



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE
TUXTLA GUTIÉRREZ



ING. MECÁNICA

INFORME DE RESIDENCIA

PROYECTO:
**REHABILITACIÓN DE COMPRESORES
RECIPROCANTES PARA SERVICIO DE
AMONIACO ANHIDRO**

PRESENTA:
PABLO RAMÍREZ CABRERA

03 de agosto de 2015



ÍNDICE

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN AL PROYECTO.....	4
1.1. Introducción.....	5
1.2. Justificación.....	7
1.3. Objetivo general.....	8
1.3.1 Objetivos específicos.....	8
1.4. Visión y misión.....	8
1.5. Caracterización del área.....	9
1.6. Problemas a resolver.....	9
1.7. Alcances y limitaciones.....	9
1.8. Interconexiones.....	10
1.9. Beneficios.....	11
1.10 Ubicación.....	12
1.11 Política del sistema de gestión de calidad.....	13

CAPÍTULO II

2 FUNDAMENTO TEORICO.....	14
2.1. El compresor recíproco.....	15
2.2. Control de capacidad de los compresores.....	20
2.3. Unidades de compresión.....	26
2.4. Válvulas.....	27
2.4.1 Instalación de válvulas.....	29
2.5. Cilindros y camisas.....	30
2.6. Pistones.....	32
2.7. Anillos de los pistones.....	33
2.8. Antecedentes históricos.....	36
2.9. Mantenimiento a compresores recíprocos.....	36

CAPÍTULO III

3. PROCEDIMIENTO DE REHABILITACIÓN PARA COMPRESOR RECÍPROCANTE.....	40
3.1. Mantenimiento preventivo general a compresores recíprocos de amoniaco.....	41
3.1.1 Objetivo.....	41
3.1.2 Ámbito de aplicación.....	41

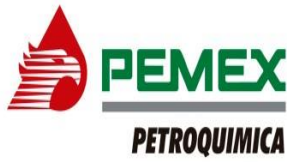


**COMPLEJO PETROQUÍMICO
COSOLEACAQUE**

Terminal refrigerada de distribución de amoniaco
Salina Cruz
Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoniaco anhidro



3.2. Referencia normativa.....	42
3.3. Definiciones.....	42
3.4. Medidas de seguridad, salud ocupacional y protección ambiental.....	45
3.4.1 Medidas de seguridad y salud ocupacional.....	45
3.4.2 Medidas de protección ambiental.....	46
3.5. Procedimiento para el mantenimiento de compresores recíprocos.....	47
3.5.1 Cambio de válvulas de succión y descarga.....	47
3.5.2 Ajuste de puntos muertos de pistones.....	49
3.5.3 Cambio de pistones.....	50
3.5.4 Cambio de bandas de arrastre y anillos de compresión.....	52
3.5.5 Cambio de sellos de alta presión o principales.....	54
3.5.6 Cambio de rascadores de aceite.....	55
3.5.7 Cambio de perno, zapata y cruceta.....	56
3.5.8 Cambio de chumacera de biela.....	57
3.5.9 Cambio de chumacera de bancada.....	58
3.5.10 Revisión y mantenimiento de bomba de lubricación auxiliar.....	59
3.5.11 Cambio de filtros del sistema de lubricación.....	60
3.6. Tabla de torques.....	62
3.7. Chumaceras de bancada y de bielas.....	64
3.8. Cilindros.....	65
3.9. Cigüeñal.....	66
3.10 Bielas.....	67
3.11 Pistones.....	68
3.12 Crucetas.....	69
3.13 Camisas.....	70
3.14 Cabezote.....	71
3.15 Bandas de arrastres y anillos de compresión.....	72
3.16 Juntas.....	73
3.17 Válvulas de succión.....	74
3.18 Válvulas de descarga.....	75
3.19 Cajas de sellos de presión.....	76
3.20 Rascadores de aceite.....	77
3.21 Bomba de aceite.....	79
3.21.1 Importancia del cambio de aceite.....	79
3.21.2 Depósito de aceite de lubricación forzada.....	80
3.21.3 Lubricación al final de la operación.....	81
3.21.4 Filtros de flujos primarios.....	82
3.22 Lubricación.....	83
3.22.1 Partes del sistema de lubricación.....	84



**COMPLEJO PETROQUÍMICO
COSOLEACAQUE**

Terminal refrigerada de distribución de amoníaco
Salina Cruz
Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoníaco anhidro



3.22.1.1 Carter de almacenamiento.....	84
3.22.1.2 Bomba de circulación.....	84
3.22.1.3 Bomba integral.....	84
3.22.1.4 Filtros.....	84
3.22.1.5 Reguladores de presión de aceite.....	84
3.22.1.6 Enfriadores.....	85
3.22.1.7 Alarmas.....	85
3.22.2 Lubricación antes del arranque.....	86
3.22.3 Lubricación durante la operación.....	87
3.23 Sistema de agua de enfriamiento.....	88
3.24 Sellos.....	89
3.24.1 Sellos tipo lubricado.....	89
3.24.2 Sellos no lubricados.....	89
3.24.3 Sellos radiales y tangenciales.....	89
3.24.4 Sellos de aceite.....	90
3.24.5 Armado de los sellos.....	90
3.24.6 Instalación de sellos.....	91
CAPITULO IV	
4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	92
4.10 Conclusión.....	93
4.11 Recomendaciones.....	93
4.12 Anexos.....	94
4.13 Fuentes de información.....	107



**COMPLEJO PETROQUÍMICO
COSOLEACAQUE**

Terminal refrigerada de distribución de amoníaco
Salina Cruz

Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoníaco anhidro



CAPÍTULO I

Introducción al proyecto



COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

Terminal refrigerada de distribución de amoníaco
Salina Cruz
Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoníaco anhidro



1.1 introducción

A lo largo de la historia, el hombre ha tratado de satisfacer sus necesidades, una de ellas es la comodidad de facilitar el trabajo que realiza. Con el paso del tiempo todo cambia y evoluciona, por lo tanto se han desarrollado diversos equipos, instrumentos, herramientas y máquinas que ayudan al hombre a realizar su tarea.

Es evidente que ambos necesitan trabajar en conjunto, porque una máquina no puede operarse por sí misma sin la mano del hombre y una persona desea esforzarse menos y facilitar su trabajo. Se puede observar que hay actividades que una persona no puede realizar, como por ejemplo el transportar de un lugar a otro en exceso de un material peligroso gaseoso o líquido, para lograr este objetivo se utilizan los compresores y las bombas, esto ayuda a tener el control de las sustancias siempre y cuando sean operadas correctamente.

Este proyecto se basa en la rehabilitación del compresor recíproco BC 301-A de la planta BICYQ (buffete de ingenieros civiles y químicos) en la terminal refrigerada de distribución de amoníaco de Salina Cruz Oaxaca y en el mantenimiento correctivo.



COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

Terminal refrigerada de distribución de amoníaco
Salina Cruz
Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoníaco anhidro



Un compresor es una máquina que admite gas, lo comprime y lo descarga a una presión mayor. Los compresores tienen muchas aplicaciones en la industria. Por ejemplo, son utilizados en los sistemas de refrigeración, aires acondicionados, en la presurización de gases durante la fabricación de plásticos, polímeros y otros químicos. Pero el uso más importante de los compresores es para la producción de aire comprimido, no hay ninguna planta, sitio de construcción o taller que estén equipados con un suministro de aire comprimido. Esta fuente de energía instantánea, segura y flexible puede ser usada para operar todo tipo de herramientas neumáticas, suministrar refrigeración, operar maquinaria y controlar procesos de fabricación de diversos tipos.

Un compresor recíproco es básicamente un tipo de bomba donde el aire es comprimido por un pistón que se mueve dentro de un cilindro. El pistón es empujado por una biela conectada al cigüeñal la cual es movida por tipo de motor.

La siguiente información estará basada en el compresor recíproco BC 301-A de la planta BICYQ (buffete de ingenieros civiles y químicos) de la terminal refrigerada de distribución de amoníaco de Salina Cruz Oaxaca, las partes que lo conforman, las características, funcionamiento, ventajas y desventajas, aplicaciones y mantenimiento.



COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

Terminal refrigerada de distribución de amoniaco
Salina Cruz

Superintendencia de mantenimiento

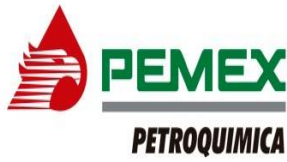
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoniaco anhidro



1.2 Justificación

En Pemex, la terminal marítima refrigerada situada en el puerto de Salina Cruz Oaxaca se trabaja con amoniaco, la cual es recibida del complejo petroquímico de Cosoleacaque y almacenada en tanques criogénicos para después ser distribuido a diferentes países. Para lograr el control y recibo del amoniaco existen compresores recíprocos de diferentes capacidades que logran llevar a cabo todo el proceso de recibo-almacenamiento-distribución del amoniaco, es evidente que los compresores requieren de un mantenimiento preventivo porque estos trabajan por mucho tiempo, en caso que un compresor sea parado por cuestiones de los operadores es porque surge la necesidad de realizar un mantenimiento correctivo debido a una falla presentada en el equipo.

Por lo tanto se elabora una guía que describe el procedimiento de desmantelamiento del compresor recíproco BC 301-A donde las partes que componen todo el compresor serán sustituidas por refacciones nuevas así como para el sistema de lubricación y el sistema de enfriamiento, entre otros.



COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

Terminal refrigerada de distribución de amoníaco
Salina Cruz
Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoníaco anhidro



1.3 Objetivo General

Elaborar una guía que describe el proceso de desmontaje y rehabilitación del compresor BC 301-A de la terminal refrigerada de distribución de amoníaco de Salina Cruz Oaxaca para llevar a cabo un mantenimiento correctivo de los diferentes sistemas del compresor.

1.3.1 Objetivos Específicos

- ✓ Conocer el principio de funcionamiento del compresor BC 301-A.
- ✓ Identificar los sistemas que operan en el compresor BC 301-A.
- ✓ Diagnosticar el estado en el que se encuentra el compresor BC 301-A.
- ✓ Reparar el compresor BC 301-A.
- ✓ Verificar el funcionamiento de los sistemas del compresor BC 301-A.

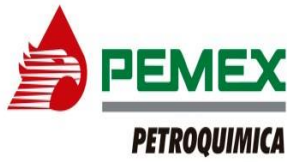
1.4 Misión y visión.

Misión

Somos una empresa que elabora, comercializa y distribuye productos petroquímicos selectos, en crecimiento continuo y maximizando su valor económico, con calidad, seguridad, respeto al medio ambiente, a su entorno social y promoviendo el desarrollo integral de su personal.

Visión

Ser una empresa petroquímica sustentable, líder en el mercado nacional, que opere con estándares internacionales, rentable, segura, confiable y competitiva, reconocida por la calidad de sus productos; con una arraigada cultura de servicio al cliente, respetuosa del medio ambiente, cuidados de sus relaciones con la comunidad y promotora del desarrollo integral de la industria y de su personal.



COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

Terminal refrigerada de distribución de amoniaco
Salina Cruz
Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoniaco anhidro



1.5 Caracterización del área

La terminal refrigerada de distribución de amoniaco Salina Cruz cuenta con dos plantas, una llamada BICA (buffete de ingenieros civiles y arquitectos) que se encuentra en la cima de un cerro y la otra llamada BICYQ (buffete de ingenieros civiles y químicos), localizada en la parte inferior del mismo cerro. Las dos plantas son exclusivamente para el recibo, almacenamiento y distribución del amoniaco proveniente de cosoleacaque. El recibo del amoniaco debe llevar un proceso de control para después ser almacenado en los tanques verticales criogénicos de dichas plantas. Cuando se necesite distribuir el amoniaco almacenado, este es transportado por medio de la gravedad, ya que se encuentra a una altura considerable con lo cual únicamente es controlada la velocidad con arreglos de tuberías llamadas omegas y a la vez con válvulas electrónicas. Y en la planta de abajo es suministrada por medio de bombas.

El amoniaco es llevado hasta la embarcación, dependiendo la capacidad de los tanques. Una vez llenados, los barcos transportan el producto a otros países.

1.6 Problemas a resolver

El amoniaco es un gas muy nocivo para las vías respiratorias, el exponerse mucho tiempo a este producto, provoca la muerte. Es por ello que es un riesgo vital el trabajar cada día con este elemento. El problema que se presenta en las dos plantas, es cuando existe alguna fuga de gas en compresores o en algún otro elemento como tuberías o válvulas manuales. Porque el amoniaco es tan penetrante que obstaculiza las vías en los pulmones. Y se han presentado quejas de la población por el abundante olor del amoniaco.

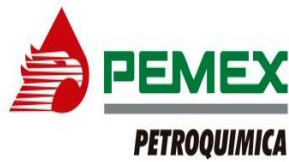
1.7 Alcances y limitaciones

Alcances

Para evitar fugas de amoniaco en las plantas, debe llevarse un programa riguroso de mantenimiento a todos los equipos e instrumentos, así como también reemplazos de materiales en todos los procesos. Aunque resulte costoso valdrá la pena para los mismos trabajadores, así como a la población.

Limitaciones

Es muy difícil comprar todos los compresores al mismo tiempo debido a su alto precio pero si en un momento dado se pudiera ser sería un gran beneficio para la planta.



COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

Terminal refrigerada de distribución de amoníaco
Salina Cruz

Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoníaco anhidro

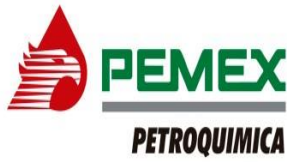


1.8 Interconexiones

En la figura 1.1 se observa la planta BICYQ (buffete de ingenieros civiles y químicos) la cual recibe el amoníaco que proviene del complejo petroquímico de cosoleacaque, Veracruz, y una vez procesado se almacenan en dos tanques criogénicos con la capacidad de 20,000 TM cada uno, posteriormente se envía a los buque/tanques para abastecer el norte del país.



Fig. 1.1 Imagen de la planta BICA de la terminal refrigerada de distribución de amoníaco Salina Cruz.



COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

Terminal refrigerada de distribución de amoniaco
Salina Cruz

Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoniaco anhidro

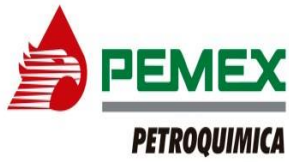


1.9 Beneficios

Tener en óptimas condiciones operables los compresores, para su funcionamiento mecánicamente y poder cumplir con los requerimientos de recibo de amoniaco así como el manejo de Amoniaco en los tanques de almacenamiento **TV – 200 A/B** que se observa en la figura 1.2.



Fig. 1.2. Tanques de almacenamiento de amoniaco de terminal refrigerada Salina Cruz.



COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

Terminal refrigerada de distribución de amoníaco
Salina Cruz

Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoníaco anhidro

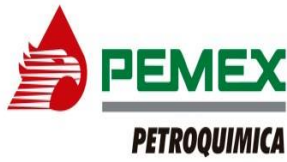


1.10 Ubicación

En la figura 1.3 se muestra la localización de la planta BICYQ y BICA de la terminal refrigerada de distribución de amoníaco Salina Cruz.



Fig. 1.3. Planta BICYQ y BICA de la terminal refrigerada de distribución de amoníaco Salina Cruz.



COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

Terminal refrigerada de distribución de amoníaco
Salina Cruz
Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoníaco anhidro



1.11 Política del Sistema de Gestión de Calidad.



Política de calidad

Satisfacer los requisitos acordados con nuestros clientes, cuidando el medio ambiente, la integridad física de las instalaciones, la seguridad, el desarrollo y salud de los trabajadores, cumpliendo con la regulación aplicable y con una actuación ética, transparente y de mejora continua.



**COMPLEJO PETROQUÍMICO
COSOLEACAQUE**

Terminal refrigerada de distribución de amoníaco
Salina Cruz

Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoníaco anhidro



CAPITULO II

Fundamento teórico



2.1 El compresor recíprocante:

En un compresor recíprocante un cierto volumen de gas es atrapado dentro de un cilindro y comprimido cuando el pistón lo obliga a ocupar un volumen menor, después, es descargado hacia la línea de descarga. Como se muestra en la fig. 1.

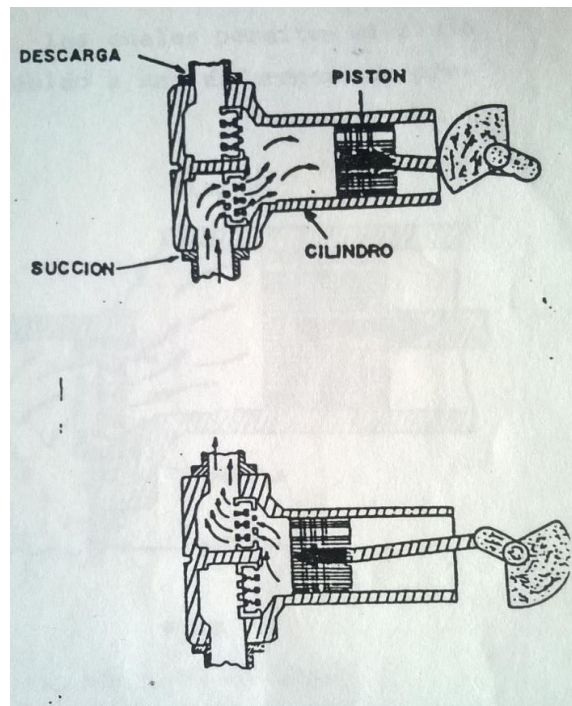


Fig. 1 Admisión y descarga del gas.

El flujo de gas a través del cilindro es controlado por las válvulas del compresor. Fig. 2.

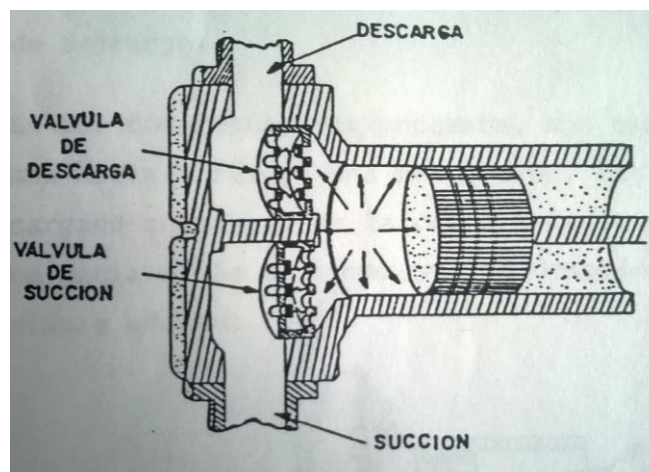


Fig. 2 Válvulas de succión y descarga.



El gas entra al cilindro a través de la válvula de succión y sale de él a través de la válvula de descarga, estas válvulas actúan como válvulas tipo check, las cuales permiten el flujo en una sola dirección y abren debido a una diferencia de presión.

Para que una válvula abra, la presión en la línea de succión debe ser superior a la presión dentro del cilindro, figura 3, y cuando la presión a través de la válvula sea igual, esta cerrará y evitará el flujo inverso.

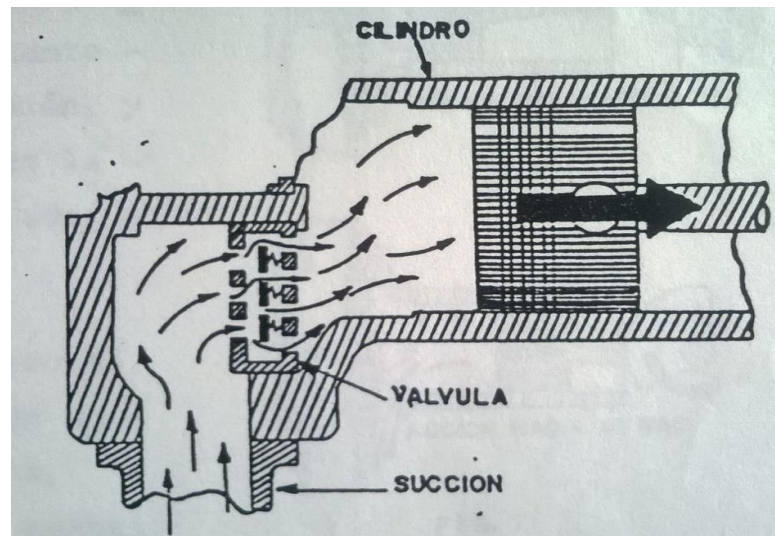


Fig.3 Admisión de gas en el interior del cilindro.

De igual forma las válvulas de descarga abren cuando la presión dentro de cilindro sea mayor que la presión en la línea de descarga.

En un compresor recíprocante, una carrera hacia adelante y hacia atrás es una revolución, si el gas es descargado solamente en la carrera hacia adelante o en la carrera hacia atrás el compresor se denomina de simple acción o simple efecto. Figura 4

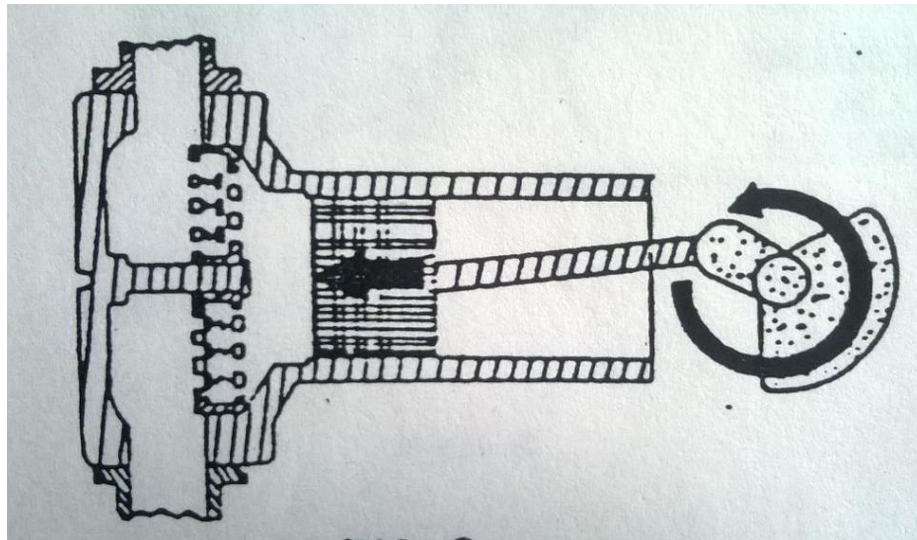


Fig.4 Cilindro de simple acción.

O sea que descarga una vez por revolución.

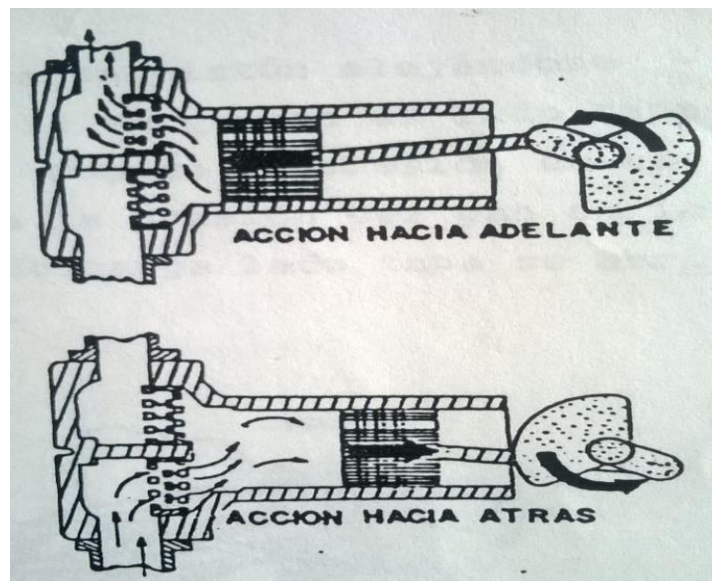


Fig.5 Carrera del pistón.

En un compresor de simple efecto la carrera hacia adelante es la carrera de compresión, y la carrera hacia atrás es la carrera de succión o de admisión. Figura 5.



La mayoría de los compresores de servicio pesado son de doble acción o doble efecto, figura 6, donde el gas es comprimido en ambos lados del pistón o sea, tiene dos carreras de descarga por revolución.

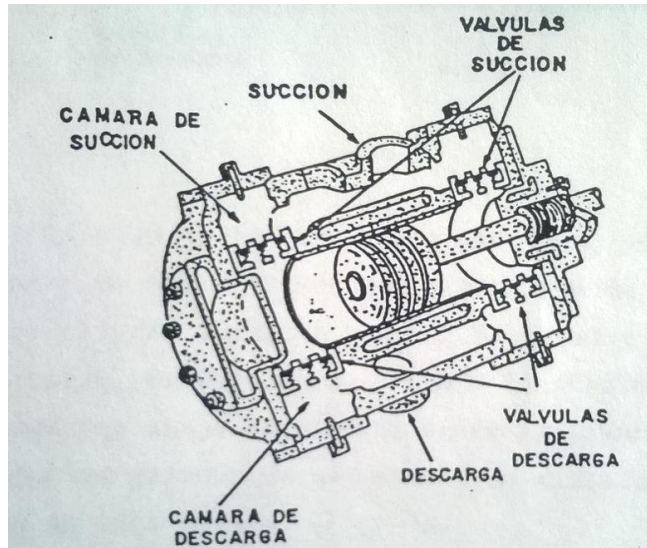


Fig.6 Dibujo de un compresor de doble efecto.

En el dibujo de la figura 7 se muestra un pistón alejándose del lado cigüeñal del cilindro, y se ve que en el lado tapa del cilindro el gas es comprimido. Cuando la presión en este lado sea ligeramente superior a la presión del gas en la cámara de descarga, la válvula de descarga lado tapa se abrirá descargando el gas del cilindro.

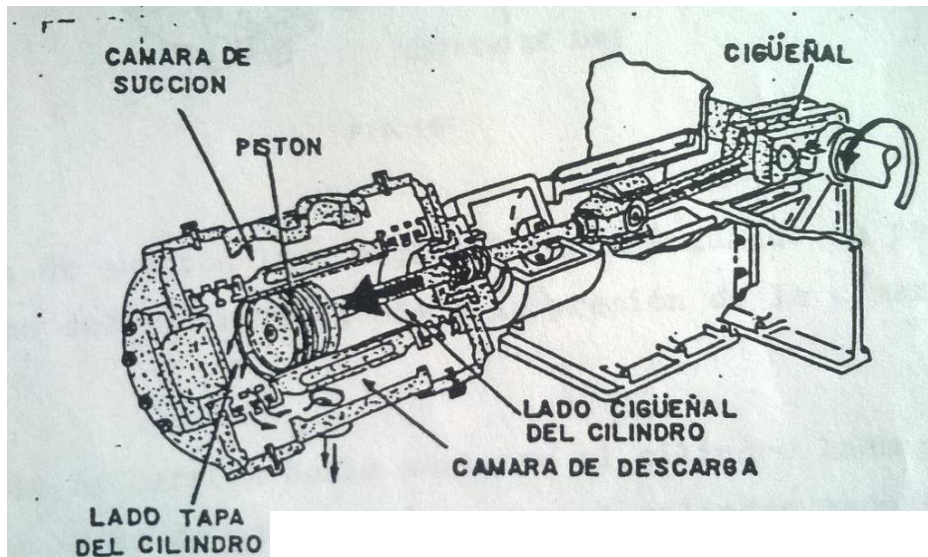


Fig.7 Carrera del pistón al punto muerto superior.



En el inicio de la carrera hacia adelante, parte del gas a la presión de descarga que quedó atrapado en el lado cigüeñal del cilindro entre el pistón, la pared y los espacios de las válvulas, se expandirá. Cuando la presión de este gas disminuya por debajo de la presión de la cámara de succión, se abrirá la válvula de admisión lado cigüeñal y admitirá más gas en esta cámara. Figura 8.

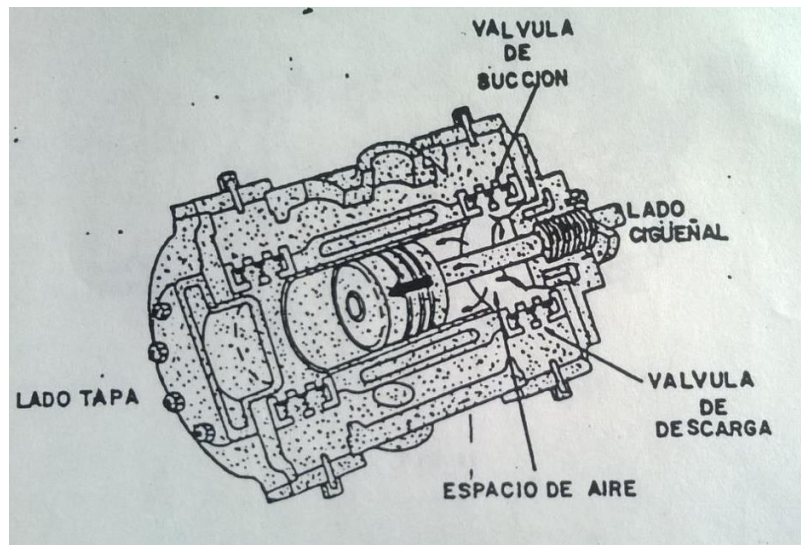


Fig.8 Admisión de gas en el lado del cigüeñal.

La válvula de succión lado cigüeñal cerrará cuando la presión dentro del cilindro iguale a la presión de la cámara de succión.

Al final de la carrera hacia adelante el cilindro lado cigüeñal estará lleno de gas, mientras que el cilindro lado tapa contendrá solamente un volumen de gas igual al espacio libre, y estará a la presión de descarga.

Cuando se inicie la carrera hacia atrás se comprimirá el gas del cilindro lado cigüeñal, y al mismo tiempo se admitirá carga fresca al cilindro lado tapa cuando la presión en él sea inferior a la presión de la cámara de succión.



En la figura 9 se muestra el flujo del gas cuando el pistón va en su carrera hacia atrás.

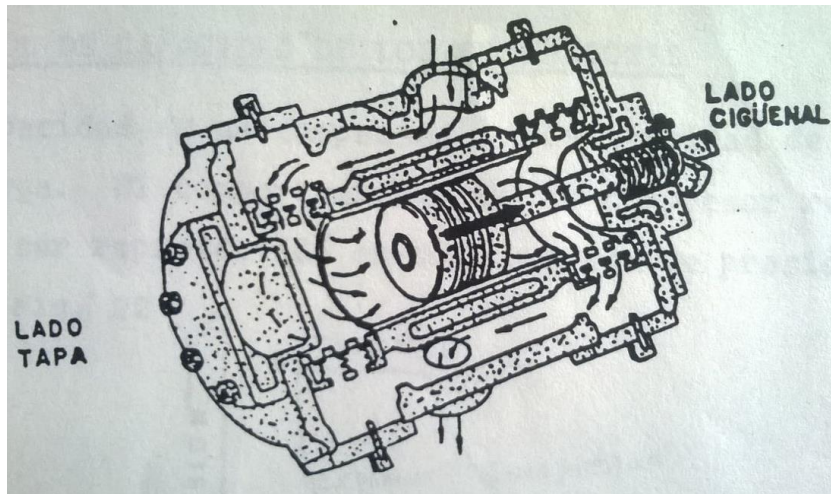


Fig. 9 Admisión y descarga del gas.

Compresores rotatorios y sopladores

Los compresores son llamados a veces sopladores cuando se usan para mover grandes volúmenes de gas a bajas relaciones de compresión.

Sopladores de lóbulos

Un soplador de lóbulos tiene 2 impulsores y cada impulsor 2 o más lóbulos.

2.2 Control de capacidad de los compresores

La capacidad de un compresor es la cantidad de gas que este descarga. El comportamiento de un compresor recíprocante puede ser representado como se muestra en la figura 10.

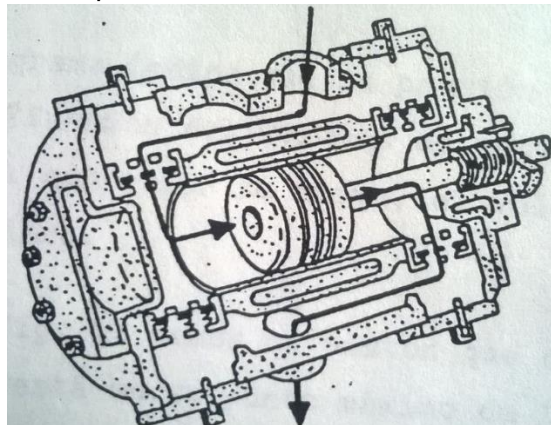


Fig. 10 Comportamiento del gas en carrera del pistón al punto muerto inferior del cilindro.

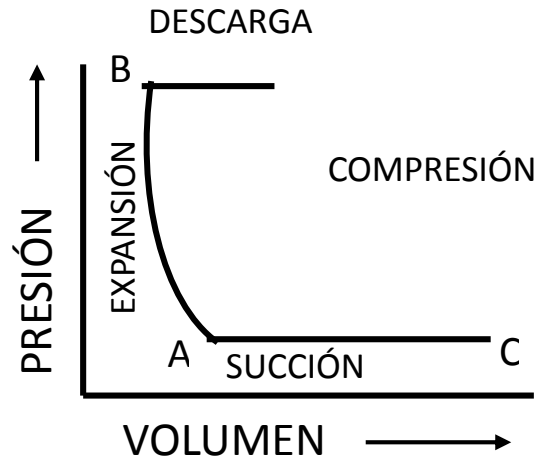


Fig. 11 Diagrama P-V.

El diagrama indica que la presión en el cilindro del compresor es función del volumen de este cilindro conforme el pistón del compresor se mueva, el volumen del gas dentro de éste variará. Figura 11.

En la figura 12 vemos un pistón que descargo todo el gas que pudo y está en su punto máximo de la carrera hacia adelante, pero quedo una pequeña cantidad de gas a la presión de descarga en el espacio libre indicado.

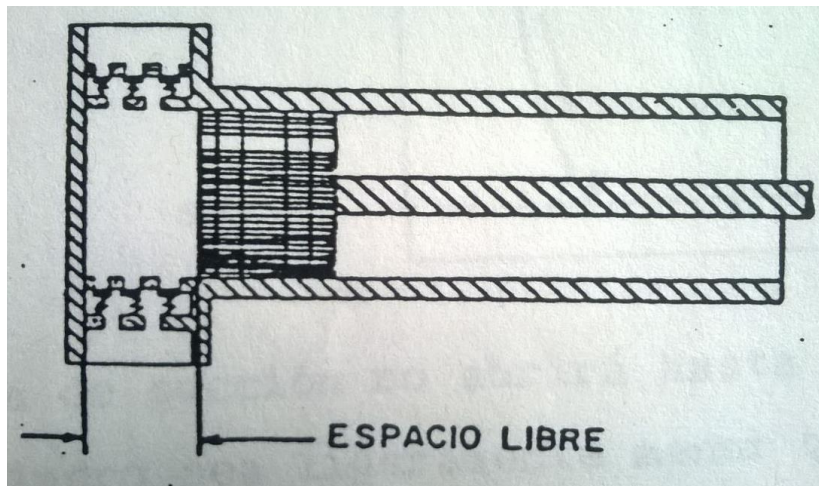


Fig.12 Pistón en el punto muerto superior.



Viendo esto mismo en nuestro diagrama P-V nos situaremos en el punto A, figura 13, donde la presión dentro del cilindro es la presión de descarga.

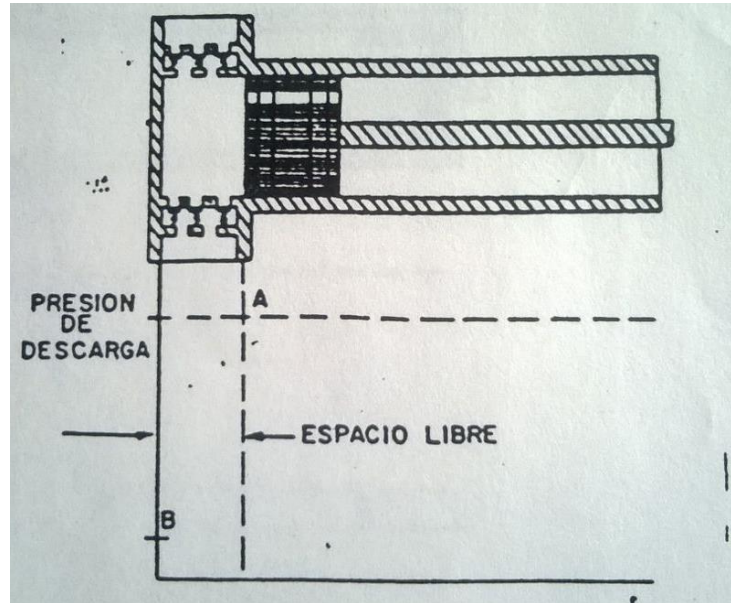


Fig.13 Diagrama del pistón en el tiempo de descarga.

Cuando el pistón comience su carrera hacia atrás el gas dentro del espacio libre se expandirá y bajara su presión, estando ahora en el punto B de la figura 14.

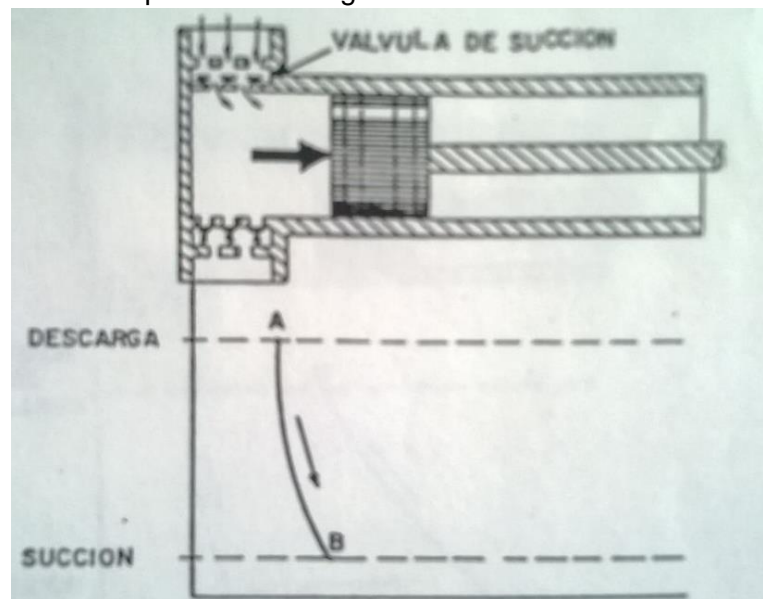


Fig. 14 diagrama de la carrera del pistón en el momento de succión.



Pero la válvula de succión no abrirá hasta que la presión dentro del cilindro sea ligeramente menor que la presión en "B", de aquí para adelante el cilindro admitirá gas fresco sin bajar más la presión hasta el final de su carrera hacia atrás, situándonos en el punto "C" de la figura 15.

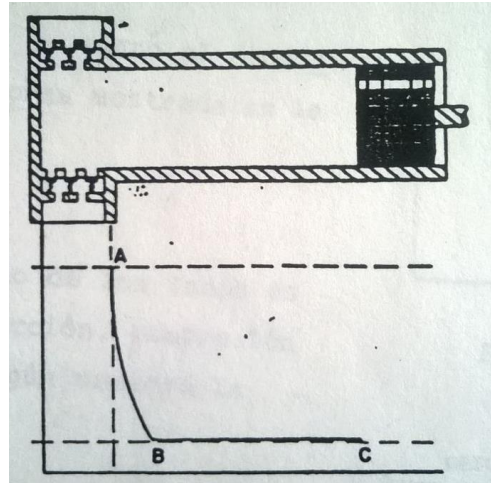


Fig. 15 Diagrama del pistón en el punto muerto inferior.

Tan pronto como el pistón inicie nuevamente su carrera hacia adelante, el gas empezara a ser comprimido, o sea bajara su volumen, pero aumentara su presión hasta el punto "D", figura 16, donde la presión dentro del cilindro iguala la presión de la línea de descarga.

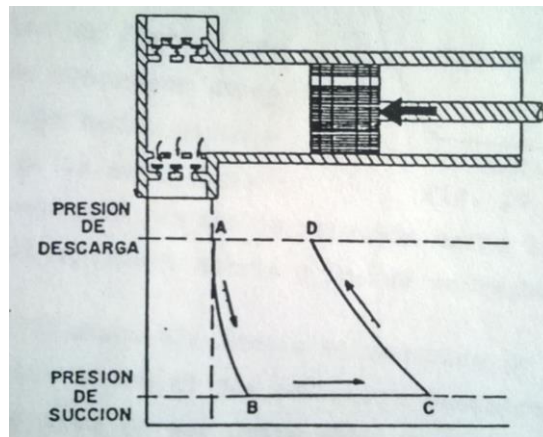


Fig. 16 diagrama de succión y descarga del gas.

Como en este punto abre la válvula de descarga, aunque el pistón siga su carrera, el gas no aumentara de presión sino que será descargado hasta llegar nuevamente al punto "A".



Teniendo por lo tanto el diagrama P-V, la forma mostrada en la figura 17. Donde cada uno de los lados es expansión, succión, compresión y descarga según muestra la figura. De lo que podemos concluir que el trabajo realizado será la fuerza por la distancia, y estará representado por el área del diagrama.

Los HP (caballos de fuerza) requeridos por un compresor dependerán del trabajo hecho en un tiempo dado y de la eficiencia mecánica del compresor, o sea la relación entre los HP suministrados por el elemento motriz y los HP entregados al gas.

Sin embargo, la llamada eficiencia volumétrica de un compresor es la relación entre el gas realmente descargado y el teóricamente factible de ser descargado, o sea si disminuye la cantidad de gas descargado por un compresor disminuye su eficiencia volumétrica.

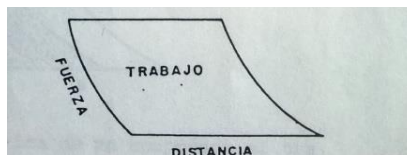
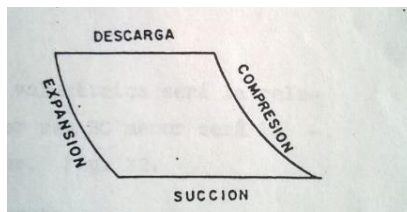
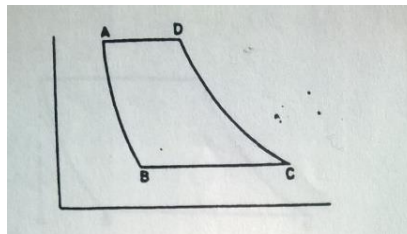


Fig. 17 Diagrama de trabajo del gas.



Puesto que cuando un compresor trabaja a relaciones de compresión elevadas, la cantidad de gas que permanece en el espacio libre es mayor, su eficiencia volumétrica tiende a bajar, viendo esto en un diagrama P-V tenemos en la figura 18, que la distancia A-C representa la distancia de una carrera total del pistón, y que la succión real de gas fresco únicamente se realiza en la distancia de "B" a "C".

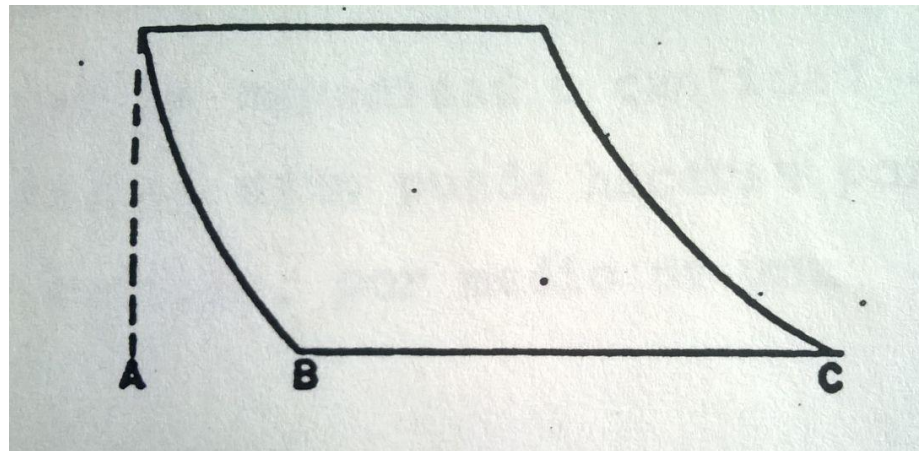


Fig. 18 Diagrama P-V de carrera de pistón.

Se puede concluir que la eficiencia volumétrica será la relación de BC entre AC y entre menor sea BC menor será la eficiencia volumétrica del compresor, figura 19.

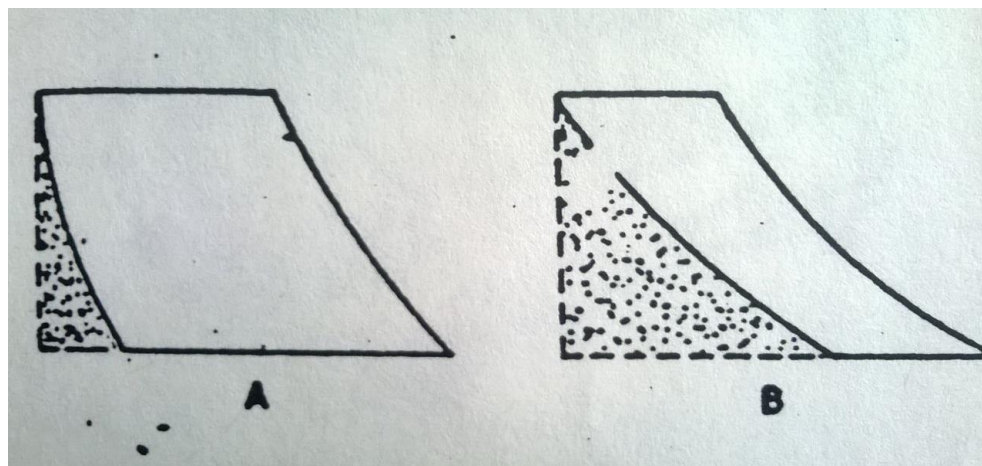


Fig. 19 Diagrama de eficiencia volumétrica.

Cuando baja la eficiencia volumétrica de un compresor el trabajo realizado baja, y cuando el trabajo baja se requieren menos HP.

Sin embargo la eficiencia volumétrica no afecta significativamente a la eficiencia mecánica del compresor, resumiendo:



Si la eficiencia volumétrica baja:

- La capacidad del compresor baja.
- Los HP requeridos bajan.
- La eficiencia mecánica, sigue prácticamente igual.

2.3 Unidades de compresión

Los compresores multi-cilindros tienen varios cilindros en el mismo bastidor, y cada pistón está impulsado por medio del mismo cigüeñal.

La figura 20 muestra un compresor de cilindros opuestos de tal manera que el movimiento de un pistón está balanceado por el movimiento del opuesto.

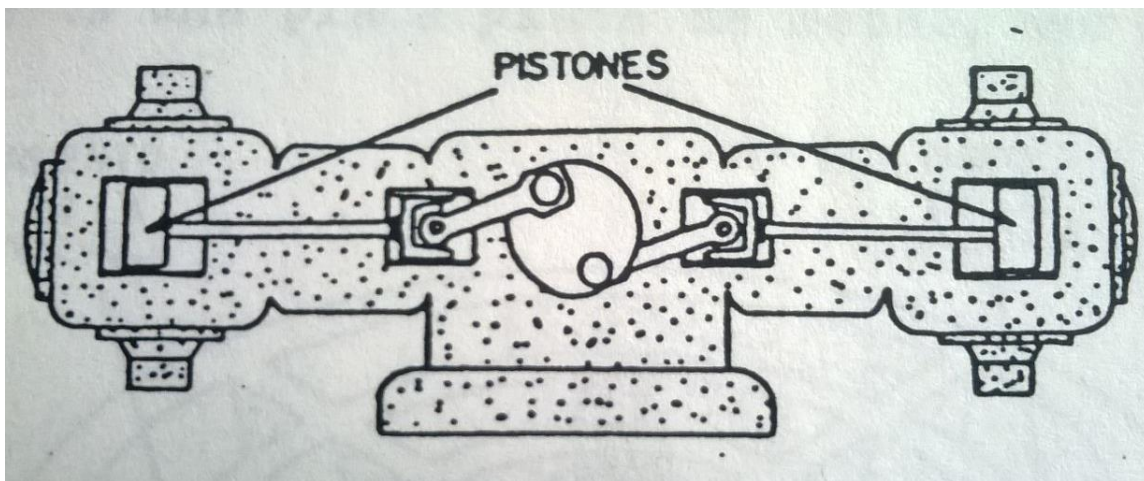


Fig. 20 Compresor de amoníaco.

Los compresores de este tipo son movidos por motores eléctricos, motores de combustión o acoplados a una turbina por bandas en "V" o reductores de velocidad de engranes.



2.4 Válvulas

Los compresores de servicio pesado utilizan básicamente válvulas de placa, puesto que la parte que cierra contra el asiento de la válvula es una placa plana de metal, ver figura 21.

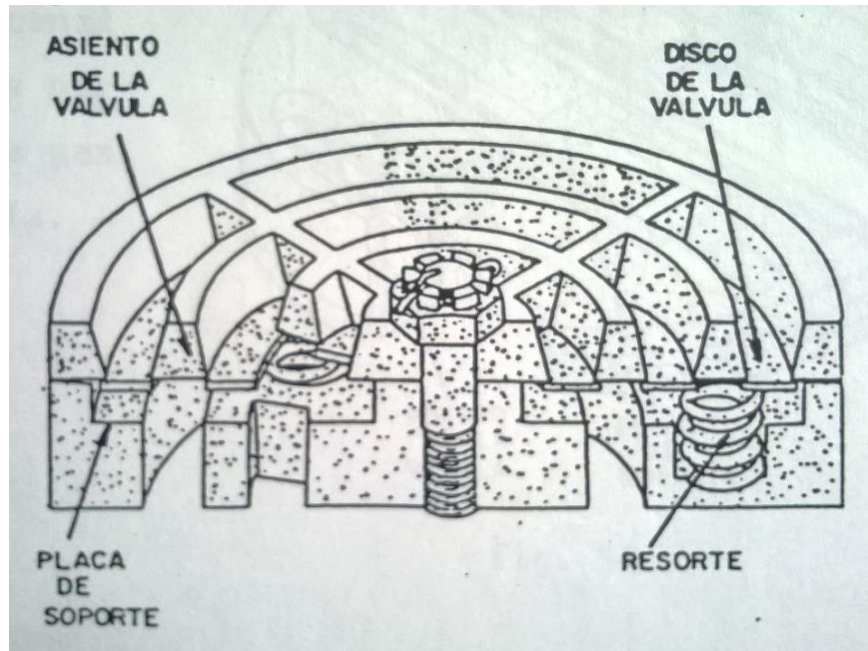


Fig. 21 Válvula de succión de primer paso.

Las placas pueden tener la forma de uno o varios anillos o pueden ser anillos conectados por nervaduras radiales. Estas placas están oprimidas contra el asiento de la válvula por medio de resortes.

Para que la válvula abra el gas debe levantar la placa venciendo la tensión de los resortes, y si existe la tendencia de la placa a golpear fuertemente o a vibrar, se puede controlar cambiando la tensión de los resortes.



Las válvulas de canal utilizan placas en forma de canal, ver figura 22, en vez de placas planas, y arriba de cada canal se tiene una muelle de acero que mantiene al canal presionando el asiento de la válvula.

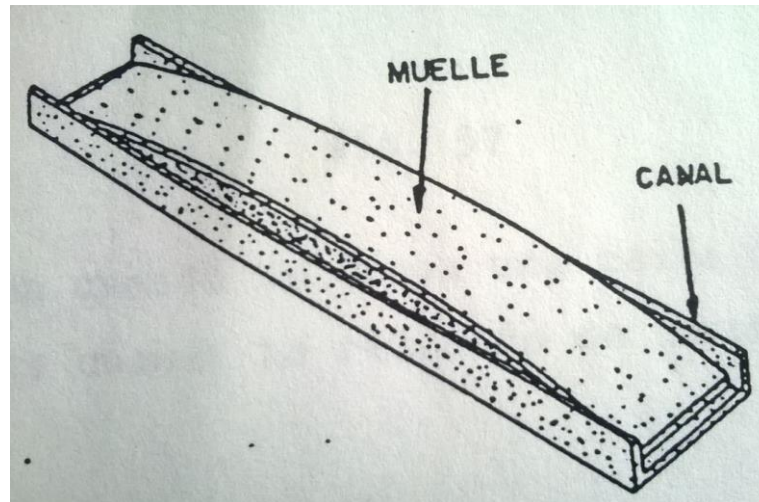


Fig. 22 Placa en forma de canal.

Al abrir la válvula se levanta el canal de su asiento y permite el paso de gas a través de ella, ver figura 23.

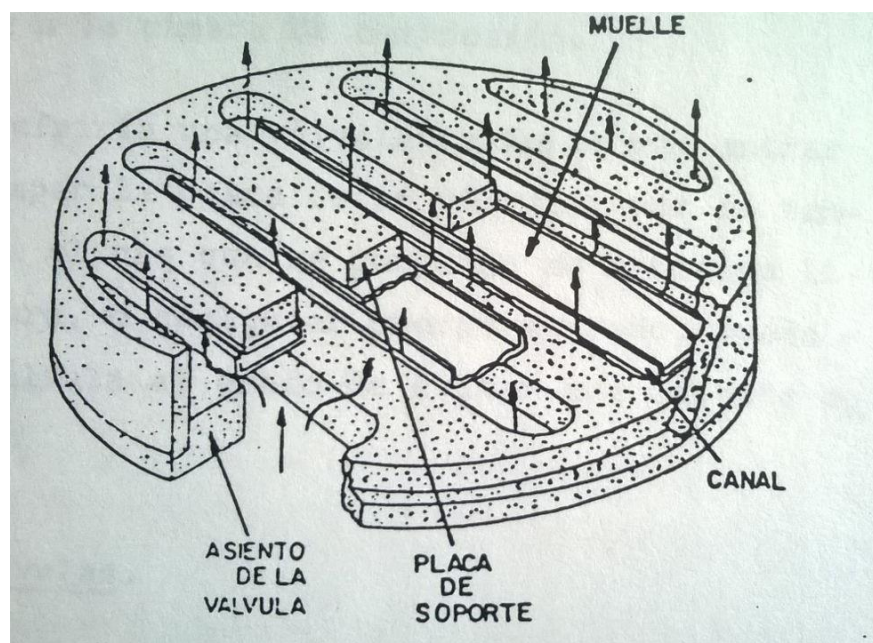


Fig. 23 Válvula de admisión del gas.



Hay otro tipo de válvulas llamadas válvulas de disco, semejantes a las válvulas de un motor de automóvil, estas válvulas tienen unos discos que asientan sobre los agujeros del asiento de la válvula, y generalmente están hechos de bakelita o algún otro material de baja fricción, ver figura 24.

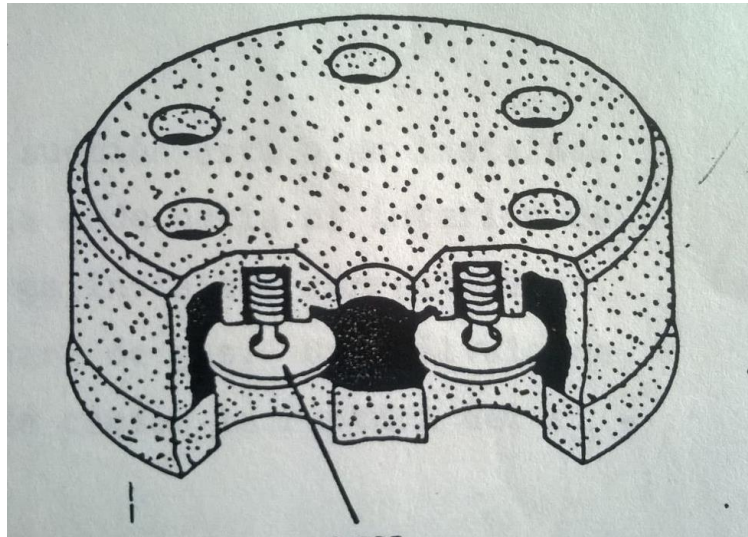


Fig. 24 Válvula de disco.

Este tipo de válvulas se emplean cuando se desea una caída de presión baja, y por consiguiente cuando la relación de compresión es baja.

Las válvulas son una de las partes más importantes de un compresor, ya que una válvula desgastada o dañada, permitiría al gas regresarse a la cámara de compresión.

El enfriamiento que sufriría una válvula caliente por entrar líquido frío puede romper la placa de la válvula, por lo tanto debe procurarse que el gas que se comprime no contenga líquido. Así mismo basura, o cualquier cuerpo extraño, puede ensuciar o dañar la válvula al grado de evitar que asiente correctamente.

2.4.1 Instalación de las válvulas

Las válvulas de un compresor deben instalarse correctamente es decir, las válvulas de succión deben abrir cuando la presión del gas es menor en el cilindro que en la línea de succión.

Se conoce cuando una válvula de succión está bien instalada cuando al presionar la placa esta cede hacia el interior del cilindro y una válvula de descarga instalada correctamente, la placa debe ceder hacia



la cámara de gas. Una válvula de descarga instalada al revés puede causar la ruptura del cilindro. Ver figura 25.

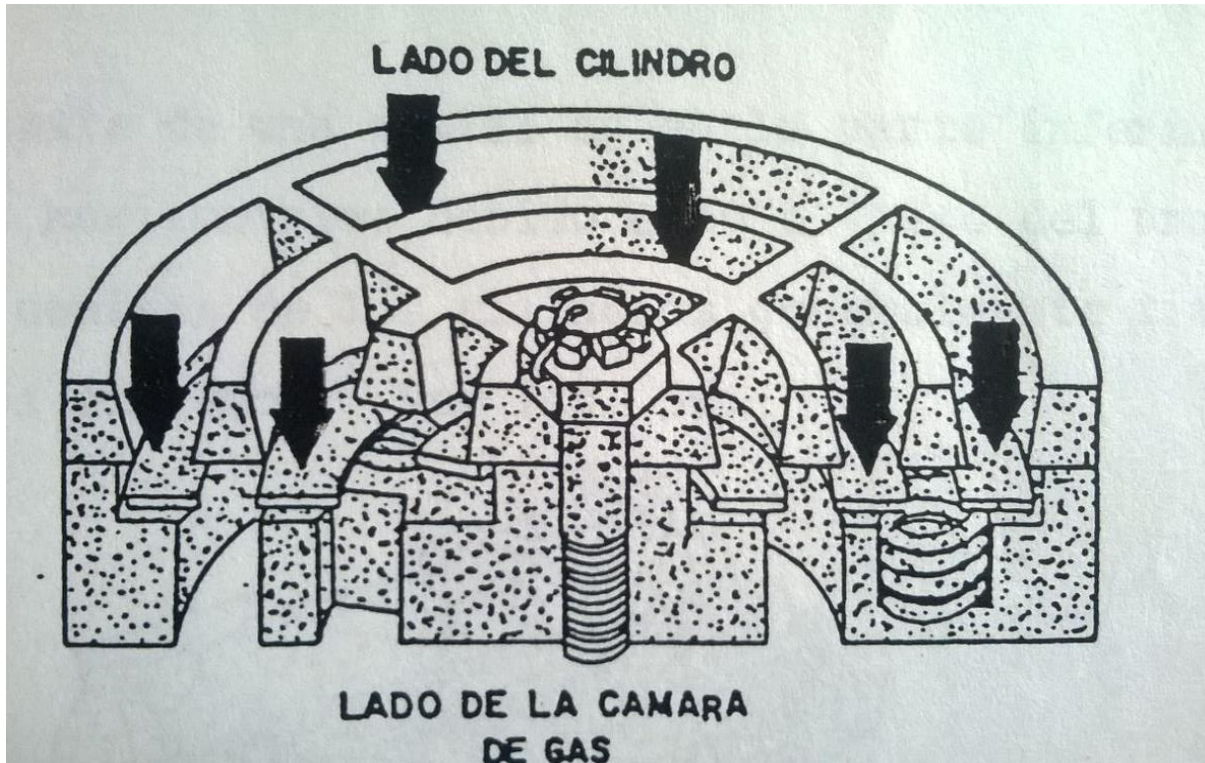


Fig. 25 Válvula de succión de segundo paso.

En esta figura se puede apreciar que esta válvula es de descarga. Las válvulas de los compresores están fijadas por medio de birlos y tuercas con candado para evitar que se aflojen, la mayoría de los compresores antiguos están contruidos de manera que si se suelta un candado o una tuerca, estos pueden caer dentro del cilindro y pueden llegar a destruirlo completamente. Los compresores modernos tienen un diseño tal que si se suelta alguna de las partes de una válvula, estas no caen dentro del cilindro.

Cuando una válvula no asienta adecuadamente o está floja, existe un regreso de gas a la cámara de succión; por entre la válvula y su empaque. Pero como este gas está caliente este tipo de fugas puede ser detectado por un aumento de temperatura en la tapa de las válvulas.

2.5 Cilindros y camisas

Para reducir los costos de reparación de los cilindros normalmente están encamisados, así si existe un desgaste y las dimensiones de este se salen de las tolerancias permitidas, simplemente se reemplaza la camisa y no la cabeza completa.



El mayor desgaste de una camisa es en la parte inferior en los cilindros horizontales debido esto al peso del propio pistón. Las camisas de los cilindros generalmente tienen un resaque en los extremos. Ver figura 26.

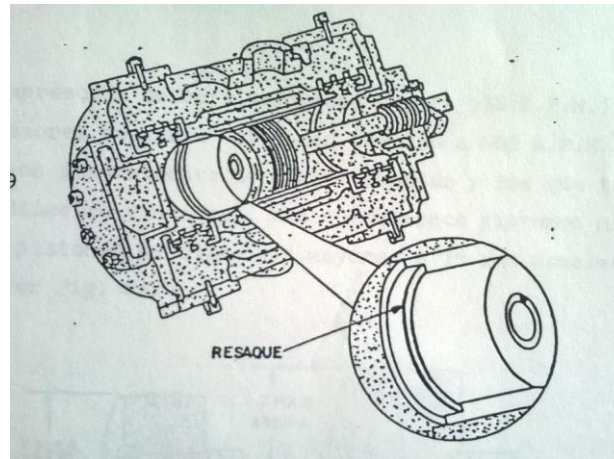


Fig. 26 Interior del cilindro.

Para evitar que el desgaste de esta forma rebabas en los extremos de la camisa.

Las camisas son metidas a mayor presión dentro de los cilindros a fin de que queden perfectamente fijas para que no puedan deslizarse con el movimiento del pistón; además los orificios de lubricación de la camisa deben quedar alineados con los orificios de lubricación del cilindro. Ver figura 27.

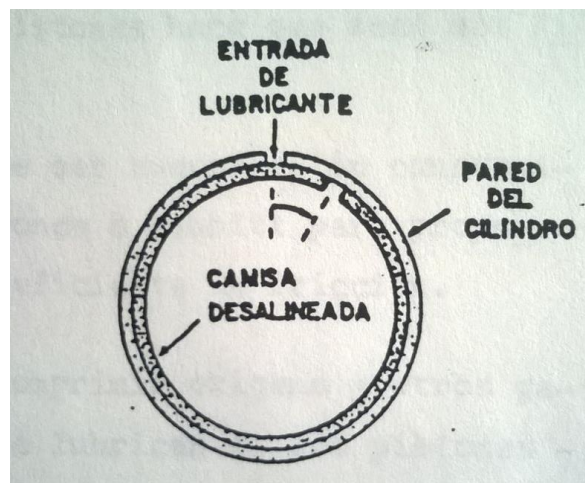


Fig. 27 Orificios de lubricación en el cilindro y camisa.



En caso contrario, los orificios de lubricación pueden quedar bloqueados e impedir la adecuada lubricación del pistón. Por otro lado, cuando se cambia la flecha del pistón este debe ser centrado nuevamente respecto al resaque de la camisa.

2.6 Pistones

En los compresores de baja velocidad (hasta 330 R.P.M.) y en los compresores de media velocidad (de 330 a 600 R.P.M.) los pistones son generalmente de hierro fundido y los que tienen de 7" de diámetro y menores, son normalmente pistones macizos y los pistones de diámetros mayores a 7" son usualmente huecos. Ver figura 28.

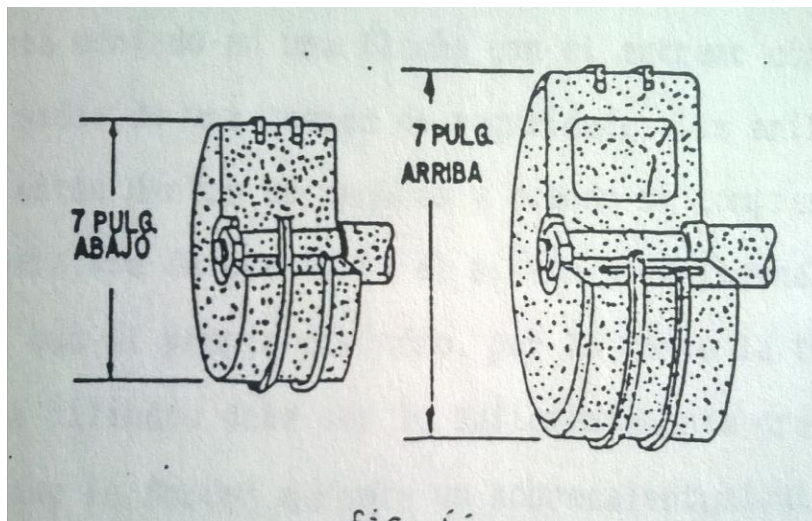


Fig. 29 Pistones macizos y huecos.

La construcción hueca de estos pistones hace que sean más livianos.

En pistones muy grandes aparte de ser huecos están contruidos de acero y recubiertos de bronce o babbitt para proporcionar una superficie de bajo coeficiente de fricción.



En la figura 30 se muestra la construcción de un pistón el cual está montado en una flecha con el extremo cónico y fijado por medio de una tuerca de seguridad. Los anillos del pistón están dentro de ranuras y cuando el compresor alcance su temperatura de operación el pistón y su flecha se expanden más que el propio cilindro por lo tanto la tolerancia pistón a cilindro debe ser lo suficientemente grande para evitar que se forjen durante un sobrecalentamiento de la máquina de operación. Sin embargo debe ser lo suficientemente pequeño para permitir el adecuado sello por medio de los anillos.

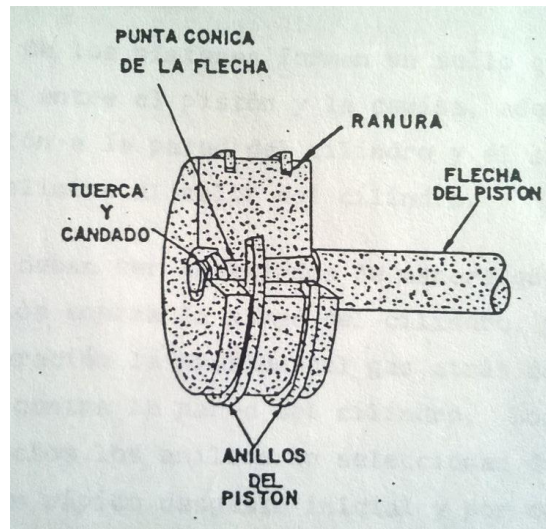


Fig. 30 Pistón del compresor.

Los fabricantes especifican las tolerancias requeridas entre el pistón y la pared del cilindro. Al instalar un pistón es necesario dejar una cierta tolerancia en cada extremo de su carrera, y la de tolerancia total permitida $1/3$ de ella debe darse en el lado cigüeñal y los $2/3$ restantes en el lado tapa.

2.7 Anillos de los pistones

Los anillos de los pistones forman un sello que evita o minimiza la fuga entre el pistón y la camisa, además conducen calor del pistón a la pared del cilindro y el sistema de enfriamiento elimina el calor del cilindro.

Los anillos deben ser instalados de manera que ejerzan una ligera tensión contra la pared del cilindro, puesto que durante la operación la presión del gas atrás de ellos fuerza a los anillos contra la pared del cilindro. Los materiales en que están hechos los anillos se seleccionan de tal manera que sufran un rápido desgaste inicial y por consiguiente un sello efectivo entre ellos y la pared del cilindro.



Estos materiales se desgastan más rápidamente que el material de que esta hecho el cilindro o la camisa y normalmente son de bronce, hierro fundido bakelita, teflón o algún otro material semejante de bajo coeficiente de fricción que produzca poco desgaste a la camisa del cilindro.

Los anillos deben tener poca tolerancia entre ellos y el cilindro, y entre sus caras laterales y las ranuras del pistón. Ver figura 31.

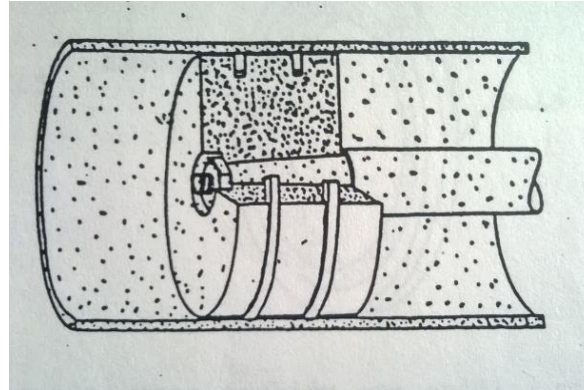


Fig. 31 Anillos del pistón con tolerancia baja de contacto.

El cilindro por su lado debe ser perfectamente circular, sin conicidad y completamente liso. Las ranuras de los pistones deben ser de alta precisión, lisas y paralelas las caras laterales. Después de una operación larga estas ranuras se deforman en forma de "V" y hace necesario un chequeo de paralelismo entre caras.

Durante la operación los anillos deben hacer fuerza contra la pared del cilindro para producir el sello necesario, para lograrlo se construyen de una sola pieza con una ranura o segmentados de varias piezas, figura 32.

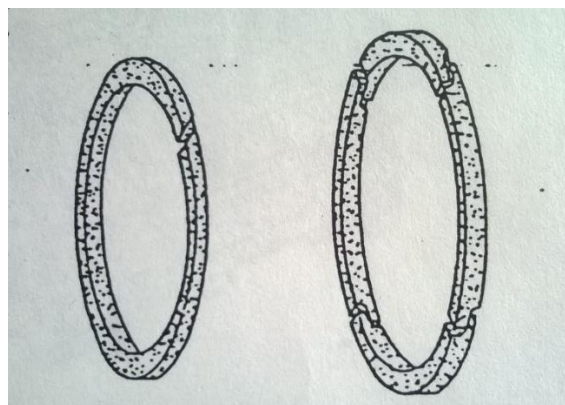


Fig. 32 Rascadores de aceite.



Las ranuras de los anillos les permiten expandirse conforme el compresor se calienta.

En los pistones grandes y pesados generalmente se usa un expansor metálico abajo del anillo. Ver figura 33.

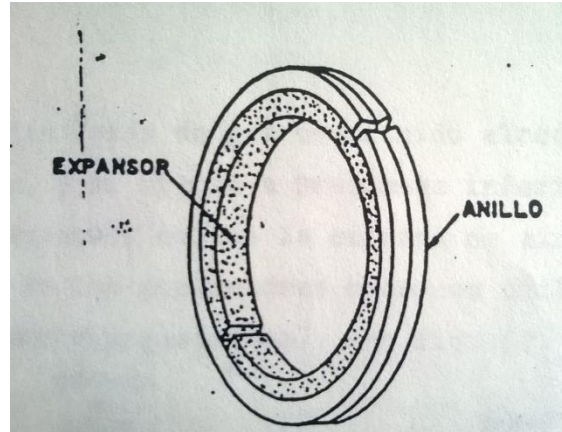


Fig. 33 Rascador de aceite.

Estos expansores se usan también con anillos segmentados, debido a que el expansor es el que mantiene al anillo haciendo contacto con la pared del cilindro.

Conforme el pistón pase por el orificio u orificios de lubricación, los anillos recogen el aceite necesario para su lubricación, ver figura 34.

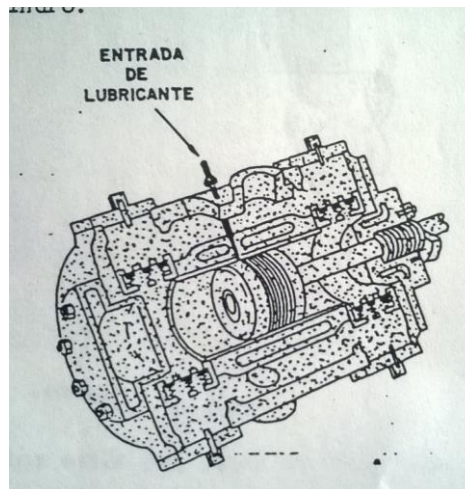
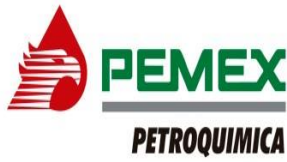


Fig. 34 Orificio de lubricación en el compresor hacia la cámara de compresión.

Este aceite lo distribuyen a lo largo de la carrera, y si no es suficiente se rayara el cilindro y los anillos produciendo excesivas fugas alrededor del pistón, además de considerable desgaste que puede romper los anillos. En máquinas que no deben usar lubricante, usan anillos de teflón para disminuir la fricción.



COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

Terminal refrigerada de distribución de amoniaco
Salina Cruz
Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoniaco anhidro



2.8 Antecedentes históricos

El equipo utilizado para la operación de procesos en el mantenimiento de compresores ha evolucionado en las instalaciones petroleras de la siguiente manera.

En sus inicios:

- ✚ La operación de estos procesos se efectuaba en forma manual.
- ✚ Los procedimientos eran empíricos (órdenes verbales).
- ✚ Las herramientas, en la mayoría de casos eran improvisadas.
- ✚ En la actualidad. Todo se maneja en base de procedimientos de trabajo, canalizado para cada actividad operativa a realizar.
- ✚ Se manejan tableros electrónicos.
- ✚ Son operables a distancia.
- ✚ Operan dispositivos de seguridad integral.

Comprime el amoniaco y lo almacena en tanques criogénicos para su almacenamiento y distribución.

2.9 Mantenimiento a compresores Recíprocos

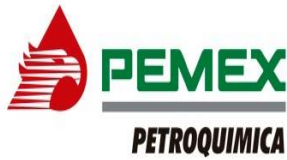
Mantenimiento:

Por mantenimiento se entiende como la conservación adecuada del equipo, ya que es el factor más importante para el funcionamiento satisfactorio de una máquina. Es una mala política estar constantemente desarmando una máquina para inspección, pero por otra parte, tampoco es conveniente trabajarla hasta la completa destrucción antes de realizar alguna forma de mantenimiento o ajustes.

Clasificación:

Existen dos tipos de mantenimientos que se aplican dentro de la planta para los compresores, siendo estos los siguientes:

1. Mantenimiento preventivo.
2. Mantenimiento correctivo.



COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

Terminal refrigerada de distribución de amoniaco
Salina Cruz
Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoniaco anhidro



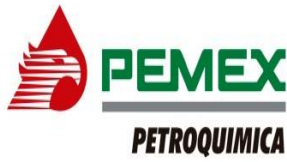
El **mantenimiento predictivo** se basa principalmente en estadísticas de operación y diagnósticos de fallas a través de aparatos de medición. Lo anterior quiere decir que mediante las bitácoras de operación de una máquina, en este caso compresor, se le da seguimiento al comportamiento y se puede detectar cuando empieza a mostrarse alguna falla, como por ejemplo, baja de presión en algún cilindro, alta temperatura en la descarga o en la succión, ruido anormal como golpeteo, sobre carga del motor, caída del flujo, etc. Lo mismo con aparatos de medición se puede diagnosticar alguna falla, por ejemplo la medición de la vibración con un analizador podemos observar los niveles durante el tiempo que esté operando la máquina, y si en un momento vemos que se elevan estos, podemos diagnosticar la causa y programar un mantenimiento preventivo para evitar una falla mayor.

El **mantenimiento preventivo** como su nombre lo indica, tiene la finalidad de evitar desarmes innecesarios de la máquina, pues la extracción y reposición de piezas vitales aun en condiciones excelentes, no importa cuán cuidadosamente sean hechas, ocasiona a veces desperfectos y frecuentemente trae dificultades; quizá esto sea causado simplemente al alterar las piezas que habían llegado a su punto óptimo de adaptación o pulido, de ahí que es necesario realizar este tipo de mantenimiento basado en la experiencia y ensayos de los fabricantes y en el mantenimiento de diagnóstico o predictivo.

El mantenimiento siempre será un factor importante en la operación de una máquina, porque cualquier mal funcionamiento de las partes claves de un motor moderno, tales como chumaceras, anillos del pistón, válvulas, etc. Tienden a llevar a la máquina a la destrucción más rápidamente que a las máquinas de tipo más antiguo, ya que estas podrán funcionar por algún tiempo con los anillos de compresión atascados, sin causar demasiado daño a la unidad. En las máquinas modernas las presiones y la temperatura son superiores y una vez que se presenta el problema de los anillos pegados, la lubricación es rápidamente barrida de las paredes, lo cual afecta a los cilindros, émbolos, anillos y válvulas; de ahí la importancia del mantenimiento preventivo.

Pasos necesarios antes de aplicar un programa de mantenimiento preventivo:

Es conveniente antes de poner en práctica cualquier programa de mantenimiento preventivo, contar de antemano con el material necesario y la herramienta adecuada, ya que esto es básico para no dejar fuera de servicio la unidad por falta de alguna pieza vital que fue necesario reponer, por lo tanto, será necesario tener en el lugar de trabajo antes de poner en práctica cualquier tipo de mantenimiento, ya sea mensual, trimestral, semestral o anual las refacciones que de acuerdo con la experiencia tienden a fallar constantemente por el trabajo continuo a que se les somete.



COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

Terminal refrigerada de distribución de amoníaco
Salina Cruz
Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoníaco anhidro



Puntos de revisión en un mantenimiento preventivo (aplica a compresor movido por máquina de combustión interna):

Mensualmente:

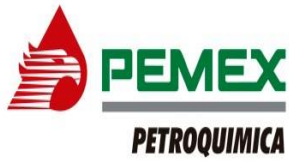
1. Bujías: reemplazarlas o limpiarlas y recalibrarlas.
2. Verificar dispositivos de seguridad del motor. (sobrevelocidad, presión de aceite y temperatura).
3. Magnetos: limpieza de platinos interiores y principales; recalibrarlos.
4. Engrasar todo tipo de válvulas (aire, arranque y gas), rodamientos y chumaceras.
5. Verificar tiempos de la máquina con lámpara.
6. Corregir fugas existentes de agua, aceite, gas y aire.
7. Verificar niveles de aceite y reponer lo faltante.
8. Verificación de la operación correcta de las bombas de lubricación forzada.

Trimestralmente: (incluye el mensual)

1. Cambiar válvulas a los cilindros compresores.
2. Cambiar aceite al cárter y elementos filtrantes. (si es que no se analiza cada mes).
3. Lavado de las cajas de lubricación.
4. Examinar los cables de baja y alta tensión, y terminales.
5. Examinar líneas de lubricación a chumaceras principales.
6. Revisión y calibración de protecciones existentes.
7. Examinar cadena de transmisión al árbol de levas.
8. Limpiar y calibrar válvula reguladora de gas combustible.
9. Revisar y lubricar válvulas piloto de aire de arranque.

Semestralmente: (incluye el mensual y el trimestral).

1. Revisión de cilindros de fuerza. (Descarbonizar lumbreras y checar lubricación forzada).
2. Revisión general de cilindros compresores.
 - a. Calibrar cilindros, vástagos, émbolos, anillos.
 - b. Destapar conductos de lubricación forzada.
 - c. Cambiar sellos de gas y aceite.
 - d. Alinear vástago y verificar claros en crucetas.
3. Cambiar válvulas de gas combustible.
4. Revisar transmisión de magnetos.



COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

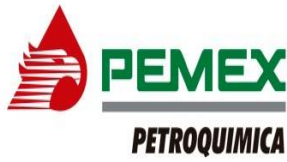
Terminal refrigerada de distribución de amoníaco
Salina Cruz

Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoníaco anhidro



Anualmente: (incluye mensual, trimestral, semestral).

1. Revisión general de cilindros motrices.
 - a. Cambiar anillos de los pistones.
 - b. Pulir los cilindros si lo requiere.
 - c. Calibrar cilindros, embolo y anillos.
2. Cambiar bobinas.
3. Verificar deflexión del cigüeñal.
4. Verificar con indicador de caratula el claro de chumaceras de bancada.
5. Revisar el gobernador.



**COMPLEJO PETROQUÍMICO
COSOLEACAQUE**

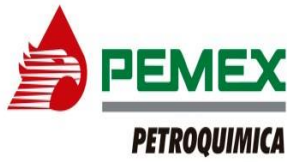
Terminal refrigerada de distribución de amoníaco
Salina Cruz

Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoníaco anhidro



CAPITULO III

Procedimiento de rehabilitación para compresor recíprocante



COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

Terminal refrigerada de distribución de amoníaco
Salina Cruz
Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoníaco anhidro



3.1 Mantenimiento preventivo general a compresores recíprocos de amoníaco.

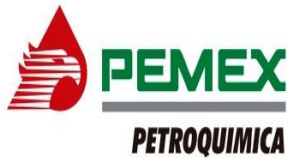
3.1.1 Objetivo:

Establecer la secuencia correcta para ejecutar con seguridad y eficiencia las actividades de mantenimiento general a compresores recíprocos de amoníaco.

3.1.2 Ámbito de aplicación:

Este procedimiento operativo es en base a la experiencia y recomendaciones del fabricante, contempla los pasos necesarios para el mantenimiento general a compresores recíprocos de llenado y de refrigeración de amoníaco, es de aplicación al ingeniero Jefe de mantenimiento mecánico, operarios especialistas, operario de primera y ayudante de operario de la terminal refrigerada de distribución de amoníaco Salina Cruz.

Para el entrenamiento del personal se deben tener conocimientos básicos de las partes que integran un compresor recíproco y el funcionamiento de cada una de ellas, así como conocer los procedimientos críticos de seguridad eléctrica selección de equipo de protección personal.



COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

Terminal refrigerada de distribución de amoníaco
Salina Cruz
Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoníaco anhidro

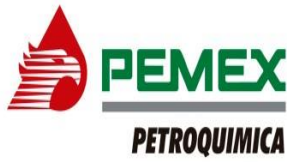


3.2 Referencia normativa:

- Norma ISO 9001:2008 Requisitos (4.2.3, 4.2.4, 6.3)
- Norma ISO 14001:2004 Requisitos (4.4.5, 4.4.6, 4.4.5)
- Sistema de Seguridad, Salud y Protección Ambiental SSPA
- Procedimientos Operativos Críticos
- Reglamento de seguridad e higiene de Petróleos Mexicanos
- 400-GSIPA-PO-04.- Procedimiento operativo para el desarrollo y aplicación de disciplina operativa

3.3 Definiciones:

1. **Permiso de trabajo:** Documento que permite analizar las condiciones de trabajo y en el que se evalúan los riesgos probables que se pueden presentar durante la ejecución de una actividad.
2. **Trabajos con energía eléctrica:** Son aquellas actividades que se ejecutan en equipos o instalaciones, que generan u operan con energía eléctrica y/o que se realizan en las mismas instalaciones eléctricas, estando o no energizadas al momento de efectuarse estas. Lo anterior de acuerdo a lo establecido en el procedimiento 400-GCSIPA-PO-10.
3. **Compresor recíproco:** Equipo mecánico cuya finalidad es comprimir gases, mediante el movimiento alternativo de un embolo que se desplaza dentro de un cilindro.
4. **Válvula de succión y/o descarga de los cilindros de compresores:** Elemento que permite el paso del producto hacia el cilindro (en la succión) o la salida del producto desde el cilindro (en la descarga).
5. **Embolo o pistón:** Elemento que desplaza el producto dentro del cilindro compresor reduciendo su volumen y aumentando con ello la presión.
6. **Punto muerto:** Son los claros entre el pistón y la tapa del cilindro que quedan al final de la carrera de compresión del pistón dentro del cilindro.
7. **Bandas de arrastre:** Elemento de sacrificio para evitar el contacto entre el embolo y el cilindro.

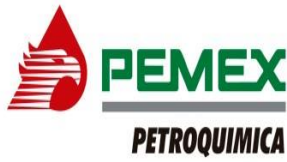


COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

Terminal refrigerada de distribución de amoníaco
Salina Cruz
Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoníaco anhidro



8. **Anillos de compresión:** Elementos que sirven para efectuar el sellado entre el pistón y el cilindro, y efectuar toda la compresión dentro del cilindro cuando el pistón se desplaza del punto muerto inferior al punto muerto superior.
9. **Sellos de amoníaco o principales:** Son una serie de anillos que se colocan en el vástago que van en la caja de sellos, y sirven para impedir el paso del amoníaco del cilindro a través del vástago hacia el exterior.
10. **Vástago:** Elemento que conecta el pistón con la cruceta:
11. **Cruceta:** Elemento que articula la biela con el vástago del embolo.
12. **Biela:** Pieza que transforma el movimiento circular en movimiento rectilíneo o viceversa, conectando el pistón con el cigüeñal.
13. **Cigüeñal:** Árbol de movimiento circular provisto de uno o varios muñones, en cada uno de los cuales se articula una biela.
14. **Rascadores de aceite:** Son una serie de anillos que se colocan en el vástago que va en la caja de sellos y sirven para impedir el paso de aceite del cárter hacia el exterior, se disponen en juegos o pares de anillos de cortes radiales-tangenciales o la combinación de ambos.
15. **Zapata:** Elemento estático que sirve de guía para la cruceta.
16. **Perno de cruceta:** Elemento que une la biela con la cruceta.
17. **Chumacera:** Elemento mecánico que sirve de apoyo y ubica a los ejes y muñones, permite la rotación con un mínimo de rozamiento, transfiere cargas entre los miembros rotatorios y estacionarios, son fabricados con material de bajo coeficiente de fricción o revestimiento de metal antifricción.
18. **Bomba de lubricación auxiliar:** Es una bomba de tipo engranes que se utiliza para lubricación de chumaceras de biela y de bancada y zapatas de cruceta antes del arranque del compresor.
19. **Elemento filtrante:** Es un dispositivo de filtrado que puede ser de diferentes capacidades y su unidad es en micrones y que sirve para retener las partículas más grandes de la capacidad mínima de filtrado en el sistema de lubricación.



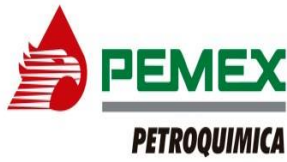
COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

Terminal refrigerada de distribución de amoniaco
Salina Cruz

Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoniaco anhidro



- 20. Sistema de lubricación:** Es un circuito compuesto por tubería, bombas de lubricación y filtros y sirve para mantener lubricadas las piezas mecánicas del compresor como son: bielas, cigüeñal y crucetas cuando se encuentran en movimiento.
- 21. De ejecución:** Las actividades descritas en este procedimiento deberán realizarse en apego estricto al programa de mantenimiento preventivo y/o cuando se presente cualquier otra anomalía en el equipo.
- 22. De revisión de procedimientos:** Los criterios recomendados para determinar la frecuencia de revisión de este procedimiento se encuentran en el procedimiento operativo para disciplina operativa 400-GCSIPA-PO-04, la cual será cada 2 años ya que está clasificado como riesgo crítico debido a que su ejecución implica un riesgo potencial de lesión, contaminación o fuego por producto y alto impacto en el control interno del negocio.
- 23. De ciclos de trabajo:** Los criterios recomendados para determinar la frecuencia de revisión de los ciclos de trabajo se encuentran en el procedimiento operativo para disciplina operativa 400-GCSIPA-04, la cual será cada 1 año ya que está clasificado como riesgo crítico debido a que su ejecución implica un riesgo potencial de lesión, contaminación o fuego por producto y alto impacto en el control interno del negocio.



COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

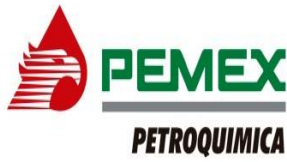
Terminal refrigerada de distribución de amoniaco
Salina Cruz
Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoniaco anhidro



3.4 Medidas de seguridad, salud ocupacional y protección ambiental.

3.4.1 Medidas de seguridad y salud ocupacional:

1. Obligatoriamente para la realización de este trabajo se deberá generar un permiso de trabajo en apego estricto al procedimiento **400-GCSIPA-PO-17** Trámite y uso de los permisos de trabajo, el cual deberá ser analizado y aprobado por los ingenieros de operación, mantenimiento y seguridad, firmando cada uno de ellos.
2. Este trabajo no se realizara sin el conocimiento y la autorización del responsable del departamento mecánico.
3. Los trabajadores encargados del trabajo deberán conocer este procedimiento así como físicamente el equipo a intervenir.
4. Durante la realización de estos trabajos se deberá utilizar herramienta adecuada y en buen estado físico y después de terminar las actividades el área de trabajo debe quedar completamente limpia, dejando el trapo y manta que pudiera haber sido utilizada en los tambores específicos para ello.
5. El ingeniero responsable de la ejecución, planeara el desarrollo del mismo de acuerdo con este procedimiento y dará en forma verbal o escrita las instrucciones a sus colaboradores y jefe inmediato.
6. El personal de mantenimiento para la realización de los trabajos deberá contar con su equipo de protección personal: ropa de algodón, casco, zapatos de seguridad, lentes, guantes. 400-GCSIPA-PO-15 Procedimiento crítico para la selección de equipo de protección personal.



COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

Terminal refrigerada de distribución de amoníaco
Salina Cruz

Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoníaco anhidro

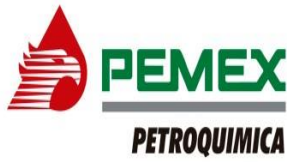


- Verificar que su equipo se encuentre en buenas condiciones.
- Usar equipo de protección personal (guantes, casco y calzado).
- Utilizar herramienta adecuada y en buenas condiciones.
- Nunca trabajar en presencia de la duda, si esta existe u observa alguna anomalía suspenda la actividad a realizar o que realiza y pregunte e informe a su jefe inmediato oportunamente.
- Seguir y/o acatar instrucciones de trabajo, del jefe inmediato.

3.4.2 Medidas de protección ambiental:

1. El (los) operario (s) asignado (s) a ejecutar el trabajo confirma (n) y verifican con el jefe inmediato las instrucciones recibidas así como el alcance del trabajo a ejecutar.
2. Trabajar en un ambiente de orden y limpieza total, no operar ni intervenir equipo alguno bajo condiciones climatológicas adversas.

Al terminar los trabajos se deberá dejar el área completamente limpia de grasa, trapo y manta que pudieran haber sido utilizados, depositando el trapo o manta en tambores instalados específicamente para ello (residuos peligrosos).



COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

Terminal refrigerada de distribución de amoníaco
Salina Cruz
Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoníaco anhidro



3.5 Procedimiento para el mantenimiento de compresores recíprocos:

Al recibir el operario la orden de trabajo debidamente requisitada debe de solicitar al departamento de operación (operador especialista) la entrega física del equipo: desenergizado, etiquetado con su candado y de presionado.

Enseguida se enlistan pasos a seguir para el correcto mantenimiento del compresor recíproco:

3.5.1 Cambio de válvulas de succión y descarga:

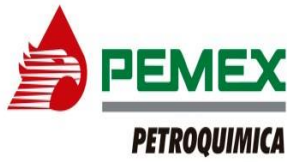
1. Para llevar a cabo el mantenimiento de válvulas, el operario y su ayudante deben aflojar tuercas de tornillos de tapas de válvulas, retirar tuercas y dejar solamente dos, luego colocar tornillos gato y poco a poco ir retirando tapas de válvulas. Para evitar el desplazamiento brusco de la tapa por gases entrampados.
2. En las válvulas de succión que tienen dispositivo descargador, primero se deben desconectar las líneas de suministro de aire de instrumentos y posteriormente retirar tapa, junta y descargador.
3. Para desmontar las válvulas de succión y/o válvulas de descarga debe realizarse con un extractor.
4. En los compresores BC-304 A/B/C/D y BC-316 A/B/C para retirar válvulas de succión y descarga se debe hacer uso de grúa viajera, diferencial y estrobo debido a que son de peso considerable.
5. Se debe retirar juntas y efectuar limpieza de interior de cilindro de alojamiento de válvulas.
6. Se deben desarmar las válvulas para revisión, mantenimiento y/o cambio de piezas dañadas.
7. Si los asientos de las válvulas de succión y descarga se encuentran en buenas condiciones, únicamente se efectuará limpieza y una asentada con pasta esmeril grado 400/600 sobre una placa mandril, pero si presentan desgastes mayores será necesario maquinar caras.
8. Si los internos de las válvulas como son platos de sello y platos amortiguadores y resortes se encuentran en buenas condiciones, únicamente se efectuará limpieza y pulido de plato de sello con pasta esmeril grado 400/600, pero si presentan fracturas se deben de cambiar.



9. Los resortes sino presentan la misma longitud y brío, se deben cambiar todos.
10. Proceder al armado de la válvula y el tornillo central debe ser apretado con torquimetro de acuerdo a medida y a indicación de tabla de torque.
11. Probar sellado de la válvula y posteriormente aplicar aire a presión con una pistola neumática para retirar la humedad.
12. Se deben colocar las juntas interiores e instalar las válvulas de succión con dispositivo descargador, luego instalar tapas de válvulas. Si las juntas de las válvulas y de las tapas se encuentran dañados se deben de cambiar por piezas nuevas, posteriormente se debe apretar tornillería en forma de cruz y colocar tubing de descargadores.
13. Personal de operación debe presionar el compresor para verificar que no haya fugas de producto, y en caso de presentarse, reapretar tornillería hasta eliminarla. Y si persiste la fuga se debe desmontar la válvula para cambio de juntas.
14. Una vez comprobada la hermeticidad del equipo, el personal de mantenimiento mecánico procede a retirar el candado y entrega a operación.
15. Para los compresores BC-300/301 se utilizan o 'ring, y para los compresores BC304 y BC-316 se utilizan juntas de aluminio de sección redonda.



Fig. 35 Válvula de descarga del compresor BC-304-C



COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

Terminal refrigerada de distribución de amoníaco
Salina Cruz
Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoníaco anhidro



3.5.2 Ajuste de puntos muertos de pistones:

1. El operario y su ayudante deben aflojar y retirar las tuercas de una válvula de descarga lado libre y una válvula de descarga lado cople dejando dos tuercas opuestas como medida de seguridad, para evitar el desplazamiento brusco de la tapa por la presión de producto entrampado.
Una vez que se verifica que no exista presión, se retiran las dos últimas tuercas o tornillos.
2. Se deben retirar las tapas, juntas y válvulas.
3. Se debe retirar la tapa del cubre cople, esta tapa sirve para evitar que el mecanismo que sirve para romper la inercia al motor, entre contacto con el volante y lo tienen los compresores BC-304.
4. En los compresores BC-304'S y BC-316'S el volante se gira utilizando el dispositivo neumático, se desplaza el pistón hasta el extremo y se coloca una laminilla de plomo en el extremo del cabezote, por lo que al llegar al pistón a su punto muerto máximo queda impreso en la laminilla de plomo el claro entre el pistón y la tapa del cilindro. De esta manera se checa el punto muerto superior y punto muerto inferior del lado del primer paso deberá quedar con un claro de 0.166" y lado del segundo paso, que es el punto muerto inferior queda de 0.0833" .
5. Otra forma de checar los puntos muertos es colocar el pistón en los extremos y mediante un lainómetro de hojas largas verificar los espacios muertos.
6. Estas operaciones se deben repetir de 2 a 3 veces para asegurarse de que las medidas tomadas son correctas.
7. Si se van a ajustar los puntos muertos, se debe aflojar la tuerca de apriete entre el vástago del pistón y la cruceta y se gira el vástago hacia afuera o hacia adentro según se requiera, se prieta la tuerca, esta tuerca es de seguridad, esta instrucción se debe repetir hasta que se ajusten los puntos muertos, los cuales vienen indicados en la placa del compresor y también en el manual de mantenimiento de los equipos. Aquí no se puede dar con un torquí metro porque únicamente entra una llave española.
8. Después de ajustar los puntos muertos se deben colocar las tapas de la caja de la cruceta y tapa cubre cople e instalar las válvulas de descarga, juntas y tapas. Nada más se pone cubre cople en los BC-304.



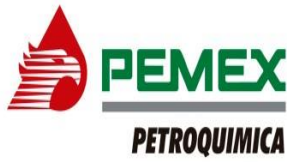
9. Se debe proceder al apriete con torquímetro de tapa de válvula de acuerdo a medida y a indicación de la tabla de torques.



Fig. 36 Pistón del compresor BC-304-C

3.5.3 Cambio de pistones:

1. El operario y su ayudante deben aflojar las tuercas del cabezote.
2. Colocar tornillos gato para despegar tapa del cabezote.
3. Realizar maniobra con diferencial y estrobo para desmontar cabezote, auxiliados con la grúa viajera.



COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

Terminal refrigerada de distribución de amoníaco
Salina Cruz
Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoníaco anhidro



4. Se deben aflojar tornillos y retirar las tapas laterales de la caja de la cruceta.
5. Se deben tomar referencias de la distancia que existe entre la cara de la tuerca y cruceta posteriormente aflojar tuerca de ajuste entre vástago de pistón y cruceta.
6. Se deben aflojar y retirar los tornillos de la brida de sellos rascadores de aceite.
7. Se deben retirar sellos rascadores de aceite de acuerdo al procedimiento.
8. Se deben aflojar y retirar las tuercas de la brida de los sellos de presión.
9. Se deben retirar sellos de presión de aceite de acuerdo al procedimiento.
10. Se deben checar los claros entre pistón y camisa.
11. El desmontaje de pistón se realiza girando y empujando vástago de pistón hacia fuera colocando trozos de madera seccionada y limpia, se empuja el vástago hacia afuera apoyándose en la cruceta y cuando el pistón se encuentra con una sección fuera del cilindro mediante un estrobo de manilla se sujeta y de esta manera se desmonta con la ayuda de la grúa viajera.
12. Se debe hacer la inspección de la camisa del cilindro y pistón. Si el pistón o la camisa presentan ralladura, dependiendo de la profundidad de las mismas se debe determinar si se le efectúa una pulida o se cambia el pistón o la camisa.
13. Para instalar el pistón se debe realizar el 3.11 de este procedimiento en forma inversa.
14. Instalar cabezote.
15. Se deben checar y ajustar puntos muertos de acuerdo a procedimiento.
16. Se deben colocar las tapas laterales de la caja de la cruceta.
17. Se debe entregar el equipo al Departamento de Operación después de efectuar prueba de hermeticidad y retirar el candado de Mantenimiento Mecánico.



Fig. 37 Pistón desmontado del cilindro del compresor.

3.5.4 Cambio de bandas de arrastre y anillos de compresión:

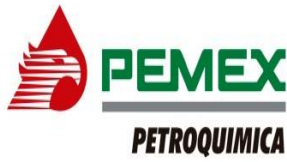
1. Aflojar tuercas y retirar cabezote.
2. Antes de desmontar el pistón se debe checar el claro existente entre el pistón y la camisa del cilindro. Este claro se debe checar utilizando un calibrador de hojas en la parte superior.
3. Si el claro tomado está a 50% más debajo de la medida original, se deberá cambiar la banda de arrastre.
4. Retirar tapas laterales de cruceta y aflojar contratuerca de vástago de pistón para retirarlo.



5. Los anillos de compresión deberán ser inspeccionados cuando se desmonte el pistón, generalmente son cambiados cuando presentan desgaste después de haber trabajado un periodo de tiempo continuo de 1 año aproximado para asegurar una compresión eficiente.
6. Las bandas de arrastre y los anillos de compresión se deberán presentar en el interior de la camisa del cilindro para verificar claro entre punta y que no exista deformación en los mismos.
7. El pistón con sus bandas de arrastre y anillos de compresión se deberá instalar de acuerdo a los puntos 4.8 y 4.9 del procedimiento para cambio de pistones.
8. Instalar sellos de alta presión y rascadores de aceite de acuerdo a procedimiento descrito.
9. Realizar prueba de hermeticidad, si esta es satisfactoria entregar el equipo a Operación y si se presenta fuga verificar que la tornillería este uniformemente apretada, si esta continua desmontar el cabezote siguiendo los pasos 4.1 y 4.2 para cambiar junta frontal del cilindro.



Fig. 38. Bandas de arrastre de pistón.



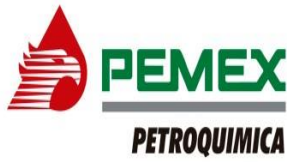
COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

Terminal refrigerada de distribución de amoníaco
Salina Cruz
Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoníaco anhidro



3.5.5 Cambio de sellos de alta presión o principales:

1. El operario y su ayudante deben desmontar las tapas laterales de la caja de la cruceta.
2. Desatornillar brida de la caja de sellos.
3. Desmontar brida del sello.
4. Desmontaje de los juegos de anillos del sello de las copas.
5. Efectuar limpieza de las copas del sello para determinar que no haya daño en las mismas y no haya necesidad de cambio.
6. Efectuar limpieza del vástago donde trabajan los sellos.
7. Efectuar limpieza de los sellos para realizar una inspección. Si existe desgaste o corrosión en el diámetro interior de los sellos y en las caras de los mismos, será necesario su cambio.
8. Antes de instalar los sellos se deberá checar en un mandril lo siguiente:
9. Que existe el claro permisible entre las puntas de los sellos.
10. Que no exista claro en el interior de los sellos.
11. Que la diferencia de altura entre el alojamiento de los sellos en la copa y el espesor de los sellos no excede lo permisible.
12. Instalar los sellos de las copas.
13. Instalar brida del sello.
14. Instalar tubing del sello.
15. Realizar prueba de hermeticidad.
16. Si no existe fuga por sellos, instalar tapa lateral y entregar el equipo al Departamento de Operación. Retirando candado y porta candado.



COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

Terminal refrigerada de distribución de amoníaco
Salina Cruz

Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoníaco anhidro



3.5.6 Cambio de rascadores de aceite:

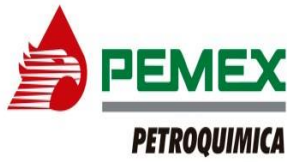
1. El operario y su ayudante desmontar las tapas laterales de la caja de la cruceta.
2. Desmontaje de brida de rascadores de aceite y posteriormente desmontar los sellos rascadores, después de efectuar limpieza de los mismos, checar lo siguiente en un mandril:
 3. Que tenga el claro entre puntas especificado de acuerdo a recomendaciones del fabricante.
 4. Que exista sellado en el diámetro interior.
 5. Que no haya claro fuera de especificación entre las caras de los sellos y copas.
 6. Si los sellos rascadores se observan dañados por desgaste excesivo en el sello interno se debe instalar juego nuevo.
7. Instalar brida de rascador de aceite y apretar tornillería uniformemente.
8. Instalar tapa de rascadores y apretar tornillería uniformemente.
9. Instalar tapas laterales de la caja de la cruceta, y apretar tornillería uniformemente.



Fig. 39 Rascadores de aceite.

3.5.7 Cambio de perno, zapata y cruceta:

1. El operario y su ayudante deben aflojar tuercas y/o tornillos y desmontar las tapas laterales de cruceta.
2. Verificar claro de zapata en la parte superior y registrarlo. El claro se verifica con un lainometro de hojas largas.
3. Verificar con un lainometro de hojas, el claro del perno con buje de la cruceta.
4. Antes de desconectar el vástago de cruceta se debe medir la longitud de rosca del vástago a la tuerca, servirá como referencia para no perder el ajuste de puntos muertos, luego aflojar tuerca del vástago y girándolo desconectarlo de la cruceta y empujarlo hacia adelante con la misma cruceta y un calzo. Esto se realiza girando el cople o el volante del compresor – soportar y nivelar el vástago.



COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

Terminal refrigerada de distribución de amoniaco
Salina Cruz
Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoniaco anhidro



5. Se debe aflojar la tuerca del perno de la biela.
6. Se debe retirar un poco la biela girando el volante y calzar la biela para dejar libre la cruceta y retirar el perno.
7. Se debe retirar la cruceta girando la misma.
8. Efectuar ligera escrepada de metales de base donde se desliza la zapata de la cruceta y si son desmontables realizar su cambio.
9. Efectuar escrepada y pulida de metales, de zapatas, de cruceta según se requiera y cambiar lanas de ajuste si se requiere, de acuerdo al claro registrado.
10. Si el claro entre el perno y la cruceta fuera de especificación, se debe instalar perno y buje nuevo.
11. Instalar cruceta en su pista.
12. Conectar biela con cruceta girando el volante del compresor e instalar perno.
13. Conectar vástago del pistón con cruceta, tomando en cuenta la longitud tomada de la rosca del vástago a la tuerca y apretar tuerca.
14. Para mayor seguridad, verificar puntos muertos de pistón de acuerdo a instrucción operativa.
15. Se deben colocar las tapas laterales de la caja de la cruceta apretando los tonillos en forma uniforme.

3.5.8 Cambio de chumacera de biela:

1. El operario y su ayudante deben destapar tapa del carter de aceite utilizando grúa y estrobos.
2. Si se va a revisar la chumacera debido a que se va a cambiar por existir claro excesivo, o solamente porque se inspeccionaran metales, se debe de colocar la biela en una posición adecuada mediante calzos.
3. Para checar el claro de metales de biela en el muñón del cigüeñal se deben aflojar los tornillos de la tapa de metales, colocar en el muñón una laminilla de plomo o plasti-gate, y apretar la tapa de metales, posteriormente se aflojaran los tornillos de la mencionada tapa para obtener la lectura del claro.
4. Después de la inspección, si el claro checado se encuentra dentro del rango indicado por el fabricante, únicamente se le efectuara una pulida si se requiere, y si se encuentra fuera de especificación se deberán cambiar metales de biela.



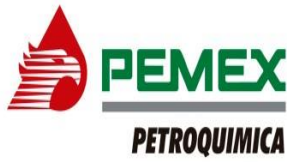
5. Instalar metales de biela, acoplar tapas de metales de biela y los tornillos de fijación se deben apretar de acuerdo a tabla de torques.
6. Se debe instalar tapa de carter apretando los tornillos uniformemente.



Fig. 40 Chumaceras de biela. (Cárter del compresor)

3.5.9 Cambio de chumacera de bancada:

1. El operario y su ayudante deben aflojar los tornillos de la tapa del carter y levantar esta con maniobra de estrobos y grúa viajera.
2. Se deben aflojar y retirar tornillos de tapas superiores de las chumaceras de bancada, posteriormente colocar plasti-gage en la parte superior del muñón del cigüeñal y nuevamente instalar tapas y apretar tornillos.
3. Se deben retirar las tapas de las chumaceras y medir el claro indicado en el plastigage.
4. Si el claro checado es correcto, únicamente efectuar mantenimiento de chumaceras y muñón de cigüeñal (pulir con lija fina ligeramente, si se requiere).
5. Si se encuentra un claro fuera de especificación, cambiar los metales de chumacera.



COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

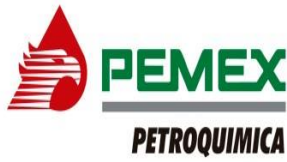
Terminal refrigerada de distribución de amoníaco
Salina Cruz
Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoníaco anhidro



6. Para retirar la media chumacera de carga se debe colocar un indicador de base magnética y el pivote se debe colocar en la parte superior del muñón del cigüeñal y utilizando la grúa viajera y estobos (se debe proteger el lugar donde carguen los estobos sobre el cigüeñal para no rayar) levantar el cigüeñal y podrá retirarse la media chumacera inferior.
7. Instalar la chumacera inferior con el cigüeñal colgado en la posición indicada por el indicador cuando se desmontó la misma y dejar cargar el cigüeñal.
8. Instalar media chumacera superior con su tapa y apretar los tornillos de acuerdo a medida y material de los tornillos o a especificaciones del fabricante. Volver a medir el claro con plasti-gage.
9. Se debe instalar tapa de cárter y apretar tornillos uniformemente.
10. Después de efectuar la prueba de hermeticidad se debe entregar el equipo al departamento de operación una vez retirado el candado.

3.5.10 Revisión de bomba de lubricación auxiliar:

1. El operario y su ayudante deben aflojar opresores de los medios coples para desacoplar equipo y desembridar succión y descarga, para evitar fuga de aceite, antes se debe bloquear válvulas de succión y descarga.
2. Se debe desmontar bomba.
3. Desmontaje de tapas y extraer flecha con sello mecánico y rodamientos por un extremo y engranes por el otro extremo.
4. Desensamble de sello mecánico y rodamientos e inspección de cada una de las partes, si los rodamientos se encuentran dañados tendrán que ser cambiados, se deberá instalar sello nuevo ya que es un sello sencillo de resorte único.
5. El ensamble de la bomba se inicia instalando los rodamientos en la flecha luego se posiciona en la caja de la bomba y se colocan los engranes, verificando que el claro lateral entre los engranes y la tapa oscile entre **2 y 3** milésimas, si ese claro no es el indicado se deberá ajustar colocando o quitando lanas en la tapa opuesta.



COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

Terminal refrigerada de distribución de amoníaco
Salina Cruz
Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoníaco anhidro



6. Instalar sello mecánico.
7. Instalar en su base la bomba, alinear, embridar y acoplar.
8. Reponer el nivel de aceite, energizar equipo y probar, si es necesario regular la presión de aceite ajustando el tornillo de la válvula de relevo de la bomba introduciendo o extrayendo el tornillo según se requiera.

11.- Cambio de filtros del sistema de lubricación:

1. Drenar aceite del cárter, mediante una válvula de purga y depositarlo en un tambor para posteriormente retirarlo.
2. Retirar tapas del cárter y realizar limpieza interna utilizando solvente biodegradable, su aplicación es mediante una pistola tipo sifón.
3. El secado del interior realizarlo utilizando manta y aplicando aire con una pistola, alimentada de una línea de aire de instrumentos.
4. Retirar tapas de filtros y desmontar los cartuchos, si el material del filtro es de hilasa se debe cambiar, pero si es de inoxidable únicamente se le debe hacer limpieza mediante un líquido biodegradable y aire.
5. Para el llenado del aceite se utilizara grúa viajera y estobos de manilla para sujetar y levantar un tambor de aceite de 200 litros tipo SAE-40 y depositar el requerido hasta que se llegue al nivel indicado. Repetir la operación las veces que sea necesario.
6. Instalar juntas y tapas de cárter apretando tornillería en forma uniforme.
7. Instalar filtros y tapas a la caja de filtros apretando tornillos uniformemente.
8. Retirar candado y energizar bomba de lubricación auxiliar, arrancarla para purgar el aire entrampado en las líneas del sistema.
9. Entregar el equipo al departamento de operación.



Fig. 41 Filtro de aceite de compresor BC-301-B



**COMPLEJO PETROQUÍMICO
COSOLEACAQUE**

Terminal refrigerada de distribución de amoníaco
Salina Cruz
Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoníaco anhidro



3.6 Tabla de torques

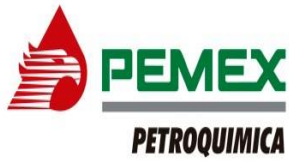
RECOMENDACIÓN DE TORQUES

Tabla 1 Especificación de torques para tuercas.

	LIBRAS	PIE
	TORQUES	
Biela de 1-14 NS	250	260
Tuerca principales de 7/8 - 14	180	200
Tuercas principales 7/8 - 14	380	410
Cruceta de 3/4 ''- 16 NF	**65	75
Tornillos Allen para Embalajes de 5/8 – 11 NF	60	65
Tornillos de cabeza plana para cruceta 1/2 – 20 NF	25	30
Pistón de 1 – 1/2 a 12 NF	700	750
Pistón de 2-12 NF	1760	2150
Par de balance 2 1/4 ''- 8 UN	1500	2000
Todas las tuercas de 3/4 - 16 NF	105	115
Todas las tuercas de 7/8 - 14 NF	170	190
Todas las tuercas de 1 a 14 NF	260	290
Todas las tuercas de 1 1/8 - 12 NF	370	410
Todas las tuercas de 1 1/4 - 12 NF	520	570
Todas las tuercas de 1 3/8 - 12 NF	700	770
Todas las tuercas 1 1/2 – 12 NF	930	1030
2500 # CILINDRO DE ACERO 1 3/4 JACKSCREW	850	900

**cada pin cruceta llevara un control de dos horas después de la primera puesta en servicio, reapretar tuerca de tornillo a 105 a 115 ft/Lb.

Este procedimiento volverá a llevarse a cabo al final del servicio de una semana, momento en el que cada perno debe estar en una posición estable y permanente.



**COMPLEJO PETROQUÍMICO
COSOLEACAQUE**

Terminal refrigerada de distribución de amoniaco
Salina Cruz
Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoniaco anhidro



PERNOS CENTRO DE VÁLVULAS

Tabla 2 Tabla de torques para pernos de válvulas.

TAMAÑO DE LA VÁLVULA	PIE DE TORSIÓN (LBS/FT)
Pulgadas	LBS / FT
2.375	3 a 5
3.25	3 a 5
4	13 a 15
4	29 a 32
5.25	13 a 15
5.75	18 a 20
7	18 a 20
8	18 a 20
9.125	18 a 20



Estas son algunas fallas que pueden presentar las piezas que se desmontan del compresor debido al mantenimiento.

3.7 Chumaceras de bancada y de bielas.

Elemento mecánico que sirve de apoyo y ubica a los ejes y muñones, permite la rotación con un mínimo de rozamiento, transfiere cargas entre los miembros rotatorios y estacionarios, son fabricados con material de bajo coeficiente de fricción o revestimiento de metal antifricción.

Posibles fallas: aunque son de acero fundido, pueden fallar por un apriete excesivo en los pernos que sujetan la caja de chumacera, originando con ello que la biela se deforme, se recomienda hacer el apriete de las tuercas de los pernos utilizando un torquímetro. Figura 42.



Fig. 42 Chumaceras de bancada y biela



3.8 Cilindros

Elemento mecánico que sirve de alojamiento a las cavidades de las válvulas, chaquetas de agua de enfriamiento y camisas.

Posibles fallas: La falla en estos cilindros puede ser por desgaste de las camisas, por exceso de trabajo, o ralladuras muy severas y cuarteaduras de los mismos por exceso de calentamiento, el calentamiento se debe por alguna de las válvulas de descarga que presente falla mecánica, así también la válvula puede fallar por la alta temperatura que presenta, las cuarteaduras de igual manera pueden ser originadas por el cambio brusco de la temperatura, o cuando logren quedar sin agua que sirve de enfriamiento para el sistema. Figura 43.



Fig. 43 Cilindro del compresor BC-301-A.



3.9 Cigüeñal

Árbol de movimiento que circula provisto de uno o varios muñones, en cada uno de los cuales se articula una biela. Figura 44.

Posible falla: Es muy difícil que el cigüeñal sufra algún daño, pero cuando presenta lesión se manifiesta en un pandeo debido al exceso de presión de pistones.

Cigüeñal

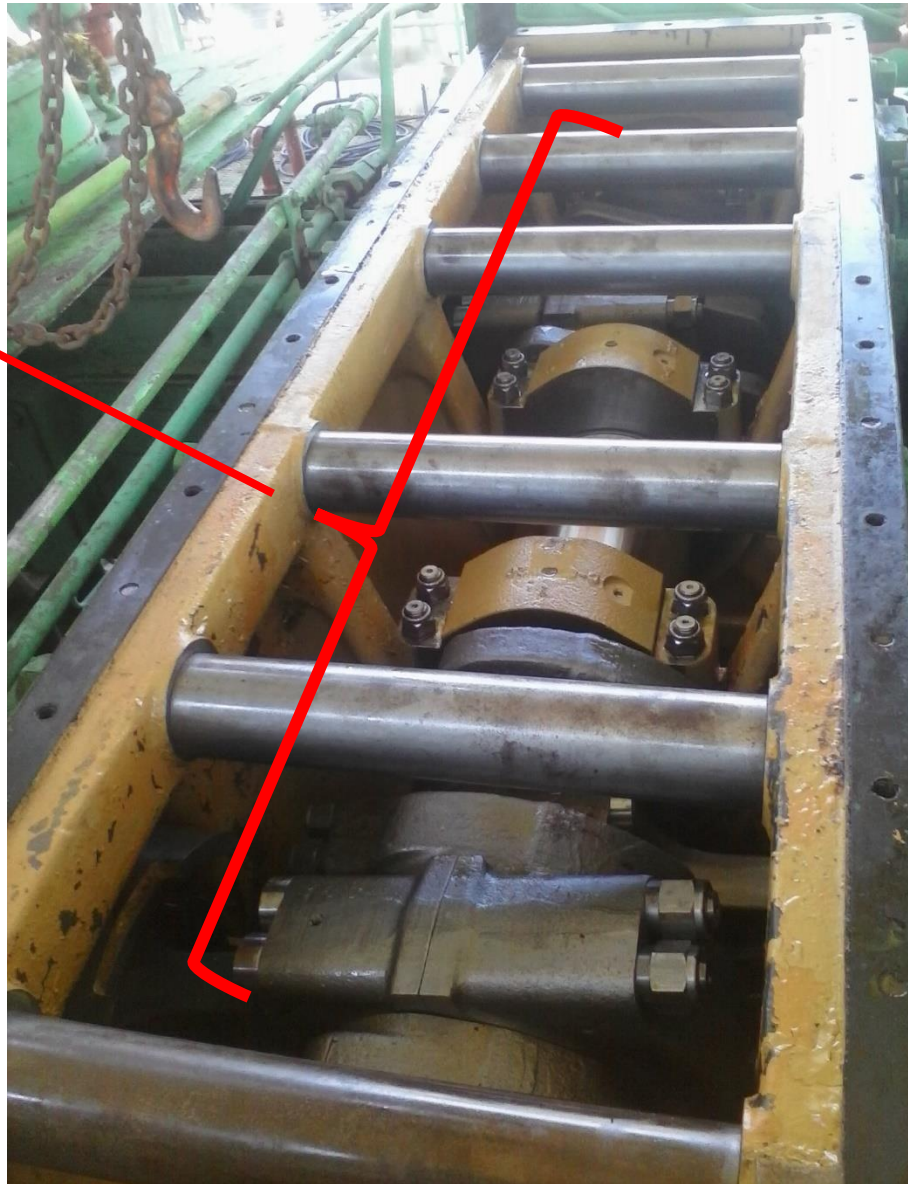


Fig. 44 Cigüeñal de compresor BC-301-A planta BICYQ.



3.10 Bielas

Pieza que transforma el movimiento circular en movimiento rectilíneo o viceversa, conectando el pistón con el cigüeñal. Figura 45.

Posible falla: No es común que presente fallas la Biela, en todo caso, se cambiaría con todo el embolo.



Fig. 45 Biela montada sobre el cigüeñal del compresor BC-301-A



3.11 Pistones

Elemento que desplaza el producto dentro del cilindro compresor reduciendo su volumen y aumentando con ello la presión. Figura 46.

Posible falla: el pistón puede presentar desgaste tanto en la biela así como en el embolo debido a contacto con rebabas en el interior del cilindro.



Fig. 46 Pistón desmontado del compresor BC-304-C.



3.12 Crucetas

Elemento que articula la biela con el vástago del embolo. Figura 47.



Fig. 47 Cruceta en mal estado por desgaste.



3.13 Camisas

Las camisas de los cilindros son muy delicados, si presentan desgaste o partículas de rebaba, este se dañara así como también los elementos que entren en contacto con él. Figura 48.



Fig. 48 Camisa del cilindro. (Desgaste)



3.14 Cabezote

El cabezote se encuentra en la parte frontal del compresor, es ahí donde se extrae el pistón. Figura 49.



Fig. 49 Cabezote del compresor. (Solo necesita mantenimiento)



3.15 Bandas de arrastres y anillos de compresión

Elemento de sacrificio para evitar el contacto entre el embolo y el cilindro. Figura 50.

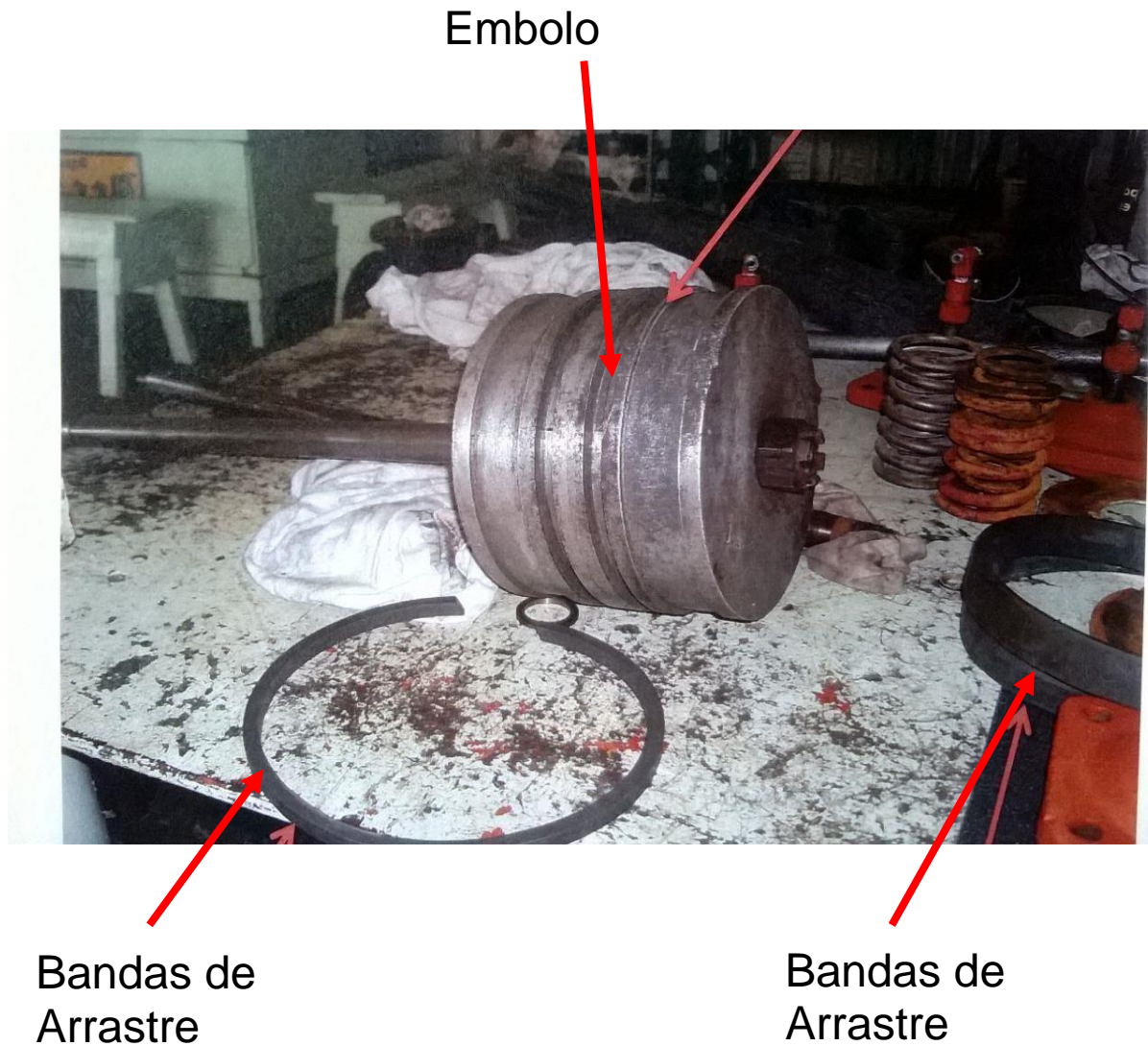


Fig. 50 Pistón, anillos y bandas de arrastre desmontados.



3.16 Juntas

Las juntas tienen varias aplicaciones dentro del compresor, porque sirven para que no entre en contacto directo los metales unos con otros y evitar desgaste en los materiales. Figura 51.

Posible falla: Las juntas se rompen por el exceso de trabajo.



Fig. 51 Juntas de la entrada del cabezote en el compresor.



3.17 Válvulas de succión

Las válvulas de succión son de hierro fundido con una masa aproximada de 6 kg, cuando fallan es debido a que los resortes pierden su elongación o el termoplástico que se encuentra en medio, presenta fractura. Figura 52.



Fig. 52 Válvulas de succión de primer paso de compresor BC-301-A



3.18 Válvulas de descarga



Fig. 53 Válvulas del compresor BC-304-C



3.19 Cajas de sellos de presión



Fig. 54 Caja de sellos de presión. (Sufre desgaste)



3.20 Rascadores de aceite

Minimizan la fuga del aceite, figura 55.



Fig. 55 Rascadores de aceite. (Evitan la fuga del aceite y lubrican el vástago del pistón)



Es conveniente contar con un sistema de agua de enfriamiento capaz de mantener estable la temperatura del aceite.

El sistema lubricante debe mantenerse limpio y libre de impurezas en absoluto por el uso de un purificador o filtro de aceite que es recomendado; sin que estos alteren las propiedades del aceite lubricante. Figura 56.

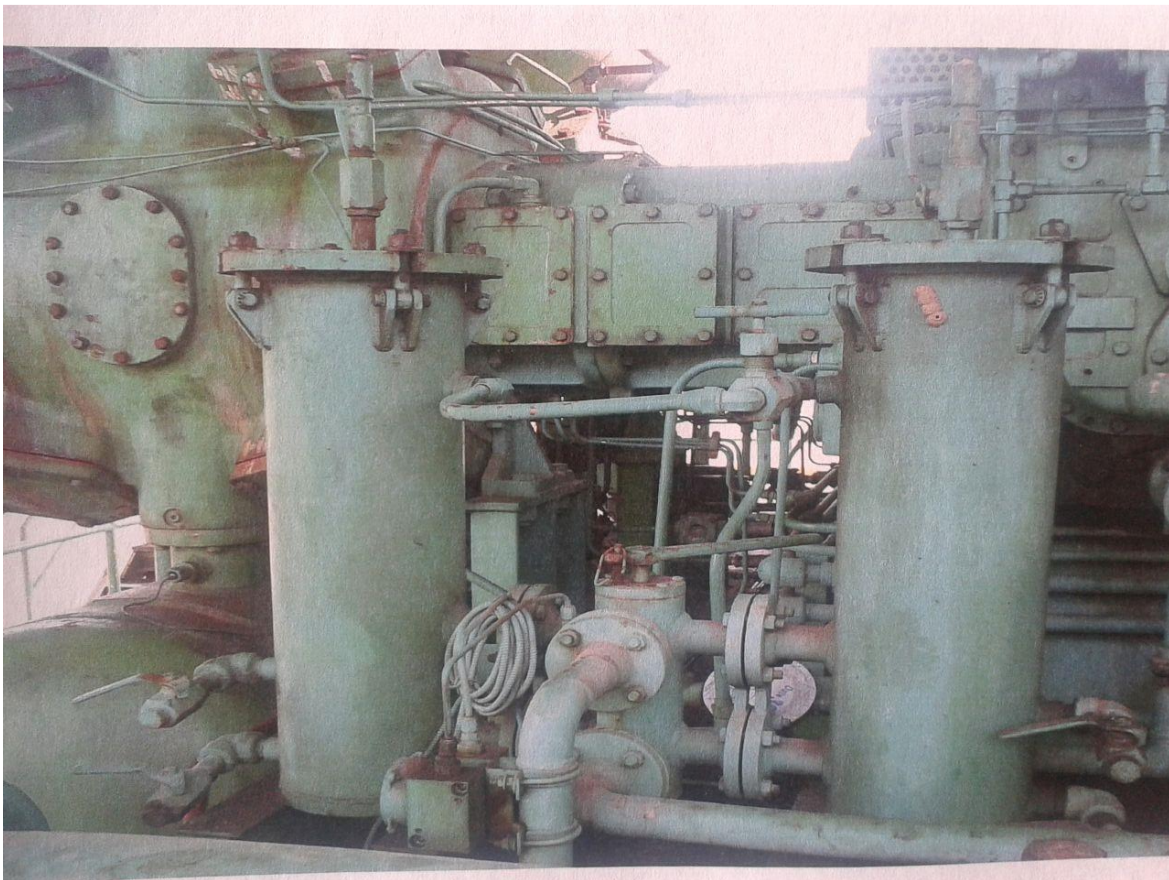
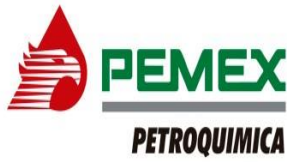


Fig. 56 Filtros de aceite que limpia de impurezas todo el sistema del compresor.



COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

Terminal refrigerada de distribución de amoníaco
Salina Cruz
Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoníaco anhidro



3.21 Bomba de aceite

La bomba del aceite es del tipo de engranes de desplazamiento positivo, accionada directamente desde el extremo de enfrente del cigüeñal. Consiste esencialmente de dos engranes en espiral que se junta entre sí, instalados en una caja con luz radial y longitudinal de tolerancias estrechas. Se hace uso de un acoplamiento de tipo flexible; hay una válvula de alivio instalada en la línea de descarga de la bomba para proteger al sistema contra una presión excesiva durante el arranque cuando el aceite podría estar frío y demasiado espeso para fluir libremente.

Nota:

La bomba no requiere virtualmente atención alguna siempre que no se introduzcan materias extrañas en el sistema. La eficiencia de la bomba es afectada por la luz de los engranes y es importante en los trabajos de reparación mantener la luz de calibración correcta. Deberá de haber un claro longitudinal en frío alrededor de 3/16" entre el extremo del cigüeñal y de la bomba, esto por la temperatura a que alcanza la unidad al estar operando, permitiendo un alargamiento del cigüeñal.

3.21.1 Importancia del cambio de aceite:

Debido a diferentes factores, no es posible establecer un programa definido para el cambio de aceite. Varias cosas tales como las condiciones de operación, factores de carga, tipos de servicio, lugar, condiciones de la unidad y cuidados de la misma, afecta el servicio que se podría anticipar del aceite lubricante. En algunos casos, podría ser necesario realizar un cambio periódico mientras que en otros el aceite podría conservarse en buen estado durante un tiempo muy prolongado.



3.21.2 Depósito de aceite de lubricación forzada:

El depósito de aceite de los lubricantes, es un depósito para mantener el aceite a un nivel, se utiliza para lubricar las paredes de los cilindros de los compresores y cajas de sellos. Figura 57.



Fig. 57 Medidor de nivel de aceite, contenido dentro del compresor.



3.21.3 Lubricación al final de la operación:

En este periodo de término, el objetivo es circular aceite a través de los pasajes o conductores de lubricación para un enfriamiento de las piezas mecánicas que estuvieron en constante movimiento o fricción y así reducir el desgaste de los mismos.

Bomba auxiliar de aceite accionada por motor eléctrico: A baja presión de aceite en el sistema, la bomba auxiliar arrancará automáticamente. Siendo su función respaldar al equipo en situaciones de emergencia. Figura 58.



Bomba auxiliar de lubricación

Fig. 58 Bomba auxiliar de lubricación, mantiene al sistema lubricado para evitar fricción y desgaste en materiales que rocen.



3.21.4 Filtros de flujos primarios:

Los filtros primarios (de hilo) filtran el aceite de las diversas partículas que se forman o se desprenden de las líneas de lubricación del compresor.

El filtro de flujo consiste de una cubierta que contiene cierto número de elementos que trabajan en paralelo para entregar la capacidad deseada.

Los elementos son de tipo reemplazable envueltos en hilaza (estopa), y deben ser reemplazados cuando los elementos estén sucios. Una línea de by-pass alrededor del filtro permite sacarlo de servicio sin apagar el motor.

La frecuencia de limpieza de los filtros varía de acuerdo a las condiciones locales de operación. Mientras los elementos se ensucian, la caída de presión a lo largo del filtro, se incrementa, y esta presión diferencial, puede usarse como indicador para saber cuándo es necesaria la limpieza. Figura 59.

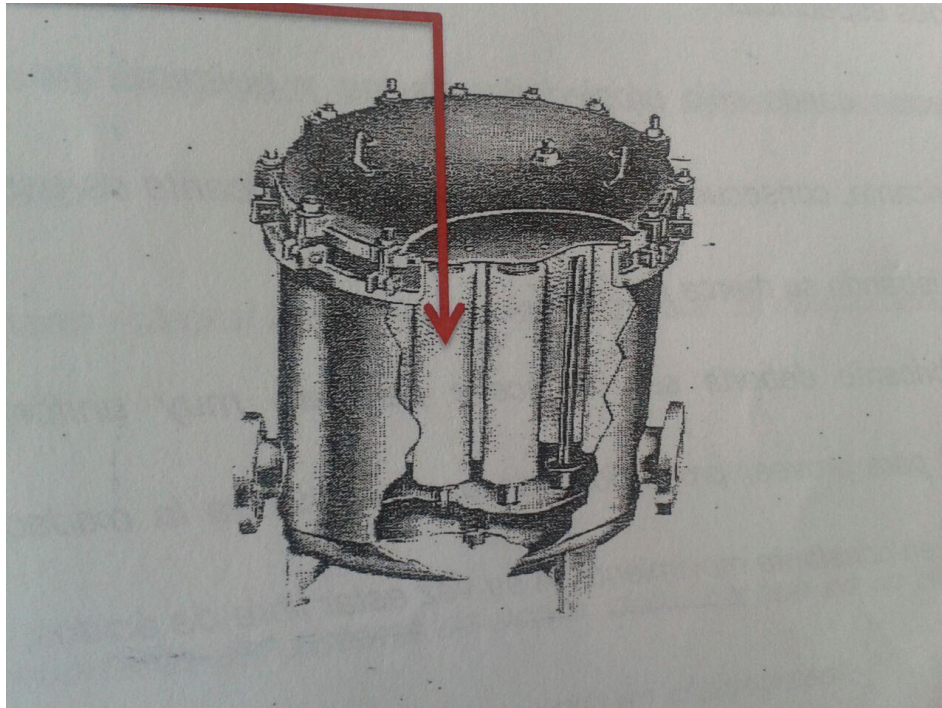
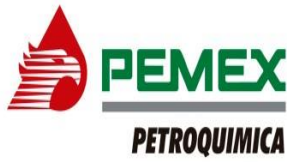


Fig. 59 Filtro de hilo, estos filtros por su material de hilo, son más eficientes en la limpieza del aceite y retención de partículas que dañen al equipo.



COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

Terminal refrigerada de distribución de amoníaco
Salina Cruz
Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoníaco anhidro



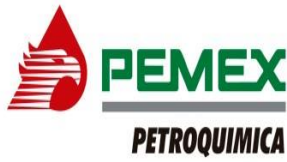
3.22 Lubricación

Los lubricantes derivados de petróleo son una mezcla de productos químicos, los compuestos contenidos en el petróleo crudo son el resultado del refinamiento y estos se añadieron para impartir propiedades específicas.

Una especificación dando solo propiedades físicas y químicas no asegura la actuación satisfactoria de un lubricante, consecuentemente los tipos de lubricante es usualmente especificado con el vendedor suministrando su marca particular.

Un aceite lubricante debería ser un aceite petrolero muy uniforme para lograr una lubricación de calidad para proveer protección adecuada en contra de la oxidación y las partes que mecánicamente están en constante movimiento. A su vez estar libre de ácidos, asfalto, jabón, resina y agua.

El aceite no debe tener ningún material sólido o material que haga perder las propiedades del mismo aceite o las partes que hace contacto. El aceite lubricante no debe echar espuma, formar emulsiones permanentes, o que rápidamente forme fango. Puede contener aditivos o supresores si su uso suplementa pero adversamente no afecta las propiedades deseables y las características del aceite.



COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

Terminal refrigerada de distribución de amoníaco
Salina Cruz
Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoníaco anhidro



3.22.1 Partes del sistema de lubricación

El sistema de lubricación de un compresor tiene como principal función suministrar aceites a todos los rodamientos con el único fin de minimizar el desgaste. Otra función destacable del sistema de lubricación es el enfriar las superficies calientes. Figura 60.

El sistema de lubricación del compresor está formado por los siguientes componentes:

3.22.1.1 Carter de almacenamiento

Este puede, o no, ser parte integral del conjunto del compresor. El equipo debe estar protegido por cualquier fuga de aceite.

3.22.1.2 Bomba de circulación

Es el elemento más importante del sistema de aceite, debido a que en un inicio de la puesta en operación proporciona la lubricación necesaria requerida en el compresor.

3.22.1.3 Bomba integral

La bomba se monta directamente al equipo y se adapta al eje de transmisión. La característica de cabezal reversible permite que la bomba fluya en una dirección, sin importar la rotación del eje, proporcionando dirección constante del flujo.

3.22.1.4 Filtros

Los filtros de aceite son importantes para eliminar la carbonilla del aceite, producida por las temperaturas a las que se somete, así como otras partículas extrañas que puedan dañar al equipo.

Los filtros están dispuestos en forma de cartucho y provistos de una válvula de by-pass.

De esta manera fácilmente el sistema puede hacer pasar el aceite de lubricación por los filtros más limpios.

Mientras los filtros van acumulando partículas indeseables, su presión de aceite a un lado y a otro incrementará.

3.22.1.5 Reguladores de presión de aceite

Aseguran que la presión de aceite es constante en todo el circuito, logrando establecer un control manual de presión.



3.22.1.6 Enfriadores

Debido a que el aceite tiene una función refrigerante y que a ciertas temperaturas pierde propiedades, son necesarios los enfriadores de aceite. Dependiendo del calentamiento que vaya a sufrir el aceite en las partes a lubricar en el compresor, el sistema de enfriado se dimensiona de una manera u otra.

Un aceite muy frío aumentará su viscosidad pudiendo acarrear problemas de circulación por lo que debe encontrarse en equilibrio.

Los enfriadores de aceite son refrigerados por un agente líquido, comúnmente se utiliza agua, el sistema de contraflujo favorece la transferencia térmica de ambos fluidos.

3.22.1.7 Alarmas

Los sistemas de alarmas están implementados en todo el proceso de la planta, y con más eficiencia en los sistemas de lubricación en los equipos dinámicos de mayor prioridad, cumplen con la finalidad en el sistema de control distribuido con una alarma audible, se da por hecho que ocurre una mala operación en los sistemas de lubricación y por ello deben ser atendidas.

Por ellos los compresores poseen y deben estar provistos de estos dispositivos de seguridad.



Fig. 60 Sistema de lubricación principal.



3.22.2 Lubricación antes del arranque

La lubricación al inicio de la operación es de suma importancia, porque permite lubricar las partes mecánicas que estarán en movimiento en las cuales el aceite de lubricación evitara en gran parte la fuerza de torsión con mayor facilidad y menos desgaste. Todos estos, dentro de los parámetros requeridos del fabricante y pre-establecidos para mejor funcionamiento. Figura 61.



Bomba auxiliar de lubricación

Fig. 61 Bomba auxiliar de lubricación, antes del arranque.



3.22.3 Lubricación durante la operación

Facilita el desplazamiento de las piezas que están en constante movimiento de las unidades; estos mismos ajustados debidamente dentro de los parámetros establecidos por el fabricante para su buena optimización durante la operación del equipo. Figura 62.

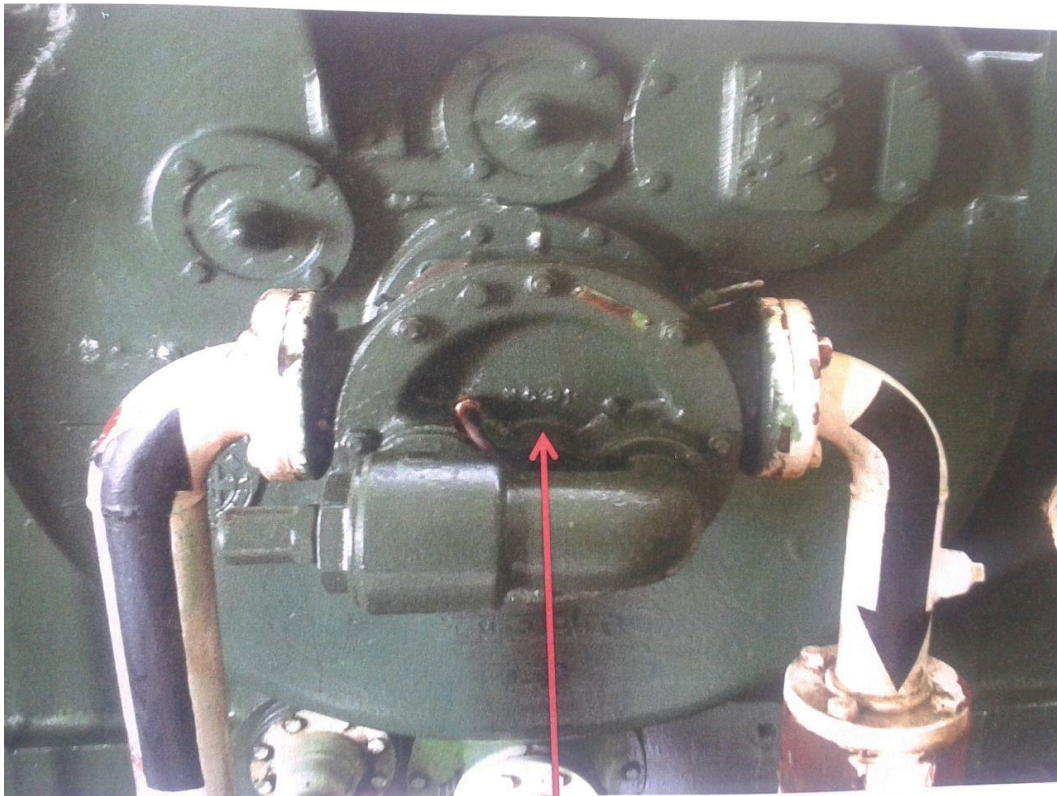


Fig. 62 Bomba principal de lubricación.



3.23 Sistema de agua de enfriamiento

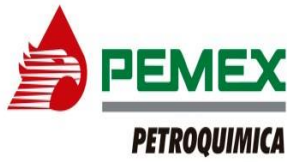
El agua de enfriamiento necesario para la planta se suministra de la torre CT-400 de una sola celda con una capacidad de 10 000 GPM, esta torre se encuentra dentro del límite de batería de la planta. El agua de enfriamiento tiene una temperatura de suministro de 32°C y de retorno de 46°C.

Se cuenta con tres bombas de agua de enfriamiento operadas con motor eléctrico BA-401 ABC (2 normal y una de relevo) con una capacidad de 5 000 GPM cada una.

Las bombas BV-601 A/B suministran agua de enfriamiento al sistema de refrigeración, sistema de llenado, a los compresores de aire de instrumentos y compresores de amoníaco. Como se observa en la figura 63.



Fig. 63 Sistema de enfriamiento para los compresores, así mismo para el aceite. (Por medio de bombas).



COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

Terminal refrigerada de distribución de amoníaco
Salina Cruz
Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoníaco anhidro



3.24 Sellos

3.24.1 Sellos tipo lubricado:

Los sellos de gas tipo lubricado se utilizan cuando el compresor maneja aire o fluidos que no se ven afectados al contaminarse con el aceite.

Estos están lubricados por medio de aceite a través de un conducto que penetra por la caja de sellos y se esparce a todos los anillos por la acción del vástago al moverse rectilíneamente. Esta lubricación es por goteo y está controlado por dosificadores instalados en una bomba integral acoplada al mismo compresor.

Para este tipo de anillos se utiliza material en su mayoría metálico, pero también se utiliza carbón o fibras plásticas.

3.24.2 Sellos no lubricados:

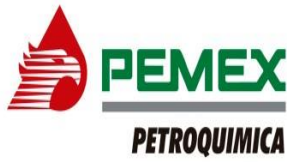
Los sellos no lubricados obviamente son utilizados en compresoras que manejan fluidos peligrosos, como por ejemplo gases tóxicos, inflamables, etc. Que se ven afectados por la contaminación del aceite o pueden tener alguna reacción con este lubricante. La importancia en este tipo de sellos estriba en el tipo de material con que están fabricados, ya que son materiales auto-lubricado y por consiguiente más resistentes al desgaste por fricción. Los materiales más utilizados comúnmente son el carbón, el teflón con bisulfuro de molibdeno, entre otros.

3.24.3 Sellos radiales y tangenciales:

Los sellos de gas se construyen para manejar alta y baja presión, y se denominan radiales y tangenciales y van instalados por parejas.

Los primeros se utilizan para absorber la mayor presión que escapa del cilindro por el lado del pistón y sus segmentos están seccionados en línea recta, por esta razón se les llaman radiales.

El segundo tipo son los tangenciales y son anillos también segmentados, pero el corte en sus puntas es del tipo inclinado o en ángulo. Este diseño los hace ser más precisos en el sellado, por este motivo se utilizan detrás del radial para sellar más herméticamente el fluido que alcanza a pasar por los primeros. A estos anillos también se les llama de baja presión o de sello. Normalmente en montajes que tienen varias etapas de sellado, las últimas parejas son únicamente de anillos tangenciales.



COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

Terminal refrigerada de distribución de amoniaco
Salina Cruz
Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoniaco anhidro



3.24.4 Sellos de aceite:

Estos sellos también están montados en el vástago del compresor, pero del lado del cárter o depósito del aceite de lubricación, entre el sello de gas y el cárter de aceite. Su función principal es evitar las fugas del aceite al exterior y evitar que entren al cárter sustancias contaminantes para el aceite.

También son anillos segmentados conformados por un resorte en su periferia. Se fabrican en tipo radial y tipo tangencial y su material generalmente es de bronce. A estos anillos comúnmente se les conoce como “Raspadores de aceite”, porque limpian el aceite que va impregnado en el vástago cuando este sale del cárter. Estos anillos tienen muescas y orificios por donde escurre el aceite que atrapan del vástago devolviendo al interior del depósito.

3.24.5 Armado de los sellos:

En esta etapa se debe tener precaución al instalar los anillos de sellado, pero antes de la instalación es importante la limpieza que deban tener todas las piezas que ensamblen en este paquete.

Se debe instalar primeramente un anillo rompedor de presión, posteriormente se instalarán los anillos de sellado, en sus respectivas cajas o copas. Estas copas deberán estar perfectamente maquinadas o rectificadas en sus caras para evitar las deformaciones o imperfecciones por corrosión.

Los anillos se deberán instalar por parejas, primero el radial y atrás el tangencial. Esto en todas las cajas respectivamente, normalmente cuando son varios juegos de anillos, las últimas parejas son anillos tangenciales.

Se debe tener cuidado que al ensamblar los anillos en el vástago, estos deberán tener un claro entre puntas aproximadamente de 0.040”. De tal manera que la suma de estos claros no deba exceder de 1/8”.

Es importante que al instalar las líneas de venteo o gas de barrido queden en la posición correcta evitando un mal funcionamiento de contrapresión interna.

Se debe tener precaución que al instalar los anillos de sello, estos vayan quedando traslapados de acuerdo a las aberturas entre puntas de manera que no haya paso libre por estos claros, formando un laberinto.



3.24.6 Instalación de sellos:

1. Las tazas, anillos y vástago, deberán estar limpios.
2. La superficie de asiento del anillo deberá ser paralela con las caras de la taza, las que a la vez deberán ser paralelas unas con otras.
3. Se posicionara, si lleva el anillo "O" de empaque en el fondo del cilindro o taza.
4. Se situara, si lleva el anillo rompedor de presión en la taza del fondo.
5. El diámetro interior de los anillos de empaque nunca será más de 0.002" mayor que el diámetro del vástago. Para prevenir soplado durante el arranque de la máquina, algunas veces se asientan los anillos sobre el vástago.
6. Cuando se monten los anillos sobre el vástago, deberán cuidarse de que sea con limpieza extrema. El polvo sobre la superficie de asiento de los anillos, los raya; el polvo sobre las caras de las tazas puede desalinearlas y además permitir fugas entre ellas.
7. Posicionar la taza siguiente sobre el vástago y recargarla contra la taza del fondo. Instalar el anillo radial, después el anillo tangencial y si lleva el anillo anti-extrusión, vea que las espigas posicionadoras estén correctamente alineadas. Asegúrese que los anillos estén armados debidamente con las marcas de los segmentos coincidiendo y orientados correctamente.

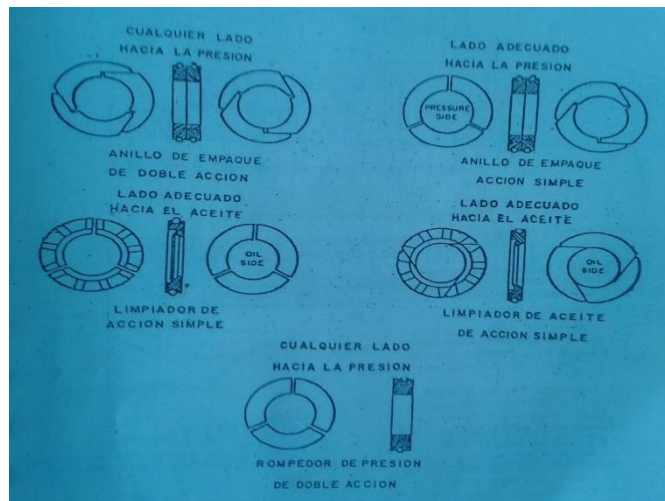


Fig. 64 Sellos de aceite, tipo y colocación.



**COMPLEJO PETROQUÍMICO
COSOLEACAQUE**

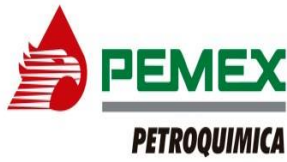
Terminal refrigerada de distribución de amoníaco
Salina Cruz

Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoníaco anhidro



CAPITULO IV

Conclusiones y recomendaciones



COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

Terminal refrigerada de distribución de amoniaco
Salina Cruz
Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoniaco anhidro



Conclusiones y recomendaciones

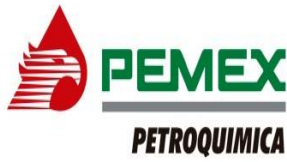
4.1 Conclusión

Los compresores que se encuentran en la planta BICA Y BICYQ, son compresores de modelos muy antiguos, compresores que ya no se encuentran en el mercado y por ende es muy complicado encontrar refacciones y piezas nuevas. Cuando se requiere de algún elemento para el compresor, debe obtenerse en un pedido muy especial para Pemex. Estos compresores de pistón son muy eficientes y si se les proporciona el mantenimiento adecuado y según el programa, pueden tener una larga vida útil de trabajo.

Pero también cuando se realiza el mantenimiento a los compresores, todos los sistemas de tuberías por donde pasa el gas, deben ser bloqueados totalmente, para que no existan líneas abiertas de amoniaco. Aun así, dentro del compresor quedan gases atrapados y por ello se debe tener suma precaución cuando se realice el trabajo.

4.2 Recomendaciones

1. Se observa que el trabajar con el amoniaco es un riesgo para las personas que lo manejan, ya que en cualquier momento en que se presenta una fuga considerable de este gas, puede ocasionar mucha pérdida de vidas así como también de flora y fauna. Por ello es muy importante aplicarse a las normas de seguridad de la SSPA, entre otros. Dentro de la planta se lleva un sistema riguroso para poder realizar un trabajo a cualquier equipo que se le vaya dar mantenimiento, no es fácil entrar en obra en la casa de compresores, porque es necesaria la autorización de varios jefes, sin ellos simplemente no se puede trabajar.
2. Se debe de tener un plan de procedimientos de emergencia a seguir en caso de un accidente con amoníaco, capacitar al personal de operación de los equipos de refrigeración en las líneas de producción y el cuarto de compresores y proporcionarles una guía de las normas de seguridad que se deben conocer en el manejo del amoníaco (NH₃). En ella se debe explicar qué hacer en caso de un accidente, el equipo de protección a utilizar en caso de fuga de amoníaco, el uso de respiradores, en el caso de quemaduras por salpicadura de amoníaco líquido y algunas medidas de seguridad que se deben seguir en el manejo del mismo.
3. Instruir al personal de operación del cuarto de compresores, acerca de la reparación en los compresores de pistón deben remover la protección del acople del motor con el compresor y luego de la reparación deben volver a colocar dicha protección para evitar accidentes en los mismos, así como los protectores que tienen los motores de control de capacidad y los motores de control de volumen, para evitar que les entre agua procedente de la condensación de la tubería de succión del sistema.



COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

Terminal refrigerada de distribución de amoníaco
Salina Cruz
Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoníaco anhidro



4.3 Anexo

Política y principios SSPA

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

Política:

Petróleos Mexicanos es una empresa que se distingue por el esfuerzo y el compromiso de sus trabajadores con la seguridad, la salud en el trabajo y la protección ambiental, mediante la administración de sus riesgos, el cumplimiento normativo con disciplina operativa y la mejora continua.

Principios:

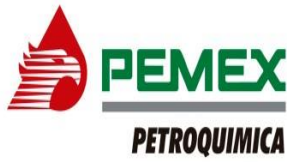
La seguridad, salud en el trabajo y protección ambiental son valores de la más alta prioridad para la producción, el transporte, las ventas, la calidad y los costos.

Todos los incidentes y lesiones se pueden prevenir.

La seguridad, salud en el trabajo y protección ambiental son responsabilidad de todos y condición de empleo.

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

Los trabajadores petroleros estamos convencidos de que la seguridad, salud en el trabajo y protección ambiental son en beneficio propio y nos motivan a participar en este esfuerzo.



COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

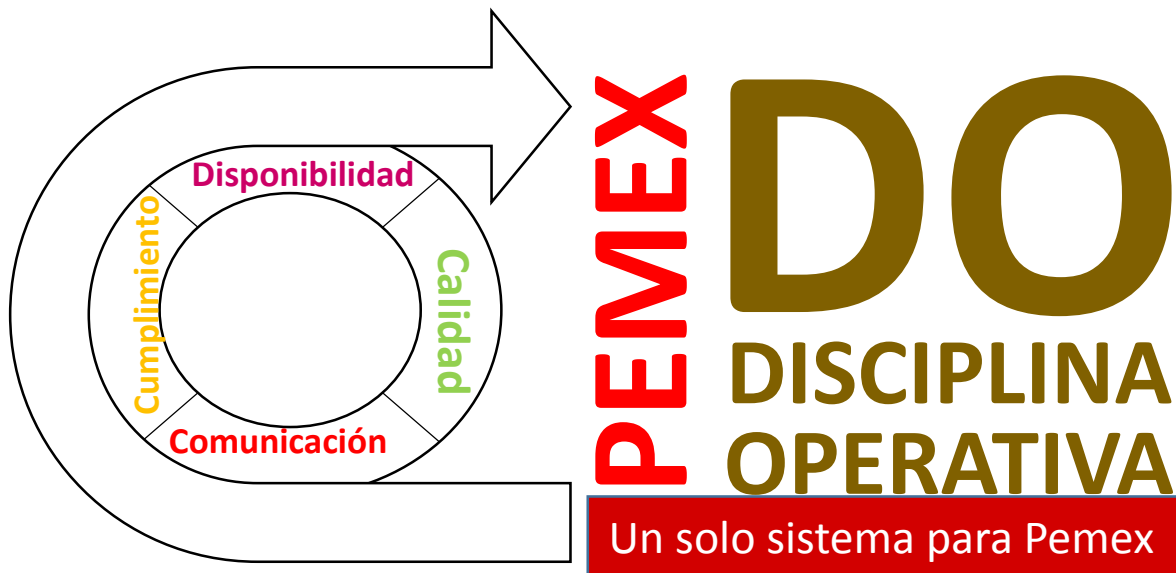
Terminal refrigerada de distribución de amoníaco
Salina Cruz

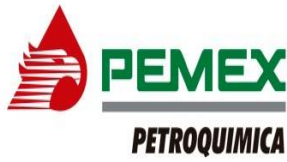
Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoníaco anhidro



Disciplina Operativa.

- El personal aprenda y entienda el concepto y la importancia de operar con disciplina operativa.
- La línea de mando pueda comunicarlo y aplicarlo correcta y efectivamente en sus actividades.
- Los trabajadores visualicen de su aplicabilidad en las diferentes actividades del centro de trabajo.





COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

Terminal refrigerada de distribución de amoníaco
Salina Cruz

Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoníaco anhidro

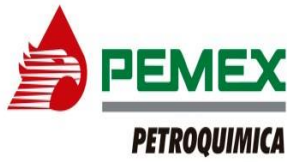


Meta:

- Se prevengan incidentes y accidentes en los centros de trabajo contribuyendo así al logro de la "Meta de Cero" y del incremento del EVA (índice de valor agregado); haciendo extensiva su aplicación a las funciones de Pemex Petroquímica.

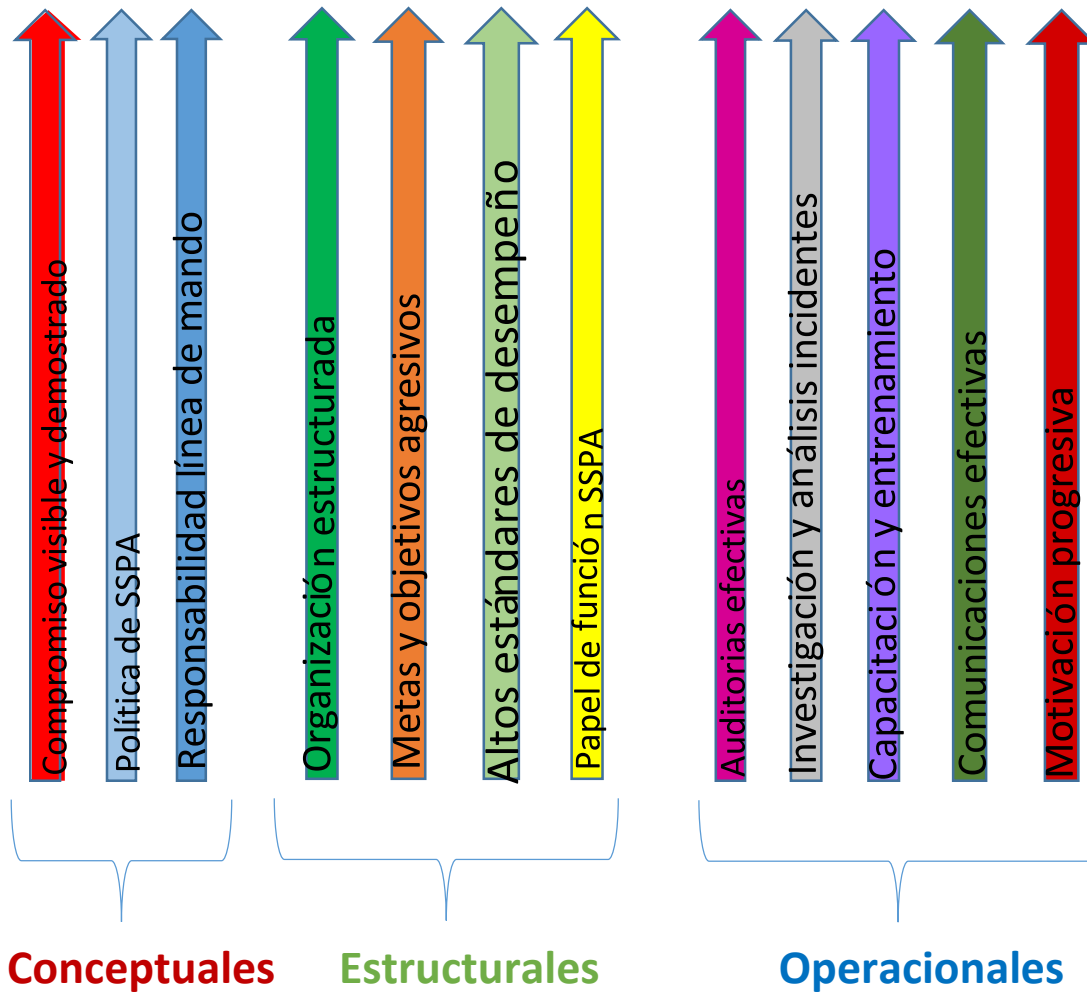
Principio:

- La fabricación, uso y manejo de materiales peligrosos requiere de la dedicación y compromiso de todos los individuos que administran y manejan dichos materiales, realizando este trabajo de la manera correcta siempre.
- Así mismo, las funciones de Pemex desarrollaran sus actividades en formas consistentes y libres de defectos.



COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

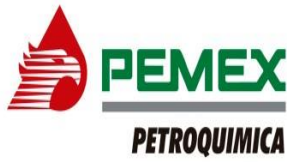
Terminal refrigerada de distribución de amoniaco
Salina Cruz
Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoniaco anhidro



Disciplina Operativa.

Nació en México en 1983.

Fue utilizado posteriormente en todos los giros del negocio para fomentar y fortalecer la Excelencia operacional.



COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

Terminal refrigerada de distribución de amoníaco
Salina Cruz
Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoníaco anhidro



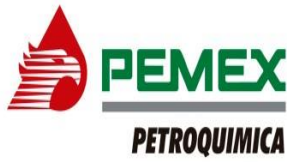
¡¡PORQUE DISCIPLINA OPERATIVA ES IMPORTANTE!!

- Protege al personal de lesiones.
- Protege empleos mediante la prevención de pérdida de instalaciones.
- Asegura un producto de calidad.
- Mantiene a los negocios competitivos.

DEFINICIONES

Procedimientos e instrucciones operativas:

- Son un conjunto de indicaciones por escrito que, cuando son seguidas por el personal involucrado, minimizan las desviaciones de la intención de diseño u operación.
- Son importantes porque describen la interface entre la gente que realiza la actividad y el sistema y/o equipo de proceso.
- Es vital que el personal sienta que el Manual de procedimientos es suyo y que refleja cómo se realiza la actividad y sus conocimientos.
- Si los trabajadores se sienten involucrados, estarán en mejor disposición de usarlo y mejorarlo.



COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

Terminal refrigerada de distribución de amoníaco
Salina Cruz
Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoníaco anhidro



RESPONSABILIDAD Y RENDICIÓN DE CUENTAS

- Es importante para saber quién es responsable y de que acciones, y contar con medios por los cuales se pueda rendir cuentas por sus acciones.
- No significa encontrar formas de culpar a los operadores si algo equivocado ocurre, ni tampoco proporcionarles a los trabajadores excusas por un desempeño descuidado e inseguro.

OBJETIVOS AL ESCRIBIR PROCEDIMIENTOS

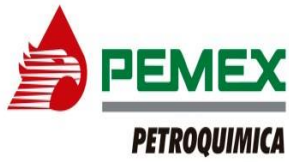
SEGURIDAD

- Se ha determinado que el 96% de las lesiones son causadas por actos inseguros y errores operativos.
- Es esencial que los operadores reciban procedimientos e instrucciones operativas de calidad, sean capacitados, y se revise su cumplimiento.

ECONOMÍA

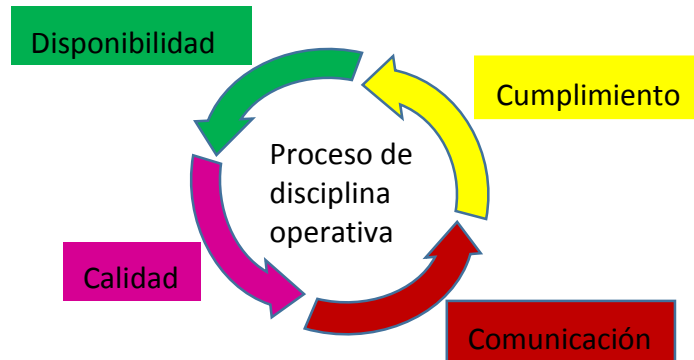
- Todos los accidentes, causan pérdidas económicas: pérdida o reducción de la producción, daños al equipo, mayores primas en los seguros, atención y recuperación de los lesionados.
- Todas las fallas administrativas impactan económicamente al negocio.
- Un buen manual de procedimientos ayuda a reducir estas pérdidas, contribuyendo a lograr una operación más disciplinada, libre de errores, paros y contratiempos.

Es el cumplimiento riguroso en forma continua de los procedimientos y prácticas en todos los centros de trabajos.





COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

Terminal refrigerada de distribución de amoníaco
Salina Cruz
Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoníaco anhidro




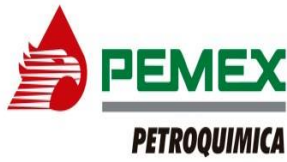
Asegurar que las operaciones sean llevadas a cabo Correcta y Consistentemente a través del proceso.

 Disponibilidad de procedimientos.

 Calidad del contenido.

 Adecuada comunicación y entendimiento.

 Riguroso cumplimiento de su ejecución en las áreas.



COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

Terminal refrigerada de distribución de amoníaco
Salina Cruz
Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoníaco anhidro



DISPONIBILIDAD

PROPÓSITO:

Asegurar que todos los procedimientos que son requeridos para las operaciones y/o actividades están disponibles y accesibles.

PARA GARANTIZAR QUE:

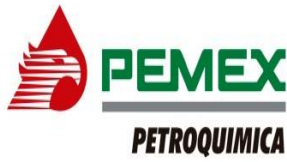
- Se tenga una adecuada cobertura de procedimientos para cada una de las operaciones/actividades que los requieran.
- Se cuente con información correcta y consistente en todas las áreas y/o departamentos y, se definan claramente prioridades; para establecer criterios de revisión.

CALIDAD

PROPÓSITO:

Asegurar que todos los procedimientos tengan calidad en su contenido y se encuentren vigentes.

- Sean claros y concretos, resaltando los puntos críticos y los límites de operación o actividad que describen.
- Reflejen el estado actual de los procesos.
- Se actualicen con la frecuencia requerida, incorporando las modificaciones en equipos, funciones y mejores formas de ejecución.



COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

Terminal refrigerada de distribución de amoníaco
Salina Cruz
Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoníaco anhidro



PUNTOS CLAVE:

- Guía para elaborar procedimientos.
- Guía y parámetros para verificar la calidad de los procedimientos.
- Criterios para definir frecuencias de revisión de procedimientos.
- Calificación de la calidad de procedimientos.

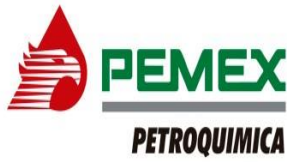
CARACTERÍSTICAS:

- Lenguaje claro, sencillo y entendible por quien lo usa.
- Reflejen lo que se hace en el campo.
- Técnicamente veraces.
- Revisados con la participación de los trabajadores.
- Explica los “porqués” de límites y controles.

COMUNICACIÓN

PROPÓSITO:

- Contar con mecanismos de comunicación para la difusión y el entrenamiento de los procedimientos.



COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

Terminal refrigerada de distribución de amoníaco
Salina Cruz

Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoníaco anhidro



PARA GARANTIZAR QUE:

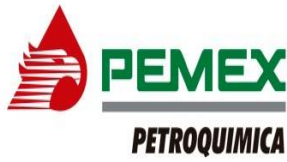
- Se tenga una definición clara de cuales procedimientos deben ser conocidos por el personal dependiendo de su área de responsabilidad.
- Se usan medios de comunicación adecuados para asegurar que los procedimientos son conocidos por todo el personal.
- Se tengan medios de evaluación para asegurar que el personal conozca los procedimientos requeridos en su área.

PUNTOS CLAVE:

- Guía para la comunicación de los procedimientos.
- Cuestionarios en cada procedimiento.
- Matriz de procedimiento por área o puesto.
- Matriz de conocimientos por área o puesto.
- Programa de comunicación de procedimientos.
- Registro de capacitación en procedimientos.
- Índice de comunicación de procedimientos.

CARACTERÍSTICAS:

- Profundiza la participación de los supervisores.
- Requiere seguimiento y verificación.



COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

Terminal refrigerada de distribución de amoníaco
Salina Cruz
Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoníaco anhidro



CUMPLIMIENTO

PROPÓSITO:

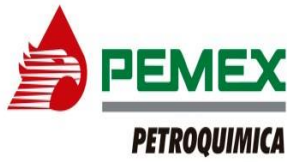
- Asegurar el cumplimiento riguroso y continuo de los procedimientos.

PARA GARANTIZAR QUE:

- Se cuente con medios y sistemas para detectar las desviaciones en el cumplimiento de los procedimientos.
- Se analicen las desviaciones para determinar causas y en base a ello mejorar continuamente.
- Se desarrolla en todo el personal un alto sentido de compromiso hacia la disciplina operativa.

PUNTOS CLAVE:

- Guía para verificar el cumplimiento de los procedimientos.
- Revisiones de ciclo de trabajo.
- Programas de revisión de ciclos de trabajo.
- Auditorías de disciplina operativa.



COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

Terminal refrigerada de distribución de amoníaco
Salina Cruz
Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoníaco anhidro



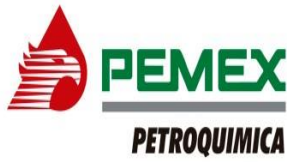
CARACTERÍSTICAS:

- Detecta desviaciones en el cumplimiento de procedimientos.
- Analiza las causas y toma acción.
- Fomenta el mutuo aprendizaje.
- Establece un puente de comunicación supervisor-trabajador.
- Muestra evidente del compromiso.
- Mantiene el sistema actualizado.
- Fomenta, facilita y cristaliza la mejora continua de las operaciones.
- Fomenta una operación disciplinada.

BENEFICIOS DEL PROGRAMA DE AUDITORÍAS EFECTIVAS

- ✓ Hace visible el compromiso de la línea de mando por SSPA.
- ✓ Favorece la participación de los empleados.
- ✓ Permite establecer y revisar sus estándares de desempeño seguro para el personal y para el medio ambiente.
- ✓ Les permita hablar y escuchar a su gente.
- ✓ Permite evaluar la aplicación del entrenamiento recibido y la detección de nuevas necesidades de capacitación.
- ✓ Propicia la revisión conjunta de las operaciones y sus peligros (operador-supervisor).
- ✓ Favorece la motivación de los empleados mediante el reconocimiento del desempeño seguro.
- ✓ Permite detectar acciones preventivas establecer compromisos para un comportamiento seguro y respetuoso del medio ambiente.

Aunque las auditorías de actos inseguros de SSPA son una de las herramientas claves para mejorar el desempeño en SSPA, los siguientes puntos representan el mal uso de estas auditorías.



COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

Terminal refrigerada de distribución de amoniaco
Salina Cruz
Superintendencia de mantenimiento
Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoniaco anhidro



- Solo los supervisores realizan las auditorias.
- No hay seguimiento ni registro de participación.
- No hay implicación de salario / ascensos.
- Poco interés o participación de los jefes y gerentes.
- Establecimientos de cuotas o de un número requerido de observaciones.
- Uso del sistema “policías y ladrones”.
- No hay comunicación de los resultados a los empleados.
- No hay seguimiento para corregir problemas o cambiar comportamientos.
- Uso de los resultados para fines de castigo.

Para efectuar auditorias de actos inseguros (observaciones preventivas) para el personal y el medio ambiente:

1. Observar a los empleados.
2. Hablar con el empleado.

- Felicitar por el comportamiento seguro.
- Si observa actos inseguros para el personal o el medio ambiente.
- Lograr que reconozca la forma correcta del comportamiento inseguro observado.
- Obtener compromiso de actuar con seguridad y protegiendo el medio ambiente.
- Identificar medidas preventivas.
- Informar al supervisor del empleado. Si usted no es el supervisor de esa persona.

DEFINICIONES

Acto inseguro: es cualquier acción del personal, la cual lo expone a él o sus compañeros a sufrir lesión o a contaminar el medio ambiente.

Condición insegura: es toda condición del equipo o instalaciones, que se puede tener el potencial de ocasionar una lesión personal o contaminar el aire, agua o suelo.

Factor de severidad: es un factor numérico para ponderar los actos inseguros en relación al riesgo de lesión o daño ambiental que representan:

1/3 cuando no existe la posibilidad de lesión, es una violación menor a procedimientos y prácticas menor a procedimientos y prácticas establecidas.

1 existe la posibilidad de lesión, o daño al medio ambiente.

3 existe una alta posibilidad de ocurrir una lesión grave o un daño severo al medio ambiente.



COMPLEJO PETROQUÍMICO COSOLEACAQUE

Terminal refrigerada de distribución de amoníaco
Salina Cruz

Superintendencia de mantenimiento

Rehabilitación de compresores recíprocos para
servicio de amoníaco anhidro



4.4 Fuentes de información

Manual de compresores recíprocos de amoníaco para operarios especialistas mecánicos de piso. Terminal refrigerada de distribución de amoníaco Salina Cruz.

Instructor: Rafael Trinidad Salinas.

Conceptos básicos para compresores recíprocos. Subdirección de gas licuado y petroquímicos básicos.

Instructor: Arturo Gómez Bernal.