

Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para un sistema de recirculación de gases de escape en motores Isuzu.

Autor: Jaider Enrique Puello Balseiro – 23551817294

Facultad de ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica

Tecnólogo en mantenimiento electromecánico industrial

Universidad Antonio Nariño, Sede Cartagena

Jpuello43@uan.edu.co

Director

Willian.orozco@uan.edu.co

Resumen

Este proyecto se enfoca en presentar estrategias basadas en mantenimiento preventivo y corrección de fallas mecánicas. Este artículo científico tiene como finalidad realizar una metodología de mantenimiento basado en corrección y prevención a un sistema de recirculación de gases de escape de un motor Diesel Isuzu 4hk1-tc. El vehículo intervenido fue un autobús de servicio especial de la serie F, en el cual el propietario reportaba testigo de motor encendido y pérdida de potencia del autobús.

Una vez ingresado, el vehículo se diagnostica con los diferentes elementos de trabajo y se procede a desmontar todos los componentes mecánicos y eléctricos que pertenecen al sistema, con el objetivo de identificar las acciones posteriores para su mejora y correcto funcionamiento. En la aplicación del mantenimiento se logra identificar y corregir las fallas para el buen funcionamiento del vehículo. Todo este análisis finalizo con la elaboración de un plan de mantenimiento periódico para este tipo de fallas dando lugar a que los propietarios y operadores puedan tener conocimiento de este tipo de arreglo.[1]

Palabras clave: motor Diesel, mantenimiento, vehículo, estrategias.

I. INTRODUCCION

Los vehículos han tenido hoy día un protagonismo importante en la vida de las personas. Estas máquinas nacen como solución a necesidades de movilidad y transporte para una sociedad de alta demanda como la que hoy día vivimos.

La alta demanda del uso y producción de moteres de combustión interna lleva un preocupante aumento en las emisiones de contaminantes a la atmosfera, así como el agotamiento de combustibles fósiles. Debido a esto, se busca promover mejores clases de motores desarrollando normativas y restricciones para el uso de este tipo de máquinas.

Por esto motivos el siguiente trabajo plantea la necesidad de realizar mantenimientos a estos sistemas de recirculación de gases, buscando un mejor rendimiento para estos equipos y evitar una mayor contaminación por parte de estos mismos. Unido a esto presentando una tabla de costos mostrando así que tan productivo puede salir emplear este sistema preventivo de mantenimiento para reducción de posibles fallar y deterioro de estos sistemas de circulación de gases.[2]

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido a que la mayoría de los autobuses de servicio especial prestan su servicio en zonas urbanas con recorridos cortos y a bajas rpm en el motor, lo cual provoca que a corto plazo se contamine y obstruya el sistema de recirculación de los gases de escape de una manera prematura, lo cual causa una reducción de potencia en el motor afectando negativamente al rendimiento de este, e indicando una falla con un testigo de mal funcionamiento del motor en el tablero de instrumentos (luz mil o checkengine), por lo que el propietario del vehículo debería ingresarlo al centro de servicio más cercano para inspeccionar y corregir la falla.

III. JUSTIFICACION

Uno de los sistemas anticontaminantes más importantes en los motores Diesel y gasolina es el sistema de recirculación de gases de escape, ya que este nos permite recircular una pequeña cantidad de gases de escape hacia la admisión con el fin de reducir las emisiones de gases contaminantes como NOx (óxidos de nitrógeno) que se producen cuando el aire alcanza temperaturas muy elevadas, hidrocarburos no quemados entre otros, lo que nos estaría provocando una obstrucción del sistema (EGR) en cada uno de sus componentes como válvula y enfriadores de gases de escape, con base a esto podemos realizar un plan de mantenimiento preventivo cada 50.000 km con el fin de garantizar el buen funcionamiento del sistema y conservar el medio ambiente.

IV. OBJETIVOS

A. OBJETIVO GENERAL

- Realizar un mantenimiento preventivo y correctivo al sistema de recirculación de gases de escape para un motor Diesel Isuzu modelo 4HK1-TC.

B. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Caracterizar el total de equipos y causas de fallas en un sistema EGR.
- Proponer un plan de mantenimiento preventivo para un sistema de EGR.
- Realizar un análisis técnico económico que permita determinar el costo total del mantenimiento.

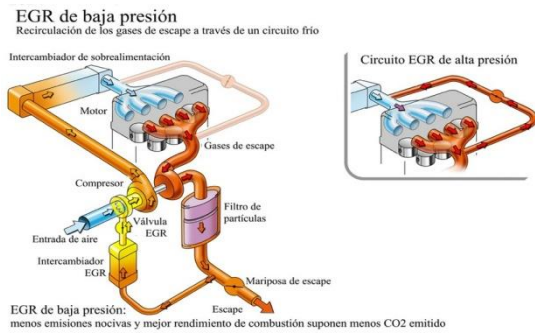
V. MARCO TEORICO

Sistema de recirculación de gases de escape

La función de este sistema de recircular una pequeña parte de los gases de escape hacia el múltiple de admisión con el fin de reducir la formación de NOx (óxidos de nitrógeno) los cuales se producen cuando el aire alcanza temperaturas muy elevadas durante el proceso de combustión.

La apertura de la válvula EGR es controlada electrónicamente por el módulo de control del motor (ECM) para balancear los requerimientos de operación y bajas emisiones, esta apertura comienza cuando las condiciones de la temperatura del refrigerante, la velocidad del motor y la presión barométrica son satisfechas. También es empleado un módul CD y un sensor de posición de tipo potenciómetro (resistor variable) en el cuerpo de la válvula, para un control más preciso, el sensor de posición de la válvula EGR es alimentado en todo momento con un voltaje de referencia de (5v) y con tierra desde la ECM.[3]

El ECM lee el voltaje de entrada del sensor de posición la válvula EGR y determina la apertura de la misma.



Sistemas de recirculación EGR



Modulo de control electrico

ENFRIADORES

Estos son los encargados de bajar la temperatura a los gases de escape antes de ingresar a la admisión consiguiendo así una mayor densidad y un mejor rendimiento volumetrico del motor y una reducción de los gases contaminates.



Refrigerado de gases de escape

SOLENOIDE O ACTUADOR

Es un dispositivo electromecanico usado para aplicar una fuerza mecanica lineal, para este caso es controlado por la ECM para poder abrir y cerrar el paso de los gases de escape por medio de una valvula.



Solenoides de un sistema de rectificación de gases de escape

ECM (Modulo de control electronico)

Es la que controla la apertura de la valvula egr en base a las condiciones de funcionamiento del motor , mediante la señal de flujo de masa de aire (MAF) y mediante la posicion de la valvula egr la cual es detectada por el sensor de posicion transmitiendo esta informacion al ECM. Si el ECM detecta una diferencia en la señal del maf menos de lo esperado se establecera un codigo de falla.

VI. ALCANCE

SENSOR MAF

Se necesita para regular la recirculación de los gases de escape, de esta manera la ECM

puede calcular la masa de los gases de escape basándose en la reducción de la aspiración del aire.



Sensor MAF

VALVULA EGR

Es el componente más importante de todo este sistema. Une el tubo de escape y el canal de admisión. Dependiendo de la actividad, la válvula permite la apertura de la válvula y dejan ingresar los gases de escape en el múltiple de admisión.[4]



Válvula EGR

El proyecto consiste en realizar un plan de mantenimiento preventivo a este tipo de sistema de EGR, a un bajo costo, ya que por condiciones de trabajo y de manejo se obstruyen prematuramente.

VII. METODOLOGIA

- Primero se hace un estudio con un equipo diagnóstico el cual usa un software denominado como IDSS que nos hace un sondeo de que parte del vehículo está fallando.



Equipo diagnóstico IDSS

- Al introducir el equipo este proporcionó un código denominado P0401, que indica una cantidad insuficiente de EGR en el sistema, dando lugar a una mala circulación de los gases de escape y baja la potencia del motor.
- se organizan las herramientas a utilizar en este trabajo. Es importante resaltar que tipo de mecanismos se utilizó para retirar el sistema de rectificación de gases. Las herramientas seleccionadas son:

- 1. Ratchet cuadrante de ½
 2. Copa de 14 mm
 3. Extensión cuadrante de media
 4. Copa de 12mm
 5. Llave N°10
 6. Alicate de presión
 7. Destornillador de pala

- Se procede a levantar la cabina del vehículo para ingresar a la parte de recirculación de gases de escape. Antes de realizar algún desmonte se debe retirar el líquido refrigerante que se ubica dentro de los enfriadores.



Retiro de líquido refrigerante

- Se desmonta la válvula EGR del sistema de rectificación de gases y se observó exceso de carbón en su interior.



Elevación de la cabina



Actuador de la válvula



Interior de la válvula con exceso de carbón

- Se retira el enfriador de los gases de escape y también se encuentran obstruidos por exceso de carbón generado por el combustible quemado.



Enfriadores y válvulas con exceso de carbón



Entrada de enfriador con exceso de carbón

- Una vez identificado la obstrucción se realiza una limpieza manual para retirar el carbón sumergiendo los equipos en un líquido desengrasante dejándolo por 6 horas para que haga efecto.



Líquido desengrasante

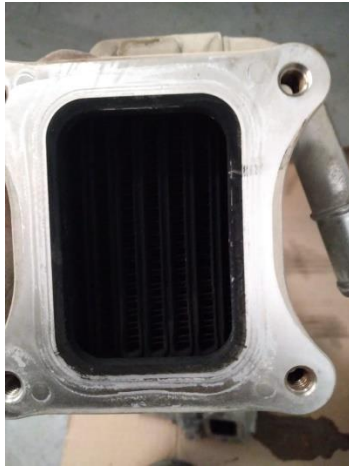
- Se retiran los elementos y se procesa a lavar con chorros de agua a presión para arrancar la suciedad que hay dentro de estos.



Proceso de limpieza de enfriadores y válvula

- Se coloca los equipos a contraluz para revisar si están completamente limpias las cavidades, se realizó y se identificó que los elementos están completamente limpios ya que la luz pasa con facilidad

entre las rejillas internas sin presencia de carbón.



Enfriador con exceso de carbón



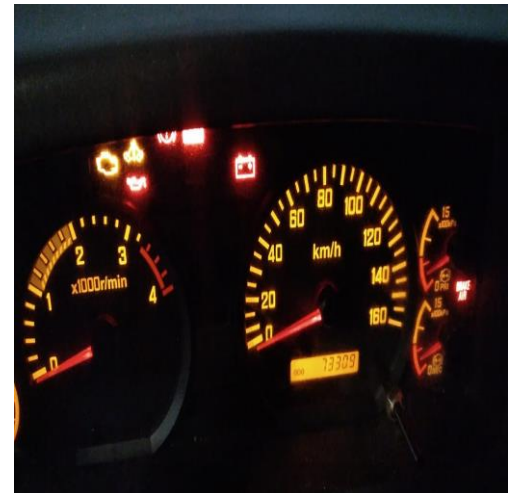
Válvula sin exceso de carbón



Válvula y enfriadores limpios

- Teniendo todos los equipos listos, se ensamblan montando los enfriadores y válvulas, antes del monte de los enfriadores se cambian sus empaques para evitar fugas de refrigerante y se colca el arnés del solenoide a la válvula.

- Se afloja el tapón de los refrigerantes para ingresar el líquido refrigerante nuevo, se aprietan los tapones y se conecta nuevamente.
- Se enciende el vehículo y al colocar nuevamente el equipo diagnostico ya no arroja el código P0401.



Tablero del vehículo

- Por último, se realiza una prueba de ruta y se encontró que el vehículo no tuvo presencia de pérdida de potencia y tampoco genera humo negro por el tubo de escape.[5]

VIII. DESARROLLO

Codificación de los equipos

Con este método de codificación se espera identificar los equipos utilizados asignado un código único.

Para asignar estos códigos vamos utilizados dos aspectos, uno es sistemas de codificación alfanumérica y el otro sería sistema con codificación numérica.

En los sistemas de codificación alfanumérica son los que se le asignan un numero o un código

correlativo a cada equipo, pero este código no aporta más información adicional.

Para los de codificación numérica es un tipo de código opuesto al anterior, ya que este tipo de codificación aporta con información significativa de la máquina, como puede ser el área de trabajo entre otros aspectos.

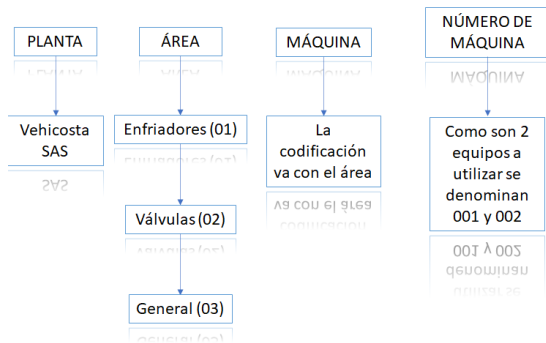
Algunos ítems para considerar para nuestros equipos utilizados en el proyecto deben tener lo siguiente:

- Planta a la que pertenece
- Área a la que pertenece
- Tipo de equipo

Como elementos adicionales deben estar:

- Tipo de elemento
- Equipo al que pertenece

Ahora vamos a mostrar una estructura para definir los códigos del equipo.



Codificación de los equipos

Autor propio

SCANNER (IDSS)			HIDROLAVADORA		
Abreviatura	Máquina	Código	Abreviatura	Máquina	Código
SC	SC IDSS	C 01	HL	HL 01	C 02

Codificación de los equipos

Autor propio

General		
Abreviatura	Máquina	Código
EF	Enfriador	1
VA	Válvula	2

Codificación de los equipos

Autor propio

Fichas técnicas

Para realizar una selección optima de mantenimiento se debe realizar una lista de equipos que componen la empresa, suministramos información detallada.

En la ficha del equipo se deben otorgan los siguientes datos:

- Código del equipo
- Datos generales
- Características principales
- Fotografía del equipo

DATOS DEL EQUIPO		CODIGO	C 01
Descripción:	SCANNER (IDSS)		
MARCA:	IDSS II		
Año de fabricación:	1/09/2005		
Posee manual:	SI		
Dimensiones:	14 X 30 X 5 Cm		
Procedencia:	CHINA		
Color:	Negro y Blanco		
#serie	148679		

Ficha técnica del scanner

Autor propio

DATOS DEL EQUIPO		CODIGO	C 02
Descripción:	HIDROLAVADORA		
MARCA:	HL 01		
Año de fabricación:	22/05/2012		
Posee manual:	SI		
Dimensiones:	80 X 25 X 20 Cm		
Procedencia:	CHINA		
Color:	Amarillo y Negro		
#serie	128679		
Motor:	1600 watts		
Presión	1700 PSI		

Ficha técnica hidro lavadora

Autor propio

Hoja de control de fallos

Con esta hoja se pretende reunir información de la utilidad para generar un historial de daños de acuerdo con las necesidades dadas por la máquina.

En este caso ya contamos con un historial de daños de la maquinaria, sin embargo, el problema

de estas hojas no se encuentra a la mano de quien los revisa o del mecánico, haciendo que muchas veces no se logre registrar toda la información necesaria para el mantenimiento.

La hoja de control de daño se encuentra al final del artículo denominada como TABLA 1 en anexos.

A continuación, se mostrará una tabla con la información de las divisiones de sistemas funcionales:

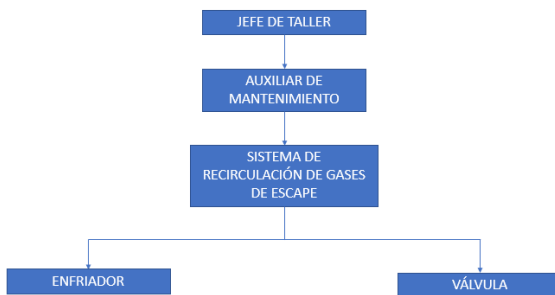
Código Equipo	Equipo	Código sistema funcional	Sistema funcional
EE-01	Enfriadores	EE-01-ELC	Sistema Eléctrico
		EE-01-ENF	Sistema de enfriamiento
EE-02	Válvula	EE-02-ELC	Sistema Eléctrico

División de sistemas funcionales en los equipos de mantenimiento

Autor propio

Organigrama de la empresa

Esta propuesta de organización de funciones se da para asignar roles frente al mantenimiento. Se asigna personal de la empresa, específicamente del área de mantenimiento y servicios donde se expone una propuesta del plan piloto y el auxiliar de mantenimiento de la planta.



Organigrama de funciones

Autor propio

- Jefe de taller:
 - Supervisa la labor

Perfil: Debe ser un ingeniero mecánico, eléctrico o industrial que tenga experiencia en el área del mantenimiento programado

- Auxiliar de mantenimiento:
 - Limpieza de los elementos importantes
 - Inspección de los componentes más importantes
 - Reposición de elementos mecánicos

Perfil: para esta labor se necesita personal que sea técnico o tecnólogo que tenga conocimiento y experiencia en labores mecánicas.

IX. RECURSOS FISICOS

Si analizamos y hacemos un estudio técnico económico de los gastos que llevaría el hacer un mantenimiento a estos equipos, se puede identificar en la siguiente tabla:

Descripción del recurso físico	Recursos Estudiante			
	Recurso	Cantidad	Unidad	valor
Mantenimiento del sistema EGR	1		Unidad	\$ 400.000
Desengrasante industrial	1		Galones	\$ 60.000
Deposito para lavado	1		Unidad	\$ 30.000
Hidro lavadora	1		Unidad	\$ 549.000
Guantes	1		Unidad	\$ 2.000
Limpiador de partes	2		Unidad	\$ 40.000
Gafas	1		Unidad	\$ 24.000
Valor Total				1,103,200

Haciendo este sondeo económico observamos que un mantenimiento puede estar en 1.000.000 a

1.200.000 de pesos, sale muy factible realizar este gasto ya que solo una pieza puede incrementar este valor hasta 5 a 7 veces.[6]

X. RESULTADOS ESPERADOS

Como primera medida se realizó un mantenimiento correctivo que fue necesitado por el vehículo ya que presentaba por el tubo de escape gases muy oscuros y trabajaba a baja potencia que no es lo recomendable. Gracias a este mantenimiento se pudo observar una mejoría en el equipo, primero la generación del código P0401 ya se corrigió y se pudo llegar a una solución eficiente para poner en marcha nuevamente este equipo. [7]

Como equipos característicos tenemos la válvula y los enfriadores. Estos elementos hacen parte el sistema de recirculación, sin estos el vehículo emanaría gases a la capa de ozono demasiado densos ocasionando una alta contaminación ambiental y también un mal funcionamiento del motor.

Generalmente estos equipos fallan por que al ser vehículos que transitan por zonas urbanas, donde deben trabajar a bajos RPM y el consumo de combustible es tan alto que esa cantidad de gases quemados van a este sistema y claro que el carbón va a quedar retenido dentro de estos ocasionando obstrucción.

Se recomiendo implementar un plan de mantenimiento preventivo cada 50.000 kilometro ya que se ha encontrado de estos vehículos presentan esta falla entre los 70.000 y 80.000 kilómetros. Idear un plan preventivo un poco antes de la falla es la mejor forma de mantener el equipo en buenas condiciones, por eso se debe emplear este mantenimiento repitiendo los pasos anteriormente mencionados en la metodología para realizar un mantenimiento correcto. Esto ayudará a evitar unafalla catastrófica que puede incurrir en un gasto mucho mayor.

XI. Ubicación de las líneas de trabajo del programa

Las líneas de trabajo que intervinieron en esta área de mantenimiento correctivo son:

- Electrónica digital: por el uso de circuito eléctrico dado en la válvula EGR.
- Mantenimiento electromecánico: uso de estrategias correctivas y preventivas en la operación de limpieza, rectificación y ensamble.

XII. USUARIOS DIRECTOS Y FORMAS DE UTILIZACION DE LOS RESULTADOS DEL PROYECTO

Con la aplicación de este mantenimiento tenemos que los beneficiados directamente son:

- Estudiantes: Para realizar practica en el campo laboral con énfasis en el mantenimiento mecánico y eléctrico de un sistema de recirculación de gases.
- Profesores: acompañamiento y asesoramiento hacia los estudiantes de diferentes áreas enfocadas al bienestar de equipos eléctricos y mecánicos.

XIII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDAD

Actividad	Días			
	1	2	3	4
Ingreso del vehículo al taller y charla con el operario	X			
Identificación de la falla y desmonte de la rectificadora de gases		X		
limpieza con liquido desengrasante y retiro con agua a presión			X	
Ensamble de componentes, ruta de prueba y entrega del vehículo				X

XIV. PRESUPUESTO

Descripción del recurso físico	Recursos Estudiante			
	Recurso	Cantidad	Unidad	valor
Mantenimiento del sistema EGR	1		Unidad	\$ 400.000
Desengrasante industrial	1		Galones	\$ 60.000
Deposito para lavado	1		Unidad	\$ 30.000
Hidro lavadora	1		Unidad	\$ 549.000
Guantes	1		Unidad	\$ 2.000
Limpiador de partes	2		Unidad	\$ 40.000
Gafas	1		Unidad	\$ 24.000
Valor Total				1,103,200

XV. CONCLUSIONES

Como conclusiones se pudo llegar a realizar el análisis de la situación actual del equipo el cual necesita un mantenimiento preventivo, ya que al estar sometido a altas cargas de combustible quemado y al estar en sitios donde siempre está expulsando gases, requiere de una implementación correcta para preservar el buen estado operativo del equipo.

Referente a los análisis económicos se determina que sale más rentable realizar cada 50 mil kilómetros este mantenimiento con un costo

aproximado de 1.200.000\$ pesos colombianos (COP).

Este diseño de mantenimiento preventivo para sistemas de recirculación de gases de escape para motores ISUZU es viable ya que obtuvimos resultados al momento de su proceso de limpieza de enfriadores y válvulas con indicadores positivos. Esto evita la emisión de Co2 a gran escala que producen estos gases quemados expulsados por este sistema, aumentando la potencia generada por el motor y visualizando una gran cantidad de gas expulsado con un color blanquecino indicando que el sistema mantiene bien este Co2 contaminante.

XVI. Bibliografía

- [1] B. Plá Moreno, “Análisis del proceso de la recirculación de los gases de escape de baja presión en motores Diesel sobrealimentados.,” *Riunet*, 2009, [Online]. Available: <https://riunet.upv.es/handle/10251/4782>.
- [2] “EGR: cómo prevenir problemas y ahorrar dinero en averías | CENTIMETROS CUBICOS.” https://www.lasexta.com/motor/noticias/egr-prevenir-averias-limpieza_201908085d4bd07d0cf26c378b1704ae.html (accessed Oct. 09, 2021).
- [3] “Sistema de Recirculación de Gases de Escape, Funcionamiento - e-auto.com.mx - El Sitio de los Mecánicos y Refaccionarios.” <http://www.e-auto.com.mx/enev/index.php/85-boletines-tecnicos/7110-sistema-de-recirculacion-de-gases-de-escape-funcionamiento> (accessed Oct. 09, 2021).
- [4] D. Rofifah, “EFECTO DE LA RECIRCULACIÓN DEL GAS DE ESCAPE EN EL PROCESO DE LA RENOVACIÓN DE LA CARGA EN MOTORES TURBO-SOBREALIMENTADOS,” *Pap. Knowl. . Towar. a Media Hist. Doc.*,

pp. 12–26, 2020.

[5] E. D. E. I. Automotriz, B. D. E. Pruebas, D. E. L. Motor, C. Lt, A. Panchi, and J. Fernando, “CHIMBORAZO,” 2014.

[6] T. D. E. F. I. N. D. E. Grado, “Grado en Ingeniería Mecánica TOALLAS Volumen I Memoria y Anexos,” 2017.

[7] “Manual 4HK1 6HK1 | PDF.” <https://es.scribd.com/document/265785076/Manual-4HK1-6HK1> (accessed Oct. 09, 2021).

[8] J. C. Valdibioso Torres, “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la Empresa Extruplas S.A.,” *Univ. Politec. Saeciana sede Cuenca*, p. 115, 2010.

XVII. ANEXOS

TABLA 1

HOJA DE CONTROL DE DAÑOS DE LA MAQUINARIA						
FECHA	PARTE REVISADA	HORA		TRABAJO REALIZADO	OBSERVACIONES O ESPECIFICACIONES	RESPONSABLE
		INICIO	FIN			
24/07/2021	Sistema de rectificación gases de escape	9:00 a. m.	12:00 p. m.	Inspección y desmontaje del sistema	Insuficiencia de potencia y humo de salida negro	Jaider Enrique
26/07/2021	Válvula de control	8:00 a. m.	3:00 p. m.	Limpieza de carbón en extremos	No accionar mientras está húmeda	Jaider Enrique
26/07/2021	Enfriadores	8:00 a. m.	3:00 p. m.	Limpieza de carbón en placas de refrigeración con desengrasante	Sistema con exceso de carbón	Jaider Enrique

Hoja de control de daños para sistema de recirculación de gases de escape

Autor propio