



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ (ITTG)

INFORME FINAL DE RESIDENCIA PROFESIONAL

**“Estudio de confiabilidad para turbo
maquinaria a fin de cumplir la función a la
cual fueron destinadas del área de
mecánica dinámica de la Refinería General
Lázaro Cárdenas del Río, Minatitlán,
Veracruz.”**

NOMBRE DE LA EMPRESA

**Refinería General Lázaro Cárdenas del Río
PEMEX-Refinación**

CARRERA:

Ingeniería Mecánica

ALUMNO

Daniel Gordillo Herrera

MATRICULA

10270224

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; Enero-Junio 2014

2. ÍNDICE

1. Portada	1
2. Índice	2
3. Introducción	3
4. Justificación del proyecto	5
5. Objetivo General	6
6. Objetivo específico	6
7. Nombre de la empresa	6
8. Caracterización de la empresa	6
9. Historia de la refinería	9
9.1 Zona de influencia de la Refinería “General Lázaro Cárdenas”	10
9.2 Ductos	11
9.3 Condiciones climatológicas y del terreno	12
9.4 Rutas de evacuación	12
9.5 Condiciones climatológicas y del terreno	13
10. Problemas a resolver con su respectiva priorización	20
11. Alcances y limitaciones	20
12. Fundamento teórico	20
13. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas durante la residencia	24
14. Actividades a realizar para evitar paros inoportunos de la maquinaria	34
15. Recomendación	35
16. Referencias	36
17. Memorias	37

3.INTRODUCCION

El análisis de criticidad es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, a través de la creación de una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, con la finalidad de direccionar todos los esfuerzos y recursos en las diversas áreas en las que sean más importantes y/o necesaria, para mejorar la confiabilidad operacional, basado en la realidad actual.

Por otra parte, es importante mencionar que se deben determinar las variables que influyen sobre a criticidad y cuantificar de manera eficiente sus efectos; motive por el cual se debe definir un método de calculo en el cual se puede establecer los diversos resultados de la citada criticidad, el cual s utiliza para establecer las estrategias de mantenimiento necesarias para los diversos equipos empleados en los procesos.

El mejoramiento de la confiabilidad operacional de cualquier instalación o de sus sistemas y componentes, se encuentra asociado con cuatro aspectos fundamentales:

- Confiabilidad humana,
- Confiabilidad del proceso
- Confiabilidad del diseño y
- Confiabilidad del mantenimiento.

No obstante lo anterior, generalmente es difícil de disponer de todos los recursos, pues estos se ven limitados por diversos aspectos, tanto económicos, como humanos, para poder mejorar los sistemas en un área.

Asimismo, la criticidad ayuda a resolver diversos cuestionamientos dentro de un proceso, generando una lista ponderada en el cual puede señalar el elemento más critico hasta el menos critico del total del universo analizado, diferenciando tres zonas de clasificación: la alta, mediana o baja criticidad. Lo anterior, permite con más facilidad diseñar la estrategia para mejorar la confiabilidad operacional, iniciando las aplicaciones en el conjunto de procesos ó elementos que formen parte de la zona de alta criticidad.

Finalmente, hay que resaltar que los criterios para realizar el análisis de la citada criticidad, se asocia con diversos elementos como pueden ser la seguridad, ambiente, producción, costos de operación y mantenimiento, rata de fallas y tiempo de reparación; lo cual se relaciona con una puntuación para cada elemento evaluado, generando una lista

la cual homologa criterios para establecer prioridades, para así focalizar el esfuerzo que garantice el éxito y la rentabilidad.

4. JUSTIFICACION DEL PROYECTO

El presente proyecto es de gran importancia tanto para las diversas empresas ya sea pública o privada, ya que permitirán proporcionar de diversos conocimientos, mismos que se tocaran a lo largo de la presente investigación.

Como se mencionó en la introducción, la criticidad se emplea para el mejoramiento de la confiabilidad operacional de cualquier instalación y componente; en específico, este proyecto se tomara como base la maquinaria empleada en la Refinería “General Lázaro Cárdenas del Río” en Minatitlán, Veracruz, la cual pertenece a la Paraestatal Petróleos Mexicanos (PEMEX).

Por lo anterior, es indispensable conocer cuales son los fallos que presentan las turbo maquinarias utilizadas en la paraestatal, con la finalidad de encontrar una solución a la problemática, para así mejorar el rendimiento y productividad de la citada refinería, debido a que las fallas de criticidad se pagan a un costo muy elevado, no solo económicamente sino también puede incidir en la salud y el riesgo de los trabajadores.

La aportación que la presente investigación haga, puede ser tomada en cuenta, debido a que pueden existir mejoras en la seguridad, al ambiente, a la producción, así como al mantenimiento de los aparatos, lo que dará una mejor confiabilidad en los procesos que se realicen.

5. OBJETIVO GENERAL

Estudio de corrección de fallas, con la finalidad de obtener la confiabilidad de las turbo maquinarias en el Sector 5, de la Refinería “General LÁZARO Cárdenas”, en Minatitlán, Veracruz, perteneciente a Petróleos Mexicanos (PEMEX).

6. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Conocer los conceptos del Análisis de Criticidad autorizados para PEMEX-Refinación.
- Determinar las estrategias mas adecuadas para valorar la criticidad de las instalaciones, sistemas y equipos en PEMEX Refinación.
- Asesorar en la aplicación de la Metodología de Análisis de Criticidad en los Centros de Procesos o Instalaciones de PEP

7. NOMBRE DE LA EMPRESA

Refinería “General Lázaro Cárdenas del Río”

Responsable de la empresa: Ing. Víctor Manuel Toledo Piñón

Gerente General

Salvador Díaz Mirón 119, Obrera, 95980 Minatitlán, Veracruz-Llave

Teléfono:01 922 225 0024

8. CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA

Giro de la empresa: Transformación de la materia prima (refinación de petróleo)

Visión: Ser una Refinería líder en la elaboración de productos petrolíferos con estándares internacionales de Seguridad, Protección del Ambiente, Rentabilidad y Calidad, a través de un proceso de mejoramiento continuo y el desarrollo integral de su personal, para ser factor importante que contribuya al progreso de México.

Misión: Producir energéticos y derivados del petróleo con estándares internacionales de eficiencia, Rentabilidad, Calidad, Seguridad y Protección del Ambiente a través del esfuerzo, talento y compromiso de los que laboramos en la primer refinería de Latinoamérica, para contribuir al fortalecimiento de petróleos Mexicanos.

Política Integral de Administración (PIA): La subdirección de producción establece el compromiso de elaborar refinados del petróleo con base en un sistema de administración

(SIA) y de seguridad, salud en el trabajo y protección ambiental (SSPA) cumpliendo los requisitos legales y normativos aplicables de manera rentable, con control de costos y disciplina operativa; desarrollando su personal integralmente para satisfacer al cliente y partes interesadas con calidad y oportunidad, promoviendo la mejora continua de sus procesos.



Fig. No. 1. Política del SIA firmada por el Gerente General de la refinería

Política de Seguridad, Salud en el trabajo y Protección Ambiental:

Política: Petróleos Mexicanos es una empresa que se distingue por el esfuerzo y el compromiso de sus trabajadores con la Seguridad, la Salud en el trabajo y la Protección Ambiental.

Principios: La Seguridad, Salud en el trabajo y Protección Ambiental son valores de la **más alta prioridad** para la producción, el transporte, las ventas, la calidad y los costos.

Todos los incidentes y lesiones se pueden **prevenir**.

La Seguridad, Salud en el trabajo y Protección Ambiental son **responsabilidad** de todos y **condición** de empleo.

En Petróleos Mexicanos, nos comprometemos a continuar con la protección y el mejoramiento del medio ambiente **en beneficio de la comunidad**.

Los trabajadores petroleros estamos convencidos de que la Seguridad, Salud en el trabajo y Protección Ambiental son **en beneficio propio** y **nos motivan a participar** en este esfuerzo.



Fig. No. 2. Políticas de Seguridad, Salud en el trabajo y protección ambiental signado por el director General de PEMEX

Estructura de la Refinería

Organigrama del departamento

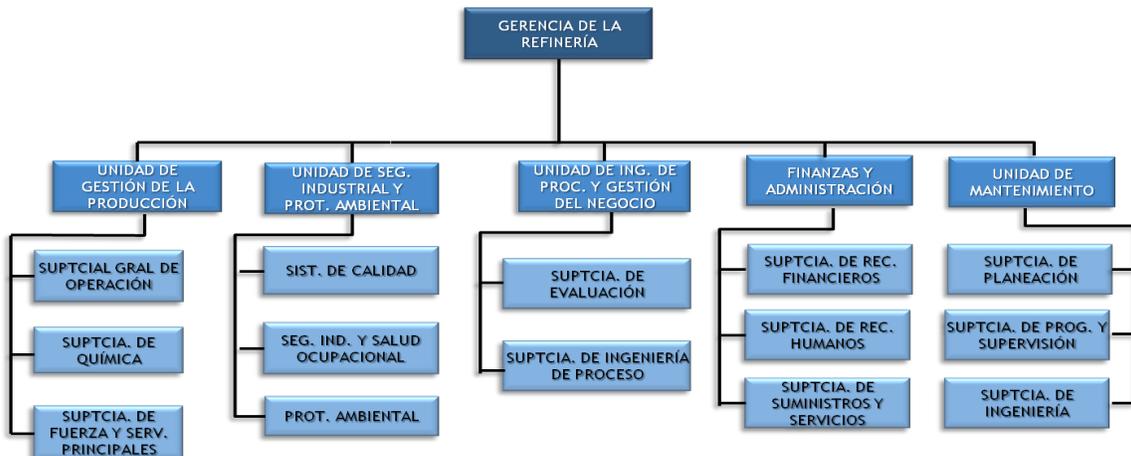


Fig. No. 3 Organigrama de la refinería

Función: El sector 5 de la refinería, cuenta con 6 unidades de proceso, las cuales son U100, U200, U400, U500, U600 y CCR, consistente en una Hidrodesulfuradora de Diesel (PEMEX-Diesel No UBA, 25,000 BPD); uno Isomerizadora (PEMEX-Magna, 15,000 BPD);

Hidrodesulfuradora de Gasolinas o Nafta (PEMEX-Magna, 25,000 BPD); Unidad de Reformación de Nafta (PEMEX-Magna, 25,000 BPD); Planta Ambiental Tratadora de Líquidos y Gases Amargos (12,000 BPD) y Regeneradora Catalítica de 450 lb/h de U500, respectivamente.

Personal: 12 operadores por turno y 20 en el departamento de mantenimiento mecánico

Situación Geográfica

Ubicada en la parte Sur de la Ciudad de Minatitlán, Veracruz.

Limita al sur/suroeste con el río Coatzacoalcos.

Al lado norte/noroeste circunda con la ciudad

Coordenadas
17° 58´ latitud norte
94° 31´ longitud oeste



Fig. No. 4 Línea del tiempo que representa la historia de la Refinería "General Lázaro Cárdenas"

9. HISTORIA DE LA REFINERÍA "GRAL. LÁZARO CÁRDENAS"

La Refinería "Gral. Lázaro Cárdenas" inició sus labores en el año de 1906, bajo la administración de la compañía inglesa "El Águila", extrayendo el petróleo crudo de los campos de "San Cristóbal" a 18 Km al sureste de la Refinería, 32 años después, pasa a ser patrimonio de la nación como resultado del decreto de la Expropiación Petrolera en el año de 1938.

Es hasta el año de 1954, cuando comienza la era moderna de la Refinería; las antiguas instalaciones son desmanteladas y se inicia la construcción de nuevas unidades de producción con mayor capacidad y con todos los avances tecnológicos de su tiempo acorde con la demanda nacional de energéticos.

En el año de 1974, la “Refinería de Minatitlán” cambia su nombre a Refinería “General Lázaro Cárdenas” como homenaje y reconocimiento por su intervención en la industria petrolera mexicana.

En el año de 1981 se inicia con la construcción de 5 plantas nuevas que conformaran el Sector No. 5, posteriormente en el 2004 se inicia el proyecto de Reconfiguración, con la construcción de 10 plantas nuevas. (Como se ve en la Figura número 5)

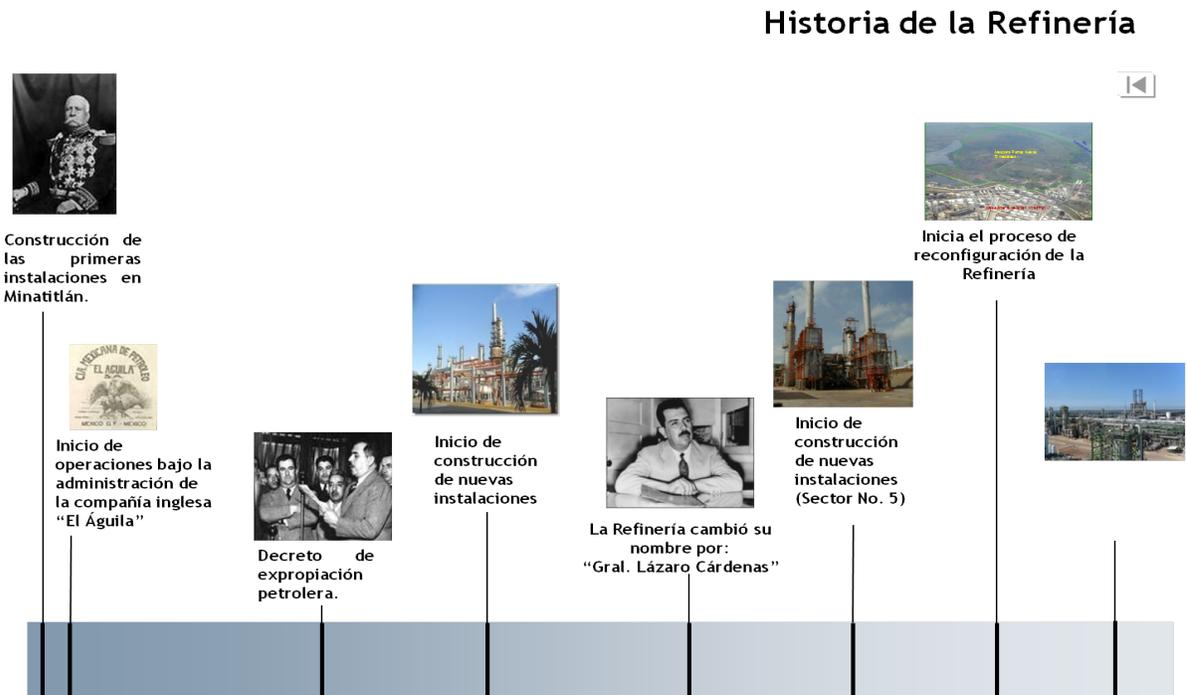


Fig. No. 5. Línea del tiempo que representa la historia de la Refinería “General Lázaro Cárdenas”

9.1. ZONA DE INFLUENCIA DE LA REFINERÍA “GRAL. LÁZARO CÁRDENAS”

La gasolina y el diesel que salen de la refinería General Lázaro Cárdenas, son distribuidos en los estados de Campeche, Yucatán, Veracruz, Puebla, Tabasco, Chiapas, Tlaxcala, Oaxaca y Quintana Roo, sitios en los cuales se tiene una influencia directa, los cuales representan aproximadamente un 35% de todo el país, como se muestra en la figura número 6.

Zona de influencia



Fig. No. 6. Zona de influencia de la Refinería “General Lázaro Cárdenas”

9.2. DUCTOS

Recibo de materia prima: La refinería de Minatitlán se abastece de Naftaducto del C.P. Cangrejera a través de ductos de 8 in., surtiéndole 2.5 MBD, el poliducto (la Mezcla de Butanos), de la misma a través de ductos de entrada de 12 in., proporcionándole 60 MBD, así como 25 MBD de Gasolinoducto. Por otra parte, recibe de Nuevo Teapa 150 MBD de oleoducto (Crudo Mezcla); de Salina Cruz se reciben 70 MBD de poliducto (Destilados) y de Paso Nuevo se reciben 60 MBD de oleoducto (Crudo Maya). Lo cual se representa en la siguiente imagen.

Ductos de entrada



Fig. No. 7. Ductos de entrada hacia la Refinería.

Salida de la gasolina y diesel refinado: la refinería de Minatitlán surte a través de ductos de salida los destilados intermedios y combustoleoducto a diversos sitios, como son 75 MBD a Tierra Blanca, de 80 a 100 MBD a pajaritos, de 65 a 80 MBD a Tula y 30 MBD a Villahermosa. Lo cual se representa en la siguiente imagen.

Ductos de Salida

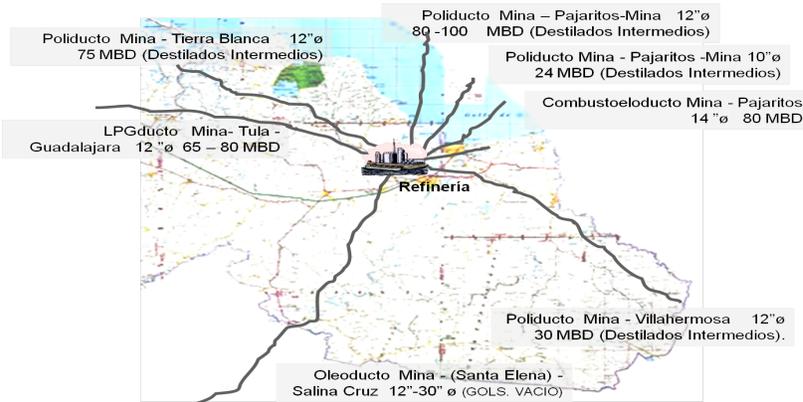


Fig. No. 8. Ductos de salida de la Refinería

9.3. Condiciones climatológicas y del terreno

La refinería de Minatitlán ocupa un área de 825 hectáreas, de las cuales 200 son utilizadas por el área industrial. La temperatura media anual es de 35°C, con una precipitación anual de 2,000 milímetros, contando con vientos dominantes del noroeste.

Condiciones climatológicas y del terreno

El predio tiene un área de 825 hectáreas. 200 ocupa el área industrial.



La temperatura media anual es de 35 °C

La precipitación pluvial anual es de 2,000 milímetros

Los vientos dominantes son del Noreste.

Fig. No. 9. Condiciones Climatológicas y del terreno de la Refinería.

9.4. RUTAS DE EVACUACIÓN

En la siguiente imagen se muestra la ruta de evacuación predeterminada para la refinería de Minatitlán.

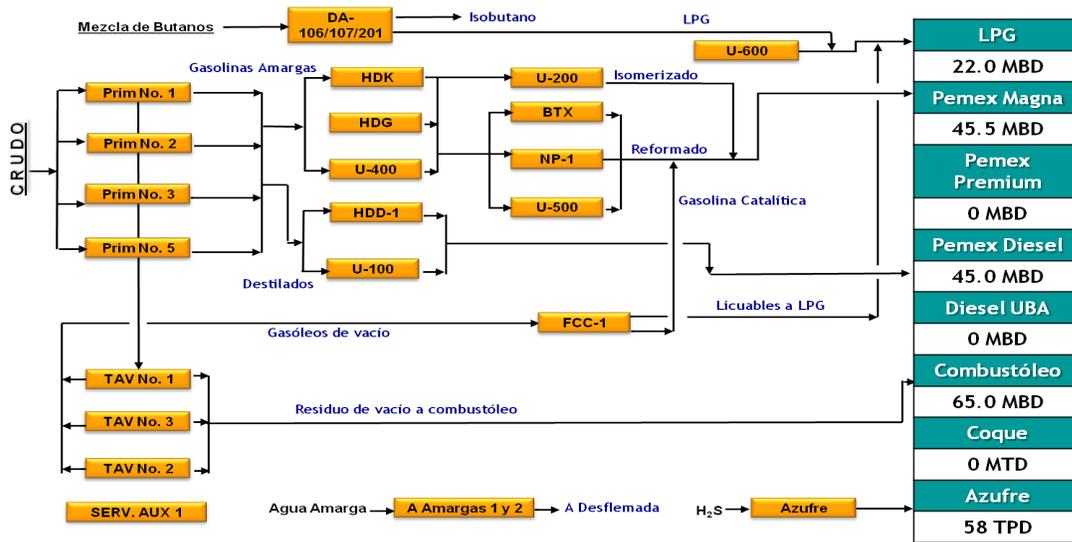


Fig. No. 10. Rutas de evacuación de la Refinería

9.5. Condiciones climatológicas y del terreno

A continuación en las siguientes tablas, esquemas y figuras se muestran las diferencias entre los procesos anteriores a la reconfiguración.

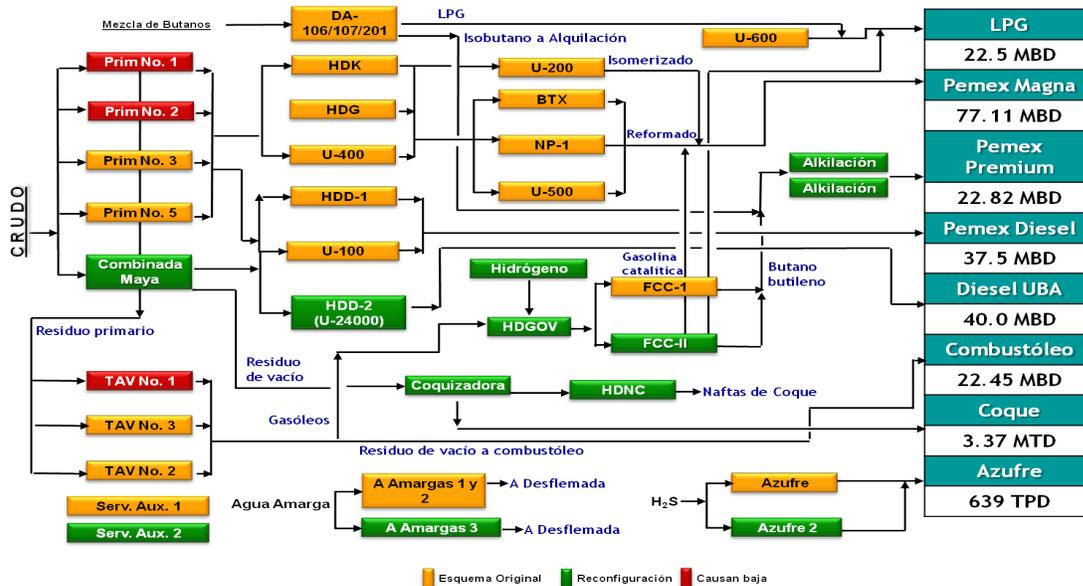
Esquema Anterior de la Refinería Minatitlán
Proceso 175.0 MBD



Esquema Anterior

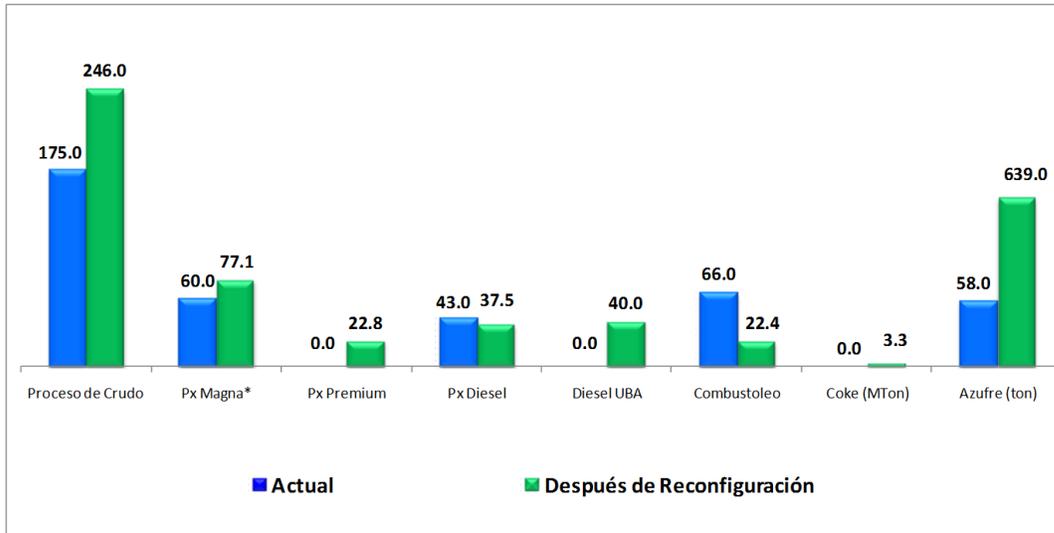
Esquema No. 1. Esquema antes de la Reconfiguración de la Refinería

Esquema Integral de la Refinería Minatitlán (con Reconfiguración)
Proceso 246 MBD



Esquema No. 2 Esquema integral después de la Reconfiguración de la Refinería

Proyección de producciones



Grafica No. 1. Proyección de producciones Mina I y Mina II

Tabla No. 1. Plantas de proceso actuales y año de entrada de operaciones Mina I

Plantas de Proceso Actuales

TIPO DE PROCESO	CAPACIDAD DE DISEÑO (MBD) ¹	CAPACIDAD EFECTIVA ² (MBD)	LICENCIADOR	INICIO DE OPERACIONES
Destilación primaria No. 1	25	28	Fluor Corporation LTD	1955
Destilación primaria No. 2	25	28	Fluor Corporation LTD	1956
Destilación primaria No. 3	75	75	Fluor Corporation LTD	1963
Destilación primaria No. 5	60	60	UOP	1967
Proceso total	185	191		
Destilación al vacío No. 1	33	26	Fluor Corporation LTD	1955
Destilación al vacío No. 2	25	25	UOP	1967
Destilación al vacío No. 3	25	25	IMP	1976
Hidrosulfuradora de gasolina HDG	21.25	16	Fluor Corporation LTD	1964
Hidrosulfuradora de gasolina U-400	25	25	IMP	1981
Hidrosulfuradora de gasolina HDK	11	11	UOP	1964
Hidrosulfuradora de destilados HDD	17	16	UOP	1965
Hidrosulfuradora de destilados U-100	25	25	IMP	1981

Notas

¹ Miles de Barriles Diarios

² Refendo a la capacidad SOLOMON 2006

Tabla No. 2. Plantas de proceso actuales y año de entrada de operaciones Mina I

Plantas de Proceso Actuales

TIPO DE PROCESO	CAPACIDAD DE DISEÑO (MBD) ¹	CAPACIDAD EFECTIVA ² (MBD)	LICENCIADOR	INICIO DE OPERACIONES
Reformadora de naftas NP-1	12	11	UOP	1964
Reformadora de naftas BTX	17	17	UOP	1964
Reformadora de naftas U-500	20	20	UOP	1982
Catalítica FCC	28.5	30	UOP/Stone&Webster	1967
Isomerizadora de pentanos U-200	15	12	UOP	1995
Deisobutanizadora DA-106	8.4	8	Hudson	1960
Deisobutanizadora DA-107	10.6	10	IMP	1973
Deisobutanizadora DA-201	18	18	EPN/CHIYODA	1997
Tratadora y fraccionadora de hc's U-600	22.7	22	IMP	1982
Recuperadora de azufre (ton)	80	62	WHORLEY PARSON	1986
Purificadora de hidrógeno (mmcsd)	490	490	UOP	2006

Notas

¹ Miles de barriles diarios

² Refendo a la capacidad SOLOMON 2006

Tabla No.3. Plantas de proceso actuales y año de entrada de operaciones Mina II

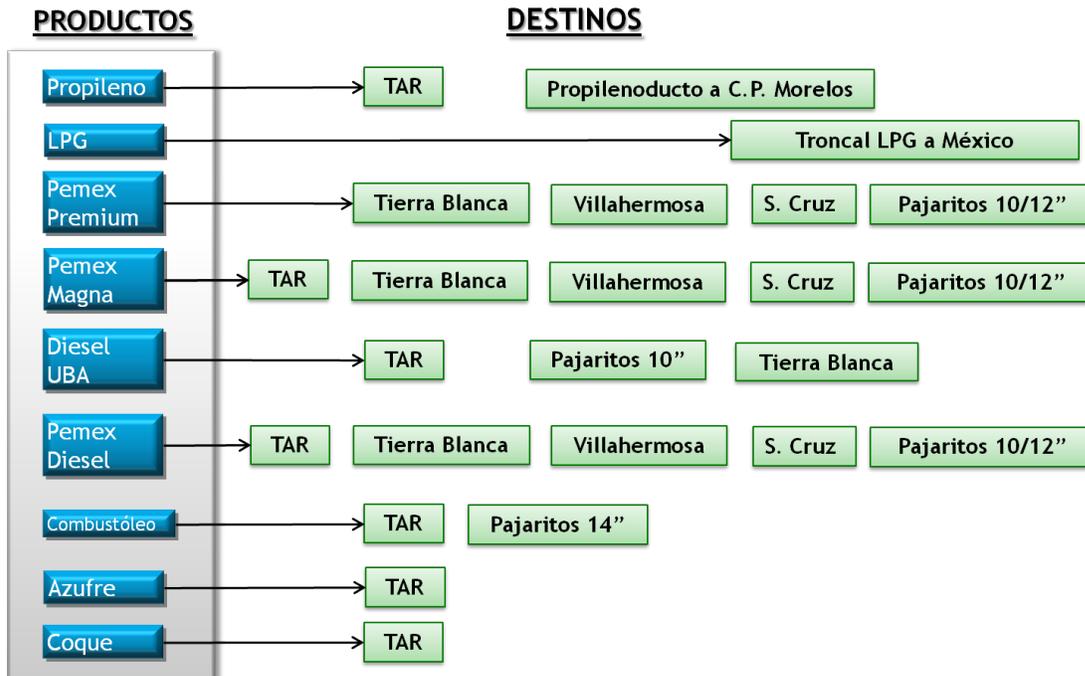
Plantas de Proceso Nuevas (Reconfiguración)

TIPO DE PROCESO	CAPACIDAD DE DISEÑO (MBD) ¹	LICENCIADOR	INICIO DE OPERACIONES
Planta Combinada Maya (Destilación primaria y al vacío) U-10000	150	Instituto Mexicano del Petróleo (IMP)	2011
Hidrodesulfuradora de Diesel U-24000	34	Instituto Mexicano del Petróleo (IMP)	2010
Hidrodesulfuradora de Naftas de Coquización U-12000	7.4	Instituto Mexicano del Petróleo (IMP)	2011
Hidrodesulfuradora de Gasóleos U-11000	50	Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) / ABB Lumus Global	2011
Planta de Hidrógeno U-20000	48 MMPCD	LURGI LA Gas Chemie GmbH	2010
Unidad Catalítica FCC 2	42	Kellogg Brown & Rout (KBR)	2011
Plantas de Alquilación U-18000 y U-19000	13.4	UOP	2011-2012
Coquización Retardada U-31000	55.79	Foster Wheeler USA Co	2011
Planta Recuperadora de Azufre U-23000	4 Trenes de 150 TPD	Lurgi	2010-2012
Planta de Aguas Amargas 3	4 Trenes de 10	Instituto Mexicano del Petróleo (IMP)	2010-2011

Notas

¹ Miles de Barriles Dianos

Manejo de Productos



Esquema No. 3. Manejo de productos

Tabla No.4. Tanques de almacenamiento

Tanques de almacenamiento

PARA HIDROCARBUROS						
TIPO DE TANQUE	Actual		Futuro		Total	
	No. de Tanques	Capacidad MBI	No. de Tanques	Capacidad MBI	No. de Tanques	Capacidad MBI
Atmosféricos	106	2804	7	415	113	3,219
A presión	27	216	3	41	30	257



Tabla No.5. Fuerza y servicios principales

Fuerza y Servicios Principales

CALDERAS		
SITUACIÓN	No. de Calderas	Generación T/h
Actual	6	834
Futura	2	500
Total	8	1,334

TURBOGENERADORES		
SITUACIÓN	No. de Calderas	Generación MW
Actual	2	64
Futura	1	45
Total	3	109



Tabla No.6. Fuerza y servicios principales

Fuerza y Servicios Principales

TRATAMIENTO DE AGUAS		
SITUACIÓN	No. de Plantas	Capacidad T/h
Actual	1	386
Futura	1	660
Total	2	1,046



Tabla No.7.Fuerza y servicios principales

Fuerza y Servicios Principales

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES		
SITUACIÓN	No. de Plantas	Capacidad L/s
Actual	1	290



Tabla No.8. Cuartos de control centralizado (Bunker)

Cuartos de Control Centralizado (Bunker)

CONTROL OPERACIONAL DE:		
7	Plantas de Proceso	U-100, U-200, U-400, U-500, U-600, y DiC4 (DA-201), HDK, HDG, DA-101B, DA-106, DA-107
3	Generadores de vapor	CB-2, CB-3 y CB-4
2	Generadores eléctricos	TG-1A y TG-2A
1	Planta de tratamiento de aguas	UDA-200



10. PROBLEMAS A RESOLVER CON SU RESPECTIVA PRIORIZACION

1. Solucionar la acumulación de sales de hidrogeno que se encuentran dentro del compresor GB501.
2. Disminuir la frecuencia de mantenimiento correctivo, otorgándole preferencia al preventivo conforme a una calendarización.

11. ALCANCES Y LIMITACIONES

Los alcances de esta investigación son relativos a la investigación son únicamente conocer las necesidades de mantenimiento de la maquina GB-501, misma que pertenece al Sector 5 de la Refinería “General Lázaro Cárdenas” en Minatitlán, Veracruz.

12. FUNDAMENTO TEORICO

Para dominar el lenguaje de la Metodología de Análisis de Criticidad (AC) se debe conocer los siguientes términos y conceptos.

1. ¿Que es el análisis de Criticidad?

Es una metodología que permite establecer jerarquías entre:

- Instalaciones
- Sistemas
- Equipos
- Elementos de un equipo

De acuerdo con su impacto total del negocio, obtenido del producto de la frecuencia de fallas por la severidad de su ocurrencia, sumándole sus efectos en la población, daños al personal, impacto ambiental, pérdida de producción y daños en la instalación.

Además, apoya la toma de decisiones para administrar esfuerzos en la gestión de mantenimiento, ejecución de proyectos de mejora, rediseños con base en el impacto en la confiabilidad actual y en los riesgos.

2. Activo

Término contable para cualquier recurso que tiene un valor, un ciclo de vida y genera un flujo de caja. Puede ser humano, físico y financiero intangible. Por ejemplo: el personal, centros de trabajo, plantas y equipos, entre otros.

3. Acción/recomendación

Es la asignación para ejecutar una tarea o serie de tareas para resolver una causa identificada en la investigación de una falla o problema

4. Afectación

Es la limitación y condiciones que se imponen por la aplicación de una ley al uso de un predio o un bien particular o federal, para destinarlos total o parcialmente a obrar de utilidad pública.

5. Análisis de Criticidad de Modo de Falla y Efectos (FMECA, Failure Mode, Effects and Criticality Analysis)

Es un método que permite cuantificar las consecuencias o impacto de las fallas de los componentes de un sistema, y la frecuencia con que se presentan para establecer tareas de mantenimiento en aquellas áreas que están generando mayor repercusión en la funcionalidad, confiabilidad, mantenibilidad, riesgos y costos totales, con el fin de mitigarlas o eliminarlas por completo.

6. Causa de falla

Circunstancias asociadas con el diseño, manufactura, instalación, uso y mantenimiento que hayan conducido a una falla.

7. Confiabilidad operacional

Es la capacidad de un activo (representado por sus procesos, tecnología y gente) para cumplir sus funciones o el propósito que se espera de este, dentro de sus límites de diseño y bajo un Contexto Operacional determinado.

8. Consecuencia

Resultado de un evento. Puede existir una o más consecuencias de un evento, las cuales sean expresadas cualitativa o cuantitativamente. Por ello, los modelos para el cálculo deben considerar los impactos en seguridad, higiene, ambiente, producción, costos de reparación e imagen de la empresa.

9. Consecuencia de una Falla

Se define en función a los aspectos que son de mayor importancia para el operador, como el de seguridad, el ambiental y el económico.

10. Contexto Operacional

Conjunto de factores relacionados con el entorno; incluyen el tipo de operación, impacto ambiental, estándares de calidad, niveles de seguridad y existencia de redundancias.

11. Criticidad

Es un indicador proporcional al riesgo que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, y permite direccionar el esfuerzo y los recursos a las áreas donde es más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad y administrar el riesgo.

12. Defecto

Causa inmediata de una falla: desalineación, mal ajuste, fallas ocultas en sistemas de seguridad, entre otros.

13. Efecto de falla

Describe lo que ocurre cuando acontece cada modo de falla.

14. Falla

Terminación de la habilidad de un ítem para ejecutar una función requerida.

15. Falla funcional

Es cuando el ítem no cumple con su función de acuerdo al parámetro que el usuario requiere.

16. Jerarquización

Ordenamiento de tareas de acuerdo con su prioridad.

17. Modo de falla

Es la forma por la cual una falla es observada. Describe de forma general como ocurre y su impacto en la operación del equipo. Efecto por el cual una falla es observada en un ítem fallado. Hechos que pueden haber causado cada estado de falla.

18. Mecanismo de falla

Proceso físico, químico u otro que ha conducido un deterioro hasta llegar a la falla.

19. Prioridad

La importancia relativa de una tarea en relación con otras tareas.

20. Riesgo

Este término de naturaleza probabilística está definido como la “probabilidad de tener una pérdida”. Comúnmente se expresa en unidades monetaria. Matemáticamente se expresa como:

$$R(t) = P(t) * C$$

Donde:

$R(t)$ Es el riesgo en función del tiempo $P(t)$ es la probabilidad de ocurrencia de un evento en función del tiempo, y C sus consecuencias.

21. MBD

Miles de barriles diarios.

13. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LA RESIDENCIA

Actividades realizadas durante mi estancia en la Refinería "General Lázaro Cárdenas":

BITACORA DEL TURBOCOMPRESOR GB-501

17-Febrero-2014

Se desacoplo el compresor cuidadosamente, con la finalidad de verificar que el juego axial en la turbina como el del compresor quedara de la siguiente manera:

Turbina: (0.012-0.013) in.

Compresor: (0.010-0.011) in.

El resultado de la verificación fue emitida por el Cabo Especialista Manuel Cortez quien reportó un desgaste menor en los dientes de acoplamiento, mismo que no ponía en riesgo el funcionamiento del compresor.

No obstante lo anterior, ese día no se pudieron efectuar más trabajos en el equipo debido a que personal del área de mantenimiento a plantas no había colocado juntas ciegas en el compresor.



Fig. No. 11. Desgaste de los dientes del cople Turbina-Compresor.

18-Febrero-2014

El procedimiento para iniciar el mantenimiento fue el siguiente:

Se retiró el medio cople del compresor, para luego retirar la tapa frontal de la caja de chumaceras lado libre, bancada superior e inferior de chumaceras, chumaceras axiales y radiales lado cople y lado libre del compresor, finalmente se desmontaron sellos secos (JohnCrane) Lado Libre y Lado Cople.

19-Febrero-2014

Se retiraron los 5 pernos antigiro del compresor, así como la tapa de la carcasa del compresor.

20- Febrero-2014

Se retiraron tres tuercas de los tornillos antigiro lado cople del compresor y se colocó la maniobra para extraer barril, se debe mencionar que no fue posible simplemente con la citada maniobra debido a que durante el procedimiento derivó la necesidad de colocar resistencias eléctricas para calentar la carcaza y extraer el barril.



Fig. No. 12. Colocación de resistencias eléctricas para extraer el barril..

21-Febrero-2014

Nuevamente se empleó la maniobra y se efectuó la extracción del barril de la carcasa del compresor, para posteriormente colocar un montacargas de 10 Toneladas a la grúa viajera del compresor GB-501 para su aseguramiento y traslado hasta el camión de Transportación (HIAB), lo anterior con la finalidad de trasladar el barril hasta el taller mecánico para la revisión minuciosa y completa de la maquina.



Fig. No.13. Maniobra para extraer el barril del compresor.

22-Febrero-2014

El barril se encuentra en la parte de afuera del taller mecánico para realizar el desarmado y revisión del barril, por falta de espacio dentro del taller mecánico; derivado de la revisión, se observó que el rotor, los impulsores, los diafragmas y el interior general del barril, se mantiene con mucha suciedad, lo cual causa vibraciones que provocan daños en el dispositivo. Por lo anterior, se retiraron sellos laberintos de entre pasos (en impulsores y rotor) de la mitad superior del barril (pendientes por retirar dos laberintos), quedando pendiente por retirar cinco laberintos, en la mitad inferior del barril.

23-Febrero-2014

Se retiraron sellos laberinto que quedaban pendientes por retirar en barril, por lo que la parte superior e inferior del barril fueron trasladadas al taller de cambiadores de calor para su limpieza, la cual consiste en la aplicación de samblasteo y limpieza general para remoción de óxidos e impurezas.

24-Febrero-2014

Se realizó limpieza general al interior de la carcasa del compresor así como a la tapa desmontada correspondiente al lado libre. De igual forma se aplicó aceite en el interior de la carcasa y la tapa del compresor, con la finalidad de evitar corrosión en la maquina. Asimismo, se colocaron nuevos sellos laberintos entre impulsores y rotor (entre pasos), para evitar fugas entre pasos.

Por otra parte, se aplicó pasta anti aferrante a la zona de sellos laberintos para evitar futuras corrosiones y un fácil desmontaje en el próximo mantenimiento.



Fig. No. 14. Limpieza del interior de la carcasa del compresor GB-501.

25-Febrero-2014

Se colocaron dos sellos laberinto que faltaban colocar a la mitad inferior que del barril; igualmente se agregó solución química líquida a todo el interior del barril inundando los diafragmas, difusores y paredes para remover sedimentos de óxido, que pudieron haber quedado en la máquina. En el rotor limpio del compresor tuvo entre estas dos piezas un claro de 0.006 in. (Por norma, el claro que debe existir entre impulsor y camisa de rotor debe ser de 0.005 in).

También se comenzó el desarmado de tapa que contiene el tambor de balance para continuar con el procedimiento al día siguiente.



Fig. No. 15. Sellos laberintos de la carcasa del compresor.

26-Febrero-2014

Nuevamente se aplicó aceite a las partes inferior y superior del barril para evitar corrosión. Se realizó el montaje del rotor limpio del compresor en barril, para finalmente efectuar el centrado del rotor en el barril para evitar la vibración en el mismo.

(Claros en sellos de impulsor: 0.012 in. Claros en sellos de flecha: 0.006 in.).



Fig. No. 16. Colocación del rotor dentro del barril.

27-Febrero -2014

Se efectuó barrido a las dos partes del barril (superior e inferior) con aire a presión para remover polvo. Se colocaron tornillos de sujeción a diafragmas y laberintos de la tapa superior del barril para sujetarlos. Se montó el rotor limpio del compresor y se revisó desplazamiento axial, resultando un desplazamiento axial total: 0.325 in.

Se desarmó la caja de tambor de balance quedando pendientes dos tornillos (se sometió a "sopleteado" con aire a la superficie de la caja para facilitar desarmado).



Fig. No. 17. Limpieza de la carcasa del compresor con aire a presión.

28-Febrero-2014

Se montó el conjunto de la tapa del barril lado descarga (tambor de balance, porta tambor de balance y tapa), para comenzar el armado del compresor.

Se maquinó la caja de tabor de balance, debido a que presentó deformación en las guías, porque fue sometido a un sobre calentamiento, las medidas tomadas a la mencionada caja, refirió que la misma se encontraba ovalada, situación que puede generar un desgaste prematuro en este.

1-Marzo-2014

El barril al que se le dio mantenimiento se encuentra habilitado y listo para ser trasladado a casa de compresores U-500, lo cual se realizó de manera efectiva. Por lo que, personal de la compañía Elliott Ebara Group (EEG) inicia la colocación de tubería de suministro de gas seco "Panel Buffer" a sellos secos del compresor GB-501. Se aplicó pasta antiferrante a todo el interior de la carcasa del compresor, tapa de la carcasa así como en cavidades de O-Ring's del barril. Se introdujó el barril en carcasa del compresor, dicho montaje se efectuó sin dificultad alguna, situación por la que se colocó la tapa de la carcasa y tres tornillos de apriete del mismo, asegurando que la misma quedara completamente cerrada para una mayor seguridad para el aparato.

2-Marzo-2014

Se apretaron espárragos y tuercas de tapa de carzaca del compresor, para luego efectuar la limpieza de los pernos antigiros para un mejor funcionamiento, de igual forma se bridó la purga del compresor; previamente para un buen embridado se enviaron al taller mecánico para maquinado. Por otra parte, se colocó a O-Ring's a las bridas de pernos

antigiro y purgas del compresor, motivo por el que se efectuó limpieza de líneas de lubricación a chumaceras mediante lavado oleohidraulico, el cual se realiza con aceite a presión, para remover cualquier impureza que haya quedado en la mencionada línea.

Se habilito línea de entrada de Gas Buffer que se encontraba sellado y se realizo limpieza del mismo. El gas buffer, es nitrógeno el cual sirve en los sellos secos, el cual debe purgar antes de cualquier operación en el sello seco para remover cualquier rastro de aire.

3-Marzo-2014

Se realizó limpieza al compresor en: caja de estoperos, caja de chumacera, y rotor en zona de sellos mecánicos. Realizada la limpieza, se procedió a nivelado y centrado del rotor, con un micrometro de caratura, dando como resultados de desplazamiento axial total: 0.280 in y su centrado a: 0.140 in.

4-Marzo-2014

La compañía Eliott solicita realizar nuevamente el centrado del rotor corroborando los datos anteriormente tomados, efectuando a la maquinaria un desplazamiento axial total: 0.280 in, resultando un centrado a 0.140 in., como previamente se había realizado por parte del personal de PEMEX-Refinación.



Fig. No. 18. Centrado del roto por personal de PEMEX-Refinación.

5-Marzo-2014

Se procedió al colocado de sellos secos en lado cople del compresor, primeramente se puso el sello laberinto, posteriormente el cartucho de sellos secos y finalmente el

cartuchode sellos de anillos de carbón, finalmente se montaron los sellos secos en el lado libre del compresor.

6-Marzo-2014

Despues de instalado el sello seco lado libre, se detectó un problema, el rotor no gira libremente, por lo que es necesario retirar completamente el sello mecánico lado libre para verificar si existe algún problema mayor.Después de desmontar completamente el sello, se decidió colocar un repuesto nuevo de sello eco proporcionado por JohnCrane (fabricante de sellos).



Fig. No. 19. Colocación de sellos nuevos por personal de JohnCrane.

Se decidió ampliar la revisión y se se encontró correctamente embridado el sistema de purga del compresor y el gobernador de velcidad de la turbina del GB-501, debido a que podría haber sido una causa del fallo detectado de la máquina; no obstante lo anterior se diomantenimiento a válvulas en general de el sistema de vapor y lubricación de la turbina del GB-501, colocando un empaque nuevo y efectuando lubricación con grasa en el empaque. Ese día se pintó el compresor y todos sus accesorios, que no simplemente es

para la buena estética, sino también cumple la función de protección a la corrosión debido al salitre contenido en el aire, lo cual asegura un tiempo mayor de vida del mecanismo.



Fig. No. 20. Embridado del sistema de lubricación del compresor.

7-Marzo-2014

Se realizó prueba de velocidad de disparo de la turbina del compresor GB-50, el procedimiento es de la siguiente manera:

1. Poco a poco aumentar la velocidad de la turbina de vapor, usando el control de velocidad manual del gobernador hasta que se alcanza la velocidad de diseño (velocidad promedio de 7524 rpm). Si bien, aumenta la velocidad, el funcionamiento de la unidad debe observarse atentamente los ruidos inusuales, la vibración excesiva, o las que llevan temperaturas más elevadas.
2. Se efectúa la prueba del limitador de sobre velocidad de la turbina gradualmente la cual superará al gobernador, el cual se debe controlar mediante el uso de pequeños pernos entre la tapa de la válvula del gobernador y actuador del regulador.
3. Anotar la velocidad a la que el gobernador de urgencias funciona (7945 rpm) y dispara la válvula de mariposa. Si el gobernador de emergencia no funciona alrededor de 10% por encima de la velocidad máxima continua, apagar la turbina y corregir.

No se debe de hacer funcionar la máquina a menos de que se sepa a ciencia cierta que el limitador de velocidad está en buenas condiciones de funcionamiento.

4. Después de limitar las funciones de velocidad, esto permite que caiga un poco de bajo del promedio normal (pero no hasta el rango crítico), se deben retirar los pernos temporalmente, para restablecer la velocidad, abriendo la válvula de mariposa y se regresará la turbina a la velocidad promedio.
5. La válvula de mariposa debe estar girada medio giro en dirección al cierre, desde su posición totalmente abierta para evitar la unión. Se deberán revisar, todas las condiciones de funcionamiento y si es satisfactorio, la máquina está lista para acoplarse. Se apaga por disparo a mano, y se rompe el vacío inmediatamente.

8-Marzo-2014

Se efectuó la prueba estática a sellos secos, con la finalidad de que estos operen correctamente, para que cumplan con diversas condiciones como son:

1. Mantener el gas seco por lo menos 20°C por encima del punto de rocío del gas.
2. Obtener gas limpio y filtrado a 1 micra
3. La velocidad del gas a través del laberinto interior debe ser de 9 a 24 ft/s.

Se hizo circular gas en la línea de suministro Buffer a sellos bloqueando las líneas de purga para después abrirlas y verificar el correcto funcionamiento de dichos sellos.

9-Marzo-2014

PUESTA EN OPERACIÓN DEL COMPRESOR GB-501:

Puesta en operación al panel Booster (sistema de compresión).

Suministro de aire y regulación de aire a panel Booster para accionamiento de los pistones de compresión.

Puesta en operación y observación del panel Buffer de suministro de Gas Seco a sellos; el citado panel está diseñado para proveer el suministro estable de gas limpio con el flujo requerido para la limpieza apropiada de la cavidad del sello; así como asegurar la calidad del gas de limpieza para que se mantenga limpio y seco; monitorear la fuga de la cara de sello, que es el primer indicador del buen estado del sello y proporcionar gas de separación entre este y el soporte de cojinetes.

Verificación de válvulas, manómetros e instrumentos en general.

Verificación del buen funcionamiento de válvulas del panel Buffer.

Calibración del instrumento de medición de presión diferencial.

Revisar de la existencia correcta de presión diferencial en el sistema de sellos.

Revisar si existe fuga excesiva en sellos secos mecánicos.

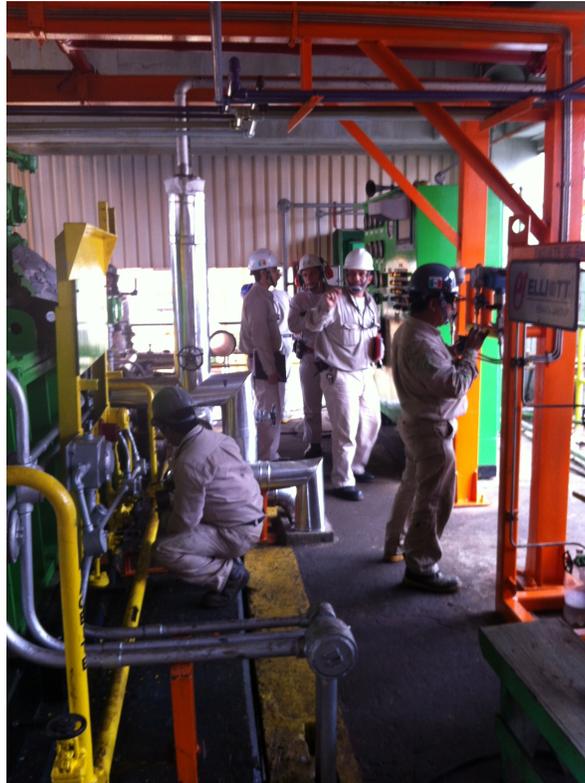


Fig. No. 21. Revisión previa a la puesta de operación del compresor.

14. ACTIVIDADES A REALIZAR PARA EVITAR PAROS INOPORTUNOS DE LA MAQUINARIA

Como se ha mencionado durante todo el texto, la maquinaria (Compresor GB-501), es de alta criticidad, puesto que sin la buena operación de la misma todo lo relacionado con la producción de la gasolina MAGNA se detendría; motivo por el cual, es necesario seguir con lo establecido en el calendario del mantenimiento preventivo, pero si se observa que entre los periodos del citado proceso es muy espaciado, habrá que reducirlos para evitar cualquier fallo.

Los puntos básicos a verificar son:

1. La calidad del aceite del compresor necesita mantener sus propiedades y evitar que contenga rastros de agua y/o cualquier otro compuesto extraño a su naturaleza, evitando así que llegue a emulsificarse, circunstancia que acortaría la vida de las chumaceras y en pocas palabras de todo el compresor
2. La calidad del vapor suministrado a la turbina requiere de ser del 98%, situación menor o contraria significaría tener más condensación dentro de la turbina, lo cual dañaría la vida de esta, al corroer los alabes y carcasa de la misma.
3. La pureza del hidrogeno que se suministra al compresor GB-501, debe ser de 100%, con la finalidad de evitar las sales incrustadas en el rotor, acontecimiento que puede producir vibraciones excesivas, hecho que en la refinería, ha provocado un mantenimiento correctivo de manera frecuente.
4. Observar el buen funcionamiento del gobernador de la turbina, con el fin de evitar una sobre velocidad, circunstancia que provocaría caer en una situación de peligro, no solamente a la maquina sino también a la refinería en general y en especial al capital humano, que es la parte más valiosa de la empresa.
5. Mantener un buen funcionamiento de la válvula PSV, misma que se necesita calibrar, por lo menos 1 vez al año para tener certeza de su buen funcionamiento en caso de emergencia.
6. Es importante, de igual manera mantener el gas buffer en perfecto estado de limpieza, al igual que los filtros, mismos que van a los sellos secos para evitar que el Hidrogeno pueda fugarse y causar una situación de peligro, debido a que es altamente inflamable.
7. Verificar que todos los accesorios, se encuentren en optimas condiciones para su funcionamiento, lo cual ayudará a reducir perdidasde aceite o vapor, lo cual producirá a una mayor eficiencia en la operación de la maquina y por ende en el proceso de producción de la gasolina MAGNA.

15. RECOMENDACION

En la estancia que tuve en este centro de trabajo, me percate de diversas situaciones, motivo por el cual puedo sugerir que se debe de mejorar el mantenimiento de la tubería de hidrogeno, ya que de la Planta de Hidrogeno del Sector 3 el hidrogeno es puro, pero al llegar al Sector 5 este contiene sales, lo cual produce la falla en los equipos.

Por otra parte, durante la revision general de la turbina y compresor, se deberían llevar los ajustes internos según el fabricante, ya que se observó que la maquina no cumple

conforme a lo diseñado. Asimismo, se requiere de un lavado químico en el interior del compresor y aumentar la capacidad del condensador para lograr una mayor eficiencia.

Finalmente se propone que se debe tener en condiciones óptimas según normas Pemex, el aceite, los filtros y la calidad del vapor, así como el sistema de vacío, selladas, lubricación y extracción del condensado, para evitar el mantenimiento correctivo.

16. REFERENCIAS

<http://imiq.com.mx/pdfs/paneles/12.pdf>

http://aprendizajevirtual.pemex.com/nuevo/guias_pdf/guia_sco_analisis_criticidad.pdf

<http://confiabilidad.net/articulos/el-analisis-de-criticidad-una-metodologia-para-mejorar-la-confiabilidad-ope/>

<http://confiabilidad.net/print/analisis-de-criticidad/>

17. MEMORIAS



Agradezco a PEMEX-Refinación y al Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, así como a mi asesor, Ing. Mario Toledo Martínez, por apoyarme y dejarme realizar esta residencia profesional, de la cual obtuve muchas experiencias, entre ellas el trabajo en equipo, así como el aumento de mi gusto por la industria petrolera y la ingeniería mecánica.