



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ

Departamento de Metal-Mecánica

REPORTE DE RESIDENCIA PROFESIONAL

**ELABORACIÓN DE BASE DE DATOS PARA DIAGNOSTICAR LA
DISPONIBILIDAD Y CONFIABILIDAD DE LOS EQUIPOS CRÍTICOS, A FIN DE
ASEGURAR LA CONTINUIDAD OPERATIVA DE LA PLANTA DE ETILENO**

LUGAR DE REALIZACIÓN:

COMPLEJO PETROQUÍMICO MORELOS (PEMEX)

COATZACOALCOS, VERACRUZ, MEXICO.

SEMESTRE: ENERO-JUNIO 2015

PRESENTA:

César Luis Jaramillo Noriega.

TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS, JUNIO DE 2015

Contenido

Capítulo 1	5
1.1 Introducción.....	5
1.2 Justificación.....	6
1.3 Objetivos.	6
1.3.1 General.....	6
1.3.2 Específicos.	7
1.4 Características del área el que participo.....	7
Capítulo 2	7
2.1 Planteamiento del problema.	7
2.2 Cálculo de criticidad basada en fallas.....	8
2.3 Alcances y limitaciones de un plan de mantenimiento	10
2.4 Taxonomía	12
2.5 Criticidad alta y media.	14
2.6 Importancia de un equipo en el proceso.....	14
2.7 Equipos críticos y su impacto.	15
2.8 Equipos críticos mayores.	16
2.8.1 Sistema de lubricación de los equipos críticos mayores.....	18
2.9 Sistemas de administración.....	19
2.9.1 Sistema de control de inventarios.	19
2.9.2 Requerimiento para refaccionamiento.....	22
2.9.3 Sistema de administración del historial por equipo.....	24
2.10 Impacto económico generado por un paro parcial	25
2.11 Hornos modificados.....	25
Capítulo 3	25
3.1 Alcances.....	25
3.2 Limitaciones	26
Capítulo 4	26
4.1 Descripción del proceso de obtención del etileno	26
4.1.1 Sección 100 – pirólisis y torre de apagado.....	26
4.1.2 Sección 200 - compresión y tratamiento caustico	29
4.1.3 Sección 300 - enfriamiento criogénico y desmetanización	31

4.1.4 Sección 400 – fraccionamiento	34
4.1.5 Sección 500 - refrigeración con propileno.	36
4.1.6 Sección 600 - refrigeración con etileno	37
4.2 Mantenimiento, generalidades y definiciones	38
4.2.1 Objetivo básico	38
4.2.2 Definiciones generales.....	38
4.2.3 Mantenimiento preventivo.	38
4.2.4 Mantenimiento correctivo.	38
4.2.5 Definición de términos.....	39
4.2.6 Estrategias.....	39
4.3 Sellos mecánicos para equipos dinámicos.	41
4.3.1 Sello Mecánico	41
4.3.2 Sellado de equipos rotatorios.....	42
4.3.3 Importancia del sistema de sellado.	42
4.4 Plan de mantenimiento.....	42
4.4.1 Frecuencia.....	43
4.4.2 Especialidad	43
4.4.3 Duración	44
4.4.4 Permiso de trabajo.....	44
4.4.5 Máquina parada o en marcha	44
4.5 Rodamientos.	45
4.5.1 Designaciones.	45
4.5.2 Designaciones básicas.....	46
4.5.3 Designaciones de las series.....	48
4.5.4 Designaciones complementarias	48
Capítulo 5	58
5.1 Resultados	59
5.2 Equipos críticos, descripción y refaccionamiento.....	62
5.2.1 Características de los equipos conductores.	63
5.2.2 Características de los equipos conducidos.	64
5.2.3 Cojinetes y rodamiento de los equipos conducidos.....	65
5.2.4 Sellos mecánicos y bridas.....	66
5.3 Plan de mantenimiento.....	67

Capítulo 6	69
6.1 Conclusiones.....	69
6.2 Recomendaciones.....	70
Referencia bibliográfica.	71

Capítulo 1

1.1 Introducción.

En el complejo petroquímico Morelos existen nueve plantas de proceso, las cuales son: etileno, polietileno (Asahi, Mitsui y Swing), Óxido de etileno, Oxígeno, Acetaldehído, Propileno y Acrilonitrilo, de las cuales dos ya están fuera de operación, debido a que ya no son rentables y su proceso es demasiado dañino, tales como la planta de Acetaldehído y Propileno, las restantes aún siguen en función, aunado a esto también tiene dos plantas de servicios, como la es generación de vapor, generación eléctrica y tratamiento de aguas, estas tres se encuentran en una misma planta, la última y no por eso menos importante es la de tratamiento de efluentes, en ella se recupera toda el agua utilizada en los procesos, los aceites y los desecho de todo tipo.

Entendiendo esto, se puede pensar que al menos una o dos plantas son de mayor importancia en el complejo, es por eso que en este trabajo nos enfocaremos en la planta de etileno, la cual es una de las más importantes de dicho complejo, ya que en ella se produce el producto con mayor uso en las plantas de polietileno (Swing, Mitsui y Asahi), Óxido de etileno, y no solo en este complejo, ya que el producto también se envía al complejo cangrejera, a la terminal refrigerada pajaritos, esta para su envío al extranjero y a un anillo de almacenamiento para todos los complejos.

Es por eso la gran importancia y el gran impacto que el paro de la planta ocasionaría en muchos procesos de producción, y al tener entendido esto, el ingeniero mecánico, eléctrico, instrumentista, plantero y civil deben coordinarse para que la planta no deje de operar, en conjunto con los ingenieros de operación, en este trabajo nos enfocaremos en el mecánico, ya que de él depende el funcionamiento adecuado y confiable de los equipos dinámicos, los cuales en pocas palabras son el alma de la planta, ya que en ellos se lleva a cabo la compresión, expansión, refrigeración, flujo y un sin número de pasos que el proceso de la obtención del etileno por el método LUMMUS conlleva.

Uno de los problemas que el ingeniero enfrenta es el abastecimiento de refaccionamiento para los distintos equipos que existen en el proceso, es por eso que debemos tener una base de datos actualizada y confiable de los equipos, en donde se tenga las refacciones de mayor uso, un historial de mantenimiento, un sistema para consultar los inventarios, una planeación de mantenimiento, ya sea predictivo, correctivo y preventivo, ya que si se tiene un buen ejercicio en el mantenimiento predictivo y preventivo es más confiable y con menor posibilidades de fallo, por eso mismo es necesario saber las necesidades de cada equipo, como son su lubricación y las refacciones de mayor desgaste, eso con el fin de que en el mantenimiento preventivo se lleve a cabo el cambio de las mismas piezas, como son los sellos mecánicos, rodamientos, chumaceras, camisas, empaques, aceites, retenes, etc.

En una planta de proceso lo que menos se quiere tener son paros no programados, (IPNP) índice de paros no programados, con el mismo fin de evitar ese índice el ingeniero mecánico debe de tener todos los equipos en las mejores condiciones posibles, y de no ser así, al menos atacar esos equipos en el menor tiempo posible, y eso será posible solamente si se tiene una buena planeación en el refaccionamiento, ya que de ser necesaria una refacción no va a ser necesario dar miles de vueltas y perder demasiado tiempo en conseguir dichas refacciones.

Lo que me motivó a hacer este trabajo fue la gran importancia que ciertos equipos tienen en un proceso, en la generación de empleos, las ganancias monetarias que esto genera y la fabricación e innovación de algunos productos, ya que la industria petroquímica es de un gran impacto económico, no solo para la empresa, sino para todo el país, por ello se debe de tener un buen diagnóstico de disponibilidad y confiabilidad de los equipos críticos, ya que estos equipos son los más relevantes en proceso.

1.2 Justificación.

La principal razón de la realización de este proyecto es el garantizar que todos los equipos críticos dinámicos estén en las mejores condiciones de operación, y si no están operando este disponibles, ya que la mayoría de equipos tienen un relevo se hace menos complicado el intervenirlos, pero no por eso se va a hacer sin una planeación anterior, como venimos diciendo, necesitamos tener su set de refacciones a la mano, su historial de intervenciones, así mismo el inventario de las refacciones, y esto solo será posible con un plan eficiente y actualizado, basándonos principalmente en los manuales, y en las notas hechas por los ingenieros, ya que en ellas se describe si se le hizo alguna modificación a los equipos, y con este trabajo se lograran hacer más eficientes las actividades a realizar por los operarios, ya que se busca el abasto adecuado del refaccionamiento, un plan de intervenciones mejorado basándonos en sus antecedentes y con esto garantizar el buen funcionamiento.

1.3 Objetivos.

1.3.1 General.

Lograr que el refaccionamiento y mano de obra estratégico de los equipos críticos siempre este en existencia y con el mejor plan de intervención, con el fin de asegurar la operación y disponibilidad de los mismos.

1.3.2 Específicos.

Mantener actualizado y vigente el censo y base de datos de los equipos, tanto críticos y no críticos, dándole una mayor importancia a los críticos.

Recopilar información sobre el historial de intervenciones de los equipos.

Asegurar el abastecimiento de refaccionamiento estratégico y de no ser así realizar los requerimientos necesarios.

Trabajar en conjunto con el equipo de operación para analizar los tiempos y condiciones de mantenimiento a equipos, para no provocar pérdidas.

1.4 Características del área el que participo.

En la planta de etileno como anteriormente se comentó existen cinco especialidades, cada una tiene un supervisor, y a todos ellos los rige el jefe de área de mantenimiento (JAM), por lo que es muy importante trabajar en conjunto con el JAM y el supervisor mecánico en este caso, al igual que el equipo de operación, los operadores, como son los que normalmente están en el área, ellos son los que te notifican si un equipo está presentando alguna anomalía en su funcionamiento, pero no obstante también existe un equipo encargado del mantenimiento predictivo, el cual es el que se encarga de estar censando ya sea vibraciones, calentamiento, ruidos, fugas y todo lo relacionado con el funcionamiento adecuado de los equipos, teniendo esto en cuenta el ingeniero supervisor toma cartas en el asunto, es decir si en el predictivo se encuentra alguna anomalía ya viene el equipo del preventivo a realizar reparaciones a dichos equipos sin que lleguen a su punto de mantenimiento correctivo.

Capítulo 2

2.1 Planteamiento del problema.

El problema que vamos a enfrentar es la falta de planeación y el desabasto de refaccionamiento crítico para los equipos, al igual que el identificar los equipos críticos como tales, como primer punto tenemos que conocer el funcionamiento de una planta de producción, sus procesos principales y los secundarios, y de ello partir para enfocarnos en una parte, que será la más importante, así mismo seguir una serie de criterios que nos ayudarán a identificar de manera mecánica los equipos críticos, dependiendo de su periodo de falla y otros factores que posteriormente se mencionara.

En Pemex existen criterios de seguridad, salud y protección ambiental (SSPA), para identificar “Equipos críticos”, considera los riesgos que puedan presentarse en los sistemas, maquinaria, equipos, instalaciones o componentes cuya falla resultaría o contribuiría a una liberación de energía (por ejemplo fuego, explosión, etc.) capaz de originar una exposición al personal a una cantidad suficiente de sustancias peligrosas, lo cual resultaría en una lesión, un daño irreversible a la salud o la muerte, así como un daño significativo a las instalaciones y al ambiente.

2.2 Cálculo de criticidad basada en fallas.

El presente procedimiento tiene por objetivo jerarquizar sistemas, instalaciones y/o equipos, en función de las consecuencias globales derivadas de la frecuencia de las fallas que hayan ocurrido en función del tiempo, para direccionar los esfuerzos y recursos, con enfoque a mejorar la confiabilidad operacional y rentabilidad del negocio de acuerdo a la realidad actual.

Calculo de la criticidad de cada instalación la realizaremos mediante la siguiente formula.

Criticidad = Frecuencia de fallas X consecuencia de fallas

- 1.- Establecer la frecuencia de fallas (alta, media o baja), considerando las fallas que hayan ocurrido en un periodo de tiempo, se le asigna un valor absoluto de 10, 5, 2 de acuerdo con los criterios de la tabla 1.
- 2.- Establecer los valores de las consecuencias de las fallas que hayan ocurrido, evaluándolas a través de los criterios en la tabla 2.
- 3.- Obtener el valor absoluto de criticidad de cada sistema, instalación o equipo analizado, multiplicando los valores obtenidos en el paso 1 y 2.

Frecuencia de falla		Valor absoluto
Alta	De 1 a 6 meses	10
Media	De 7 a 24 meses	5
Baja	De 25 meses o más	2

Tabla 1-Frecuencia de fallas

Columna	Descripción	valor
A	Provocó paro total del centro de trabajo (interrumpió totalmente la producción del centro de trabajo).	14
B	Provocó afectación parcial del centro de trabajo (interrumpió en forma parcial la producción del centro de trabajo, disminuyendo carga o paro total en otras plantas, unidades o secciones).	12
C	Provocó paro total de la planta unidad o sección donde se localiza el equipo, instalación o sistema analizado, sin afectar otras plantas.	10

D	Provocó pérdida de producción del 20% o más de la planta, unidad o sección, en el momento de las fallas del equipo, instalación o sistema analizado (sin considerar el paro total), si afectar otras plantas.	9
E	Provocó pérdida de producción del 5% al 19% de la planta, unidad o sección, en el momento de las fallas del equipo, instalación o sistema analizado.	8
F	Provocó la pérdida de la función del equipo, instalación o sistema analizado, pero no interrumpió ni disminuyó la capacidad de producción de la planta, unidad o sección	6
G	Se perdió eficiencia o afectó la calidad del producto de la planta, unidad o sección.	4
H	Provocó pérdida del relevo en el equipo, instalación o sistema analizado.	3
I	Daños irreversibles y reversibles al ambiente y que no cumplan con las regulaciones y leyes ambientales.	14
J	Impacto ambiental mitigable sin violación de leyes y regulaciones y es restaurada.	4
K	Muerte o incapacidad total o parcial permanente, lesiones severas o enfermedades en uno o más miembros de la empresa.	14
L	Lesiones o enfermedades leves de una o varias personas de la instalación, que requiere suspensión laboral sin incapacidad.	4
M	Ocasionó costos no relacionados con la pérdida de producción mayor al 30% del valor del equipo, instalación, sistema analizado o instalaciones contiguas.	14

Tabla 2- Consecuencias de fallas

Teniendo en cuenta estos criterios podremos empezar con el análisis de criticidad, tomaremos como ejemplo una bomba de recirculación de agua de apagado, que en la planta de etileno tiene como tag. GA-101 AS.

Magnitud del impacto: paro total de la planta.

Tipo de equipo: Turbo-bomba.

Turbina de vapor marca Elliot, trabaja a 19.33 Kg/cm^2 (275 Psi) @ $271.11 \text{ }^\circ\text{C}$.

Bomba centrífuga marca pacific pumps.

Opera a 1770 RPM.

Rotor de doble succión y doble apoyo, recibe agua a 0.85 Kg/cm^2 y su descarga es a 10.8 Kg/cm^2



Ilustración 1-Turbina GA-101 AS



Ilustración 2- Bomba GA-101 AS

Este equipo tiene:

Frecuencia de falla: 7 a 24 meses.

Consecuencias de falla: A y G.

Por lo tanto

Criticidad=5 X (14+4)=90

Nota: Los valores de consecuencias de fallas se pueden sumar de la columna A-M pero sin embargo de la A-F solo se puede calificar una sola.

Tenemos 3 valores absolutos para definir el tipo de criticidad:

Crítico "C" baja criticidad	Crítico "B" media criticidad	Crítico "A" alta criticidad
≤ 69	≥ 70 y ≤ 119	≥ 120

Tabla 3- Criticidad

El resultado de 90 nos refleja que el equipo tiene una criticidad media, pero sin embargo con fines de producción es de alta criticidad, ya que el paro no programado de este equipo provoca el paro total de la planta, y como ingenieros debemos de evitar al 100% ese tipo de situaciones, ya que en ámbitos económicos es de gran impacto.

2.3 Alcances y limitaciones de un plan de mantenimiento

Otro problema aparte de la definición y análisis de los equipos críticos, sería la mejora del mantenimiento a las que esas mismas son sometidas, realizándoles pruebas diarias, rutinas de lubricación, toma de muestras y revisión visual de las mismas, con esto se logra asegurar el trabajo continuo y sin paros no programados.

Para realizar un buen plan de mantenimiento preventivo, es necesario analizar los alcances y limitaciones de las mismas, y realizar una serie de pasos que nos garantizaran el buen mantenimiento, en seguida se muestra el ejemplo de una lista que se ha diseñado para realizarlo de la mejor manera.

- Evaluación del equipo en general antes de intervenir (predictivo).
- Permiso elaborado y analizado.

- Bloquear suministro de vapor de entrada y salida de turbina, así como despresionar y purgar.
- Retirar guarda-cople y desacoplar equipo motriz de conducido, así como gobernador.
- Verificar juego radial de bomba y turbina.
- Verificar juego axial de bomba y turbina.
- Verificar alineamiento de referencia en caliente.
- Mantenimiento general y verificar estado de coples, de gobernador; motriz-conducido así como su tornillería.
- Mantenimiento general y calibración de gobernador.
- Desconectar líneas de lubricación por niebla en cajas de rodamientos de bomba y chumaceras de turbina.
- Aflojar y retirar tapas superiores de chumaceras en turbina lado gobernador y lado cople.
- Revisión de rodamiento axial de turbina.
- Revisión, limpieza y pulido de cojinetes radiales o chumaceras de turbina, lado gobernador y lado cople.
- Lavado de ambas cajas de chumaceras de turbina.
- Verificar claros radiales con plasti-gauge en chumaceras de turbina lado gobernador y lado cople (en seco).
- Lavado de ambas cajas de rodamientos de bomba.
- Lavado de chaquetas de agua de enfriamiento y serpentines.
- Lubricar y armar cajas de chumaceras radiales.
- Instalar y acoplar gobernador.
- Reponer niveles de aceite requerido de cajas de chumaceras de turbina y gobernador.
- Conectar líneas de lubricación por niebla en cajas de rodamientos de bomba y turbina.
- Mantenimiento en general a válvulas de turbina y bomba.
- Calentar y probar turbina en vacío.
- Toma de condiciones de vibración de turbina en vacío.
- Llevarla hasta la velocidad de disparo (recalibrar si es necesario).
- Restablecer turbina y dejar gobernador establecido a la velocidad de operación del equipo.
- Disparar la turbina, bloquear suministro de vapor y abrir purgas.
- Presionar bomba, inspección y eliminación de fugas.
- Alinear equipo motriz – conducido, en caliente.
- Verificar juego total de carrete y campanas de acoplamiento, aplicar grasa, dejar acoplado y centrar.
- Limpieza general del área.
- Entregar el equipo a operación dejando disponible, así como su respectivo canje del permiso de trabajo terminado.

Estos pasos son para las turbo-bombas, como el GA-101 AS que se mostró con anterioridad.

2.4 Taxonomía

Otro punto muy importante y que sin embargo no se ha tomado muy en cuenta es la taxonomía, en este punto vamos a tratar de mejorar la administración de los equipos dinámicos en la planta, ya que un tag. no nos describe muy claramente de qué tipo de equipo estamos hablando, es decir, siguiendo con el ejemplo de la GA-101 AS, la nomenclatura GA no nos aclara si es una turbina, un motor eléctrico o si es una bomba centrífuga, de diafragma, de tornillos, etc., con este nuevo arreglo se va a simplificar el trabajo a la hora de buscar cualquier refacción, datos del equipo o incluso su mantenimiento.

La aplicación de la Taxonomía:

- Asegurar que se utilicen códigos homologados para describir los mismos objetos y actividades relacionadas con trabajos de mantenimiento, en un mismo sitio, planta, diversos centros de trabajo.
- La Taxonomía de equipos es un elemento clave que le permitirá a petróleos mexicanos aplicar la funcionalidad de los sistemas computarizados de administración de mantenimiento y las herramientas de análisis de datos relacionadas con ellos.
- Con una taxonomía de equipos en común, todos los organismos subsidiarios podrán agrupar, analizar y utilizar una gran cantidad de datos de mantenimiento consistente para impulsar sus actividades de mejora.

Un ejemplo de taxonomía muy clara sería la siguiente.

Tenemos la turbo-bomba GA-101 AS, la cual anteriormente se presentó y definió, el equipo conductor es una turbina y el equipo conducido es una bomba centrífuga, actualmente para la turbina y la bomba se utiliza un taxonomía homologada, es decir solo se refiere al equipo como tal y no por sus características, lo que haremos va a ser renombrar al equipo de tal forma que se especifique si es una turbo-bomba, una moto-bomba, un turbo compresor o moto-compresor, aparte de que se definan esos parámetros también se le dará el dato de que tipo de equipo es, es decir su funcionamiento, si es centrífugo, rotativo, etc.

Anteriormente se hizo un análisis y se realizaron diferentes tablas, con las cuales vamos a poder nombrar por su taxonomía correcta a los equipos. En el área de mantenimiento mecánico tenemos la siguiente:

Catálogo de Tipos de Equipo (Mecánico)	
TIPO EQUIPO	DESCRIPCION
M01001	CENTRIFUGADORA, PURIFICADOR DE ACEITE
M01002	CENTRIFUGADORA, PROCESO
M01003	CENTRIFUGADORA
M02001	COMPRESOR, AXIAL
M02002	COMPRESOR, CENTRIFUGO
M02003	COMPRESOR, DIAFRAGMA
M02004	COMPRESOR, RECIPROCANTE
M02005	COMPRESOR, ROTATORIO
M02006	COMPRESOR, GIRATORIO, ANILLO LIQUIDO
M02007	COMPRESOR, GIRATORIO, DE TORNILLO
M02008	COMPRESOR, GIRATORIO, PALETAS DESLIZANTES
M02009	COMPRESOR
M04001	MAQUINA, COMBUSTION EXTERNA
M04002	MAQUINA DE COMBUSTION INTERNA, DIESEL
M04003	MAQUINA DE COMBUSTION INTERNA, PETROLEO/GASOLINA
M04004	MAQUINA DE COMBUSTION INTERNA, GAS
M04005	MAQUINA, COMBUSTION INTERNA
M04006	MAQUINA
M05001	VENTILADOR, AXIAL
M05002	VENTILADOR, CENTRIFUGO
M05003	VENTILADOR
M06001	SISTEMA HIDRAULICO DE ABASTECIMIENTO
M06002	SISTEMA DE LUBRICACION
M06003	SISTEMA DE NIEBLA DE ACEITE
M06004	LUBRICACION/SISTEMA HIDRAULICO
M07001	AGITADOR/MEZCLADOR, AIREADOR
M07002	AGITADOR/MEZCLADOR, CONTACTOR
M07003	AGITADOR/MEZCLADOR, TANQUE
M07004	AGITADOR/MEZCLADOR, RECIPIENTE/REACTOR/TAMBOR
M07005	AGITADOR/MEZCLADOR
M08001	TRANSMISION DE POTENCIA, BANDA
M08002	TRANSMISION DE POTENCIA, CADENA
M08003	TRANSMISION DE POTENCIA, EMBRAGUE
M08004	TRANSMISION DE POTENCIA, ACOPLAMIENTO
M08005	TRANSMISION DE POTENCIA, TRANSMISION DE DIAMETRO
M08006	TRANSMISION DE POTENCIA, CAJA DE ENGRANES
M08007	TRANSMISION DE POTENCIA, HIDRAULICA/CONVERTIDOR
M08008	TRANSMISION DE POTENCIA
M09001	BOMBA, CENTRIFUGA
M09002	BOMBA, VOLUMEN CONTROLADO, DIAFRAGMA
M09003	BOMBA, VOLUMEN CONTROLADO, PISTON/EMBOLO
M09004	BOMBA, VOLUMEN CONTROLADO
M09005	BOMBA, PROPULSOR
M09006	BOMBA, RECIPROCANTE, IMPULSADA POR AIRE/NITROGENO/GAS
M09007	BOMBA, RECIPROCANTE, ACTUACION DIRECTA POR VAPOR SIMPLEX
M09008	BOMBA, RECIPROCANTE, ACTUACION DIRECTA POR VAPOR DUPLEX
M09009	BOMBA, RECIPROCANTE, ENERGIA/EMBOLO
M09010	BOMBA, RECIPROCANTE
M09011	BOMBA, REGENERADORA
M09012	BOMBA, GIRATORIA
M09013	BOMBA, TORNILLO DE ARQUIMEDES
M09014	BOMBA, EFECTO ESPECIAL
M09015	BOMBA, TUBO PITOT
M09016	BOMBA
M10001	UNIDAD DE BOMBEO MECANICO
M11002	TURBINA, EXPANSION DE GAS
M11003	TURBINA, HIDRAULICA
M11004	TURBINA, VAPOR
M11005	TURBINA
M13001	EXPANSOR, GAS/CRIOGENICO
M13002	EXPANSOR, GAS CALIENTE

Tabla 4- Taxonomía equipos mecánicos

Con la taxonomía se busca el mayor control de los equipos, para que a la hora de realizar cualquier acción con ellos, se puede tener un enfoque más amplio, tanto como los alcances y las limitaciones que conlleva cada equipo, como el

Teniendo este análisis de la taxonomía en los equipos, podremos identificar de mejor manera los mismos.

Por ejemplo, el GA-101 AS ya no tendría solo ese tag, ahora analizaremos el porqué.

Es una turbina de vapor, por lo tanto su tag debería ser M11004, pero sin embargo su localidad seguirá siendo la misma, ya que nos referimos a la planta de etileno y que su área de proceso esta nombrada así, pero a fin de mantener una buena base de datos de los equipos será conveniente realizar el análisis de la taxonomía de toda la planta, ya que con ello podríamos tener un enfoque diferente, es decir, podremos tener más control sobre la cantidad de turbinas de vapor, bombas y sus diferentes tipos.

Así mismo en los recorridos de inspección y de mantenimiento preventivo podemos realizar unas rutinas enfocadas a un tipo de equipos diariamente, por ejemplo, el primer día se realizara el recorrido para las bombas que tengan una taxonomía M09010, M09001 y M09012, y así secuencialmente conforme vayan surgiendo las necesidades se puede ir corrigiendo o modificando esto.

mantenimiento, ya que si se sabe de primera instancia de que tipo son, ya es más sencillo y eficaz atacar los problemas, tales como son el tipo de refacciones, lubricantes y así mismo la gente que se va a requerir para cada trabajo.

2.5 Criticidad alta y media.

Para analizar la criticidad de un equipo ya hemos realizado unas sencillas fórmulas, basadas en su periodo de fallas, los daños al ambiente y en la producción, más sin embargo nos da tres opciones de criticidad, baja, media y alta, lo que haremos en este trabajo será solo definir dos tipos, críticos o no críticos, que realmente eso es lo importante, porque si un equipo de criticidad media por así decirlo llega a fallar al momento de estar operando no solo se detiene la producción, sino que también provoca pérdidas económicas, y aunado a ello se demuestra la mala atención o planeación que se tiene por parte de los ingenieros encargados de mantener esos equipos operando, por ello se ha realizado un listado de los equipos que son críticos, ya sea de media o alta, lo que se hizo fue manejar media y alta criticidad como una sola.

2.6 Importancia de un equipo en el proceso.

En la planta de etileno existe, 109 equipos, que de acuerdo a su área de proceso y su utilización pueden ser o no ser críticos, esto depende mucho del producto que maneje y el área. Las turbo-bombas GA-101, GA-101 AS y la moto-bomba GA-101 BS son unos de los equipos más importantes, debido a su área, ya que su función es la de suministrar agua de apagado a la torre DA-101, la misma que se encarga de enfriar los gases provenientes del proceso de los hornos de pirolisis, dichos gases se enfrían con el agua y se depositan en el fondo en forma de condensados, es ahí donde se separa en forma de hidrocarburos y otra fase acuosa, del proceso se extrae gasolina de pirolisis como hidrocarburo pesado y agua caliente, la misma que es utilizada para calentar otros procesos, en la parte superior de la torre salen los gases de pirolisis ya enfriados a otro proceso. Es por eso que al dejar de trabajar inesperadamente un equipo de estos, se detiene totalmente la producción, así mismo con los equipos que la magnitud de su impacto es el paro total de la planta, que a continuación se presentarán.



Ilustración 4- Hornos de pirolisis.



Ilustración 3-Torre DA-101

2.7 Equipos críticos y su impacto.

Trabajando en conjunto con el área de operación, identificamos 40 equipos críticos, de los cuales 17 pueden provocar el paro total, 19 provocan un paro parcial y los 4 restante una baja considerable en la producción, es por eso que con fines de asegurar siempre la continuidad operativa de la planta es necesario tener en buenas condiciones de operación, y de no estar operando tener los equipos disponibles de la misma forma en excelente estado.

A continuación se mostrara un listado de los equipos que nos resultaron de gran relevancia por su importancia en el proceso.

No. CONC	TAG EQUIPO	DESCRIPCION DEL SERVICIO	MAGNITUD DEL IMPACTO / CRITICIDAD
1	GA-101	B. DE RECIRCULACIÓN DE A. DE APAGADO	PARO TOTAL
2	GA-101-AS	B. DE RECIRC.DE AGUA DE APAGADO	PARO TOTAL
3	GA101-BS	B. DE RECIRC.DE AGUA DE APAGADO	PARO TOTAL
4	GA-201	RECIRCULACIÓN SOSA CAUSTICA DILUIDA	PARO PARCIAL
5	GA-202	RECIRC.SOSA CAUSTICA CONCENTRADA	PARO TOTAL
6	GA-202-S	RECIRC.SOSA CAUSTICA CONCENTRADA	PARO PARCIAL
7	GA-206	B. POZO CALIENTE DEL COMP.GAS CARGA	PARO PARCIAL
8	GA-206-S	B. POZO CALIENTE DEL COMP.GAS CARGA	PARO PARCIAL
9	GA-207-AX	BOMBA DE LUBRICACIÓN A SELLO GB-201	PARO TOTAL
10	GA-207-BX	BOMBA DE LUBRICACIÓN A SELLO GB-201	PARO TOTAL
11	GA-207-CX	BOMBA DE LUBRICACIÓN A SELLO GB-201	PARO TOTAL
12	GA-301	B. DE REFLUJO DE LA DESMETALIZADORA	PARO PARCIAL
13	GA-301-S	B. DE REFLUJO DE LA DESMETALIZADORA	PARO PARCIAL
14	GA-401	B. DE REFLUJO DE LA DESMETALIZADORA	PARO PARCIAL
15	GA-401-S	B. DE REFLUJO DE LA DESMETALIZADORA	PARO PARCIAL
16	GA-403	B. DE REFLUJO DE LA FRACC.DE ETILENO	PARO PARCIAL
17	GA-403-S	B. DE REFLUJO DE LA FRACC.DE ETILENO	PARO PARCIAL
18	GA-415	BOMBA DE ETILENO PRODUCTO	PARO PARCIAL
19	GA-415-S	BOMBA DE ETILENO PRODUCTO	PARO PARCIAL
20	GA-501	B. POZO CAL. COMPRESOR PROPILENO	PARO PARCIAL
21	GA-501-S	B. POZO CAL. COMPRESOR PROPILENO	PARO PARCIAL
22	GA-502-AX	B. ACEITE LUB.Y SELLO GB-501/GB-601	PARO TOTAL
23	GA-502-BX	B. ACEITE LUB.Y SELLO GB-501/GB-601	PARO TOTAL
24	GA-502-CX	B. ACEITE LUB.Y SELLO GB-501/GB-601	PARO TOTAL
25	GA-503	B. VACIADO DE PROPILENO REFRIGERANTE	PARO TOTAL
26	GA-601	B.POZO CAL. COMPRESOR ETILENO	PARO PARCIAL
27	GA-601-S	B.POZO CAL. COMPRESOR ETILENO	PARO PARCIAL
28	GA-704	B. ALIMENTACIÓN AGUA DOMO DE VAPOR	PARO TOTAL
29	GA-704-AS	B. ALIMENTACIÓN AGUA AL DOMO VAPOR	PARO TOTAL
30	GA-704-BS	B. ALIMENTACIÓN AGUA AL DOMO VAPOR	PARO TOTAL
31	GA-719	BOMBA DE INYECCIÓN DE MERCAPTANO	PARO PARCIAL
32	GA-719-S	BOMBA DE INYECCIÓN DE MERCAPTANO	PARO PARCIAL
33	GBT-301-X	TURBO EXPANSIÓN DE ETILENO	PARO PARCIAL
34	GB-201	COMPRIMIR GAS DE CARGA	PARO TOTAL
35	GB-501	COMPRESOR DE PROPILENO REFRIGERANTE	PARO TOTAL
36	GB-601	COMPRESOR DE ETILENO	PARO TOTAL
37	GB-101-X	VENTILADOR TIRO INDUCIDO HORNO 1	BAJA EN LA PRODUCCION
38	GB-102-X	VENTILADOR TIRO INDUCIDO HORNO 2	BAJA EN LA PRODUCCION
39	GB-109-X	VENTILADOR TIRO INDUCIDO HORNO 9	BAJA EN LA PRODUCCION
40	GB-110-X	VENTILADOR TIRO INDUCIDO HORNO 10	BAJA EN LA PRODUCCION

Tabla 5-Equipos críticos

2.8 Equipos críticos mayores.

GB-201, GB-501 y GB-601 son equipos críticos mayores en el proceso de producción de etileno. Dichos compresores operan de manera ininterrumpida las 24 horas del día, durante una corrida de operación de más de 3 años, lo cual demanda la aplicación de un mantenimiento preventivo preciso, que de no efectuarse con el refaccionamiento y conforme a las especificaciones del fabricante, llevaría a contraer riesgos de impacto al medio ambiente y al personal, así como la interrupción del proceso operativo y con ello un paro total de la planta de etileno, ocasionando la pérdida de producción y como consecuencia un incumplimiento de los compromisos comerciales del Complejo Petroquímico Morelos. El tiempo de reparación tarda al menos 2 o 3 meses, es ahí cuando se aprovecha a realizar la reparación total de la planta, ahí se atacan válvulas psv's que solo se pueden retirar cuando se detiene la planta, fugas importantes, y todos los equipos críticos antes mencionados y los no críticos, así como los equipos de las diferentes áreas de mantenimiento.

Es por eso que diariamente se realiza un monitoreo de las condiciones operativas de los compresores, los desplazamientos radiales y axiales, que no superen el punto de disparo, normalmente estos equipos tiene una tolerancia de ± 9 mils de desplazamiento, con un disparo a los 15 mils, el disparo de cualquiera de estos equipos se traduce en el paro total.



Ilustración 5-Compresor de 3 pasos GB-201

El equipo GB- 201 es un turbo-compresor.

La turbina es marca Mitsubishi de 36400 HP y una velocidad de 4892 RPM que se alimenta de vapor de alta a 43.182 kgf/cm^2 (614.2 psi) a una temperatura de $398.88 \text{ }^\circ\text{C}$

El compresor tiene cuatro etapas, para poder aumentar la presión sin elevar súbitamente la temperatura, ya que es demasiada presión para un solo paso, ya que la presión en el paso final es de $36\text{-}42 \text{ kg/cm}^2$

dependiendo de la carga que se le suministre, a continuación se muestra una pequeña tabla que nos aclara un poco más estos datos.

Presión de succión 1er paso	$0.4\text{-}1.25 \text{ kg/cm}^2$
Presión de descarga 1er paso	2.4 kg/cm^2
Presión de succión 2do paso	2.4 kg/cm^2
Presión de descarga 2do paso	6.8 kg/cm^2
Presión de succión 3er paso	6.8 kg/cm^2

Presión de descarga 3er paso	15-19 kg/cm^2
Presión de succión 4to paso	14-16 kg/cm^2
Presión de descarga 4to paso	36-42 kg/cm^2
Press. Diferencial de aceite de sello 1er B	0.2-0.7 kg/cm^2
Press. Diferencial de aceite de sello 2do B	0.2-0.7 kg/cm^2
Press. Diferencial de aceite de sello 3er B	0.2-0.7 kg/cm^2
Consumo de vapor	121 ton./hr

Tabla 6-Datos del compresor GB-201



Ilustración 7- Primer paso GB-201-segundo barril



Ilustración 6- Segundo paso GB-201-primer barril



Ilustración 8- Tercer paso GB-201- tercer barril



Ilustración 9- Tercer paso GB-201- tercer barril

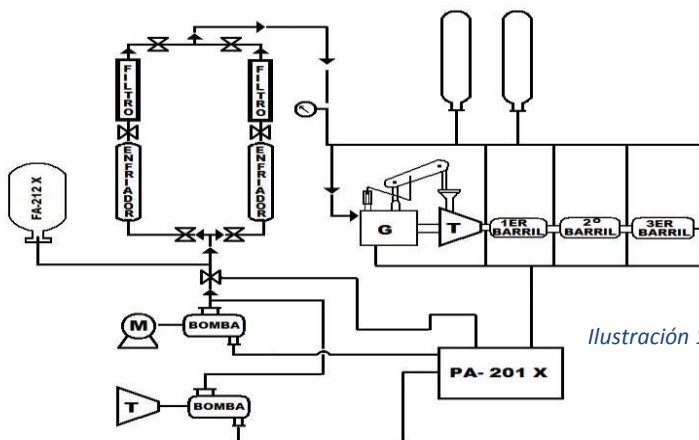


Ilustración 10- Diagrama del sistema de lubricación de sellos del GB-201

2.8.1 Sistema de lubricación de los equipos críticos mayores.

Todos los equipos dinámicos necesitan un sistema de lubricación, en el caso del GB-201, GB-501 y GB-601 es necesario un sistema de bombeo externo debido a su tamaño y a la demanda de un sistema de enfriamiento, es decir, tener un cárter de aproximadamente 10,000 litros de aceite y tres bombas que envían el aceite hacia los componentes de dicho compresor, un sistema de enfriamiento de aceite, las bombas que se utilizan son de tipo tornillos.



Ilustración 11-Sistema de enfriamiento de aceite



Ilustración 12- Sistema de bombeo de aceite



Ilustración 13-Carter de aceite

Los otros dos equipos GB-501 y GB-601 tienen el mismo sistema de lubricación, pero a diferencia del GB-201, estos dos comparten el mismo sistema, es decir, las bombas que alimentan al GB-501 son las mismas que alimentan al GB-601, y así todos los componentes.



Ilustración 14-Turbo-compresor GB-501



Ilustración 15-Turbo-compresor GB-601

Estos tres equipos críticos mayores, no tienen margen de fallo, es decir, cada que se programa un paro total de la planta se intervienen, no debe ser antes ni después, es por esto que es muy difícil hacerle un cambio de rodamiento o chumaceras, una alineación, o cualquier otro tipo de mantenimiento, por ello es de vital importancia planificar y tener todo el refaccionamiento nuevo y original de los equipos, para garantizar su funcionamiento.

Con la finalidad de tener y conocer el refaccionamiento crítico, es necesario conocer todos los equipos de acuerdo a su criticidad, a su costo, al tiempo del mantenimiento y diversos aspectos específicos de los mismos, ya que conociendo estos puntos, va a ser más sencillo el hacer un requerimiento de refacciones, verificar existencias en el almacén, o lo que conlleve la obtención de refacciones.

2.9 Sistemas de administración

2.9.1 Sistema de control de inventarios.

Debido a la confidencialidad de los equipos y la política de la empresa, no podemos mostrar a detalle todas y cada una de las refacciones, pero sin embargo a continuación se mostrará una ilustración de los pasos a seguir para solicitar un refaccionamiento del almacén, así mismo el proceso para hacer un requerimiento de compra.

En PEMEX petroquímica se maneja un sistema de gestión, ya sea de órdenes de trabajo, consultas de inventarios, consulta de válvulas psv, etc., este sistema está muy completo y gracias a él es posible verificar el historial de intervenciones de los equipos, consultar si hay refacciones en existencia.

Consulta de Inventarios de Almacenes 11i

Centro de Trabajo:

consultar materiales con existencia

solo materiales en inventario (cuenta 1307)

solo materiales obsoletos (cuenta 1311)

solo materiales de lento movimiento (cuenta 1312)

solo activo fijo (cuenta 1605)

solo materiales en proyectos de inversión (cuenta 1516)

<input type="checkbox"/> Ingresar tu Codificación:	<input type="text" value="01"/> . <input type="text" value="01"/> . <input type="text" value="002"/>
<input type="checkbox"/> Ingresar tu Descripción:	<input type="text" value="TUBERIA%"/> (utilizar el comodín %)
<input type="checkbox"/> Familia de artículos:	<input type="text" value="Todas"/>
Estado de Materiales:	<input type="text" value="Todos"/>

Grupos de Materiales

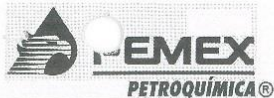
- 01 [TUBERIAS](#)
- 02 [VALVULAS](#)
- 03 [CONEXIONES Y ACCESORIOS PARA TUBERIA](#)
- 04 [REFACCIONES, VALVULAS USO GENERAL](#)
- 06 [PRODUCTOS QUIMICOS Y MATERIALES EXPLOSIVOS](#)
- 08 [ENVASES](#)
- 14 [REFACCIONES Y ACCESORIOS PARA MAQUINAS DE COMBUSTION INTERNA](#)
- 15 [REFACCIONES Y ACCESORIOS PARA MAQUINAS DE COMBUSTION INTERNA](#)
- 16 [REFACCIONES Y ACCESORIOS PARA MAQUINAS DE COMBUSTION INTERNA](#)
- 17 [REFACCIONES Y ACCESORIOS PARA MAQUINAS DE COMBUSTION INTERNA](#)
- 18 [REFACCIONES Y ACCESORIOS PARA MAQUINAS DE COMBUSTION INTERNA](#)
- 19 [REFACCIONES Y ACCESORIOS PARA TURBINAS Y MOTORES DE VAPOR](#)
- 20 [REFACCIONES PARA VARIADORES DE VELOCIDAD](#)
- 22 [TRANSPORTE FERROVIARIO](#)

Ilustración 16- Consulta de inventarios

Este sistema te da la opción de meter el código del refaccionamiento a solicitar, como el de buscarlos manualmente, en estos momentos, como la mayoría de equipos que están operando son viejos, ya se conoce la codificación de la mayor parte de su refaccionamiento, cuando un equipo es nuevo y no se han solicitado nunca refacciones, es necesario que lleve un proceso, es decir, el ingeniero supervisor de mantenimiento mecánico debe realizar un listado del refaccionamiento que va a solicitar para que posteriormente se realice un formato de requerimiento, llamado en PEMEX formato 81, este formato se realiza y se envía a la superintendencia de programación y ejecución de mantenimiento, estos mismos realizan el trámite de compra y ellos mismos codifican cada una de las refacciones, para llevar un control más sencillos, una vez hecho todo este

trámite, al ingeniero se le notifica que ya se codificaron las refacciones y es entonces cuando ya puede ir a solicitar del almacén dicha refacción, a continuación se mostrara un

Ejemplo de un vale de almacén y como se debe realizar.



COMPLEJO PETROQUÍMICO MORELOS
SUPERINTENDENCIA DE RECURSOS MATERIALES

VALE DE ALMACÉN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

FOLIO:	1048
FECHA:	14 OCT 2014
NO. DE PROYECTO:	Q-430-131100

CLAVE Y NOMBRE DEL DEPARTAMENTO SOLICITANTE: 430- 41110 DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO MECANICO PLANTA ETILENO OT2014135401 GA - 101/AS MANTTO. A BOMBAS CENTRIFUGAS	FECHA DE ELABORACIÓN: 13/10/2014	
No de reserva	No de equipo GA - 101/AS	No Orden de Trabajo OT2014135401

CODIFICACIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	LOCALIZADOR	CANTIDAD		
				SOLICITADA	AUTORIZADA	DESPACHADA
62.50.992	PZA.	MANGA DE ACERO INOXIDABLE 316 REFERENCIA 1 NÚMERO DE PARTE C0046190DB PARA SELLO MECÁNICO TIPO QBBW/QBBW DOBLE PRESURIZADO TAMAÑO 3.750 in DE DIÁMETRO CÓDIGO DE MATERIAL 5Z9N/5D9Z DIBUJO D0044355 MARCA BW SEALS.		3		3
62.50.995	PZA.	COLLAR DE LA MANGA DE ACERO INOXIDABLE 316 REFERENCIA 58 NÚMERO DE PARTE 3R58976DB PARA SELLO MECÁNICO TIPO QBBW/QBBW DOBLE PRESURIZADO TAMAÑO 3.750 in DE DIÁMETRO CÓDIGO DE MATERIAL 5Z9N/5D9Z DIBUJO D0044355 MARCA BW SEALS.		3		3
62.50.994	PZA.	BRIDA EXTERNA EN ACERO INOXIDABLE 316 REFERENCIA 11.1 NÚMERO DE PARTE C0046315DB PARA SELLO MECÁNICO TIPO QBBW/QBBW DOBLE PRESURIZADO TAMAÑO 3.750 in DE DIÁMETRO CÓDIGO DE MATERIAL 5Z9N/5D9Z DIBUJO D0044355 MARCA BW SEALS.		3		3
62.50.993	PZA.	BRIDA INTERNA EN ACERO INOXIDABLE 316 REFERENCIA 11 NÚMERO DE PARTE C0046191DB PARA SELLO MECÁNICO TIPO QBBW/QBBW DOBLE PRESURIZADO TAMAÑO 3.750 in DE DIÁMETRO CÓDIGO DE MATERIAL 5Z9N/5D9Z DIBUJO D0044355 MARCA BW SEALS.		3		3

Los datos deben ser legibles y sin tachaduras.

AUTORIZA

AUTORIZA

RECIBE

Ilustración 17-Vale de almacén

En este vale, se especifica la codificación y así mismo la descripción de las mismas, antes de colocar una cantidad de piezas solicitadas, es importante ver en el almacén la existencia de las mismas, para realizar el trámite.

CÓDIGO	NUMERO	CANTIDAD	MATERIALES	TIP	DESCRIPCION
62.50.961	11203	29900036	MATERIALES	PZA	PERNO CATALOGO 4R0434 MATERIAL INOXIDABLE 316 (DB) DE 5/16 - 18 X 1/2
62.50.962	11203	29900036	MATERIALES	PZA	ANILLO O CATALOGO 568036 MATERIAL PERFLUORELASTOMERO (AD) MARCA B.W. SEALS
62.50.963	11203	29900036	MATERIALES	PZA	ANILLO O CATALOGO 568040 MATERIAL PERFLUORELASTOMERO (AD) MARCA B.W. SEALS
62.50.964	11203	29900036	MATERIALES	PZA	EMPAQUE DE CARA ROTATORIA CATALOGO 568038 MATERIAL PERFLUORELASTOMERO (AD) MARCA B.W. SEALS
62.50.965	11203	29900036	MATERIALES	PZA	MANGA CATALOGO 3M00659 MATERIAL INOXIDABLE 316 (DB)
62.50.966	11203	29900036	MATERIALES	PZA	BRIDA INTERIOR CATALOGO 3M00657 MATERIAL INOXIDABLE 316 (DB)
62.50.967	11203	29900036	MATERIALES	PZA	BRIDA EXTERIOR CATALOGO 3M00658 MATERIAL INOXIDABLE 316 (DB)
62.50.968	11203	29900036	MATERIALES	PZA	EMPAQUE DE LA BRIDA CATALOGO 568243 MATERIAL PERFLUORELASTOMERO (AD) MARCA B.W. SEALS
62.50.969	11203	29900036	MATERIALES	PZA	EMPAQUE DE ADAPTADOR CATALOGO 568034 MATERIAL PERFLUORELASTOMERO (AD) MARCA B.W. SEALS
62.50.970	11203	29900036	MATERIALES	PZA	TORNILLO OPRESOR CATALOGO 4N01752 MATERIAL ALLOY STEEL/CAD PLT (CI) DE 5/16 - 18 X 1/4
62.50.971	11203	29900036	MATERIALES	PZA	TORNILLO OPRESOR CATALOGO 4R2892 MATERIAL INOXIDABLE 316 (DB) DE 3/8 - 16 X 1/2
62.50.972	11203	29900036	MATERIALES	PZA	ADAPTADOR CATALOGO 3R45933 MATERIAL INOXIDABLE 316 (DB)
62.50.973	11203	29900036	MATERIALES	PZA	COLLAR CATALOGO 4R12238 MATERIAL INOXIDABLE 316 (DB)
62.50.974	11203	29900036	MATERIALES	PZA	TABLA DE AJUSTE CATALOGO 4R15039 MATERIAL INOXIDABLE 316 (DB)
62.50.975	11203	29900036	MATERIALES	PZA	ADAPTADOR CATALOGO 3M00660 MATERIAL INOXIDABLE 316 (DB)
62.50.981	13208	29900036	MATERIALES	PZA	SELLO MECÁNICO TIPO CARTUCHO MODELO CIRCPAC MD TAMAÑO 4.000 in DE DIÁMETRO DIBUJO 06PEX838553 MARCA BW SEALS.
62.50.984	13208	29900036	MATERIALES	JGO	JUEGO DE EMPAQUES DE VITON REFERENCIA 18/19 NUMERO DE PARTE 428355 PARA SELLO MECANICO TIPO CIRCPAC MD DE 4.000" DE DIAMETRO DIBUJO 06PEX838553 MARCA BW SEALS.
62.50.991	13208	29900036	MATERIALES	PZA	SELLO MECANICO BASICO TIPO QBBW/QBQW DOBLE PRESURIZADO DE 3.750 in DE DIAMETRO CODIGO DE MATERIAL 5Z9N/5D9Z MARCA BW SEALS DIBUJO D0044355.
62.50.992	13208	29900036	MATERIALES	PZA	MANGA DE ACERO INOXIDABLE 316 REFERENCIA 1 NUMERO DE PARTE C0046190DB PARA SELLO MECÁNICO TIPO QBBW/QBBW DOBLE PRESURIZADO TAMAÑO 3.750 in DE DIAMETRO CÓDIGO DE MATERIAL 5Z9N/5D9Z DIBUJO D0044355 MARCA BW SEALS.
62.50.993	13208	29900036	MATERIALES	PZA	BRIDA INTERNA EN ACERO INOXIDABLE 316 REFERENCIA 11 NUMERO DE PARTE C0046191DB PARA SELLO MECÁNICO TIPO QBBW/QBBW DOBLE PRESURIZADO TAMAÑO 3.750 in DE DIAMETRO CÓDIGO DE MATERIAL 5Z9N/5D9Z DIBUJO D0044355 MARCA BW SEALS.
62.50.994	13208	29900036	MATERIALES	PZA	BRIDA EXTERNA EN ACERO INOXIDABLE 316 REFERENCIA 11.1 NUMERO DE PARTE C0046315DB PARA SELLO MECÁNICO TIPO QBBW/QBBW DOBLE PRESURIZADO TAMAÑO 3.750 in DE DIAMETRO CÓDIGO DE MATERIAL 5Z9N/5D9Z DIBUJO D0044355 MARCA BW SEALS.
62.50.995	13208	29900036	MATERIALES	PZA	COLLAR DE LA MANGA DE ACERO INOXIDABLE 316 REFERENCIA 58 NUMERO DE PARTE 3R58976DB PARA SELLO MECÁNICO TIPO QBBW/QBBW DOBLE PRESURIZADO TAMAÑO 3.750 in DE DIAMETRO CÓDIGO DE MATERIAL 5Z9N/5D9Z DIBUJO D0044355 MARCA BW SEALS.
62.50.997	13208	29900036	MATERIALES	JGO	JUEGO DE EMPAQUES EN MATERIAL CHEMRAZ REFERENCIAS 13- 76- 13.1- 76.1- 18- 18.1- 18.2- 19 Y 19.1 NUMERO DE PARTES B0044358-K03 PARA SELLO MECÁNICO TIPO QBBW/QBQW DOBLE PRESURIZADO DE 3.750 in DE DIAMETRO MARCA BW SEALS DIBUJO D0044355.
62.50.999	11203	29900036	MATERIALES	PZA	MANGA MCA.BORG WARNER AISI 316 CAT.187109

Ilustración 18- Consulta de inventario por códigos

Una vez realizado todo esto, hay que ir al almacén a retirar la refacción y realizar la instalación planeada, para evitar tener problemas, ya que todo eso es auditable y está prohibido tener refaccionamiento nuevo guardadas en lugares distintos al almacén.

2.9.2 Requerimiento para refaccionamiento.

Si el refaccionamiento requerido no está en existencia hay que realizar el formato 81 y por medio de él solicitar específicamente las refacciones a utilizar, para que se van a utilizar y así mismo aparte del listado de las refacciones, hay que anexar historial de los equipos, recomendaciones técnicas del fabricante y/o cualquier información adicional que se le pueda anexar.



COMPLEJO PETROQUÍMICO MORELOS
 SUPERINTENDENCIA DE PROGRAMACION Y EJECUCION
 DE MANTENIMIENTO
 DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO MECANICO ETILENO
 SOLICITUD DE ADQUISICIÓN DE BIENES, ARRENDAMIENTOS O SERVICIOS

FORMATO 81

BIENES, ARRENDAMIENTOS O SERVICIOS PARA LA PLANTA:	O	ETILENO
BIENES, ARRENDAMIENTOS O SERVICIOS PARA ATENDER:	O	ADQUISICION DE REFACCIONAMIENTO
No. PROYECTO:		REGLÓN DE GASTO:
		HOJA: Página 23 de X
FECHA DE SOLICITUD:	19/02/2015	BIENES
DESCRIPCIÓN:	SE REQUIERE PARA EL MANTTO. DE LOS EQUIPOS DINAMICOS PARA LA PROXIMA REPARACION GENERAL DE LA PLANTA ETILENO.	

CODIFICACIÓN	PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN
--------------	---------	----------	------------------	-------------

64.14.428	1	21	JUEGO	JUEGO DE LAINAS COMPLETO CON TORNILLERIA NUMERO DE PARTE 3500-080 MARCA JAURE PARA COPLE FLEXIBLE DE LAINAS, PARA LOS EQUIPOS: GA-405/S, GA-413/S, GA-408/S, GA-412/S, GA-301/S, GA-202/S, GA-720, GA-209, GA-103/S, GA-706 AS, GA-708/S
64.14.514	2	21	JUEGO	JUEGO DE ANILLOS RETENEDORES NUMERO DE PARTE 6000-080 MARCA JAURE PARA COPLE FLEXIBLE DE LAINAS, PARA LOS EQUIPOS: GA-405/S, GA-413/S, GA-408/S, GA-412/S, GA-301/S, GA-202/S, GA-720, GA-209, GA-103/S, GA-706 AS, GA-708/S
64.14.441	3	6	JUEGO	JUEGO DE LAINAS COMPLETO CON TORNILLERIA. NUMERO DE PARTE 3520-110 REFACCIONAMIENTO PARA ACOPLAMIENTO FLEXIBLE DE LAINAS MARCA JAURE PARA LOS EQUIPOS: GA-406/S, GA-401/S, GA-415/S
64.14.461	4	6	JUEGO	JUEGO DE ANILLOS RETENEDORES NUMERO DE PARTE 6020-110 REFACCIONAMIENTO PARA ACOPLAMIENTO FLEXIBLE DE LAINAS MARCA JAURE PARA LOS EQUIPOS: GA-406/S, GA-401/S, GA-415/S
64.14.422	5	17	JUEGO	JUEGO DE TORNILLERIA NUMERO DE PARTE 1000-080 MARCA JAURE PARA COPLE FLEXIBLE DE LAINAS PARA LOS EQUIPOS: GA-405/S, GA-413/S, GA-408/S, GA-412/S, GA-301/S, GA-202/S, GA-209, GA-103/S, GA-706 AS
Solicita			Revisa y Autoriza	Vo. Bo.
Ing. Xxxxxx xxxxx Especialista de Mantenimiento Mecánico			Ing. Xxxxxx xxxxx Jefe de Área de Mantenimiento	Ing. Xxxxxx xxxxx Superintendente Int. de Programación y Ejecución de Mantenimiento

Ilustración 19- Ejemplo de formato 81

2.9.3 Sistema de administración del historial por equipo.

El historial de intervenciones de los equipos, de igual manera que el inventario se pueden obtener de manera muy rápida y sencilla del sistema que maneja PEMEX petroquímica, en ella te muestra la descripción de las actividades, fechas, costos y otro datos.



Reporte Detalle de Historial de Equipos administrados en IMMPOWER							
				Fecha de Consulta: 14/05/2015 02:14:13 p.m.			
Detalle de Historial por Equipo							
Localidad	Orden de Trabajo	Paso	Costo Mantto.	Código de Falla	Fecha Inicio	Fecha Fin	Historial
43031GA-101	OT2014001131	1	1462.75	C601	30/01/2014 08:00:00 a.m.	30/01/2014 03:30:00 p.m.	SE EVALUO EL EQUIPO EN GENERAL ANTES DE INTERVENIR (PREDICTIVO), SE ELABORO PERMISO Y SE ANALIZO. SE BLOQUEO SUMINISTRO DE VAPOR DE ENTRADA Y SALIDA DE TURBINA, ASI COMO DEPRESIONAR Y PURGAR. SE RETIRO GUARDA-COPLE Y DESACOPLAR EQUIPO MOTRIZ DE CONDUCCION, ASI COMO GOBERNADOR. SE VERIFICO JUEGO RADIAL DE BOMBA Y TURBINA. SE VERIFICO JUEGO AXIAL DE BOMBA Y TURBINA. SE VERIFICO ALINEAMIENTO DE REFERENCIA EN CALIENTE. SE LE DIO MANTENIMIENTO GENERAL Y VERIFICAR ESTADO DE COPLES, DE GOBERNADOR; MOTRIZ-CONDUCCION ASI COMO SU TORNILLERIA. SE LE DIO MANTENIMIENTO GENERAL Y CALIBRACION DE GOBERNADOR. SE DESCONECTO LINEAS DE LUBRICACION POR NIEBLA EN CAJAS DE RODAMIENTOS DE BOMBA Y CHUMACERAS DE TURBINA. SE AFLOJO Y RETIRO TAPAS SUPERIORES DE CHUMACERAS EN TURBINA LADO GOBERNADOR Y LADO COPLE. (SI) (NO) SE REVISO RODAMIENTO AXIAL DE TURBINA. SE HIZO REVISION, LIMPIEZA Y PULIDO DE COJINETES RADIALES O CHUMACERAS DE TURBINA, LADO GOBERNADOR Y LADO COPLE. SE LAVORON AMBAS CAJAS DE CHUMACERAS DE TURBINA. SE VERIFICO CLAROS RADIALES CON PLASTI- GAUGE EN CHUMACERAS DE TURBINA LADO GOBERNADOR Y LADO COPLE (EN SECO). SE LAVARON AMBAS CAJAS DE RODAMIENTOS DE BOMBA. SE LAVARON CHAQUETAS DE AGUA DE ENFRIAMIENTO Y SERPENTINES. SE LUBRICO Y ARMO CAJAS DE CHUMACERAS RADIALES. SE INSTALO Y ACOPLO GOBERNADOR. SE REPUISO NIVELES DE ACEITE REQUERIDO DE CAJAS DE CHUMACERAS DE TURBINA Y GOBERNADOR. SE CONECTARON LINEAS DE LUBRICACION POR NIEBLA EN CAJAS DE RODAMIENTOS DE BOMBA Y TURBINA. SE LE DIO MANTENIMIENTO EN GENERAL A VALVULAS DE TURBINA Y BOMBA. SE CALENTO Y PROBO TURBINA EN VACIO. SE TOMO CONDICIONES DE VIBRACION DE TURBINA EN VACIO. SE LLEVO HASTA LA VELOCIDAD DE DISPARO (RECALIBRAR SI ES NECESARIO). SE RESTABLECIO TURBINA Y DEJAR GOBERNADOR ESTABLECIDO A LA VELOCIDAD DE OPERACION DEL EQUIPO. SE DISPARO LA TURBINA, BLOQUEAR SUMINISTRO DE VAPOR Y ABRIR PURGAS. SE PRESIONO BOMBA. INSPECCION Y ELIMINACION DE FUGAS. SE ALINEO EQUIPO MOTRIZ - CONDUCCION, EN CALIENTE. SE VERIFICO JUEGO TOTAL DE CARRETE Y CAMPANAS DE ACOPLAMIENTO, APLICAR GRASA, DEJAR ACOPLADO Y CENTRAR. SE HIZO LIMPIEZA GENERAL DEL AREA. SE ENTREGO EL EQUIPO A OPERACION DEJANDO DISPONIBLE, ASI COMO SU RESPECTIVO CANJE DEL PERMISO DE TRABAJO TERMINADO.

Ilustración 20-Historial detallado por equipo

Este sistema nos permite acceder fácilmente al historial de cualquier equipo de PEMEX petroquímica, con el fin de conocer los trabajos que se le han realizado, ya sea para algún documento, para un mantenimiento a realizar, etcétera.

2.10 Impacto económico generado por un paro parcial

Como anteriormente en la tabla 5, de equipos críticos se analizó el impacto que el paro de cualquiera de estos nos puede ocasionar en la planta, como se puede observar existen los que provocan paro total, paro parcial y los que bajan la producción, los que bajan la producción se tomaron como equipos críticos, ya que el impacto económico que estos generan son demasiado altos, ya que cada horno produce 240 toneladas de etileno por día y cada tonelada de etileno se vende en 1000 dólares, haciendo cuentas por cada hora que se para un horno, o en este caso, cada hora que deje de funcionar un ventilador de tiro inducido, que son los que generan baja en la producción, se pierden 10 toneladas, que son \$10000 dólares, y dependiendo como este la compra y venta del dólar es la pérdida, lo que es un fuerte impacto económico.

2.11 Hornos modificados

Ya que tocamos el tema de los hornos y su producción, en la planta existen 10 hornos, de los cuales 4 fueron modificados en una previa ampliación de la planta, los seis hornos restantes no fueron modificados, éstos operan con dos sobrecalentadores de vapor, y normalmente se tiene uno o dos hornos en reparación, para que de la medida que sea posible no existan paros no programados de dichos hornos, los que fueron modificados son el BA-101, BA-102, BA-109 y BA-110, es por ello que en la tabla 5 de equipos críticos tenemos 4 ventiladores de tiro inducido, tres de ellos están próximos a ser reemplazados, debido a que ya están un poco viejos, esto para evitar posibles fallos posteriores en su funcionamiento, se tiene contemplado hacer en la próxima reparación general de la planta en octubre del año en curso.

Capítulo 3

ALCANCES Y LIMITACIONES

3.1 Alcances

En este proyecto de residencia que tuvo una duración de 5 meses pudimos entender de una manera muy sencilla y sistemática el modo en el que jefe y trabajador se coordinan para realizar ciertas actividades, así mismo se tuvo a disposición un poco del material que existe de los equipos, debido a que, o ya están demasiado viejos, o se extraviaron, pero sin embargo, a medida que fueron surgiendo dudas se fue atacando, con información de los mismos trabajadores, ingeniero y bibliografía.

PEMEX petroquímica es una empresa de clase mundial, y por lo mismo tiene un buen capital para la adquisición de refacciones, pero no por eso se va a solicitar todo lo que se nos ocurra, para ello hay que analizar el riesgo que cada equipo experimenta, ya sea con un historial de intervenciones y de ahí hacer una relación de tiempos y cantidades de piezas que este mismo consume.

Los resultados que buscamos obtener, sería principalmente, el conocer todos los equipos más importantes y el porqué de su importancia, ya sea para realizar un buen plan de mantenimiento o para estar al tanto de la existencia de su set de refacciones en el almacén, y de no existir tales elemento poder gestionar los mismo, para que cuando se les necesiten estén a la mano, en tiempo y forma, esto con el fin de asegurar la continuidad operativa de la planta, así mismo proteger el medio ambiente y al personal que labora en el mismo, ya que se maneja una gran cantidad de hidrocarburos, que en el ambiente son dañinos y muy peligrosos.

3.2 Limitaciones

Como residentes en este tipo de empresas es algo limitado el impacto que podemos lograr, debido a que existe un gran sin número de inconvenientes, la importancia que le toman a uno es poca, la mayor parte del tiempo los asesores no tiene descanso, es decir los traen de arriba abajo y eso limita el trabajo en conjunto, pero a pesar de eso, si se puede realizar un buen trabajo, es difícil pero no imposible, la ventaja de estar trabajando y ganarte la confianza de los mismos, es el acceso a la mayor parte de la información existente, pero también existe información confidencial que por políticas de la empresa y seguridad de la misma no podemos documentar y mucho menos publicar.

Capítulo 4

Fundamento teórico.

4.1 Descripción del proceso de obtención del etileno

La descripción de la planta de etileno se divide en las siguientes secciones:

- Sección 100 “Pirólisis y Torre de Apagado”
- Sección 200 “Compresión y Tratamiento Caústico”
- Sección 300 “Enfriamiento Criogénico y Desmetanización”
- Sección 400 “Fraccionamiento”
- Sección 500 “Compresión de Propileno”
- Sección 600 “Compresión de Etileno”

4.1.1 Sección 100 – pirólisis y torre de apagado

La sección de pirólisis está integrada por diez hornos, cuatro de ellos se modificaron en una previa ampliación de la planta, los seis hornos restantes no fueron modificados, éstos últimos operan con dos sobrecalentadores de vapor.

La alimentación de etano fresco se mezcla dentro de los límites de batería de la planta de etileno, con el etano y el propano de recirculación proveniente de las áreas de

fraccionadores de etileno DA-402 y de propileno DA-406 respectivamente. A dicha mezcla se le incorpora una corriente de mercaptanos, con la cual se regula la concentración de azufre en la alimentación a pirólisis. Mediante esta regulación se consigue inhibir la formación de monóxido de carbono en los serpentines del horno.

La carga resultante se precalienta en el cambiador EA-111.m por medio de agua caliente proveniente de la torre de apagado DA-101.m, posteriormente se mezcla con vapor de dilución y se carga a los hornos de pirólisis modificados BA-101m/102m/109m/110m y a los hornos existentes no modificados BA-103/104/105/106/107/108. La carga en el horno pasa primeramente a la sección de convección para calentarse hasta la temperatura de conversión, después se transfiere a los serpentines ubicados en la sección de radiación, en donde se efectúan las reacciones de conversión.

El efluente gaseoso de los hornos de pirólisis, se envía a los cambiadores de calor de línea de transferencia (TLE). Los efluentes de pirólisis de los hornos modificados BA-101.m/102.m/109.m/110.m, se envían a los nuevos TLE EA-101 A.r/B.r /102 A.r/B.r /109 A.r/B.r /110 A.r/B.r. El efluente gaseoso de los hornos no modificados BA-103/104/105/106/107/108, se envía a los TLE EA-103/104/105/106/107/108. Mediante este intercambio de calor se logra el enfriamiento súbito de los efluentes gaseosos de los hornos, con el fin de dar término a la conversión de los hidrocarburos.

El calor extraído por el enfriamiento de los efluentes de pirólisis en los TLE, se utiliza para la generación de vapor a partir del agua saturada que proviene de los acumuladores de vapor que fueron modificados FA-101.m/102.m/109.m/110.m, así como de los acumuladores existentes FA-103/104/105/106/107/108. En cada uno de estos acumuladores se separa vapor saturado de alta presión.

Los hornos modificados se dividen en dos secciones: una de convección y otra de radiación. En la sección de convección se realiza tanto el precalentamiento de carga y de agua de calderas, así como la generación de vapor sobrecalentado de alta presión. En la sección de radiación se lleva a cabo la reacción de conversión de hidrocarburos. Cada horno modificado opera con un ventilador de tiro inducido y una chimenea de corta altura. La instalación de los ventiladores tiene como propósito vencer las caídas de presión de los bancos de serpentines del horno y con las chimeneas de corta altura, la planta tiene mayor flexibilidad de operación por cada horno.

Sección de convección

La generación de vapor sobrecalentado de alta presión en los hornos modificados, se efectúa de manera distinta a como se realiza actualmente en los hornos no modificados, de esta manera se obtiene una reducción importante en el consumo de gas combustible requerido para la operación de los hornos modificados con respecto a los no modificados que operan conjuntamente con los sobrecalentadores BA-601 A/B.

La generación de vapor sobrecalentado de alta presión en los hornos modificados se inicia alimentando directamente el agua de caldera o desmineralizada a un banco de serpentines que opera como un economizador en la sección de convección, de este banco

se obtiene agua saturada a una presión de 51 Kg/cm², que se alimenta al acumulador de vapor, de este último se obtiene por el domo, vapor saturado de alta presión. Este vapor es enviado a otro banco de serpentines de la sección de convección, que opera como una primera etapa para el sobrecalentamiento de vapor.

A la salida de este banco el vapor sobrecalentado pasa a un atemperador con agua desmineralizada libre de químicos, con ello se logra mayor generación de vapor, posteriormente el vapor de atemperación se retorna a un nuevo banco de serpentines de la sección de convección que opera como una segunda etapa para el sobrecalentamiento de vapor de alta presión. Finalmente el vapor sobrecalentado de alta presión que se genera en cada horno modificado, se envía al cabezal principal en el límite de batería de la planta, en el cual se mezcla con el vapor sobrecalentado de alta presión que se genera en los sobrecalentadores BA-601 A/B que operan conjuntamente con los hornos no modificados.

En los hornos no modificados, el agua de alimentación a calderas pasa a la sección de convección de los sobrecalentadores BA-601 A/B, posteriormente el agua pasa a la sección de convección de los hornos BA-103/104/105/106/107/108, en donde se obtiene agua sobrecalentada que se alimenta a los acumuladores FA-103/104/105/106/107/108, de estos últimos se obtiene un vapor saturado el cual es enviado a la sección de radiación de los sobrecalentadores BA-601 A/B, de donde se obtiene vapor sobrecalentado de alta presión que se envía al cabezal principal en el límite de batería.

Sección del crossover

El crossover está integrado por las líneas de paso que unen la sección de convección con la sección de radiación; su diseño es de tipo externo y provisto con soportes de resorte y con suficientes curvas de expansión para absorber las dilataciones térmicas. Las condiciones de proceso de diseño del crossover están fijadas por las condiciones a las cuales sale el fluido de proceso de la sección de radiación, estas condiciones de diseño son 746 °C y una presión de 10.5 Kgf/cm². La sección externa del crossover está provista de su respectivo aislamiento térmico.

Sección de radiación

El serpentín de radiación de los hornos no modificados es de 6.5" de diámetro x 9 pasos x 4 serpentines por horno, con un tiempo de residencia de 0.85 seg. Los serpentines de los hornos modificados son de 6" de diámetro x 5 pasos x 8 serpentines, con un tiempo de residencia de 0.55 seg. y tiene una menor caída de presión de 0.562 Kg/cm², de esta manera se logra una alta selectividad y con ello se garantiza un consumo máximo de 1.3 Kg. de etano fresco de alimentación por Kg. de etileno producto. Así mismo los hornos modificados operan al 60% de conversión de etano por paso con una relación en peso de vapor de agua/etano de 0.3.

La temperatura de salida de los gases de chimenea es de 180°C a 200°C y la temperatura de salida de los gases de pirólisis provenientes de los TLE es de 316°C promedio.

Torre de apagado

El total de gases de pirólisis provenientes de los TLE's de los hornos modificados y de los TLE's existentes de los hornos no modificados, se envía al cabezal actual de efluente de hornos de pirólisis, que se alimenta por el fondo a la torre de apagado DA-101m. En esta torre los gases de proceso son enfriados por contacto directo con agua de apagado que se alimenta por la parte superior de la misma (desde el Plato No. 1). En esta torre, gran parte del vapor de dilución empleado en los hornos de pirólisis y algo de los hidrocarburos pesados son condensados, enviándose por el fondo al tanque separador de agua de apagado FA-121, en donde se separa en una fase de hidrocarburos y una fase acuosa.

La fase de hidrocarburos pesados (gasolina), se mezcla con la gasolina de pirólisis proveniente de los fondos de la columna debutanizadora DA-405 y la mezcla es enviada como gasolina a límite de baterías.

La fase acuosa caliente, se usa como medio de calentamiento de equipos; en el precalentador (EA-111.m) de gas de carga a los hornos de pirólisis, en el rehervidor (EA-424) de la torre de la fraccionadora de propileno DA-406, en el precalentador (EA-204.m) del gas de carga a la torre DA-201 y en el calentador (EA-213) del condensado de la cuarta etapa del compresor de gas de carga GB-201. Después de haberse usado esta fase acuosa como medio de calentamiento, ésta se enfría finalmente con agua de enfriamiento en los intercambiadores EA-112 y EA-113 para ser recirculada a la torre de apagado DA-101.m.

Por el domo de la torre de apagado se envían los gases de pirólisis ya enfriados al separador FA-201 de la sección de compresión y tratamiento caustico, en donde se obtiene un condensado que se mezcla con los condensados obtenidos en los otros separadores FA-202/203/204/205 de la sección de compresión.

4.1.2 Sección 200 - compresión y tratamiento caustico

Compresión

La sección de compresión está integrada por un compresor centrífugo de gas de carga GB-201 que opera en cuatro etapas, por los separadores o tanques de succión FA-201/202/203/204/205/206 y por los interenfriadores EA-201/202/203/ 210/211/212. El gas de pirólisis y vapores enfriados que salen del domo de la torre de apagado DA-101m, son enviados al tanque separador FA-201 y del domo de éste, son alimentados a la primera etapa de compresión.

La corriente con 525 Kg/hr de gas de purga rica en etileno proveniente de la planta de polietileno de alta densidad de PEMOSA, se alimenta en el tanque de succión FA-202 de la segunda etapa de compresión en donde se mezcla con el gas de la primera etapa de compresión. En cada etapa de compresión, el gas comprimido y sobrecalentado se enfría

por medio de interenfriadores y para este propósito en las etapas 1 a la 3, se usan las unidades EA-201/202/203 respectivamente y en éstos se utiliza como enfriante agua de torre de enfriamiento. La cuarta etapa opera tanto con el interenfriador EA-210 con agua de enfriamiento, así como los interenfriadores EA-211/212, para los cuales se usa propileno refrigerante. El gas de carga comprimido después de la tercera etapa de compresión, es enviado a un tratamiento en la torre de lavado cáustico DA-201 para eliminar los gases ácidos (CO₂ y H₂S).

El gas de carga proveniente del tratamiento cáustico es enviado a la cuarta etapa de compresión, la descarga de esta última etapa es enfriada hasta lograr una temperatura de salida de 15°C con los interenfriadores EA-210/211/212, posteriormente el líquido condensado con dicho enfriamiento es separado en el tanque separador FA-206.m y el vapor del domo de este tanque es enviado a los secadores FF-201/S.

Los condensados de hidrocarburos obtenidos en los separadores de la primera etapa hasta la cuarta etapa de compresión de carga, que corresponden respectivamente a los provenientes de los separadores FA-201/202/203/204/205, se mezclan con la gasolina líquida separada en el FA-206m que proviene de la cuarta etapa de compresión, la cual previamente es enviada al tanque separador de descarga de la tercera etapa de compresión FA-204. Todos estos condensados separados son recirculados al tanque separador de agua de apagado FA-121.

Tratamiento cáustico

El vapor del separador de descarga de la tercera etapa de compresión, FA-204, se precalienta con agua de apagado en el precalentador de gas de carga EA-204m, de donde posteriormente se alimenta al fondo de la torre de lavado DA-201, en cuya sección inferior se lleva a cabo un lavado cáustico con sosa y en la parte superior se efectúa un lavado con agua. En esta torre se elimina el CO₂ presente en el gas, obteniéndose un producto de fondos formado por sosas gastadas que fluye al tanque acumulador FA-207, de donde posteriormente se envía a límites de batería.

Una fracción de las sosas gastadas se extrae a través de dos corrientes laterales de la torre, las cuales son recirculadas como corrientes de lavado cáustico junto con las sosas de reposición provenientes de límite de baterías.

El vapor que proviene de la parte superior de la torre de lavado DA-201 se envía al separador FA-205 y el condensado obtenido en éste, se mezcla con los otros condensados separados en la sección de compresión como se mencionó anteriormente. El vapor del separador FA-205 pasa a la cuarta etapa de compresión, después de ésta es enfriado y separado en el FA-206m.

Secado de carga

El vapor separado en el tanque FA-206m a una temperatura de 15.5°C es enviado a los secadores de malla molecular FF-201/S, en donde se elimina el agua contenida en la corriente, el gas seco resultante es enfriado en el cambiador EA-301 para ser enviado a la

sección de separación criogénica y desmetanización. Los secadores operan en forma continua, uno está en regeneración y otro en operación, tanto la regeneración como el enfriamiento de los secadores se lleva a cabo con gas rico en hidrógeno.

4.1.3 Sección 300 - enfriamiento criogénico y desmetanización

Enfriamiento criogénico

Los gases de pirólisis comprimidos y tratados cáusticamente se envían a una caja de enfriamiento criogénico o núcleo de cambiadores de calor EA-334X. Esta caja o núcleo está dividida en varias secciones, ésta opera tal y como se indican a continuación:

Sección EA-334X-D

La operación del núcleo de cambiadores de calor o caja de enfriamiento EA-334X, consiste en que los gases de pirólisis son enfriados sucesivamente por otras corrientes de recirculación, este proceso se inicia alimentando la corriente de proceso de pirólisis a la sección EA-334X-D de cuatro corrientes o flujos, en esta sección, los tres flujos fríos provienen de distintas corrientes, tal y como se cita a continuación:

- Una corriente rica en hidrógeno proviene originalmente del domo del último separador criogénico FA-304.m, de éste se hace pasar desde la sección EA-334X-A hasta la sección EA-334X-D.
- Una corriente rica en metano, proviene originalmente del separador FA-310 de la torre demetanzadora DA-301.m, de éste se hace pasar desde la sección EA-334X-A hasta la sección EA-334X-E.
- Una corriente fría de gas residual, proviene originalmente del turbogenerador GBT-301X, y del separador FA-331X y de éstos se hace pasar desde la sección EA-334X-A hasta la sección EA-334X-E.

A la salida de la sección EA-334X-D, la corriente de proceso se enfría en los intercambiadores EA-304 / EA-305, de donde se envía al tanque separador FA-301, en éste el condensado separado se envía como alimentación a la torre demetanzadora y el vapor del domo de este tanque se alimenta a la sección EA-334X-C de cuatro corrientes. Esta sección EA-334X-D opera de la siguiente forma: La corriente a ser enfriada proveniente del secador de gas de carga FF-201&S, se divide en dos corrientes, una que pasa por la sección EA-334X-D y la otra que opera en paralelo pasando por los enfriadores EA-301, EA-303, una vez enfriadas, estas dos corrientes se mezclan nuevamente a la salida del enfriador EA-303 formando la corriente de alimentación que pasa por los enfriadores EA-304 y EA-305. Finalmente, la corriente de proceso de salida del enfriador EA-305 se descarga en el FA-301.

Con el arreglo anterior, se reduce la caída de presión y se aumenta la capacidad de enfriamiento aprovechando el equipo existente.

Sección EA-334X-C

En esta sección de enfriamiento EA-334X-C, la corriente del domo del separador FA-301 se enfría con las mismas corrientes frías descritas en la sección anterior. Esta corriente se envía directamente al tanque separador FA-302, en donde el condensado separado se envía a la torre demetanizadora DA-301m. El vapor del domo del tanque separador FA-302 se envía a la sección EA-334X-B de cuatro corrientes. La corriente de proceso que sale de la sección EA-334X-C, opera en paralelo con los enfriadores EA-307 y EA-308.

Sección EA-334X-B

En la sección EA-334X-B la corriente de proceso se enfría con las corrientes descritas en la sección anterior, de este equipo posteriormente se envía al tanque separador FA-303, el líquido separado se envía como alimentación a la torre demetanizadora DA-301.m. La corriente de proceso que sale de la sección EA-334X-B, opera en paralelo con el enfriador EA-310. El vapor del domo del FA-303 se envía a la sección EA-334X-A de cuatro corrientes.

Cabe señalar que la corriente fría que proviene originalmente del FA-310, se hace pasar previamente por la sección EA-334X-A, de ésta pasa al tanque separador FA-332X y del domo de este tanque se manda a la sección EA-334X-B y el condensado obtenido del separador se envía al FA-331X.

Sección EA-334X-A

En la sección EA-334X-A, la corriente de proceso se enfría tanto con las corrientes de hidrógeno y metano residual ya mencionadas en la sección anterior y además con la corriente fría que proviene de una derivación directa del separador FA-310. De esta sección, la corriente de proceso se envía al separador FA-304m.

El condensado del separador FA-304m se envía a la sección EA-334X-A, de donde posteriormente se alimenta a los calentadores EA-333-A/B/C/D/E y de éstos se envía al FA-201 como gas metano de baja presión. El vapor del domo del separador FA-304 se envía como hidrógeno residual a las secciones EA-334X-A/B/C/D respectivamente.

Sección EA-334X-E

En la sección EA-334X-E, las corrientes ricas en metano de exportación y metano residual que provienen de la sección EA-334X-D, se calientan con propileno refrigerante. El gas metano que sale de esta sección se envía como producto rico en metano para exportación en límites de batería y el hidrógeno es enviado para usarse como gas de regeneración en secadores y como gas combustible al mezclarse con el metano residual.

Expansor-generador GBT-301X y auxiliares

La corriente del domo de la torre demetanizadora DA-301m, pasa al condensador EA-318, en donde parte de ella se condensa y posteriormente se alimenta al separador FA-310. El vapor de este separador, se divide en dos corrientes, una que se envía directamente a

las secciones EA-334X-A/B/C/D/E y otra que se alimenta al expansor/generador GBT-301X, en el cual se llevará a cabo la expansión del gas.

El expansor/generador está provisto con una válvula de control de flujo tipo Joule Thompson con el objeto de que cuando dicho equipo salga de operación por alguna anomalía, un enfriamiento parcial se realice con dicha válvula. El enfriamiento de la corriente de la demetanizadora, se conseguirá normalmente con su expansión en el GBT-301X. En este expansor/generador se genera corriente eléctrica en voltaje de 4.16 KV que se conecta a la subestación existente, para su aprovechamiento.

El gas expandido se envía a un separador, el FA-331X. Los vapores del domo de este separador se envían desde la sección EA-334X-A hasta la sección EA-334X-E, de esta última sección se envía como metano residual hacia el cabezal de gas combustible. El líquido separado en el FA-304m pasa a la sección EA-334X-A y posteriormente se mezcla con el líquido separado en el FA-331X para ser enviados a los calentadores EA-333 A/B/C/D, para posteriormente recircularlo al FA-201.

El vapor de hidrógeno obtenido en el último separador criogénico FA-304m, se utiliza como corriente fría desde la sección de enfriamiento EA-334X-A hasta la sección EA-334X-D y de ésta última pasa a un precalentamiento en el calentador EA-330 y de este pasa posteriormente al metanador DC-301.

Metanador

El vapor de hidrógeno proveniente del calentador EA-330 se envía al área de metanización, en la cual primeramente se precalienta en los EA-321/322 y luego se alimenta al metanador DC-301, en donde los óxidos de carbono presentes se eliminan al convertirse en metano con la presencia de un catalizador. De la alimentación al metanador, y antes de entrar a éste, se extrae una corriente rica en hidrógeno para exportación en límites de batería.

El efluente del metanador DC-301, precalienta la corriente de carga al mismo, por medio del cambiador EA-322 y se enfría en los cambiadores EA-323 y EA-324 y de estos equipos pasa al separador FA-306, los condensados obtenidos en este separador se mezclan con los condensados de los separadores de la sección de compresión para enviarse al separador FA-121.

El vapor de hidrógeno del domo del separador FA-306 se envía a los secadores de hidrogeno FF-301/S, en donde se elimina el agua formada en el metanador DC-301; el efluente de este secador se envía al DC-401&S para la conversión de acetilenos producidos en la pirólisis.

Torre demetanizadora

Los condensados generados en la sección de enfriamiento criogénico se fraccionan en la demetanizadora DA-301m para eliminar su contenido de metano y gases más ligeros.

En esta torre se obtiene por el domo una corriente de vapor rica en metano que se enfría y condensa en el EA-318; posteriormente se pasa al tanque FA-310, por el fondo de la torre se extrae un líquido que se envía al precalentador EA-408 del área de deetanización.

Por otra parte en el tanque FA-310 se obtiene un líquido que se recircula como reflujo de la torre demetanizadora.

El vapor separado en el FA-310 se divide en dos corrientes: una de ellas se envía a un nuevo expansor/generador GBT-301X y otra se envía directamente desde la sección EA-334X-A hasta la sección EA-334X-E. Se envía únicamente metano gaseoso a la unidad de metano Ballast.

4.1.4 Sección 400 – fraccionamiento

Torre deetanizadora DA-401

El líquido de fondos de la demetanizadora DA-301m, se precalienta en el cambiador EA-408, posteriormente se alimenta para su fraccionamiento a la torre deetanizadora DA-401, para separar C2's (etileno/etano/acetileno) de los C3's y más pesados. El vapor proveniente de los domos de la deetanizadora se condensa parcialmente en el condensador EA-402, posteriormente es enviado al tanque de reflujo FA-401m, el líquido separado en éste se envía como reflujo a la torre y el vapor destilado que sale del FA-401m se precalienta en el cambiador EA-403m y después se mezcla con la corriente proveniente del secador de hidrógeno FF-301; la mezcla resultante se precalienta con vapor en el cambiador EA-406 y posteriormente ésta es procesada en el convertidor de acetileno DC-401&S.

Convertidor de acetileno DC-401/S

El vapor del tanque de reflujo (FA-401m) de la deetanizadora, es precalentado y enviado a los convertidores de acetileno DC-401/S, que están integrados por dos reactores de lecho fijo, uno está en operación y el otro en espera, en éstos reactores es donde los acetilenos son hidrogenados para formar otros productos (etileno, etano, etc.). Los acetilenos se hidrogenan en presencia de un catalizador de paladio, en un reactor de lecho empacado.

El gas hidrógeno que sale del metanador DC-301 y de los secadores de mallas moleculares FF-301/S, se mezcla con los vapores de domo provenientes del FA-401.m y posteriormente se inyecta en los convertidores de acetileno DC-401&S. El efluente del convertidor de acetileno se enfría en los cambiadores EA-405 y EA-403m y posteriormente se envía a la torre absorbedora de aceite verde DA-403.

Torre absorbedora de aceite verde DA-403

En la torre absorbedora de aceite verde DA-403, se efectúa un lavado de oligómeros a partir de una extracción del fraccionador de etileno DA-402, esta extracción se utiliza para absorber los hidrocarburos pesados formados por las reacciones secundarias en el convertidor de acetileno DC-401.

La corriente de los fondos del absorbedor de aceite verde DA-403 se recircula como alimentación a la torre deetanizadora DA-401. El vapor de la torre DA-403 se alimenta a un

secador de guarda de etileno FF-402 en donde se eliminan las trazas de agua presente en la corriente y de ahí se envía como alimentación al fraccionador de etileno DA-402.

Fraccionadora de etileno DA-402

La corriente del secador FF-402, se envía a la torre fraccionadora de etileno DA-402; en ésta se recupera un producto del domo que se condensa parcialmente en el condensador EA-411, de este se envía al acumulador de reflujo de etileno FA-403 en donde se obtiene un condensado que se envía como reflujo a la torre fraccionadora y el vapor del domo del acumulador que está formado por hidrocarburos ligeros se recircula al separador FA-203 de la sección de compresión, previo enfriamiento en los cambiadores EA-412 y EA-413.

Del Plato No. 11, del fraccionador de etileno DA-402, se extrae una corriente de etileno líquido que se envía al acumulador FA-409, este etileno líquido se transfiere al vaporizador EA-414 y después al calentador EA-415, intercambiando calor con propileno refrigerante, para posteriormente ser enviado como etileno producto grado polímero a límite de batería.

El producto de fondos de esta torre es rico en etano, que se envía al separador FA-410, en el cual se obtiene un condensado que luego de vaporizado en el EA-304 se mezcla con una recirculación de propano proveniente de los fondos de la fraccionadora de propileno DA-406.

Parte del etano líquido puede ser mezclado con el propano antes de pasar a través del intercambiador EA-312, a la salida de éste, los vapores se mezclan con la corriente proveniente del vaporizador EA-304 y luego se mezclan directamente con el vapor proveniente del separador FA-410, la mezcla pasa finalmente al calentador de etano EA-332, que opera con propileno, para enviarse y mezclarse con la alimentación de etano fresco en límite de batería, formándose así la carga de etano de recirculación a la sección de pirólisis.

Torre depropanizadora DA-404

Los fondos de la torre deetanizadora DA-401 se alimentan a la torre depropanizadora DA-404; esta torre cuenta con el rehervidor EA-419/S con vapor de baja presión para el fraccionamiento. En esta torre se obtiene un producto de domo que es condensado en el condensador EA-420 por medio de propileno refrigerante y de este condensador es enviado al tanque de reflujo FA-404, desde el cual parte del condensado se envía como reflujo a esta torre y la otra parte se envía a la fraccionadora de propileno DA-406.

El producto de fondos de la torre depropanizadora DA-404 contiene los hidrocarburos C4 + que son enviados a la torre debutanizadora DA-405.

Torre debutanizadora DA-405

Los fondos de la torre DA-404 se alimentan a la torre debutanizadora DA-405, esta torre cuenta con el rehervidor EA-421/S con vapor de baja presión, en esta se obtiene por el domo vapores que son condensados en el condensador EA-422 de donde son enviados al separador FA-405, parte del condensado de butanos separados se envía como reflujo a

dicha torre y la otra corresponde a la fracción de butanos que se envía al enfriador EA-441, del cual se envía como producto a límite de batería.

Por los fondos de la torre DA-405, se obtiene un producto que se mezcla con los hidrocarburos obtenidos en el separador FA-121, formando así la gasolina pirolítica que pasan al enfriador EA-423 y posteriormente esta mezcla se envía como producto a límite de batería.

Fraccionadoras de propileno DA-406 y DA-407

El producto del domo de la torre depropanizadora DA-404 que contiene la fracción C3, se envía a los fraccionadores de propileno, que están integrados por dos cuerpos DA-406/407 y un par de rehervidores EA-424/S en el primer cuerpo que operan con agua de apagado. Estas torres operan en serie y a contra corriente, desde el punto de vista del fraccionamiento de propileno.

La corriente del domo de la torre DA-404, se alimenta al Plato No. 28 de la primera fraccionadora de propileno DA-406, también en esta columna, se alimenta por la parte superior (Plato No. 1), el reflujo que proviene de los fondos de la segunda fraccionadora de propileno DA-407. Los fondos de la columna DA-406, se envía como una recirculación a los hornos de pirólisis.

Los vapores del domo de la fraccionadora DA-406, se envían al fondo de la segunda fraccionadora de propileno DA-407, por tal motivo dichos vapores se utilizan en la misma, para efectos de rectificación, así como para el agotamiento de propileno en la corriente del fondo, la cual como se mencionó, se usa como reflujo de la DA-406.

El vapor del domo de la DA-407, se envía al condensador EA-425 y de éste al acumulador de reflujo de propileno FA-406, del cual se envía una parte como reflujo de esta columna y la otra se pasa al enfriador EA-439, para su envío final como propileno producto a límite de batería.

4.1.5 Sección 500 - refrigeración con propileno.

El compresor centrífugo GB-501 que integra el sistema de refrigeración con propileno, es un sistema de circuito cerrado que proporciona al proceso cuatro niveles de refrigeración con temperaturas de -38°C, -21°C, 4°C y 18°C. El propileno comprimido se enfría y condensa con agua de enfriamiento y se subenfía con varias corrientes de proceso. La condensación que se lleva a cabo en las interetapas de los varios niveles de refrigeración, se obtiene en los rehervidores de la torre demetanizadora y fraccionadora de etileno, así también se obtiene con la vaporización de etileno producto y con la alimentación a la deetanizadora.

4.1.6 Sección 600 - refrigeración con etileno

El compresor centrífugo GB-601 que integra el sistema de refrigeración con Etileno, este es un sistema de circuito cerrado que suministra al proceso tres niveles de refrigeración con temperaturas de -102°C , -74°C y -52°C . El etileno comprimido se enfría y condensa con agua de enfriamiento y propileno refrigerante.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE LA PLANTA DE ETILENO

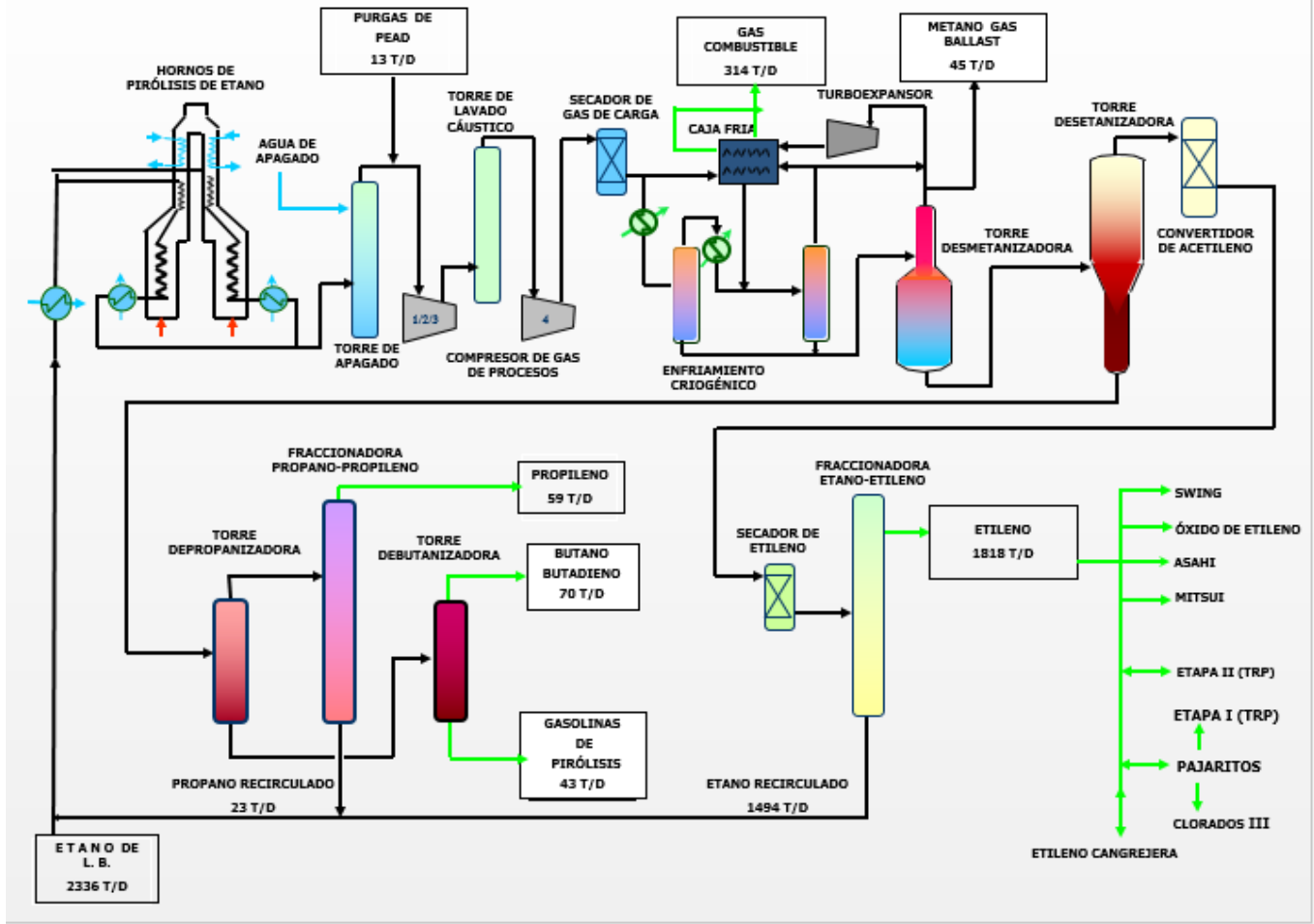


Ilustración 21-diagrama del proceso de obtención de etileno.

4.2 Mantenimiento, generalidades y definiciones

4.2.1 Objetivo básico

Como un objetivo básico, el mantenimiento procura contribuir por todos los medios disponibles a reducir, en lo posible, el costo final de la operación de la planta. De este se desprende un objetivo técnico por el que se trata de conservar en condiciones de funcionamiento seguro y eficiente todo el equipo, maquinaria y estructuras de tratamiento. El personal de mantenimiento tiene dos puntos de vista para cumplir estos objetivos: el aspecto humano y el técnico. El evitar los accidentes previene pérdidas humanas y de grandes responsabilidades. Por el lado técnico, la maquinaria, las instalaciones y los equipos bien mantenidos no provocarán pérdidas económicas y facilitarán la producción continua y eficiente de la planta.

4.2.2 Definiciones generales.

Es necesario aclarar algunos conceptos respecto al verdadero significado de mantenimiento. Generalmente no se hace distinción entre las diferentes clases de mantenimiento. Popularmente, se conocen solamente dos tipos: el correctivo y el preventivo. Puede decirse que la diferencia entre ambos es la misma que existe entre “tener” que hacer una actividad de reparación y el realizarla “cuando esta se desea”. Sobre la base de esta diferencia, se define.

4.2.3 Mantenimiento preventivo.

Es el conjunto de actividades que se llevan a cabo en un equipo, instrumento o estructura, con el propósito de que opere a su máxima eficiencia, evitando que se produzcan paradas forzadas o imprevistas. Este sistema requiere un alto grado de conocimiento y una organización muy eficiente. Implica la elaboración de un plan de inspecciones para los distintos equipos de la planta, a través de una buena planificación, programación, control y ejecución de actividades a fin de descubrir y corregir deficiencias que posteriormente puedan ser causa de daños más graves.

4.2.4 Mantenimiento correctivo.

Es el conjunto de actividades que se deben llevar a cabo cuando un equipo, instrumento o estructura ha tenido una parada forzada o imprevista. Este es el sistema más generalizado, por ser el que menos conocimiento y organización requiere.

Cuando se hace mantenimiento preventivo dentro de un sistema correctivo, se le llama mantenimiento rutinario. Cuando se hace mantenimiento correctivo en un sistema

preventivo, se le llama corrección de falla. En la práctica, no es posible diferenciar totalmente ambos sistemas.

4.2.5 Definición de términos.

Es necesario plantear una serie de definiciones que se seguirán utilizando en el desarrollo de este trabajo.

Planta. Conjunto de maquinaria, equipos y procesos para el tratamiento de las aguas.

Unidad. Componente de la planta que realiza una función determinada en el proceso.

Parte. Componente simple de cada unidad. Es la parte de la unidad que puede cambiarse directamente en el sitio.

Componente. Repuestos simples de una parte. Solo pueden ser cambiados en el taller de mantenimiento.

4.2.6 Estrategias.

Mantenimiento programado.

Las acciones llevadas a cabo mediante esta estrategia se realizan a intervalos regulares de tiempo o cuando los equipos se sacan de operación. Este tipo de actividad requiere sacar de funcionamiento el equipo y solo puede ser bien planificada cuando la falla es dependiente del tiempo de operación. Eso no es lo común en nuestras plantas de tratamiento. Las actividades que son siempre factibles de programar son la lubricación y la limpieza. Para llevarlas a cabo, los fabricantes de los equipos indican la frecuencia con que se requieren. Con esta información se puede establecer la programación correspondiente.

Mantenimiento predictivo.

El mantenimiento predictivo no es dependiente de la característica de la falla y es el más efectivo cuando el modo de falla es detectable por monitoreo de las condiciones de operación. Se lleva a cabo en forma calendaría y no implica poner fuera de operación los equipos.

Entre las técnicas usadas en esta estrategia están las inspecciones, el chequeo de condiciones y el análisis de tendencias.

Operar hasta la falla.

Esta estrategia no requiere planes por adelantado o ninguna otra actividad más que la de asegurar que al momento de la falla se contará con los hombres, las herramientas y los repuestos necesarios para atender la emergencia en el menor tiempo posible. Desde todo punto de vista, esta es la estrategia menos deseable si se empleara como la única por seguir.

Mantenimiento de oportunidad.

Esta es una manera efectiva de dar mantenimiento. Se hace uso de los tiempos de parada de los equipos por otras estrategias empleadas o por paradas en la operación de la planta. Se hace uso de los tiempos muertos. El esfuerzo desplegado en aplicar esta estrategia puede ser muy efectivo desde el punto de vista económico.

Rediseño por obsolescencia.

Esta es la mejor alternativa cuando las fallas son demasiado frecuentes y la reparación o los repuestos son muy costosos. Si se ejecuta bien, es una actividad de un solo tiempo; todas las demás son actividades repetitivas.

4.2.7 Funciones y parámetros de funcionamiento.

Antes de poder definir qué proceso aplicar para determinar que debe hacerse para que cualquier activo físico continúe haciendo aquello que sus usuarios quieren que hagan en su contexto operacional, necesitamos hacer dos cosas:

Determinar qué es lo que sus usuarios quieren que haga, y asegurar que sea capaz de realizar aquello que sus usuarios quieren que haga.

Por eso el primer paso en el proceso de RCM es definir las funciones de cada activo en su contexto operacional, junto a los parámetros de funcionamiento deseado. Lo que los usuarios esperan que sean realizados por los activos puede ser dividido en dos categorías:

- Funciones primarias. Que resumen el porqué de la adquisición del activo en primera instancia.

Esta categoría de funciones cubre temas como velocidad, producción, capacidad de carga o almacenaje, calidad de producto y servicio al cliente.

- Funciones secundarias. Que indican que se espera de cada activo que haga más de allá de simplemente cubrir sus funciones primarias. Los usuarios también tienen expectativas relacionadas con las áreas de seguridad, control, contención, confort, integridad estructural, economía, protección, eficiencia operacional, cumplimiento de regularizaciones ambientales, y hasta la apariencia del activo.

Los usuarios de los activos generales están por lejos en la mejor posición para saber exactamente que contribuciones físicas y financieras el activo hace para el bienestar de la organización como un todo. Por ello es esencial que estén involucrados en el proceso de RCM desde el comienzo.

Si es hecho correctamente, este paso solo toma alrededor de un tercio del tiempo que implica un análisis del RCM completo. Además hace que el grupo que realiza el análisis logre un aprendizaje considerable (muchas veces acerca de cómo realmente funciona el equipo).

4.2.8 Fallas funcionales

Los objetivos del mantenimiento son definidos por las funciones y expectativas de funcionamiento asociadas al activo en cuestión. ¿Cómo puede el mantenimiento alcanzar estos objetivos?

El único hecho que puede hacer que un activo no pueda desempeñar conforme a los parámetros requeridos por su usuario es alguna clase de falla. Esto sugiere que el mantenimiento cumple sus objetivos al aplicar un abordaje apropiado en el manejo de una falla. Sin embargo, antes de poder aplicar herramientas apropiadas para el manejo de una falla, necesitamos identificar que fallas pueden ocurrir.

El proceso RCM lo hace en dos niveles:

- En primer lugar, identificas las circunstancias que llevan a la falla.
- Luego se preguntan que eventos pueden causar que el activo falle.

En el mundo de RCM, los estados de fallas son conocidos como fallas funcionales porque ocurren cuando el activo no puede cumplir una función de acuerdo al parámetro de funcionamiento que el usuario considera aceptable.

Sumando a la incapacidad total de funcionar, está definido abarca fallas parciales en las que el activo todavía funciona pero con un nivel de desempeño inaceptable (incluyendo las situaciones en las que el activo no puede mantener los niveles de calidad o precisión). Pero estas solo pueden claramente identificadas luego de haber definido las funciones y parámetros de funcionamiento del activo.

El RCM o Reliability Centered Maintenance (mantenimiento basado en confiabilidad) es una metodología para el desarrollo de un plan de mantenimiento basada en el análisis de fallos de la instalación.

4.3 Sellos mecánicos para equipos dinámicos.

4.3.1 Sello Mecánico

Esencialmente el sello mecánico consiste de dos superficies anulares de rozamiento que están empujándose una contra otra. Una superficie de rozamiento está fija a la parte estática de la máquina, mientras que la otra esta fija al rotor y gira junto con este. El fluido a ser sellado penetra entre ambas superficies de rozamiento formado una película de lubricación la cual fluye entre las superficies constantemente. La presión a sellar se reduce linealmente a través de las superficies de rozamiento.

En su forma más simple, un sello mecánico consiste de un anillo fijo sobre el rotor, el cual es empujado contra la carcasa de la máquina

Versión simple de un sello axial

- 1 – Fluido a sellar
- 2 – Anillo
- 3 – Carcasa de la máquina
- 4 – Separación de sellado
- 5 – Fuerza axial
- 6 – Fuga

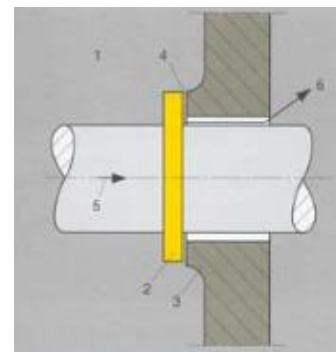


Ilustración 22- Ejemplo de sello mecánico

4.3.2 Sellado de equipos rotatorios.

Casi cualquier proceso industrial emplea máquinas con partes rotatorias. Esto significa que un amplio número de aplicaciones de varios grados de complejidad requieren un rotor que atraviesa una carcasa mientras se mantiene la presión interna y se controla la fuga.

Las siguientes cuatro aplicaciones son típicas: la bomba de agua de enfriamiento en un automóvil, una bomba de presurización en un oleoducto, un tanque mezclador en la industria de alimentos, la bomba de alimentación de pintura en el área de pintado de una fábrica de automóviles, así como la bomba de alimentación de agua en una planta de energía nuclear.

4.3.3 Importancia del sistema de sellado.

El sistema de sellado en una máquina rotatoria influye directamente en la confiabilidad de esta y del proceso en general. Desafortunadamente, la importancia del sistema de sellado comúnmente es despreciada y se considera hasta lo último durante el diseño de la máquina.

Si este importante elemento de la máquina funciona correctamente, este será inadvertido, pero tan pronto ocurra una fuga o si el sello falla completamente, su importancia se vuelve evidente inmediatamente.

Convencionalmente un rotor puede ser sellado con un sello mecánico axial o un sello radial como la empaquetadura.

En el lado motriz, el sello está generalmente expuesto a la presión atmosférica, lo que significa que el sello debe ser capaz de soportar la presión del fluido líquido o gas que se encuentra dentro de la máquina.

4.4 Plan de mantenimiento

Engloba tres tipos de actividades:

- Las actividades rutinarias que se realizan a diario, y que normalmente las lleva a cabo el equipo de operación.
- Las actividades programadas que se realizan a lo largo del año.
- Las actividades que se realizan durante las paradas programadas.

Las tareas de mantenimiento son, como ya se ha dicho, la base de un plan de mantenimiento. Las diferentes formas de realizar un plan de mantenimiento que se describen en los capítulos siguientes no son más que formas de determinar las tareas de mantenimiento que compondrán el plan.

Al determinar cada tarea debe determinarse además cinco informaciones referentes a ella: frecuencia, especialidad, duración, necesidad de permiso de trabajo especial y necesidad de parar la máquina para efectuarla.

Las tareas de mantenimiento son la base de un plan de mantenimiento. Las diferentes formas de realizar un plan de mantenimiento que se describen en los capítulos siguientes no son más que formas de determinar las tareas de mantenimiento que compondrán el plan.

Al determinar cada tarea debe determinarse además cinco informaciones referentes a ella: frecuencia, especialidad, duración, necesidad de permiso de trabajo especial y necesidad de parar la máquina para efectuarla.

4.4.1 Frecuencia

En cuanto a la frecuencia de una tarea, existen dos formas para fijarla:

- Siguiendo periodicidades fijas
- Determinándola a partir de las horas de funcionamiento

Cualquiera de las dos formas es perfectamente válida; incluso es posible que para unas tareas sea conveniente que se realice siguiendo periodicidades preestablecidas y que otras tareas, incluso referidas al mismo equipo, sean referidas a horas efectivas de funcionamiento. Ambas formas de determinación de la periodicidad con la que hay que realizar cada una de las tareas que componen un plan tienen ventajas e inconvenientes.

Así, realizar tareas de mantenimiento siguiendo periodicidades fijas puede suponer hacer mantenimiento a equipos que no han funcionado, y que por tanto, no se han desgastado en un periodo determinado. Y por el contrario, basar el mantenimiento en horas de funcionamiento tiene el inconveniente de que la programación de las actividades se hace mucho más complicada, al no estar fijado de antemano exactamente cuándo tendrán que llevarse a cabo. Un programa de mantenimiento que contenga tareas con periodicidades temporales fijas junto con otras basadas en horas de funcionamiento no es fácil de gestionar y siempre es necesario buscar soluciones de compromiso. Más adelante, en este texto, se exponen algunas de estas soluciones.

No es fácil fijar unos criterios para establecer las tareas de mantenimiento. Teóricamente, una tarea de mantenimiento debe realizarse para evitar una fallo, con lo cual habría que determinar estadísticamente el tiempo que transcurre de media hasta el momento del fallo si no se actúa de ninguna forma en el equipo. El problema es que normalmente no se dispone de datos estadísticos para hacer este estudio, ya que en muchos casos significaría llevar los equipos a rotura para analizar cuanto aguantan; en otros, realizar complejas simulaciones del comportamiento de materiales, que no siempre están al alcance del departamento de mantenimiento de una instalación. Así que es necesario buscar criterios globales con los que fijar estas periodicidades, buscando primar el coste, la fiabilidad y la disponibilidad en esta decisión, y no tanto el agotamiento de la vida útil de las piezas o los conjuntos.

4.4.2 Especialidad

En la elaboración del plan de mantenimiento es conveniente diferenciar las tareas que realizan unos profesionales u otros, de forma que al generar las órdenes de trabajo correspondientes no se envíe al especialista eléctrico lo que debe realizar el especialista mecánico y viceversa.

Las especialidades más habituales de las tareas que componen un plan de mantenimiento son las siguientes:

- Operación. Las tareas de este tipo son llevadas a cabo por el personal que realiza la operación de la instalación, y normalmente se trata de inspecciones sensoriales que se realizan muy frecuentemente, lecturas de datos y en ocasiones trabajos de lubricación.
- Campo solar. Las tareas de este tipo son llevadas a cabo por especialistas en la realización de tareas en la zona de captación de radiación. Incluye normalmente tareas eléctricas, mecánicas y de instrumentación.
- Mecánica. Las tareas de este tipo requieren especialistas en montaje y desmontaje de equipos, en ajustes, alineaciones, comprensión de planos mecánicos, etc.
- Electricidad. Los trabajos de este tipo exigen que los profesionales que los llevan a cabo tengan una fuerte formación en electricidad, bien en baja, media o alta tensión.
- Instrumentación. Los trabajos de este tipo están relacionados con profesionales con formación en electrónica, y además, con una formación específica en verificación y calibración de instrumentos de medida.
- Predictivo. Esta especialidad incluye termografías, boroscopias, análisis de vibraciones, etc. Los profesionales que las llevan a cabo son generalmente técnicos especialmente entrenados en estas técnicas y en las herramientas que utilizan para desarrollarlas.
- Mantenimiento legal. En muchas ocasiones se requiere que para llevar a cabo determinadas tareas de carácter obligatorio recogidas en normativas en vigor sea necesario tener determinadas acreditaciones. Además, es muy habitual contratar con empresas externas, poseedoras de dichas acreditaciones, estos mantenimientos.
- Limpieza técnica. La fuerte especialización que requiere este trabajo, junto con las herramientas que se emplean hace que se trate de conocimientos muy específicos que además normalmente se contratan con empresas externas.
- Obra civil. No es habitual que el personal de plantilla realice este tipo de trabajos, por lo que para facilitar su programación, realización y control puede ser conveniente crear una categoría específica.

4.4.3 Duración

La estimación de la duración de las tareas es una información complementaria del plan de mantenimiento. Siempre se realiza de forma aproximada, y se asume que esta estimación lleva implícito un error por exceso o por defecto.

4.4.4 Permiso de trabajo

Determinadas tareas requieren de un permiso especial para llevarlas a cabo. Así, las tareas de corte y soldadura, las que requieren la entrada en espacios confinados, las que suponen un riesgo eléctrico, etc., requieren normalmente de un permiso de trabajo especial. Resulta útil que en el plan de mantenimiento esté contenida esta información, de manera que estén diferenciados aquellos trabajos que requieren de un permiso, de aquellos que se realizan simplemente con una orden de trabajo.

4.4.5 Máquina parada o en marcha

Para llevar a cabo una tarea de terminada puede ser conveniente que el equipo, el sistema al que pertenece o incluso toda la planta estén paradas o en marcha. Resulta útil

que este extremo esté indicado en el plan de mantenimiento, ya que facilita su programación.

4.5 Rodamientos.

4.5.1 Designaciones.

Las designaciones de los rodamientos se componen de combinaciones de cifras y/o letras, cuyo significado no es evidente a primera vista. Por tanto, se describirá el sistema de designación para los rodamientos SKF y se explicará el significado de las designaciones complementarias más habituales. Para evitar confusiones, no se incluyen las designaciones utilizadas para rodamientos específicos como los rodamientos de agujas, los rodamientos

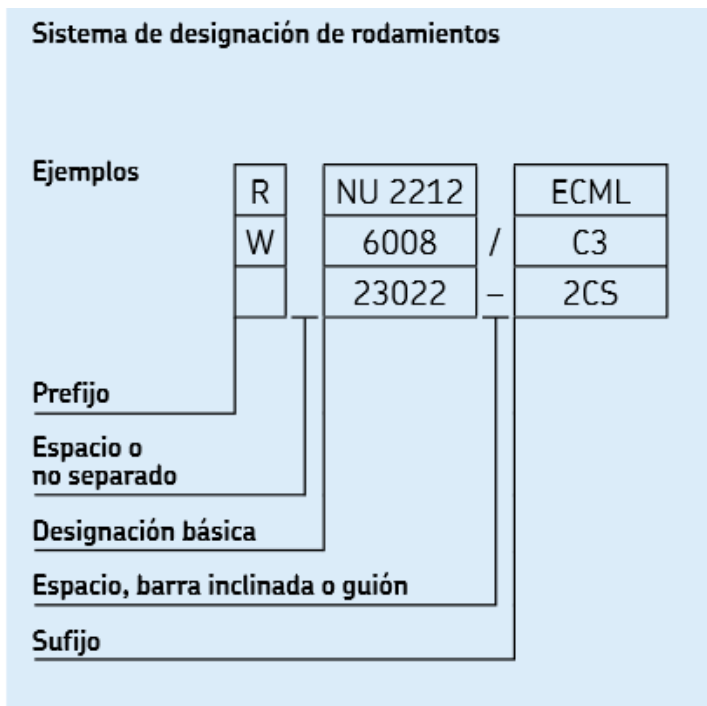


Ilustración 23-Designación de rodamientos

Y o los rodamientos de alta precisión. Puede encontrar más información sobre éstos en las publicaciones correspondientes. Tampoco se incluyen los tipos de rodamientos muy específicos, como los rodamientos de sección fija, las coronas de orientación o los rodamientos lineales. En ocasiones, estas designaciones difieren considerablemente del sistema aquí descrito. Las designaciones de los rodamientos se dividen en dos grupos principales: designaciones para los rodamientos estándar y designaciones para los rodamientos especiales. Por regla general, los rodamientos estándar tienen dimensiones normalizadas, mientras que los rodamientos especiales tienen dimensiones especiales según

las exigencias de los clientes. A estos rodamientos personalizados también se les denomina rodamientos “con número de plano”, y no serán tratados con detalle en esta sección. La designación completa puede componerse de una designación básica, con o sin una o más designaciones complementarias (Ilustración 23). La designación completa del rodamiento, es decir, la designación básica con las designaciones complementarias, siempre se encuentra marcada en el embalaje del rodamiento, mientras que la designación marcada en el rodamiento puede ser incompleta debido a, por ejemplo, motivos relacionados con su fabricación.

Las designaciones básicas identifican

- El tipo
- El diseño básico y
- Las dimensiones principales estándar

De un rodamiento. Las designaciones complementarias identifican

- Los componentes del rodamiento y/o
- Las variantes con un diseño y/o unas características que difieren de algún modo del diseño básico.

Las designaciones complementarias pueden ir colocadas delante de la designación básica (prefijos) o detrás de ella (sufijos). Si para identificar a un rodamiento concreto se utilizan varias designaciones complementarias, éstas siempre van escritas en un orden determinado (Ilustración 25) La lista de designaciones complementarias presentadas a continuación no es exhaustiva, pero incluye las más frecuentes.

4.5.2 Designaciones básicas.

Todos los rodamientos SKF estándar tienen una designación básica característica, que por lo general se compone de 3, 4 o 5 cifras, o de una combinación de letras y cifras. En la ilustración 24 se muestra esquemáticamente el diseño del sistema usado para casi todos los rodamientos de bolas y de rodillos estándar. Las cifras y las combinaciones de letras y cifras tienen el siguiente significado:

- La primera cifra o la primera letra o combinación de letras identifica el tipo de rodamiento; el verdadero tipo de rodamiento puede verse en la presentación (Ilustración 24).
- Las dos siguientes cifras identifican la serie de dimensiones ISO; la primera cifra indica la serie de anchuras o de alturas (dimensiones B, T o H respectivamente) y la segunda indica la serie de diámetros (dimensión D).
- Las dos últimas cifras de la designación básica ofrecen el código del tamaño del rodamiento; al multiplicarlo por 5 se obtiene el diámetro del agujero en milímetros. Sin embargo, no existe ninguna regla sin excepciones. A continuación puede ver las más importantes dentro del sistema de designación de los rodamientos.

1. En algunos casos se omite la cifra para el tipo de rodamiento y/o la primera cifra de la identificación de la Serie de dimensiones. Estas cifras se encuentran entre paréntesis en la ilustración 24.

2. Para los rodamientos con un diámetro de agujero menor de 10 mm o igual o mayor de 500 mm, el diámetro del agujero generalmente se da en milímetros y no está codificado. La identificación del tamaño está separada del resto de la designación del rodamiento por medio de una barra inclinada, por ejemplo 618/8 (d = 8 mm) o 511/530 (d = 530 mm). Esto también es válido para los rodamientos estándar, según la normativa ISO 15:1998, con diámetros de agujero de 22, 28 o 32 mm, por ejemplo 62/22 (d = 22 mm).

3. Los rodamientos con diámetros de agujero de 10, 12, 15 y 17 mm tienen las siguientes identificaciones para el código de tamaño: 00 = 10 mm 01 = 12 mm 02 = 15 mm 03 = 17 mm

4. Para algunos rodamientos más pequeños con un diámetro de agujero inferior a los 10 mm, como por ejemplo los rodamientos rígidos de bolas, de bolas a rótula y de bolas con contacto angular, el diámetro del agujero también se indica en milímetros (sin codificar) pero no va separado de la designación de la serie por medio de una barra inclinada, por ejemplo 629 o 129 (d = 9 mm).

5. Los diámetros de agujeros que se desvían del estándar, siempre se indican sin codificar, en milímetros con un máximo de tres decimales. Esta identificación del diámetro del agujero es parte de la designación básica, y está separada de ésta por medio de una barra inclinada, por ejemplo 6202/15.875 (d = 15,875 mm = 5/8 pulgadas).

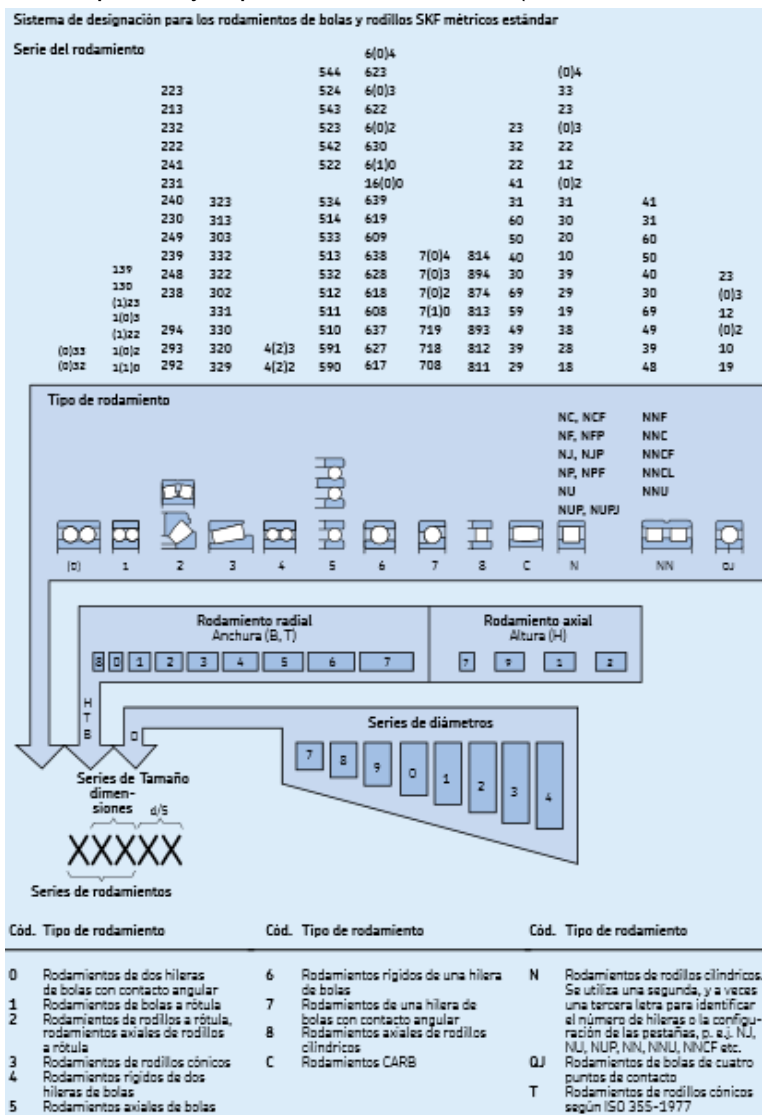


Ilustración 24-Designación para rodamientos de bolas y rodillos SKF std.

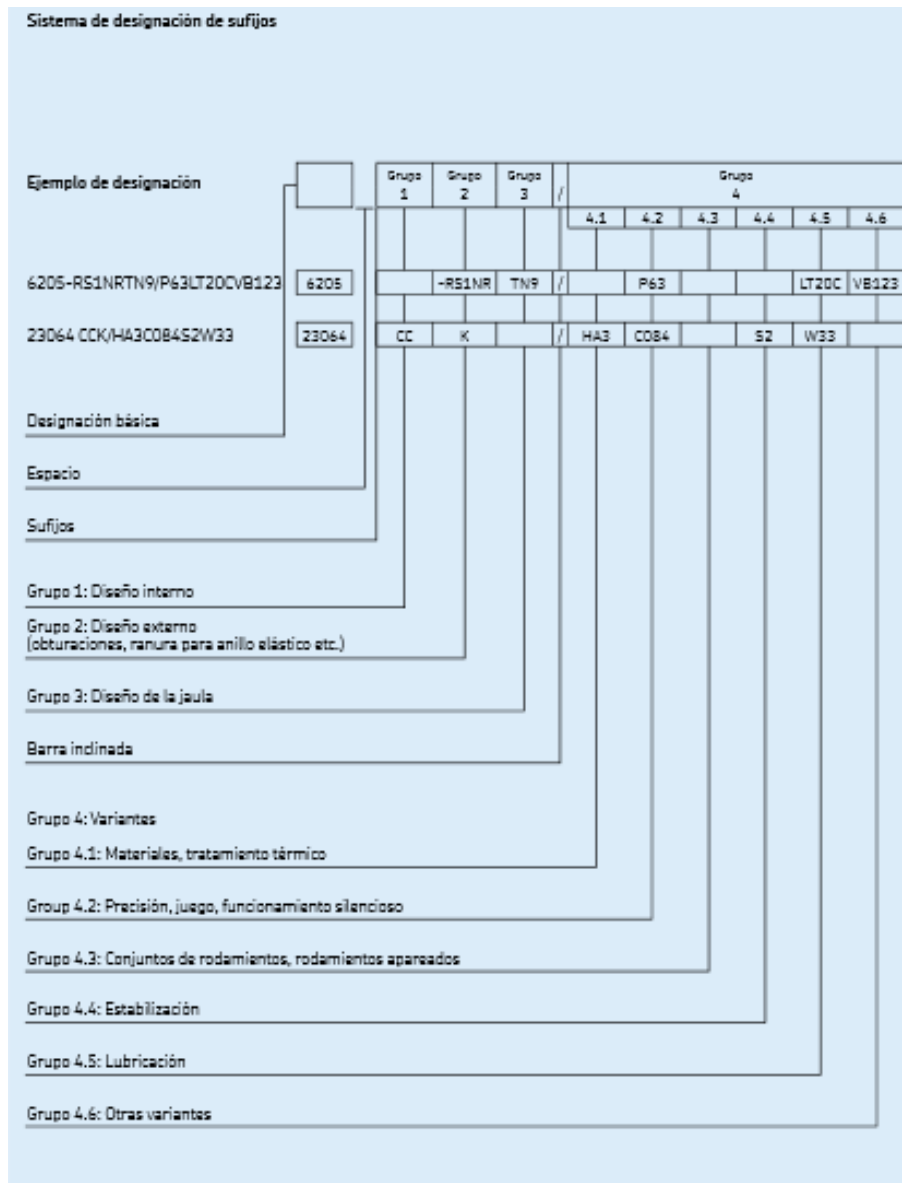


Ilustración 25- Sistema de designación de sufijos

4.5.3 Designaciones de las series.

Cada rodamiento estándar pertenece a una serie determinada, que se encuentra identificada mediante la designación básica sin la identificación del tamaño. Las designaciones de las series suelen incluir un sufijo A, B, C, D o E, o una combinación de estas letras, por ejemplo CA. Se utilizan para identificar las diferencias en el diseño interno, por ejemplo el ángulo de contacto. En la ilustración 24, encima de los dibujos de los rodamientos, se muestran las designaciones de las series más comunes. Las cifras entre paréntesis no están incluidas en la designación de la serie.

4.5.4 Designaciones complementarias

Prefijos

Los prefijos se utilizan para identificar los componentes de un rodamiento y van generalmente seguidos por la designación del rodamiento completo, o para evitar confusiones con otras designaciones de rodamientos. Por ejemplo, se utilizan delante de las designaciones de los rodamientos de rodillos cónicos según el sistema descrito en la Normativa 19 de ANSI/ABMA para los rodamientos en pulgadas (predominante-mente).

GS	Arandela de alojamiento de un rodamiento axial de rodillos cilíndricos
K	Corona axial de rodillos cilíndricos
K-	Aro interior con conjunto de rodillos y jaula (cono) o aro exterior (copa) de un rodamiento de rodillos cónicos en pulgadas, perteneciente a una serie de la normativa ABMA
L	Aro interior o exterior separado de un rodamiento desarmable
R	Aro interior o exterior con rodillos (y jaula) de un rodamiento desarmable
W	Rodamiento rígido de bolas de acero inoxidable
WS	Arandela de eje de un rodamiento axial de rodillos cilíndricos
ZE	Rodamiento con característica Sensor-Mount®

Sufijos

Los sufijos se emplean para identificar diseños o variantes que difieren de algún modo del diseño original, o que difieren del diseño estándar actual. Los sufijos se dividen en grupos. En el esquema del diagrama.4, se indica el orden de los sufijos cuando se debe identificar más de una característica especial.

A continuación se indican los sufijos más utilizados. Tenga en cuenta que no todas las variantes están disponibles

A	Diseño interno desviado o modificado con las mismas dimensiones principales. Por norma general, el significado de la letra está relacionado con el rodamiento o serie de rodamientos en particular. Ejemplos: 4210 A: Rodamiento rígido de dos hileras de bolas sin escotes de llenado 3220 A: Rodamiento de dos hileras de bolas con contacto angular sin escotes de llenado
AC	Rodamiento de una hilera de bolas con contacto angular con un ángulo de contacto de 25°
ADA	Ranuras modificadas para anillo elástico en el aro exterior; aro interior partido sujeto con un anillo de retención
B	Diseño interno desviado o modificado con las mismas dimensiones principales. Por norma general, el significado de la letra está relacionado con la serie del rodamiento en particular. Ejemplos: 7224 B: Rodamiento de una hilera de bolas con contacto angular con un ángulo de contacto de 40° 32210 B: Rodamiento de rodillos cónicos con un ángulo de contacto pronunciado
Bxx(x)	La letra B en combinación con un número de dos o tres cifras identifica las variantes del diseño estándar que no pueden ser identificadas mediante los sufijos aplicables generalmente. Ejemplo: B20: Tolerancia de anchura reducida
C	Diseño interno desviado o modificado con las mismas dimensiones principales. Por norma general, el significado de la letra está relacionado con la serie de un rodamiento en particular. Ejemplos: 21306 C: Rodamiento de rodillos a rótula, con aro

- interior sin pestañas, rodillos simétricos, anillo guía libre y jaula de chapa de acero de tipo ventana CA
1. Rodamiento de rodillos a rótula con diseño C, pero con pestañas de retención en el aro interior y jaula mecanizada
2. Rodamiento de una hilera de bolas con contacto angular de apareamiento universal. Dos rodamientos dispuestos espalda con espalda o cara a cara tendrán un juego axial interno menor que Normal (CB) antes del montaje
- CAC Rodamiento de rodillos a rótula con diseño CA pero con mejor guiado de los rodillos
- CB 1. Rodamiento de una hilera de bolas con contacto angular de apareamiento universal. Dos rodamientos dispuestos espalda con espalda o cara a cara tendrán un juego axial interno Normal antes del montaje
2. Juego axial controlado de un rodamiento de dos hileras de bolas con contacto angular
- CC 1. Rodamiento de rodillos a rótula con diseño C pero con mejor guiado de los rodillos
2. Rodamiento de una hilera de bolas con contacto angular de apareamiento universal. Dos rodamientos dispuestos espalda con espalda o cara a cara tendrán un juego axial interno mayor que Normal (CB) antes del montaje
- CLN Rodamiento de rodillos cónicos con tolerancias correspondientes a la clase de tolerancia 6X de la ISO
- CL0 Rodamiento de rodillos cónicos en pulgadas con tolerancias de clase 0 según la Normativa ANSI/ABMA 19.2:1994
- CL00 Rodamiento de rodillos cónicos en pulgadas con tolerancias de clase 00 según la Normativa ANSI/ABMA 19.2:1994
- CL3 Rodamiento de rodillos cónicos en pulgadas, con tolerancias de clase 3, según la Normativa ANSI/ABMA 19.2:1994
- CL7C Rodamientos de rodillos cónicos con una fricción especial y mayor exactitud de giro
- CN Juego interno Normal, habitualmente sólo se usa junto con una letra adicional que identifica unos juegos reducidos o desplazados. Ejemplos:
- CNH Mitad superior de la gama de juegos Normal
- CNL Mitad inferior de la gama de juegos Normal
- CNM Dos cuartos medios de la gama de juegos Normal
- CNP Mitad superior de la gama de juegos Normal y mitad inferior de la gama de juegos C3
- Las letras H, L, M y P también se utilizan junto con las clases de juego C2, C3, C4 y C5
- CV Rodamiento completamente lleno de rodillos cilíndricos con diseño interno modificado
- CS Obturación rozante de caucho nitrilo (NBR) con refuerzo de chapa de acero a un lado del rodamiento
- 2CS Obturación rozante CS a ambos lados del rodamiento
- CS2 Obturación rozante de caucho fluorado (FKM) con refuerzo de chapa de acero a un lado del rodamiento
- 2CS2 Obturación rozante CS2 a ambos lados del rodamiento
- CS5 Obturación rozante de caucho nitrilo hidrogenado (HNBR) con refuerzo de chapa de acero a un lado del rodamiento
- 2CS5 Obturación rozante CS5 a ambos lados del rodamiento
- C1 Juego interno del rodamiento menor que C2
- C2 Juego interno del rodamiento menor que Normal (CN)
- C3 Juego interno del rodamiento mayor que Normal (CN)
- C4 Juego interno del rodamiento mayor que C3
- C5 Juego interno del rodamiento mayor que C4

- C02 Tolerancia extra reducida para mayor exactitud de giro del aro interior del rodamiento montado
- C04 Tolerancia extra reducida para mayor exactitud de giro del aro exterior del rodamiento montado
- C08 C02 + C04
- C083 C02 + C04 + C3
- C10 Tolerancia reducida para el agujero y los diámetros exteriores
- D Diseño interno desviado o modificado con las mismas dimensiones principales; por regla general el significado de la letra está relacionado con la serie de un rodamiento en particular. Ejemplo: 3310 D: Rodamiento de dos hileras de bolas con contacto angular con aro interior de dos piezas
- DA Ranuras para el anillo elástico modifica-das en el aro exterior; aro interior de dos piezas sujetas por un anillo de retención
- DB Dos rodamientos rígidos de una hilera de bolas (1), rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular (2) o rodamientos de una hilera de rodillos cónicos apareados y dispuestos espalda con espalda; la letra o letras que siguen las letras DB indican la magnitud del juego axial interno o la precarga en la pareja de rodamientos antes de su montaje.
- A Precarga ligera (2)
- B Precarga moderada (2)
- C Precarga elevada (2)
- CA Juego axial interno menor que Normal (CB) (1, 2)
- CB Juego axial interno Normal (1, 2)
- CC Juego axial interno mayor que Normal (CB)
- C Juego axial interno especial en mm GA Precarga ligera (1)
- GB Precarga moderada (1)
- G Precarga especial en daN
- Para rodamientos de rodillos cónicos apareados, el diseño y la disposición de los anillos intermedios entre los aros interior y exterior se identifican mediante un número de dos cifras colocado entre DB y las letras mencionadas anteriormente
- DF Dos rodamientos rígidos de una hilera de bolas, rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular o rodamientos de una hilera de rodillos cónicos apareados y dispuestos cara a cara. La letra o letras que siguen a las letras DF se explican bajo DB
- DT Dos rodamientos rígidos de una hilera de bolas, rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular o rodamientos de una hilera de rodillos cónicos apareados para su montaje en una disposición en tándem; el diseño y la disposición de los anillos intermedios entre los aros interior y/o exterior para los rodamientos de rodillos cónicos apareados, se identifica mediante un número de dos cifras situado inmediatamente a continuación de las letras DT
- E Diseño interno desviado o modificado con las mismas dimensiones principales; por regla general el significado de la letra está relacionado con la serie de un rodamiento en particular; normalmente indica que se trata de un conjunto de elementos rodantes reforzados. Ejemplo: 7212 BE: Rodamiento de una hilera de bolas con contacto angular con un ángulo de contacto de 40° y diseño interno optimizado
- EC Rodamiento de una hilera de rodillos cilíndricos con diseño interno optimizado y contacto entre el extremo del rodillo/ pestaña modificado

- ECA Rodamiento de rodillos a rótula con diseño CA pero con los elementos rodantes reforzados
- ECAC Rodamiento de rodillos a rótula con diseño CAC pero con los elementos rodantes reforzados
- F Jaula mecanizada de acero o de fundición especial; centrada en los elementos rodantes, los diferentes diseños o grados de materiales están identificados por una cifra que sigue la letra F, por ejemplo F1
- FA Jaula mecanizada de acero o de fundición especial; centrada en el aro exterior
- FB Jaula mecanizada de acero o de fundición especial; centrada en el aro interior
Rodamiento de una hilera de bolas con contacto angular de apareamiento universal. Dos rodamientos dispuestos espalda con espalda o cara a cara tendrán un cierto juego axial antes del montaje
- G.. Llenado de lubricante. Una segunda letra indica el margen de temperaturas de la grasa y una tercera letra identifica el tipo de grasa. El significado de la segunda letra es el siguiente:
- E Grasa de extrema presión
 - F Grasa compatible con los alimentos
 - H, J Grasa para altas temperaturas, por ejemplo, -20 a +130 °C
 - L Grasa para bajas temperaturas, por ejemplo, -50 a +80 °C
 - M Grasa para temperaturas medias, por ejemplo, -30 a +110 °C
 - W, X Grasa para bajas/altas temperaturas, por ejemplo, -40 a +140 °C La cifra a continuación del código de tres letras para la grasa, indica un grado de llenado distinto del estándar: Las cifras 1, 2 y 3 indican que el grado es menor que el estándar, las cifras 4 a 9 indican que el grado de llenado es mayor. Ejemplos: GEA: Grasa de extrema presión, llenado estándar GLB2: Grasa para bajas temperaturas, llenado del 15 al 25 %
- GA Rodamiento de una hilera de bolas con contacto angular de apareamiento universal. Dos rodamientos dispuestos espalda con espalda o cara a cara tendrán una ligera precarga antes del montaje
- GB Rodamiento de una hilera de bolas con contacto angular de apareamiento universal. Dos rodamientos dispuestos espalda con espalda o cara a cara tendrán una precarga moderada antes del montaje
- GC Rodamiento de una hilera de bolas con contacto angular de apareamiento universal. Dos rodamientos dispuestos espalda con espalda o cara a cara tendrán una precarga elevada antes del montaje
- GJN Grasa con espesante de poliurea de consistencia 2, según la escala NLGI, para un margen de temperaturas de -30 a +150 °C (llenado normal)
- GXN Grasa con espesante de poliurea de consistencia 2, según la escala NLGI, para un margen de temperaturas de -40 a +150 °C (llenado normal)
- H Jaula de chapa de acero, de montaje a presión, templada
- HA Rodamiento o componentes del rodamiento de acero cementado. Para que la identificación sea más exacta, las letras HA van seguidas de una de estas cifras:
- 0 Rodamiento completo
 - 1 Aros exterior e interior

- 2 Aro exterior
- 3 Aro interior
- 4 Aro exterior, aro interior y elementos rodantes
- 5 Elementos rodantes
- 6 Aro exterior y elementos rodantes
- 7 Aro interior y elementos rodantes
- HB Rodamiento o componentes del rodamiento templados con bainita. Para que la identificación sea más exacta, las letras HB van seguidas de una de las cifras explicadas bajo HA
- HC Rodamiento o componentes del rodamiento de material cerámico. Para que la identificación sea más exacta, las letras HC van seguidas de una de las cifras explicadas bajo HA
- HE Rodamiento o componentes del rodamiento de acero refundido en vacío. Para que la identificación sea más exacta, las letras HE van seguidas de una de las cifras explicadas bajo HA
- HM Rodamiento o componentes del rodamiento con temple martensítico. Para que la identificación sea más exacta, las letras HM van seguidas de una de las cifras explicadas bajo HA
- HN Rodamiento o componentes del rodamiento con tratamiento térmico especial en la superficie. Para una identificación más exacta, las letras HN van seguidas de una de las cifras explicadas bajo HA
- HT Llenado de grasa para altas temperaturas (por ejemplo, -20 a +130 °C). HT o un número de dos cifras a continuación de HT identifica la grasa. Los grados de llenado distintos a los estándares están identificados mediante una letra o una combinación de letra/cifra a continuación de HTxx:
 - A Grado de llenado menor que el estándar
 - B Grado de llenado mayor que el estándar
 - C Grado de llenado mayor que el 70 %
 - F1 Grado de llenado menor que el estándar
 - F7 Grado de llenado mayor que el estándar
 - F9 Grado de llenado mayor que el 70 % Ejemplos: HTB, HT22 o HT24B
- HV Rodamiento o componentes del rodamiento de acero inoxidable templable. Para que la identificación sea más exacta, las letras HV van seguidas de una de las cifras explicadas bajo HA
- J Jaula de chapa de acero centrada en los elementos rodantes, sin temprar; los diferentes diseños o materiales se identifican con una cifra, por ejemplo J1
- JR Jaula que comprende dos arandelas planas de acero sin temprar, unidas mediante un remache
- K Agujero cónico, conicidad 1:12
- K30 Agujero cónico, conicidad 1:30
- LHT Llenado de grasa para bajas y altas temperaturas (por ejemplo, -40 a +140 °C). Un número de dos cifras a continuación de LHT identifica el tipo de grasa. Una letra o combinación de letra/cifra adicional identifica los grados de llenado diferentes al estándar, como se ha mencionado bajo "HT". Ejemplos: LHT23, LHT23C o LHT23F7
- LS Obturación rozante de caucho nitrilo (NBR) o de poliuretano (AU) con o sin refuerzo de chapa de acero a un lado del rodamiento
- 2LS Obturación rozante LS a ambos lados del rodamiento

- LT Llenado de grasa para bajas temperaturas (por ejemplo, -50 a $+80$ °C). LT o un número de dos cifras que sigue LT identifica el tipo de grasa. Una letra o combinación de letra/cifra adicional, según se menciona bajo "HT", identifica los grados de llenado distintos de los estándares. Ejemplos: LT, LT10 o LTF1
- L4B Aros y elementos rodantes del rodamiento con recubrimiento especial en la superficie
- L5B Elementos rodantes con recubrimiento especial en la superficie
- L5DA Rodamiento NoWear con elementos rodantes recubiertos
- L7DA Rodamiento NoWear con elementos rodantes y camino(s) de rodadura del aro interior recubiertos
- M Jaula mecanizada de latón, centrada en los elementos rodantes; los diferentes diseños o grados de materiales se identifican mediante una cifra o letra, por ejemplo M2, MC
- MA Jaula mecanizada de latón, centrada en el aro exterior
- MB Jaula mecanizada de latón, centrada en el aro interior
- ML Jaula enteriza mecanizada de latón, de tipo ventana, centrada en el aro interior o exterior
- MP Jaula enteriza mecanizada de latón, de tipo ventana con alvéolos perforados o escariados, centrada en el aro interior o exterior
- MR Jaula enteriza mecanizada de latón, de tipo ventana, centrada en los elementos rodantes
- MT Llenado de grasa para temperaturas medias (por ejemplo, -30 a $+110$ °C). Un número de dos cifras a continuación de MT identifica el tipo de grasa. Una letra o combinación de letra/cifra adicional, identifica los grados de llenado diferentes al estándar, como se ha mencionado bajo "HT". Ejemplos: MT33, MT37F9 o MT47
- N Ranura para anillo elástico en el aro exterior NR Ranura para anillo elástico en el aro exterior, con anillo elástico correspondiente
- N1 Una muesca de fijación en una de las caras laterales del aro exterior o en la arandela de alojamiento
- N2 Dos muescas de fijación en una de las caras laterales del aro exterior o en la arandela de alojamiento, a 180° entre sí
- P Jaula de poliamida 6,6 moldeada por inyección y reforzada con fibra de vidrio, centrada en los elementos rodantes
- PH Jaula de poliéter-éter-cetona (PEEK) moldeada por inyección y reforzada con fibra de vidrio, centrada en los elementos rodantes
- PHA Jaula de poliéter-éter-cetona (PEEK) moldeada por inyección y reforzada con fibra de vidrio, centrada en el aro exterior.
- PHAS Jaula de PEEK moldeada por inyección y reforzada con fibra de vidrio, centrada en el aro exterior, con ranuras de lubricación en las superficies de guiado
- P4 Precisión dimensional y exactitud de giro según la clase de tolerancia 4 de la ISO
- P5 Precisión dimensional y exactitud de giro según la clase de tolerancia 5 de la ISO
- P6 Precisión dimensional y exactitud de giro según la clase de tolerancia 6 de la ISO
- P62 P6 + C2
- P63 P6 + C3
- Q Geometría interna y acabado superficial optimizado (rodamiento de rodillos cónicos)
- R 1. Pestaña externa integrada en el aro exterior
2. Superficie de rodadura bombeada (roldanas)
- RS Obturación rozante de caucho nitrilo (NBR) con o sin refuerzo de chapa de acero a un lado del rodamiento
- 2RS Obturación rozante RS de caucho nitrilo (NBR) a ambos lados del rodamiento

- RS1 Obturación rozante de caucho nitrilo (NBR) reforzada con chapa de acero a un lado del rodamiento
- 2RS1 Obturación rozante RS1 a ambos lados del rodamiento
- RS1Z Obturación rozante de caucho nitrilo (NBR) reforzada con chapa de acero a un lado del rodamiento y una placa de protección al otro lado del rodamiento
- RS2 Obturación rozante de caucho fluorado (FKM) reforzada con chapa de acero a un lado del rodamiento
- 2RS2 Obturación rozante RS2 a ambos lados del rodamiento
- RSH Obturación rozante de caucho nitrilo (NBR) reforzada con chapa de acero a un lado del rodamiento
- 2RSH Obturación rozante RSH a ambos lados del rodamiento
- RSL Obturación rozante de caucho nitrilo (NBR) de baja fricción, reforzada con chapa de acero a un lado del rodamiento
- 2RSL Obturación rozante de baja fricción RSL a ambos lados del rodamiento
- RZ Obturación de caucho de nitrilo (NBR) de baja fricción reforzada con chapa de acero a un lado del rodamiento
- 2RZ Obturación de baja fricción RZ a ambos lados del rodamiento
- S0 Aros o arandelas para rodamientos dimensionalmente estabilizados para funcionar a temperaturas de hasta +150 °C
- S1 Aros o arandelas para rodamientos dimensionalmente estabilizados para funcionar a temperaturas de hasta +200 °C
- S2 Aros o arandelas para rodamientos dimensionalmente estabilizados para funcionar a temperaturas de hasta +250 °C
- S3 Aros o arandelas para rodamientos dimensionalmente estabilizados para funcionar a temperaturas de hasta +300 °C
- S4 Aros o arandelas para rodamientos dimensionalmente estabilizados para funcionar a temperaturas de hasta +350 °C
- T Jaula de tipo ventana, de resina fenólica reforzada con tejido, centrada en los elementos rodantes
- TB Jaula de tipo ventana de resina fenólica reforzada con tejido, centrada en el aro interior
- TH Jaula de montaje a presión, de resina fenólica reforzada con tejido, centrada en los elementos rodantes
- TN Jaula de poliamida 6,6 moldeada por inyección, centrada en los elementos rodantes
- TNH Jaula de poliéter-éter-cetona (PEEK) moldeada por inyección y reforzada con fibra de vidrio, centrada en los elementos rodantes
- TNHA Jaula de poliéter-éter-cetona (PEEK) moldeada por inyección y reforzada con fibra de vidrio, centrada en el aro exterior
- TN9 Jaula de poliamida 6,6 moldeada por inyección y reforzada con fibra de vidrio, centrada en los elementos rodantes
- U La letra U en combinación con un número de una cifra identifica a un rodamiento de rodillos cónicos, cono o copa, con una menor tolerancia de anchura. Ejemplos:
U2: Tolerancia de anchura +0,05/0 mm
U4: Tolerancia de anchura +0,10/0 mm
- V Rodamiento completamente lleno de elementos rodantes (sin jaula)
- V... V, en combinación con una segunda letra, identifica un grupo de variantes, y seguida de un número de tres o cuatro cifras denota variantes no incluidas en los sufijos de designación “estándar”. Ejemplos:
VA Variantes orientadas a las aplicaciones
VB Desviaciones de las dimensiones principales

- VE Desviaciones externas o internas
- VL Recubrimientos
- VQ Calidad y tolerancias distintas a las estándar
- VS Juego y precarga
- VT Lubricación
- VU Aplicaciones variadas
- VA201 Rodamiento para aplicaciones que funcionan a altas temperaturas (por ejemplo, carrillos de secadero)
- VA208 Rodamientos para aplicaciones que funcionan a altas temperaturas
- VA216 Rodamientos para aplicaciones que funcionan a altas temperaturas
- VA228 Rodamientos para aplicaciones que funcionan a altas temperaturas
- VA301 Rodamiento para motores de tracción

- VA305 Rodamientos para motores de tracción + inspecciones rutinarias especiales
- VA309 Rodamientos para motores de tracción con la superficie externa del aro exterior recubierta con óxido de aluminio para una resistencia a la electricidad de hasta 1000V CC
- VA350 Rodamiento para cajas de grasa para ferrocarriles
- VA380 Rodamientos para cajas de grasa para ferrocarriles, según EN 12080:1998
- VA405 Rodamientos para aplicaciones vibratorias
- VA406 Rodamiento para aplicaciones vibratorias con recubrimiento especial de PTFE en el agujero
- VC025 Rodamiento con componentes con un tratamiento térmico y anticontaminante especial para aplicaciones en entornos altamente contaminados
- VE240 Rodamiento CARB modificado para un mayor desplazamiento axial
- VE447 Arandela de eje con tres orificios rosca-dos equidistantes entre sí en una de las caras laterales para facilitar el levantamiento del equipo
- VE552 Aro exterior con tres orificios roscados equidistantes entre sí en una de las caras laterales para facilitar el levantamiento del equipo
- VE553 Aro exterior con tres orificios roscados equidistantes entre sí en ambas caras laterales para facilitar el levantamiento del equipo
- VE632 Arandela de alojamiento con tres orificios roscados equidistantes entre sí en una de las caras laterales para facilitar el levantamiento del equipo VG114 Jaula de chapa de acero con superficie templada
- VH Rodamiento completamente lleno de rodillos cilíndricos autoretenibles
- VL0241 Superficie exterior del aro exterior recubierta de óxido de aluminio para una resistencia eléctrica de hasta 1 000 V CC
- VL2071 Superficie exterior del aro interior recubierta de óxido de aluminio para una resistencia eléctrica de hasta 1 000 V CC
- VQ015 Aro interior con camino de rodadura bombeado para permitir una mayor desalineación
- VQ424 Exactitud de giro mayor que C08 VT143 Grasa de extrema presión con espesante lítico de consistencia 2, según la escala NLGI, para un margen de temperaturas de -20 a +110 °C (llenado normal)
- VT378 Grasa compatible con alimentos con espesante de aluminio, de consistencia 2 según la escala NLGI, para un margen de temperaturas de -25 a +120 °C (llenado normal)
- W Sin ranura anular ni orificios de lubricación en el aro exterior
- WT Llenado de grasa para tanto bajas como altas temperaturas (-40 a +160 °C). WT o un número de dos cifras a continuación de WT identifica la grasa. Una letra o

- combinación de letra/cifra adicional, según se menciona bajo "HT" identifica los grados de llenado distintos a los estándares. Ejemplos: WT o WTF1
- W20 Tres orificios de lubricación en el aro exterior
 - W26 Seis orificios de lubricación en el aro interior
 - W33 Ranura anular y tres orificios de lubricación en el aro exterior
 - W33X Ranura anular y seis orificios de lubricación en el aro exterior
 - W513 Seis orificios de lubricación en el aro interior, ranura anular y tres orificios de lubricación en el aro exterior
 - W64 Llenado con "Solid Oil"
 - W77 Orificios de lubricación W33 taponados
 1. Dimensiones principales modificadas para cumplir con las normativas ISO
 2. Superficie de rodadura cilíndrica (roldanas)
 - Y Jaula de chapa de latón, centrada en los elementos rodantes; los diferentes diseños o grados de materiales se identifican por una cifra a continuación de la Y, por ejemplo Y2
 - Z Placa de protección de chapa acero a un lado del rodamiento
 - 2Z Placa de protección Z a ambos lados del rodamiento

Capítulo 5

Procedimiento y descripción de las actividades realizadas

Al comenzar con un proyecto de este tipo, es necesario principalmente conocer el área en la que se está trabajando, así mismo las personas y la importancia de las mismas, después de conocer el área, posteriormente fue necesario analizar el por qué algunos equipos son más importantes que otros, su función en el proceso, su frecuencia de fallo, su costo de reparación, y con ello generar una relación de los equipos de acuerdo a su criticidad, es decir, si provocan un paro total, un paro parcial o la baja en la producción, y a partir de eso empezar a trabajar a detalle con cada uno de ellos.

De igual manera con la fuente de información de los equipos, se buscó y se extrajo la mayor parte de información posible existente de los equipos, debido a que ya están viejos, fue muy difícil hacer una recopilación exacta, ya que por cuestiones de mejora, reacondicionamiento y reformas ambientales algunos equipos han cambiado algunas de sus refacciones originales, eso se ve reflejado mayormente en los sellos mecánicos, ya que como en la planta se manejan muchos hidrocarburos, se vieron obligados a eliminar totalmente alguna fuga que pudiera existir en dichos equipos, la mayor parte se cambiaron de sellos simples a sellos dobles y es ahí donde de acuerdo a un recorrido de inspección y de reconocimiento nos fuimos dando cuenta cuales ya han sido cambiados y así corregir o actualizar los manuales, para que sea más sencillo realizar el censo.

Una vez recopilada toda la información de los equipos en cuestión, nos referimos a refacciones, tales como chumaceras en caso de turbinas y algunas bombas, rodamientos, rotores, aceites, sellos mecánicos, coples, gobernadores, así también condiciones de trabajo como las RPM, la potencia, temperatura, gravedad específica de los fluidos, alturas netas, tipo de alabes, tipo de succión, tipo de bombas, etc., se verifico la existencia del refaccionamiento, las cantidades y la disponibilidad de las mismas, al darnos cuenta de que a algún equipo le hacía falta parte de su refaccionamiento realizamos las solicitudes de compra, en este caso los formatos 81, que anteriormente se explicaron.

Con la finalidad de darle utilidad a este trabajo, se realizó un plan de mantenimiento mensual para los equipos críticos, no solo para la planeación de instalación de refacciones, sino también para recorridos diarios, barrido de vibraciones, etc. con la finalidad de mantener y asegurar la confiabilidad operativa de la planta de etileno en el complejo petroquímico Morelos de petróleos mexicanos.

Finalmente, este plan tiene que pasar por la aprobación de los ingenieros encargados, para poderlos aplicar en la planta.

5.1 Resultados

Como primer punto tenemos una gráfica donde se muestra el total de equipos.



Ilustración 26-Gráfica de equipos

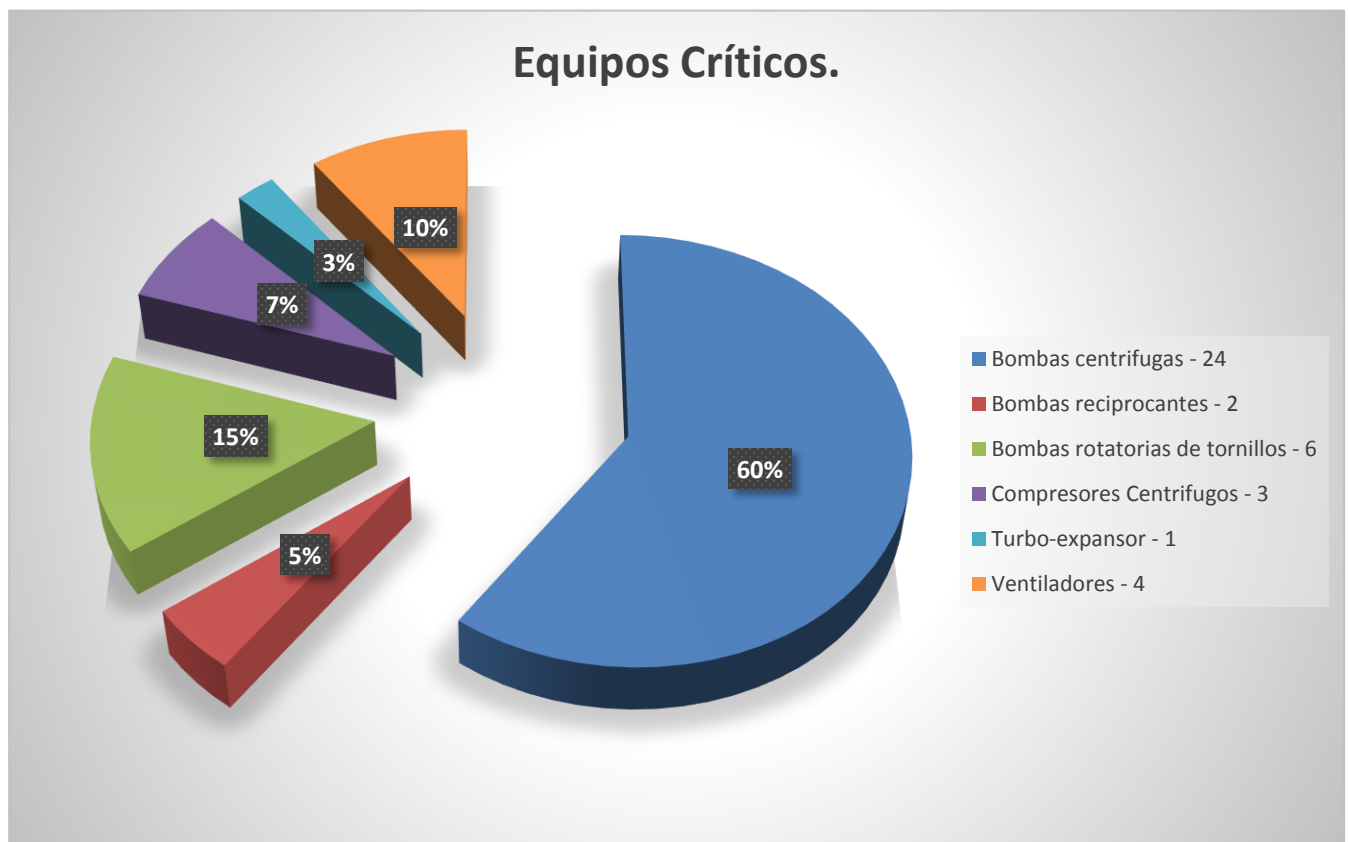


Ilustración 27-Gráfica de los equipos críticos

Básicamente se puede decir que un 37% de los equipos de la planta resultaron críticos, siendo un número bastante alto, debido a que son un total de 109, y de esos 109, 40 equipos necesitan una atención mayor y eso implica el desarrollo de buenos planes, que no solo abarque los 40 críticos, sino que se llegue a satisfacer las necesidades de toda la planta, siendo que no son críticos todos, tienen su importancia en el proceso, no de tal magnitud en el impacto como las críticas, pero sí se tomaron en cuenta en el diseño del proceso, aportan algo, y gracias a eso, la planta trabaja al 80 o 90 por ciento de su capacidad de diseño.

De igual manera dentro de los equipos críticos existe diversidad, los cuales se mostraron en la ilustración 24, de esta manera para clasificarlos por su tipo y tener un mejor control.

No. CONC.	TAG EQUIPO	DESCRIPCION DEL SERVICIO
1	GA-101	B.DE RECIRCULACION DE A. DE APAGADO
2	GA-101-AS	B.DE RECIRC.DE AGUA DE APAGADO
3	GA101-BS	B.DE RECIRC.DE AGUA DE APAGADO
4	GA-102	B.DE AROMATICOS DE RESIDUALES
5	GA-102-S	B.DE AROMATICOS DE RESIDUALES
6	GA-103	B.DE DRENES DE AGUA DE PROCESO
7	GA-103-S	BOMBA DE DRENES DE AGUA DE PROCESO
8	GA-201	RECIRCULACION SOSA CAUSTICA DILUIDA
9	GA-202	RECIRC.SOSA CAUSTICA CONCENTRADA
10	GA-202-S	RECIRC.SOSA CAUSTICA CONCENTRADA
11	GA-204	B.DE SOSA CAUSTICA DE REPOSICION
12	GA-204-S	B.DE SOSA CAUSTICA DE REPOSICION
13	GA-205	B. PARA EL DRENAJE QUIMICO
14	GA-206	B.POZO CALIENTE DEL COMP.GAS CARGA
15	GA-206-S	B.POZO CALIENTE DEL COMP.GAS CARGA
16	GA-207-AX	BOMBA DE LUBRICACION A SELLO GB-201
17	GA-207-BX	BOMBA DE LUBRICACION A SELLO GB-201
18	GA-207-CX	BOMBA DE LUBRICACION A SELLO GB-201
19	GA-208-X	B. CLARIFICADOR DE ACEITE DEL GB-201
20	GA-209	BOMBA DE AGUA DE DRENES
21	GA-301	B.DE REFLUJO DE LA DESMETALIZADORA
22	GA-301-S	B.DE REFLUJO DE LA DESMETALIZADORA
23	GA-401	B.DE REFLUJO DE LA DESMETALIZADORA
24	GA-401-S	B.DE REFLUJO DE LA DESMETALIZADORA
25	GA-402	B.FONDOS ABSORBEDORA ACEITE VERDE
26	GA-402-S	B.FONDOS ABSORBEDORA ACEITE VERDE
27	GA-403	B.DE REFLUJO DE LA FRACC.DE ETILENO
28	GA-403-S	B.DE REFLUJO DE LA FRACC.DE ETILENO
29	GA-404	B.DE ALIMENTACION DE LA FRACC.PROP.
30	GA-404-S	B.DE ALIMENTACION DE LA FRACC.PROP.
31	GA-405	B.DE REFLUJO DE LA DESBUTANIZADORA
32	GA-405-S	B.DE REFLUJO DE LA DESBUTANIZADORA
33	GA-406	B.DE REFLUJO DE LA FRACC.PROPILENO
34	GA-406-S	B.DE REFLUJO DE LA FRACC.PROPILENO
35	GA-407	B.FONDOS FRACC.PROPILENO-PROPANO
36	GA-407-S	B.FONDOS FRACC.PROPILENO-PROPANO
37	GA-408	B.REFLUJO DE LA DESPROPANIZADORA
38	GA-408-S	B.REFLUJO DE LA DESPROPANIZADORA
39	GA-409	B. BUTANO PRODUCTO
40	GA-409-S	B. BUTANO PRODUCTO
41	GA-411	B.FONDOS LAVADORA DE GASES REGCION.
42	GA-412	B.TRANSFERENCIA FRACC.DE PROPILENO
43	GA-412-S	B.TRANSFERENCIA FRACC.DE PROPILENO
44	GA-413	BOMBA DE FONDO DE DESBUTANIZADORA
45	GA-413-S	BOMBA DE FONDO DE DESBUTANIZADORA
46	GA-415	BOMBA DE ETILENO PRODUCTO

47	GA-415-S	BOMBA DE ETILENO PRODUCTO
48	GA-501	B.POZO CAL. COMPRESOR PROPILENO
49	GA-501-S	B.POZO CAL. COMPRESOR PROPILENO
50	GA-502-AX	B.ACEITE LUB.Y SELLO GB-501/GB-601
51	GA-502-BX	B.ACEITE LUB.Y SELLO GB-501/GB-601
52	GA-502-CX	B.ACEITE LUB.Y SELLO GB-501/GB-601
53	GA-503	B.VACIADO DE PROPILENO REFRIGERANTE
54	GA-504X	B.DE CLARIFICADOR DE ACEITE GB501 Y GB-601
55	GA-601	B.POZO CAL.COMPRESOR ETILENO
56	GA-601-S	B.POZO CAL.COMPRESOR ETILENO
57	GA-704	B.ALIMENTACION AGUA DOMO DE VAPOR
58	GA-704-AS	B.ALIMENTACION AGUA AL DOMO VAPOR
59	GA-704-BS	B.ALIMENTACION AGUA AL DOMO VAPOR
60	GA-706	BOMBA AGUA DEL SOBRECALENTADOR
61	GA-706-S	B.AGUA DEL SOBRECALENTADOR
62	GA-707 A	BOMBA DE INYECCION METANOL
63	GA-707 B	BOMBA DE INYECCION METANOL
64	GA-707 C	BOMBA DE INYECCION METANOL
65	GA-707 D	BOMBA DE INYECCION METANOL
66	GA-707 AS	BOMBA DE INYECCION METANOL
67	GA-707 BS	BOMBA DE INYECCION METANOL
68	GA-707 CS	BOMBA DE INYECCION METANOL
69	GA-707 DS	BOMBA DE INYECCION METANOL
70	GA-708	BOMBA DE RETORNO CONDENSADO
71	GA-708-S	BOMBA DE RETORNO CONDENSADO
72	GA-709-A	B.INYECCION ACEITE LAVADO AL GB-201
73	GA-709-B	B.INYECCION ACEITE LAVADO AL GB-201
74	GA-709-C	B.INYECCION ACEITE LAVADO AL GB-201
75	GA-709-D	B.INYECCION ACEITE LAVADO AL GB-201
76	GA-710	BOMBA DE INYECCION DE HIDRACINA
77	GA-710-S	BOMBA DE INYECCION DE HIDRACINA
78	GA-711	BOMBA DE INYECCION DE FOSFATOS
79	GA-711-S	BOMBA DE INYECCION DE FOSFATOS
80	GA-711-C	BOMBA DE FOSFATOS
81	GA-711-D	BOMBA DE FOSFATOS
82	GA-712	B. DE INYECCION INHIBIDOR BUTANOS
83	GA-713	B. DE INYECCION INHIBIDOR GASOLINA
84	GA-714-A	B. DE INYECCION INHIBIDOR POLIMERIZ
85	GA-714-B	B. DE INYECCION INHIBIDOR POLIMERIZ
86	GA-714-C	B. DE INYECCION INHIBIDOR POLIMERIZ
87	GA-714-D	B. DE INYECCION INHIBIDOR POLIMERIZ
88	GA-714-E	B. DE INYECCION INHIBIDOR POLIMERIZ
89	GA-714-F	B. DE INYECCION INHIBIDOR POLIMERIZ
90	GA-716-X	B.PRELUBRICACION GB-701
91	GA-717-X	B.PRELUBRICACION GB-702
92	GA-719	BOMBA DE INYECCION DE MERCAPTANO
93	GA-719-S	BOMBA DE INYECCION DE MERCAPTANO
94	GA-720	BOMBA DE DESCARGA DE MERCAPTANO
95	GA-722-AX	BOMBA PRELUBRICACION DE GA722-AX
96	GA-722-BX	BOMBA PRELUBRICACION DE GA722-BX
97	GA-722-CX	BOMBA PRELUBRICACION DE GA722-CX
98	GBT-301-X	TURBOEXPANSION DE ETILENO
99	GB-201	COMPRESOR DE AIRE DE CARGA
100	GB-501	COMPRESOR DE PROPILENO REFRIGERANTE
101	GB-601	COMPRESOR DE ETILENO
102	GB-703	COMPRESOR DE AIRE DE INSTTOS.
103	GB-703-N	COMPRESOR DE AIRE DE INSTTOS.
104	GB-101-X	VENTILADOR
105	GB-102-X	VENTILADOR
106	GB-109-X	VENTILADOR
107	GB-110-X	VENTILADOR
108	GD-201	AGITADOR
109	GD-703	AGITADOR

Tabla 7-Censo general de la planta de etileno

5.2 Equipos críticos, descripción y refaccionamiento.

No. CONC.	TAG EQUIPO	MAGNITUD DEL IMPACTO / CRITICIDAD	CONDUCTOR	MARCA	MODELO
1	GA-101	PARO TOTAL	TURBINA	ELLIOT	DYRT
2	GA-101-AS	PARO TOTAL	TURBINA	ELLIOT	DYRT
3	GA101-BS	PARO TOTAL	MOTOR	SIEMENS-ALLIS	129
4	GA-201	PARO PARCIAL	MOTOR	U.S	256 T
5	GA-202	PARO TOTAL	MOTOR	U.S	T
6	GA-202-S	PARO PARCIAL	MOTOR	U.S	T
7	GA-206	PARO PARCIAL	TURBINA	COPPUS	RLV-22L
8	GA-206-S	PARO PARCIAL	MOTOR	I.E.M	VFBCCVE
9	GA-207-AX	PARO TOTAL	TURBINA	ELLIOT	2AYRT
10	GA-207-BX	PARO TOTAL	TURBINA	ELLIOT	2AYRT
11	GA-207-CX	PARO TOTAL	MOTOR	WESTHING HOUSE	TAEP 445T9
12	GA-301	PARO PARCIAL	MOTOR	RELIANCE	TCCV
13	GA-301-S	PARO PARCIAL	MOTOR	RELIANCE	TCCV
14	GA-401	PARO PARCIAL	MOTOR	U.S	T-1558
15	GA-401-S	PARO PARCIAL	MOTOR	U.S	T-1558
16	GA-403	PARO PARCIAL	MOTOR	MITSUBISHI	SF-FH
17	GA-403-S	PARO PARCIAL	MOTOR	MITSUBISHI	SF-FH
18	GA-415	PARO PARCIAL	MOTOR	SIEMENS-ALLIS	RGZ
19	GA-415-S	PARO PARCIAL	MOTOR	SIEMENS-ALLIS	RGZ
20	GA-501	PARO PARCIAL	TURBINA	COPPUS	RLV-20L
21	GA-501-S	PARO PARCIAL	MOTOR	I.E.M	VFSCCVE
22	GA-502-AX	PARO TOTAL	TURBINA	ELLIOT	2BYRT
23	GA-502-BX	PARO TOTAL	TURBINA	ELLIOT	2BYRT
24	GA-502-CX	PARO TOTAL	MOTOR	WESTHING HOUSE	TBEP 447TS
25	GA-503	PARO TOTAL	MOTOR	SIEMENS-ALLIS	119
26	GA-601	PARO PARCIAL	TURBINA	COPPUS	RLV-16L
27	GA-601-S	PARO PARCIAL	MOTOR	SIEMENS-ALLIS	RCZZV
28	GA-704	PARO TOTAL	TURBINA	ELLIOT	BYRT
29	GA-704-AS	PARO TOTAL	TURBINA	ELLIOT	BYRT
30	GA-704-BS	PARO TOTAL	MOTOR	MEGATEK-HITACHI	TEFLA
31	GA-719	PARO PARCIAL	MOTOR	REMSA	CS
32	GA-719-S	PARO PARCIAL	MOTOR	REMSA	CS
33	GBT-301-X	PARO PARCIAL	MOTOR	GE ROTOFLOW	GER250
34	GB-201	PARO TOTAL	TURBINA	MITSUBISHI	8 CL-9
35	GB-501	PARO TOTAL	TURBINA	MITSUBISHI	9 EL-11
36	GB-601	PARO TOTAL	TURBINA	MITSUBISHI	7 CL-5
37	GB-101-X	BAJA EN LA PRODUCCION	MOTOR	WEG	444/5T
38	GB-102-X	BAJA EN LA PRODUCCION	MOTOR	WEG	444/5T
39	GB-109-X	BAJA EN LA PRODUCCION	MOTOR	WEG	444/5T
40	GB-110-X	BAJA EN LA PRODUCCION	MOTOR	WEG	444/5T

Tabla 8- Equipos críticos, descripción y refaccionamiento

5.2.1 Características de los equipos conductores.

NO. CONC	VEL. (RPM)	POT. (HP)	AMP.	FLUIDO	PRESION KGS /CM ²		TEMP. °C	RODAMIENTOS/COJINETES				ACEITE LUB. UTILIZADO
					ENTRADA	SALIDA		ENTRADA	CANT.	No. L. COPLÉ	CANT.	
1	1750	937		VAPOR	275 PSI	65 PSI	271.11	1	CHUM. ROD.6310Z	1 Y 1	CHUM. ROD.6310Z	TURBINA 15
2	1770	937	N/A	VAPOR	275 PSI	65 PSI	271.11 °C	1	CHUM. ROD.6310Z	1 Y 1	CHUM. ROD.6310Z	TURBINA 15
3	1780	1000	124 A				80 °C	1	SKF-6319 C3	1	SKF-6319 C3	TURBINA 15
4	3600	20	51.4 / 25.7				40	1	SKF-6309-ZZ	1	SKF-6207-ZZ	TURBINA 15
5	3600	20	51.4 / 25.7	N/A	N/A	N/A	40	1	SKF-6207-ZZ	1	SKF-6309-ZZ	TURBINA 15
6	3600	20	51.4 / 25.7	N/A	N/A	N/A	40	1	SKF-6309-ZZ	1	SKF-6207-ZZ	TURBINA 15
7	1760	69	N/A	VAPOR	275 PSI	65 PSI	273.33	2	ROD.7312B	1	ROD.6312 C3	TURBINA 15
8	1770	75	184 / 92				130	1	SKF-6314	1	SKF-7219-BG	TURBINA 15
9	1750	134		VAPOR	275 PSI	65 PSI	271.11	1	CHUMACERA	1 Y 1	CHUM. ROD.6209Z	TURBINA 15
10	1750	134		VAPOR	275 PSI	65 PSI	271.11	1	CHUMACERA	1 Y 1	CHUM. ROD.6209Z	TURBINA 15
11	1780	150	177				40	1	6313-C3	1	6313-C3	
12	3515	15	40 / 20				40	1	6209-ZZ	1	6205-ZZ	TURBINA 15
13	3515	15	40 / 20				40	1	6209-ZZ	1	6205-ZZ	TURBINA 15
14	3600	40	100.6 - 50.3	N/A	N/A	N/A	40	1	6211-ZZ	1	6311-ZZ	TURBINA 15
15	3600	40	100.6 - 50.3	N/A	N/A	N/A	40	1	6211-ZZ	1	6311-ZZ	TURBINA 15
16	1770	400	50				55	1	SKF-6322-CM	1	SKF-6319-CM	TURBINA 15
17	1770	400	50				55	1	SKF-6322-CM	1	SKF-6319-CM	TURBINA 15
18	3570	125	142				40	1	SKF-6313-C3	1	SKF-6313-C3	TURBINA 15
19	3570	125	142				40	1	SKF-6313-BG	1	SKF-6313-C3	TURBINA 15
20	1760	54 HP		VAPOR	275 PSI	65 PSI	271.11	2	7310BG	1	6309	TURBINA 15
21	1770	76 HP	184 / 92					2	7219-BG	1	6314	TURBINA 15
22	1750	166		VAPOR	275 PSI	65 PSI	271.11	1	CHUMACERA	1 Y 1	CHUM. ROD.6209Z	TURBINA 15
23	1750	166		VAPOR	275 PSI	65 PSI	271.11	1	CHUMACERA	1 Y 1	CHUM. ROD.6209Z	TURBINA 15
24	1780	200	228				40	1	6313-C3	1	6313-C3	
25	3570	100	110				40	1	6313-ZZ	1	6313-ZZ	
26	1760	22		VAPOR	275 PSI	65 PSI	271.11	2 Y 1	SKF-7310B, 6309	1	SKF-7311	TURBINA 15
27	1800	25	60/30				40	1	SKF-6209C3	1	SKF-6309	
28	3560	910		VAPOR	275 PSI	65 PSI	27111	1	CHUMACERA	1 Y 1	CHUM. ROD.6310Z	TURBINA 15
29	3560	910		VAPOR	275 PSI	65 PSI	27111	1	CHUMACERA	1 Y 1	CHUM. ROD.6310Z	TURBINA 15
30	3550	1000	126				80	1	CHUMACERA	1	CHUMACERA	TURBINA 11
31	1725	0.5	3.9	N/A	N/A	N/A		1	6203ZZ	1	6203ZZ	
32	1725	0.5	3.9	N/A	N/A	N/A		1	6203ZZ	1	6203ZZ	
33				N/A	N/A	N/A						
34	4892	36400	N/A	VAPOR	614.2PSI	2.2PSI	398.88					TURBINA 9
35	3466	34034	N/A	VAPOR	600PSI	2.2PSI	398.88	1	CH.-TILTIN-PAD	1	CH.-MIKELS	TURBINA 9
36	7394	8816	N/A	VAPOR	614.2PSI	2.2PSI	398.88	1	CH.-TILTIN-PAD	1	CH.-MIKELS	TURBINA 9
37	1185RPM	100	115					1	3NU19EC3	1	613C3	
38	1185RPM	100	115									
39	1185RPM	100	116									
40	1185RPM	100	115									

Tabla 9- Equipo conductor, cojinetes y rodamientos

5.2.2 Características de los equipos conducidos.

No. CONC	CONDUCIDO	TIPO	CAPACIDAD	CAR GA	TIPO IMPULSOR Y No. IMPUL.	MONTAJE	FLUIDO
1	BOMBA	CENTRIFUGA	8749 G.P.M.	347 PIES	CERRADO DOBLE SUCCION (20")	ENTRE APOYOS	AGUA
2	BOMBA	CENTRIFUGA	8749 G.P.M.	347 PIES	CERRADO DOBLE SUCCION (20")	ENTRE APOYOS	AGUA
3	BOMBA	CENTRIFUGA	8749 G.P.M.	347 PIES	CERRADO DOBLE SUCCION (20")	ENTRE APOYOS	AGUA
4	BOMBA	CENTRIFUGA	308 G.P.M.	97 PIES	CERRADO (5 9/16")	CANTILIVER	SOSA C.
5	BOMBA	CENTRIFUGA	308 G.P.M.		CERRADO (6")		SOSA C.
6	BOMBA	CENTRIFUGA	308 G.P.M.		CERRADO (6")		SOSA
7	BOMBA	CENTRIFUGA DE VOLUTA TIPO TAZONES (9 PASOS)	668 GPM	332 PIES	CERRADO (6 5/8")	VERTICAL	CONDENSADO
8	BOMBA	CENTRIFUGA DE VOLUTA TIPO TAZONES (9 PASOS)	668 GPM	332 PIES	CERRADO (6 5/8")	VERTICAL	CONDENSADO
9	BOMBA	ROTATORIA DE TORNILLO	382 GPM		TORNILLO		ACEITE TURBINA 9
10	BOMBA	ROTATORIA DE TORNILLO	382 GPM		TORNILLO		ACEITE TURBINA 9
11	BOMBA	ROTATORIA DE TORNILLO	382 GPM		TORNILLO		ACEITE TURBINA 9
12	BOMBA	CENTRIFUGA	141 G.P.M.	402.4 PIES	CERRADO	CANTILIVER	METANO C1, C2
13	BOMBA	CENTRIFUGA	141 G.P.M.	402.4 PIES	CERRADO	CANTILIVER	METANO C1, C2
14	BOMBA	CENTRIFUGA	845		CERRADO (9 1/8)		HIDROCARB.
15	BOMBA	CENTRIFUGA	845		CERRADO (9 1/8)		HIDROCARB.
16	BOMBA	CENTRIFUGA	4183 GPM	569.83 PIES	CERRADO DOBLE SUCCION (22 7/8")	ENTRE APOYOS	ETILENO
17	BOMBA	CENTRIFUGA	4183 GPM	569.83 PIES	CERRADO DOBLE SUCCION (22 7/8")	ENTRE APOYOS	ETILENO
18	BOMBA	CENTRIFUGA	712 GPM	759.6 PIES	CERRADO 13 3/4"	CANTILIVER	ETILENO
19	BOMBA	CENTRIFUGA	712 GPM	759.6 PIES	CERRADO 13 3/4"	CANTILIVER	ETILENO
20	BOMBA	CENTRIFUGA DE VOLUTA TIPO TAZONES (9 PASOS)	512 GPM	348.6 PIES	CERRADO (6 5/8")	VERTICAL	CONDENSADO
21	BOMBA	CENTRIFUGA DE VOLUTA TIPO TAZONES (9 PASOS)	512 GPM	348.6 PIES	CERRADO (6 5/8")	VERTICAL	CONDENSADO
22	BOMBA	ROTATORIA DE TORNILLO	457 GPM		TORNILLO		ACEITE TURBINA 9
23	BOMBA	ROTATORIA DE TORNILLO	457 GPM		TORNILLO		ACEITE TURBINA 9
24	BOMBA	ROTATORIA DE TORNILLO	457 GPM		TORNILLO		ACEITE TURBINA 9
25	BOMBA	CENTRIFUGA DE DOBLE VOLUTA DE 2 PASOS	220 GPM	1069.55 PIES	CERRADO 11 1/2"	ENTRE APOYOS	PROPILENO
26	BOMBA	CENTRIFUGA DE TAZONES DE 11 PASOS	178 GPM	332 PIES	TAZONES (5 3/4")	VERTICAL	CONDENSADO
27	BOMBA	CENTRIFUGA DE TAZONES DE 11 PASOS	178 GPM	332 PIES	TAZONES (5 3/4")	VERTICAL	CONDENSADO

28	BOMBA	CENTRIFUGA MULTIPASOS 6 PASOS	1212 GPM	2328 PIES	CERRADO (10 21/32")	ENTRE APOYOS	AGUA DESMINERA.
29	BOMBA	CENTRIFUGA MULTIPASOS 6 PASOS	1212 GPM	2328 PIES	CERRADO (10 21/32")	ENTRE APOYOS	AGUA DESMINERA.
30	BOMBA	CENTRIFUGA MULTIPASOS 6 PASOS	1212 GPM	2328 PIES	CERRADO (10 21/32")	ENTRE APOYOS	AGUA DESMINERA.
31	BOMBA	RECIPROCANTE	39 GPM		DIAFRAGMA		MERCAPTANO
32	BOMBA	RECIPROCANTE	39 GPM		DIAFRAGMA		MERCAPTANO
33	TURBO-EXPANSOR						ETILENO
34	COMPRESOR	CENTRIFUGO					GAS ETILENO
35	COMPRESOR	CENTRIFUGO					PROPILENO
36	COMPRESOR	CENTRIFUGO					ETILENO
37	VENTILADOR	HABB-112-143-B-6-1	110662 M3/HR				GASES
38	VENTILADOR	HABB-112-143-13-6-1	110662 M3/HR				GASES
39	VENTILADOR	HABB-112-143-13-6-1	110662 M3/HR				GASES
40	VENTILADOR	HABB-112-143-13-6-1	110662 M3/HR				GASES

Tabla 10- Equipos conducidos y sus características

5.2.3 Cojinetes y rodamiento de los equipos conducidos.

No. CONC	COJINETES/RODAMIENTOS			
	CANT.	No. L. COPLE	CANT.	No. L. LIBRE
1	1	SKF-5313	1	SKF-5216 B
2	1	SKF-5313	1	SKF-5216 B
3	1	SKF-5313	1	SKF-5216 B
4	1	SKF-5310NR	1	SKF-6310
5	1	SKF-5310WG	1	SKF-6310
6	1	SKF-5310WG	1	SKF-6310
7	1	BUJES	1	BUJES
8	1	BUJES	1	BUJES
9	1	BUJES (6312 ZZ)	1	BUJES
10	1	BUJES (6312 ZZ)	1	BUJES
11	1	BUJES (6312 ZZ)	1	BUJES
12	1	SKF-5309 NR	1	SKF-6210 LR
13	1	SKF-5309 NR	1	SKF-6210 LR
14	1	SKF-5310NR	1	SKF6310
15	1	SKF-5310NR	1	SKF6310
16	2	MRC7315DB	1	SKF-6218
17	2	MRC7315DB	1	SKF6218
18	1	SKF-7311 GB	1	SKF-6212
19	1	SKF-7311 GB	1	SKF-6212
20	12	BUJES	12	BUJE
21	12	BUJES	12	BUJE
22	1	BUJES (6312 ZZ)	1	BUJE
23	1	BUJES (6312 ZZ)	1	BUJE
24	1	BUJES (6312 ZZ) AXIAL 6209-Z	1	BUJE
25	1	SKF-5206	1	SKF7305 BG
26	1	BUJES	1	BUJE
27	1	BUJES	1	BUJES
28	2	CHUMACERAS	1	CH-JHJ-5
29	2	CHUMACERAS	1	CH-JHJ-5
30	2	CHUMACERAS	1	CH-JHJ-5
31				
32				
33				
34	1	CH-TILTIN-P.	1	CH-MIKELS
35	1	CH-TILTIN-P.	1	CH-KYNSB.
36	1	CH-TILTIN-P.	1	CH-KYNSB.
37	1	22218EK/C3	1	2218K/C3
38	1	22218EK/C3	1	2218K/C3
39	1	22218EK/C3	1	2218K/C3
40	1	22218EK/C3	1	2218K/C3

Tabla 11- Cojinetes y rodamientos de los equipos conducidos

5.2.4 Sellos mecánicos y bridas.

SELLO MECANICO						BRIDAS	
No. CONC	MODELO	TAMAÑO	TIPO	DIBUJO	PLAN LUBRICACION	SUCCION	DESCARGA
1	FLOWSERVE TIPO: QBBW/QBQW, 3 3/4", MODELO: HVC/14X20	3 3/4"	DOBLE			16"	14"
2	FLOWSERVE TIPO: QBBW/QBQW, 3 3/4", MODELO: HVC/14X20	3 3/4"	DOBLE	CF-SP-31961-24	PLAN 53 A	16'	14'
3	JOHN CRANE 9B QF10ISI 3" 7/8	3" 7/8	SENCILLO	CF-SP-31961-24	PLAN 53 A	16'	14'
4	BURGMANN, 13-MFL85/43-G16-FTA-E1, PLAN 11-52	1" 7/8	DOBLE	5GS-174212	PLAN 11-52		
5	BURGMANN, 13-MFL85/43-G16-FTA-E1, PLAN 11-52	1" 7/8	DOBLE	5GS-174212	PLAN 11-52		
6	BURGMANN, 13-MFL85/43-G16-FTA-E1, PLAN 11-52	1" 7/8	DOBLE	5GS-174212	PLAN 11-52		
7	DURAMETALLIC PTO EM5EF 1" 3/4	1" 3/4	SENCILLO	B/M-77414		8"	6"
8	DURAMETALLIC PTO EM5EF 1" 3/4	1" 3/4	SENCILLO	B/M-77414		8"	6"
9	JOHN CRANE-T21 / T2 2"	2"	SENCILLO	S-235-2		SIN DATO	SIN DATO
10	JOHN CRANE-T21 / T2 2"	2"	SENCILLO	S-235-2		SIN DATO	SIN DATO
11	JOHN CRANE-T21 / T2 2"	2"	SENCILLO	S-235-2		SIN DATO	SIN DATO
12	BURGMANN, 13-MFLCT80/43-FTA-E1, PLAN 53	1" 3/4	DOBLE	2M-401	PLAN 53	3"	2"
13	BURGMANN, 13-MFLCT80/43-FTA-E1, PLAN 53	1" 3/4	DOBLE	2M-401	PLAN 53	3"	2"
14	BURGMANN, 13-MFL85/43-G16-FTA-E1, PLAN 11-52	1" 7/8	DOBLE	5GS-170371	PLAN 11-52		
15	BURGMANN, 13-MFL85/43-G16-FTA-E1, PLAN 11-52	1" 7/8	DOBLE	5GS-170371	PLAN 11-52		
16	BURGMANN, 13-MFLWT80/100-FTA, PLAN 11-52	4" 1/8	DOBLE	2M-163-R1	PLAN 11-52	16"	12"
17	BURGMANN, 13-MFLWT80/100-FTA, PLAN 11-52	4" 1/8	DOBLE	2M-163-R1	PLAN 11-52	16"	12"
18	BURGMANN, 13-MFL65/82-G16-TA-E12, PLAN 11-52	2" 3/4	DOBLE	2D-87027	PLAN 11-52	6"	3"
19	BURGMANN, 13-MFLWT80/65-FTA-E1, PLAN 11-52	2" 3/4	DOBLE	2D-87027	PLAN 11-52	6"	3"
20	DURAMETALLIC PTOE-EM5EFUV 1 3/4"	1" 3/4	SENCILLO	B/M-77414		8"	6"
21	DURAMETALLIC PTOE-EM5EFUV 1 3/4"	1" 3/4	SENCILLO			8"	6"
22	JOHN CRANE- T21 / T2 2 3/8"	2" 3/8	SENCILLO	S-235-2			
23	JOHN CRANE- T21 / T2 2 3/8"	2" 3/8	SENCILLO	S-235-2			
24	JOHN CRANE- T21 / T2 2 3/8"	2" 3/8	SENCILLO	S-235-2			
25	BURGMANN, 13-MFLWT80/43-FTA, PLAN 11-52	2	DOBLE	LD-170399	PLAN 11-52	4"	2"
26	JOHN CRANE-9B QPICI		SENCILLO			6"	4"
27	JOHN CRANE-9B QPICI		SENCILLO			6"	4"
28	JOHN CRANE 8B-BP-IDI CF-SP-60220-1 SFD 2 5/8"	2" 5/8	SENCILLO	BF-SP-60220-1		8"	4"
29	JOHN CRANE 8B-BP-IDI CF-SP-60220-1 SFD 2 5/8"	2" 5/8	SENCILLO	BF-SP-60220-1		8"	4"
30	JOHN CRANE 8B-BP-IDI CF-SP-60220-1 SFD 2 5/8"	2" 5/8	SENCILLO	BF-SP-60220-1		8"	4"
31	NO APLICA						
32	SELLO CONVENCIONAL TIPO EMPAQUE						
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							

Tabla 12- Sellos mecánicos y bridas

Una vez obtenida esta información se procedió a realizar un relación de las refacciones más utilizadas, en este caso se presentara una tabla donde vienen los rodamiento, su tipo y la cantidad de los mismos que se están utilizando en los equipos, con el fin de siempre tener en existencia y de no existir realizar el procedimiento de requisición.

Como podemos observar existen rodamientos que se utilizan en dos o más equipos, lo cual nos facilita el almacenamiento y la administración de los mismos, con esto podemos llevar un mejor control de las cantidades a utilizar en un mantenimiento y las cantidades con las que se deben contar para no quedar sin los mismos.

Por ejemplo, el rodamiento 6310 Z, se utiliza en el equipo GA-101 y GA-101 AS,

Tipo	Cantidad
6314	2
6319	2
6203ZZ	4
6207ZZ	3
6309ZZ	4
6209ZZ	2
6205ZZ	2
6211ZZ	2
6311ZZ	2
6313BG	1
6313C3	7
6313ZZ	2
6319 C3	2
6322CM	2
6319CM	2
7312B	2
7310BG	2
7219BG	2
6312 C3	1
6310Z	4
7310B	1
6209C3	2
7311	1
5313	3
5206	1
5309NR	2
6210LR	2
7305BG	1
5310NR	3
5310WG	2
6310	5
5216B	3
6212	2
7311GB	2
6312ZZ	6
6209	1

estos son un par de turbo-bombas, que normalmente trabaja una y la otra debe estar disponible, utilizan una cantidad de dos rodamientos, por lo tanto sería ideal tener los cuatro, que son para el par de equipos, pero por cuestiones de costos y usos que tienen los mismos, con solo dos rodamientos se puede garantizar un mantenimiento sin contratiempos, pero sin dejar atrás que posteriormente es necesario volver a adquirir los mismos rodamientos, para mantenimientos futuros, por lo tanto siempre debe de existir al menos un juego de rodamientos para cubrir las necesidades de un equipo, en el caso de los que tienen equipo de relevo, en los equipos que trabajan solos, es decir que si se detienen no hay tiempo o posibilidad de meter a operar otro, es necesario contar con el refaccionamiento de todos y cada uno de los equipos.

Tabla 13-Rodamientos

5.3 Plan de mantenimiento

Finalmente, procedemos a realizar el plan de mantenimiento mensual, el cual tiene que abarcar completamente el mantenimiento predictivo y preventivo de todos los equipos críticos, así mismo se debe tomar en cuenta los equipos no críticos con la finalidad de asegurar la confiabilidad operativa y prevenir al máximo lo IPNP, sin descartar la posibilidad de que existan trabajos de mantenimiento correctivo, pero fundamentalmente se busca la eliminación del mismo con el buen planteamiento de mantenimiento preventivo y predictivo.

Plan de Mantenimiento y recorrido diario de la planta de etileno del complejo petroquímico Morelos, basado en historial de fallas y criticidad de los equipos dinámicos.					
Recorrido diario a los turbo-compresores GB-201, GB-501 Y GB-601, barrido de vibraciones, temperatura y diferencial de presión en el aceite de lubricación. Inspección visual y rellenado de aceite en las consolas del sistema de lubricación por niebla (lubrimist). Recorrido rutinario y toma de vibraciones a las turbinas(GA-101, GA-207, GA-502 AX Y GA-704)	Recorrido diario a los turbo-compresores GB-201, GB-501 Y GB-601, barrido de vibraciones, temperatura y diferencial de presión en el aceite de lubricación. Revisión y purga del sistema de lubricación por niebla de toda la planta. Recorrido rutinario y toma de vibraciones a las turbinas(GA-101 AS, GA-206, GA-501, GA-502 BX, GA-601 Y GA-704 AS)	Recorrido diario a los turbo-compresores GB-201, GB-501 Y GB-601, barrido de vibraciones, temperatura y diferencial de presión en el aceite de lubricación. Recorrido rutinario al turbo-expansor GBT-301 X, barrido de vibraciones y presiones de lubricación.	Recorrido diario a los turbo-compresores GB-201, GB-501 Y GB-601, barrido de vibraciones, temperatura y diferencial de presión en el aceite de lubricación. Revisión y chequeo de niveles de aceite de los gobernadores de las turbo-bombas	Recorrido diario a los turbo-compresores GB-201, GB-501 Y GB-601, barrido de vibraciones, temperatura y diferencial de presión en el aceite de lubricación. Revisión y purga del sistema de lubricación por niebla de toda la planta. Inspección a las moto-bombas, vibración, temperatura y ruido	Recorrido diario a los turbo-compresores GB-201, GB-501 Y GB-601, barrido de vibraciones, temperatura y diferencial de presión en el aceite de lubricación.
Lunes 1 de junio	Marte 2 de junio	Miércoles 3 de junio	Jueves 4 de junio	Viernes 5 de junio	Sábado 6 de junio
Recorrido diario a los turbo-compresores GB-201, GB-501 Y GB-601, barrido de vibraciones, temperatura y diferencial de presión en el aceite de lubricación.	Recorrido diario a los turbo-compresores GB-201, GB-501 Y GB-601, barrido de vibraciones, temperatura y diferencial de presión en el aceite de lubricación. Revisión y chequeo de niveles de aceite de los gobernadores de las turbo-bombas	Recorrido diario a los turbo-compresores GB-201, GB-501 Y GB-601, barrido de vibraciones, temperatura y diferencial de presión en el aceite de lubricación. Recorrido rutinario y toma de vibraciones a las turbinas(GA-101, GA-207, GA-502 AX Y GA-704)	Recorrido diario a los turbo-compresores GB-201, GB-501 Y GB-601, barrido de vibraciones, temperatura y diferencial de presión en el aceite de lubricación. Verificación de fugas en sellos mecánicos e inspección de funcionamiento en bombas.	Recorrido diario a los turbo-compresores GB-201, GB-501 Y GB-601, barrido de vibraciones, temperatura y diferencial de presión en el aceite de lubricación. Inspección visual y rellenado de aceite en las consolas del sistema de lubricación por niebla (lubrimist)	Recorrido diario a los turbo-compresores GB-201, GB-501 Y GB-601, barrido de vibraciones, temperatura y diferencial de presión en el aceite de lubricación. Revisión y purga del sistema de lubricación por niebla de toda la planta. Revisión y chequeo de niveles de aceite de los gobernadores de las turbo-bombas
Domingo 7 de junio	Lunes 8 de junio	Martes 9 de junio	Miércoles 10 de junio	Jueves 11 de junio	Viernes 12 de junio
Recorrido diario a los turbo-compresores GB-201, GB-501 Y GB-601, barrido de vibraciones, temperatura y diferencial de presión en el aceite de lubricación	Recorrido diario a los turbo-compresores GB-201, GB-501 Y GB-601, barrido de vibraciones, temperatura y diferencial de presión en el aceite de lubricación	Recorrido diario a los turbo-compresores GB-201, GB-501 Y GB-601, barrido de vibraciones, temperatura y diferencial de presión en el aceite de lubricación. Recorrido y chequeo de niveles de líquido y revisión de depósito de sellos mecánicos dobles.	Recorrido diario a los turbo-compresores GB-201, GB-501 Y GB-601, barrido de vibraciones, temperatura y diferencial de presión en el aceite de lubricación. Revisión y chequeo de niveles de aceite de los gobernadores de las turbo-bombas	Recorrido diario a los turbo-compresores GB-201, GB-501 Y GB-601, barrido de vibraciones, temperatura y diferencial de presión en el aceite de lubricación. Recorrido rutinario y toma de vibraciones a las turbinas(GA-101, GA-207, GA-502 AX Y GA-704)	Recorrido diario a los turbo-compresores GB-201, GB-501 Y GB-601, barrido de vibraciones, temperatura y diferencial de presión en el aceite de lubricación. Inspección a las moto-bombas, vibración, temperatura y ruido
Sábado 13 de junio	Domingo 14 de junio	Lunes 15 de junio	Martes 16 de junio	Miércoles 17 de junio	Jueves 18 de junio
Recorrido diario a los turbo-compresores GB-201, GB-501 Y GB-601, barrido de vibraciones, temperatura y diferencial de presión en el aceite de lubricación. Revisión y purga del sistema de lubricación por niebla de toda la planta.	Recorrido diario a los turbo-compresores GB-201, GB-501 Y GB-601, barrido de vibraciones, temperatura y diferencial de presión en el aceite de lubricación.	Recorrido diario a los turbo-compresores GB-201, GB-501 Y GB-601, barrido de vibraciones, temperatura y diferencial de presión en el aceite de lubricación.	Recorrido diario a los turbo-compresores GB-201, GB-501 Y GB-601, barrido de vibraciones, temperatura y diferencial de presión en el aceite de lubricación. Revisión y chequeo de niveles de aceite de los gobernadores de las turbo-bombas	Recorrido diario a los turbo-compresores GB-201, GB-501 Y GB-601, barrido de vibraciones, temperatura y diferencial de presión en el aceite de lubricación. Inspección visual y rellenado de aceite en las consolas del sistema de lubricación por niebla (lubrimist)	Recorrido diario a los turbo-compresores GB-201, GB-501 Y GB-601, barrido de vibraciones, temperatura y diferencial de presión en el aceite de lubricación. Recorrido rutinario y toma de vibraciones a las turbinas(GA-101, GA-207, GA-502 AX Y GA-704)
Viernes 19 de junio	Sábado 20 de junio	Domingo 21 de junio	Lunes 22 de junio	Martes 23 de junio	Miércoles 24 de junio

Recorrido diario a los turbo-compresores GB-201, GB-501 Y GB-601, barrido de vibraciones, temperatura y diferencial de presión en el aceite de lubricación. Revisión y purga del sistema de lubricación por niebla de toda la planta.	Recorrido diario a los turbo-compresores GB-201, GB-501 Y GB-601, barrido de vibraciones, temperatura y diferencial de presión en el aceite de lubricación. Revisión y purga del sistema de lubricación por niebla de toda la planta.	Recorrido diario a los turbo-compresores GB-201, GB-501 Y GB-601, barrido de vibraciones, temperatura y diferencial de presión en el aceite de lubricación.	Recorrido diario a los turbo-compresores GB-201, GB-501 Y GB-601, barrido de vibraciones, temperatura y diferencial de presión en el aceite de lubricación	Recorrido diario a los turbo-compresores GB-201, GB-501 Y GB-601, barrido de vibraciones, temperatura y diferencial de presión en el aceite de lubricación. Recorrido rutinario y toma de vibraciones a las turbinas(GA-101, GA-207, GA-502 AX Y GA-704)	Recorrido diario a los turbo-compresores GB-201, GB-501 Y GB-601, barrido de vibraciones, temperatura y diferencial de presión en el aceite de lubricación. Revisión y chequeo de niveles de aceite de los gobernadores de las turbo-bombas
Jueves 25 de junio	Viernes 26 de junio	Sábado 27 de junio	Domingo 28 de junio	Lunes 29 de junio	Martes 30 de junio

Tabla 14-Plan de mantenimiento predictivo

En este plan no se incluyen reparaciones ni cambio de sellos u otros elementos de desgaste, ya que a partir de este plan se obtiene mayor información y con ello es posible realizar un mantenimiento preventivo, el correctivo se trata de eliminar, ya que normalmente se realiza cuando falla repentinamente un equipo, también existe mantenimiento basado en el correctivo, pero este no es el caso, debido a que son equipos demasiado costosos y funcionales.

Capítulo 6

Conclusiones y recomendaciones

6.1 Conclusiones.

En conclusión para que se pueda tener un buen sistema de mantenimiento mecánico, es muy importante conocer en primera instancia el comportamiento, las partes de mayor desgaste y demanda, así mismo tener en cuenta el historial de cada uno de los equipos, ya que con ello se puede saber cuáles equipos son los más propensos a fallar, lo que nos obliga a tener siempre su refaccionamiento crítico, la mano de obra y todo lo necesario para realizar el trabajo sin problema, y con ello asegurar el funcionamiento y la confiabilidad operativa de todos los equipos.

Así mismo conforme va surgiendo la demanda de refacciones, hay que realizar en tiempo y forma todos los requerimientos para las requisiciones de los mismos, ya que como se explicó anteriormente debemos contar con por lo menos un juego de refacciones por equipo, para poder garantizar y realizar los trabajos de mantenimiento y reparación.

Diariamente se tiene que realizar recorridos e inspecciones, revisión en los sistemas de lubricación, barridos de vibración, chequeo y monitores de juegos axiales y radiales en el caso de los compresores centrífugos, mediciones de temperaturas y ruido, esto como parte de mantenimiento predictivo, que nos garantizara el funcionamiento adecuado, y de igual forma, cuando exista una medida que se sale de las tolerancias, empezar a trabajar en el mantenimiento preventivo, que consiste normalmente en cambio de rodamiento,

chumaceras, balanceo dinámico y cambio de sellos mecánicos, este último es muy importante ya que actualmente se protege mucho el ambiente y un sello mecánico con fuga genera que los hidrocarburos se escapen y dañen el ambiente, de igual forma, al dañar al ambiente, provoca daños en la salud del personal que labora en la planta.

6.2 Recomendaciones.

Tener en cuenta siempre la seguridad, salud y la protección ambiental, esto nos ayudara a que el personal siempre trabaje en condiciones seguras, con su equipo de protección personal, tales como casco, lente, tapones auditivos, barbiquejo, zapatos industriales con casquillo metálico, ropa de algodón y mangas largas, y en caso de trabajar con algún producto que necesite protección extra, utilizarlo.

Así mismo en la parte de refacciones, nunca dejar que se acabe por completo el refaccionamiento de ni un equipo, por lo menos tener en existencia un juego por equipo, ya que si por cualquier motivo llegase a fallar inesperadamente un equipo, se tiene la seguridad que rápidamente se puede intervenir y con ello no detener mucho la producción.

Referencia bibliográfica.

https://alvaradosignorelli.files.wordpress.com/2012/05/principios_sellos-mecanicos.pdf

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

Descripción del proceso de obtención de etileno.- Textos realizados por el jefe de la planta de etileno del complejo petroquímico Morelos.

http://www.ref.pemex.com/files/content/02franquicia/sagli002/sagli002_10d.html

RENOVETEC.- "ELABORACIÓN DE PLANES DE MANTENIMIENTO".- RENOVETEC editorial.-2010

SKF.- Catalogo General SKF. Publicación 6000 ES · Mayo 2006