



Reporte Final de Estadía

Juan Carlos Torres Espinosa

Habilitación de Separador Bifásico FA-02



Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Programa Educativo
Ingeniería en Mantenimiento Industrial

Reporte para obtener título de
Ingeniero en Mantenimiento Industrial

Proyecto de estadía realizado en la empresa
Pemex Exploración y Producción, Batería de Separación Perdiz

Nombre del proyecto
Habilitación de Separador Bifásico FA-02

Presenta
Juan Carlos Torres Espinosa

Cuitláhuac, Veracruz, a 17 de Abril de 2018.



Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Programa Educativo
Ingeniería en Mantenimiento Industrial

Nombre del Asesor Industrial
Ing. Edgar Walfré Nolasco Sánchez

Nombre del Asesor Académico
M.I.E. Uriel Alejandro Hernández Sánchez

Jefe de Carrera
Ing. Gonzalo Malagón González

Nombre del Alumno
Juan Carlos Torres Espinosa

Cuitláhuac, Veracruz, a 17 de Abril de 2018.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por darme el apoyo incondicional en los peores y excelentes momentos a lo largo de mi vida, por ser el sustento en cada momento de mi carrera y facilitarme todas las necesidades que se tienen durante el caminar escolar.

A Dios por brindarme todas las bendiciones posibles para realizar mi sueño y cuidarme en toda ocasión.

Al asesor industrial por brindarme las facilidades y la orientación necesarias para realizar mis estadías.

Al asesor académico por guiarme de la manera correcta para llevar a cabo la finalización de mi trayecto estudiantil.

A la escuela por ser mi hogar durante 4 años, por enseñarme todo lo que se y forjarme para ser una persona competente capaz de triunfar en cualquier lugar y ámbito que me proponga.

RESUMEN

En este proyecto se da a conocer la implementación en la Empresa “Pemex” dentro de la estación “Batería de Separación Perdiz” de un separador Bifásico llamado FA-02, este dispositivo se introdujo para reducir problemas de exceso de líquidos en el sistema de compresión, esta anomalía produce el paro total de este sector de compresión. Se presenta todos los aspectos que se requieren para realizar esta tarea, principalmente en el área de instrumentación, instalación de válvulas, aplicación de agentes corrosivos, calibraciones de válvulas etc.

Contenido

AGRADECIMIENTOS	2
RESUMEN	3
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	7
1.1 Estado del Arte	8
1.2 Planteamiento del Problema	8
1.3 Objetivos	9
1.4 Definición de variables.....	9
1.5 Hipótesis	10
1.6 Justificación del Proyecto.....	10
1.7 Limitaciones y Alcances.....	11
1.8 La empresa Pemex.....	12
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA	15
2.1 Marco de Antecedentes.....	15
2.2 Marco teórico.....	16
2.2.1 ¿Qué es un separador bifásico?.....	16
2.2.2 Clasificación de separadores bifásicos.....	16
2.2.3 Efectos de separación en los separadores.....	18
2.2.4 Partes de un separador bifásico.	20
2.2.5 Funciones de un separador bifásico.	21
2.2.6 Instrumentación de un Separador Bifásico.....	21
2.2.7 Moto-compresoras de gas natural.....	38
2.2.8 Equipo de seguridad en “Estación Batería de separación Perdiz”	39
2.3 Marco Legal	41
2.3.1 Recipiente FA-02, Datos técnicos.....	41
2.3.2 Rombo de seguridad de separador Bifásico FA-02.....	46
CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO	49
3.1 Propuesta de solución	49

3.2 Desarrollo del proyecto	50
CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES	75
4.1 Resultados.....	75
BIBLIOGRAFÍA.....	78

Tabla de ilustraciones

.....	
<i>Ilustración 1 Ubicación de estaciones de Pemex en el estado de Veracruz</i>	<i>7</i>
<i>Ilustración 2: Niveles de líquidos en el recipiente</i>	<i>10</i>
<i>Ilustración 3: Separador cilíndrico bifásico horizontal</i>	<i>17</i>
<i>Ilustración 4: Separador cilíndrico vertical</i>	<i>18</i>
<i>Ilustración 5: Partes de separador bifásico horizontal</i>	<i>20</i>
<i>Ilustración 6: Válvulas controladoras de nivel</i>	<i>22</i>
<i>Ilustración 7: Partes internas de válvula controladora</i>	<i>23</i>
<i>Ilustración 8: Elementos de una válvula de seguridad.....</i>	<i>25</i>
<i>Ilustración 9: Régimen de presiones para una válvula de seguridad</i>	<i>26</i>
<i>Ilustración 10: Indicador de nivel con flotador.....</i>	<i>29</i>
<i>Ilustración 11: Termómetro de nivel grados Celsius.....</i>	<i>30</i>
<i>Ilustración 12: 12 PL controlador de nivel sin flotador.</i>	<i>33</i>
<i>Ilustración 13: Válvula globo con brida RF.....</i>	<i>34</i>
<i>Ilustración 14: Vista interior de válvula de compuerta.....</i>	<i>35</i>
<i>Ilustración 15: Strainer tipo Y con brida RF</i>	<i>36</i>
<i>Ilustración 16: Manómetro, rango 0-1000 psi.....</i>	<i>37</i>
<i>Ilustración 17: Moto-compresoras de gas natural</i>	<i>39</i>
<i>Ilustración 18: Artículos que se deben portar de EPP</i>	<i>40</i>
<i>Ilustración 19: Elementos químico de ASTM y ASME 516 Grado 70 de Acero al carbón.....</i>	<i>43</i>
<i>Ilustración 20: Tabla de ponderaciones de viscosidad del petróleo</i>	<i>45</i>
<i>Ilustración 21: Vista se separador bifásico FA-02.....</i>	<i>47</i>
<i>Ilustración 22: Ponderación de rombo de seguridad.....</i>	<i>47</i>
<i>Ilustración 23: Diagrama de Ishikawa de paros totales en moto-compresora</i>	<i>49</i>
<i>Ilustración 24: Nuevo proceso de la materia prima (Crudo).</i>	<i>50</i>
<i>Ilustración 25: Preparación de cimienta para el dispositivo FA-02</i>	<i>51</i>

Ilustración 26: Compañía Fyresa en la construcción del cimientó	52
Ilustración 27: Cimientos terminado de separador Bifásico	52
Ilustración 28: Traslado del recipiente por medio de brazo HIAB	53
Ilustración 29: Operario de primera retirando válvula macho con llave de golpe	54
Ilustración 30: Operarios de primera y especialistas desinstalando válvulas del separador bifásico,	54
Ilustración 31: Especialista quitando el agente anticorrosivo para manipulación correcta de los espárragos	55
Ilustración 32: Separador Bifásico FA-02	56
Ilustración 33: Espárragos, anillos y válvulas desmontadas	56
Ilustración 34: Válvula 10"600# RTJ la cual controla el acceso o cierra de entrada hacia el dispositivo	61
Ilustración 35: Válvula 10"600# entrada de Gas	62
Ilustración 36: Tubería de 10" salida de gas separador bifásico.	62
Ilustración 37: Líneas de separador bifásico FA-02	63
Ilustración 38: Instrumentos de control de FA-02	63
Ilustración 39: Conexiones de indicador de nivel	64
Ilustración 40: Indicador de Nivel	64
Ilustración 41: Desfogue de gas suministro y entrada a los instrumentos	65
Ilustración 42: Conexiones de descarga del nivel óptico	66
Ilustración 43: Válvulas de crudo en el separador bifásico	67
Ilustración 44: Válvulas manipuladoras de Crudo	70
Ilustración 45: Línea de crudo en el separador	70
Ilustración 46: Zona de circulación de gas	71
Ilustración 47: Líneas rotuladas de separador FA-02	71
Ilustración 48: Regulador de baja y caja de control kimray instalada en posición de nivel	73
Ilustración 49: Termino de labores en el Separador Bifásico.	74
Ilustración 50: Presión de trabajo de FA-02	76
Ilustración 51: Temperatura de FA-02	76
Ilustración 52: Nivel de líquidos actuales de FA-02	77

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

Pemex es una de las mayores empresas petroleras que existen a nivel mundial, encabezando su producción en el país Mexicano.

Esta organización es la más importante dentro de nuestro país con su expropiación de gas y crudo, dentro de sus instalaciones realizan las tareas necesarias y adecuadas para darle el proceso a este producto, así mismo comercializarlo y obtener unas de los mayores ingresos a la economía del territorio mexicano.

Para que se pueda ejecutar las labores dentro de la empresa es necesario contar con maquinaria, personal e instalaciones certificadas para el tratamiento de la materia prima y poder comercializarlo a diferentes clientes con la calidad necesaria para realizar el proceso de refinación de cada uno de los elementos primarios que se obtienen en esta empresa Pemex.

En Veracruz se encuentran una diversidad muy amplia de estaciones que se dedican a estos trabajos; Gasífero, Cabuky, Taller Tinajas, Lizamba, Cauchy, Arquimia, Campo 20, Matapionche, Miralejos, Copite, Colector 1 y 2, Furier, Vistoso, Estación de Medición ERGyC Papan, Playuela.

Fig-024-AIV.- Típico de tablas, graficas y reportes de datos para la Visualización de Variables Operativas.



Ilustración 1 Ubicación de estaciones de Pemex en el estado de Veracruz

En la estaciones de Pemex, se realizara la expropiación petrolera en diferentes mantos terrestres, los cuales el equipo de Geofísica y Geología estudiaron de manera detallada las zonas y donde sería la mejor ubicación para crear pozos junto con el equipo de perforación se efectuara la extracción del Crudo que es la materia prima que se puede encontrar en las zonas anteriormente analizadas.

Obteniendo la materia prima se distribuyen a las estaciones las cuales trataran y darán el proceso correspondiente al gas y al crudo. La batería de separación “Perdiz” se encarga de dar el tratamiento adecuado a estas materias primas, en la misma estación se llevara a cabo el proyecto “Habilitar separador bifásico FA-02”.

1.1 Estado del Arte

En la estación de producción “Gasífero” anteriormente se habilito un separador bifásico, en esta estación el gas natural es el principal elemento que se procesa dentro de estas instalaciones solamente para realizar la separación, ya que no cuenta con un sistema de compresión para enviar el gas natural hacia otra estación, el separador bifásico ah sido de gran ayuda para realizar esta tarea, esta estación es fue una de las iniciadoras en aplicar estos dispositivos de rectificación para su materia prima y ah visto una gran mejora en la calidad final de sus productos se quiere implementar en la “Batería de Separación Perdiz” para reducir el exceso de líquidos que se tiene en el sistema de compresión, para esto se analizo previamente lo factible que es el separador bifásico en el campo Gasífero las ventajas que posee implementarlo.

1.2 Planteamiento del Problema

En la estación “Batería de separación perdiz” se cuenta con la infraestructura y mano de obra capacitada para dar el proceso al crudo, gas y agua congénita. Ahí mismo se realizan las acciones para separar estos 3 elementos que desde el

subsuelo terrestre vienen mezclados y se realiza un proceso simple dentro de las instalaciones; Separación, Almacenamiento y Distribución a diferentes estaciones.

En la distribución de gas, la principal maquina que realiza este trabajo (compresor) está teniendo problemas por altos niveles de líquidos dentro de su sistema, esta anomalía impacta de manera inmediata al mal funcionamiento de este elemento, ya que no se cuenta con una herramienta que ayude al compresor que el aire que está distribuyendo llegue altamente seco, con la implementación del dispositivo separador se evitarían una gran parte de paros no programados y la intervención del equipo de mantenimiento para reparar este tipo de fallas.

1.3 Objetivos

General;

“Habilitar separador bifásico en B.S. perdiz para disminuir altos niveles de líquidos en el sistema de compresión de gas hacia la estación ERGyC Papan”.

Específicos;

- Explicar equipos de instrumentación en los separadores bifásicos.
- Conocer principios de operación de los instrumentos del separador bifásico.
- Calcular válvula de seguridad de FA-02.
- Calibrar válvula controladora de líquidos con dispositivos de control.
- Conversión de unidades volumen y presión.

1.4 Definición de variables

Definición de las variables que se utilizarán para medir y cumplir los objetivos.

Nivel de Líquidos: El nivel adecuado para estos dispositivos no debe de exceder de de *Nivel bajo* como se muestra en la imagen siguiente. El líquido es controlado por estos instrumentos.

- Caja de control marca “Kimray”

- Nivel de flotador magnético
- Válvula controladora de líquidos (liquids control valve)

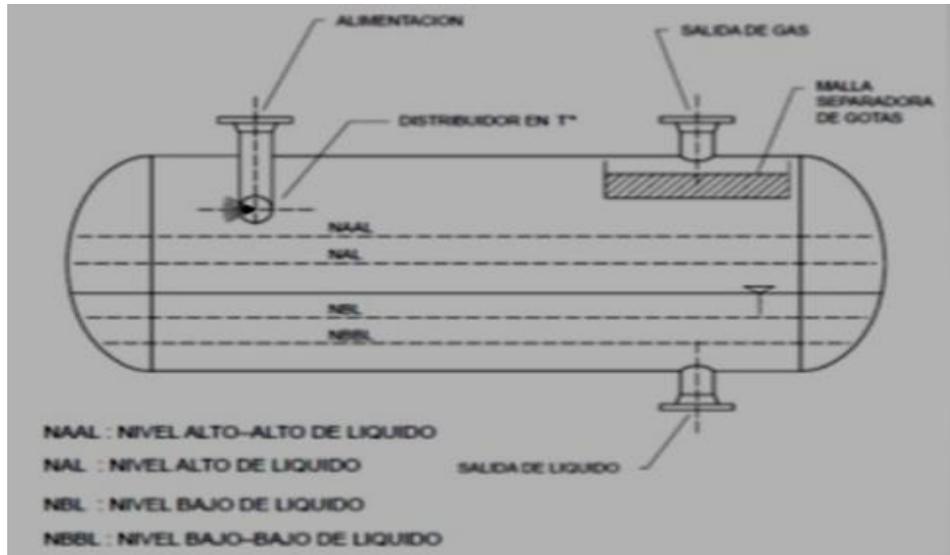


Ilustración 2: Niveles de líquidos en el recipiente

(Martinez L. E., 2015)

Temperatura: Dentro del recipiente esta variable 40° Celsius especificada por el fabricante. Para realizar las mediciones se ocupa un termómetro de caratula.

Presión: Este dispositivo tiene como presión de operación máxima es de 80 psi, el instrumento de medición es un manómetro ½” con rango de 0-160 psi

1.5 Hipótesis

“Es posible reducir el exceso de líquidos que se tienen en el sistema de compresión de gas natural enviado a la estación ERGyC Papan, habilitando un separador bifásico FA-02”

1.6 Justificación del Proyecto

Los separadores realizan una tarea muy importante en el proceso que Pemex utiliza para transformar su materia prima, ya que estos dispositivos ayudan a

desintegrar los 2 tipos de materias primas que se presentan a la hora de la succión del crudo desde el núcleo terrestre que son; Gas y Crudo.

Uno de los objetivos primarios que tiene la BS Perdiz es la de realizar la separación de manera correcta y eficiente, al realizar esta tarea ayuda a toda la maquinaria que se encuentra operando dentro de la instalación trabajar con la materia prima para la cual fue fabricada. Un área de oportunidad que se tiene es en el sistema de compresión, este sector está afectado por no tener un dispositivo rectificador que ayude a proporcionar que el gas que se envíe hacia las moto compresoras no posea demasiados líquidos los cuales provocan los paros totales de la maquinaria.

Aparte de cuidar la maquinaria con la implementación de un Separador Bifásico de baja presión también se ayudaría a que todo el gas que llegue para ser distribuido hacia la estación “ERGC Papan” llegue con la calidad de venta mayor, así mismo los 7 millones de pies cúbicos diarios que se procesan dentro de la batería se hagan con los estándares de calidad elevados. Cabe resaltar que esto sería de gran ayuda para solventar las necesidades que se presentaran con la apertura de un nuevo pozo “Ixachi” que será monitoreado y controlado por el personal de la “Batería de Separación Perdiz”.

1.7 Limitaciones y Alcances

Alcances:

- Reducir problemas de paros totales en el sector de compresión.
- Producción neta de 12 MMPCD
- Elevar la calidad que se envía el gas natural a la esta “ERGC Papan”

Limites:

- Solo aplicable a industrias petroleras

- Limitado el análisis que se realiza al gas que se distribuye hacia papan

1.8 La empresa Pemex

Descripción de los siguientes puntos:

Historia:

Fecha:	Descripción	MMB (Millones de Barriles)
2011	Las reservas totales de petróleo ascienden a 43.1 MMB, (miles de millones de barriles). Fuente: Pemex, Exploración y Producción	931.705
2012	La producción anual del año 2012, equivale aproximadamente al 75% del máximo histórico de 2004 que fue 1,234.758 millones de barriles anuales.	929.988
2013	La producción anual del año 2013, equivale aproximadamente al 74% del máximo histórico de 2004 que fue 1,234.758 millones de barriles anuales.	920,530
2014	La producción anual del año 2014, equivale aproximadamente al 72% del máximo histórico de 2004 que fue 1,234.758 millones de barriles anuales.	886,585
2015	Las reservas totales de petróleo, probadas, probables y posibles ascienden a 37.4 MMB, (miles de millones de barriles). Fuente: Pemex, Exploración y Producción La producción anual del año 2015, equivale aproximadamente al 67% del máximo histórico de 2004	827,455

 que fue 1,234.758 millones de barriles anuales. 

(Botello, 2017)

Misión:

Maximizar el valor económico a largo plazo de las reservas de crudo y gas natural del país, garantizando la seguridad de sus instalaciones y su personal, en armonía con la comunidad y el medio ambiente. Sus actividades principales son la exploración y explotación del petróleo y el gas natural; su transporte, almacenamiento en terminales y su comercialización de primera mano (Produccion, 2011)

Visión:

Convertirse en la mejor empresa petrolera, operada por personal altamente calificado, con criterios de rentabilidad y competitividad, con productos y servicios energéticos y petroquí-micos de calidad, con tecnología de vanguardia, seguridad en sus instalaciones y absoluto respeto a su entorno.(Mexicanos, 2013)

Objetivos:

Procesos que se realizan en la empresa:

Gasolinas

Son utilizadas como principal combustible para el transporte, utilizados en motores de combustión interna. Existen diferentes especificaciones con relación al contenido de azufre y octanaje. Las gasolinas se obtienen de la destilación fraccionada del petróleo.

- Pemex Diesel
- Pemex Magna
- Pemex Premium
- Diesel marino especial
- Gasolina con contenido mínimo 87 octanos

- Gasolina con contenido mínimo 91 octanos
- Diesel automotriz
- Diesel marino

Gases Combustibles:

Una de las principales fuentes de energía para uso doméstico, se utiliza como combustible para producir energía térmica mediante un proceso de combustión.

- Gas licuado del petróleo (LP)
- Gas natural
- Gasóleo doméstico
- Propano

Mercado de impacto de los productos o servicios brindados por la empresa:

- Aceites Industrial
- Minería
- Petróleo
- Polietilenos
- Química
- Solventes
- Textil
- Transporte y automotriz
- Agricultura y Alimentos
- Combustibles
- Construcción
- Eléctrico
- Energía
- Envase y embalaje

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

El contenido de este capítulo se centra en todos los pasos a seguir para el desarrollo del proyecto, llevándolo de la mano con sus alcances y objetivos. Es posible utilizar imágenes para apoyar la descripción de su metodología.

Además, describe las técnicas (cualitativas y/o cuantitativas) y metodologías empleadas para la elaboración de la tesina. Debe informar el lugar, tiempo en el que será realizado el estudio y los elementos de estudio (sujetos y/u objetos de estudio), así como la cantidad de elementos de estudio (tamaño de la muestra).

A continuación se muestran los pasos que se realizaron dentro de la batería de separación perdiz para poner en marcha el dispositivo de baja presión para realizar la separación y control del crudo y gas, recordando que el mismo se instaló para reducir los niveles de líquidos en el sistema de compresión.

2.1 Marco de Antecedentes

Es el resumen de los resultados semejantes que fueron encontrados por otros investigadores sobre el tema abordado, contestando a las preguntas: ¿Qué se dice acerca del tema?, ¿Cuáles son sus aportaciones en la resolución de dicho problema?, ¿Cuáles son los resultados de dichas investigaciones?

Se deberán incluir solamente los trabajos más importantes y recientes sobre el tema.

NO incluir TODA la literatura, se deberán incluir en párrafos alrededor del tema de investigación.

2.2 Marco teórico

Es el punto más crítico en la construcción del proyecto de investigación, ya que es aquí donde se encuentra el fundamento científico del estudio de investigación, consiste en realizar una revisión de la literatura sobre el tema, es decir, buscar las fuentes documentales que permitan detectar, extraer y recopilar la información de interés para la solución del problema.

Este marco deberá tener por lo menos 5 fuentes bibliográficas (libros, revistas de divulgación científica, artículos arbitrados, tesis, entre otros). Las cuales deberán ser citados utilizando la norma APA.

2.2.1 ¿Qué es un separador bifásico?

Es un cilindro de acero por lo general se utiliza en los procesos de producción, procesamiento y tratamiento de los hidrocarburos para disgregar la mezcla entre sus componentes básicos petróleo y gas. Adicionalmente, el recipiente permite aislar los hidrocarburos de otros componentes indeseables como la arena y el agua. (Martinez, 2007).

2.2.2 Clasificación de separadores bifásicos.

Los separadores se pueden clasificar de varias maneras, dependiendo de las fases que separan, de la forma, de la posición, de la utilización o condiciones de trabajo, entre otros.

Fases de un separador bifásico

En cuanto a las fases que separan pueden ser bifásicos o trifásicos; serán bifásicos si solamente separan gas y líquido, y trifásicos si separan gas, petróleo y agua. Los bifásicos son más comunes y los trifásicos se usan generalmente donde hay crudos livianos y no se presentan emulsiones.

Forma de un separador bifásico

En cuanto a la forma pueden ser cilíndricos o esféricos. Los cilíndricos son los más comunes pero los esféricos son bastante usados en campos de gas y cuando deben trabajar a presiones altas.

Posición de separadores bifásicos.

En cuanto a posición, esto se refiere a los separadores cilíndricos, pueden ser verticales y horizontales. (Peña, 2012)

Por la presión de trabajo de separadores bifásicos.

- Baja presión (10 hasta 225 psi)
- Media presión (230 hasta 700 psi)
- Alta presión (750 hasta 1500 psi)



Ilustración 3: Separador cilíndrico bifásico horizontal



Ilustración 4: Separador cilíndrico vertical

2.2.3 Efectos de separación en los separadores.

Dentro de los campos petroleros los efectos de separación más usados son;

- Fuerza de Gravedad
- Fuerza Centrifuga
- Fuerzas Electroestáticas
- Placa de choques

Fuerza de Gravedad

Una vez dado al anterior mecanismo, las moléculas que no se separaron por el cambio de momentum del fluido quedan suspendidas en la segunda sección del separador, ellas quedan expuestas a las fuerzas de arrastre del líquido de acuerdo a la velocidad de las partículas y por otro lado a la fuerza propia de la gravedad.

En el momento que ellas se equilibran y que la fuerza de la gravedad es ligeramente mayor que la de arrastre del fluido la partícula empieza a caer hasta almacenarse en la parte baja del separador.

Fuerza Centrifuga

Funciona mediante el efecto de la fuerza centrífuga. El agua contaminada con sólidos e hidrocarburos/aceites se inyecta tangencialmente a lo largo de la circunferencia del estanque cilindro-cónico para permitir la separación de las partículas pesadas. El aceite libre es retirado de la superficie del estanque y se almacena en el acumulador de hidrocarburo. Las partículas que pueden precipitar sedimentan al fondo del estanque, desde aquí son drenadas a un filtro de bolsa de fácil reemplazo. Opcionalmente se puede incluir inyección de ozono, control de pH, aplicación de agentes coagulantes/floculantes con el objeto de aumentar la flotación de aceites y la precipitación de sólido

Fuerzas electroestáticas

Consiste en someter la emulsión a un campo eléctrico intenso, generado por la aplicación de un alto voltaje entre dos electrodos. La aplicación del campo eléctrico sobre la emulsión induce a la formación de dipolos eléctricos en las gotas de agua, lo que origina una atracción entre ellas, incrementando su contacto y su posterior coalescencia. Como efecto final se obtiene un aumento del tamaño de las gotas, lo que permite la sedimentación por gravedad.

Placa de choques

Este mecanismo de separación es tal vez el que más se emplea en la eliminación de las partículas pequeñas de líquido suspendidas en una corriente. Las partículas de líquido que viajan en el flujo de gas chocan con obstrucciones donde quedan depositadas.

2.2.4 Partes de un separador bifásico.

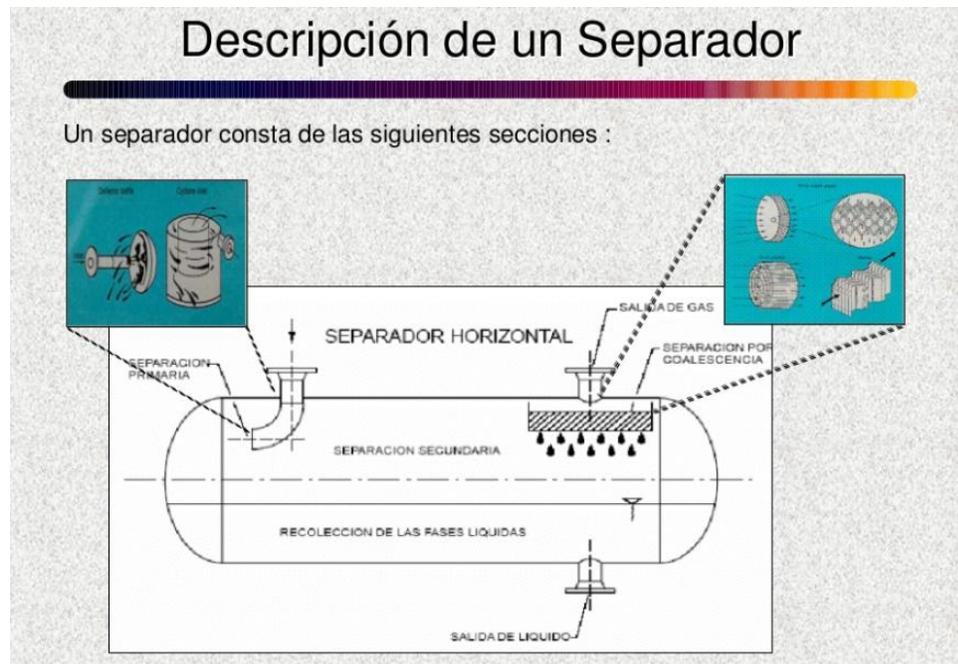


Ilustración 5: Partes de separador bifásico horizontal

Sección Primaria

El cambio en la cantidad de movimiento de las fases a la entrada del separador genera la separación gruesa de las fases. Esta zona incluye las boquillas de entrada y los aditamentos de entrada, tales como deflectores ó distribuidores.

El deflector separa el petróleo y el gas al forzar cambios en dirección y velocidad en la corriente de flujo. El ingreso ciclón logra el mismo resultado con la fuerza centrífuga

Sección Secundaria

Está representada por la etapa de separación máxima de líquido por efecto de gravedad. En esta sección las gotas se separan principalmente por la gravedad por lo que la turbulencia del flujo debe ser mínima. Para esto, el separador debe tener suficiente longitud. En algunos diseños se utilizan veletas o aspas alineadas para reducir aún más la turbulencia, sirviendo al mismo tiempo como superficies colectoras de gotas de líquido. La eficiencia de separación en esta sección, depende principalmente de las propiedades físicas del gas y del líquido, del tamaño de las gotas de líquido suspendidas en el flujo de gas y del grado.

2.2.5 Funciones de un separador bifásico.

Tareas que se obtienen implementando un separador de baja presión en industrias petroleras.

- Liberar parte del gas en solución, que aun pueda permanecer en fase líquida, para así obtener crudo libre de agua
- Permitir una primera separación entre los hidrocarburos, esencialmente líquido y vapor.
- Refinar el proceso de separación mediante la recolección de partículas líquidas atrapadas en la fase gaseosa, para evitar su arrastre con el gas de salida.
- Descargar por separado las distintas fases a fin de evitar que puedan volver a mezclarse (Satander, 2013)

2.2.6 Instrumentación de un Separador Bifásico.

Válvulas de control de líquidos (liquids control valve)

Son órganos que realizan la función de regular el caudal de un fluido que se comanda a distancia por medio de Válvulas de control de un fluido que se comanda a distancia por medio de una señal neumática o eléctrica sobre un servo actuador que la posiciona acorde a la orden de un controlador. Las válvulas son las encargadas de regular el caudal del fluido de control que modifica el valor de la variable medida y por tanto de la variable controlada. Las válvulas son los principales elementos finales de control.



Ilustración 6: Válvulas controladoras de nivel

Partes de una válvula controladora

CUERPO: Es el alojamiento de las partes internas que están en contacto con el fluido. Deben ser: - Material adecuado (resistente a altas temperaturas y presiones). - Tamaño adecuado (según el caudal). - Resistente a la corrosión.

TAPA: Permite la unión del cuerpo con el servo actuador y a su través se desliza el vástago del obturador.

SERVOACTUADOR: Es el dispositivo que mueve el vástago. Puede ser neumático, hidráulico, eléctrico o electromecánico. Generalmente es neumático por ser simple, de acción rápida y tener gran capacidad de esfuerzo.

EMPAQUETADURA: Permite sellar fugas de fluido entre el vástago y la tapa. Normalmente suele ser de aros de teflón, de sección V y comprimidos por resortes.

OBTURADOR Y ASIEN TO: Son los elementos que restringen el paso del fluido y caracterizan la válvula de control.

Partes internas de una válvula controladora

Generalmente se las considera a las piezas metálicas desmontables que están en contacto directo con el fluido. Las más importantes

- Vástago (1) -
- Empaquetadura (17) -
- Anillos guías del vástago (14) -
- Obturador (9)
- Asiento (15 y 16)

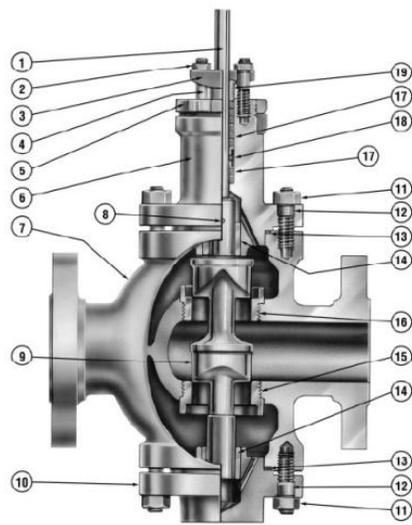


Ilustración 7: Partes internas de válvula controladora

Válvula de seguridad.

Ese dispositivo empleado para evacuar el caudal de fluido necesario de tal forma que no se sobrepase la presión de timbre del elemento protegido.

Tipos de válvulas según su elevación

- Válvulas de seguridad de apertura instantánea: Cuando se supera la presión de tarado la válvula abre repentina y totalmente.
- Válvulas de alivio de presión: Cuando se supera la presión de tarado, la válvula abre proporcionalmente al aumento de presión.

Tipos de válvulas según su actuación

- Válvulas de actuación directa: Son válvulas cargadas axialmente, que al alcanzar la presión de tarado abren automáticamente debido a la acción del fluido a presión sobre el cierre de la válvula.
- Válvulas de actuación indirecta: Son válvulas accionadas por piloto. Deben actuar debidamente sin ayuda de ninguna fuente exterior de energía. Según su agrupación
- Válvulas de seguridad sencilla: Son las que alojan en su cuerpo a un solo asiento de válvula.
- Válvulas de seguridad dobles o múltiples: Son las que alojan en su cuerpo dos o más asientos de válvulas.

Tipos de válvulas según su conexión

- Embridadas. ● Roscadas. ● Soldadas.

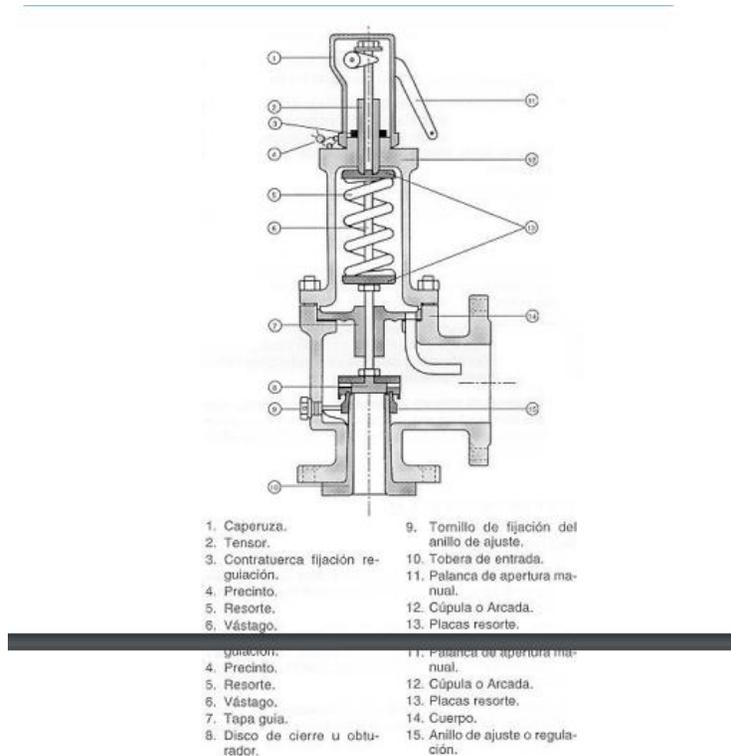


Ilustración 8: Elementos de una válvula de seguridad

Principio de operación de una válvula de seguridad

Las válvulas de seguridad de alivio de presión están diseñadas para abrir y aliviar un aumento de la presión interna del fluido, por exposición a condiciones anormales de operación o a emergencias. Son actuadas por la energía de la presión estática. Cuando en el recipiente o sistema protegido por la válvula se produce un aumento de presión interna, hasta alcanzar la presión de tarado, la fuerza ejercida por el muelle es equilibrada por la fuerza producida por la presión sobre el área del disco de cierre. A partir de aquí, un pequeño aumento de presión producirá el levantamiento del disco de cierre y permitirá la salida del fluido. Si se trata de una válvula de seguridad de apertura instantánea, el disco de cierre se separará repentina y totalmente, debido al incremento de la fuerza resultante del producto de la presión por el incremento del área del disco de cierre. Pero si se trata de una válvula de alivio de presión, la válvula abrirá proporcionalmente al incremento de presión producido.



Ilustración 9: Régimen de presiones para una válvula de seguridad

Datos técnicos regulador Filtro FISHER industrial FS67CFR-224

Número de modelo:	FS67CFR-226
Fabricante:	Fisher
Tipo de regulador:	67CFR
Tamaño de la conexión:	1/4"
Tipo de cuerda:	NPT
Material del cuerpo:	Aluminio
Material de la tapa del resorte:	Aluminio
Tipo de filtro:	Integral de 5 micrones

Material del filtro:	Polietileno
Rango de presión (psi):	0-125
Tornillo de ajuste:	Cuadrado

Funcionamiento de un regulador de baja presión.

Este regulador tiene la función de dar la presión requerida por medio de un tornillo de ajuste que regula la presión, para que el sistema de control que este posteriormente a este dispositivo tenga el libraje de trabajo necesario para operar y realizar sus funciones.

Conexiones mecánicas (Bridas)

La brida es el elemento que une dos componentes de un sistema de tuberías, permitiendo ser desmontado sin operaciones destructivas, gracias a una circunferencia de agujeros a través de los cuales se montan pernos de unión. Las partes de una brida son el ala, cuello, diámetro de pernos y cara.

Los diseños de las bridas más habituales son: Bridas de cuello para soldadura, bridas locas, de enchufe y soldadura, roscadas y ciegas. Principalmente se usan para construir cañerías o tubos, conductores de fluidos (gaseosos, líquidos, pulpas y sólidos en estado polvo).

Las caras de las bridas están fabricadas según unas normativas para mantener unas dimensiones normalizadas. Las caras de las bridas estándar más habituales son:

Bridas RTJ (RING TYPE JOINTS) “Juntas tipo anillo”

Las bridas RTJ tienen ranuras cortadas en sus caras que aceptan juntas anulares de acero. Sellan cuando los pernos apretados comprimen la junta entre las bridas

dentro de las ranuras, deformando la junta para hacer contacto íntimo dentro de las ranuras, creando un sello de metal a metal.

Las bridas según el estándar ASME B16.21/B16.1/B16.5 o ASME/ANSI B16.47 normalmente están hechas a partir de forja con las caras mecanizadas. Se clasifican según su clase de presión y se expresan en libras por pulgada cuadrada o, simplemente, el símbolo #.

Clases de presión: **125#, 250#, 150#, 300#, 600#, 900#, 1500# y 2500#.**

Brida (Full Face o Flat Face) “Cara plana”

La junta plana TIPO RF (Raised Face) es una junta cuyo diámetro externo es tangente a los bulones, haciéndola auto entrante al ser instalada. Se utiliza entre bridas con resalte y es el tipo de junta más usada en bridas industriales por ser económicas sin perder su desempeño.

Dimensionamiento, la junta plana para uso en bridas ASME, está dimensionada en la Norma ASME B16.21, Nonmetallic Flat Gaskets for Pipe Flanges. Cuando las dimensiones de la junta plana fueran mayores que la hoja de lámina comprimida, o si debido a razones económicas, fuera necesario su fabricación en sectores, existe un tipo de enmienda: cola de pato o milano. Este tipo de enmienda es la más utilizada en aplicaciones industriales, permitiendo la fabricación en cualquier tamaño y espesor. Cada unión macho y hembra es ajustada de modo que haya el mínimo de holgura



Indicador líquido magnético “Magna-Site de KENCO”

Es un indicador de nivel de líquido magnético utilizado para determinar el volumen de líquido contenido en un recipiente. Debido a que Magna-Site elimina la necesidad de vidrio, las aplicaciones de alta presión y las ubicaciones peligrosas están protegidas del peligro de un derrame químico debido a la falla del vidrio.

Utiliza tres componentes principales: la cámara de alojamiento del medidor, el flotador magnético y el conjunto de bandera magnética. La cámara de alojamiento del medidor está montada adyacente al lateral del recipiente. Está construido para resistir las mismas temperaturas y presiones que el propio tanque. Está equipado con las conexiones de montaje del tanque apropiadas para facilitar la instalación y para permitir la igualación del nivel de líquido en el tanque y el manómetro.



Ilustración 10: Indicador de nivel con flotador

Termómetros de caratula

Los termómetros bimetalicos son instrumentos de medición de la temperatura especialmente útiles y prácticos ya que no requieren el uso de elementos adicionales para su uso. Por sí mismo un termómetro bimetalico nos da la medición local de la temperatura ya que cuentan con una carátula amplia desde la cual podemos hacer la medición directa de la temperatura.

Los termómetros bimetalicos están fabricados en Acero Inoxidable con carátulas de visualización amplias, conexiones a proceso y mecanismos que permiten ajustar la carátula para mejorar la visibilidad de la misma. Dependiendo del proceso a instrumentar un termómetro bimetalico puede fabricarse con diferentes longitudes de vástago, siendo los más comunes las longitudes múltiplos de 3" hasta llegar a las 12, es decir, 3", 6", 9" y 12". Mayores longitudes de vástago en un termómetro bimetalico también son comunes aunque la fabricación de los mismos no es en serie y por tal razón los tiempos de entrega son mayores.



Ilustración 11: Termómetro de nivel grados Celsius

12 PL Control de Nivel sin Flotador

Aplicaciones de 12 PL

Control de separador de aceite y gas, control de cierre de nivel alto. Para usarse con las válvulas serie MT Kimray o válvulas motoras presión cierra que usan estos

dispositivos usan toda la presión del separador sobre el diafragma de la válvula motora.

Características de 12 PL

No requieren flotador Se instalan fácilmente El piloto de purga intermitente ahorra gas Control de estrangulación o de apertura semirápida Sólo un ajuste para cambi ar el control Sólo un ajuste para cambiar el nivel del líquido

Presión de operación de 12 PL

750 psi máximo

Presión de gas suministro

30 psi

Funcionamiento:

El piloto puede ajustarse para acción de estrangulación o apertura semi-rápida mediante la PERILLA DE CONTROL. Con la PERILLA DE CONTROL contra su tope, el piloto estrangulará. Afloje la PERILLA DE CONTROL de media a una vuelta completa para la apertura semi-rápida. El TAPÓN PILOTO consiste en dos esferas de acero inoxidable conectadas juntas en forma rígida. El asiento superior para el TAPÓN PILOTO controla la presión del separador a la presión modulada (rojo a amarillo).

El asiento inferior para el TAPÓN PILOTO es el venteo de la presión modulada (amarillo a la atmósfera). La presión de gas del separador (rojo) se equilibra a través del DIAFRAGMA DEL PILOTO. La presión de gas del separador (rojo) y la presión modulada (amarillo) actúan en direcciones opuestas sobre los dos diafragmas pequeños de la misma área para balancear el piloto contra los cambios en esas presiones.

La única fuerza hacia arriba para mover el ensamble del piloto es la presión del líquido en el separador, contrapuesta por el RESORTE DEL PILOTO. Esta presión del resorte puede modificarse mediante el RESORTE DE AJUSTE para incrementar o reducir el nivel del líquido. A medida que sube el nivel del líquido en el separador, éste se sobrepone al RESORTE DEL PILOTO y empuja el ensamble del piloto hacia arriba, cerrando el asiento superior (rojo y/o amarillo) y abriendo el asiento inferior (amarillo a atmósfera).

Cuando la presión modulada (amarillo) se ventea, la presión del fluido del separador abre la válvula. A medida que el nivel del líquido baja en el separador, el ensamble del piloto se mueve hacia abajo y cierra el asiento inferior (amarillo a atmósfera) y abre el asiento superior (rojo o amarillo), lo cual incrementa la presión modulada y cierra la válvula.

Cuando se ajusta el piloto para estrangulación, la acción de la válvula de tres vías del piloto de purga intermitente del TAPÓNPILOTO contra su asiento ajusta la presión modulada (amarillo) para re posicionar el diafragma de la válvula motora con el fin de dar cabida al caudal requerido. Este reposicionamiento rápido pero estable produce una verdadera acción de estrangulación.

Para servicio de separador estándar, se instala en el piloto un resorte ligero para una altura de nivel de líquido máxima de aproximadamente 4 pies. Para otro servicio, se pueden instalar resortes especiales para una altura de nivel de líquido máxima de 8 ó 30 pies. A menos que se especifique lo contrario, se proveerá un resorte ligero. (Herrera., 2014)

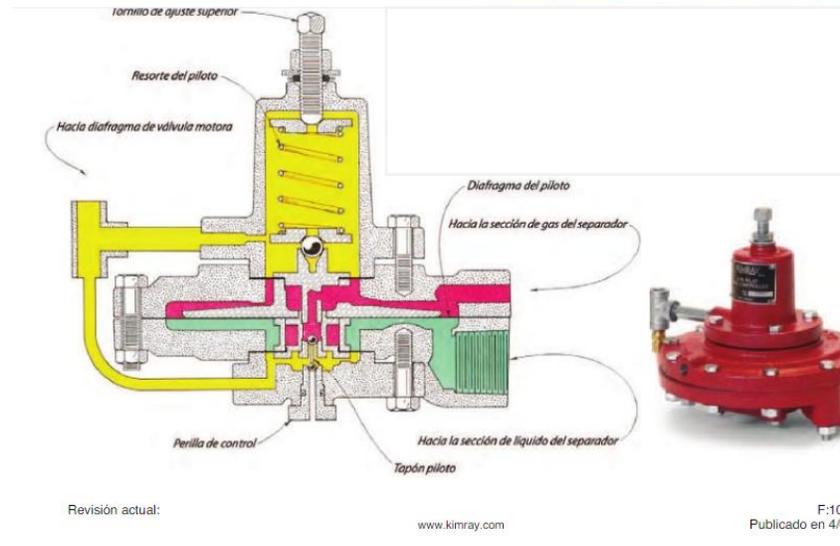


Ilustración 12: 12 PL controlador de nivel sin flotador.

Válvulas de globo.

La válvula de globo es adecuada para utilizarse en una amplia variedad de aplicaciones, desde el control de caudal hasta el control abierto-cerrado (On-Off).

Cuando el tapón de la válvula está en contacto firme con el asiento, la válvula está cerrada. Cuando el tapón de la válvula está alejado del asiento, la válvula está abierta. Por lo tanto, el control de caudal está determinado no por el tamaño de la abertura en el asiento de la válvula, sino más bien por el levantamiento del tapón de la válvula (la distancia desde el tapón de la válvula al asiento). Una característica de este tipo de válvula es que incluso si se utiliza en la posición parcialmente abierta, hay pocas posibilidades de daños al asiento o al tapón por el fluido. En particular, el principal tipo de válvula de globo utilizada para control de caudal es la válvula de aguja.



Ilustración 13: Válvula globo con brida RF

Válvulas de compuerta

Las válvulas de compuerta se utilizan principalmente para dejar pasar o no un fluido (ON-OFF) y no están diseñadas para regularlo lo que indica que deben estar completamente abiertas o completamente cerradas para que sus interiores (asiento y cuña) no sean desgastados prematuramente por el fluido y su presión y así evitar que tenga fugas.

Las válvulas de compuerta son bidireccionales y de paso completo, también pueden ser con vástago fijo o vástago saliente según los espacios que se tienen disponibles e las líneas para su instalación.

Las válvulas de compuerta también son llamadas de seccionamiento y son fabricadas en varios materiales como: bronce, acero al carbón fundido, acero inoxidable, hierro, acero forjado, PVC, CPVC con extremos roscados, bridados, soldables a tope (butt Weld), soldables a caja (socket Weld).



Ilustración 14: Vista interior de válvula de compuerta

Válvulas macho o de paso completo.

La válvula de esfera de paso completo está diseñada en cuerpo de dos piezas de fundición a la cera perdida de precisión, teniendo una apariencia estética de excelente calidad y a la vez permite poco trabajo de maquinado. Está encaminada a servicios de poca demanda de presión y operación principalmente para el mercado de precios medios ya puede ser reparable. El material de fabricación es de acero inoxidable 316 tanto el cuerpo, esfera y palanca. Sus asientos son en teflón reforzado así como sus estoperos

Características de válvulas macho.

- Los diámetros de fabricación van desde 1/4" hasta 3".
- El tipo de conexión es; roscada NPT, soldable socket Weld y Manguito.
- Temperatura de operación -20°C a 180°C.
- Presión de diseño hasta 1000 PSI.

Aplicaciones de válvulas macho.

Sus principales mercados son a nivel industrial embotelladora, alimenticia, Instrumentación, cervecera, minera, etc.

Filtros strainer tipo Y.

Los filtros de sedimentos protegen los componentes de la tubería como las bombas y los medidores mediante la eliminación de impurezas y sólidos suspendidos.



Ilustración 15: Strainer tipo Y con brida RF

Manómetro

Un manómetro es un instrumento de medida de la presión en fluidos (líquidos y gases) en circuitos cerrados. Miden la diferencia entre la presión real o absoluta y la presión atmosférica, llamándose a este valor, presión manométrica. A este tipo de manómetros se les conoce también como "Manómetros de Presión".

Lo que realmente hacen es comparar la presión atmosférica (la de fuera, la atmósfera) con la de dentro del circuito por donde circula el fluido. Por eso se dice que los manómetros miden la presión relativa.

La presión manométrica es la presión relativa a la presión atmosférica. La presión manométrica es positiva para presiones por encima de la presión atmosférica, y

negativa para presiones por debajo de ella. La presión absoluta es la suma de presión manométrica y presión atmosférica.



Ilustración 16: Manómetro, rango 0-1000 psi

Caja de control de líquidos GEN II LLC LH HORIZONTAL.

Descripción.

Seleccionable entre el control de nivel de aceleración y aceleración (lapso de niveles frente a mantener un nivel constante). Además, campo reversible entre la señal de salida directa e indirecta. Estos controladores son excelentes para interconectar (detectar y mantener un nivel entre dos líquidos de gravedad específicos diferentes en un tanque). Varias opciones diferentes de desplazador están disponibles para manejar una variedad de diferentes condiciones posibles: pequeñas gravedades específicas de líquido diferencial, alta temperatura, corrosión, gran luz, diámetros de tanque pequeños y pequeñas aberturas de acceso.

Especificaciones.

- Tamaño de conexión: 2 "
- Tipo de conexión: NPT masculino
- Material del cuerpo: Acero
- Compatible con NACE MR0175
- Tipo de piloto: Vent
- Salida piloto: Directa o indirecta (seleccionable por campo)

- Max. Presión de trabajo: 4000 psi
- Orientación de montaje: Montaje lateral izquierdo *
- Mano derecha significa que si mira el panel frontal de la Gen II, se monta en el lado derecho de la embarcación, y viceversa para la mano izquierda.
- Orientación del desplazador: Horizontal
- Operación: Neumática

2.2.7 Moto-compresoras de gas natural

Una moto-compresora de gas natural aumenta la presión de un gas reduciendo su volumen. El gas natural entra en el cilindro a través de las válvulas de admisión, donde es comprimido y expulsado a través de las válvulas de descarga. Un compresor de aire de gas es una forma de compresor de gas natural que se utiliza en una amplia gama de aplicaciones industriales en los que se requieren alta presión o volúmenes de gas más bajos. Ejemplos incluyen:

- Refinerías de petróleo, plantas de procesamiento de gas natural e instalaciones químicas: Utilizadas para la compresión de gases intermedios y productos finales
- Fabricación y construcción industrial: Proporciona aire comprimido que alimenta varias herramientas y equipos neumáticos
- Tuberías: Transporte de gas natural desde el lugar de producción hasta el usuario final

Objetivos de moto-compresoras.

- Disminuir la contrapresión a la cual deben fluir los hidrocarburos de los pozos de gas y/o líquidos (agua, aceite y/o condensado), de tal modo que los líquidos que acompañen la producción de gas puedan ser re inyectados a la descarga del gas comprimido, sin que aplique la instalación y/o construcción de infraestructura de producción adicional a la que existen en

los pozos y/o instalaciones, tales como estaciones de recolección, cabezales y baterías de los diferentes campos de producción de la región sur.

- Retirar los candados de gas, en los pozos que operan con otro sistema artificial de producción, ayudando a un mejor aporte de la línea de descarga del aceite.
- Recuperar los vapores, producto de la estabilización de crudo para su incorporación al proceso, evitando emisiones a la atmosfera.
-



Ilustración 17: Moto-compresoras de gas natural

2.2.8 Equipo de seguridad en “Estación Batería de separación Perdiz”

Portar siempre este equipo dentro de la instalación al visitar y realizar trabajos de mantenimiento.



Ilustración 18: Artículos que se deben portar de EPP

Descripción de los equipos de protección.

Para realizar las labores dentro de las instalaciones siempre se deben de seguir los lineamientos de seguridad para salvaguardarla integridad física de los trabajadores, tener la responsabilidad de ocuparlos de manera correcta y de portarlos en todo momento a la hora de realizar alguna tarea. Estos son los equipos de seguridad y los beneficios que otorgan.

Ropa de protección. El uso de la ropa de trabajo que la empresa nos provee, es obligatorio durante la jornada laboral, ésta no debe ofrecer peligro de engancharse o de ser atrapado por las piezas de las máquinas en movimiento. Tampoco deberán llevarse en los bolsillos, objetos afilados o con puntas, ni materiales explosivos o inflamables.

Casco. Provee protección contra casos de impacto y penetración de objetos que caen sobre la cabeza. Asimismo puede proteger contra choques eléctricos o quemaduras.

Googles. Se han diseñado para proteger nuestros ojos contra la proyección de partículas; líquidos, humos, vapores y gases, e incluso radiaciones.

Protectores auditivos. Se utilizan cuando el nivel de ruido excede los 85 decibeles, (nivel considerado como límite superior para la audición normal), y pueden ser tapones de caucho y orejeras (auriculares).

Guantes. Su objetivo principal es *proteger a las manos y los dedos de acuerdo a los riesgos a los cuales cada uno estemos expuestos y a la necesidad de movimiento libre de los dedos*, por lo tanto siempre deben ser de la talla apropiada y mantenerse en buenas condiciones. Sin embargo, nunca deben usarse *guantes para trabajar con o cerca de maquinaria en movimiento o giratoria*. Tampoco deben utilizarse guantes rotos, rasgados o impregnados con materiales químicos, ya que esto merma su capacidad de protección.

Arnés o cinturón de seguridad, nos ayuda a evitar caídas mientras efectuamos alguna maniobra o trabajo en altura. Cuando realicemos trabajos a una altura de más de 1,8 metros sobre el nivel del piso, dicho arnés o cinturón debe ir enganchado a una línea de vida.

Calzado. Se utiliza para proteger nuestros pies contra humedad y sustancias calientes; superficies ásperas, caída de objetos y riesgo eléctrico, así como contra pisadas sobre objetos filosos y agudos.

2.3 Marco Legal

Se muestra todas las especificaciones que posee el separador Bifásico FA-02 implementado en la Batería de Separación Perdiz

2.3.1 Recipiente FA-02, Datos técnicos

Fabricante de recipiente FA-02

NATIONAL TANK COMPANY

Tipo de separador bifásico.

Horizontal

Tamaño de separador bifásico

1.371 x 3.048 mts.

Material de separador bifásico.

SA-516-70

Tabla 1. Especificaciones y estándares equivalentes de ASTM A516 Grado 70 / ASME SA516 Grado 70

Estándar	Descripción
ASTM / ASME	A / SA516 - Grado 70
Norma DIN	-
Norma británica	BS1501-224-490A / B
Norma europea	EN10028 P355GH

ASTM A516 Grado 70 / ASME SA516 Grado 70 - Composición química

La composición química de ASTM A516 Grado 70 y ASME SA516 Grado 70 placa de acero al carbono se enumeran en la tabla 2.

Tabla 2. Composición química típica de ASTM A516 Grado 70 / ASME SA516 Grado 70

Composition	Percentage %	Composition	Percentage %
C	0.10/ 0.22	Cu	0.3
Si	0.6	Ni	0.3
Mn	1/ 1.7	Mo	0.08
P	0.03	Nb	0.01
S	0.03	Ti	0.03
Al	0.02	V	0.02
Cr	0.3		

Ilustración 19: Elementos químicos de ASTM y ASME 516 Grado 70 de Acero al carbón

ASTM A516 Grado 70 / ASME SA516 Grado 70 - Propiedades mecánicas

Las propiedades mecánicas de la placa de acero al carbono ASTM A516 Grado 70 y ASME SA516 Grado 70 se describen en la tabla 3.

Tabla 3. Valores mecánicos típicos de ASTM A516 Grado 70 / ASME SA516 Grado 70 (Materials, 2009)

Propiedades	Valor
Resistencia a la tracción (N /	510/650

mm²)

Esfuerzo de producción / min (N / mm ²)	335
--	-----

Capacidad

Gas: 60 MMPCSD/ 1,69901082m³

Crudo: 500 BPD/ 78 m³ x día

Tipo de crudo

El petróleo en su estado natural se le denomina crudo y se clasifica según su referencia de mercado, La gravedad API (del inglés: American Petroleum Institute) es un método de clasificación según la densidad (viscosidad y fluidez). A pesar que se trata de una cantidad sin peso ni dimensiones, la medida se refiere en "grados" y se mide a través de un densímetro. De esta forma la densidad API es la medida inversa a su gravedad específica respecto al agua. Un índice superior a 10 implica que el crudo es más liviano que el agua, por lo que flota sobre ella. Esta clasificación es más práctica que teórica, ya que no toma en cuenta la composición real u otras características del crudo (cómo su contenido en azufre) aparte de su fluidez y viscosidad. Más bien se utiliza para catalogar y establecer el precio del crudo considerando factores que determinan su capacidad para la extracción, transporte y refinación. (Nava, 2016)

En la "Batería de Separación Perdiz" después de realizar un análisis realizado por el equipo de Química, dictaminaron que el crudo tiene alrededor de **26-28 Grados API**.

El crudo dentro de la batería tiene una densidad de **0.92-0.87 g/cm³**

Crudo	Escala API	Densidad	Descripción
Ligero	30-40°	0.87 - 0.83 g/cm ³	Fácil transporte y extracción, ideal para refinar en combustibles y derivados.
Mediano	22-29.9°	0.92 - 0.87 g/cm ³	Fácil transporte y extracción, ideal para combustibles y derivados.
Pesado	10-21.9°	1.00 - 0.92 g/cm ³	Fácil transporte y difícil extracción, ideal para combustibles y derivados.
Extrapesados	Menos 10°	> 1.00 g/cm ³	Difícil transporte y difícil extracción, ideal para derivados.

Ilustración 20: Tabla de ponderaciones de viscosidad del petróleo

El crudo medio o **mediano** con grado API entre a 29.9 y 22, contiene concentración media de hidrocarburos de bajo peso molecular, lo cual lo hace fácil de transportar, con este tipo de petróleo se busca para obtener combustible y materias primas para polímeros y parafinas. (Nava, 2016)

Presión de Operación/ Máximo permitido;

42.18 / 50.52 kg/cm²

599.79 / 718.39 psi

Temperatura de operación/ Diseño

35 / 40 Celsius

Peso vacío

5966 kilogramos

Tratamiento térmico y prueba

Todas estas pruebas fueron realizadas por el departamento de calidad de la empresa la cual elaboro el recipiente, los datos se obtuvieron de la placa de fabricante.

Prueba Hidrostática

65.85 kg/ cm²

Códigos

ASME SECC. VIII. DIV 1

Tipo de Material de internos.

1ra Etapa: Placa de choque SA-516-70

2da Etapa: Vanes 316SS

2.3.2 Rombo de seguridad de separador Bifásico FA-02

“Norma NFPA-704 establece un sistema de identificación de riesgos para que en caso de un incendio o emergencia, los trabajadores puedan reconocer los riesgos y el nivel de peligrosidad a los que se enfrentan.

El rombo de seguridad es un rombo compuesto de 4 rombos, uno azul, otro rojo, uno amarillo y el último blanco, dispuestos en este orden”: (Morales, 2015)

El separador bifásico ya contenía su rotulación “FA-02”, y su rombo de *Seguridad NFPA-704*. A continuación se muestran las ponderaciones de este símbolo.



Ilustración 21: Vista se separador bifásico FA-02



Ilustración 22: Ponderación de rombo de seguridad.

- **Inflamabilidad:** Inflamable debajo de 25 grados Celsius
- **Riesgos a la Salud:** Poco peligroso
- **Reactividad:** Estable
- **Riesgo Específico:** N/A

2.3.3 Diseño de cimentaciones de equipo.

Norma: NRF-159-PEMEX-2013

Cimiento de concreto de separador bifásico.

“8.4.15.2. La cimentación debe ser a base de un bloque monolítico de concreto reforzado con pendiente mínima al centro del claro del 1% para evitar encharcamientos; con las dimensiones necesarias para alojar todo el patín, por lo que la forma y dimensiones totales del patín definirán la forma y dimensiones de la

cimentación, siempre y cuando el patín sea proporcionado debidamente balanceado.”

“8.4.15.7 Para equipos pequeños con cargas menores a 1,00 ton, la cimentación, se debe indicar en los planos de detalle, desplantar como mínimo a la profundidad a la que se desplante el pavimento de concreto que la recibe, sobresaliendo de éste cuando menos 30 cm.”

Soportes para tubería

8.4.19.1. La cimentación de marcos de soportes para tubería pre colados de concreto, debe tener un candelero para apoyo de las columnas del marco.

8.4.20.1.1. El concreto empleado para fines estructurales, debe cumplir con lo especificado en las normas NMXC-155-ONNCCE-2004 y NMX-C-403-ONNCCE-1999, con un peso volumétrico en estado fresco superior a 21.76 kN/m³ (2.2 t/m³), resistencia a la compresión mínima de 29.42 MPa (300 kg/cm²) y máxima relación agua cemento de 0.45.

CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO

Este capítulo incluye los pasos y actividades ordenadas efectuadas para culminar el proyecto, el procedimiento, los materiales y equipo (si aplica); así como la descripción de actividades necesarias para terminar el proyecto.

3.1 Propuesta de solución

En la Batería de separación perdiz se busca la forma de que el proceso que se realiza dentro de la estación siempre este en constante evolución para poseer estándares de calidad elevadas en sus productos, así mismo busca la eficacia en cada una de sus maquinarias y todos los dispositivos adjuntos a las mismas, por ende se ah encontrado una área de oportunidad importante donde se le puede dar énfasis a innovar puntos clave dentro de la producción que se tiene dentro de la batería y estas mismas acciones ayudarían a reducir paros no programados por fallas en los equipos el cual afectan a la producción del tratamiento de las materias primas los cuales son crudo y gas.

Uno de los sectores donde se está teniendo énfasis para realizar innovaciones del proceso productivo es en la zona de compresión de gas o también llamado punto de venta hacia la estación “ERGC Papan”, en este sector se están presentado muchos paros totales por fallas en la maquinaria lo cual afecta al promedio de producción que tiene la instalación.

Se realizo un diagrama Ishikawa o conocido comúnmente como diagrama de pescado para encontrar el problema con más impacto a los paros totales de la compresora

Despues de la lluvia de ideas, el equipo de mantenimiento dedujo que la principal causa de estos problemas es que dentro del proceso de separacion de crudo y gas no se cuenta con un dispositivo capaz de controlar bajos niveles de liquidos hacia la compresora, sabiendo que el liquido es el principal enemigo de las Moto

compresoras se opto por atarcar este problema implementando un separador bifasico, asi mismo se creara un Tren de Separacion. Posteriormente de los separadores trifasicos que se encuentran en funcionamiento se colocara el FA-02 (separador bifasico).

3.2 Desarrollo del proyecto

3.2.1 Diseño de nuevo proceso.

Estructura elaborada por el departamento de diseño en la ciudad de Veracruz en el cual muestra el nuevo proceso que tendrá el “crudo” dentro de la Batería de

Nuevo proceso en la “Batería de Separación Perdiz”, con la habilitación del separador Bifásico FA-02.

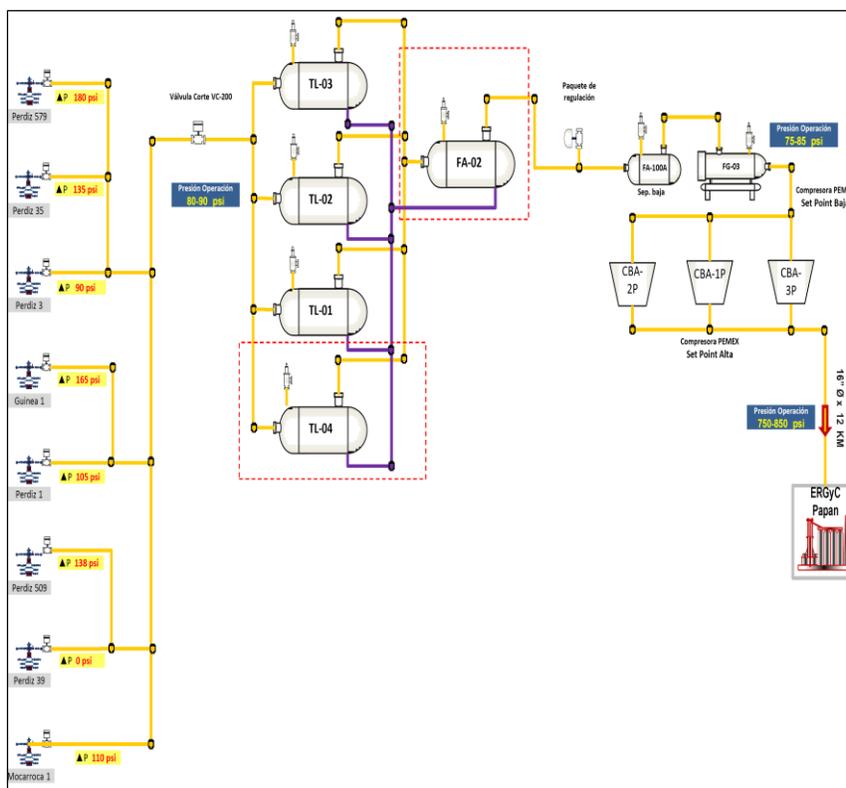


Ilustración 24: Nuevo proceso de la materia prima (Crudo).

3.2.2 Proceso de actividades de Separador bifásico FA-02

Cimientos para el FA-02.

Excavaciones para introducir la plataforma de concreto armado que serán la base del separador, realizado por los trabajadores de construcción de la compañía Fyresa. Todos inspeccionados por el supervisor de seguridad de la empresa



Ilustración 25: Preparación de cimiento para el dispositivo FA-02

Construcción de Piso

Después de realizar todo el trabajo de excavaciones y los cimientos del separador, se empezó a construir el piso rustico. Esta obra se dejara reposar para que el cemento se endurezca para soportar el peso del separador,



Ilustración 26: Compañía Fyresa en la construcción del cimiento

Finalización de cimiento para el separador bifásico.

Una vez finalizada la obra, el equipo de albañilería comenzó a retirar las maderas las cuales dieron la estructura a la mezcla de cemento, se dio una limpieza general y así obtener las mejores condiciones para montar el patín del separador bifásico. Regida por la norma NRF-159-PEMEX-2013



Ilustración 27: Cimientos terminado de separador Bifásico.

Instalación de Separador Bifásico.

Llegada del cuerpo de separador Bifásico a la B.S. Perdiz desde la estación Gasífero transportada por la Compañía Fyresa. Acentuando el separador portaba todos los dispositivos necesarios para su operación en su llegada a la estación.

Se traslada en su lugar destinado ayudado de un brazo HIAB de 20 toneladas, Marca Manitowoc. No se tuvo problema durante la maniobra, los operadores de transporte tenían la suficiente capacitación y se ejecuto la tarea con éxito.



Ilustración 28: Traslado del recipiente por medio de brazo HIAB

Desmantelar Separador bifásico FA-02

Antes de la colocar el separador bifásico en su base se desmontaron todas las válvulas macho, válvulas de seguridad, válvulas de compuerta, cuerno.

A las válvulas los instrumentistas les realizaron su respectiva aplicación de grasa sellante y grasa lubricante para que las mismas operen con gran facilidad, aplicarles agente anticorrosivo para alargar el tiempo de la penetración de la corrosión



Ilustración 29: Operario de primera retirando válvula macho con llave de golpe



Ilustración 30: Operarios de primera y especialistas desinstalando válvulas del separador bifásico,

Cabe resaltar que al aplicar elementos anticorrosivos en las bridas y/o espárragos se hace más tardada su desinstalación, por lo tanto se debe de retirar con objetos punzocortantes (seguetas navajas etc.), así facilitara el movimiento del esparrago y la llave logre hacer torque con las tuercas del esparrago.



Ilustración 31: Especialista quitando el agente anticorrosivo para manipulación correcta de los espárragos

Vista del separador bifásico después de que se desinstalaron todos los equipos de medición y control, también las válvulas y sin líneas de operación.



Ilustración 32: Separador Bifásico FA-02

Todos los instrumentos que se removieron trasladan hacia el taller de MEDYSA en la “Batería de separación Perdiz” para darles su mantenimiento ya previamente mencionado.



Ilustración 33: Espárragos, anillos y válvulas desmontadas

Controladores de Nivel.

Uno de los puntos importantes dentro de este separador son los controles de nivel, los cuales se necesitan revisar detalladamente en su parte interna ya que muchas veces son afectadas por el mismo crudo, después de desmontar se rectifican que todos los elementos de esta válvula estén en las mejores condiciones y si no las poseen aplicar mantenimientos correctivos a las partes dañadas.

Mantenimiento a Válvula controladora de líquidos. (Liquids control valve)



Para realizar un mejor mantenimiento de la LCV (Liquids control valve) se desmonta el Medio cuerpo de la Válvula con el asiento. En la siguiente figura se aprecia el asiento de la válvula, muchas de las veces esta parte se queda calzada por residuos que se incrustan internamente.



El asiento es una parte importante es donde se realiza la obstrucción deseada impidiendo o dejando el pase libre para la circulación del producto, se debe de limpiar de manera adecuada.



Se retira la tapa del diafragma aflojando los espárragos y tuercas con llaves 9/16 una vez quitados esos espárragos se lubrican para su mejor funcionamiento, se revisa el diafragma que no tenga ningún daño en su estructura



Se limpia la parte interior del diafragma para evitar que se queden residuos de cualquier material lo cual en algún futuro pueda dañar el diafragma.}



La parte del bonete se desinstala para poder retirar el actuador que es la parte más importante de la válvula y poder lubricarlo, así realizara función de cerrar o dar apertura a la variable que se está controlando



Posteriormente de realizar todos estos pasos se procede a armar la válvula con todos sus componentes previamente desinstalados, la cual se instalara en el separador bifásico y será la parte más importante del dispositivo

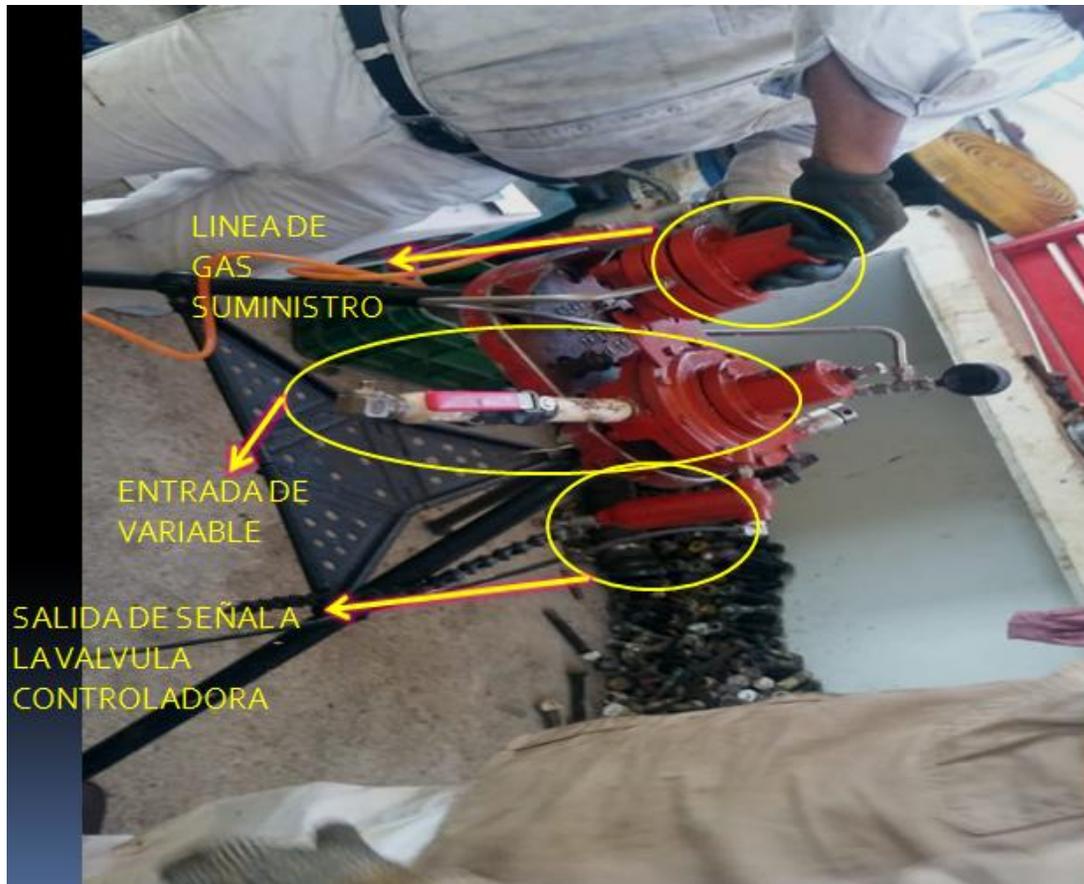
Calibración del 12 PL de separador bifásico.

Este dispositivo es una de las partes más importantes del separador Bifásico, ya que es la que transmite la señal a la válvula controladora para cerrar o abrir el pase de los líquidos que previamente se han separado. Por lo tanto se debe de

mantener en buenas condiciones y su calibración adecuada dependiendo la presión que diseño marque como presión de trabajo en el recipiente.



Se necesita un compresor de aire de 2 hp para poder simular el gas suministro con el cual funciona el 12 PL este mismo funciona con presión de 25-30 psi, para poder lograr ese libraje necesitamos un regulador de baja presión (este regulador se ocupa solo si el 12 PL no lo tiene) con su respectivo manómetro, el cual va restringir el pase de aire con el vástago de calibración y lograr la presión de trabajo del 12 PL.



- Línea de gas suministro: Conectada con un Tubing de 3/8" acero inoxidable con campana 9/16" OD.
- Entrada de Variable: Niple de acero al carbón 1/2"x 4", válvula de paso completo 1/2" NPT, reducido acero al carbón 1/2"NPT a 3/8".OD

Salida: Manguera de aire reforzada, entrada 3/8" con campana 9/16" OD

Nota; *La calibración necesitara 2 o más instrumentistas.*

Para simular la variable, se necesita un gato power el cual será manipulado por un instrumentista mientras el otro manipulara el vástago de calibración y graduarlo a la presión en este caso de apertura de la válvula controladora.

Entrada de Gas al Separador Bifásico.

Esta línea de tubería de 10" de acero fue re diseñada, después de la línea de gas que proviene de los separadores trifásicos. Los soportes para la tubería fueron diseñados como marca la norma NRF-159PEMEX-2013



Ilustración 34: Válvula 10"600# RTJ la cual controla el acceso o cierra de entrada hacia el dispositivo.

Salida de Gas del separador FA-02 hacia sistema de compresión.

Válvula de Compuerta SV 10"600# RTJ

Los técnicos de la compañía "Fyresa" se encargan de realizar la instalación de esta válvula



Ilustración 35: Válvula 10"600# entrada de Gas

La compañía Fyresa tuvo que realizar una modificación de la línea desfogue de 10" para que se introdujera el gas que se está recolectando del separador FA-02.



Ilustración 36: Tubería de 10" salida de gas separador bifásico.

Líneas de circulación del FA-02

Descarga de líquidos

Por parte de la compañía Fyresa se realiza la instalación de la tubería 4" de descarga de líquidos de el separador FA-02 hacia el FA-100.

Línea de Desfogue

Línea de 3" hacia el quemador, aguas abajo de PSV

Línea gas suministro

Línea 1" para la activación de los sistemas de control.

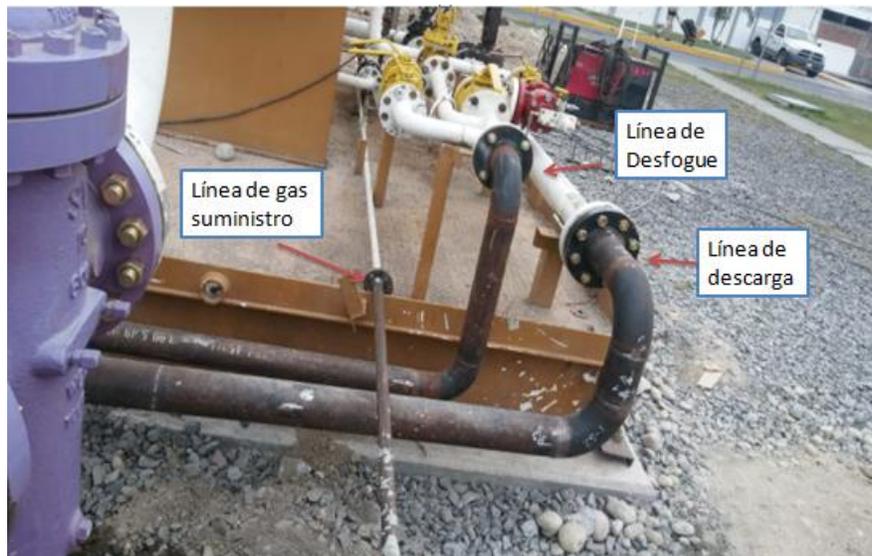


Ilustración 37: Líneas de separador bifásico FA-02

Instalación de dispositivos de control.



Ilustración 38: Instrumentos de control de FA-02

- 12 Pl., Calibrado a 150 Psi. Manómetro de suministro entrada $\frac{1}{4}$ " NPT, Rango 0-100
- Termómetro de 4"; de caratula, vástago de $\frac{1}{4}$ "; de diámetro exterior con longitud de 9"; conexión posterior, rango de 0 - 100 °C.
- 2 Entradas 3 Vías, Entrada $\frac{1}{2}$ ", desfogue con tapón $\frac{1}{2}$ " "válvulas de aguja
- Manómetro de 4.5" de carátula, conexión inferior de $\frac{1}{2}$ " NPT, rango de 0 - 200 psi.

Indicador de nivel tipo LG o magnético de 36" hasta 48"

Las conexiones para el indicador de nivel son de $\frac{3}{4}$ "NPT, también es importante resaltar que el indicador de nivel de líquidos no se tiene que inspeccionar donde se encuentra la "bala magnetizada" no contenga ningún cimiento de crudo lo cual esto entorpece el funcionamiento adecuado de este dispositivo.



Ilustración 40: Indicador de Nivel



Ilustración 39: Conexiones de indicador de nivel

Instalación de gas suministro y desfogue.

Gas suministro:

- Tubería 1" con válvula de aguja de 1/2" con un reducido bushing 1/2" a 3/8"
- Tubing de acero inoxidable de 3/8
- Válvula de desfogue 1/2" con tapón 1/2"



Ilustración 41: Desfogue de gas suministro y entrada a los instrumentos

Línea de desfogue:

Salida del recipiente hacia el nivel óptico

- 2 Conexión T de 1"
- Válvula de aguja de 1" con tapón de 1/2"
- Codo de 2"

Descarga de líquidos

- Tubería de 2"
- Válvula macho de 2" 300# RTJ
- 4 codos de 2"
- Tuerca unión de 2"
- Válvula de 1" de paso completo



Ilustración 42: Conexiones de descarga del nivel óptico

Instalación de válvulas manuales y strainer.

El equipo de Instrumentación de Pemex se encarga de realizar estos trabajos, portando siempre su EPP y salvaguardando la integridad de cada uno

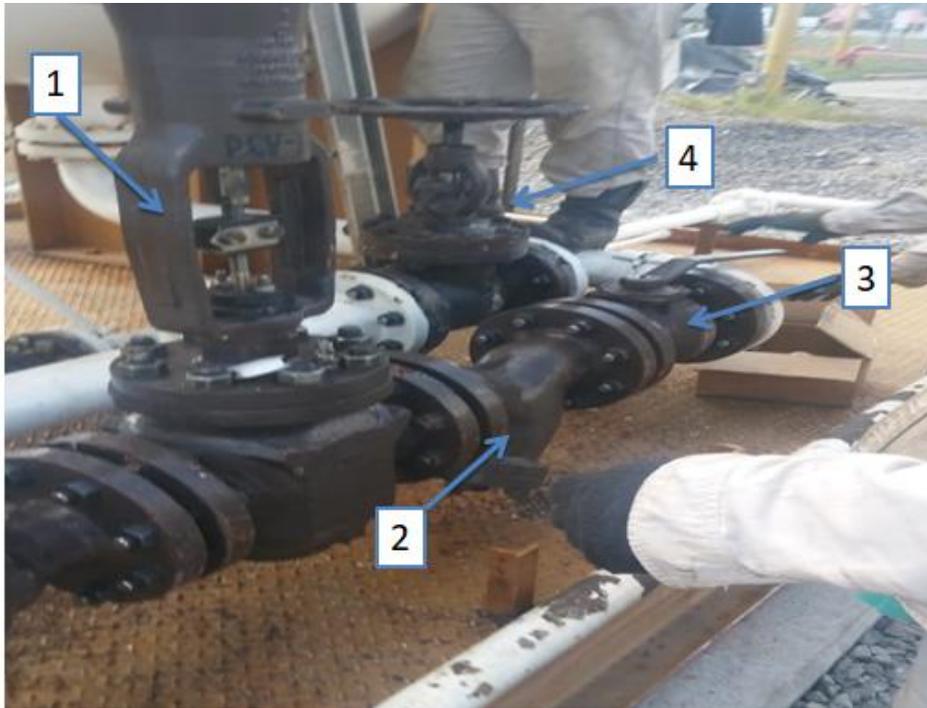
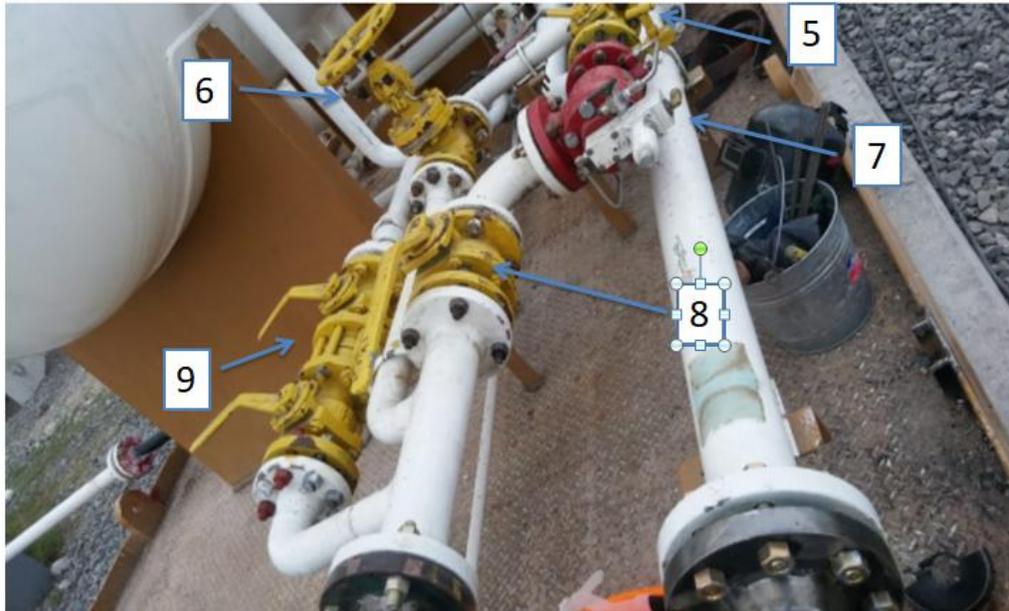


Ilustración 43: Válvulas de crudo en el separador bifásico

1. Válvula de control de nivel de 4" 300#, cuerpo de acero al carbón A216-WCB, internos de 1" de acero inoxidable, actuador de acción inversa, incluyendo carretes con reducción de 4" x 2" en ambos extremos
2. Strainer tipo Y de 4"300# RTJ , cuerpo de acero al carbón A216-WCB
3. Válvula macho de 4"300# RF, cuerpo de acero al carbón A216-WCB
4. Válvula de compuerta de 4"300# RF, cuerpo de acero al carbón A216-WCB

Instalación del Válvulas en la sección de Gas



- Válvula macho 2" 300# RTJ, cuerpo de acero al carbón A216-WCB
- Válvula de compuerta 2"300# RTJ "BY PASS", cuerpo de acero al carbón A216-WCB
- PSV 2"Ø 300# RTJ x 3"Ø 150# RF operada por piloto (calibrada a 104 psi)
- Válvula macho 3" 300# RTJ, cuerpo de acero al carbón A216-WCB
- Dispositivo de Seguridad "Disco de Ruptura" 2" (Calibrado a 560 psi)

Cambio de posición de la PSV (Válvula de seguridad de presión)

API RP 520 Dimensionamiento, selección e instalación de dispositivos de relevo de presión en refinerías parte II.

"Las válvulas de alivio de presión deben montarse en una posición vertical. La instalación de una válvula de alivio de presión en una posición que no sea vertical puede afectar negativamente a su operación. El fabricante de la válvula debe ser consultado sobre cualquier otra posición de montaje, ya que montar la válvula en

otras posiciones puede causar un cambio en la presión de ajuste y una reducción en el grado de sello del asiento.”



<p align="center">Posición original de la válvula de seguridad</p>	<p align="center">Colocación actual de la PSV</p>
---	--

Aplicación de agente anticorrosivo en zona de crudo

Se aplica anticorrosivo de color “Morado” en la tubería donde circula el líquido que llega desde los separadores trifásicos hacia el FA-02

Se aplica el agente anticorrosivo por parte del equipo de instrumentación a las válvulas macho, válvulas controladoras y de compuerta en la descarga de líquidos.



Ilustración 44: Válvulas manipuladoras de Crudo.

Aplicación de agente corrosivo en las válvulas de crudo ya finalizado. Se tiene cuidado al momento de aplicar la pintura ya que puede se puede tapar la esprea donde expulsa el gas suministro el cual hace activar al sándwich de la válvula.



Ilustración 45: Línea de crudo en el separador

Aplicación de agente anticorrosivo en zona de gas.

Se aplica a válvulas manuales que manipulan gas y a disco de corte. Equipo de instrumentación aplica el agente de color amarillo conforme a la normativa de tubería que circula gas en estaciones de Pemex



Ilustración 46: Zona de circulación de gas

Inscripción en líneas

Rotulación de tuberías por parte de equipo de GMOPI de separador bifásico FA-02, en el tubo se especifican 2 tipos de datos;

- Diámetro comercial de la tubería.
- Tipo de fluido está circulando (dependiendo la materia prima será el color)



Ilustración 47: Líneas rotuladas de separador FA-02

Finalización de todas las actividades para habilitar al Separador Bifásico, posteriormente se llevara a cabo una junta de Administrados con todos los

ingenieros encargados en el Activo Integral en la ciudad de Veracruz para seleccionar una fiesta para realizar una prueba para el dispositivo que previamente ya se realizaron todas las instalaciones pertinentes.

Prueba de separador Bifásico FA-02

El proceso fue precavido ya que estaba llegando el crudo y gas de los 4 separadores trifásicos hacia el recipiente, también se hizo de esta manera por seguridad de todo el personal que estaba en turno

El proceso duro aproximadamente 30 min y todo el personal pendiente por cualquier circunstancia

En el sector de gas no hubo ningún inconveniente, no apareció ningún esparrago suelto, todos los anillos en su posición correcto, no se detecto ninguna fuga en el recipiente, las válvulas funcionaron de manera correcta, la presión estaba en 80 psi y la temperatura en 36 grados Celsius. En el sector de crudo fue el problema el dispositivo de control 12 PL el cual activa la válvula controladora de líquidos no realizaba su función, ya que el nivel de apertura que se requería era demasiado bajo, por estos motivos se desalineo el reciente y se busco una solución para contrarrestar este problema que se presenta en el dispositivo.

La propuesta de equipo de instrumentación fue gestionar la compra de una caja de control Kimray de 2" con acción neumática, esta herramienta es de suma calidad y muy precisa algo que requiere este dispositivo "precisión" parao no volver a tener problemas en el sistema de compresión.

Caja de control de líquidos GEN II LLC LH HORIZONTAL.

Instrumentistas instalan esta caja de control que regirá a la acción del actuador de la válvula controladora de líquidos en el sector de crudo, ya una vez instalada se procede a el reacondicionamiento de la Tubings de Gas suministro y variable que se desea examinar y la instalación de un regulador de baja presión. Recordando que el principio de operación de un sistema de control.

1. Examinar la variable a controlar
2. Hacer comparación con el ajuste determinado
3. Corregir fallas presentadas en el proceso



Ilustración 48: Regulador de baja y caja de control kimray instalada en posición de nivel

Posteriormente de todas las horas de trabajo realizadas para lograr la habilitación de este dispositivo rectificador de baja presión, por fin se obtuvieron los resultados deseados. Así mismo termino la intervención de la compañía Fyresa dentro de las instalaciones.

Se espera la fecha exacta cuando se dé el alineamiento nuevamente a este dispositivo y observar su comportamiento con los arreglos que se le otorgaron para su mayor eficiencia y que logre realizar la función para la cual fue diseñado.



Ilustración 49: Termino de labores en el Separador Bifásico.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

4.1 Resultados

Los equipos de la “Batería de Separación Perdiz” Operación de pozos (GMOPI), el equipo de Instrumentistas y Mecánicos que son los que componen el conjunto de Mantenimiento se organizaron para alinear el Separador de baja presión FA-02, se tomaron las medidas preventivas pertinentes, los ingenieros de estos 2 departamentos estuvieron presentes para verificar que todo se hiciera con la mayor eficacia y seguridad.

Se tomo el plan de colocar a los Instrumentistas cerca del recipiente con toda la herramienta necesaria (llaves, perica, teflón etc.) Para remediar cualquier anomalía que se llegara a presentar durante el proceso. Se designo a 1 Instrumentista para la vigilancia de la caja de control por si llegara a sobrepasar los niveles de líquidos deseados. El equipo de operación se encargo de manipular las válvulas de Entrada, salidas, “by pass” de gas y crudo, para cualquier cuestión poder negar el acceso o en su caso dar apertura a estos elementos.

Como toda alineación dentro de la batería se empieza a dar apertura a la entrada de gas y crudo al separador pero de manera cautelosa, de esta manera evitamos cualquier contra presión que pueda surgir y afecte al recipiente y ocasionar un accidente. El equipo de operación empezó a manipular la válvula de entrada hacia el separador.

Una vez que se logro empacar (que toda la línea y recipiente tengan la misma presión) los instrumentistas comenzaron a dar una revisión completa de todas las bridas que se encuentran en torno al separador y verificar que ninguna de estas tenga fugas de gas, de manera satisfactoria no se tuvo ninguna fuga que pudiera ocasionar un accidente.

El equipo de instrumentación y operación al ver que ya los líquidos empezaron a presentarse dentro del recipiente en todo momento estuvieron pendientes a la hora que se llegara al punto de ajuste de la Caja de control, los instrumentistas dieron como punto de acción a la LCV a 2 ft reflejado en el nivel magnético de

líquido. Llego el líquido a la zona deseado y el actuador de la válvula empezó a realizar su apertura para desalojar el material deseado por medio de estos conductos.

Verificadas que todas las tareas de este dispositivo se hayan logrado de manera correcta se dejo el observación por 1 hora. Transcurrido este tiempo no presento ninguna anomalía.

PRESION DE TRABAJO: Presión que se registra con la producción de batería de separación perdiz.



Ilustración 50: Presión de trabajo de FA-02

TEMPERATURA: 40 grados Celsius es la temperatura que está manejando actualmente el recipiente

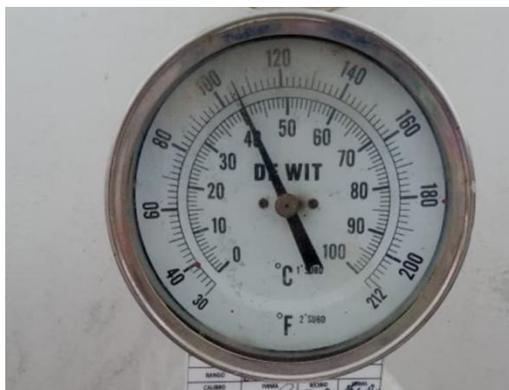


Ilustración 51: Temperatura de FA-02

NIVEL DE LIQUIDOS: Es menor al punto de ajuste a la cual fue calibrado 2Ft



Ilustración 52: Nivel de líquidos actuales de FA-02

BIBLIOGRAFÍA

- Botello, I. M. (12 de Febrero de 2017). PEMEX, CRONOLOGIA, EXPROPIACION Y ESTADISTICAS. Mexico.
- Herrera., L. (1 de Febrero de 2014). Controlador de nivel sin flotador.
- Martinez, K. (7 de Julio de 2007). Separadores de Hidrocarburos.
- Martinez, L. E. (3 de Julio de 2015). Descripción general de los separadores bifasicos.
- Materials, A. (2009). *ASTM A516 Grade 70 and ASME SA516 Grade 70 Carbon Steel Plate for Boilers and Pressure Vessels*.
- Mexicanos, P. (27 de Julio de 2013). *Pemex Tenemos la Energía*. Recuperado el 17 de Enero de 2018, de <http://www.pemex.com/acerca/historia/Paginas/historia-pemex.aspx>
- Morales, I. (17 de Noviembre de 2015). "Seguridad e Higiene" gestion, nfpa.
- Nava, M. (21 de Enero de 2016). Tipos de petróleo crudo según grado API (liviano a extrapesado). Venezuela.
- Peña, N. G. (1 de Mayo de 2012). Separadores de la industria Petrolera.
- Produccion, P. E. (17 de Noviembre de 2011). Mision de Pep.
- Satander, C. (4 de Febrero de 2013). Diseño de un separador Bifasico (Gas-petroleo) Tipo Horizontal.