabajo. Defecto es percibido solo por clientes expertos.
1	Ninguno	Ningún efecto.

Figura 4. Criterios de severidad de AMEF [18]

7. Se designa el grado de ocurrencia de cada falla de cada parte analizada.

Ranking	Ratas Posibles de Fallas	Probabilidad de Falla	Cpk
10	1 en 2	Muy Alta:	< 0.33
9	1 en 3	Falla es casi inevitable	0.33
8	1 en 8	Alta: Generalmente asociada con procesos similares a procesos previos que han	0.51
7	1 en 20	fallado frecuentemente.	0.67
6	1 en 80	Moderada: Generalmente asociados con procesos similares a procesos previos	0.83
5	1 en 400	que han experimentado fallas	1.00
4	1 en 2,000	ocasionales, pero no en proporciones significativas	1.17
3	1 en 15,000	Baja: Fallas aisladas asociadas con procesos similares	1.33
2	1 en 150,000	Muy Baja: Solo fallas aisladas asociadas con procesos casi idénticos	1.5
1	1 en 1,500,000	Remota: Falla es improbable. Fallas nunca asociadas con procesos casi idénticos	1.67

Figura 5. Grado de ocurrencia [18]

8. Se identifica si existe procesos preventivos.

9. Se identifica si existe procesos de detección

10. Se designa el grado de detección con la siguiente figura:

Ranking	Detección	Criterio: Probabilidad que la existencia de un defecto será detectada por la prueba conducida antes de que el producto avance al siguiente paso o proceso subsecuente.
10	Casi Imposible	Prueba detecta < 80 % de fallas
9	Muy Remota	Prueba debe detectar 80 % de fallas
8	Remota	Prueba debe detectar 82.5 % de fallas
7	Muy Baja	Prueba debe detectar 85 % de fallas
6	Baja	Prueba debe detectar 87.5 % de fallas
5	Moderada	Prueba debe detectar 90 % de fallas
4	Altamente Moderada	Prueba debe detectar 92.5 % de fallas
3	Moderada	Prueba debe detectar 95 % de fallas
2	Muy Alta	Prueba debe detectar 97.5 % de fallas
1	Casi Seguro	Prueba debe detectar 99.5 % de fallas

Figura 6. Criterios para grado de detección [18]

11. Se calcula el Número Prioritario de Riesgo mediante:

$$NPR = Se * Oc * D, \text{ donde:}$$

Se: hace referencia a severidad

Oc: se refiere a ocurrencia

D: es la detección

Tabla 1. Número Prioritario de Riesgo

Numero de prioridades	Riesgo
500 -1000	Alto
125 – 499	Medio
1 - 125	Bajo

12. Se prima cada falla identificada con el NPR de mayor a menor.

13. Se describe las acciones recomendadas.

Evidentemente han surgido varias metodologías de mantenimiento para los sistemas de climatización al ser común la necesidad de refrigeración de grandes edificios, casas, oficinas y hoteles, en los cuales el más común es el de tipo central ya que este tiene la capacidad de brindar las condiciones de climatización necesarias [19] . Son conocidos como de tipo paquete y consta de los cuatro elementos: condensador, evaporador, compresor y elemento expansor.

En la figura 7 se modela la configuración del aire acondicionado tipo paquete.

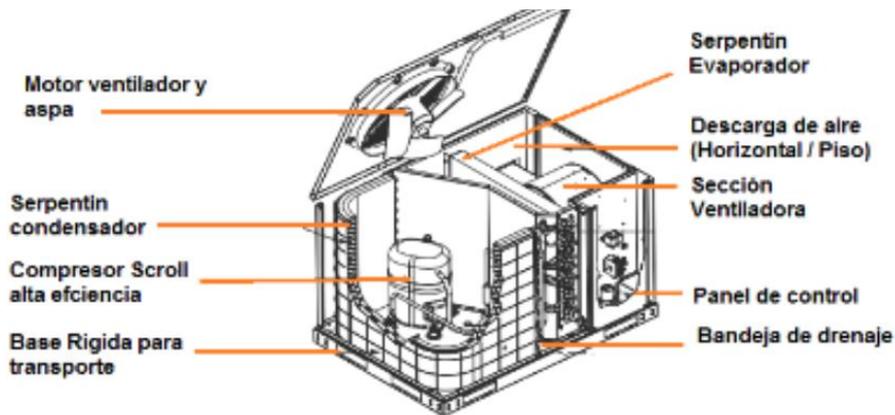


Figura 7. Ubicación de los componentes de aires acondicionados tipo paquete [20]

De acuerdo con López [20] establece que se necesita inspecciones periódicas en los aires acondicionados tipo paquete para detectar fallas en su operación. Con respecto a la parte eléctrica, estima que se deben dar mantenimientos semestralmente y con respecto a los filtros, estos deben ser limpiados doce veces al año.

En el mantenimiento es necesario mantener la limpieza del equipo ya que esto ayudará al proceso de enfriamiento, verificar el ventilador, el condensador y la presión del refrigerante

[20]. De la misma manera, es importante una buena selección de piezas y repuestos en el proceso de instalación [20].

De acuerdo con Carvajal y Vidal [21] los pasos para realizar un adecuado mantenimiento de aires acondicionados son:

1. Toma de datos iniciales
2. Retirar tapas de servicio
3. Retirar filtros.
4. Detección de fugas de refrigerante
5. Verificación de la toma de corriente y medición de voltaje.
6. Lavado de serpentines.
7. Lavado de bandeja.
8. Lavado de filtros de aire.
9. Revisión de motores.
10. Revisión de circuitos eléctricos.
11. Lubricación de motor.
12. Desincrustación de serpentines.
13. Reensamblaje para su nuevo funcionamiento.

Finalmente es importante mencionar que en este tipo de equipos de aire acondicionado al ser común su uso industrial pueden presentar diferentes fallas al no operar correctamente, como son; desarrollo de enfermedades respiratorias, disminución de la productividad, aumento de costos y excesivo uso de la energía. De esta manera los altos directivos de estas empresas toman decisiones de implementar planes de mantenimiento.

En este contexto el papel de esta investigación en base a los mantenimientos se enfoca en:

- Determinar las principales ineficiencias en los servicios de mantenimiento de sistemas de climatización en las sub estaciones petroleras.
- Implementar mantecnologías que permitan estandarizar el diagnóstico de los sistemas AC en las subestaciones petroleras.
- Establecer las variables que intervienen en la elaboración del costo unitario de un mantenimiento correctivo de los sistemas AC en las subestaciones petroleras.

- Estimar la mejora de la productividad alcanzada con la implementación de mantecnologías y costos unitarios.

1.2 Fundamentación de la investigación

La fundamentación de la presente investigación se representa en el diagrama de causas efectos indicados en figura 8:

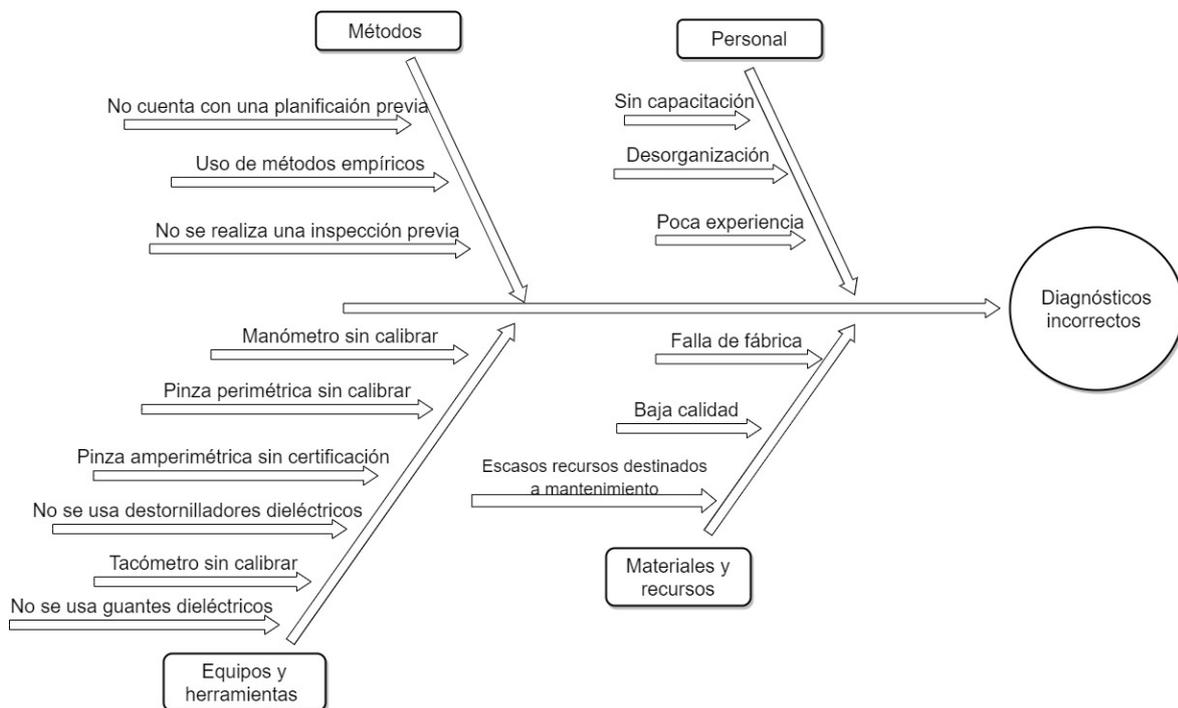


Figura 8. Diagrama Causas-Efecto

Métodos

Las metodologías usadas en el mantenimiento son una de las principales causas del daño o fallas de los sistemas de aires acondicionados dentro de las cuales se destaca:

- **Planificación:** La falta de planificación de mantenimiento genera que el mantenimiento sea poco efectivo, pérdidas de tiempo y paros innecesarios.
- **Métodos empíricos:** Es muy común el uso de metodologías empíricas de mantenimiento desencadenando otros fallos en los sistemas de aires acondicionados.
- **Inspección:** Es fundamental integrar como primer paso de mantenimiento una inspección previa de los equipos, mediante este se evitará pérdidas de tiempo, se estimará daños y recursos necesarios.

Personal

Es una parte importante en el procedimiento de mantenimiento, ya que es un factor clave en el fallo o deterioro de estos, los principales problemas que causa que el personal falle en sus funciones son:

- **Capacitación:** El personal a cargo del mantenimiento debe estar altamente capacitado en el funcionamiento, componentes, posibles fallos de este tipo de aires en específico y análisis de costos, este último debe ser adecuado para el mantenimiento correctivo.
- **Desorganización:** Al no contar con una planificación de mantenimiento se generarán fallos, paros innecesarios y baja calidad en el servicio de mantenimiento.
- **Experiencia:** La poca experiencia del personal puede generar daños en los sistemas.

Materiales y recursos

- **Recursos designados a mantenimiento:** Varias empresas no destinan los recursos necesarios para el mantenimiento de aires acondicionados, considerándola costosa e innecesaria y así generando fallos en los equipos, sin tomar en cuenta que esto aumentará los años de vida del equipo y eficiencia.
- **Materiales y repuestos de baja calidad:** al momento de realizar mantenimientos, los encargados de mantenimiento usan materiales y repuestos de baja calidad generando fallos a los sistemas.
- **Fallo de fábrica:** los materiales pueden presentar fallos de fábrica.

Equipos

- **Manómetro sin calibrar:** El manómetro se utiliza para medir la presión, la falta de calibración puede desencadenar otros problemas dentro del equipo.
- **Pinza perimétrica sin calibrar y sin certificación:** La pinza perimétrica es una herramienta de medición de datos eléctricos y electrónicos, esta debe estar calibrada y certificada para que sus datos de lectura sean fiables.
- **No se usa destornilladores dieléctricos:** los destornilladores dieléctricos impiden el paso de la corriente hasta la mano, al no usar estos destornilladores podría generar que los encargados del mantenimiento no realicen correctamente su trabajo.

- Tacómetro sin calibrar: Los tacómetros son herramientas que miden la velocidad o revoluciones de un motor, este debe estar calibrado y certificado para que sus datos sean fiables. Al momento de realizar un mantenimiento.
- No se usa guantes dieléctricos: Estos guantes impiden el paso de la corriente hasta la mano, al no usarlos podría generar que los encargados del mantenimiento no realicen correctamente su trabajo.

1.2.1 Fundamentación legal

En esta investigación tiene como fundamentación legal la siguientes normas y leyes nacionales e internacionales:

ISO 9001:2015

El principio esencial de ISO 9001:2015 es integrar sistemas de gestión de la calidad, en procesos productivos. La aplicación de esta norma dentro del mantenimiento puede identificar falencias y oportunidades de mejora que pueden hacer del mismo un proceso más al integrar PHVA logrando una mejora continua [22].

La norma establece que la empresa es el ente encargado de gestionar los procesos para cumplir los requisitos de calidad mediante la dotación de los recursos y el control de sus procesos [23].

ISO 14001: 2015

En los procesos de mantenimiento conllevan la integración de refrigerantes de diferentes tipos como R22 y R410 los más conocidos, estos generan una gran contaminación ambiental [24]. De igual manera su integración permite conseguir la mejora continua de la empresa [25].

Norma Técnica de Ecuador

En esta norma trata sobre lo relacionado a calefacción, aire acondicionado, ventilación, donde se establecen las condiciones mínimas de diseño, mantenimiento y utilización para alcanzar un confort térmico [26].

En esta norma se establece los requisitos necesarios para conservar la calidad del aire ambiental interior, siendo necesario el mantenimiento constante de los sistemas para mantener controlados y cumplir con los estándares de esta norma.

En esta norma también se nombra a otra normativa relacionada con climatización:

- NTE INEN-ISO 13790:2008
- NTE INEN-ISO 7730:2005.
- NTE INEN 2495

INEN 2495

Esta norma se determina la eficiencia energética de aires acondicionados. Donde se establece que los equipos tipo paquete tienen una capacidad de enfriamiento de hasta 7032 W [27].

Además, establece requerimientos complementarios relacionados al mantenimiento:

- Los sistemas deben tener un correcto funcionamiento para esto se debe realizar una limpieza de los filtros, serpentines y ventiladores cada seis meses.
- Debe preservar los sistemas de control.
- La temperatura del termostato debe ser de 21° C a 23° C.
- Evitar que el funcionamiento del sistema sea deficiente.
- Preservar las puertas y ventanas cerradas en los ambientes acondicionados.
- Apagar los equipos en las áreas desocupadas.
- Los equipos deben ser reemplazados y mantenidos únicamente por personal experto [27].

1.3 Aspectos teóricos fundamentales

El mantenimiento ha ido evolucionado a lo largo del tiempo y en la actualidad permite alcanzar la productividad en las empresas, lograr los objetivos, contribuyendo a la reducción de costos innecesarios, tiempo y aumentando la calidad de los procesos [28].

Desde los años 60 se introdujo mantenimiento preventivo en todas las industrias [6]. Este se enfoca en prevenir paralizaciones de las máquinas, equipos, sistemas, mediante un análisis para identificar deficiencias antes de la avería [29].

Cuando se da lugar a la falla surge el mantenimiento correctivo donde se realiza la reparación después de la avería con la disponibilidad de todos los recursos humanos y financieros necesarios para la reparación [6].

En este sentido las organizaciones al implantar el mantenimiento integra una gestión para conservar los equipos en condiciones de funcionamiento seguro, eficiente y económico [28]. Para incrementar la eficiencia del mantenimiento se han implementado técnicas y tecnologías que contribuyen al éxito de la organización del mantenimiento, dando lugar al nuevo término “mantecnologías” [30]

En el caso de los sistemas de aires acondicionados es importante la integración de la gestión de mantenimiento esto evitara trabajos innecesarios, aumento de costos, disminución de pérdidas de recursos y un aumento de eficiencia [9]. Los aires acondicionados tipo centrales o tipo paquete son sistemas de climatización comúnmente utilizados.

El compresor en el cual ingresa el refrigerante, para luego elevar su presión calentándolo para que recorra el sistema [31]. El condensador integra el refrigerante en vapor y lo expulsa como líquido a alta presión y temperatura, debido a su intercambio de temperatura con el medio ambiente [31].

1.4 Conclusiones del capítulo

Se concluye que en este capítulo se conceptualizo los aspectos teóricos de la investigación, la normativa regulatoria, antecedentes y fundamentos necesarios para el desarrollo de la mejora de la productividad de aire acondicionado de tipo centralizados en las subestaciones petroleras, a través de implementación de nanotecnologías actuales.

CAPÍTULO 2

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Diseño de metodología

La presente investigación analiza los principales problemas de servicio de mantenimiento de aires acondicionados tipo centrales, los cuales desencadenan diagnósticos incorrectos y por ende costos irreales de mantenimiento correctivo.

Para eso se realiza una base de datos donde se registró los fallos de sesenta y cuatro equipos tipos centrales de diferentes capacidades y el reporte de daños inicial que mostró cada uno con su costo. En función de esta base de datos se identifica los daños más representativos respecto a sus análisis técnico-económicos, que generan costos estimados erróneos.

Como resultado, se identifica seis daños con las cuales, se construye un análisis de causas y efectos por la metodología AMEF, se analiza los componentes del equipo, su función y posibles modos de falla, la causa y efecto, se calcula su NPR, mediante grado de ocurrencia, severidad y detección. Se identifica acciones recomendadas y el tipo de tarea a realizar.

Seguido, se define el procedimiento de mantenimiento para los equipos de aires acondicionados tipo central o paquete donde se considera todas las posibles fallas identificadas en el análisis AMEF con el fin de eliminar los diagnósticos incorrectos y costos elevados. Este procedimiento se basa en un mantenimiento preventivo, seguido de un mantenimiento correctivo.

Seguido se realiza un análisis de precios unitarios, donde se analiza los costos reales de los daños reportados tomando en cuenta la variable tiempo, dando como resultado un costo real de mantenimiento.

Finalmente se realiza una comparación de los costos iniciales y los costos reales de mantenimiento en los aires acondicionados tipo centrales.

2.2. Metodología

2.2.1. Base de datos de daños reportados

Se recopila los daños reportados de sesenta y cuatro equipos de aires acondicionados tipo centrales de diferentes capacidades y se los adjunta en el documento **BASE DE DATOS (ANEXO 1)**. Esta base de datos se construye mediante el listado de los equipos, el área a donde pertenecen, la capacidad, el daño reportado y el costo de mantenimiento.

De esta base de datos se analiza y se elige los reportes de daños más recurrentes y típicos que generaban reportes técnicos y económicos erróneos. Resultando así un listado de cinco reportes de daños para realizar el análisis AMEF.

2.2.2. Análisis AMEF

Mediante los cinco reportes de daños reportados y sus costos, se determina las partes del sistema a analizar, dando como resultado los seis componentes de los sistemas de climatización tipo central. Los seis componentes son: Compresor tipo desplazador, Motor ventilador, Serpentin Evaporadora - Condensadora, Válvula de expansión termostática, Termostato y Elementos de arranque.

Para el análisis AMEF (ANEXO 2) se enlista los seis componentes, la función, descripción de la falla funcional, el modo de fallo, el efecto y la causa. Para mejor entendimiento, como ejemplo el componente “Termostato”:

Función: Regula el modo - temperatura 18-21 °C, dependiendo del equipo y velocidad del suministro de aire climatizado 1075 Rpm.

Descripción de la falla: 1. Sin señal desde el equipo

Modo de falla: El equipo no acciona

Efecto: Equipo apagado

Causa: Cables de conexión defectuosos

Seguido se asigna un grado de gravedad inicial en función a la figura 4, donde se establecen valores del 1 a 10.

Una vez identificado el grado de gravedad inicial se identifica el grado de ocurrencia inicial en función de la figura 5, donde se establece valores de 1 a 10.

Seguido se asigna el grado de detección inicial, en función de la figura 6, donde se establecen valores de 1 a 10, siendo 1 casi seguro y 10 casi imposible.

Siguiendo con el ejemplo con el componente “Termostato”:

Gravedad inicial: 9

Ocurrencia inicial: 3

Detección inicial: 8

Mediante estos tres valores, se calcula NPR inicial (Número Prioritario de Riesgo) de cada modo de falla de acuerdo con la ecuación 1:

Ecuación 1

$$NPR_i = Se * Oc * D$$

Siguiendo con el ejemplo con el componente “Termostato”:

$$NPR_i = 216$$

Una vez calculado el NPR inicial, se analiza los valores resultantes en función de la tabla 1.

Seguido se prioriza los NPR de mayor a menor y se designa acciones recomendadas.

Siguiendo con el ejemplo con el componente “Termostato”:

$$NPR_i = \text{“riesgo de falla bajo”}$$

Además, para cada modo de falla se designa el tipo de tarea a realizar donde se divide en correctiva, preventiva, modificación y predictiva. Se vuelve a seguir esta metodología para calcular NPR final y analizar si al realizar estas tareas este valor menor.

Siguiendo con el ejemplo con el componente “Termostato”:

Acción recomendada: Revisión de cables

Tipo de tarea: Preventiva

Responsable: Técnico de climatización

Acción tomada: Conexión adecuada

Gravedad final: 9

Ocurrencia final: 2

Detección final: 8

NPR final: 144

Finalmente se realiza una gráfica de barras donde se compara el NPR inicial y final.

Este análisis se realiza a todos los componentes enlistados en el AMEF (ANEXO2). En la tabla 2 se muestra el análisis ejemplo para obtener el NPR inicial, en la tabla 3 se muestra las acciones tomadas y en la tabla 4 se muestra el análisis ejemplo para obtener el análisis NPR final después de aplicar estas acciones.

Tabla 2. Análisis AMEF ejemplo de NPR inicial

Componente del Sistema	Función	Descripción de la Falla funcional	Modo de Fallo	Efecto	Causas				NPR inicial
						⌚	○	⊔	
Termostato	Regula el modo - temperatura y velocidad del suministro de aire climatizado	Sin señal desde el equipo	El equipo no acciona	Equipo apagado	Cables de conexión defectuosos	9	3	8	216

Tabla 3. Acciones implementadas en el análisis AMEF ejemplo

Componente del Sistema	Acciones recomendadas	CORRECTIVA	PREVENTIVA	MODIFICACIÓN	PREDICITVA	Responsable	Acción Tomada
Termostato	Encamisar con tubería flexible los cables de señal para evitar falsos contactos o cortes por roce.			x		Técnico de climatización	Usar tubería para encamisar conexiones

Tabla 4. Análisis AMEF ejemplo de NPR inicial

Componente del Sistema	Función	Descripción de la Falla funcional	Modo de Fallo	Efecto	Causas				NPR final
						Q	O	D	
Termostato	Regula el modo - temperatura y velocidad del suministro de aire climatizado	Sin señal desde el equipo	El equipo no acciona	Equipo apagado	Cables de conexión defectuosos	9	2	8	144

2.2.3. Procedimiento de mantenimiento

En función del análisis AMEF, se realiza el procedimiento de mantenimiento para los equipos de climatización tipo centrales. El procedimiento se divide en mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo, se describe a continuación:

Cada uno de los formatos utilizados se los codifica con la siguiente lógica:

1. INSTRUCTIVO DE TRABAJO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO **IT-MP-001**
2. REGISTRO DE MANTENIMIENTO **R-MP-001**
3. LISTA DE CHEQUEO DE INSPECCIÓN **LCI-MC-001**
4. INFORME TÉCNICO DE MANTENIMIENTO **I-MC-001**
5. INFORME ECONÓMICO **IE-MC-001**
6. INSTRUCTIVO DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO **IT-MC-001**
7. REGISTRO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO **R-MC-001**

Mantenimiento preventivo

El supervisor de obra o residente deberá dirigirse al lugar para la inspección visual previa, toma fotografías y organizará al personal previamente capacitado. Seguido se procederá a llenar los permisos de trabajo necesarios.

Con el personal organizado y permisos de trabajo en regla, se deberá realizar el mantenimiento preventivo en función del **INSTRUCTIVO DE TRABAJO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO IT-MP-001, que se encuentra en el (ANEXO 3)** donde se establecerá los pasos a seguir en este tipo de mantenimiento y consideraciones a tomar.

Al finalizar las actividades, se deberá llenar y entregar al Supervisor el **REGISTRO DE MANTENIMIENTO R-MP-001, que se encuentra en el (ANEXO 4)**, donde se establecerán las actividades realizadas, las observaciones y recomendaciones.

El supervisor juntamente con el área usuaria constatará el equipo y revisarán el **R-MP-001 (ANEXO 4)**, se procederá a las firmas de recepción y conformidad de los trabajos.

Mantenimiento correctivo

En función de las recomendaciones y observaciones resultantes del mantenimiento preventivo, la parte usuaria solicitará la inspección de mantenimiento correctivo.

El personal designado y competente realizarán la inspección del equipo mediante la **LISTA DE CHEQUEO DE INSPECCIÓN LCI-MC-001, que se encuentra en el (ANEXO 5)**, la cual se elaboró en función de las acciones generadas en el análisis AMEF. En función del Anexo 5 el Supervisor realizará el **INFORME TÉCNICO DE MANTENIMIENTO I-MC-001, que se encuentra en el (ANEXO 6)** y el **INFORME ECONÓMICO IE-MC-001, que se encuentra en el (ANEXO 7)** que serán presentados a la parte usuaria para su análisis, si da la aprobación, se continuará con el procedimiento.

El supervisor designará personal capacitado y se llenará los permisos de trabajo pertinentes. Se iniciará el mantenimiento correctivo mediante la aplicación de **INSTRUCTIVO DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO IT-MC-001, que se encuentra en el (ANEXO 8)**.

Al finalizar los trabajos se deberá llenar el **REGISTRO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO R-MC-001, que se encuentra en el (ANEXO 9)** donde se señalarán todas las actividades realizadas y en el caso de ser necesario observaciones.

Finalmente, el Supervisor juntamente con el área usuaria constatarán el equipo y revisarán el **R-MC-001 (ANEXO 9)**, se procederá a las firmas de recepción y conformidad de los trabajos.

En la figura 9 se muestra mediante un diagrama el procedimiento:

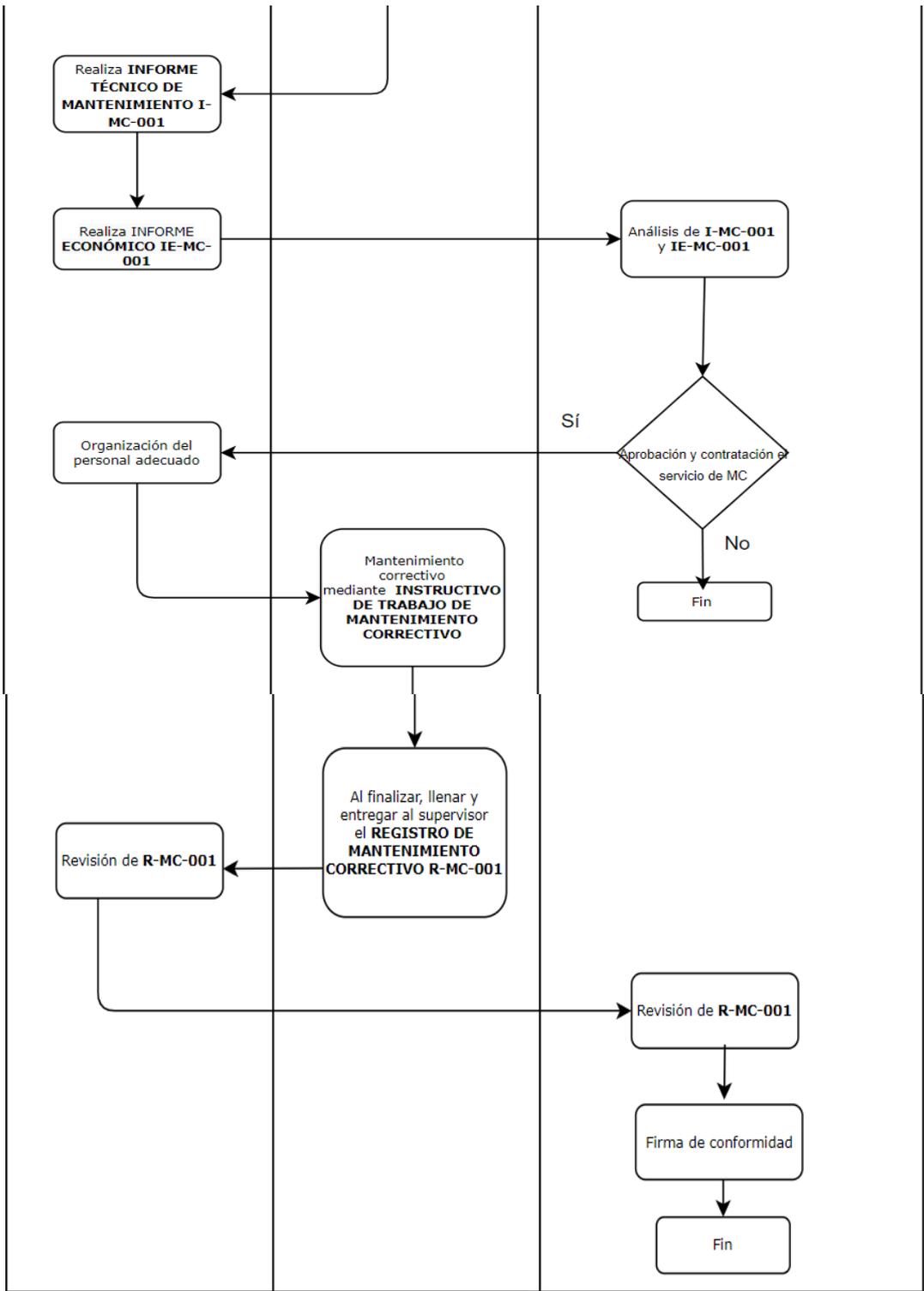


Figura 9. Diagrama de procedimiento de mantenimiento

2.2.4. Análisis de precio unitario

En función de los seis componentes analizados en el AMEF, se realiza el análisis de precio unitario. Para esto toma en cuenta el precio de mano de obra, materiales y se integró la variable tiempo.

El precio de mano de obra se obtiene en función los Salarios Mínimos por Ley establecidos por la Contraloría General del Estado para el año 2021 donde se establecen el costo por hora de acuerdo con la ocupación.

En los materiales se describen todos los insumos necesarios para realizar el mantenimiento, la cantidad y su precio.

Finalmente se integra la variable tiempo al análisis y se obtiene el valor total del correctivo.

2.2.5. Comparación de costos

Se realiza una comparación de los costos iniciales con los costos reales resultado del análisis de precio unitario para los sesenta y cuatro daños reportados en los equipos de aires acondicionados.

Se construye un diagrama donde se observa la diferencia de costos erróneos y los costos reales.

2.3. Resultados de la metodología aplicada

Mediante la metodología aplicada se determina los modos de fallos que pueden presentar en los equipos tipo central y definir un procedimiento establecido para el mantenimiento preventivo y correctivo permitiendo abarcar a la mayoría de los incidentes que podrían presentarse y sus soluciones, evitando pérdidas de tiempo, daños en equipos, malos diagnósticos y costes elevados.

Además, mediante esta metodología aplicada se logra diseñar una guía de trabajo de mantenimiento que logrará direccionar a quienes necesiten realizar mantenimientos en estos equipos en específico evitándoles pérdidas de recursos.

2.4. Conclusiones del capítulo

La integración de mantecnologías AMEF, brinda un conjunto de directrices para identificar problemas potenciales de los equipos de climatización tipo centrales y definir las acciones a

tomar para cada una de ellas logrando evitar diagnósticos errados y gastos innecesarios de recursos.

Además, permite establecer un procedimiento estándar de mantenimiento para este tipo de aires en específico, brindar instructivos de trabajo para cada falla que pueda presentarse para aquellos técnicos que estén a cargo de los mantenimientos de estos equipos

CAPÍTULO 3

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.1. Introducción

En función de la metodología aplicada se analizó los resultados obtenidos del presente estudio. Para este capítulo se utilizó tablas y gráficas para la interpretación de los resultados.

3.2. Base de datos de daños reportados

En la tabla 5 se plasma los resultados de los daños más representativos en función del análisis técnico-económicos, de la base de datos de los daños reportados en equipos registrados en el ANEXO 1 de aires acondicionados tipo paquete.

Tabla 5. Reporte de daños más representativos de equipos tipo paquete

ÁREA	CAPACIDAD	REPORTE DE DAÑO INICIAL	COSTO INICIAL
SUBESTACIÓN E	300.000 BTU/H	REPARACIÓN DE FUGA DE REFRIGERANTE /INCLUYE VACIO Y RECARGA	\$ 264,45
CASETA CERO	60.000 BTU/H	REPARACIÓN DE FUGA/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS REFRIGERANTE R-410 A, REEMPLAZO DE PILAS AAA	\$ 115,68
SUBESTACIÓN B	60.000 BTU/H	REPARACIÓN DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS REFRIGERANTE R410A, REEMPLAZO DE COMPRESOR 48.000 BTU, REEMPLAZO DE CAPACITOR DE 15 MFD Y 60 MFD, REEMPLAZO DE MOTOR VENTILADOR CONDENSADOR, REEMPLAZO DE FILTRO SECADOR	\$ 898,74
CASETA ASFALTO	60.000 BTU/H	REEMPLAZO DE CAPACITOR DE 10 MFD	\$ 51,67
SUBESTACIÓN M	240.000 BTU/H	REPARACIÓN DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R410A, REEMPLAZO DE COMPRESOR DE 120.000 BTU R410A, REEMPLAZO DE CAPACITOR DE 7.5 MFD, REEMPLAZO DE MOTOR VENTILADOR CONDENSADOR, REEMPLAZO DE FILTRO SECADOR	\$ 1.907,02

Los daños reportados más representativos se mostraron en equipos de aires acondicionados tipo centrales de capacidad desde 240.000 btu/h, de 300.000 btu/h y de 60.000 btu/h. Estos mostraron costos erróneos y reportes económicos al no tener un procedimiento correcto de

mantenimiento, diagnósticos incorrectos, no considerar costos de mano de obra y la variable tiempo, entre otros factores que generaban pérdidas para la empresa.

Pérez, Torres, Camacho y Van [32] en su estudio implementan un plan de mantenimiento de aires acondicionados en un hospital, donde analizaron las fallas, costos y tiempo de 15 equipos que recibían mantenimiento utilizaron una base de datos para el registro de los modos de fallos. Como resultado obtuvieron que se logran alcances económicos mediante la aplicación de planes de mantenimiento [32].

Por su parte Hurtado, Villareal y Villareal [33] implementaron la inteligencia artificial para abordar las fallas mediante organización, clasificación y comparación, generando la automatización del registro de fallas.

Torres, Aguilar y Magaña [34] en su estudio para la planeación de un mantenimiento tomaron en consideración cada modo de fallo y su acción de control de riesgo, de tal manera que se jerarquizan considerando primordialmente los de alto riesgo, a fin de identificar la mejor estrategia de mantenimiento, ya sea preventivo o predictivo.

3.3. Análisis AMEF

En base a la tabla 2 se construyó el Análisis de Modo de Fallos y Efectos (ANEXO 2), donde se analizó los seis componentes que conforman los aires acondicionados tipo paquete que fueron: Compresor tipo desplazador, Motor ventilador, Serpentina Evaporadora - Condensadora, Válvula de expansión termostática, Termostato y Elementos de arranque. Se identificó el NPR inicial y el NPR final.

En la tabla 6 se muestra el resultado de NPR inicial y en la tabla 7 se muestra el NPR final resultante de AMEF, después de realizar las acciones recomendadas.

Tabla 6. NPR inicial del análisis AMEF

Componente del Sistema	Función	Descripción de la Falla funcional	Modo de Fallo	Efecto	Causas	Gravidad	G	O	D	NPR inicial
Compresor scroll	Primaria: Comprimir el refrigerante	El refrigerante no se comprime	Componentes mecánicos pegados	No eleva presión	No circula aceite		10	5	9	450
			Bobinas abiertas	Genera un corto - Alto consumo de amperaje hasta llegar al fallo	Carga incorrecta de refrigerante		9	4	2	72
		Presión de succión bajo de 100 PSI	Baja presión	Desgaste de partes internas - Posible trabajo en vacío	Bajo consumo de amperaje		9	7	3	189
		Presión de descarga mayor 450 PSI	Alta presión	Bloque el compresor	Alto consumo de amperaje hasta llegar al fallo		9	4	5	189
		Valores anormales de presión	Tuberías Obstruidas	Bloqueo del compresor	Elevación de presión en una línea		9	4	7	252
Motor ventilador: condensador - evaporador	Suministrar aire frío - Extraer calor del serpentín	El motor no arranca	Bobinas abiertas	No arranca el motor - eleva el amperaje y genera un corto	Bobinas recalentadas o abiertas		10	4	2	80
			Motor con bajas RPM o Sonido	Rodamientos defectuosos	Eleva el amperaje - daña bobinas y rotor	Rodamientos sin lubricación		6	7	5
Serpentín Evaporadora Condensadora	Paso del refrigerante en modo gas o líquido	El serpentín de la evaporadora no condensa	Serpentín sucio	El blower no puede absorber el frío que genera el refrigerante al pasar por el serpentín	Suciedad en el serpentín interrumpe el flujo de aire		6	8	2	96

		la condensadora no extrae el calor	Serpentín con fugas	El serpentín no extrae el calor del ambiente por falta de refrigerante	Fuga de refrigerante del sistema	6	6	8	288
		Los serpentines se congelan	Aletas de intercambio de calor dobladas	el intercambio de calor no es el adecuado	Las aletas no están alineadas	5	2	10	100
Válvula de expansión termostática	Genera una caída de presión de refrigerante entre el condensador y evaporador para que cambie su estado de líquido a gas	Sobre calentamiento bajo lo nominal	Excesivo paso de refrigerante	Alto consumo de energía ingreso de líquido al compresor	El refrigerante no alcanza a cambiar de estado para regresar al compresor	8	5	5	200
		Sub enfriamiento alto	Limitado pasa de refrigerante	Condensación o congelamiento del sistema	Poco refrigerante ingresa al compresor	8	5	5	200
		Presiones elevadas	Obstrucción en la válvula	Presión de alta elevada	Limallas o humedad en el sistema	8	3	28	192
Termostato	Regula el modo - temperatura y velocidad del suministro de aire climatizado	Sin señal desde el equipo	El equipo no acciona	Equipo apagado	Cables de conexión defectuosos	9	3	8	216
		No enciende	El equipo no acciona	Equipo apagado	Sin batería	9	2	2	36
Elementos de arranque	Dan la excitación y permiten el paso de corriente a los elementos	Compresor o motor no arranca	Falla en el componente de arranque (capacitor)	No eleva presión - no gira el motor	Capacitor con valores bajos del nominal	10	8	2	160
		No hay paso de corriente	Fallos en el componente de paso de energía (contactor)	No eleva presión el compresor - no arranca el motor	Contactor abierto sus bobinas	10	8	2	160

Tabla 7. NPR final del análisis AMEF una vez aplicadas las acciones recomendadas

Componente del Sistema	Función	Acciones recomendó.	CORRECTIVA	PREVENTIVA	MODIFICACIÓN	PREDICITVA	Responsable	Acción Tomada	G	O	D	NPR final	
Compresor scroll	Primaria: Comprimir el refrigerante	Hacer un cambio de aceite total cada vez que el equipo pare por fuga de refrigerante		x			Técnico de climatización	Cambio de aceite	10	2	4	80	
		Etiquetar cada equipo con el tipo de refrigerante, cantidades exactas de kg y presiones a las que trabaja			x		Técnico de climatización	Etiquetar con tabla de datos el equipo	9	3	1	27	
		Instalar un mini presostato de presión en baja para que el compresor se bloquee al censar presión de 50 psi o menos				x		Supervisor	Instalación del mini presostato	4	2	2	16
		Instalar un mini presostato de presión en alta para que el compresor se bloquee al censar presión de 350 psi o mas					x	Supervisor	Instalación del mini presostato	4	2	2	16
		Instalar un filtro secador y un visor de refrigerante para observar la calidad de refrigerante y atrapar impurezas					x	Técnico de climatización	Implementar un visor y un filtro secador	4	1	4	16
Motor ventilador: condensador - evaporador	Suministrar aire frío - Extraer calor del serpentín	Instalar un Relé con amperaje igual al consumo del motor que se abra al momento de superar el amperaje de trabajo			x		Supervisor	Instalar un relé de protección	5	2	2	20	
		Etiquetar con las RPMS a las que funciona el motor y comparar con la medición del tacómetro cada 3 meses - análisis de vibraciones					x	Técnico de climatización	Comparación de rpms	6	4	2	48
Serpentín Evaporadora - Condensadora	Paso del refrigerante en modo gas o líquido	Implementar un cronograma de mantenimiento preventivo cada 4 meses para evitar suciedad extrema		x			Supervisor	Verificar el cumplimiento del cronograma	6	4	2	48	

		Usar recubrimiento tipo LUVATA INSITU para evitar fugas y fisuras de tuberías		x	Supervisor	Usar LUVATA INSITU	2	2	8	32
		Usar una hidro lavadora HVAC de 58-72 psia y boquilla adecuada para media presión de agua		x	Técnico de climatización	Uso de hidro lavadora HVAC	5	1	5	25
Válvula de expansión termostática	Genera una caída de presión de refrigerante entre el condensador y evaporador para que cambie su estado de líquido a gas	Etiquetar cada equipo con el refrigerante, peso en kilogramos y presiones de trabajo que usa, además etiquetar en la tapa de servicio del equipo la formula del sobrecalentamiento		x	Supervisor	Etiquetado con datos	8	2	5	80
		Etiquetar cada equipo con el refrigerante, peso en kilogramos y presiones de trabajo que usa, además etiquetar en la tapa de servicio del equipo la formula del sub enfriamiento		x	Supervisor	Etiquetado con datos	8	2	5	80
		Instalar un visor y un filtro secador para detener partículas de suciedad y mirar la calidad de refrigerante que está circulando en el sistema		x	Técnico de climatización	Instalación de filtro y visor	8	1	1	8
Termostato	Regula el modo - temperatura y velocidad del suministro de aire climatizado	Encamisar con tubería flexible los cables de señal para evitar falsos contactos o cortes por roce.		x	Técnico de climatización	Usar tubería para encamisar conexiones	9	2	8	144
		Medir voltaje en las baterías y llevar un registro del indicador de batería del termostato - cambio de baterías cuando estén con un 5% bajo a su nivel nominal			Técnico de climatización	Bitácora de baterías	9	2	1	18
		Llevar un registro de lectura de valores de capacitancia, cambiar capacitores cuando estén bajos el 5% de su valor nominal		x	Técnico de climatización	Bitácora de capacitancia	10	6	2	120
Elementos de arranque	Dan la excitación y permiten el paso de corriente a los elementos	Llevar un registro de lectura de valores de corriente - cambio de contactor		x	Técnico de climatización	Bitácora de Corriente	10	7	2	140

En la figura 11 se muestra la comparación de los resultados del NPR inicial y NPR final de las 19 causas de fallo resultantes del análisis AMEF.

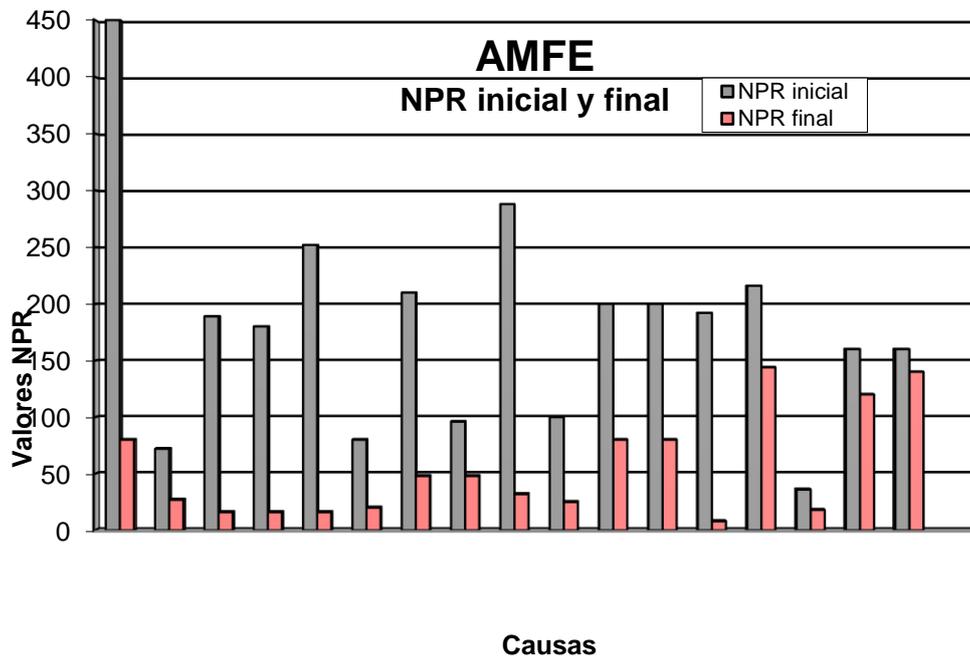


Figura 10. Comparación NPR inicial y final

Se observó que el NPR inicial mostró valores más altos que los valores de NPR final, siendo estos los valores resultantes posteriores a la implementación de acciones correctivas. Se observó que la causa 4 “Bajo consumo de amperaje” del componente Compresor tipo desplazador y la causa 5 “Alto consumo de amperaje hasta llegar al fallo” mostraron los valores más altos de NPR, de igual manera se observó que estos mostraron un valor esperado de NPR final de 2, el cual será posterior a las acciones correctivas y no se tiene certeza de su eficiencia.

Torres, Aguilar y Magaña [34] implementaron la metodología AMEF en el mantenimiento, obteniendo como resultados las acciones a implementar para administrar el riesgo y un entendimiento claro del proceso, así como la forma fallo. Concluyeron que con su aplicación se identifican las mejores oportunidades para el Mantenimiento.

Por su parte Pérez [35] aplicó la metodología AMEF y determinó que las tareas que no generan valor agregado al proceso de mantenimiento deben ser eliminadas, con esto redujo el tiempo de mantenimiento y por ende los costes, con un 45% de ahorro.

Jiménez [36] en su estudio al integrar el AMEF en el proceso de mantenimiento, encontraron las fallas que generaron más gastos, especialmente, con el consumo de refrigerante y las malas prácticas. Mediante este análisis se integró un procedimiento estandarizado, con el fin de resolver los fallos y procurar potenciar la calidad del servicio.

Además, se realizó un análisis de Pareto, para identificar los fallos mas comunes dentro de la base de datos, teniendo como resultado la figura 11.

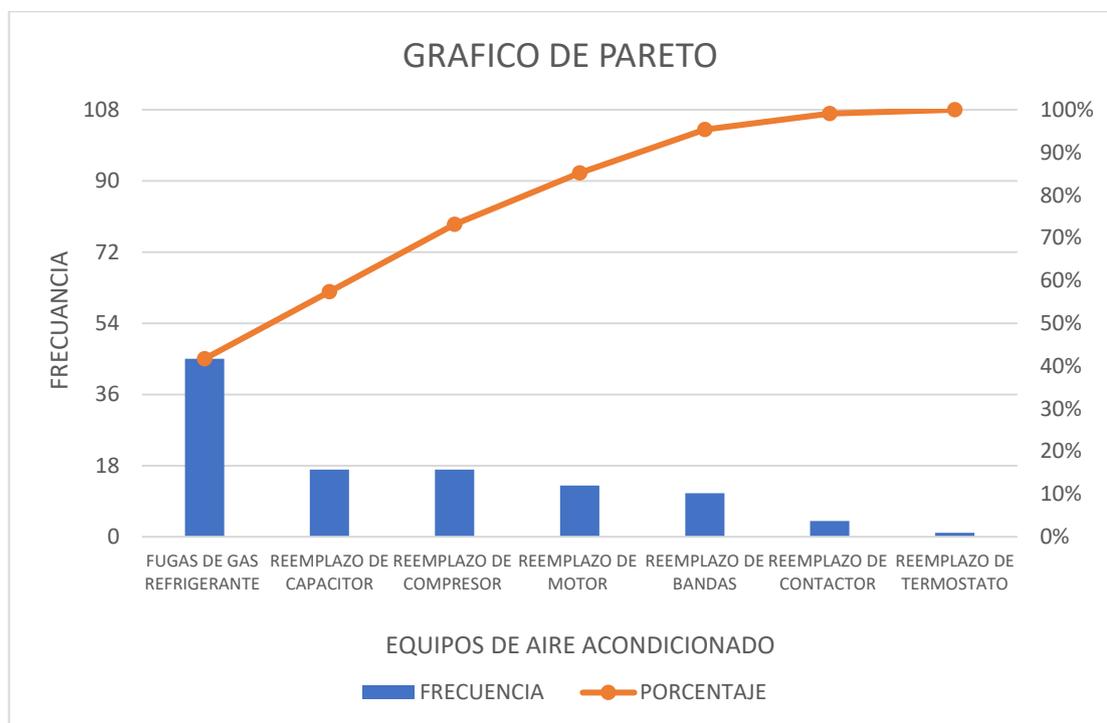


Figura 11. Análisis de fallos mas comunes.

Donde, se evidencia que el 80% de las fallas más comunes se da en: fugas de refrigerante, reemplazo de capacitor, reemplazo de compresor y remplazo de motor, con esto se complementa el resultado del análisis AMEF.

3.4. Procedimiento de mantenimiento

El resultado de este procedimiento es una serie de documentos presentados en forma de anexos mediante los cuales se da una guía de trabajo para el mantenimiento

preventivo y correctivo, con los cuales se pretendió reducir costos, paros innecesarios y diagnósticos erróneos.

Se presentó los documentos que se describe a continuación:

1. INSTRUCTIVO DE TRABAJO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO **IT-MP-001 (ANEXO 3)**
2. REGISTRO DE MANTENIMIENTO **R-MP-001 (ANEXO 4)**
3. LISTA DE CHEQUEO DE INSPECCIÓN **LCI-MC-001 (ANEXO 5)**
4. INFORME TÉCNICO DE MANTENIMIENTO **I-MC-001 (ANEXO 6)**
5. INFORME ECONÓMICO **IE-MC-001 (ANEXO 7)**
6. INSTRUCTIVO DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO **IT-MC-001 (ANEXO 8)**
7. REGISTRO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO **R-MC-001 (ANEXO 9)**

De acuerdo Pérez, Torres, Camacho y Van [32], quienes implementaron un mantenimiento preventivo, concluyeron que este aporta a la disponibilidad de los equipos tipo centrales. Además, establecieron que el mantenimiento preventivo garantiza un óptimo funcionamiento y satisfacción del cliente.

En el Ecuador el Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca (MPCEIP) [37], generó un manual de buenas prácticas para la instalación de aires acondicionado, donde se estableció que los manuales de mantenimiento encaminarán al funcionamiento seguro y eficaz del equipo.

3.5. Análisis de precio unitario

Se realizó el análisis de precio unitario (**ANEXO 10**) para los seis componentes analizados en el AMEF que conforman el aire acondicionado tipo central que fueron: Compresor tipo desplazador, Motor ventilador, Serpentin Evaporadora - Condensadora, Válvula de expansión termostática, Termostato y Elementos de arranque.

En la tabla 8, se muestra el análisis de precios unitarios para el compresor:

Tabla 8. Desglose de precios unitarios de compresor

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	01				UNIDAD : U
DETALLE:	CAMBIO DE COMPRESOR				
<i>EQUIPO</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>	<i>RENDIMIE</i>
<i>DESCRIPCION</i>		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>HORA</i>	<i>NTO</i>
				<i>C=AxB</i>	<i>R</i>
					<i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					1,93
SUELDA DE OXIACETILENO		1,00	5,00	5,00	4,000
BOMBA DE VACIO		1,00	6,25	6,25	4,000
ESCALERA PATA DE GALLO		1,00	2,50	2,50	4,000
VACUOMETRO		1,00	3,75	3,75	4,000
MANOMETRO		1,00	1,00	1,00	4,000
PINZA AMPERIMETRICA		1,00	6,25	6,25	4,000
BALANZA		1,00	6,25	6,25	4,000
VEHICULO CAMIONETA		1,00	18,75	18,75	4,000
TANQUE DE NITROGENO 7M3		1,00	10,00	10,00	4,000
SUBTOTAL M					240,93
<i>MANO DE OBRA</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/H</i>	<i>COSTO</i>	<i>RENDIMIE</i>
<i>DESCRIPCION</i>		<i>A</i>	<i>R</i>	<i>HORA</i>	<i>NTO</i>
			<i>B</i>	<i>C=AxB</i>	<i>R</i>
					<i>D=CxR</i>
RESIDENTE DE OBRA	EO B1	1,00	4,08	4,08	1,000
TÉCNICO ELECTROM. DE CONSTRUC.	EO D2	1,00	3,66	3,66	4,000
AYUDANTE DE ELECTRICISTA	EO E2	1,00	3,62	3,62	4,000
CHOFERES PROFESIONALES	CH C1	1,00	5,31	5,31	1,000
SUBTOTAL N					38,51
<i>MATERIALES</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTID</i>	<i>PRECIO</i>
<i>DESCRIPCION</i>				<i>AD</i>	<i>UNIT.</i>
				<i>A</i>	<i>B</i>
					<i>C=AxB</i>
SUBTOTAL O					0,00
<i>TRANSPORTE</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTID</i>	<i>TARIFA</i>
<i>DESCRIPCION</i>				<i>AD</i>	<i>B</i>
				<i>A</i>	
					<i>C=AxB</i>
SUBTOTAL P					0,00
			TOTAL, COSTO DIRECTO		279,44
			(M+N+O+P)		
			INDIRECTOS (%)	25,00%	69,86
			UTILIDAD	0,00%	0,00
			(%)		
			COSTO TOTAL DEL		349,30
			RUBRO		
			VALOR OFERTADO		349,30

En la tabla 9, se muestra el análisis de precios unitarios para el motor- ventilador:

Tabla 9. Desglose de precios unitarios para Motor - ventilador

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						HOJA
RUBRO:	02					UNIDAD
DETALLE:	CAMBIO DE MOTOR DE BLOWER O VENTILADOR				: U	
<i>EQUIPO</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>	<i>RENDIMIE</i>	<i>COSTO</i>
<i>DESCRIPCION</i>		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>HORA</i>	<i>NT0</i>	<i>D=CxR</i>
				<i>C=AxB</i>	<i>R</i>	
Herramienta Menor 5% de M.O.						1,93
ESCALERA PATA DE GALLO		1,00	2,50	2,50	4,000	10,00
PINZA AMPERIMETRICA		1,00	6,25	6,25	4,000	25,00
VEHICULO CAMIONETA		1,00	18,75	18,75	1,000	18,75
SUBTOTAL M						55,68
<i>MANO DE OBRA</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/H</i>	<i>COSTO</i>	<i>RENDIMIE</i>	<i>COSTO</i>
<i>DESCRIPCION</i>		<i>A</i>	<i>R</i>	<i>HORA</i>	<i>NT0</i>	<i>D=CxR</i>
			<i>B</i>	<i>C=AxB</i>	<i>R</i>	
CHOFERES PROFESIONALES	CH C1	1,00	5,31	5,31	1,000	5,31
RESIDENTE DE OBRA	EO B1	1,00	4,08	4,08	1,000	4,08
TÉCNICO ELECTROM. DE CONSTRUCC.	EO D2	1,00	3,66	3,66	4,000	14,64
AYUDANTE DE ELECTRICISTA	EO E2	1,00	3,62	3,62	4,000	14,48
SUBTOTAL N						38,51
<i>MATERIALES</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTID</i>	<i>PRECIO</i>	<i>COSTO</i>
<i>DESCRIPCION</i>				<i>AD</i>	<i>UNIT.</i>	<i>C=AxB</i>
				<i>A</i>	<i>B</i>	
SUBTOTAL O						0,00
<i>TRANSPORTE</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTID</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>
<i>DESCRIPCION</i>				<i>AD</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>
				<i>A</i>		
SUBTOTAL P						0,00
				TOTAL COSTO DIRECTO		94,19
				(M+N+O+P)		
				INDIRECTOS (%)	25,00%	23,55
				UTILIDAD		
				(%)	0,00%	0,00
				COSTO TOTAL DEL		117,74
				RUBRO		
				VALOR OFERTADO		117,74

En la tabla 10, se muestra el desglose de precios unitarios para serpentín:

Tabla 10. Desglose de precios unitarios para Serpentín

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						HOJA 3 DE 6 UNIDAD: U
RUBRO: 03						
DETALLE: DETECCIÓN Y CORRECCION DE FUGA DE REFRIGERANTE EN EL SERPENTÍN						
<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIE NTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>	
Herramienta Menor 5% de M.O.					2,65	
BALANZA	1,00	6,25	6,25	4,000	25,00	
BOMBA DE VACIO	1,00	6,25	6,25	4,000	25,00	
ESCALERA PATA DE GALLO	1,00	2,50	2,50	4,000	10,00	
MANOMETRO	1,00	1,00	1,00	4,000	4,00	
PINZA AMPERIMETRICA	1,00	6,25	6,25	4,000	25,00	
SUELDA DE OXIACETILENO	1,00	5,00	5,00	4,000	20,00	
TANQUE DE NITROGENO 7M3	1,00	10,00	10,00	4,000	40,00	
VEHICULO CAMIONETA	1,00	18,75	18,75	1,000	18,75	
VACUOMETRO	1,00	3,75	3,75	4,000	15,00	
DETECTOR DE FUGAS	1,00	3,00	3,00	4,000	12,00	
SUBTOTAL M					197,40	
<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/H R B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIE NTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>	
RESIDENTE DE OBRA EO B1	1,00	4,08	4,08	1,000	4,08	
TÉCNICO ELECTROM. DE CONSTRUC. EO D2	1,00	3,66	3,66	4,000	14,64	
AYUDANTE DE ELECTRICISTA EO E2	2,00	3,62	7,24	4,000	28,96	
CHOFERES PROFESIONALES CH C1	1,00	5,31	5,31	1,000	5,31	
SUBTOTAL N					52,99	
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTID AD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>		
SUBTOTAL O					0,00	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTID AD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>		
SUBTOTAL P					0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					250,39	
INDIRECTOS (%)					25,00%	62,60
UTILIDAD (%)					0,00%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					312,99	
VALOR OFERTADO					312,99	

En la tabla 11, se muestra el desglose de precios unitarios para la obstrucción del sistema

Tabla 11. Desglose de precios unitarios para obstrucción en el sistema

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						HOJA
RUBRO:	4					UNIDAD : U
DETALLE:	REVISION Y CORRECCION DE OBSTRUCCION EN EL SISTEMA					1,00
					4	3,00
<i>EQUIPO</i>	1019773	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>	<i>RENDIMIE</i>	<i>COSTO</i>
<i>DESCRIPCION</i>	430	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>HORA</i>	<i>NTO</i>	<i>D=CxR</i>
				<i>C=AxB</i>	<i>R</i>	
Herramienta Menor 5% de M.O.						1,93
BALANZA		1,00	6,25	6,25	4,000	25,00
BOMBA DE VACIO		1,00	6,25	6,25	4,000	25,00
ESCALERA PATA DE GALLO		1,00	2,50	2,50	4,000	10,00
MANOMETRO		1,00	1,00	1,00	4,000	4,00
PINZA AMPERIMETRICA		1,00	6,25	6,25	4,000	25,00
TANQUE DE NITROGENO 7M3		1,00	10,00	10,00	4,000	40,00
VACUOMETRO		1,00	3,75	3,75	4,000	15,00
VEHICULO CAMIONETA		1,00	18,75	18,75	1,000	18,75
SUELDA DE OXIACETILENO		1,00	5,00	5,00	4,000	20,00
SUBTOTAL M						184,68
<i>MANO DE OBRA</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/H</i>	<i>COSTO</i>	<i>RENDIMIE</i>	<i>COSTO</i>
<i>DESCRIPCION</i>		<i>A</i>	<i>R</i>	<i>HORA</i>	<i>NTO</i>	<i>D=CxR</i>
			<i>B</i>	<i>C=AxB</i>	<i>R</i>	
CHOFERES PROFESIONALES	CH C1	1,00	5,31	5,31	1,000	5,31
RESIDENTE DE OBRA	EO B1	1,00	4,08	4,08	1,000	4,08
TÉCNICO ELECTROM. DE CONSTRUCC.	EO D2	1,00	3,66	3,66	4,000	14,64
AYUDANTE DE ELECTRICISTA	EO E2	1,00	3,62	3,62	4,000	14,48
SUBTOTAL N						38,51
<i>MATERIALES</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTID</i>	<i>PRECIO</i>	<i>COSTO</i>
<i>DESCRIPCION</i>				<i>AD</i>	<i>UNIT.</i>	<i>C=AxB</i>
				<i>A</i>	<i>B</i>	
SUBTOTAL O						0,00
<i>TRANSPORTE</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTID</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>
<i>DESCRIPCION</i>				<i>AD</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>
				<i>A</i>		
SUBTOTAL P						0,00
		1.019.773.43				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)
		0,00				INDIRECTOS (%)
					25,00%	55,80
						UTILIDAD (%)
					0,00%	0,00
						COSTO TOTAL DEL RUBRO
						278,99
						VALOR OFERTADO
						278,99

En la tabla 12, se muestra el desglose de precios unitarios para termostato:

Tabla 12. Desglose de precios unitarios para termostato

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						HOJA
RUBRO:	05					UNIDAD
DETALLE:	REVISION O CAMBIO DE PILAS DEL TERMOSTATO					: U
					05	1,00
						3,00
<i>EQUIPO</i>	1019773	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>	<i>RENDIMIE</i>	<i>COSTO</i>
<i>DESCRIPCION</i>	430	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>HORA</i>	<i>NTO</i>	<i>D=CxR</i>
				<i>C=AxB</i>	<i>R</i>	
Herramienta Menor 5% de M.O.						1,93
PINZA AMPERIMETRICA		1,00	6,25	6,25	1,000	6,25
ESCALERA PATA DE GALLO		1,00	2,50	2,50	1,000	2,50
VEHICULO CAMIONETA		1,00	18,75	18,75	1,000	18,75
SUBTOTAL M						29,43
<i>MANO DE OBRA</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/H</i>	<i>COSTO</i>	<i>RENDIMIE</i>	<i>COSTO</i>
<i>DESCRIPCION</i>		<i>A</i>	<i>R</i>	<i>HORA</i>	<i>NTO</i>	<i>D=CxR</i>
			<i>B</i>	<i>C=AxB</i>	<i>R</i>	
CHOFERES PROFESIONALES	CH C1	1,00	5,31	5,31	1,000	5,31
RESIDENTE DE OBRA	EO B1	1,00	4,08	4,08	1,000	4,08
AYUDANTE DE ELECTRICISTA	EO E2	1,00	3,62	3,62	4,000	14,48
TÉCNICO ELECTROM. DE CONSTRUCC.	EO D2	1,00	3,66	3,66	4,000	14,64
SUBTOTAL N						38,51
<i>MATERIALES</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTID</i>	<i>PRECIO</i>	<i>COSTO</i>
<i>DESCRIPCION</i>				<i>AD</i>	<i>UNIT.</i>	<i>C=AxB</i>
				<i>A</i>	<i>B</i>	
SUBTOTAL O						0,00
<i>TRANSPORTE</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTID</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>
<i>DESCRIPCION</i>				<i>AD</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>
				<i>A</i>		
SUBTOTAL P						0,00
		1.019.773.43		TOTAL COSTO DIRECTO		67,94
		0,00		(M+N+O+P)		
				INDIRECTOS (%)	25,00%	16,99
				UTILIDAD (%)	0,00%	0,00
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		84,93
				VALOR OFERTADO		84,93

En la tabla 13, se muestra el desglose de precios unitarios para los elementos de arranque:

Tabla 13. Desglose de precios unitarios para elementos de arranque

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						HOJA
RUBRO:	06					UNIDAD : U
DETALLE:	REVISIÓN Y CAMBIO DE ELEMENTOS DE ARRANQUE					1,00
					06	3,00
<i>EQUIPO</i>	1019773	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>	<i>RENDIMIE</i>	<i>COSTO</i>
<i>DESCRIPCION</i>	430	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>NTO</i> <i>R</i>	<i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.						1,93
VEHICULO CAMIONETA		1,00	18,75	18,75	1,000	18,75
PINZA AMPERIMETRICA		1,00	6,25	6,25	4,000	25,00
ESCALERA PATA DE GALLO		1,00	2,50	2,50	4,000	10,00
SUBTOTAL M						55,68
<i>MANO DE OBRA</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/H</i>	<i>COSTO</i>	<i>RENDIMIE</i>	<i>COSTO</i>
<i>DESCRIPCION</i>		<i>A</i>	<i>R</i> <i>B</i>	<i>HORA</i> <i>C=AxB</i>	<i>NTO</i> <i>R</i>	<i>D=CxR</i>
CHOFERES PROFESIONALES	CH C1	1,00	5,31	5,31	1,000	5,31
RESIDENTE DE OBRA	EO B1	1,00	4,08	4,08	1,000	4,08
TÉCNICO ELECTROM. DE CONSTRUCC.	EO D2	1,00	3,66	3,66	4,000	14,64
AYUDANTE DE ELECTRICISTA	EO E2	1,00	3,62	3,62	4,000	14,48
SUBTOTAL N						38,51
<i>MATERIALES</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTID</i>	<i>PRECIO</i>	<i>COSTO</i>
<i>DESCRIPCION</i>				<i>AD</i> <i>A</i>	<i>UNIT.</i> <i>B</i>	<i>C=AxB</i>
SUBTOTAL O						0,00
<i>TRANSPORTE</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTID</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>
<i>DESCRIPCION</i>				<i>AD</i> <i>A</i>	<i>B</i>	<i>C=AxB</i>
SUBTOTAL P						0,00
		1.019.773.43	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			94,19
		0,00	INDIRECTOS (%)			25,00%
			UTILIDAD (%)			0,00%
			COSTO TOTAL DEL RUBRO			117,74
			VALOR OFERTADO			117,74

Se desglosó los precios unitarios tomando en cuenta la mano de obra y los materiales con la variable tiempo. Se obtuvo el costo total del rubro para cada componte analizado y el valor ofertado.

De acuerdo con Hernández, et al. [38] al optimizar los costos de mantenimiento se logra potenciar la utilidad de los equipos y a largo plazo una reducción de costos innecesarios. También Pérez, Torres, Camacho y Van [32] establecieron la importancia de considerar dentro de los costos de mantenimiento, las horas de

producción en el año, y costos de materiales, obteniendo una reducción de los costos anuales.

De igual forma Pérez [35] estableció en su investigación que cuando el costo de la falla es menor que el costo del mantenimiento preventivo es momento de realizar el mantenimiento correctivo. Además, consideró los costos directos son los recursos como la mano de obra, repuestos, tiempo de parada del equipo entre otros y los costos indirectos son las inspecciones, costos administrativos, transporte, almacenamiento, servicios entre otros, y estos deben ser considerados al momento del plan de mantenimiento.

Por su parte Zambrano y Fumo [39] integraron la confiabilidad en los procesos de mantenimiento, determinando las actividades más efectivas y así prevenir fallos, minimizando los costos de mantenimiento.

3.6. Comparación de costos

En la tabla 14 se realizó la comparación de los costos erróneos y costos correctos de los daños de los equipos tipo centrales más importantes.

Tabla 14. Comparación de costos iniciales y reales

AREA	CAPACIDAD	REPORTE DE DAÑO INICIAL	DE	COSTO ERRONEOS	COSTO CORRECTO	DIFERENCIA	OBSERVACIONES
SUBESTACION E	300.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE /INCLUYE VACIO Y RECARGA	DE	\$ 264,45	\$ 397,30	-\$ 132,85	Se necesita nitrógeno para verificar fugas y mínimo 3 varillas de plata para soldar cobre
CASETA CERO	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS REFRIGERANTE R-410 A, REEMPLAZO DE PILAS AAA	DE	\$ 115,68	\$ 413,59	-\$ 297,91	Se necesita nitrógeno para verificar fugas, además se utilizaron 2 varillas de platas adicionales y pilas AAA marca Duracell el cual no se encuentra en la lista de precios por cobrar
SUBESTACION B	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS REFRIGERANTE R410A, REEMPLAZO DE	DE	\$ 898,74	\$ 1.161,95	-\$ 263,21	Se necesita nitrógeno para verificar fugas y mínimo 5 varillas de plata, además no se cambió el motor

		COMPRESOR 48.000 BTU, REEMPLAZO DE CAPACITOR DE 15 MFD Y 60 MFD, REEMPLAZO DE MOTOR VENTILADOR CONDENSADOR, REEMPLAZO DE FILTRO SECADOR				ventilador puesto que sus bobinas marcaban lo ideal para su funcionamiento
CASETA ASFALTO	60.000 BTU/H	REEMPLAZO DE CAPACITOR DE 10 MFD	\$ 51,67	\$ 51,67	0	Fue el correctivo real para que el equipo este operativo
SUBESTACION M	240.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R410A, REEMPLAZO DE COMPRESOR DE 120.000 BTU R410A, REEMPLAZO DE CAPACITOR DE 7.5 MFD, REEMPLAZO DE MOTOR VENTILADOR CONDENSADOR, REEMPLAZO DE FILTRO SECADOR	\$ 1.907,02	\$ 1.544,13	-\$ 637,12	Se necesita nitrógeno para verificar fugas y mínimo 5 varillas de plata

Se analizó que existe una diferencia de costos entre el costo erróneo y el costo correcto, que generó una diferencia notable entre los costos de mantenimiento. El costo más notable se mostró en el equipo de 240.000 btu/h, donde hay una diferencia de \$ 637,12 al realizar un diagnóstico incorrecto.

Además, con los datos del ANEXO 11 se analizan los costos erróneos y los costos reales de los sesenta y cuatro equipos, el resultado del análisis antes de implementar los procedimientos establecidos y el después de su implementación

Tabla 15. Análisis de costos erróneos y correctos antes de los correctivos

# Equipos	Costo
9	\$ 1.285,03
45	-\$ 2.837,46
10	-
64	Total equipos

En la tabla 15 se muestra que nueve de los equipos reportaron costos erróneos con un valor de \$ 1.285,03 de ganancia para la empresa, pero perdida para el cliente, cuarenta y cinco equipos mostraron costos erróneos de \$ 2.837,46 que fueron perdidas para la empresa. Es decir que cincuenta y cuatro equipos de los sesenta y cuatro mostraron reportes y costos erróneos.

Tan solo diez equipos de los sesenta y cuatro equipos analizados mostraron un diagnóstico y costo correcto.

El porcentaje de costos erróneos y costos correctos realizados en los diagnósticos de mantenimiento de los sesenta y cuatro equipos de aires acondicionados tipo centrales antes de la implementación de los procedimientos estandarizados basados en la mantecnología AMEF y el análisis de los costos unitarios, como se indica en la tabla 16.

Tabla 16. Porcentaje de diagnósticos correctos e incorrectos antes de los correctivos

<u>% Equipos</u>	<u>Diagnósticos correctos e incorrectos antes de los correctivos</u>
14,06%	
70,31%	84,37%
15,625 %	15,625%
100	

En la tabla 16 se muestra que, en los diagnósticos de mantenimiento de los sesenta y cuatro equipos, alrededor del 84% muestran diagnósticos y costos erróneos y tan solo alrededor del 16% son diagnósticos y costos correctos. Estos datos muestran la falta de procedimientos estandarizados.

Una vez integrados los procedimientos estandarizados en función de la implementación de mantecnologías actuales como es el análisis AMEF y el análisis de precios unitarios que consideraron el variante tiempo y el precio de la mano de obra, se obtuvo costos reales para cada modo de falla analizado, esperando una eficiencia mayor al 90% en el mantenimiento preventivo y correctivo de aires acondicionados tipo centrales con una evidente mejora en la productividad de las empresas que brindan este servicio en las subestaciones petroleras.

3.7. Conclusiones del capítulo

Los resultados obtenidos permitieron identificar los fallos, con sus análisis y efectos, definir los que necesitan mayor atención y las acciones correctivas necesarias. Además, permitió generar una guía de procedimiento de mantenimiento como una guía de trabajo.

Se obtuvo una comparación de los costos iniciales y los costos finales en los cuales se logró identificar que un diagnóstico erróneo genera precios equivocados de mantenimiento.

CONCLUSIONES

Mediante la presente investigación se concluyó que la falta de conocimiento técnico y económico son parte de las principales ineficiencias al momento de analizar un presupuesto para mantenimientos correctivos en equipos de climatización tipo centrales que suministran aire climatizado en sub estaciones petroleras, debido a que no se tiene estandarizado un proceso en el cual abarque los principales pasos a seguir para dar un criterio acertado, teniendo como resultado que para los sesenta y cuatro equipos analizados se haya tenido una pérdida de \$ 1.285,03 para el cliente y \$ 2.837,46 para la empresa que brinda el servicio.

Al implementar mantecnologías actuales como el procedimiento AMEF, se logró obtener procedimiento de mantenimientos correctivos y análisis de costos unitarios, los cuales servirán para realizar análisis técnicos económicos paso a paso y así llegar a obtener costos y daños reales en los equipos tipo centrales de las sub estaciones petroleras. Esto evitara a que los procedimientos de mantenimientos correctivos sean empíricos, alargando la vida útil de los diferentes equipos de climatización dando como resultado una satisfacción notable en los clientes debido a que los costos se reducen por paros innecesarios, de producción y compra de repuestos.

Mediante el análisis de costos unitarios se determinó que la variable tiempo es la que más influye para que los costos sean reales, debido a esto los análisis de precios unitarios se basan en el rendimiento de las actividades a desarrollar, obteniendo así el costo real unitario por cada proceso a desarrollar. Teniendo como mejora notable un 85% de costos reales frente a los costos analizados, dado así una mejora de la productividad y rendimiento económico para las empresas que brindan estos servicios. Al comparar los costos iniciales de los sesenta y cuatro mantenimientos correctivos sin estandarizar su procedimiento y sin costos unitarios, se obtiene que un 84% de los mantenimientos se realizaron con un costo irreal y tan solo el 16% coinciden con costos reales, al implementar el procedimiento de mantenimiento estandarizado y los precios unitarios se espera obtener una eficiencia mayor al 90% de análisis técnicos económicos reales, y un 10% de costos irreales pero estos debido a agentes externos que intervienen en los mantenimientos correctivos.

Dentro de los principales beneficios tanto para la empresa que brinda este tipo de servicios y la que contrata, es la reducción de costos y tiempos, ya que al tener procesos

estandarizados y costos identificados se lograra obtener mejores resultados con un balance costo - calidad.

Además, se determinó que el NPR inicial se reduce al tomar las acciones correctivas y da como valor una estimación de mejora hacia la productividad.

RECOMENDACIONES

Se recomienda capacitar al personal técnico en base al procedimiento de mantenimientos correctivos de sistemas de climatización de equipos tipo centrales para sub estaciones petroleras, ya que será una herramienta útil para mejorar el criterio técnico de una falla o avería.

Tomar en cuenta el rendimiento de cada acción extra que pueda intervenir en el mantenimiento correctivo e incluirlo en el análisis de precios unitarios para obtener precios reales y acordes al mercado.

Al existir una alta competencia en el servicio de mantenimiento tercerizado se recomienda la implementación de mantecnologías actuales como el AMEF a los procedimientos que conlleva esta actividad, volviendo así altamente competitiva a la empresa que oferta dicho servicio.

Se ha notado que el mantenimiento preventivo es importante para alargar la vida útil de los equipos de climatización y no tener paros innecesarios en la producción, pero con el desarrollo de la industria se vienen implementando más tipos de mantenimientos derivados del preventivo, a los cuales se recomienda su estudio ya que, tendrían un impacto importante en la productividad de las empresas que brindan servicios de mantenimiento de sistemas de aire acondicionado.

Dentro de la presente investigación se analizaron equipos tipo centralizados electro - mecánicos, en los últimos tiempos la industria ha desarrollado la tecnología invertir, estos equipos tienen el mismo principio de funcionamiento, pero controlados por elementos electrónicos, por lo que se recomienda una nueva investigación para estandarizar procedimientos de mantenimiento y costos competitivos al mercado

Bibliografía

- [1] V. Escobar, «Ingeniería básica del área eléctrica y de instrumentación para la construcción de una plataforma petrolera de producción ecuatoriana,» *SPN*, vol. 1, n° 1, pp. 120-132, 2008.
- [2] E. Boot, «Experiencia laboral en mantenimiento preventivo de aires acondicionados tipo minisplit,» 2018. [En línea]. Available: <http://risisbi.uqroo.mx/handle/20.500.12249/1925>. [Último acceso: 25 Mayo 2021].
- [3] Nathaly Colocho; Paula Danza; Martha Guzman, «Manual basico de aires acondicionados,» 2011. [En línea]. Available: http://aducarte.weebly.com/uploads/5/1/2/7/5127290/manual_de_aire_acondicionado.pdf. [Último acceso: 01 junio 2021].
- [4] N. Connor, «Qué es el ciclo de Carnot – Carnot Heat Engine,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.thermal-engineering.org/es/que-es-el-ciclo-de-carnot-carnot-heat-engine-definicion/>. [Último acceso: 06 septiembre 2021].
- [5] Fattouh, B., Poudineh, R., & West, R., «The rise of renewables and energy transition: what adaptation strategy for oil companies and oil-exporting countries,» 2018. [En línea]. Available: <https://ora.ox.ac.uk/objects/uuid:c4bee7fd-305f-4ec9-a681-6f46fb6ec07e>. [Último acceso: 25 mayo 2021].
- [6] A. Andrango, «Plan de mantenimiento preventivo de aires acondicionados,» 2010. [En línea]. Available: https://www.academia.edu/29765108/Mantenimineto_aire_acondicionado. [Último acceso: 03 06 2021].
- [7] Y. Nusdea, «Mejora de la gestión de activos en el mantenimiento,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.smartgridsinfo.es/comunicaciones/comunicacion-mejora-gestion-activos-mantenimiento-parques-eolicos>. [Último acceso: 25 07 2021].
- [8] J. Gomez y J. Rios, «Sistema informático de gestión del mantenimiento de aires acondicionados,» 2011. [En línea]. Available: <http://www.revencyt.ula.ve/storage/repo/ArchivoDocumento/incien/v2n1-2/art05.pdf>. [Último acceso: 27 mayo 2021].
- [9] G. Hundy, *Refrigeration, Air Conditioning and Heat Pumps*, New York: ELSEVIER, 2017.
- [10] Wayne Turner & Steve Doty, *Energy management handbook*, <http://103.227.140.9/handle/123456789/13423>, 2006.
- [11] Tercener, «Sistema de Aire Acondicionado, tutorial para el trabajo,» 2015. [En línea]. Available: https://energypedia.info/images/c/c3/GIZ_Tutorial_Aire_Acondicionado_2015.pdf. [Último acceso: 03 Mayo 2021].
- [12] M. Murcia, «Regulación del uso de plantas y aires acondicionados en estaciones de base de telefonía móvil,» 2017. [En línea]. Available: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/9214/MuriaMarcela2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: 04 mayo 2021].
- [13] N. Manente, «Inspección general mecánica industrial,» 2016. [En línea]. Available: <http://files.escuela-tec-sup-maritima.webnode.com.uy/200000179-7b7b07c743/REFRIGERACION%20Y%20CLIMATIZACION%20MANENTE.pdf>. [Último acceso: 05 mayo 2021].
- [14] Trott, A; Welch, T, de *Refrigeration and Air Conditioning*, Gran Bretaña, BH, 2000, pp. 9-16.
- [15] Ivan Arias; Mónica Vallejo; María Ibarra, «Los costos de producción industrial en el Ecuador,» 2019. [En línea]. Available: <http://www.revistaespacios.com/a20v41n07/a20v41n07p08.pdf>. [Último acceso: 05 mayo 2021].

- [16] Juan Zambrano; Aleyani Zambrano, «Metodología para la aplicación de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad con criterios de administración de energía en equipos de aire acondicionado tipo compacto,» 2013. [En línea]. Available: https://www.researchgate.net/publication/302157808_Metodologia_para_la_aplicacion_de_un_plan_de_mantenimiento_centrado_en_la_confiabilidad_con_criterios_de_administracion_de_energia_en_equipos_de_aire_acondicionado_tipo_compacto. [Último acceso: 05 mayo 2021].
- [17] Hugo Espin; Andres Cabrera, «Análisis de Criticidad y AMEF para Gestión de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad,» 2018. [En línea]. Available: <https://redi.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/59355/1/ESPIN%20BARAHONA%20HUGO%20SRAEL%20-%202018.pdf>. [Último acceso: 05 mayo 2021].
- [18] Lean Solution, «AMEF Análisis de Modo y Efecto de Falla,» 2019. [En línea]. Available: <https://leansolutions.co/conceptos-lean/lean-manufacturing/amef-analisis-de-modo-y-efecto-de-falla/>. [Último acceso: 19 junio 2021].
- [19] Daniela Torres; Antonio Camacho; John Pérez, «Plan de Mantenimiento Preventivo de aires acondicionados tipo centrales,» 2015. [En línea]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/53104263.pdf>. [Último acceso: 04 mayo 2021].
- [20] A. López, «Manual de operaciones paquete de condensado aire,» 2018. [En línea]. Available: <https://docplayer.es/56701684-Manual-de-operaciones-paquete-condensado-aire.html>. [Último acceso: 05 mayo 2021].
- [21] Guillermo Carvajar; Duban Vidal, «Plan de mantenimiento de aires acondicionados,» 2019. [En línea]. Available: https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/15475/1/2019_Desarrollo_Plan_Mantenimiento.pdf. [Último acceso: 06 mayo 2021].
- [22] Daniel Avedaño; Nestor Gercia; Daniel Neme, «Formulación de una propuesta para el mejoramiento en la seguridad y salud en el trabajo y en la producción de aires acondicionado.,» 2019. [En línea]. Available: https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/8157/1/2019_seguridad_salud_ISO.pdf. [Último acceso: 05 mayo 2021].
- [23] Organización Internacional de Normalización , «Norma ISO 9001. Gestión de la calidad,» 2015. [En línea]. Available: <http://www.itvalledelguadiana.edu.mx/ftp/Normas%20ISO/ISO%209001-2015%20Sistemas%20de%20Gesti%C3%B3n%20de%20la%20Calidad.pdf>. [Último acceso: 05 mayo 2021].
- [24] David Cardona; Nohora Salazar; Nubia Suarez, «Implementación de la ISO 14001:2015 en el sector de aires acondicionados,» 2015. [En línea]. Available: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/30564/dcardonamo.pdf?sequence=1>. [Último acceso: 05 mayo 2021].
- [25] Organización Internacional de Normalización , «ISO 14001: 2015. Gestión Ambiental,» 2015. [En línea]. Available: <https://www.nueva-iso-14001.com/pdfs/FDIS-14001.pdf>. [Último acceso: 05 mayo 2021].
- [26] MIDUVI, «Norma Ecuatoriana de Construcción,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2020/07/NEC-HS-CL-Climatizaci%C3%B3n.pdf>. [Último acceso: 06 mayo 2021].
- [27] INEN, «INEN 2495. Eficiencia energética de acondicionados de aire sin ducto,» 2012. [En línea]. Available: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2495-1R.pdf>. [Último acceso: 05 mayo 2021].

- [28] Zambrano, Egilde, & Prieto, Ana, & Castillo, Ricardo, «Indicadores de gestión de mantenimiento en las instituciones públicas,» Telos, 2015. [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/pdf/993/99342682008.pdf>. [Último acceso: 02 septiembre 2021].
- [29] Alavedra Carlos, et al, «Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad,» 2013. [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/pdf/3374/337450992001.pdf>. [Último acceso: 02 Septiembre 2021].
- [30] Cabeza, Maria & Corredor, Edwin., «Principales concepciones de la gestión del mantenimiento,» 2010. [En línea]. Available: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-48212010000200008. [Último acceso: 02 septiembre 2021].
- [31] N. Manente, «Mantenimienot de aires de sistema acondicionado tipo paquete,» 2017. [En línea]. Available: <http://files.escuela-tec-sup-maritima.webnode.com.uy/200000179-7b7b07c743/REFRIGERACI%C3%83%E2%80%9CN%20Y%20CLIMATIZACI%C3%83%E2%80%9CN%20MANENTE.pdf>. [Último acceso: 05 mayo 2021].
- [32] C. T. R. C. W. V. Wuilkild Pérez, «Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para centrales de aires acondicionados,» 2015. [En línea]. Available: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:yXBWlns3DBQJ:https://www.lamjol.info/index.php/FAREM/article/download/2593/2343/+&cd=2&hl=es-419&ct=clnk&gl=ec>. [Último acceso: 05 septiembre 2021].
- [33] H. Luini, E. Villareal y L. Villareal, «Detección y diagnóstico de fallas mediante técnicas de inteligencia artificail,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/pdf/496/49648868002.pdf>. [Último acceso: 05 septiembre 2021].
- [34] R. T. D. M. Jose Aguilar, «Análisis de modos de falla, efectos y criticidad para la planeación de mantenimiento,» 2010. [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/pdf/482/48215094003.pdf>. [Último acceso: 05 septiembre 2021].
- [35] M. Pérez, «Propuesta de mejroa de gestión de mantenimiento de equipos de soporte en una empresa de gas natural,» 2014. [En línea]. Available: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/346806/Tesis+P%C3%A9rez+Tello.pdf?sequence=1>. [Último acceso: 06 septiembre 2021].
- [36] M. Jiménez, «Modelo de gestión de mantenimiento,» 2017. [En línea]. Available: https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/9624/dise%C3%B1o_modelo_gestion_mantenimiento_para_hotel_papcigayo_secrets_resorts_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y. [Último acceso: 05 septiembre 2021].
- [37] (MPCEIP), «Buenas prácticas ne procedimiento de instalación y mantenimiento de aires acondicionados,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2021/06/Manual-refrigeracion-y-aire-acondicionado.pdf>. [Último acceso: 05 septiembre 2021].
- [38] P. L. Hernández, M. Carro, J. Montes de Oca, L. García y S. J. Fernández, «Optimización del mantenimiento preventivo, utilizando las técnicas de diagnóstico integral,» 2008. [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/pdf/3291/329127758005.pdf>. [Último acceso: 05 septiembre 2021].
- [39] J. Zambrano y N. Fumo, «Metodología de mantenimiento dentrado en la confiabilidad,» 2012. [En línea]. Available: https://www.researchgate.net/publication/302157808_Metodologia_para_la_aplicacion_de_un_plan_de_mantenimiento_centrado_en_la_confiabilidad_con_criterios_de_administracion_de_energia_en_equipos_de_aire_acondicionado_tipo_compacto. [Último acceso: 06 septiembre 2021].
- [40] G. Barrientos, «Mejora de la gestión de mantenimiento de maquinaria pesada con la metodología AMEF,» 2017. [En línea]. Available:

http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/3465/3/2017_Barrientos-Medina.pdf. [Último acceso: 05 mayo 2021].

- [41] N. Escobar, «Ingeniería básica del área eléctrica y de instrumentación para la construcción,» 2008. [En línea]. Available: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1026/1/CD-1470%282008-05-22-09-05-09%29.pdf>. [Último acceso: 05 mayo 2021].
- [42] P. Mendoza, «Rendimiento del ciclo de Carnot,» 2018. [En línea]. Available: http://www2.fisica.unlp.edu.ar/~pmendoza/2018_FisicaI/2018_Fisica1_M2_Clase11y12.pdf. [Último acceso: 25 07 2021].

Anexos

Anexos 1 Base de datos

Anexos 2 análisis de modo de fallos y efectos

Anexos 3 instructivo de trabajo del mantenimiento preventivo it-mp-001

Anexos 4 registro de mantenimiento r-mp-001

Anexos 5 lista de chequeo de inspección lci-mc-001

Anexos 6 Informe técnico de mantenimiento i-mc-001

Anexos 7 Informe económico ie-mc-001

Anexos 8 instructivo de trabajo de mantenimiento correctivo it-mc-001

Anexos 9 Registro de mantenimiento correctivo r-mc-001

Anexos 10 Análisis de precio unitario

Anexos 11 Comparación de costos

ANEXO 1. BASE DE DATOS				
AREA	EQUIPO	CAPACIDAD	REPORTE DE DAÑO INICIAL	COSTO
SUBESTACION E	1	300.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE /INCLUYE VACIO Y RECARGA	\$ 264,45
CASETA COMEDOR 2	2	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE / INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS REFRIGERANTE R410A , ARREGLO DE TUBERIA DE DESAGUE	\$ 101,95
CASETA COMEDOR 2	3	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE / INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS REFRIGERANTE R410A , ARREGLO DE TUBERIA DE DESAGUE	\$ 104,78
CASETA COMEDOR 2	4	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE / INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS REFRIGERANTE R410A , ARREGLO DE TUBERIA DE DESAGUE	\$ 103,53
SUBESTACION D	5	180.000 BTU/H	REEMPLAZO DE BANDA B-57	\$ 67,00
SUBESTACION E	6	300.000 BTU/H	REEMPLAZO DE BANDA A50 , RECARGA DE GAS REFRIGERANTE R-410	\$ 276,37
SUBESTACION E	7	300.000 BTU/H	REEMPLAZO DE BANDA A52	\$ 107,52
SUBESTACION E	8	300.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS REFRIGERANTE R410A, REEMPLAZO DE BANDA A52	\$ 322,58
SUBESTACION E	9	300.000 BTU/H	REEMPLAZO DE BANDA A-51, REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE / INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R410	\$ 312,80
MARK VI	10	60.000 BTU/H	REEMPLAZO DE AISLAMIENTO A LA INTERPERIE (CHOVA) ,REEMPLAZO DE FIBRA DE VIDRIO .	\$ 81,68
OFICINA SETIL	11	60.000 BTU/H	CAMBIO DE TUBERIA PVC PARA DESAGUE (DRENAJE), REEMPLAZO DE TORNILLOS	\$ 27,63
SETIL CABINA TURBO 2	12	60.000 BTU/H	REEMPLAZO DE AISLAMIENTO A LA INTERPERIE (CHOVA) ,REEMPLAZO DE FIBRA DE VIDRIO .	\$ 403,99
SUBESTACION E	13	120.000 BTU/H	REPRACION DE FUGA DE REFRIGERANTE / INCLUYE VACO Y RECARGA DE GAS R410	\$ 296,96
SETIL SUBESTACION E	14	120.000 BTU/H	REPRACION DE FUGA DE REFRIGERANTE / INCLUYE VACO Y RECARGA DE GAS R410	\$ 271,17
CASETA ASFALTO	15	60.000 BTU/H	REEMPLAZO DE CAPACITOR 70 MFD , REEMPLAZO DE BREAKER 63 AMP , CAMBIO DE TUBERIA PVC PARA DRENAJE	\$ 127,73
CASETA CERO	16	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS REFRIGERANTE R-410 A, REEMPLAZO DE PILAS AAA	\$ 115,68
CASETA CERO	17	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE / INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS REFRIGERANTE R-410 A	\$ 105,01
CASETA CERO	18	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE / INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS REFRIGERANTE R410, REEMPLAZO DE TORNILLOS	\$ 93,28
CATALITICAS 3	19	120.000 BTU/H	REEMPLAZO DE BANDA B-42, REEMPLAZO DEL CONTROL DE TEMPERATURA ALAMBRICO	\$ 105,00
SUBESTACION A	20	90.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE / INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R410A	\$ 269,51
SUBESTACION B	21	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE / INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R410, REEMPLAZO DE FILTRO SECADOR	\$ 179,61
SUBESTACION A	22	90.000 BTU/H	RECARGA DE GAS REFRIGERANTE R-410 A, REEMPLAZO DE CAPACITOR 7,5MFD	\$ 298,68
CASETA LLENADERA	23	36.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE / INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R410A	\$ 111,01
CASETA LLENADERA	24	36.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE / INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R410A	\$ 108,17
CASETA LLENADERA	25	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE / INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R410A	\$ 115,15
CASETA LLENADERA	26	36.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE / INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS, REEMPLAZO DE CAPACITOR, REEMPLAZO DE MOTOR VENTILADOR CONDESADOR	\$ 278,32
SUBESTACION F	27	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS REFRIGERANTE R410A, REPARACION DE DESAGUE, REEMPLAZO DE CAPACITOR DE 70 MFD, REEMPLAZO DE TUBERIA DE DESAGUE	\$ 162,71
SUBESTACION F	28	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS REFRIGERANTE R410A, REPARACION DE DESAGUE, REEMPLAZO DE CAPACITOR DE 60 MFD Y 10 MFD	\$ 171,35

SUBESTACION F	29	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS REFRIGERANTE R410A	\$ 133,35
SUBESTACION F	30	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS REFRIGERANTE R410A	\$ 138,96
SUBESTACION W	31	25 TONELADAS	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R410A	\$ 313,19
SUBESTACION F	32	60.000 BTU/H	REEMPLAZO DE LANA DE VIDRIO (CINTA DE ALUMINIO 3" REFORZADA)	\$ 864,34
SUBESTACION B	33	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS REFRIGERANTE R410A, REEMPLAZO DE COMPRESOR 48.000 BTU, REEMPLAZO DE CAPACITOR DE 15 MFD Y 60 MFD, REEMPLAZO DE MOTOR VENTILADOR CONDENSADOR, REEMPLAZO DE FILTRO SECADOR	\$ 898,74
ESTACION DE BOMBEROS	34	36.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS REFRIGERANTE R410A, REEMPLAZO DE COMPRESOR DE 36.000 BTU	\$ 637,62
INSTRUMENTOS-CASETA BLANCA	35	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS REFRIGERANTE R-410A	\$ 89,89
CASETA ASFALTO	36	60.000 BTU/H	REEMPLAZO DE CAPACITOR DE 10 MFD	\$ 51,67
OFICINA SETIL	37	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R410A, REEMPLAZO DE COMPRESOR DE 60.000 BTU-R410A	\$ 710,74
CASETA NO CATALITICAS 2	38	36.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R410A, REEMPLAZO DE COMPRESOR DE 36.000 BTU-R410A, REEMPLAZO DE CONTACTOR DE 40A 2P, REEMPLAZO DE CAPACITOR DE 10 MFD, REEMPLAZO DE MOTOR BLOWER 1 HP, REEMPLAZO DE FILTRO SECADOR	\$ 802,07
CASETA ISO	39	60.000 BTU/H	REEMPLAZO DE CONTACTOR DE 40A 2P BOBINA DE 24V	\$ 88,00
CASETA NO CATALITICAS 2	40	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R-410A, REEMPLAZO DE COMPRESOR DE 60.000 BTU R410A, REEMPLAZO DE CONTACTOR DE 40A 2P, REEMPLAZO DE CAPACITOR DE 70 MFD, REEMPLAZO DE MOTOR BLOWER, REEMPLAZO DE MOTOR VENTILADOR CONDENSADOR	\$ 1.178,28
CASETA NO CATALITICAS 2	41	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R-410A, REEMPLAZO DE COMPRESOR DE 60.000 BTU R410A, REEMPLAZO DE MOTOR BLOWER	\$ 982,67
CASETA COMEDOR 2	42	60.000 BTU/H	REEMPLAZO DE CAPACITOR DE 5 MFD Y 10 MFD, REEMPLAZO DE MOTOR VENTILADOR CONDENSADOR DE 1/4 HP 220 V, REEMPLAZO DE MOTOR BLOWER DE 1/2 HP	\$ 600,15
SUBESTACION A	43	90.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R410A	\$ 264,51
CASETA NO CATALITICAS 1	44	60.000 BTU/H	REEMPLAZO DE CONTACTOR DE 40A 2P, REEMPLAZO DE TRANSFORMADOR DE 220V-24V, REEMPLAZO DE LANA DE VIDRIO	\$ 129,53
CASETA NO CATALITICAS 1	45	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R410A, REEMPLAZO DE VALVULAS DE SERVICIO DE 1/4	\$ 164,56
CASETA NO CATALITICAS 1	46	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R410A, REEMPLAZO DE COMPRESOR DE 60.000 BTU R410A, REEMPLAZO DE CONTACTOR DE 40A 2P, REEMPLAZO DE CAPACITOR DE 70 MFD, REEMPLAZO DE MOTOR BLOWER, REEMPLAZO DE MOTOR VENTILADOR CONDENSADOR, REEMPLAZO DE TRANSFORMADOR 220V-24V, REEMPLAZO DE FILTRO SECADOR	\$ 1.202,28
CASETA CERO	47	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R410A, REEMPLAZO DE LANA DE VIDRIO, REEMPLAZO DE VALVULAS DE SERVICIO	\$ 208,92
CASETA CERO	48	60.000 BTU/H	REEMPLAZO DE MOTOR VENTILADOR CONDENSADOR Y EVAPORADOR, REEMPLAZO DE LANA DE VIDRIO	\$ 311,98
CASETA CERO	49	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R410A, REEMPLAZO DE COMPRESOR DE 60.000 BTU R410A, REEMPLAZO DE CAPACITOR DE 5 MFD Y 60 MFD, REEMPLAZO DE FILTRO SECADOR, REEMPLAZO DE LANA DE VIDRIO, REEMPLAZO DE MOTOR VENTILADOR EVAPORADOR	\$ 1.177,78
SETRIA A	50	60.000 BTU/H	REEMPLAZO DE CAPACITOR DE 5 MFD, REEMPLAZO DE MOTOR VENTILADOR CONDENSADOR, REEMPLAZO DE BANDA A-48	\$ 253,13
SETRIA B	51	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R410A, REEMPLAZO DE CAPACITOR DE 70 MFD	\$ 154,84
MARK VI	52	60.000 BTU/H	REEMPLAZO DE TARJETA ELECTRONICA UNIVERSAL	\$ 154,81
OFICINA MANTENIMIENTO	53	240.000 BTU/H	REEMPLAZO DE BANDA B-70	\$ 72,16
OFICINA MANTENIMIENTO	54	240.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R410A, REEMPLAZO DE POLEA, REEMPLAZO DE BANDA B-71	\$ 342,66
CASETA AZUFRE	55	120.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R-410A, REEMPLAZO DE COMPRESOR DE 120.000 BTU R410A, REEMPLAZO DE MOTOR MONOFASICO DE 3 HP, REEMPLAZO DE FILTRO SECADOR, REEMPLAZO DE BANDA A-23, REEMPLAZO DE BREKER 20A SQUAR D	\$ 2.153,98

SUBESTACION E	56	300.000 BTU/H	REEMPLAZO DE BANDA A-50	\$ 92,00
SUBESTACION D	57	300.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R-410A, REEMPLAZO DE COMPRESOR DE 150.000 BTU R410A, REEMPLAZO DE FILTRO SECADOR	\$ 7.174,47
SUBESTACION D	58	300.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R-410A, REEMPLAZO DE COMPRESOR DE 150.000 BTU R410A, REEMPLAZO DE FILTRO SECADOR, REBOBINADO DEL MOTOR	\$ 7.374,47
SUBESTACION E	59	120.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R-410A, REEMPLAZO DE COMPRESOR DE 60.000 BTU R-410A, REEMPLAZO DE CAPACITOR DE 10 MFD, REEMPLAZO DE FILTRO SECADOR	\$ 6.272,09
SUBESTACION E	60	300.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R-410A, REEMPLAZO DE COMPRESOR DE 150.000 BTU R-410A, REEMPLAZO DE FILTRO SECADOR, REEMPLAZO DE VÁLVULAS SELENIODES, REEMPLAZO DE VÁLVULAS DE 4 VÍAS, REEMPLAZO DE VÁLVULA DE EXPANSIÓN TERMOSTÁTICA	\$ 7.960,14
SUBESTACION E	61	300.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R-410A, REEMPLAZO DE COMPRESOR DE 150.000 BTU R-410A, REEMPLAZO DE FILTRO SECADOR	\$ 7.813,35
OFICINA SETIL	62	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R-410A, REEMPLAZO DE COMPRESOR DE 60.000 BTU R-410A, REEMPLAZO DE FILTRO SECADOR, REEMPLAZO DE CABLES	\$ 724,27
SUBESTACION W1	63	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACION Y RECARGA DE GAS R-410A, REEMPLAZO DE COMPRESOR DE 60.000 BTU R410A, REEMPLAZO DE CAPACITOR DE 80 MFD	\$ 843,95
SUBESTACION M	64	240.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R410A, REEMPLAZO DE COMPRESOR DE 120.000 BTU R410A, REEMPLAZO DE CAPACITOR DE 7.5 MFD, REEMPLAZO DE MOTOR VENTILADOR CONDENSADOR, REEMPLAZO DE FILTRO SECADOR	\$ 1.907,02

\$ 59.226,15

ANEXO 2. ANÁLISIS DE MODOS DE FALLO Y EFECTOS

Nombre del Sistema / Equipo (Título): Sistema de Aire Acondicionado Tipo Central	Fecha AMFE: 26/5/2021
Responsable (Dpto. / Área): Mantenimiento	Fecha Revisión: 0
Responsable de AMFE (persona): Diego Cajamarca	

TIPO DE TAREA A REALIZAR

Componente del Sistema	Función	Descripción de la Falla funcional	Modo de Fallo	Efecto	Causas	TIPO DE TAREA A REALIZAR				Acciones recomend.	CORRECTIVA	PREVENTIVA	MODIFICACIÓN	PREDICTIVA	Responsable	Acción Tomada	Nivel de Impacto			
						Gravedad	Ocurriencia	Detección	NPR inicial								Gravedad	Ocurriencia	Detección	NPR final
Compresor scroll	Primaria: Comprimir el refrigerante	El refrigerante no se comprime	Falla en el componente de arranque (capacitor)	No logra arrancar el compresor	Capacitor bajo de capacitancia	7	2	2	28	Revisar capacitancia en el kit de arranque		x			Tecnico de climatización	cambio de capacitor	4	1	1	4
			Componentes mecánicos pegados	No eleva presión	No circula aceite térmico	6	2	1	12	Revisar niveles de aceite, color y viscosidad	x				Tecnico de climatización	cambio de aceite	2	1	1	2
			Bobinas abiertas	Genera un corto	Alto consumo de amperaje hasta llegar al fallo	9	3	1	27	Revisar consumo de corriente, carga de refrigerante	x				Tecnico de climatización	Lectura de presión y amperaje	2	1	1	2
		Presión de succión bajo de 100 PSI	Baja presión	Desgaste de partes internas - Posible trabajo en vacío	Bajo consumo de amperaje	8	2	5	80	Revisar consumo de corriente, carga de refrigerante	x				Tecnico de climatización	Lectura de presión y amperaje	1	2	1	2
		Presión de descarga mayor 450 PSI	Alta presión	Bloque el compresor	Alto consumo de amperaje hasta llegar al fallo	8	2	5	80	Revisar consumo de corriente, carga de refrigerante	x				Tecnico de climatización	Lectura de presión y amperaje	1	2	1	2
		Valores anormales de presión	Tuberías Obstruidas	Bloqueo del compresor	Elevación de presión en una línea	7	2	1	14	Revisar micrones de humedad al hacer vacío, consumo de corriente y carga de refrigerante	x				Tecnico de climatización	Lectura de presión y amperaje	2	2	2	8
Motor ventilador: condensador - evaporador	Suministrar aire frío - Extraer calor del serpentín	El motor no arranca	Bobinas abiertas	No arranca el motor - eleva el amperaje y genera un corto	Bobinas recalentadas o abiertas	4	1	2	8	Rebobinas el motor o cambiarlo	x				Supervisor	Cambio de motor	2	1	1	2
		Arranque tardío - calentamiento	Falla en el componente de arranque (capacitor - contactor)	Eleva el amperaje o no arranca el motor	Capacitor bajo de capacitancia - contactor abierto la bobina	6	1	2	12	Revisar sistema eléctrico de arranque del motor	x				Técnico de climatización	cambio capacitor - contactor	1	1	1	1
		Motor con bajas RPM o Sonido	Rodamientos defectuosos	Eleva el amperaje - daña bobinas y rotor	Rodamientos sin lubricación	7	2	4	56	Análisis de vibraciones en motor y lubricarlo		x			Técnico de climatización	Lubricación de rodamientos	1	1	1	1
		El serpentín de la evaporadora no condensa	Serpentín sucio	El blower no puede absorber el frío que genera el refrigerante al pasar por el serpentín	Suciedad en el serpentín interrumpe el flujo de aire	5	2	2	20	Limpieza de serpentín		x			Técnico de climatización	Limpieza de serpentín	4	2	1	8

Serpentín Evaporadora - Condensadora	Paso del refrigerante en modo gas o líquido	la condensadora no extrae el calor	Serpentín con fugas	El serpentín no extrae el calor del ambiente por falta de refrigerante	Fuga de refrigerante del sistema	8	2	2	32	Revisar presiones y corrección de fugas	x				Supervisor	Soldadura de cobre con plata	3	2	1	6
		Los serpentines se congelan	Aletas de intercambio de calor dobladas	el intercambio de calor no es el adecuado	Las aletas no estan alineadas	4	2	2	16	Peinado del serpentín		x			Técnico de climatización	Peinado del serpentín	2	1	1	2
Válvula de expansión termostática	Genera una caída de presión de refrigerante entre el condensador y evaporador para que cambio su estado de líquido a gas	Sobre calentamiento bajo lo nominal	Excesivo paso de refrigerante	Alto consumo de energía ingreso de líquido al compresor	El refrigerante no alcanza a cambiar de estado para regresar al compresor	8	3	2	48	Recalcular el sobrecalentamiento y evacuación de refrigerante	x				Supervisor	Evacuación de refrigerante	2	2	1	4
		Sub enfriamiento alto	Limitado pasa de refrigerante	Condensación o congelamiento del sistema	Poco refrigerante ingresa al compresor	8	4	2	64	Recalcular el sub enfriamiento y carga de refrigerante	x				Supervisor	Carga de refrigerante	2	2	1	4
		Presiones elevadas	Obstrucción en la válvula	Presión de alta elevada	Limallas o humedad en el sistema	4	1	2	8	Limpieza de sistema y cambio de válvula	x				Técnico de climatización	Cambio de válvula y limpieza del sistema	1	1	1	1
Termostato	Regula el modo - temperatura y velocidad del suministro de aire climatizado	Sin señal desde el equipo	El equipo no acciona	Equipo apagado	Cables de conexión defectuosos	3	1	1	3	Revisión de cables		x			Técnico de climatización	Conección adecuada	1	1	1	1
		No enciende	El equipo no acciona	Equipo apagado	Sin batería	6	2	1	12	Cambio de pilas	x				Técnico de climatización	Cambio de pilas	1	1	1	1
Elementos de arranque	Dan la exitación y permiten el paso de corriente a los elementos	Compresor o motor no arranca	Falla en el componente de arranque (capacitor)	No eleva presión - no gira el motor	Capacitor con valores bajos del nominal	7	2	2	28	Lectura de valores de capacitancia		x			Técnico de climatización	Cambio de capacitor	1	1	1	1
		No hay paso de corriente	Fallos en el componente de paso de energía (contactor)	No eleva presión el compresor - no arranca el motor	Contactor abierto sus bobinas	6	3	1	18	Lectura de valores de entrada y salida de corriente		x			Técnico de climatización	Cambio de contactor	1	1	1	1

Valores de G entre 1 y 10; Valores de O entre 1 y 10; Valores de D entre 10 y 1 (Ver tablas de Valoración)

Valores de G entre 1 y 10; Valores de O entre 1 y 10; Valores de D entre 10 y 1 (Ver tablas de Valoración en el tutorial)

Documento	INSTRUCTIVO DE TRABAJO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO IT-MP-001
Fecha:	18.04.21
Numero de informe:	IT-MP-001

1. **OBJETIVO**

PROLONGAR LA VIDA ÚTIL DE LOS EQUIPOS Y SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO MEDIANTE LA EJECUCIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EL CUAL PERMITIRÁ REDUCIR NOTORIAMENTE LAS INTERVENCIONES CORRECTIVAS REFLEJÁNDOSE EN LOS TIEMPOS MUERTOS DE LOS EQUIPOS.

2. **INTRODUCCIÓN**

Este documento permitirá identificar las actividades que se deben realizar para cumplir con el objeto del Contrato, dentro del cual se debe hacer un mantenimiento preventivo a los sistemas y equipos de aire acondicionado, según los términos de referencia.

Para el correcto desempeño de todo equipo o maquinaria, es necesario que cada 3 meses se realicen trabajos de mantenimiento preventivo, así se podrá lograr extender su tiempo de vida útil, tener ahorro de energía, conseguir que los equipos funcionen adecuadamente y conservar la garantía de los mismos.

3. **METODOLOGÍA DE TRABAJO**

Con una intervención de 4 veces al año, cada trimestre se deberá proceder con trabajos de mantenimiento preventivo.

El mantenimiento preventivo incluye la revisión de todos los sistemas mecánicos, eléctricos, electromecánicos y de control, tanto del sistema de inyección, extracción, aire acondicionado como del tablero de control (sistema centralizado), limpieza general lubricación y reajustes del sistema de alimentación de energía, control de fugas y todo lo necesario para garantizar la continuidad y confiabilidad del funcionamiento de los equipos y sistemas de aire acondicionado, en base a las actividades indicadas en el punto 3.1 de este documento.

3.1 Desarrollo del mantenimiento

Las actividades que corresponde para un mantenimiento preventivo de equipos centralizados o paquete son las siguientes:

MANTENIMIENTO PREVENTIVO – CENTRALES 60K A 360K BTU

UNIDAD:

U

DESCRIPCIÓN:

1. Montaje y desmontaje de carcazas para acceder a partes mecánicas y eléctricas.
2. Revisión y limpieza de tarjetas electrónicas.
3. Revisión y limpieza de condensador, serpentín y abanicos.
4. Limpieza, reparación o cambio de líneas de drenaje.
5. Revisión y corrección de fugas de aceite en válvulas de seguridad.
6. Limpieza general interna y externa de la unidad
7. Ajuste de controles de temperatura y presión.
8. Revisión de presiones (alta y baja).
9. Tomas de lectura (voltaje y amperaje).
10. Carga (completar) de gas refrigerante para calibrar equipo.
12. Limpieza a los serpentines cada tres meses con productos de limpieza que sean adecuadas e inorgánicas.
13. Revisar sistema eléctrico de falsos contactos.
14. Revisar bobinas, contactores platinos y relevadores, válvulas solenoides
15. Revisión de transformadores de control
16. Prueba de vibración
17. Prueba de arranque y paro.
18. Limpieza de filtros.
19. Limpieza y desinfección de rejillas y ductos.
20. Pintura o cambio en latas corroídas una vez al año.
21. Cambio de tornillos oxidados
22. Cambio de fusibles y terminales recalentados
23. Además debe ejecutar todas las tareas como soldaduras (eléctrica), balanceo de ventiladores entre otras actividades a fin de que el equipo funcione en condiciones normales
24. Calibración del motor
25. Limpieza con presión de los componentes del sistema.
26. Revisión y/o ajuste de bandas y poleas.
27. Medición de velocidad de ventilación, presión, voltaje, amperaje y funciones del control remoto.

MATERIALES:

Líquido de limpieza biodegradable, aceite o grasa para lubricar parte móviles, solución dieléctrica, cinta aislante, terminales eléctricos, refrigerante.

HERRAMIENTAS:

Aspiradora industrial, hidrolavadora, caja de herramientas, escalera tipo pata de gallo, arnés, pinza amperimétrica, manómetro

FRECUENCIA:

Trimestral

A continuación, se detallan los procedimientos que se debe ejecutar para el mantenimiento de equipos tipo centrales o paquete.

PROCEDIMIENTO PARA EL MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO TIPO CENTRAL.

1. Desconecta la alimentación eléctrica del equipo y realiza una inspección de sus elementos, entre los cuales debes considerar las partes móviles, a los cuales se les deberá hacer una limpieza general.
2. Desarmar las carcasas y dejar expuesto los serpentines y demás elementos mecánicos.
3. Inspecciona los filtros de la unidad evaporadora del sistema, ya que normalmente se encuentran instalados en el ducto de retorno o en un bastidor especial ubicado en el retorno de la unidad. Los filtros sucios generan un sobreesfuerzo al blower y compresor, si los filtros son lavables, lavarlos con agua y detergente, si los filtros son desechables, deben ser adquiridos por el cliente en un mantenimiento correctivo.
4. Examinar y limpiar los motores, blower y ventilador de los sistemas de evaporación y condensación, verificar buen estado de rodamientos y si es necesario engrasarlos.
5. Revisar los serpentines, tanto de la parte de condensación y evaporación. Límpialos con el agente de limpieza y agua a presión, tener cuidado con las aletas, si las mismas están dobladas es necesario enderezarlas con un peinador de serpentines.
6. Inspecciona que la unidad se encuentre perfectamente nivelada, que la bandeja del drenaje esté limpia y la tubería de desague no tenga obstrucciones.
7. Volver a conectar toda la parte eléctrica y electrónica, colocar las carcasas.
8. Energizar el equipo y encenderlos, medir valores de presión de alta, presión de baja voltaje y amperaje, compararlos con las especificaciones del fabricante del equipo
9. Verificar que el equipo enfría correctamente y que no haya vibraciones.
10. Si las presiones de funcionamiento están hasta un 10% menos de su valor nominal se deberá cargar refrigerante para dejarlo calibrado. Si el porcentaje es menor el equipo aplica para un trabajo correctivo para reparación la fuga de refrigerante.
11. Una vez comparado todos los parámetros de funcionamiento de presiones, amperaje, sub enfriamiento, sobrecalentamiento y suministro de aire climatizado, entregar el trabajo con el ANEXO 4 "REGISTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO" identificando si se debe realizar trabajos correctivos.

4. IDENTIFICATIVOS PARA GENERAR UN MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

Detallamos en el punto anterior las actividades que corresponden a un mantenimiento preventivo, después de este se determinaran si se amerita un mantenimiento correctivo los equipos.

Si los equipos acondicionadores de aire requieren reparación, que implique el cambio de repuestos, partes o accesorios e insumos para su normal funcionamiento, este trabajo se considerará Mantenimiento Correctivo. También se considerará dentro del mantenimiento correctivo, los trabajos especiales de reparación de unidades, partes o accesorios que se requieran para el buen funcionamiento de los equipos o para alargar la vida útil de los mismos.

Las principales fallas que derivaran a un M. Correctivo pueden ser:

- Reparación de fuga de refrigerante: para equipos que usan refrigerante R410 se deben presentar presiones PB: 125 PSI y PA: 325 PSI y para R22 se presentan presiones PB: 60 PSI y PA 275 PSI para que el equipo este con presiones optimas de trabajo; si se encuentran presiones menores a PB: 100 PSI y PB: 45 PSI respectivamente no ameritan carga de refrigerante sino se deriva a un M. Correctivo ya que se presenta una fuga de refrigerante.
- Cambio de componentes quemados: compresores, motores de ventilación, tarjetas, componentes eléctricos, electrónicos y componentes mecánicos.
- Puesta en marcha de quipos desmantelados: estos equipos han sido desmantelados y dejaron de funcionar. Para lo cual se propondrá un mantenimiento correctivo colocando todos sus componentes faltantes.
- Cualquier elemento que no permita que se obtenga un óptimo funcionamiento del sistema de refrigeración y no permita cumplir con las especificaciones funcionales del fabricante.

Si del mantenimiento preventivo se deriva un correctivo usar el ANEXO 5 “LCI-MC-001”

5. CONCLUSIONES

1. Se dará el servicio de mantenimiento preventivo a equipos tipo centralizados o paquetes de las sub estaciones petroleras.
2. Zonas críticas varían dependiendo de la necesidad en ese momento del contratante.
3. Se determinarán en un informe, los daños más comunes que se encuentren en los equipos y por los cuales se agendará un mantenimiento correctivo de acuerdo a los procedimientos indicados en este documento.
4. Toda la información proporcionada en cada mantenimiento tanto preventivo como correctivo será ingresada al historial de cada equipo, ubicación, cantidad y tipología, donde consten las características y condiciones del equipo, trabajos realizados, repuestos cambiados, nombres de funcionarios responsables, garantía otorgada y más información necesaria para llevar el contrato y que será de acceso universal para los Supervisores y Administradores del Contrato.

Atentamente.

REGISTRO DE MANTENIMIENTO R-MP-001

CONTRATO:		ORDEN DE TRABAJO:	OPERATIVO	SI:	NO:	
NÚMERO DE INTERVENCIÓN:						
FECHA DE EJECUCIÓN:						
PROXIMO SERVICIO:						
LUGAR DE TRABAJO						
DEPENDENCIA:						
LOCALIDAD:						
AREA:						
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO						
MODELO						
TIPO DE EQUIPO:						
MARCA:						
CAPACIDAD:						
SERVICIO MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO:				SI	NO	N/A
Revisión y limpieza de tarjetas electrónicas						
Revisión y limpieza de condensador, serpentín y abanicos						
Limpieza de líneas de drenaje						
Revisión y corrección de fugas de aceite en válvulas de seguridad						
Limpieza general interna y externa de las unidades (evaporadora y condensador)						
Ajuste de controles de temperatura y presión						
Revisión de presiones (alta y baja)		P. A=	P.B=			
Tomas de lectura (voltaje y amperaje)		V=	AMP=			
Carga (completar) de gas refrigerante de acuerdo a la necesidad						
Limpieza a los condensadores cada tres meses con foam cleaner u otro						
Revisar sistema eléctrico de falsos contactos						
Revisar bobinas, contactores platinos y relevadores, válvulas solenoides						
Revisión de transformadores de control						
Prueba de vibración						
Prueba de arranque y paro						
Cambio de filtros						
Limpieza y desinfección de rejillas y ductos						
Cambio de tornillos oxidados						
Cambio de fusibles y terminales recalentados						
Calibración del motor						
Limpieza con presión de los componentes del sistema						
Revisión y/o ajuste de bandas y poleas						
Medición de velocidad de ventilación, presión, voltaje, amperaje y funciones de control remoto						
Verificación de aislamiento térmico de tubería						
OBSERVACIONES:						
RECOMENDACIONES:						
TÉCNICO RESPONSABLE	AREA/ USUARIO	SUPERVISOR		SUPERVISOR DE CONTRATO		
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:	
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:	Firma:	Firma:	

OBSERVACIONES

RECOMENDACIONES

TÉCNICO RESPONSABLE	ÁREA USUARIA
NOMBRE: _____	NOMBRE: _____
FIRMA: _____	FIRMA: _____

ANEXO 6. INFORME TÉCNICO DE MANTENIMIENTO I-MC-001

FECHA:

ANTECEDENTES:

Se presenta el siguiente informe técnico económico solicitado por el supervisor del contrato, atendiendo al requerimiento del por parte de.....

Inserte captura de pantalla del correo de petición de inspección técnica.

Criterio Técnico:

Por medio del presente informe pongo en su conocimiento las fallas y/o averías encontradas en el equipo que climatiza el área de....., lo cual se detalla lo siguiente:

EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO:

MARCA	
REFRIGERANTE	
TIPO	
CAPACIDAD	
AREA	
CODIGO	

Inserte fotografías del área climatizada y de los equipos

Detallar el estado actual del equipo y en base al ANEXO 3 "LISTA DE CHEQUEO DE INSPECCION" indicar los daños, causas y recomendar los trabajos correctivos.

Introducir fotografías de presiones, amperajes y daños encontrados.

Por tal razón se recomienda

- Enlistar los trabajos que se deben realizar

PRESUPUES CORRECTIVO

Una vez realizado el criterio técnico usar el ANEXO 7 “INFORME ECONÓMICO IE-MC-001” para determinar el costo de reparación.

PRESUPUESTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

N° EQUIPO	AC-ZNO 213			
MANO DE OBRA DESCRIPCION	ITEM	CANTIDAD A	COSTO UNITARIO B	COSTO C=AxB
Reparacion de fuga de refrigerante y recarga de gas, reemplazo de banda	7	1,00	240,00	240,00
SUBTOTAL				240,00

MATERIALES DESCRIPCION	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
Banda A-57	74	U	1,00	12,72	12,72
Varilla de plata para soldar cobre	30	U	3,00	1,50	4,50
Gas refrigerante R-410A	26	KG	5,00	6,17	30,85
Rodamiento 6205	82	U	2,00	5,40	10,80
SUBTOTAL					58,87

VALOR CORRECTIVO	298,87
-------------------------	---------------

Nota: detallar el tiempo que se demora la ejecución del trabajo, tomar en cuenta repuestos en stock, importaciones y mano de obra.

Firma del responsable.

ANEXO 7. INFORME ECONÓMICO IE-MC-001

NOMBRE DEL OFERENTE:
PROYECTO: -

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 1 DE 6
 UNIDAD: U

RUBRO : 01
 DETALLE : CAMBIO DE COMPRESOR

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					1.93
SUELDA DE OXIACETILENO	1.00	5.00	5.00	4.000	20.00
BOMBA DE VACIO	1.00	6.25	6.25	4.000	25.00
ESCALERA PATA DE GALLO	1.00	2.50	2.50	4.000	10.00
VACUOMETRO	1.00	3.75	3.75	4.000	15.00
MANOMETRO	1.00	1.00	1.00	4.000	4.00
PINZA AMPERIMETRICA	1.00	6.25	6.25	4.000	25.00
BALANZA	1.00	6.25	6.25	4.000	25.00
VEHICULO CAMIONETA	1.00	18.75	18.75	4.000	75.00
TANQUE DE NITROGENO 7M3	1.00	10.00	10.00	4.000	40.00
SUBTOTAL M					240.93

MANO DE OBRA DESCRIPCION		CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
RESIDENTE DE OBRA	EO B1	1.00	4.08	4.08	1.000	4.08
TÉCNICO ELECTROM. DE CONSTRUC.	EO D2	1.00	3.66	3.66	4.000	14.64
AYUDANTE DE ELECTRICISTA	EO E2	1.00	3.62	3.62	4.000	14.48
CHOFERES PROFESIONALES	CH C1	1.00	5.31	5.31	1.000	5.31
SUBTOTAL N						38.51

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	279.44
INDIRECTOS (%)	25.00% 69.86
UTILIDAD (%)	0.00% 0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	349.30
VALOR OFERTADO	349.30

SON: TRESCIENTOS CUARENTA Y NUEVE DOLARES, 30/100 CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: 23 DE AGOSTO DE 2021

FIRMA DEL OFERENTE

NOMBRE DEL OFERENTE:
 PROYECTO: -

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 2 DE 6

RUBRO : 02

UNIDAD: U

DETALLE : CAMBIO DE MOTOR DE BLOWER O VENTILADOR

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					1.93
ESCALERA PATA DE GALLO	1.00	2.50	2.50	4.000	10.00
PINZA AMPERIMETRICA	1.00	6.25	6.25	4.000	25.00
VEHICULO CAMIONETA	1.00	18.75	18.75	1.000	18.75
SUBTOTAL M					55.68

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
CHOFERES PROFESIONALES CH C1	1.00	5.31	5.31	1.000	5.31
RESIDENTE DE OBRA EO B1	1.00	4.08	4.08	1.000	4.08
TÉCNICO ELECTROM. DE CONSTRUC. EO D2	1.00	3.66	3.66	4.000	14.64
AYUDANTE DE ELECTRICISTA EO E2	1.00	3.62	3.62	4.000	14.48
SUBTOTAL N					38.51

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	94.19
INDIRECTOS (%)	25.00% 23.55
UTILIDAD (%)	0.00% 0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	117.74
VALOR OFERTADO	117.74

SON: CIENTO DIECISIETE DOLARES, 74/100 CENTAVOS
 ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: 23 DE AGOSTO DE 2021

FIRMA DEL OFERENTE

NOMBRE DEL OFERENTE:
PROYECTO: -

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 3 DE 6

RUBRO : 03

UNIDAD: U

DETALLE : DETECCIÓN Y CORRECCION DE FUGA DE REFRIGERANTE EN EL SERPENTÍN

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					2.65
BALANZA	1.00	6.25	6.25	4.000	25.00
BOMBA DE VACIO	1.00	6.25	6.25	4.000	25.00
ESCALERA PATA DE GALLO	1.00	2.50	2.50	4.000	10.00
MANOMETRO	1.00	1.00	1.00	4.000	4.00
PINZA AMPERIMETRICA	1.00	6.25	6.25	4.000	25.00
SUELDA DE OXIACETILENO	1.00	5.00	5.00	4.000	20.00
TANQUE DE NITROGENO 7M3	1.00	10.00	10.00	4.000	40.00
VEHICULO CAMIONETA	1.00	18.75	18.75	1.000	18.75
VACUOMETRO	1.00	3.75	3.75	4.000	15.00
DETECTOR DE FUGAS	1.00	3.00	3.00	4.000	12.00
SUBTOTAL M					197.40

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
RESIDENTE DE OBRA EO B1	1.00	4.08	4.08	1.000	4.08
TÉCNICO ELECTROM. DE CONSTRUC. EO D2	1.00	3.66	3.66	4.000	14.64
AYUDANTE DE ELECTRICISTA EO E2	2.00	3.62	7.24	4.000	28.96
CHOFERES PROFESIONALES CH C1	1.00	5.31	5.31	1.000	5.31
SUBTOTAL N					52.99

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		250.39
INDIRECTOS (%)	25.00%	62.60
UTILIDAD (%)	0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		312.99
VALOR OFERTADO		312.99

SON: TRESCIENTOS DOCE DOLARES, 99/100 CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: 23 DE AGOSTO DE 2021

FIRMA DEL OFERENTE

NOMBRE DEL OFERENTE:
 PROYECTO: -

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 4 DE 6

RUBRO : 4

UNIDAD: U

DETALLE : REVISION Y CORRECCION DE OBSTRUCCION EN EL SISTEMA

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					1.93
BALANZA	1.00	6.25	6.25	4.000	25.00
BOMBA DE VACIO	1.00	6.25	6.25	4.000	25.00
ESCALERA PATA DE GALLO	1.00	2.50	2.50	4.000	10.00
MANOMETRO	1.00	1.00	1.00	4.000	4.00
PINZA AMPERIMETRICA	1.00	6.25	6.25	4.000	25.00
TANQUE DE NITROGENO 7M3	1.00	10.00	10.00	4.000	40.00
VACUOMETRO	1.00	3.75	3.75	4.000	15.00
VEHICULO CAMIONETA	1.00	18.75	18.75	1.000	18.75
SUELDA DE OXIACETILENO	1.00	5.00	5.00	4.000	20.00
SUBTOTAL M					184.68

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
CHOFERES PROFESIONALES CH C1	1.00	5.31	5.31	1.000	5.31
RESIDENTE DE OBRA EO B1	1.00	4.08	4.08	1.000	4.08
TÉCNICO ELECTROM. DE CONSTRUC. EO D2	1.00	3.66	3.66	4.000	14.64
AYUDANTE DE ELECTRICISTA EO E2	1.00	3.62	3.62	4.000	14.48
SUBTOTAL N					38.51

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		223.19
INDIRECTOS (%)	25.00%	55.80
UTILIDAD (%)	0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		278.99
VALOR OFERTADO		278.99

SON: DOSCIENTOS SETENTA Y OCHO DOLARES, 99/100 CENTAVOS
 ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: 23 DE AGOSTO DE 2021

FIRMA DEL OFERENTE

NOMBRE DEL OFERENTE:
 PROYECTO: -

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 5 DE 6

RUBRO : 05

UNIDAD: U

DETALLE : REVISION O CAMBIO DE PILAS DEL TERMOSTATO

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					1.93
PINZA AMPERIMETRICA	1.00	6.25	6.25	1.000	6.25
ESCALERA PATA DE GALLO	1.00	2.50	2.50	1.000	2.50
VEHICULO CAMIONETA	1.00	18.75	18.75	1.000	18.75
SUBTOTAL M					29.43

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
CHOFERES PROFESIONALES CH C1	1.00	5.31	5.31	1.000	5.31
RESIDENTE DE OBRA EO B1	1.00	4.08	4.08	1.000	4.08
AYUDANTE DE ELECTRICISTA EO E2	1.00	3.62	3.62	4.000	14.48
TÉCNICO ELECTROM. DE CONSTRUC. EO D2	1.00	3.66	3.66	4.000	14.64
SUBTOTAL N					38.51

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	67.94
INDIRECTOS (%)	25.00% 16.99
UTILIDAD (%)	0.00% 0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	84.93
VALOR OFERTADO	84.93

SON: OCHENTA Y CUATRO DOLARES, 93/100 CENTAVOS
 ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: 23 DE AGOSTO DE 2021

FIRMA DEL OFERENTE

NOMBRE DEL OFERENTE:
 PROYECTO: -

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 6 DE 6

RUBRO : 06

UNIDAD: U

DETALLE : REVISIÓN Y CAMBIO DE ELEMENTOS DE ARRANQUE

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					1.93
VEHICULO CAMIONETA	1.00	18.75	18.75	1.000	18.75
PINZA AMPERIMETRICA	1.00	6.25	6.25	4.000	25.00
ESCALERA PATA DE GALLO	1.00	2.50	2.50	4.000	10.00
SUBTOTAL M					55.68

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
CHOFERES PROFESIONALES CH C1	1.00	5.31	5.31	1.000	5.31
RESIDENTE DE OBRA EO B1	1.00	4.08	4.08	1.000	4.08
TÉCNICO ELECTROM. DE CONSTRUC. EO D2	1.00	3.66	3.66	4.000	14.64
AYUDANTE DE ELECTRICISTA EO E2	1.00	3.62	3.62	4.000	14.48
SUBTOTAL N					38.51

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	94.19
INDIRECTOS (%)	25.00% 23.55
UTILIDAD (%)	0.00% 0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	117.74
VALOR OFERTADO	117.74

SON: CIENTO DIECISIETE DOLARES, 74/100 CENTAVOS
 ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: 23 DE AGOSTO DE 2021

FIRMA DEL OFERENTE

Documento	ANEXO 8. INSTRUCTIVO DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO IT-MC-001
Fecha:	18.04.21
Numero de informe:	001-00

1. OBJETIVO

PROLONGAR LA VIDA ÚTIL DE LOS EQUIPOS Y SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO MEDIANTE LA EJECUCIÓN DEL INSTRUMENTO DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

2. INTRODUCCIÓN

Este documento permitirá identificar las actividades a realizar para cumplir con el objeto del contrato, dentro del cual se describe los procedimientos de mantenimiento como respuesta a los posibles modos de fallo de los equipos de climatización tipo central.

3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

PROCEDIMIENTO PARA EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE LOS EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO TIPO CENTRAL.

Cambio de compresor

1. De acuerdo con el ANEXO 6 “I – MC- 001” y el ANEXO 7 “IE-MC-001” identificar el equipo a ser intervenido.
2. Desconectar la alimentación eléctrica del equipo, realizar el procedimiento de bloque y etiquetado.
3. Se deberá descargar el refrigerante hasta que la presión del sistema este en 0 PSIA y desconectar sus bobinas.
4. Desoldar con oxiacetileno las tuberías de succión, descarga, filtro secador y mirilla.
5. Desmontar el compresor de sus bases y retirarlo.
6. Colocar el compresor nuevo asegurándose de que sea de la misma capacidad, tipo y refrigerante mirando los datos de placa del compresor nuevo y comparándolo con el antiguo.
7. Asegurar sus bases a la carcasa.
8. Colocar y soldar el filtro secador y el visor
9. Soldar las líneas de succión y descarga
10. Conectar las bobinas del compresor S,R,C.
11. Presurizar mínimo por 12 horas el sistema con nitrógeno para descartar fugas.
12. Al descartar fugas, descargar el nitrógeno y proceder con el proceso de eliminación de humedad del sistema, con una bomba de vacío conectada con un manómetro a las líneas de alta y baja, usar un vacuómetro hasta llegar a 500 micras
13. Realizar el proceso de carga de refrigerante por peso con una balanza calibrada, usar los datos

de placa para saber los kg de refrigerante que usa el sistema.

14. Energizar el equipo y hacer pruebas de arranque y paro.
15. Medir presiones y temperaturas de saturación para el cálculo de sub enfriamiento y sobre calentamiento
16. Revisar los índices de sub enfriamiento y sobrecalentamiento.
17. Revisar el amperaje del compresor en la línea C y comparar con datos de placa
18. Una vez comparado todos los parámetros de funcionamiento de presiones, amperaje, sub enfriamiento, sobrecalentamiento y suministro de aire climatizado, entregar el trabajo con el ANEXO 9 “R-MC-001”

Cambio de motor de blower o ventilador

1. De acuerdo con el ANEXO ANEXO 6 “I – MC- 001” y el ANEXO 7 “IE-MC-001” identificar el equipo a ser intervenido.
2. Desconectar la alimentación eléctrica del equipo, realizar el procedimiento de bloque y etiquetado.
3. Desconectar las bobinas del motor y el capacitor.
4. Desmontar el motor de su base, retirar prisioneros, aspas o blower.
5. Montar el motor nuevo, asegurándose que sea de las mismas características.
6. Si es el motor de ventilación, asegurarse que el aspa y el prisionero queden ajustados y al sentido correcto.
7. Conectar el motor a su capacitor, relé de protección y alimentación eléctrica siguiendo el diagrama eléctrico de la placa.
8. Energizar el equipo.
9. Realizar pruebas de arranque y paro midiendo amperajes de funcionamiento y comparando con datos de placa.
10. Revisar las RPM’s con un tacómetro y compararlo con datos de placa.
11. Una vez revisado todos los parámetros de funcionamiento, entregar el trabajo con el ANEXO 9 “R-MC-001”

Detección y corrección de fuga de refrigerante en el serpentín.

1. De acuerdo con el ANEXO 6 “I – MC- 001” y el ANEXO 7 “IE-MC-001” identificar el equipo a ser intervenido.
2. Desconectar la alimentación eléctrica del equipo, realizar el procedimiento de bloqueo y etiquetado.
3. Inspección visual de válvulas y juntas soldadas.
4. Revisar presiones del equipo.
5. Descargar el refrigerante del sistema.
6. Presurizar con nitrógeno a 350 PSIA, usando un manómetro de alta presión.
7. Revisar con espuma de jabón por todo el serpentín, tuberías, válvulas y acoples.
8. Una vez encontrada la fuga, retirar el nitrógeno y soldar con varilla de plata al 15% para soldar cobre y para aluminio varilla de aluminio con auto fundente.
9. Repetir el paso 6 y 7.
10. Si no se evidencian fugas dejar presurizado por lo menos 12 horas, al finalizar este tiempo si la presión se ha mantenido en el sistema, eliminar el nitrógeno

11. Realizar el proceso de vacío y recarga de gas refrigerante con aceite sintético con los pasos 12 al 17 del sub índice CAMBIO DE COMPRESOR.
12. Una vez revisado todos los parámetros de funcionamiento, entregar el trabajo con el ANEXO 9 “R-MC-001”.

Revisión y corrección de obstrucción en el sistema.

1. De acuerdo con el ANEXO 6 “I – MC- 001” y el ANEXO 7 “IE-MC-001” identificar el equipo a ser intervenido.
2. Conectar el manómetro a las válvulas de servicio para visualizar las presiones del sistema con el equipo trabajando.
3. Revisar la válvula de expansión o el capilar que se encuentre regulado y sus tuberías no estén estranguladas.
4. Revisar el visor de refrigerante para observar el flujo de refrigerante.
5. Si la presión se eleva más de lo nominal en la tubería de alta presión o la presión de baja tiene un juego en la aguja del manómetro y el flujo de refrigerante visto desde el visor es turbulento, se deberá desconectar la alimentación eléctrica del equipo,
6. Realizar el procedimiento de bloqueo y etiquetado.
7. Eliminar el refrigerante del sistema.
8. Realizar una limpieza del sistema inyectando químico limpia cañerías,
9. Realizar un barrido del sistema con nitrógeno a alta presión retirando las agujas de las válvulas de servicio.
10. Cambiar de filtro y visor de ser el caso con el paso 8 de CAMBIO DE COMPRESOR.
11. Presurizar el sistema con nitrógeno por al menos 12 horas.
12. Si no se evidencian fugas dejar presurizado por lo menos 12 horas, al finalizar este tiempo si la presión se ha mantenido en el sistema, eliminar el nitrógeno.
13. Realizar el proceso de vacío y recarga de gas refrigerante con aceite sintético con los pasos 12 al 17 del sub índice CAMBIO DE COMPRESOR.
14. Una vez revisado todos los parámetros de funcionamiento, entregar el trabajo con el ANEXO 9 “R-MC-001”.

Revisión o cambio de pilas del termostato

1. De acuerdo con el ANEXO 6 “I – MC- 001” y el ANEXO 7 “IE-MC-001” identificar el equipo a ser intervenido.
2. Desconectar la alimentación eléctrica del equipo, realizar el procedimiento de bloqueo y etiquetado.
3. Revisar conexiones de señal del termostato.
4. Si los cables se encuentran expuestos, se deberá encamisarlos con un tubería rígida o flexible dependiendo el caso.
5. Desmontar el termostato de su base y retirar las pilas
6. Colocar las pilas nuevas y comprobar que el termostato encienda.
7. Energizar el equipo, realizar pruebas de señal para arranque y paro.
8. Una vez revisado todos los parámetros de funcionamiento, entregar el trabajo con el ANEXO 9 “R-MC-001”

Revisión y cambio de elementos de arranque.

1. De acuerdo con el ANEXO 6 “I – MC- 001” y el ANEXO 7 “IE-MC-001” identificar el equipo a ser intervenido.

2. Desconectar la alimentación eléctrica del equipo y realizar el procedimiento de bloqueo y etiquetado.
3. Identificar el elemento a ser reemplazado.
4. Desconectar el elemento de arranque y conectar el nuevo guiándose en el circuito de placa.
5. Asegurarse que no existan falsos contactos ni cables sueltos.
6. Energizar el equipo, realizar pruebas de señal para arranque y paro.
7. Una vez revisado todos los parámetros de funcionamiento, entregar el trabajo con el ANEXO 9 “R-MC-001”.

Es importante que en cada intervención se pida los permisos de trabajo respectivos, identificando los peligros y riesgos que conlleva la ejecución de cada actividad. Estos permisos los entregara el área usuaria y el supervisor.

Con estos procedimientos de trabajos e busca estandarizar las actividades para mejorar su ejecución.

Atentamente.

Supervisor

ANEXO 9. REGISTRO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO R-MC-001

CONTRATO:			
FECHA:			
DEPENDENCIA:			
LOCALIDAD:			
AREA:			
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO			
CODIGO:			
TIPO DE EQUIPO:			
MARCA:			
CAPACIDAD:			
SERVICIO MANTENIMIENTO CORRECTIVO			
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO:	SI	UNID.	CANT.
Reparación de fuga de refrigerante / incluye vacío y recarga de gas			
Reemplazo de kit de arranque			
Reemplazo de compresor			
Reemplazo de dispositivo de expansión			
Reemplazo del control de temperatura inalámbrico			
Reemplazo de contactor			
Reemplazo de capacitor			
Reemplazo de blower			
Reemplazo de motor trifásico			
Reemplazo de motor ventilador condensador			
Reemplazo de transformador			
Reemplazo de tarjeta electrónica			
Reemplazo de filtro de aire			
Reemplazo de filtro secador y visor de líquido			
Reemplazo sensores de temperatura			
Reemplazo de rejillas o difusores			
Reemplazo de aislamiento a la intemperie (chova)			
Reemplazo de aislamiento de tubería de cobre			
Reemplazo de lana de vidrio			
Reemplazo de polea			
Reemplazo de banda			
Reemplazo de válvulas de servicio			
Reemplazo de válvulas solenoides			
Reemplazo de cables			
Reemplazo de breaker			
Reemplazo de rodamiento			
Uso de nitrógeno			
Micras de humedad en el sistema			
OBSERVACIONES:			
RECOMENDACIONES:			
TIEMPO DE GARANTÍA EN MANO DE OBRA Y REPUESTOS: 6 MESES		DESTINO DEL REPUESTO:	

ANEXO 9. REGISTRO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO R-MC-001

TÉCNICO RESPONSABLE	AREA/USUARIO	SUPERVISOR	SUPERVISOR DE CONTRATO
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:

ANEXO 10. ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

N° EQUIPO	AC-ZNO 169		
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	COSTO UNITARIO B	COSTO C=AxB
REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS	1.00	240.00	240.00
SUBTOTAL			240.00

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
Varilla de plata para soldar cobre	U	1.00	1.50	1.50
Gas refrigerante R410A	KG	3.72	6.17	22.95
SUBTOTAL				24.45

VALOR CORRECTIVO	264.45
-------------------------	---------------

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 3 DE 6

RUBRO : 03

UNIDAD: U

DETALLE : DETECCIÓN Y CORRECCION DE FUGA DE REFRIGERANTE EN EL SERPENTÍN

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIEN O R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					2.65
BALANZA	1.00	6.25	6.25	4.000	25.00
BOMBA DE VACIO	1.00	6.25	6.25	4.000	25.00
ESCALERA PATA DE GALLO	1.00	2.50	2.50	4.000	10.00
MANOMETRO	1.00	1.00	1.00	4.000	4.00
PINZA AMPERIMETRICA	1.00	6.25	6.25	4.000	25.00
SUELDA DE OXIACETILENO	1.00	5.00	5.00	4.000	20.00
TANQUE DE NITROGENO 7M3	1.00	10.00	10.00	4.000	40.00
VEHICULO CAMIONETA	1.00	18.75	18.75	1.000	18.75
VACUOMETRO	1.00	3.75	3.75	4.000	15.00
DETECTOR DE FUGAS	1.00	3.00	3.00	4.000	12.00
SUBTOTAL M					197.40

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIEN O R	COSTO D=CxR
RESIDENTE DE C EO B1	1.00	4.08	4.08	1.000	4.08
TÉCNICO ELECT EO D2	1.00	3.66	3.66	4.000	14.64
AYUDANTE DE E EO E2	2.00	3.62	7.24	4.000	28.96
CHOFERES PRO CH C1	1.00	5.31	5.31	1.000	5.31

SUBTOTAL N	52.99
-------------------	--------------

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
Varilla de plata para soldar cobre	U	3.00	1.50	4.50
Gas refrigerante R410A	KG	3.72	6.17	22.95
Nitrogeno	M3	2.00	20.00	40.00
SUBTOTAL O				67.45

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	317.84
INDIRECTOS (%)	25.00% 79.46
UTILIDAD (%)	0.00% 0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	397.30
VALOR OFERTADO	397.30

ANEXO 11. COMPARACIÓN DE COSTOS								
ÁREA	EQUIPO	CAPACIDAD	REPORTE DE DAÑO INICIAL	COSTO ERRONEO	COSTO CORRECTO	DIFERENCIA	OBSERVACIONES	
SUBESTACION E	1	300.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE /INCLUYE VACIO Y RECARGA	\$ 264,45	\$ 397,30	\$ 132,85	Se necesita nitrogeno para verificar fugas y minimo 3 varillas de plata para soldar cobre	
CASETA COMEDOR 2	2	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE / INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS REFRIGERANTE R410A, ARREGLO DE TUBERIA DE DESAGUE	\$ 101,95	\$ 145,49	\$ 43,54	Se necesita nitrogeno para verificar fugas y minimo 3 varillas de plata para soldar cobre	
CASETA COMEDOR 2	3	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE / INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS REFRIGERANTE R410A, ARREGLO DE TUBERIA DE DESAGUE	\$ 104,78	\$ 147,78	\$ 43,00	Se necesita nitrogeno para verificar fugas y minimo 3 varillas de plata para soldar cobre	
CASETA COMEDOR 2	4	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE / INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS REFRIGERANTE R410A, ARREGLO DE TUBERIA DE DESAGUE	\$ 103,53	\$ 143,53	\$ 40,00	Se necesita nitrogeno para verificar fugas y minimo 3 varillas de plata para soldar cobre	
SUBESTACION D	5	180.000 BTU/H	REEMPLAZO DE BANDA B-57	\$ 67,00	\$ 67,00	\$ -	Fue el correctivo real para que el equipo este operativo	
SUBESTACION E	6	300.000 BTU/H	REEMPLAZO DE BANDA A50 , RECARGA DE GAS REFRIGERANTE R-410	\$ 276,37	\$ 260,66	\$ 15,71	El equipo solo presentaba una fuga en la valvula de carga, se ajusto y se cargo refrigerante, no se uso varillas de plata ni 2kg de refrigerante	
SUBESTACION E	7	300.000 BTU/H	REEMPLAZO DE BANDA A52	\$ 107,52	\$ 107,52	\$ -	Fue el correctivo real para que el equipo este operativo	
SUBESTACION E	8	300.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS REFRIGERANTE R410A, REEMPLAZO DE BANDA A52	\$ 322,58	\$ 341,82	\$ 19,24	Se necesita nitrogeno para verificar fugas y minimo 3 varillas de plata para soldar cobre, no se uso 2 de las 4 bandas compradas	
SUBESTACION E	9	300.000 BTU/H	REEMPLAZO DE BANDA A-51, REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE / INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R410	\$ 312,80	\$ 288,96	\$ 23,84	No existia la fuga, mala lectura con el manometro	
MARK VI	10	60.000 BTU/H	REEMPLAZO DE AISLAMIENTO A LA INTERPERIE (CHOVA), REEMPLAZO DE FIBRA DE VIDRIO .	\$ 81,68	\$ 90,00	\$ 8,32	Se necesitó mas de lo establecido en cuanto al aislamiento a la interperie (chova)	
OPICINA SETIL	11	60.000 BTU/H	CAMBIO DE TUBERIA PVC PARA DESAGUE (DRENAJE), REEMPLAZO DE TORNILLOS	\$ 27,63	\$ 29,63	\$ 2,00	Se necesita los tornillos para el cambio respectivo y ademas no se encuentra en la lista de precios por cobrar	
SETIL CABINA TURBO 2	12	60.000 BTU/H	REEMPLAZO DE AISLAMIENTO A LA INTERPERIE (CHOVA), REEMPLAZO DE FIBRA DE VIDRIO .	\$ 403,99	\$ 403,99	\$ -	Fue el correctivo real para que el equipo este operativo	
SUBESTACION E	13	120.000 BTU/H	REPRACION DE FUGA DE REFRIGERANTE / INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R410	\$ 296,96	\$ 336,96	\$ 40,00	Se necesita nitrogeno para verificar fugas	
SETIL SUBESTACION E	14	120.000 BTU/H	REPRACION DE FUGA DE REFRIGERANTE / INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R410	\$ 271,17	\$ 309,67	\$ 38,50	Se necesita nitrogeno para verificar fugas y solo se utilizó 3 varillas de plata	
CASETA ASFALTO	15	60.000 BTU/H	REEMPLAZO DE CAPACITOR 70 MFD , REEMPLAZO DE BREAKER 63 AMP , CAMBIO DE TUBERIA PVC PARA DRENAJE	\$ 127,73	\$ 135,05	\$ 7,32	Se necesita la caligera para unir los codos con las tuberias pvc, por ende fató cotizar dicho elemento en el APU	
CASETA CERO	16	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS REFRIGERANTE R-410 A, REEMPLAZO DE PILAS AAA	\$ 115,68	\$ 413,59	\$ 297,91	Se necesita nitrogeno para verificar fugas, además se utilizaron 2 varillas de placas adicionales y pilas AAA marca Duracell el cual no se encuentra en la lista de precios por cobrar	
CASETA CERO	17	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE / INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS REFRIGERANTE R-410 A	\$ 105,01	\$ 148,01	\$ 43,00	Se necesita nitrogeno para verificar fugas	
CASETA CERO	18	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE / INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS REFRIGERANTE R410, REEMPLAZO DE TORNILLOS	\$ 93,28	\$ 135,28	\$ 42,00	Se necesita nitrogeno para verificar fugas ademas tornillos el cual no se encuentra en la lista de precios por cobrar	
CATALITICAS 3	19	120.000 BTU/H	REEMPLAZO DE BANDA B-42, REEMPLAZO DEL CONTROL DE TEMPERATURA ALAMBRICO	\$ 105,00	\$ 108,50	\$ 3,50	Se necesita pilas AA marca Duracell para poder probar el control remoto y que accione a la evaporadora, no se encuentra en la lista de precios por cobrar	
SUBESTACION A	20	90.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE / INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R410A	\$ 269,51	\$ 312,51	\$ 43,00	Se necesita nitrogeno para verificar fugas y minimo 3 varillas de plata para soldar cobre	
SUBESTACION B	21	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE / INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R410, REEMPLAZO DE FILTRO SECADOR	\$ 179,61	\$ 215,29	\$ 35,68	Se necesita nitrogeno para verificar fugas y minio 3 varillas de plata para soldar cobre, ademas no se cambió el filtro secador ya que el compresor funcionaba con normalidad	
SUBESTACION A	22	90.000 BTU/H	RECARGA DE GAS REFRIGERANTE R-410 A, REEMPLAZO DE CAPACITOR 7,5MFD	\$ 298,68	\$ 68,00	\$ 230,68	No existia la fuga mala lectura del manometro,	
CASETA LLENADERA	23	36.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE / INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R410A	\$ 111,01	\$ 152,51	\$ 41,50	Se necesita nitrogeno para verificar fugas y minimo 3 varillas de plata para soldar cobre	
CASETA LLENADERA	24	36.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE / INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R410A	\$ 108,17	\$ 149,67	\$ 41,50	Se necesita nitrogeno para verificar fugas y minimo 3 varillas de plata para soldar cobre	
CASETA LLENADERA	25	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE / INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R410A	\$ 115,15	\$ 156,65	\$ 41,50	Se necesita nitrogeno para verificar fugas y minimo 3 varillas de plata para soldar cobre	
CASETA LLENADERA	26	36.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE / INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS, REEMPLAZO DE CAPACITOR, REEMPLAZO DE MOTOR VENTILADOR CONDENSADOR	\$ 278,32	\$ 304,81	\$ 26,49	Se necesita nitrogeno para verificar fugas y minimo 3 varillas de plata para soldar cobre, ademas no se cambió el capacitor ya que aun marcaba lo ideal para su funcionamiento	
SUBESTACION F	27	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS REFRIGERANTE R410A, REPARACION DE DESAGUE, REEMPLAZO DE CAPACITOR DE 70 MFD, REEMPLAZO DE TUBERIA DE DESAGUE	\$ 162,71	\$ 167,55	\$ 4,83	Se necesita nitrogeno para verificar fugas y minimo 3 varillas de plata para soldar cobre, ademas no se cambió el capacitor ya que aun marcaba lo ideal para su funcionamiento	
SUBESTACION F	28	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS REFRIGERANTE R410A, REPARACION DE DESAGUE, REEMPLAZO DE CAPACITOR DE 60 MFD Y 10 MFD	\$ 171,35	\$ 134,79	\$ 36,56	No existia la fuga mala lectura del manometro	
SUBESTACION F	29	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS REFRIGERANTE R410A	\$ 133,35	\$ 167,69	\$ 34,34	Se necesita nitrogeno para verificar fugas y minimo 3 varillas de plata para soldar cobre, ademas la cantidad de gas refrigerante fue menos de lo establecido	
SUBESTACION F	30	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS REFRIGERANTE R410A	\$ 138,96	\$ 167,69	\$ 28,73	Se necesita nitrogeno para verificar fugas y minimo 3 varillas de plata para soldar cobre, ademas la cantidad de gas refrigerante fue menos de lo establecido	
SUBESTACION W	31	25 TONELADAS	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R410A	\$ 313,19	\$ 354,69	\$ 41,50	Se necesita nitrogeno para verificar fugas y minimo 5 varillas de plata	
SUBESTACION F	32	60.000 BTU/H	REEMPLAZO DE LANA DE VIDRIO (CINTA DE ALUMINIO 3" REFORZADA)	\$ 864,34	\$ 696,29	\$ 168,05	Se utilizó una cantidad menos de lana de vidrio	
SUBESTACION B	33	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS REFRIGERANTE R410A, REEMPLAZO DE COMPRESOR 48.000 BTU, REEMPLAZO DE CAPACITOR DE 15 MFD Y 60 MFD, REEMPLAZO DE MOTOR VENTILADOR CONDENSADOR, REEMPLAZO DE FILTRO SECADOR	\$ 898,74	\$ 1.161,95	\$ 263,21	Se necesita nitrogeno para verificar fugas y minimo 5 varillas de plata, ademas no se cambió el motor ventilador puesto que sus bobinas marcaban lo ideal para su funcionamiento	
ESTACION DE BOMBEROS	34	36.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS REFRIGERANTE R410A, REEMPLAZO DE COMPRESOR DE 36.000 BTU	\$ 637,62	\$ 689,44	\$ 51,82	Se necesita nitrogeno para verificar fugas y minimo 5 varillas de plata, ademas el cambio de compresor siempre debe llevar un cambio de filtro secador	
INSTRUMENTOS-CASETA BLANCA	35	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS REFRIGERANTE R-410A	\$ 89,89	\$ 139,93	\$ 50,03	Se necesita nitrogeno para verificar fugas y minimo 3 varillas de plata	
CASETA ASFALTO	36	60.000 BTU/H	REEMPLAZO DE CAPACITOR DE 10 MFD	\$ 51,67	\$ -	\$ -	Fue el correctivo real para que el equipo este operativo	
OPICINA SETIL	37	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R410A, REEMPLAZO DE COMPRESOR DE 60.000 BTU-R410A	\$ 710,74	\$ 763,33	\$ 52,59	Se necesita nitrogeno para verificar fugas y minimo 5 varillas de plata, ademas el cambio de compresor siempre debe llevar un cambio de filtro secador	
CASETA NO CATALITICAS 2	38	36.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R410A, REEMPLAZO DE COMPRESOR DE 36.000 BTU-R410A, REEMPLAZO DE CAPACITOR DE 10 MFD, REEMPLAZO DE MOTOR BLOWER 1 HP, REEMPLAZO DE FILTRO SECADOR	\$ 802,07	\$ 814,07	\$ 12,00	El cambio de compresor siempre debe llevar un cambio de filtro secador.	
CASETA ISO	39	60.000 BTU/H	REEMPLAZO DE CONTACTOR DE 40A 2P BOBINA DE 24V	\$ 88,00	\$ 88,00	\$ -	Fue el correctivo real para que el equipo este operativo	
CASETA NO CATALITICAS 2	40	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R-410A, REEMPLAZO DE COMPRESOR DE 60.000 BTU R410A, REEMPLAZO DE CONTACTOR DE 40A 2P, REEMPLAZO DE CAPACITOR DE 70 MFD, REEMPLAZO DE MOTOR BLOWER, REEMPLAZO DE MOTOR VENTILADOR CONDENSADOR	\$ 1.178,28	\$ 1.198,64	\$ 20,36	Se necesita nitrogeno para verificar fugas y minimo 5 varillas de plata, ademas el cambio de compresor siempre debe llevar un cambio de filtro secador, por ultimo no se cambio capacitor ni contactor	
CASETA NO CATALITICAS 2	41	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R-410A, REEMPLAZO DE COMPRESOR DE 60.000 BTU R410A, REEMPLAZO DE MOTOR BLOWER	\$ 982,67	\$ 807,27	\$ 175,40	Se necesita nitrogeno para verificar fugas y minimo 5 varillas de plata, ademas el cambio de compresor siempre debe llevar un cambio de filtro secador, por ultimo no se cambio el motor ventilador	
CASETA COMEDOR 2	42	60.000 BTU/H	REEMPLAZO DE CAPACITOR DE 5 MFD Y 10 MFD, REEMPLAZO DE MOTOR VENTILADOR CONDENSADOR DE 1/4 HP 220 V, REEMPLAZO DE MOTOR BLOWER DE 1/2 HP	\$ 600,15	\$ -	\$ 600,15		

CASETA NO CATALITICAS 1	44	60.000 BTU/H	REEMPLAZO DE CONTACTOR DE 40A 2P, REEMPLAZO DE TRANSFORMADOR DE 220V-24V, REEMPLAZO DE LANA DE VIDRIO	\$ 129,53	\$ 129,53	\$ -	-	Fue el correctivo real para que el equipo este operativo
CASETA NO CATALITICAS 1	45	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R410A, REEMPLAZO DE VALVULAS DE SERVICIO DE 1/4	\$ 164,56	\$ 207,56	-\$	43,00	Se necesita nitrogeno para verificar fugas y minimo 3 varillas de plata
CASETA NO CATALITICAS 1	46	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R410A, REEMPLAZO DE COMPRESOR DE 60.000 BTU R410A, REEMPLAZO DE CONTACTOR DE 40A 2P, REEMPLAZO DE CAPACITIZOR DE 70 MFD, REEMPLAZO DE MOTOR BLOWER, REEMPLAZO DE MOTOR VENTILADOR CONDENSADOR, REEMPLAZO DE TRANSFORMADOR 220V-24V, REEMPLAZO DE FILTRO SECADOR	\$ 1.202,28	\$ 1.202,28	\$ -	-	Fue el correctivo real para que el equipo este operativo
CASETA CERO	47	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R410A, REEMPLAZO DE LANA DE VIDRIO, REEMPLAZO DE VALVULAS DE SERVICIO	\$ 208,92	\$ 247,89	-\$	38,97	Se necesita nitrogeno para verificar fugas y minimo 3 varillas de plata, ademas se utilizó menos lana de vidrio de lo establecido
CASETA CERO	48	60.000 BTU/H	REEMPLAZO DE MOTOR VENTILADOR CONDENSADOR Y EVAPORADOR, REEMPLAZO DE LANA DE VIDRIO	\$ 311,98	\$ 285,34	\$	26,64	no se cambio el capacitor ya que cumplia con la medicion establecida para trabajar con normalidad
CASETA CERO	49	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R410A, REEMPLAZO DE COMPRESOR DE 60.000 BTU R410A, REEMPLAZO DE CAPACITIZOR DE 5 MFD Y 60 MFD, REEMPLAZO DE FILTRO SECADOR, REEMPLAZO DE LANA DE VIDRIO, REEMPLAZO DE MOTOR VENTILADOR EVAPORADOR	\$ 1.177,78	\$ 1.226,78	-\$	49,00	Se necesita nitrogeno para verificar fugas y minimo 5 varillas de plata
SETRIA A	50	60.000 BTU/H	REEMPLAZO DE CAPACITIZOR DE 5 MFD, REEMPLAZO DE MOTOR VENTILADOR CONDENSADOR, REEMPLAZO DE BANDA A-48	\$ 253,13	\$ 253,13	\$	-	Fue el correctivo real para que el equipo este operativo
SETRIA B	51	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R410A, REEMPLAZO DE CAPACITIZOR DE 70 MFD	\$ 154,84	\$ 185,81	-\$	30,97	Se necesita nitrogeno para verificar fugas y minimo 3 varillas de plata, ademas no se cambio el mini presostato a dicho equipo
MARK VI	52	60.000 BTU/H	REEMPLAZO DE TARIETA ELECTRONICA UNIVERSAL	\$ 154,81	\$ 154,81	\$	-	Fue el correctivo real para que el equipo este operativo
OFICINA MANTENIMIENTO	53	240.000 BTU/H	REEMPLAZO DE BANDA B-70	\$ 72,16	\$ 72,16	\$	-	Fue el correctivo real para que el equipo este operativo
OFICINA MANTENIMIENTO	54	240.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R410A, REEMPLAZO DE POLEA, REEMPLAZO DE BANDA B-71	\$ 342,66	\$ 451,05	-\$	108,39	Mal sumada en la formula del APU
CASETA AZUFRE	55	120.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R-410A, REEMPLAZO DE COMPRESOR DE 120.000 BTU R410A, REEMPLAZO DE MOTOR MONOFASICO DE 3 HP, REEMPLAZO DE FILTRO SECADOR, REEMPLAZO DE BANDA A-23, REEMPLAZO DE BREKER ZDA SQUAR D	\$ 2.153,98	\$ 2.162,98	-\$	9,00	Mal sumada en la formula del APU
SUBESTACION E	56	300.000 BTU/H	REEMPLAZO DE BANDA A-50	\$ 92,00	\$ 84,00	\$	8,00	Solo se utilizaron 3 de las 4 bandas
SUBESTACION D	57	300.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R-410A, REEMPLAZO DE COMPRESOR DE 150.000 BTU R410A, REEMPLAZO DE FILTRO SECADOR	\$ 7.174,47	\$ 7.218,97	-\$	44,50	Se necesita nitrogeno para verificar fugas y minimo 5 varillas de plata
SUBESTACION D	58	300.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R-410A, REEMPLAZO DE COMPRESOR DE 150.000 BTU R410A, REEMPLAZO DE FILTRO SECADOR, REBOBINADO DEL MOTOR	\$ 7.374,47	\$ 7.418,97	-\$	44,50	Se necesita nitrogeno para verificar fugas y minimo 5 varillas de plata
SUBESTACION E	59	120.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R-410A, REEMPLAZO DE COMPRESOR DE 60.000 BTU R-410A, REEMPLAZO DE CAPACITIZOR DE 10 MFD, REEMPLAZO DE FILTRO SECADOR	\$ 6.272,09	\$ 6.310,59	-\$	38,50	Se necesita nitrogeno para verificar fugas y minimo 5 varillas de plata
SUBESTACION E	60	300.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R-410A, REEMPLAZO DE COMPRESOR DE 150.000 BTU R-410A, REEMPLAZO DE FILTRO SECADOR, REEMPLAZO DE VALVULAS SELENOIDES, REEMPLAZO DE VALVULAS DE 4 VAS, REEMPLAZO DE VALVULA DE EXPANSION TERMOSTATICA	\$ 7.960,14	\$ 8.003,14	-\$	43,00	Se necesita nitrogeno para verificar fugas y minimo 5 varillas de plata
SUBESTACION E	61	300.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R-410A, REEMPLAZO DE COMPRESOR DE 150.000 BTU R-410A, REEMPLAZO DE FILTRO SECADOR	\$ 7.813,35	\$ 7.851,85	-\$	38,50	Se necesita nitrogeno para verificar fugas y minimo 5 varillas de plata, ademas no se cambio la banda puesto que estaba en buen estado
OFICINA SETIL	62	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R-410A, REEMPLAZO DE COMPRESOR DE 60.000 BTU R-410A, REEMPLAZO DE FILTRO SECADOR, REEMPLAZO DE CABLES	\$ 724,27	\$ 769,53	-\$	45,26	Se necesita nitrogeno para verificar fugas y minimo 5 varillas de plata, ademas se necesito mas cable
SUBESTACION W1	63	60.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R-410A, REEMPLAZO DE COMPRESOR DE 60.000 BTU R410A, REEMPLAZO DE CAPACITIZOR DE 80 MFD	\$ 843,95	\$ 900,45	-\$	56,50	Se necesita nitrogeno para verificar fugas y minimo 5 varillas de plata
SUBESTACION M	64	240.000 BTU/H	REPARACION DE FUGA DE REFRIGERANTE/INCLUYE VACIO Y RECARGA DE GAS R410A, REEMPLAZO DE COMPRESOR DE 120.000 BTU R410A, REEMPLAZO DE CAPACITIZOR DE 7.5 MFD, REEMPLAZO DE MOTOR VENTILADOR CONDENSADOR, REEMPLAZO DE FILTRO SECADOR	\$ 1.907,02	\$ 2.544,13	-\$	637,12	Se necesita nitrogeno para verificar fugas y minimo 5 varillas de plata

