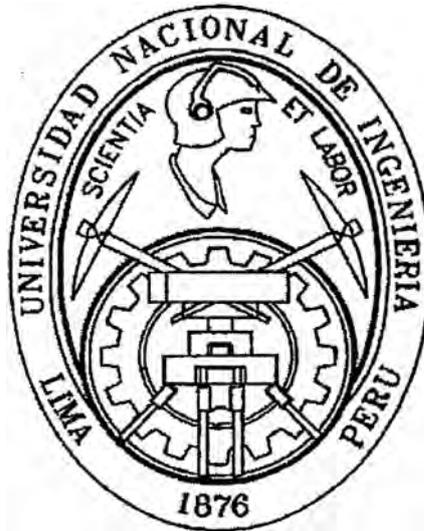


# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA Y TEXTIL**



**“EVALUACION DE RIESGOS EN LA OPERABILIDAD (HAZOP) DE UNA  
FACILIDAD DE PRODUCCION PETROLERA DE LA SELVA PERUANA”**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO QUIMICO**

**POR LA MODALIDAD DE ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS**

**PRESENTADO POR:**

**JULIO EDISON BALDEON DIONISIO**

**LIMA, PERU  
2006**

# Resumen

Las facilidades para procesamiento de hidrocarburos tienen un nivel de riesgo asociado al manejo de estas sustancias. Para mejorar la seguridad de estas instalaciones, existe una diversidad de técnicas para determinar los eventos con potencial de ocasionar anomalías peligrosas en el proceso. Una técnica ampliamente usada en la industria de hidrocarburos es la técnica de análisis de riesgos HAZOP.

El presente informe contiene la descripción de la técnica HAZOP para efectuar un análisis de riesgos en la operación de una facilidad de proceso; y la metodología secuencial para la aplicación de dicha técnica de análisis.

La metodología descrita se ha aplicado en el análisis de riesgo de la sección de recepción, prueba/medición y tratamiento de petróleo de una facilidad de producción petrolera ubicada en la selva norte de Perú.

Este análisis de riesgo HAZOP se realiza con el fin de identificar y proponer recomendaciones para los desvíos operacionales que pudieran ocasionar condiciones inseguras o inesperadas en la sección de proceso seleccionada para estudio.

# Indice

<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>5</b>
1.1 ¿Qué es un análisis de riesgo HAZOP? .....	5
<b>CAPITULO II: DESARROLLO DE CONCEPTOS Y TÉCNICAS .....</b>	<b>7</b>
2.1 La técnica del análisis de riesgos HAZOP.....	7
2.1.1 Nodos de estudio: .....	7
2.1.2 Intención del diseño.....	8
2.1.3 Palabras guías, parámetros y desviaciones.....	8
2.1.4 Causas de las desviaciones .....	11
2.1.5 Consecuencias de las desviaciones.....	12
2.1.6 Salvaguardas o respuesta anticipada .....	12
2.1.7 Recomendaciones.....	13
2.1.8 Proceso iterativo .....	14
2.2 Objetivos del análisis de riesgo HAZOP .....	15
2.3 Alcance del análisis de riesgo HAZOP.....	15
2.4 Metodología específica para el análisis HAZOP .....	15
<b>CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL ANÁLISIS DE RIESGO HAZOP ..</b>	<b>18</b>
3.1 Descripción del proceso.....	18
3.1.1 Bateria Forestal de producción de petróleo .....	18
3.1.2 Descripción en detalle del área de estudio .....	22
3.2 Análisis preliminar de riesgos en la operación .....	30
3.2.1 Proceso de producción.....	30
3.2.2 Equipos .....	34
3.2.3 Operaciones .....	37
3.3 Análisis de Riesgos HAZOP.....	38
3.3.1 Lista de nodos de estudio .....	38
3.3.2 Palabras guía y parámetros seleccionados.....	38
3.3.3 Reporte del análisis de desviaciones de proceso .....	39
3.4 Recomendaciones del análisis de riesgo HAZOP.....	123
<b>CAPITULO IV: CONCLUSIONES .....</b>	<b>126</b>
<b>CAPITULO V: BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>127</b>

<b>CAPITULO VI: APENDICES</b> .....	<b>128</b>
6.1 Plano P5-101 - Simbología P&I Batería Forestal.....	128
6.2 Plano P5-102 - Diagrama P&I de manifolds de entrada y separador de prueba V-501 .....	128
6.3 Plano P5-103 - Diagrama P&I de separadores trifásicos V-505 y separador trifásico V-530 .....	128
6.4 Plano P5-104 - Diagrama P&I del separador trifásico V-519 .....	128

## **LISTA DE TABLAS Y FIGURAS**

Tabla 2.1 Matriz de palabras guía y parámetros .....	10
Figura 2.1 Diagrama de flujo del análisis de riesgo HAZOP.....	17
Figura 3.1 Diagrama funcional de bloques del proceso de la batería Forestal.....	19
Figura 3.2 Manifold de producción.....	23
Figura 3.3 Separador de prueba V-501 .....	24
Figura 3.4 Válvula de corte (crash valve) .....	26
Figura 3.5 Separador trifásico V-530 .....	27
Figura 3.6 Corte esquemático del separador trifásico V-530.....	28
Tabla 3.1 Lista de nodos de estudio .....	38
Tabla 3.2 lista de desviaciones a evaluar en el análisis de riesgo HAZOP .....	38
Tabla 3.3 Analisis de desviaciones en el nodo de estudio 1 - Flujo.....	40
Tabla 3.4 Analisis de desviaciones en el nodo de estudio 1 - Temperatura.....	42
Tabla 3.5 Analisis de desviaciones en el nodo de estudio 1 - Presión .....	43
Tabla 3.6 Analisis de desviaciones en el nodo de estudio 2 - Flujo.....	45
Tabla 3.7 Analisis de desviaciones en el nodo de estudio 2 - Temperatura.....	47
Tabla 3.8 Analisis de desviaciones en el nodo de estudio 2 - Presión .....	48
Tabla 3.9 Analisis de desviaciones en el nodo de estudio 3 - Flujo.....	51

## **LISTA DE TABLAS Y FIGURAS (continuación)**

Tabla 3.10 Analisis de desviaciones en el nodo de estudio 3 - Temperatura.....	57
Tabla 3.11 Analisis de desviaciones en el nodo de estudio 3 - Presión .....	58
Tabla 3.12 Analisis de desviaciones en el nodo de estudio 3 - Nivel .....	61
Tabla 3.13 Analisis de desviaciones en el nodo de estudio 4 - Flujo.....	65
Tabla 3.14 Analisis de desviaciones en el nodo de estudio 4 - Temperatura.....	71
Tabla 3.15 Analisis de desviaciones en el nodo de estudio 4 - Presión .....	72
Tabla 3.16 Analisis de desviaciones en el nodo de estudio 4 - Nivel .....	75
Tabla 3.17 Analisis de desviaciones en el nodo de estudio 5 - Flujo.....	79
Tabla 3.18 Analisis de desviaciones en el nodo de estudio 5 - Temperatura.....	90
Tabla 3.19 Analisis de desviaciones en el nodo de estudio 5 - Presión .....	91
Tabla 3.20 Analisis de desviaciones en el nodo de estudio 5 - Nivel .....	94
Tabla 3.21 Analisis de desviaciones en el nodo de estudio 6 - Flujo.....	100
Tabla 3.22 Analisis de desviaciones en el nodo de estudio 6 - Temperatura.....	112
Tabla 3.23 Analisis de desviaciones en el nodo de estudio 6 - Presión .....	113
Tabla 3.24 Analisis de desviaciones en el nodo de estudio 6 - Nivel .....	114
Tabla 3.25 Recomendaciones del análisis de riesgos HAZOP - Equipos .....	124
Tabla 3.26 Recomendaciones del análisis de riesgos HAZOP - Mantenimiento	125
Tabla 3.27 Recomendaciones del análisis de riesgos HAZOP - Procedimientos	126

# Capítulo I: Introducción

Cualquier facilidad que procesa, almacena o transporta hidrocarburos tiene algún nivel de riesgo asociado con su operación. La liberación accidental de estos materiales puede resultar en un incendio, una nube tóxica o una explosión. Los peligros asociados a estos eventos indeseados pueden afectar a las personas, la propiedad o el medio ambiente (Energy Analysts)

Para mejorar la seguridad y confiabilidad de estas facilidades de proceso, es necesario identificar aquellos eventos que tienen potencial para ocasionar la liberación de materiales peligrosos, paradas indeseadas del proceso, perturbaciones en la operación, y otros.

Para tal fin existen varias técnicas tales como la identificación de riesgos usando diagramas P&I, auditorias de seguridad, análisis ¿Qué pasaría si...?, análisis de fallas, análisis de árbol de fallas, análisis de árbol de eventos y análisis de error humano. La técnica conocida como HAZOP (del inglés HAZard and OPerability), desarrollada en los años 60, combina varios aspectos de las demás técnicas citadas y se tratará en detalle en el presente informe.

## 1.1 ¿Qué es un análisis de riesgo HAZOP?

El análisis de riesgos HAZOP es una técnica desarrollada para identificar y evaluar peligros en la seguridad en una planta de procesos y para identificar problemas en su operatividad, los cuales podrían comprometer la capacidad de la planta para alcanzar la productividad de diseño.

El grupo a cargo del análisis de riesgo HAZOP examina cada parte del proceso mediante la postulación de varias anomalías que pueden presentarse en el proceso. Luego se determina cómo pueden ocurrir tales anomalías y los efectos potenciales que tuvieran. Con esta información, es posible definir métodos para prevenir la ocurrencia de estas anomalías de proceso o reducir sus efectos adversos (Energy Analysts)

La evaluación se efectúa en un formato estructurado para asegurar que el análisis sea detallado y completo.

## **Capítulo II: Desarrollo de conceptos y técnicas**

### **2.1 La técnica del análisis de riesgos HAZOP**

El análisis de riesgo HAZOP está diseñado para investigar posibles desviaciones en la intención del diseño del proceso que pueden provocar situaciones peligrosas o evitar una operación eficiente, y proporciona soluciones posibles a este problema. La estructura del análisis HAZOP viene de un grupo de palabras preestablecidas que se combinan para producir preguntas del tipo ¿Qué pasaría si...? Este enfoque estructurado ayuda a asegurar que el personal a cargo del análisis no olvide efectuar preguntas importantes.

Un análisis HAZOP tiene dos objetivos primarios:

1. Identificación de riesgos: Identifica características del proceso, equipos o procedimientos que pudieran conducir a potenciales accidentes.
2. Identificación de problemas de operabilidad: Identifica potenciales problemas de operación que pueden evitar alcanzar la productividad del diseño. Estos problemas de operación pueden o no ser peligrosos.

En este capítulo, se detalla la metodología básica seguida para conducir un análisis HAZOP de una facilidad de procesos; según lo recomendado por la bibliografía citada (Energy Analysts) y (Kletz, 1985).

#### **2.1.1 Nodos de estudio:**

Para efectuar un análisis HAZOP, primero se deben definir los puntos o localizaciones en el proceso dónde se estudiarán las desviaciones en la intención del diseño. Estos puntos son llamados “nodos de estudio”. Un nodo de estudio puede ser un recipiente, bomba, compresor o una porción de tubería.

Una forma para definir los nodos de estudio es primero identificar como nodo de estudio a cada recipiente principal de proceso (o tanque de almacenamiento) en el diagrama P&I de la planta. Finalmente, los sistemas auxiliares asociados a cada recipiente principal se designan también como nodos de estudio (por ejemplo, el rehervidor de una columna de fraccionamiento). Los equipos auxiliares más complejos (por ejemplo, un sistema de regeneración de catalizador) pueden necesitar ser divididos en varios nodos de estudio más pequeños.

### 2.1.2 Intención del diseño

Luego de determinar los nodos de estudio, determine la intención del diseño de los equipos que incluye cada nodo particular. Esto es simplemente definir cómo se espera que opere el nodo de estudio en ausencia de desviaciones en los parámetros de diseño.

### 2.1.3 Palabras guías, parámetros y desviaciones

Luego que los nodos de estudio han sido definidos y se haya determinado su respectiva intención de diseño, se utilizan las palabras claves y los parámetros para determinar las posibles “desviaciones” de la intención de diseño. Esto se logra mediante la combinación de palabras clave y parámetros. Como parámetros se consideran las condiciones de operación, actividades y sustancias. Algunos ejemplos de parámetro se enlistan a continuación:

<b>Condición operativa</b>	<b>Actividad</b>	<b>Sustancia</b>
Temperatura	Flujo	Aire
Presión	Transferencia	Agua
Nivel	Reacción	Gas
Concentración	Remoción	Petróleo

Las condiciones operativas y actividades deben estar combinadas con una sustancia para generar parámetros significativos; por ejemplo: temperatura (de agua), composición (de condensado).

Existen siete palabras claves básicas, pero otras formas alternativas y casos especiales son también posibles.

**Palabras Clave Básicas**

---

No	Al igual que	Reverso
Más (Mayor)	Parte de	
Menos (Menor)	Otro que	

---

No todas las combinaciones de palabras guía y parámetros producen desviaciones con significado, tales como, “no temperatura” y “nivel inverso”. La tabla 2.1 indica las combinaciones que producen normalmente desviaciones significativas para el análisis HAZOP de un proceso. Sin embargo, esta tabla no es exhaustiva y podría omitir algunas combinaciones de interés en el análisis de un nodo en particular.

**Tabla 2.1 Matriz de Palabras Guía y Parámetros**

Palabras Guía	Parámetros						
	Flujo	Temperatura	Presión	Sustancia	Concentración	Nivel	Reacción
No	TB, R					R, TK	TB, R, TK
Más (mayor)	TB, R	TB, R, TK	TB, R, TK		TB, R, TK	R, TK	TB, R, TK
Menos (menor)	TB, R	TB, R, TK	TB, R, TK		TB, R, TK	R, TK	TB, R, TK
Reverso	TB, R		TB, R, TK				TB, R, TK
Parte de	TB, R						TB, R, TK
Al igual que				TB, R, TK			
Otro que				TB, R, TK			TB, R, TK

TB: Tubería

R : Recipiente de proceso

TK: Tanque

#### **2.1.4 Causas de las desviaciones**

Luego que se han designado las desviaciones relevantes para cada nodo, el siguiente paso es determinar las causas de cada una de las desviaciones.

Por lo general las causas de las desviaciones se clasifican dentro de las siguientes categorías.

- Fallas de equipos: Tales como válvulas que fallan en abrir o cerrar, bombas que fallan en arrancar o detenerse, rotura de tuberías, goteo en bridas, etc.
- Errores humanos: tales como un operador que anula o bloquea un dispositivo de seguridad, olvida cerrar una válvula, gira una válvula en dirección incorrecta, mala lectura en un medidor, mala interpretación de órdenes, etc.
- Fuerzas externas: tales como vientos fuertes, relámpagos, movimientos sísmicos, pérdida de energía eléctrica, etc.
- Condición no anticipada del proceso: tales como cambios en la composición, formación de hielo, taponamiento de tuberías, etc.

En la mayoría de los casos existe más de una causa para cada desviación. Las consecuencias de cada causa serán analizadas individualmente en el paso siguiente.

### **2.1.5 Consecuencias de las desviaciones**

Las consecuencias son el resultado que se podría esperar si la desviación ocurre. Algunas consecuencias pueden ser peligrosas (rotura de un recipiente); o ser una dificultad operativa (arrastre de líquido hacia una línea de gas); o ser triviales (humedad del gas menor a lo normal).

Las consecuencias de una desviación pueden no ser instantáneas: Por ejemplo, "bajo flujo" puede ocasionar "bajo nivel de líquido" en unos minutos; sin embargo, "mayor concentración" (de un contaminante corrosivo) podría ocasionar "mayor velocidad de corrosión" luego de un período de tiempo más o menos largo.

### **2.1.6 Salvaguardas o respuesta anticipada**

El siguiente paso es enlistar las respuestas que se producen en el nodo de estudio si las desviaciones ocurren. Estas salvaguardas incluyen las alarmas de equipos, respuestas automáticas del sistema y las acciones del operador.

Algunos ejemplos de salvaguardas son: alarma de alta presión se enciende, válvula de alivio reduce la sobre presión del recipiente, el sensor de alto nivel alerta al PLC para abrir la válvula de drenaje, etc.

El análisis HAZOP asume que toda la instrumentación de proceso y los sistemas de control (otros que aquellos causantes de la desviación específica en estudio) funcionarán adecuadamente; y que la planta es operada y recibe mantenimiento en concordancia con las buenas prácticas de ingeniería.

Si los dispositivos de protección no son revisados y reparados con regularidad, o son desactivados o ignorados; el análisis HAZOP no proporcionará resultados confiables.

### **2.1.7 Recomendaciones**

El grupo de estudio luego determinará las recomendaciones que prevengan una causa particular o mitiguen una consecuencia en particular. Las recomendaciones pueden ser puntuales o extensivas, dependiendo de la seriedad de las consecuencias y el nivel deseado de seguridad u operabilidad.

En general, las recomendaciones se clasifican en una de las siguientes categorías:

- Cambios en diseño: Tales como añadir una válvula de alivio, instalar un lazo de control de respaldo, etc.
- Cambios en equipos: Tales como remplazar una válvula de mariposa por una válvula de compuerta, colocar válvulas con mayor temperatura de servicio, etc.
- Alterar procedimientos de operación: Tales como cambiar el orden de las acciones de control.
- Mejorar el mantenimiento: Tales como monitorear la corrosión de los equipos, calibrar las válvulas de alivio, mantenimiento preventivo de las válvulas de control, etc.
- Mejorar el entrenamiento: tales como entrenar a los operadores para anticipar problemas operativos, actualizar los manuales de operación, etc.

- Mayor investigación: Cuando los efectos de la recomendación pueden no ser muy evidentes y se necesita mayor investigación.

### **2.1.8 Proceso iterativo**

Para determinar todas las desviaciones significativas de un nodo de estudio se deben considerar muchas combinaciones de palabras claves y parámetros. Esto se logra seleccionando primero un parámetro; luego se aplica la primera palabra clave a este parámetro y se determinan las causas y consecuencias de esta desviación.

Luego, una segunda palabra clave se selecciona y aplica al mismo parámetro. Nuevamente se determinan las causas y consecuencias de la segunda desviación.

Este proceso se repite hasta que el primer parámetro haya quedado combinado con todas las palabras claves que producen desviaciones significativas.

A continuación, se elige un segundo parámetro, se aplican las palabras clave adecuadas de manera similar y se examinan las causas y consecuencias de las desviaciones. Este proceso se repite hasta que todas las desviaciones significativas del primer nodo de estudio hayan quedado evaluadas.

Luego se selecciona un segundo nodo de estudio y se repite el proceso nuevamente hasta que todos los nodos de estudio hayan quedado examinados.

## **2.2 Objetivos del análisis de riesgo HAZOP**

Los objetivos del presente análisis de riesgo en al operabilidad (HAZOP), son:

1. Identificar las causas de todas las desviaciones de la intención de diseño en el área de estudio específica dentro de la batería Forestal de producción de petróleo.
2. Determinar todos los peligros y problemas operativos asociados a estas desviaciones.
3. Recomendar las acciones requeridas para eliminar las causas de las desviaciones o mitigar el impacto de sus potenciales consecuencias.

## **2.3 Alcance del análisis de riesgo HAZOP**

El presente análisis de riesgo en la operabilidad (HAZOP) cubre las facilidades de recepción de fluidos, prueba / medición y tratamiento de petróleo de la Batería Forestal de producción de petróleo; según se ilustra en el diagrama funcional de bloques del proceso de la Batería Forestal (Figura 3.1).

## **2.4 Metodología específica para el análisis HAZOP**

Como etapa preliminar del análisis de riesgos, se recopiló y revisó los siguientes documentos:

- Planos P&I actualizados de la Batería Forestal.
- Manual de operación actualizado de la Batería Forestal.

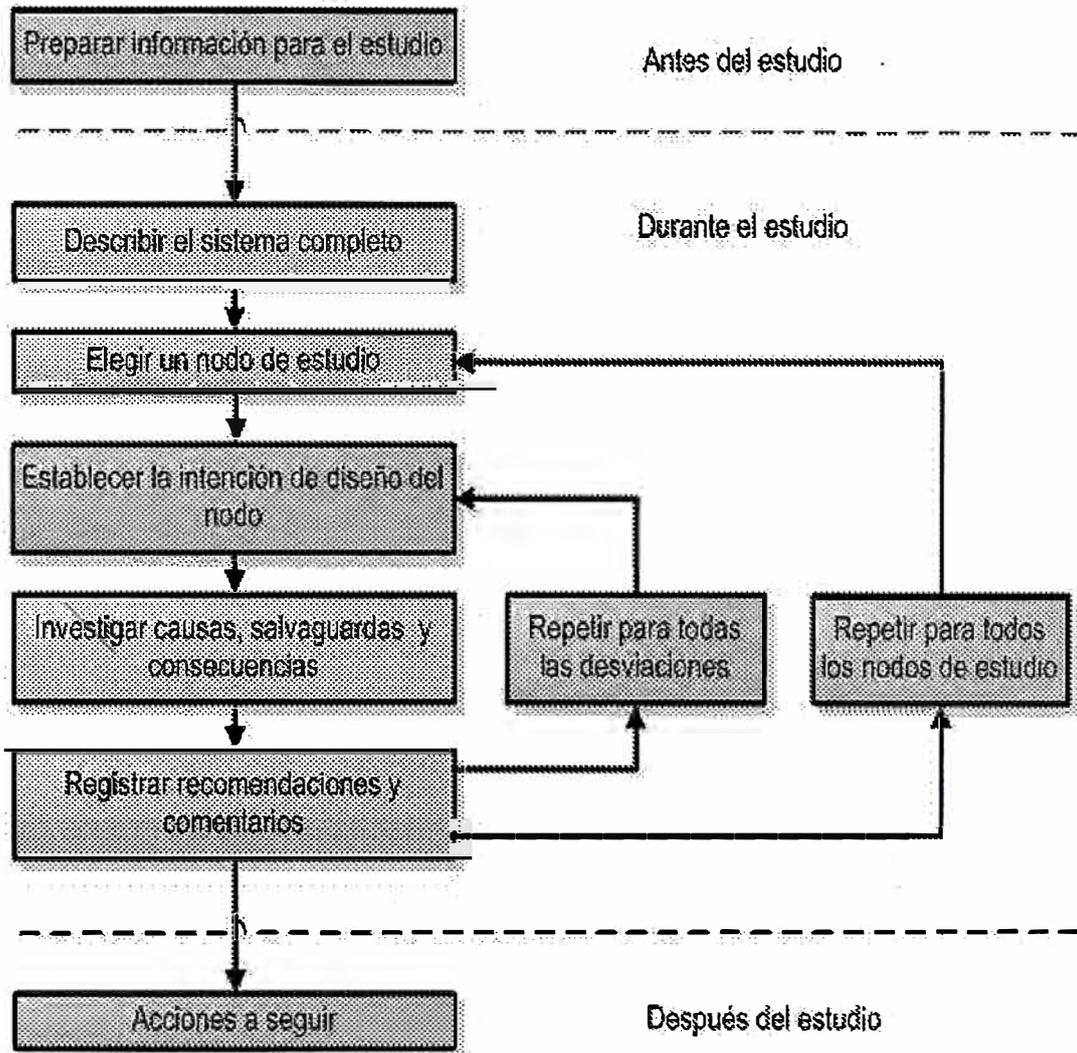
- Especificaciones de construcción de los principales recipientes de proceso.
- Hojas de seguridad de los insumos y materiales empleados.

Asimismo, se efectuó una verificación en campo de condiciones físicas actuales del proceso, operación y seguridad, a fin de tener un diagnóstico más claro de los problemas potenciales. Esta verificación se efectuó en compañía del supervisor de la batería y un técnico de mantenimiento e instrumentación.

Este análisis preliminar de riesgos, compendiado en forma de cuestionario, cubre los aspectos procesos, equipos y operaciones del área de estudio. Este cuestionario preliminar facilitará el camino a la evaluación de los riesgos mediante a través del análisis HAZOP.

El siguiente diagrama de flujo ilustra la metodología empleada para el análisis de riesgos HAZOP en el área de estudio.

**Figura 2.1 Diagrama de flujo del análisis de riesgo HAZOP**



# **Capítulo III: Desarrollo del Análisis de Riesgo**

## **HAZOP**

### **3.1 Descripción del proceso**

#### **3.1.1 Batería Forestal de producción de petróleo**

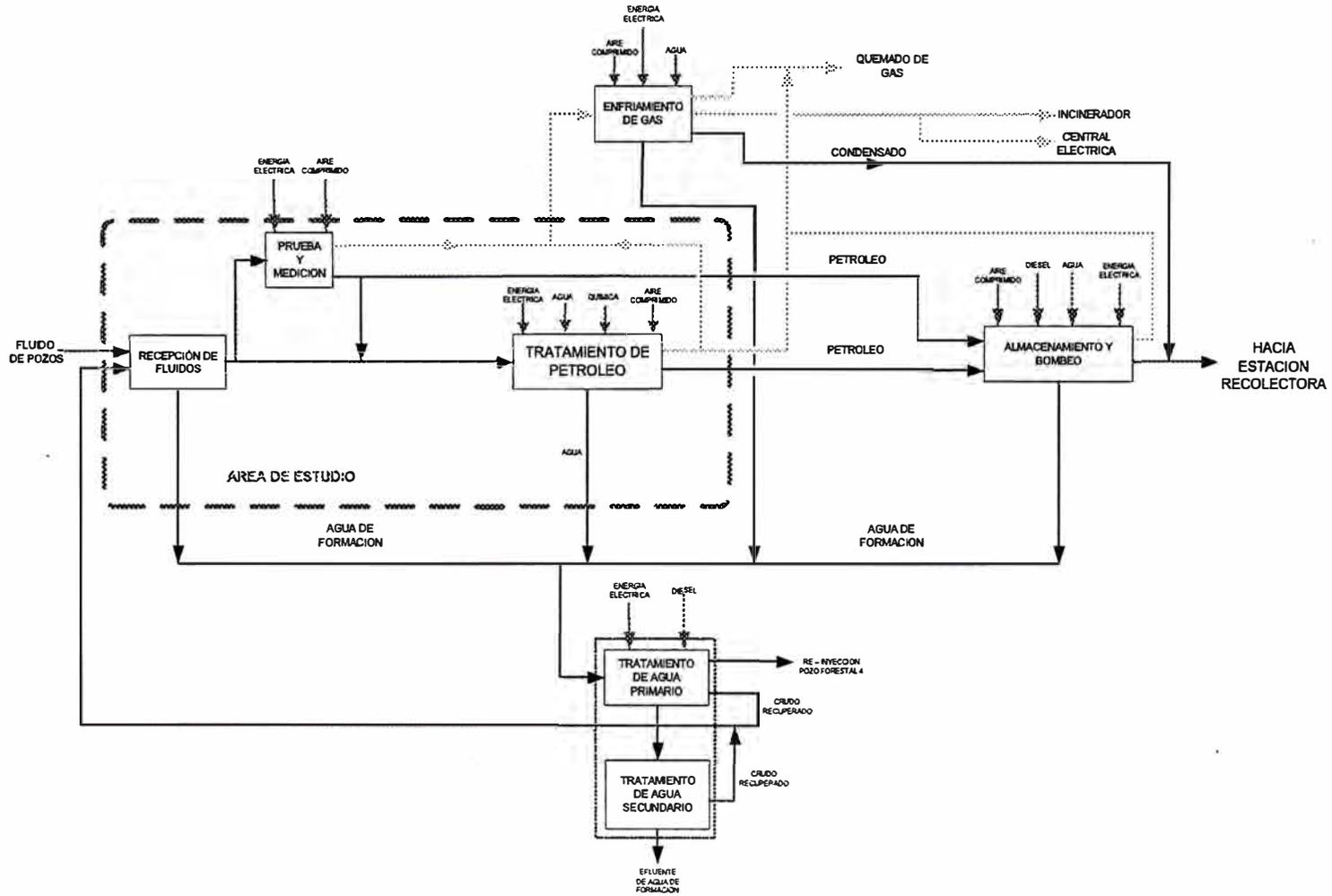
En la selva norte del Perú se encuentra ubicada la Batería Forestal de producción de petróleo, que fue diseñada en los años 80 para producir 20000 barriles de petróleo diarios de 27° API a partir del fluido extraído de los pozos mediante ascensión artificial con bombas eléctricas sumergibles.

En la actualidad, la producción promedio diaria es de 1850 barriles de petróleo, con 1 millón de pies cúbicos de gas (1MMSCFD) y 90000 barriles de agua de formación. (El corte de agua es de 97.9%). El petróleo producido en el yacimiento tiene una densidad API promedio de 20.5.

El diagrama funcional de bloques de la figura 3.1 ilustra la interacción entre las diferentes fases del proceso de la batería (MTS, 2006).

1. Recepción de fluido de pozos
2. Prueba y medición
3. Tratamiento de petróleo
4. Almacenamiento y Bombeo
5. Enfriamiento de gas
6. Tratamiento de agua
7. Recuperación de petróleo de la poza de separación

**Figura 3.1 Diagrama funcional de bloques del proceso de la Batería Forestal**



### **1. Recepción de fluido de pozos**

El fluido proveniente de los pozos productivos, llega a dos colectores, desde donde es distribuido a los equipos mediante abertura y cierre de válvulas.

***Equipos Principales:***

*02 colectores múltiples (manifold)*

### **2. Prueba y medición**

En esta fase se realizan pruebas de producción a los pozos. Esta prueba consiste en la medición de los flujos de petróleo/agua (BPD), gas (MCFD) y el corte de agua presente en el fluido de cada pozo individual.

***Equipos principales:***

*Separador de prueba V-501*

*Medidor totalizador másico de líquidos (Coriolis)*

*Medidor totalizador de gas y registrador de presión*

### **3. Tratamiento de petróleo**

El fluido de los pozos ingresa a recipientes separadores trifásicos, que separan por decantación el fluido en tres fases (agua, petróleo y gas.). Esta separación es facilitada mediante la adición de agentes químicos al fluido.

***Equipos principales:***

*Separadores trifásicos V-505, V-519, V-530*

*Bombas dosificadoras para inyección de agentes químicos.*

### **4. Almacenamiento y bombeo**

El petróleo tratado se almacena en un tanque de lavado con agua caliente, en donde se diluye la sal presente en el petróleo, para mejorar su calidad.

El petróleo desalado se transfiere posteriormente a otros tanques para su posterior bombeo a la estación recolectora.

***Equipos principales:***

*Tanque de lavado T-575.*

*Tanques de almacenamiento T-501, T-502*

*Bombas de alimentación y transferencia P-501, P-502, P-411, P-434*

*Medidor totalizador másico de líquidos (Coriolis)*

**5. Enfriamiento de gas**

El gas separado en la fase de “Prueba y medición” y “Tratamiento de petróleo”, es secado para ser usado como combustible en la central de generación eléctrica.

***Equipos principales:***

*Intercambiadores de calor tipo carcasa/tubos*

*Separadores verticales (Scrubbers)*

*Unidad de enfriamiento (Cooler)*

*Mecheros*

*Tanque sumidero T-514*

**6. Tratamiento de agua**

Parte del agua separada en la fase de “Tratamiento de petróleo” se trata para eliminar los restos de hidrocarburos en un tanque desnatador y se envía al sistema de reinyección. El resto del agua de formación se envía a una poza de separación desde donde se dispone en superficie.

***Equipos principales:***

*Tanque desnatador T-585*

*Tanque de recuperación de petróleo T-586*

**7. Recuperación de petróleo de la poza de separación (pit)**

El exceso de agua proveniente del tratamiento de petróleo se envía a la poza de separación (pit), en donde, por medios mecánicos se recupera las trazas de petróleo que hayan sido arrastrado por el agua.

***Equipos principales:***

*Electro-bomba de recuperación de crudo*

### **3.1.2 Descripción en detalle del área de estudio**

El área de estudio comprende las 03 fases del proceso responsables de realizar la separación primaria del gas, petróleo y agua contenidos en el fluido extraído de los pozos:

- Fase de recepción de fluidos
- Fase de prueba y medición
- Fase de tratamiento de crudo

Esta separación física reduce la cantidad de agua y sedimentos del petróleo que posteriormente será almacenado en tanques y bombeado a una estación recolectora para recibir un segundo tratamiento antes de su venta.

#### **3.1.2.1 Fase de recepción de fluidos**

Esta fase permite reunir la producción de fluidos de los pozos y derivarla a los diferentes equipos de la batería.

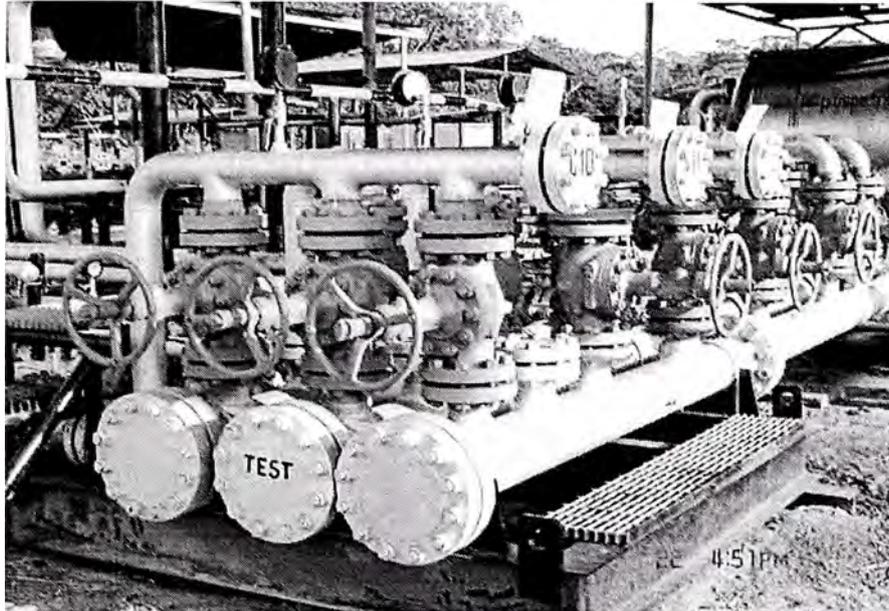
Los equipos están constituidos por dos colectores (manifolds):

- Manifold de producción 500A (recibe fluidos de los pozos 14, 13, 9, 5)
- Manifold de producción 500B (recibe fluidos de los pozos 10, 11, 12 y 15).

Cada manifold está formado por líneas de ingreso, líneas de salida totales, una línea de prueba y válvulas:

- Líneas de ingreso 4" x 600
- Líneas de salida totales 8" x 600
- Línea de prueba 6" x 600
- Válvulas de bola 4" x 600
- Válvulas check 4" x 600

**Figura 3.2 Manifold de producción**



Las operaciones que se pueden efectuar en los manifolds son las siguientes:

- Derivar la producción total a los separadores trifásicos V-530, V-505 y V-519
- Derivar la producción de un pozo o un grupo de pozos al separador de prueba V-501.
- Derivar la producción de un pozo o un grupo de pozos a los tanques.

Dependiendo de las características del fluido de los pozos, las maniobras en los manifolds permiten enviarlo a cualquiera de los equipos de tratamiento de petróleo.

### **3.1.2.2 Fase de prueba y medición**

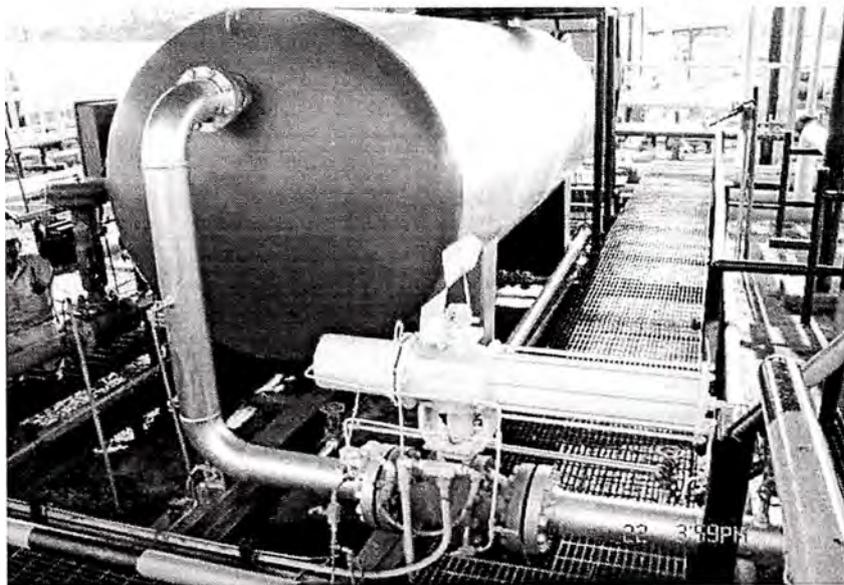
Esta fase comprende un separador bifásico y sistemas de medición de líquidos y gas.

### Separador de prueba V-501

Este equipo está constituido por un recipiente horizontal; en la parte externa cuenta con una línea de entrada y tres líneas de salida: Agua/petróleo, gas y drenaje de agua. Las características de diseño son:

Línea de entrada	6" x 150
Línea de líquidos	3" x 150
Línea de gas	3" x 150
Línea de drenaje de agua	2" x 150
Dimensiones	6' Ø x 15'
Presión de operación normal	60 Psig @ 130° F
Presión máxima	150 Psig @200°F
Capacidad de diseño	
Petróleo	5000 BOPD
Agua	1500 BWPD
Gas	2.5 MMSCFD

**Figura 3.3 Separador de prueba V-501**



El fluido que llega al separador ingresa por la parte lateral superior del recipiente e impacta con placas deflectoras internas, iniciando así la separación física del fluido en líquido y gas.

El líquido (petróleo/agua) que se acumula en la base del separador es descargado a través de un medidor másico de tipo Coriolis hacia un separador trifásico. El flujo de gas se mide indirectamente mediante un sistema de placa orificio y sensores de presión diferencial.

El separador de prueba está protegido de la sobre presión mediante una válvula de alivio. Además, la línea de entrada tiene una válvula de corte (crash valve), que cierra el flujo de ingreso al separador en casos determinados.

### **Válvulas de corte**

La válvula de corte (crash valve) es un dispositivo de seguridad que bloquea el flujo normal de líquido ó gas. Está constituida por una válvula de bola con actuador neumático. De acción normalmente cerrada, cuando el aire comprimido ingresa a la cámara del actuador, el diafragma comprime el resorte y la válvula se abre. Cuando la presión sobre el diafragma disminuye, la válvula se cierra y bloquea completamente el flujo de ingreso al separador o algún otro equipo.

En el área de estudio hay 04 válvulas de corte (crash valve):

01 válvula a la entrada del separador de prueba.

02 válvulas a la entrada de los separadores trifásicos V-530, V-505.

01 válvula en la línea entre el manifold de producción 500B y el separador trifásico V-519.

Las válvulas de corte (crash valve) del área de estudio actúan (cierran el flujo) en los siguientes casos:

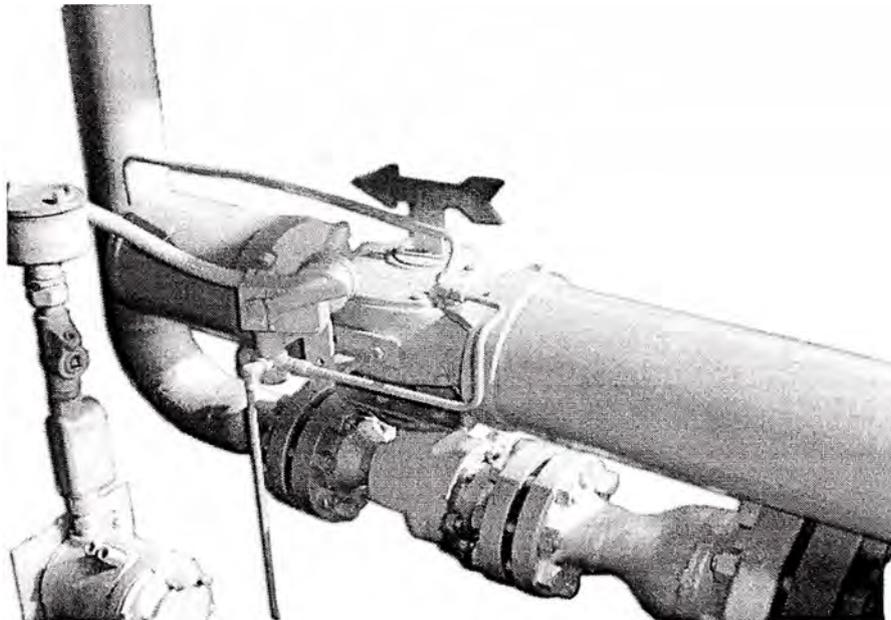
- Parada de emergencia (ESD).
- Alto nivel en el separador de prueba / separador trifásico.

- Alta presión en el separador de prueba / separador trifásico.
- Alto nivel en el tanque de almacenamiento y bombeo.
- Falta de energía en el solenoide de la válvula de corte (crash valve).
- Pérdida de presión de aire en el actuador de la válvula de corte.

Características de diseño de las válvulas de corte (crash valve)

Válvula de bola	6" x 600
Tipo de actuador	Neumático
Presión de trabajo	100 Psig
Presión máxima de trabajo	200 Psig
Presión de prueba	225 Psig

**Figura 3.4 Válvula de corte (crash valve)**



### 3.1.2.3 Fase de tratamiento de petróleo

La fase de tratamiento de petróleo comprende 03 equipos separadores trifásicos que separan por decantación el fluido de los pozos en tres fases (agua, petróleo y gas.). Esta separación es facilitada mediante la adición de agentes químicos desemulsificantes y antiespumantes.

### Separadores trifásicos V-530, V-505 y V-519

Estos equipos están constituidos por un recipiente cilíndrico horizontal. En la parte externa cuenta con una válvula de alivio, una línea de entrada y cinco líneas de salida: Petróleo, agua, gas y dos drenajes por fondos para agua y sedimento.

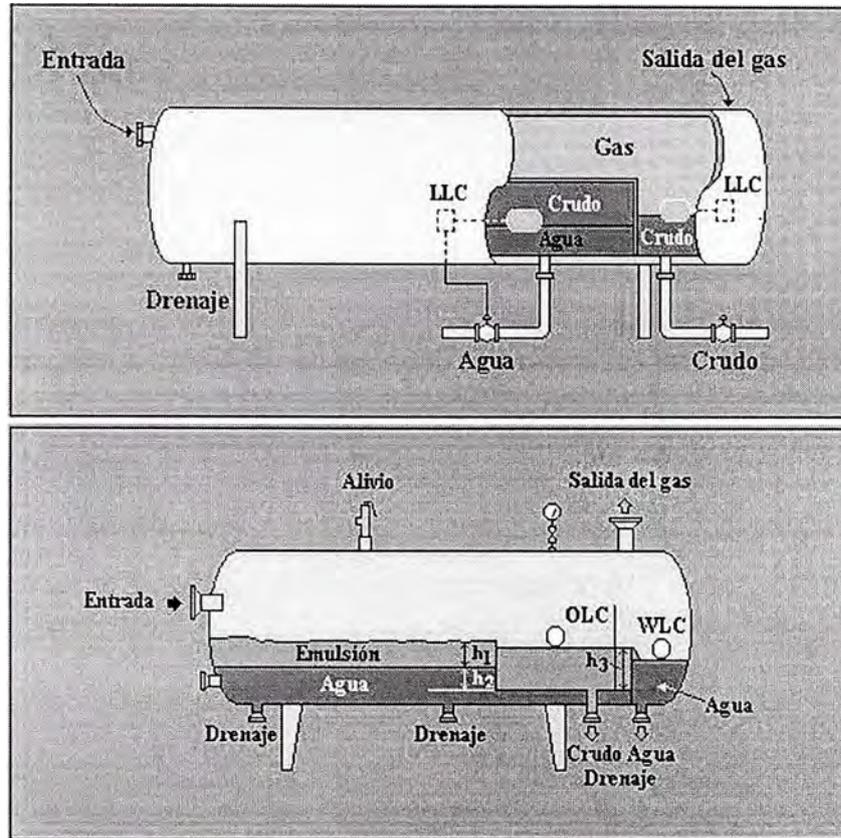
Las características de diseño de los separadores trifásicos son:

	V-505	V-519	V-530
Dimensiones	10' Ø x 50'	10' Ø x 60'	10' Ø x 50'
Cap. (crudo) BOPD	10000	15000	10000
Cap. (agua) BWPD	6000	5000	6000
Cap. (gas) MSCFD	450	400	450
Presión de trabajo PSIG	35	35	35
Presión máxima PSIG	65	65	125

**Figura 3.5 Separador trifásico V-530**



**Figura 3.6 Corte esquemático del separador trifásico V-530**



Al separador ingresa el fluido total del manifold y el crudo recuperado de la poza de separación. El flujo que ingresa por la parte superior impactando en los deflectores internos, lo cual origina una primera etapa de separación física (líquido-gas).

El gas liberado se dirige a través de un dispositivo eliminador de niebla, constituido por una serie de placas paralelas, que retiene las finas gotas de líquido arrastradas por el gas. Finalmente el gas sale a través de una línea de gas por la parte superior del separador, para su posterior tratamiento.

El líquido que cae por gravedad de los deflectores internos y del eliminador de niebla, sigue una trayectoria dentro del separador que atraviesa una serie de placas verticales, las cuáles obligan al petróleo y al agua de formación a separarse por diferencia de densidades en dos fases definidas.

El petróleo separado del agua es descargado por la parte intermedia del separador hacia el tanque de lavado ó almacenamiento.

El agua de formación separada se descargada por la parte inferior del separador, hacia su posterior tratamiento y disposición.

Los tres separadores trifásicos, se encuentran protegidas por una válvula de alivio, que se activa ante una sobre presión.

Asimismo, los separadores V-530 y V-505 cuentan con una válvula de corte (crash valve) en la línea de entrada. El separador V-519 tiene la válvula de corte ubicada en la línea de alimentación 8"-HC-506-A150 que sale del manifold 500B e ingresa al separador V-519.

Estas válvulas de corte actúan (cierran el flujo de entrada de fluido) en los siguientes casos:

- Parada de emergencia (ESD).
- Alto nivel en el separador trifásico.
- Alta presión en el separador trifásico.
- Alto nivel en el tanque de almacenamiento y bombeo.
- Falta de energía en el solenoide de la válvula de corte (crash valve).
- Perdida de presión de aire en el actuador de la válvula de corte.

## **3.2 Análisis preliminar de riesgos en la operación**

La evaluación descrita a continuación está circunscrita al área de estudio (Fases de recepción de fluidos, medición y prueba y tratamiento de petróleo). Algunos aspectos generales a toda la batería se han incluido en caso tengan algún efecto sobre los riesgos identificados en el área de estudio.

Esta planta tiene cerca de veinticinco años de operación y salvo pequeños incidentes no ha mostrado grandes signos de inseguridad. Sin embargo, en ese lapso la infraestructura y la operación de la planta a sobrevenido cambios importantes debidos a la reubicación de equipos y tuberías motivado por el decaimiento natural de la producción en el yacimiento y el aumento en el corte de agua del fluido extraído de los pozos.

### **3.2.1 Proceso de producción**

#### **Materiales e insumos**

1. ¿Qué materiales presentes en el proceso presentan algún tipo de peligro?

Tóxicos: Agentes químicos desemulsificantes, antiespumantes, etc.

Inflamables: Gas asociado

Combustibles: Petróleo, diesel

Alta temperatura: Petróleo y agua de formación

2. ¿Cuales son los riesgos en la manipulación de los materiales e insumos?

De acuerdo al sistema de calificación de riesgos de la NFPA (Nacional Fire Protection Association), de amplio uso en la industria de hidrocarburos, se tiene el siguiente cuadro para los principales materiales e insumos empleados en el área de estudio.

Material	pH	Riesgo		
		Salud	Incendio	Reactividad
Agente desemulsificante	3.5 – 6.5	2	3	0
Agente antiespumante	---	0	0	0
Inhibidor de incrustación	3.9 – 4.9	2	0	0
Inhibidor de corrosión	4.7 – 5.7	2	3	0
Gas asociado	---	1	4	0
Petróleo	---	1	3	0
Agua de formación	6 – 8	0	0	0

Escala de riesgos: 0 = mínimo; 1 = leve; 2 = moderado; 3 = serio; 4 = severo

Fuente: Hojas de seguridad de los productos e insumos empleados

3. ¿Cómo se almacenan los materiales de proceso?

El fluido proveniente de los pozos llega a los manifolds a 100°C de temperatura y 60 Psig de presión promedio. Luego de la separación, el petróleo se almacena a 77°C y presión atmosférica. El gas asociado se envía por una tubería hacia los equipos de enfriamiento para extraer las fracciones líquidas del gas.

4. ¿Existe algún material que sea incompatible con otros químicos en el área?

No se ha registrado incompatibilidad entre los químicos utilizados para el tratamiento del petróleo y los materiales en el área de estudio.

5. ¿Los materiales están correctamente identificados?

Todos los recipientes de químicos tienen indicado en su superficie el nombre del producto contenido y una etiqueta con el rombo NFPA.

6. ¿Están claramente etiquetadas las líneas de proceso?, ¿Tiene el apropiado código de colores?

Solamente las líneas principales de proceso tienen indicado el material y sentido del flujo desde su origen hasta su destino de destino. Todas las líneas de proceso están pintadas según el código de colores establecido en la Norma Técnica Peruana respectiva.

7. ¿Qué cambios se han hecho en el proceso o los parámetros de operación desde la construcción de la batería?

Se ha retirado un tren de cuatro separadores que alimentaban a los actuales separadores trifásicos; todavía permanecen algunas líneas de tubería sin uso y selladas con platos ciegos. Como consecuencia de la reubicación, la posición actual de la válvula de corte (crash valve) del separador trifásico V-519 debe ser cambiada más cerca del recipiente.

8. ¿Qué márgenes de seguridad han sido reducidos por cambio en el diseño y en la operación?

No hay variación en los márgenes de seguridad del proceso, salvo por tiempo de vida de los equipos.

9. ¿La batería cuenta con algún sistema de parada de emergencia?

El área de estudio cuenta con interruptores de parada de emergencia que accionan las válvulas de corte (crash valve) en la línea de ingreso a los separadores. Estas válvulas también pueden accionarse automáticamente por sobre presión o alto nivel de cada uno de estos equipos.

### Ubicación de equipos y disposición de planta

10. ¿Qué fuerzas externas pueden afectar el lugar?

<b>Fuerza</b>	<b>Descripción</b>
Viento	Bajas velocidades
Sismos	Mínima actividad, equipos cimentados sobre pilotes
Incendios naturales	Improbable por alta humedad del aire y lluvias
Temperatura extrema	Temperatura soportable
Inundación	Zona lluviosa pero con buen drenaje de aguas
Tormentas eléctricas	Pararrayos en la batería
Sabotaje, terrorismo	No se registra, la zona es aislada

11. ¿Existen tanques sumideros donde se puedan coleccionar los desechos líquidos e inflamables del proceso?

Los desechos de los grifos muestreadores de petróleo en los separadores se coleccionan en un tanque sumidero. En caso de sobre presiones, los gases de venteo y residuos líquidos se dirigen a la poza de separación. Esta poza colecciona los drenajes de los distintos procesos y equipos. Los hidrocarburos acumulados se recuperan mecánicamente y se reinyectan al proceso.

12. ¿Están las unidades de proceso suficientemente espaciadas para minimizar el daño potencial de incendios o explosiones y permitir el acceso para efectuar labores contra incendio?

Todos los equipos de proceso conservan la distancia necesaria para evitar el impacto de incendios originados en un equipo adyacente y permitir el acceso de las brigadas de combate de incendios.

13. ¿Qué planes de modificaciones existen para el área de estudio?

Hay labores preliminares para la instalación de un cuarto separador trifásico, en paralelo a los tres existentes.

### **3.2.2 Equipos**

#### **Alivio de sobre presión**

14. ¿Los recipientes están diseñados para soportar la máxima sobre presión generada por una perturbación del proceso?

Los separadores trifásicos trabajan a una presión de operación normal de 35 Psig y ante una sobre presión se activa la válvula de alivio.

15. ¿Las descargas de las válvulas de alivio están localizadas fuera de áreas de operaciones para evitar peligros a equipos y personal?

La descarga de las válvulas de alivio se realiza a través de tuberías que llevan los excesos de gas hacia la poza de separación.

16. ¿Los materiales de las válvulas de alivio soportan las propiedades perjudiciales de los fluidos aliviados?

Los internos de las válvulas de alivio son de acero, material específico para la conducción de gases con contenido aceitoso, vapor y otros.

17. ¿Qué procedimiento se sigue en caso los dispositivos de alivio se encuentren en mantenimiento?

El mantenimiento de las válvulas de alivio implica la parada del separador trifásico hasta que se haya reemplazado dicha válvula. En caso de existir válvulas duales de alivio en el separador, se puede efectuar el mantenimiento de una de ellas en forma rotativa.

### **Tuberías y válvulas**

18. ¿Es apropiada la especificación de las tuberías para las condiciones de proceso y la compatibilidad con los materiales del proceso?

Las tuberías son de acero al carbono ASTM A-106, que es apropiado para el transporte de fluidos calientes, salinos y aguas a temperaturas y presiones de operación de las instalaciones.

19. ¿Existe alguna consideración especial, para condiciones normales o anormales, que pudieran promover la falla de la tubería?

La alta concentración de cloruros en el agua de formación promueve la corrosión localizada en tuberías y equipos de proceso. La inyección de agentes secuestrantes de oxígeno a los fluidos de proceso y monitoreo periódico de corrosión en los recipientes contribuyen a controlar este riesgo.

20. ¿Están adecuadamente soportados los sistemas de tuberías?

Se observó la robustez del sistema de soportes de las tuberías y de las válvulas en el área de estudio, asimismo el paralelismo entre líneas y la separación entre ellas.

21. ¿Se han tomado provisiones para el mantenimiento de las válvulas de control en los equipos?

La mayoría de válvulas de control tienen un bypass para efectuar el mantenimiento. Sin embargo, algunas válvulas requieren la habilitación de estos sistemas (se detallará en el reporte del análisis HAZOP).

22. ¿Pueden ser operadas con rapidez las válvulas u otros dispositivos de bypass?

La mayor parte de las válvulas de bypass son de bola, de cierre y apertura rápidos.

23. En la sala de control se tiene indicación directa del estado actual de la válvula o el inicio de una señal de control al actuador?

En la sala de control no hay señal Scada que indique la posición de las válvulas, ni de señal del actuador; el operario debe verificar in situ las posiciones de las válvulas.

24. ¿Las válvulas de bloqueo son fácilmente accesibles durante una emergencia?

Todas las válvulas de bloqueo del área de estudio son accesibles a través de las pasarelas, escaleras y plataformas de la planta.

#### **Separadores de prueba / separadores trifásicos**

25. ¿Las cimentaciones y estructuras de soporte son adecuados para los equipos soportados?

Los separadores trifásicos están cimentados sobre pilotes enterrados y a pesar de su antigüedad se conservan sin mostrar signos de fallo.

26. ¿Es probable que una perturbación de proceso en un recipiente sobre presurice otro recipiente corriente abajo?

Para evitar una sobre presión peligrosa, se tiene como medidas de protección las válvulas de alivio de presión y las válvulas de corte (crash valve) en la entrada de los separadores.

27. ¿Qué niveles en los separadores trifásicos son vitales para la buena marcha del proceso?

Los niveles críticos en los separadores son el nivel de petróleo y agua.

28. ¿Cómo son monitoreados esos niveles?

Los niveles de petróleo y agua son monitoreados mediante transmisores de nivel que se visualizan en la sala de control de la batería.

### 3.2.3 Operaciones

29. ¿Existen provisiones para la operación segura durante fallas de energía?

En la central eléctrica existen generadores en stand-by que arrancan en caso de fallos de energía.

30. ¿Existen procedimientos formales para la operación, puesta en marcha y paradas disponible para los operadores?

Existen manuales actualizados para la operación y puesta en marcha de todos los equipos de la batería. (MTS, 2006)

31. ¿El proceso de separación de petróleo es difícil de controlar?

De acuerdo a lo manifestado por el personal operador, no existe mayor dificultad para el manejo rutinario de la batería por su larga experiencia y el entrenamiento en los manuales de operación.

32. ¿Hay entrenamiento regular en procedimientos de emergencia?

Se efectúan cuatro simulacros de incendio al año en la batería. Las acciones específicas para cada escenario están contenidas en el Plan de Contingencias de la batería.

### 3.3 Análisis de Riesgos HAZOP

#### 3.3.1 Lista de nodos de estudio

El área de estudio de la Batería Forestal se ha dividido en los siguientes nodos para ser analizados: (Ver los diagramas P&I de los nodos en el Apéndice)

**Tabla 3.1 Lista de nodos de estudio**

<b>Nodo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Plano</b>
1	Manifold de producción 500A	P05-102
2	Manifold de producción 500B	P05-102
3	Separador de prueba V-501	P05-102
4	Separador trifásico V-530	P05-103
5	Separador trifásico V-505	P05-103
6	Separador trifásico V-519	P05-104

#### 3.3.2 Palabras guía y parámetros seleccionados

Los nodos de estudio mencionados serán analizados para las siguientes desviaciones.

**Tabla 3.2 Lista de desviaciones a evaluar en el análisis de riesgo HAZOP**

<b>Palabra Guía</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Desviación</b>
No	Flujo	No hay flujo
Más	Flujo	Flujo es mayor a la capacidad de diseño
Menos	Flujo	Flujo es menor a la capacidad de diseño
Reverso	Flujo	Flujo en retroceso al sentido del proceso

<b>Palabra Guía</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Desviación</b>
Más	Temperatura	Temperatura es mayor a valor de diseño
Menos	Temperatura	Temperatura es menor a valor de diseño
Más	Presión	Presión es mayor al valor de operación normal
Menos	Presión	Presión es menor al valor de operación normal
Más	Nivel	Nivel mayor a valor de diseño
Menos	Nivel	Nivel menor a valor de diseño

### **3.3.3 Reporte del análisis de desviaciones de proceso**

Cada una de las desviaciones de proceso seleccionadas fue evaluada para cada nodo de estudio a fin de identificar sus posibles causas, consecuencias, salvaguardas y recomendaciones. Los resultados se adjuntan a continuación.

**Tabla 3.3 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 1 - Flujo**

Descripción del nodo de estudio 1: Manifold de Producción 500A

Intención de diseño: Dirigir el fluidos de los pozos hacia los separadores trifásicos

Parámetro de análisis: Flujo

Plano: P5-102

<b>Desviación</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
No hay flujo	No hay flujo desde los pozos	No son significativas en este nodo	Vigilancia del operador		Pérdidas de producción.
	Válvulas de bloqueo cerradas	No son significativas en este nodo	Vigilancia del operador		Sobrepresión en líneas de flujo de pozos.
No inyección de ag. químicos	Falla en bombas dosificadoras de ag. quim.	Perturbación de la separación en siguiente nodo	Vigilancia del operador		
Más flujo	Mayor flujo desde los pozos	No son significativas en este nodo			
	Mala operación de la válvula	No son significativas en este nodo	Vigilancia del operador	Instalar válvula check en la línea de prueba de 6"-HC-502-A600	
Menos flujo	Menor flujo desde los pozos	No son significativas en este nodo	Vigilancia del operador		
	Fuga en las líneas de flujo de los pozos por corrosión u otro.	No son significativas en este nodo	Vigilancia del operador		Probable impacto ambiental.

**Tabla 3.3 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 1 - Flujo (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 1: Manifold de Producción 500A

Intención de diseño: Dirigir el fluidos de los pozos hacia los separadores trifásicos

Parámetro de análisis: Flujo

Plano: P5-102

<b>Desviación</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
	Válvulas parcialmente abiertas	No son significativas en este nodo	Vigilancia del operador		Sobrepresión en líneas de flujo de pozos.
	Lineas de flujo taponadas	No son significativas en este nodo			Sobrepresión en líneas de flujo de pozos.
	Mala operación de las válvulas	No son significativas en este nodo	Vigilancia del operador		Probable durante pruebas de pozos.
Flujo en retroceso	Válvulas con pase	No son significativas en este nodo	Vigilancia del operador		Ver recomendación para parámetro de alta temperatura.
		Perturbación de proceso en el siguiente nodo	Vigilancia del operador	Programa de mantenimiento de válvulas check	Altera los resultados del separador de prueba V-501
	Mala operación de la válvula en la línea de 4"-AF-602-A150	Liberación de gas y petróleo al pit	Vigilancia del operador	Colocar plato ciego en la línea 4"-AF-602-A150	

**Tabla 3.4 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 1 - Temperatura**

Descripción del nodo de estudio 1: Manifold de Producción 500A

Intención de diseño: La temperatura de diseño es de 100°C

Parámetro de análisis: Temperatura

Plano: P5-102

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
Mayor temperatura	Fluido de los pozos a mayor temperatura	Exceso sobre la temperatura de diseño de los materiales de las válvulas	Ninguna identificada	Cambio de válvulas para baja temperatura por válvulas para mayores temperaturas	Programa de cambio de válvulas en progreso
		Exposición del personal a superficies y fluidos a alta temperatura	Ninguna identificada	Proporcionar equipo de protección personal idóneo a los operadores (overall manga larga, gafas y guantes de cuero)	
Menos temperatura	No aplicable				Menor temperatura puede indicar menor flujo en el sistema

**Tabla 3.5 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 1 - Presión**

Descripción del nodo de estudio 1: Manifold de Producción 500A

Intención de diseño: Presión de diseño 1330 PSIG

Parámetro de análisis: Presión

Plano: P5-102

<b>Desv.</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
Mayor presión	Válvulas de bloqueo cerradas	Posible ruptura de líneas de flujo de los pozos	Interruptores de presión para bombas en cabeza de pozo		Riesgo de impacto ambiental y daño a las líneas de flujo
	Perturbación del proceso en los separadores corriente abajo	Retro-presión en las líneas de flujo de los pozos	Interruptores de presión para bombas en cabeza de pozo		
	Válvulas de corte (crash valves) cerradas corriente abajo	Posible ruptura de líneas de flujo de los pozos	Interruptores de presión para bombas en cabeza de pozo		Riesgo de impacto ambiental y daño a las líneas de flujo
Menor presión	Falla en el manifold por corrosión u otra causa externa.	Riesgo de explosión-incendio, lesiones al personal, derrames	Programa de monitoreo y control de la corrosión (Cambio, prot. catódica e inyección de agentes anticorrosivos)		Riesgo de impacto ambiental y daño a las líneas de flujo

**Tabla 3.5 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 1 - Presión (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 1: Manifold de Producción 500A

Intención de diseño: Presión de diseño 1330 PSIG

Parámetro de análisis: Presión

Plano: P5-102

<b>Desv.</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
			Sistema de permisos de trabajo, certificación de operadores de equipo pesado, señalización Estaciones de parada de emergencia (ESD) ubicadas en toda la planta Sistema de drenaje aislado en planta Plan de contingencias y entrenamiento implementados		
	Falla en las línea de flujo de los pozos por corrosión u otro.	No son significativas en este nodo			Riesgo de impacto ambiental y daño a las líneas de flujo

**Tabla 3.6 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 2 - Flujo**

Descripción del nodo de estudio 2: Manifold de Producción 500B

Intención de diseño: Dirigir el fluidos de los pozos hacia los separadores trifásicos

Parámetro de análisis: Flujo

Plano: P5-102

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
No hay flujo	No hay flujo desde los pozos	No son significativas en este nodo	Vigilancia del operador		Pérdidas de producción
	Válvulas de bloqueo cerradas	No son significativas en este nodo	Vigilancia del operador		Sobrepresión en líneas de flujo de pozos.
No inyección de ag. químicos	Falla en bombas dosificadoras de ag. quim.	Perturbación de la separación en siguiente nodo	Vigilancia del operador		
Más flujo	Mayor flujo desde los pozos	No son significativas en este nodo			
Menos flujo	Menor flujo desde los pozos	No son significativas en este nodo	Vigilancia del operador		
	Fuga en las líneas de flujo de los pozos por corrosión u otro.	No son significativas en este nodo	Vigilancia del operador		Probable impacto ambiental.
	Válvulas parcialmente abiertas	No son significativas en este nodo	Vigilancia del operador		Sobrepresión en líneas de flujo de pozos.

**Tabla 3.6 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 2 - Flujo (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 2: Manifold de Producción 500B

Intención de diseño: Dirigir el fluidos de los pozos hacia los separadores trifásicos

Parámetro de análisis: Flujo

Plano: P5-102

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
	Lineas de flujo taponadas	No son significativas en este nodo			Sobrepresión en líneas de flujo de pozos.
	Mala operación de las válvulas	No son significativas en este nodo	Vigilancia del operador		Probable durante pruebas de pozos.
Flujo en retroceso	Válvulas con pase	No son significativas en este nodo	Vigilancia del operador		Ver recomendación para parámetro de alta temperatura.

**Tabla 3.7 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 2 - Temperatura**

Descripción del nodo de estudio 2: Manifold de Producción 500B

Intención de diseño: La temperatura de diseño es de 180°C

Parámetro de análisis: Temperatura

Plano: P5-102

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
Mayor temperatura	Fluido de los pozos a mayor temperatura	No son significativas en este nodo	Ninguna identificada	Proporcionar equipo de protección personal idóneo a los operadores (overall manga larga, gafas y guantes de cuero)	Programa de cambio de válvulas en progreso
Menos temperatura	No aplicable	Exposición del personal a superficies y fluidos a alta temperatura			

**Tabla 3.8 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 2 - Presión**

Descripción del nodo de estudio 2: Manifold de Producción 500B

Intención de diseño: Presión de diseño 1330 PSIG

Parámetro de análisis: Presión

Plano: P5-102

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
Mayor presión	Válvulas de bloqueo cerradas	Posible ruptura de líneas de flujo de los pozos	Interruptores de presión para bombas en cabeza de pozo		Riesgo de impacto ambiental y daño a las líneas de flujo
	Perturbación del proceso en los separadores corriente abajo	Sobrepresión en las líneas de flujo de los pozos	Interruptores de presión para bombas en cabeza de pozo. Vigilancia del operador		
	Válvula de corte (crash valve) cerrada en este nodo	Posible ruptura de líneas de flujo de los pozos	Interruptores de presión para bombas en cabeza de pozo		Riesgo de impacto ambiental y daño a las líneas de flujo
	Válvulas de corte (crash valves) cerradas corriente abajo	Posible ruptura de líneas de flujo de los pozos	Interruptores de presión para bombas en cabeza de pozo		Riesgo de impacto ambiental y daño a las líneas de flujo

**Tabla 3.8 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 2 - Presión (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 2: Manifold de Producción 500B  
 Intención de diseño: Presión de diseño 1330 PSIG  
 Parámetro de análisis: Presión

Plano: P5-102

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
Menor presión	Falla en el manifold por corrosión u otra causa externa.	Riesgo de explosión-incendio, lesiones al personal, derrames	Programa de monitoreo y control de la corrosión (Cambio, prot. catódica e inyección de agentes anticorrosivos)  Sistema de permisos de trabajo, certificación de operadores de equipo pesado, señalización  Estaciones de parada de emergencia (ESD) ubicadas en toda la planta		Riesgo de impacto ambiental y daño a las líneas de flujo

**Tabla 3.8 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 2 - Presión (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 2: Manifold de Producción 500B

Intención de diseño: Presión de diseño 1330 PSIG

Parámetro de análisis: Presión

Plano: P5-102

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
			Sistema de drenaje aislado en planta Plan de contingencias y entrenamiento implementados		
	Falla en las línea de flujo de los pozos por corrosión u otro.	No son significativas en este nodo			Riesgo de impacto ambiental y daño a las líneas de flujo

**Tabla 3.9 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 3 - Flujo**

Descripción del nodo de estudio 3:	Separador de Prueba V-501				
Intención de diseño:	Separador para pruebas de producción. Capacidad 7500BFPD, 2.5MMSCFD				
Parámetro de análisis:	Flujo			Plano: P5-102	
<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
No flujo al separador	No flujo desde los manifolds	No son significativas en este nodo			
	Válvula de corte (crash valve) cerrada	No son significativas en este nodo		Instalar válvulas de bloqueo antes de la válvula de corte (crash valve)	Recomendación para propósitos de mantenimiento
		Perturbación del proceso en el separador adjacente	Alarmas y dispositivos de seguridad en los nodos adyacentes		
No inyección de ag. químicos	Falla en bombas dosificadoras de ag. quim.	Perturbación del proceso en el nodo adyacente	Vigilancia del operador		

**Tabla 3.9 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 3 - Flujo (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 3: Separador de Prueba V-501

Intención de diseño: Separador para pruebas de producción. Capacidad 7500BFPD, 2.5MMSCFD

Parámetro de análisis: Flujo Plano: P5-102

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
No flujo de gas de salida	Válvula de control PCV-501 falló cerrada	Alta presión en el separador	Válvula relief PSV-501 en el separador	Instalar válvula de bloqueo antes de la válvula PCV-501	Recomendación para propósitos de mantenimiento
			Sensor PSH en el separador activa la válvula de corte (crash valve) y alarma.	Cambiar set de válvula PCV-501 de cerrado en falla a abierto en falla	La operación normal es abierto en falla
	Válvula cerrada en la línea de gas	Alta presión en el separador	Válvula relief PSV-501 en el separador Sensor PSH en el separador activa la válvula de corte (crash valve) y alarma.		

**Tabla 3.9 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 3 - Flujo (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 3: Separador de Prueba V-501

Intención de diseño: Separador para pruebas de producción. Capacidad 7500BFPD, 2.5MMSCFD

Parámetro de análisis: Flujo Plano: P5-102

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
No flujo de petróleo-agua de salida	Válvula de control LCV-501 falló cerrada	Alto nivel de líquido en separador y arrastre de líquido hacia el mechero.	Sensor LSH en el separador activa la válvula de corte (crash valve) y alarma.		
	Válvula de bloqueo de la línea de agua-petróleo cerrada	Alto nivel de líquido en separador y arrastre de líquido hacia el mechero.	Sensor LSH en el separador activa la válvula de corte (crash valve) y alarma.		
Más flujo	Mayor flujo desde los manifolds	No son significativas en este nodo			

**Tabla 3.9 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 3 - Flujo (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 3: Separador de Prueba V-501

Intención de diseño: Separador para pruebas de producción. Capacidad 7500BFPD, 2.5MMSCFD

Parámetro de análisis: Flujo Plano: P5-102

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
Menos flujo al separador	Menor flujo desde los manifolds	No son significativas en este nodo			
Menos flujo de salida de gas	Válvula de drenaje agua-petróleo falló abierta Válvula de bloqueo de la línea de gas parcialmente abierta	Perturbación del proceso en el nodo corriente abajo Alta presión en el separador	Medidas de seguridad en nodo corriente abajo Válvula relief PSV-501 y sensor PSH en el separador		
Menos flujo de salida agua-petróleo	Válvula relief PSV-501 falló abierta	Fluidos liberados hacia el pit	Sensor LSH activa la válvula de corte (crash valve) y alarma  Programa de mantenimiento de válvulas relief en curso	Considerar instalar una válvula relief adicional el paralelo a la existente	Para propósitos de calibración y mantenimiento

**Tabla 3.9 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 3 - Flujo (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 3: Separador de Prueba V-501

Intención de diseño: Separador para pruebas de producción. Capacidad 7500BFPD, 2.5MMSCFD

Parámetro de análisis: Flujo Plano: P5-102

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
Válvula de control PCV-501 falló abierta		Líquidos liberados hacia la línea de gas	Sensor LSH activa la válvula de corte (crash valve) y alarma		
Fuga del separador debido a corrosión o causa externa		Riesgo de explosión-incendio, lesiones al personal, derrames	Programa de monitoreo y control de la corrosión (Cambio, prot. catódica e inyección de agentes anticorrosivos)  Sistema de permisos de trabajo, certificación de operadores de equipo pesado, señalización	Considerar adquirir trajes resistentes al calor en áreas donde los operadores deben aislar equipos "calientes" críticos en emergencias	Operadores deben ser entrenados en uso de trajes resistentes al calor en simulacros

**Tabla 3.9 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 3 - Flujo (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 3: Separador de Prueba V-501

Intención de diseño: Separador para pruebas de producción. Capacidad 7500BFPD, 2.5MMSCFD

Parámetro de análisis: Flujo Plano: P5-102

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
			Estaciones de parada de emergencia (ESD) ubicadas en toda la planta		
			Sistema de drenaje aislado en planta		
			Plan de contingencias y entrenamiento implementados		

**Tabla 3.10 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 3 - Temperatura**

Descripción del nodo de estudio 3: Separador de Prueba V-501

Intención de diseño: Temperatura de diseño 315°C

Parámetro de análisis: Temperatura

Plano: P5-102

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
Mayor temperatura	Fluido a mayor temperatura desde los manifolds	Goteos y probable falla en válvulas por exceso de de temperatura	Vigilancia del operador	Instalar válvulas con mayores temperaturas de servicio donde fluidos calientes exceden los límites de diseño	Programa de remplazo en progreso
Menor temperatura	No aplicable				

**Tabla 3.11 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 3 - Presión**

Descripcion del nodo de estudio 3: Separador de Prueba V-501

Intención de diseño: Presión de operación normal 60 PSIG

Parámetro de análisis: Presión

Plano: P5-102

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
Mayor Presión	Válvula de control PCV-501 falló cerrada	Puede excederse la presión de diseño del separador	Válvula relief PSV-501 y sensor PSH conectado a válvula de corte (crash valve) y alarmas		
	Válvula de bloqueo cerrada en la línea de gas	Puede excederse la presión de diseño del separador	Válvula relief PSV-501 y sensor PSH conectado a válvula de corte (crash valve) y alarmas		
	Perturbación del proceso corriente abajo	Puede excederse la presión de diseño del separador	Válvula relief PSV-501 y sensor PSH conectado a válvula de corte (crash valve) y alarmas		
Menor presión	Válvula de control PCV-501 falló abierta	Alto nivel en separador con arrastre de líquidos a la línea de gas	Sensor LSH activa válvula de corte (crash valve) y alarmas		

**Tabla 3.11 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 3 - Presión (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 3: Separador de Prueba V-501

Intención de diseño: Presión de operación normal 60 PSIG

Parámetro de análisis: Presión

Plano: P5-102

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
	Válvula relief PSV-501 falló abierta	Arrastre de líquidos a la línea de gas	Sensor LSH activa válvula de corte (crash valve) y alarmas		
		Liberación de fluidos al pit	Sensor LSH activa válvula de corte (crash valve) y alarmas		
				Programa de mantenimiento de válvulas relief en curso	
	Fuga del separador debido a corrosión o causa externa	Riesgo de explosión-incendio, lesiones al personal, derrames	Programa de monitoreo y control de la corrosión (Cambio, prot. catódica e inyección de agentes anticorrosivos)		

**Tabla 3.11 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 3 - Presión (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 3: Separador de Prueba V-501

Intención de diseño: Presión de operación normal 60 PSIG

Parámetro de análisis: Presión

Plano: P5-102

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
			Sistema de permisos de trabajo, certificación de operadores de equipo pesado, señalización Estaciones de parada de emergencia (ESD) ubicadas en toda la planta Sistema de drenaje aislado en planta Plan de contingencias y entrenamiento implementados		
	Válvulas de drenaje dejadas abiertas luego de mantenimiento	Probable liberación de líquidos y gases inflamables	Lista de chequeo antes de arrancar el separador		El check-list esta implementado en el manual de operación de la planta

**Tabla 3.12 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 3 - Nivel**

Descripción del nodo de estudio 3: Separador de Prueba V-501

Intención de diseño: 50% de líquidos

Parámetro de análisis: Nivel

Plano: P5-102

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
Sin nivel	Improbable				
Mayor nivel	Mayor flujo desde los pozos por perturbación en los nodos corriente arriba	Arrastre de líquidos hacia la línea de gas	Sensor LSH activa válvula de corte (crash valve) y alarmas		
	Válvula de bloqueo de línea de agua-petróleo cerrada corriente abajo	Arrastre de líquidos hacia la línea de gas	Sensor LSH activa válvula de corte (crash valve) y alarmas		
			El arrastre de líquidos se dirige hacia los mecheros		
			El arrastre de líquidos se dirige hacia los mecheros		

**Tabla 3.12 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 3 - Nivel (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 3: Separador de Prueba V-501

Intención de diseño: 50% de líquidos

Parámetro de análisis: Nivel

Plano: P5-102

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
	Válvula de control LCV-501 en la línea de crudo falló cerrada	Arrastre de líquidos hacia la línea de gas	Sensor LSH activa válvula de corte (crash valve) y alarmas		
			El arrastre de líquidos se dirige hacia los mecheros		
	Válvula relief PSV-501 falló abierta	Arrastre de líquidos hacia la línea de gas	Sensor LSH activa válvula de corte (crash valve) y alarmas		
		Liberación de fluidos al pit	Sensor LSH activa válvula de corte (crash valve) y alarmas		
			Programa de mantenimiento de válvulas relief en curso		

**Tabla 3.12 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 3 - Nivel (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 3: Separador de Prueba V-501

Intención de diseño: 50% de líquidos

Parámetro de análisis: Nivel

Plano: P5-102

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
	Válvula de bloqueo de la línea de agua-petróleo cerrada parcialmente o líneas con incrustaciones	Arrastre de líquidos hacia la línea de gas	Sensor LSH activa válvula de corte (crash valve) y alarmas		
			El arrastre de líquidos se dirige hacia los mecheros	Programa de inyección de agentes químicos anti-incrustantes	
	Válvula de control PCV-501 falla causando mayor flujo de gas de salida	Arrastre de líquidos hacia la línea de gas	Sensor LSH activa válvula de corte (crash valve) y alarmas		

**Tabla 3.12 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 3 - Nivel (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 3: Separador de Prueba V-501

Intención de diseño: 50% de líquidos

Parámetro de análisis: Nivel

Plano: P5-102

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvuardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
			El arrastre de líquidos se dirige hacia los mecheros		
Menor nivel	Válvula de control LCV-501 falló abierta	Arrastre de gas hacia recipiente corriente abajo	Dispositivos de seguridad en recipientes corriente abajo		
	Válvula de drenaje o purga dejada abierta luego de mantenimiento	Probable liberación de líquidos y gases inflamables	Lista de chequeo antes de arrancar el separador		El check-list está implementado en el manual de operación de la planta

**Tabla 3.13 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 4 - Flujo**

Descripción del nodo de estudio 4: Separador Trifásico V-530

Intención de diseño: Separador gas-agua-petroleo. Capacidad 16000BFPD, 450MMSCFD

Parámetro de análisis: Flujo

Plano: P5-103

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
No flujo al separador	No flujo desde nodo anterior	No son significativas en este nodo			
	Válvula de corte (crash valve) cerrada	No son significativas en este nodo	Perturbación del proceso en el nodo corriente arriba	Alarmas y dispositivos de seguridad en los nodos adyacentes	
No inyección de ag. químicos	Falla en bombas dosificadoras de ag. quim.	Perturbación del proceso en el nodo corriente abajo		Vigilancia del operador	
		Arrastre de espuma a la línea de gas o mechero		Vigilancia del operador	
No flujo de gas de salida	Válvula de control PCV-530 falló cerrada	Alta presión en el separador	Válvulas relief PSV-530A y PSV-530B en el separador	Cambiar set de válvula PCV-530 de cerrado en falla a abierto en falla	La operación normal es abierta en falla

**Tabla 3.13 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 4 - Flujo (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 4: Separador Trifásico V-530

Intención de diseño: Separador gas-agua-petroleo. Capacidad 16000BFPD, 450MMSCFD

Parámetro de análisis: Flujo

Plano: P5-103

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
	Válvula 3" cerrada en línea de gas	Alta presión en el separador	Sensor PSH activa válvula de corte (crash valve) y alarma Válvulas relief PSV-530 en el separador Sensor PSH activa la válvula de corte (crash valve) y alarma		
No flujo de petróleo de salida	Válvula de control LCV-530A cerrada	Alto nivel de líquido en separador con arrastre a la línea de gas o mechero	Sensor LSH activa válvula de corte (crash valve) y alarma.		
	Válvula de 4" de la línea de petróleo cerrada	Alto nivel de líquido en separador con arrastre hacia el pit	Sensor LSH activa la válvula de corte (crash valve) y alarma.		

**Tabla 3.13 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 4 - Flujo (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 4: Separador Trifásico V-530  
 Intención de diseño: Separador gas-agua-petroleo. Capacidad 16000BFPD, 450MMSCFD  
 Parámetro de análisis: Flujo Plano: P5-103

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
No flujo de salida de agua	Válvula de control LCV-530B falló cerrada	Alto nivel de líquido en separador	Sensor LSH en el separador activa la válvula de corte (crash valve) y alarma.		
			El transmisor de nivel LT comanda al PLC-505 para abrir LCV-530B si el selector esta en modo 1		
		Máyor volumen de fluido por la línea de petróleo hacia el nodo corriente abajo	Alarmas y dispositivos de seguridad en nodos corriente abajo		
		Alta presión en separador con probable liberación de líquidos al pit	Válvulas relief PSV-530A y PSV-530B		

**Tabla 3.13 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 4 - Flujo (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 4: Separador Trifásico V-530

Intención de diseño: Separador gas-agua-petroleo. Capacidad 16000BFPD, 450MMSCFD

Parámetro de análisis: Flujo

Plano: P5-103

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
Más flujo	Mayor flujo desde los manifolds	No son significativas en este nodo			
Menos flujo al separador	Menor flujo desde los manifolds	No son significativas en este nodo			
Menos flujo de salida de gas	Válvula de 4" en la línea de petróleo falló abierta	Perturbación del proceso en el nodo corriente abajo	Alarmas y dispositivos de seguridad en nodos corriente abajo		
	Válvula en línea de gas de mechero parcialmente abierta	Alta presión en el separador	Válvulas relief PSV-530A y PSV-530B		
	Válvulas de 4" de drenaje de agua abiertas	Liberación de agua y petróleo hacia el pit	Sensor LSH activa la válvula de corte (crash valve) y alarma	Vigilancia del operador	

**Tabla 3.13 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 4 - Flujo (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 4: Separador Trifásico V-530

Intención de diseño: Separador gas-agua-petroleo. Capacidad 16000BFPD, 450MMSCFD

Parámetro de análisis: Flujo

Plano: P5-103

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
Menos flujo de salida de petróleo	Válvulas relief PSV-530A o PSV-530B fallan abiertas o tienen pase	Fluidos liberados hacia el pit	Sensor LSH activa la válvula de corte (crash valve) y alarma	Programa de mantenimiento de válvulas relief en curso	
	Válvula de control PCV-530 falló abierta	Líquidos liberados hacia la línea de gas o mechero	Sensor LSH activa la válvula de corte (crash valve) y alarma		
	Válvulas de 4" de drenaje de agua abiertas	Liberación de agua-petróleo hacia el pit	Vigilancia del operador		

**Tabla 3.13 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 4 - Flujo (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 4: Separador Trifásico V-530

Intención de diseño: Separador gas-agua-petroleo. Capacidad 16000BFPD, 450MMSCFD

Parámetro de análisis: Flujo

Plano: P5-103

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
	Fuga de hidrocarburos del separador debido a corrosión o causa externa	Riesgo de explosión-incendio, lesiones al personal, derrames	Programa de control de corrosión (Cambio, prot. catódica e inyección de ag. anticorrosivos) Sistema de permisos de trabajo, certificación de operadores de equipo pesado, señalización Estaciones de parada de emergencia (ESD) ubicadas en toda la planta Sistema de drenaje aislado en planta Plan de contingencias y entrenamiento implementados	Considerar adquirir trajes resistentes al calor en áreas donde los operadores deben aislar equipos "calientes" en emergencias	Operadores deben ser entrenados en uso de trajes resistentes al calor en simulacros

**Tabla 3.14 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 4 - Temperatura**

Descripción del nodo de estudio 4: Separador Trifásico V-530

Intención de diseño: Temperatura de diseño 315°C

Parámetro de análisis: Temperatura

Plano: P5-103

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
Mayor temperatura	Fluido a mayor temperatura desde los manifolds	Goteos y probable falla en válvulas por exceso de de temperatura	Vigilancia del operador	Instalar válvulas de mayor temperatura de servicio en puntos donde fluidos calientes exceden los límites de diseño	Programa de remplazo en progreso
Menor temperatura	No aplicable				

**Tabla 3.15 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 4 - Presión**

Descripción del nodo de estudio 4: Separador Trifásico V-530  
 Intención de diseño: Presión de operación normal 35 PSIG  
 Parámetro de análisis: Presión Plano: P5-103

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
Mayor Presión	Válvula de control PCV-530 falló cerrada	Puede excederse la presión de diseño del separador	Válvulas relief PSV-530A y PSV-530B y sensor PSH conectado a válvula de corte (crash valve) y alarmas		
	Válvula de bloqueo de 3" cerrada en la línea de gas	Puede excederse la presión de diseño del separador	Válvulas relief PSV-530A y PSV-530B y sensor PSH conectado a válvula de corte (crash valve) y alarmas		
	Perturbación del proceso en nodo corriente abajo	Puede excederse la presión de diseño del separador	Válvulas relief PSV-530A y PSV-530B y sensor PSH conectado a válvula de corte (crash valve) y alarmas		

**Tabla 3.15 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 4 - Presión (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 4: Separador Trifásico V-530  
 Intención de diseño: Presión de operación normal 35 PSIG  
 Parámetro de análisis: Presión Plano: P5-103

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
Menor presión	Válvula de control PCV-530 falló abierta	Alto nivel en separador con arrastre de líquidos a la línea de gas o mechero	Sensor LSH activa válvula de corte (crash valve) y alarmas		
	Válvulas relief PSV-530A o PSV-530B fallan abiertas o tienen pase	Liberación de fluidos al pit	Sensor LSH activa válvula de corte (crash valve) y alarmas	Programa de mantenimiento de válvulas relief en curso	

**Tabla 3.15 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 4 - Presión (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 4: Separador Trifásico V-530

Intención de diseño: Presión de operación normal 35 PSIG

Parámetro de análisis: Presión

Plano: P5-103

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
	Fuga del separador debido a corrosión o causa externa	Riesgo de explosión-incendio, lesiones al personal, derrames	Programa de control de corrosión (Cambio, prot. catódica e inyección de anticorrosivos) Permisos de trabajo, certificación operadores de eq. pesado, señalización Parada de emergencia (ESD) ubicadas en toda la planta Sistema de drenaje aislado en planta Plan de contingencias implementado		
	Válvulas de drenaje de agua dejadas abiertas	Liberación de agua/petróleo al pit	Vigilancia del operador		

**Tabla 3.16 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 4 - Nivel**

Descripción del nodo de estudio 4: Separador Trifásico V-530

Intención de diseño: 50% de líquidos

Parámetro de análisis: Nivel

Plano: P5-103

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
Sin nivel	Improbable				
Mayor nivel	Mayor flujo por perturbación en nodo anteriores	Arrastre de líquidos hacia la línea de gas o mechero	Sensor LSH activa válvula de corte (crash) y alarmas		
	Válvulas de líneas de petróleo ó agua cerradas corriente abajo	Arrastre de líquidos hacia la línea de gas o mechero	Sensor LSH activa válvula de corte (crash valve) y alarmas		
	Válvula de control LCV-530A en la línea de petróleo falló cerrada	Arrastre de líquidos hacia la planta de gas o el mechero	Sensor LSH activa válvula de corte (crash valve) y alarmas		
	Válvulas alivio PSV-530A / PSV-530B fallan abiertas	Liberación de fluidos al pit	Sensor LSH activa válvula de corte (crash valve) y alarmas		
				Mantenimiento de válvulas relief en curso	

**Tabla 3.16 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 4 - Nivel (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 4: Separador Trifásico V-530

Intención de diseño: 50% de líquidos

Parámetro de análisis: Nivel

Plano: P5-103

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
	Válvulas de bloqueo de la línea de petróleo ó agua cerradas parcialmente o líneas con incrustaciones	Arrastre de líquidos hacia la planta de gas o el mechero	Sensor LSH activa válvula de corte (crash valve) y alarmas		
			Programa de inyección de agentes químicos anti-incrustantes		
	Válvula de control LCV-530B falló cerrada en la línea de salida de agua	Mayor flujo en la línea de salida de agua/petróleo	Dispositivos de seguridad en recipientes corriente abajo		

**Tabla 3.16 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 4 - Nivel (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 4: Separador Trifásico V-530

Intención de diseño: 50% de líquidos

Parámetro de análisis: Nivel

Plano: P5-103

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
	Válvula de control PCV-530 falló abierta causando mayor flujo de gas de salida	Arrastre de líquidos hacia la planta de gas o el mechero	Sensor LSH activa válvula de corte (crash valve) y alarmas		
Menor nivel	Válvula de control LCV-530A falló abierta	Arrastre de gas en la línea de petróleo hacia recipiente corriente abajo	Dispositivos de seguridad en recipientes corriente abajo		
	Válvula de bypas de 4" en LCV-530A dejada abierta	Arrastre de gas en la línea de petróleo hacia recipiente corriente abajo	Dispositivos de seguridad en recipientes corriente abajo		
	Válvula de control LCV-530B falló abierta	Liberación de agua/petróleo hacia el pit	PLC-505 seteado para cerrar la válvula de control LCV-530B (selector esta en modo 1)		

**Tabla 3.16 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 4 - Nivel (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 4: Separador Trifásico V-530

Intención de diseño: 50% de líquidos

Parámetro de análisis: Nivel

Plano: P5-103

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
			Vigilancia del operador si el selector esta en modo 2		
	Válvula de bypas de 4" en LCV-530B dejada abierta	Liberación de agua/petróleo hacia el pit	Vigilancia del operador si el selector esta en modo 2		
	Válvulas de drenaje de agua dejadas abiertas	Liberación de fluidos al pit	Lista de chequeo antes de arrancar el separador		

**Tabla 3.17 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 5 - Flujo**

Descripción del nodo de estudio 5: Separador Trifásico V-505  
 Intención de diseño: Separador gas-agua-petroleo. Capacidad 16000BFPD, 450MMSCFD  
 Parámetro de análisis: Flujo Plano: P5-103

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
No flujo al separador	No flujo desde los nodos corriente arriba	No son significativas en este nodo			
	Válvula de corte (crash valve) cerrada	No son significativas en este nodo	Perturbación del proceso en el nodo corriente arriba	Alarmas y dispositivos de seguridad en los nodos adyacentes	
No inyección de ag. químicos	Falla en bombas dosificadoras de ag. quim.	Perturbación del proceso en el nodo corriente abajo		Vigilancia del operador	
		Arrastre de espuma a la línea de gas o mechero		Vigilancia del operador	

**Tabla 3.17 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 5 - Flujo (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 5: Separador Trifásico V-505

Intención de diseño: Separador gas-agua-petroleo. Capacidad 16000BFPD, 450MMSCFD

Parámetro de análisis: Flujo

Plano: P5-103

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
No flujo de gas de salida	Válvula de control PCV-505 falló cerrada	Alta presión en el separador	Válvula relief PSV-505 en el separador	Cambiar set de válvula PCV-505 de cerrado en falla a abierto en falla	La operación normal es abierta en falla
	Válvula de bloqueo de 2" cerrada en la línea de gas	Alta presión en el separador	Válvula relief PSV-505 en el separador	Sensor PSH en el separador activa la válvula de corte (crash valve) y alarma (PLC-505).	
				Sensor PSH en el separador activa la válvula de corte (crash valve) y alarma (PLC-505).	

**Tabla 3.17 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 5 - Flujo (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 5: Separador Trifásico V-505

Intención de diseño: Separador gas-agua-petroleo. Capacidad 16000BFPD, 450MMSCFD

Parámetro de análisis: Flujo

Plano: P5-103

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
	Válvula de control LCV-505C falló cerrada	Alta presión en el separador	Válvula relief PSV-505 en el separador  Sensor PSH en el separador activa la válvula de corte (crash valve) y alarma (PLC-505).		
No flujo de petróleo de salida	Válvula de control LCV-505A falló cerrada	Alto nivel de líquido en separador  Alta presión en el separador con probable liberación de fluidos al pit	Señal de transmisor LT alerta PL-505 para abrir LCV-505B y activa alarma (selector en modo 1)  Válvula relief PSV-505 en el separador	Instalar bypass en válvula de control LCV-505A	Para efectuar mantenimiento

**Tabla 3.17 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 5 - Flujo (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 5: Separador Trifásico V-505

Intención de diseño: Separador gas-agua-petroleo. Capacidad 16000BFPD, 450MMSCFD

Parámetro de análisis: Flujo

Plano: P5-103

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
	Válvulas de bloqueo de 4" de la línea de petróleo cerrada	Alto nivel de líquido en separador	Señal de transmisor LT alerta PL-505 para abrir LCV-505B y activa alarma (selector en modo 1)		
		Alta presión en el separador con probable liberación de fluidos al pit	Válvula relief PSV-505 en el separador		
No flujo de salida de agua	Válvula de control LCV-505B falló cerrada	Alto nivel de líquido en separador	Señal de transmisor LT alerta PL-505 para abrir LCV-505B y activa alarma (selector en modo 1)		
		Máyor volumen de fluidos por la línea de petróleo hacia nodo corriente abajo	Alarmas y dispositivos de seguridad en nodos corriente abajo		

**Tabla 3.17 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 5 - Flujo (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 5: Separador Trifásico V-505

Intención de diseño: Separador gas-agua-petroleo. Capacidad 16000BFPD, 450MMSCFD

Parámetro de análisis: Flujo

Plano: P5-103

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvuardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
		Alta presión en separador con probable liberación de fluidos al pit	Válvula relief PSV-505 en el separador		
	Válvula de bloqueo de 6" de la línea de agua cerrada	Alto nivel de líquido en separador		Señal de transmisor LT alerta PL-505 para abrir LCV-505B y activa alarma (selector en modo 1)  Sensor PSH en el separador activa la válvula de corte (crash valve) y alarma (PLC-505).	
		Alta presión en separador con probable liberación de fluidos al pit	Válvulas relief PSV-505 en el separador		

**Tabla 3.17 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 5 - Flujo (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 5: Separador Trifásico V-505

Intención de diseño: Separador gas-agua-petroleo. Capacidad 16000BFPD, 450MMSCFD

Parámetro de análisis: Flujo

Plano: P5-103

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
Más flujo	Mayor flujo desde nodos corriente arriba o adyacentes	No son significativas en este nodo			
Menos flujo al separador	Menor flujo desde el nodo corriente arriba Fuga en línea 4"-HC-597-A150 corriente arriba por corrosión u otro	No son significativas en este nodo Riesgo de explosión-incendio, lesiones al personal, derrames	Programa de control de corrosión (Cambio, prot. catódica e inyección de anticorrosivos) Sistema de permisos de trabajo, certificación de operadores de equipo pesado, señalización	Considerar adquirir trajes resistentes al calor en áreas donde los operadores deben aislar equipos "calientes" en emergencias	Operadores deben ser entrenados en uso de trajes resistentes al calor en simulacros

**Tabla 3.17 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 5 - Flujo (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 5: Separador Trifásico V-505

Intención de diseño: Separador gas-agua-petroleo. Capacidad 16000BFPD, 450MMSCFD

Parámetro de análisis: Flujo

Plano: P5-103

Desviaciones	Causas	Consecuencias	Salvaguardas	Recomendaciones	Comentarios
			Estaciones de parada de emergencia (ESD) ubicadas en toda la planta Sistema de drenaje aislado en planta Plan de contingencias y entrenamiento implementados		
Menos flujo de salida de gas	Válvula de control LCV-505A falló abierta	Arrastre de gas en línea de salida de petróleo, perturbación corriente abajo	Alarmas y dispositivos de seguridad en nodos corriente abajo	Ver recomendación en: no flujo de salida de petróleo con válvula LCV-505A cerrada	
	Válvula de bloqueo de 2" de la línea de gas parcialmente abierta	Alta presión en el separador	Válvula relief PSV-505 en el separador		

**Tabla 3.17 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 5 - Flujo (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 5: Separador Trifásico V-505

Intención de diseño: Separador gas-agua-petroleo. Capacidad 16000BFPD, 450MMSCFD

Parámetro de análisis: Flujo

Plano: P5-103

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
	Válvula de control LCV-505B falló abierta o bypass dejado abierto	Liberación de agua-petróleo hacia el pit	Vigilancia del operador		
	Válvula del drenaje de agua dejada abierta	Liberación de agua-petróleo hacia el pit	Vigilancia del operador		
Menos flujo de salida de petróleo	Válvula relief PSV-505 falló abierta o tiene pase	Fluidos liberados hacia el pit	Programa de mantenimiento de válvulas relief en curso	Instalar una válvula relief adicional en paralelo a la válvula relief PSV-505	Para efectuar calibración y mantenimiento
	Válvula de control PCV-505 falló abierta	Pase de líquidos a la línea de gas poco probable	Válvula de control LCV-505C		
	Válvula de control LCV-505B falló abierta o bypass dejado abierto	Liberación de agua-petróleo hacia el pit	Vigilancia del operador		

**Tabla 3.17 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 5 - Flujo (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 5: Separador Trifásico V-505

Intención de diseño: Separador gas-agua-petroleo. Capacidad 16000BFPD, 450MMSCFD

Parámetro de análisis: Flujo

Plano: P5-103

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
	Válvula de 4" de drenaje de agua dejada abierta	Liberación de agua-petróleo hacia el pit	Vigilancia del operador		
	Fuga del separador debido a corrosión o causa externa	Riesgo de explosión-incendio, lesiones al personal, derrames	Programa de control de corrosión (Cambio, prot. catódica e inyección de anticorrosivos) Permisos de trabajo, certificación de operadores de equipo pesado. Paradas de emergencia (ESD) ubicadas en planta Sistema de drenaje aislado en planta Plan de contingencias implementado	Ver recomendación en: Menor flujo al separador	

**Tabla 3.17 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 5 - Flujo (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 5: Separador Trifásico V-505

Intención de diseño: Separador gas-agua-petroleo. Capacidad 16000BFPD, 450MMSCFD

Parámetro de análisis: Flujo

Plano: P5-103

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
Menos flujo de salida de agua	Válvula relief PSV-505 falló abierta	Liberación de fluidos al pit	Programa de mantenimiento de válvulas relief en curso	Ver recomendaciones sobre válvulas relief en: Menos flujo de salida de petróleo	
		Pase de líquidos a la línea de gas poco probable	Válvula de control LCV-505C		
	Válvula de control PCV-505 falló abierta	Pase de líquidos a la línea de gas poco probable	Válvula de control LCV-505C		
	Válvula de bypass de 6" en LCV-505B dejada abierta	Liberación de agua-petróleo hacia el pit	Vigilancia del operador		
	Válvula de 4" del drenaje de agua dejada abierta	Liberación de agua-petróleo hacia el pit	Vigilancia del operador		

**Tabla 3.17 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 5 - Flujo (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 5: Separador Trifásico V-505

Intención de diseño: Separador gas-agua-petroleo. Capacidad 16000BFPD, 450MMSCFD

Parámetro de análisis: Flujo

Plano: P5-103

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
	Fuga del separador debido a corrosión o causa externa	Riesgo de explosión-incendio, lesiones al personal, derrames	Programa de control de corrosión (Cambio, prot. catódica e inyección de anticorrosivos) Sistema de permisos de trabajo, certificación de operadores de equipo pesado, señalización Estaciones de parada de emergencia (ESD) ubicadas en toda la planta Sistema de drenaje aislado en planta Plan de contingencias y entrenamiento implementados	Ver recomendación en: Menor flujo al separador	

**Tabla 3.18 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 5 - Temperatura**

Descripción del nodo de estudio 5: Separador Trifásico V-505

Intención de diseño: Temperatura de diseño 315°C

Parámetro de análisis: Temperatura

Plano: P5-103

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
Mayor temperatura	Fluido a mayor temperatura desde los manifolds	Goteos y probable falla en válvulas por exceso de temperatura	Vigilancia del operador	Instalar válvulas de mayor temperatura de servicio en puntos donde fluidos calientes exceden los límites de diseño	Programa de remplazo en progreso
Menor temperatura	No aplicable				

**Tabla 3.19 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 5 - Presión**

Descripción del nodo de estudio 5: Separador Trifásico V-505

Intención de diseño: Presión de operación normal 35 PSIG

Parámetro de análisis: Presión

Plano: P5-103

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
Mayor Presión	Válvula de control PCV-505 falló cerrada	Puede excederse la presión de diseño del separador	Válvula relief PSV-505, sensor PSH conectado a válvula de corte (crash valve) y alarma		
	Válvula de bloqueo de 2" cerrada en la línea de gas	Puede excederse la presión de diseño del separador	Válvula relief PSV-505, sensor PSH conectado a válvula de corte (crash valve) y alarma		
	Perturbación del proceso corriente abajo	Puede excederse la presión de diseño del separador	Válvula relief PSV-505, sensor PSH conectado a válvula de corte (crash valve) y alarma		

**Tabla 3.19 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 5 - Presión (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 5: Separador Trifásico V-505

Intención de diseño: Presión de operación normal 35 PSIG

Parámetro de análisis: Presión

Plano: P5-103

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
Menor presión	Válvula de control PCV-505 falló abierta	Alto nivel en separador con probable arrastre de líquidos a la línea de gas o mechero	Válvula de control LCV-505C		
	Válvulas relief PSV-505 fallan abiertas o tienen pase	Liberación de fluidos al pit	Programa de mantenimiento de válvulas relief en curso	Ver recomendación sobre válvulas relief en: Menor flujo de salida de petróleo	
		Probable pase de líquidos a la línea de gas	Válvula de control LCV-505C	Ver recomendación en: no flujo de salida de petróleo con válvula LCV-505A cerrada	
	Fuga del separador debido a corrosión o causa externa	Riesgo de explosión-incendio, lesiones al personal, derrames	Programa de control de corrosión (Cambio, prot. catódica e inyección de anticorrosivos)	Ver recomendación en: Menor flujo al separador	

**Tabla 3.19 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 5 - Presión (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 5: Separador Trifásico V-505

Intención de diseño: Presión de operación normal 35 PSIG

Parámetro de análisis: Presión

Plano: P5-103

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
			Sistema de permisos de trabajo, certificación de operadores de equipo pesado, señalización Estaciones de parada de emergencia (ESD) ubicadas en toda la planta Sistema de drenaje aislado en planta Plan de contingencias y entrenamiento implementados		
	Válvula de 4" de drenaje de agua dejada abierta	Liberación de fluidos al pit	Vigilancia del operador		

**Tabla 3.20 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 5 - Nivel**

Descripción del nodo de estudio 5: Separador Trifásico V-505

Intención de diseño: 50% líquidos

Parámetro de análisis: Nivel

Plano: P5-103

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
Sin nivel	Improbable				
Mayor nivel	Mayor flujo por perturbación en nodos corriente arriba	Arrastre de líquidos hacia la línea de gas o el mechero	Válvula de control LCV-505C en el separador	Señal de transmisor LT alerta PL-505 para abrir LCV-505B y activa alarma (selector en modo 1) Sensor LSH activa válvula de corte (crash valve) y alarmas	
		Posible liberación de fluidos al pit	Válvula relief PSV-505		

**Tabla 3.20 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 5 - Nivel (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 5: Separador Trifásico V-505

Intención de diseño: 50% líquidos

Parámetro de análisis: Nivel

Plano: P5-103

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
	Perturbación corriente abajo (válvulas en líneas de petróleo o agua cerradas)	Arrastre de líquidos hacia la planta de gas o el mechero	Válvula de control LCV-505C en el separador	Señal de transmisor LT alerta PL-505 para abrir LCV-505B y activa alarma (selector en modo 1) Sensor LSH activa válvula de corte y alarmas	
	Válvula de control LCV-505A en la línea de petróleo falló cerrada	Posible liberación de fluidos al pit Arrastre de líquidos hacia la planta de gas o el mechero	Válvula relief PSV-505 Válvula de control LCV-505C en el separador		

**Tabla 3.20 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 5 - Nivel (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 5: Separador Trifásico V-505

Intención de diseño: 50% líquidos

Parámetro de análisis: Nivel

Plano: P5-103

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
			Señal de transmisor LT alerta PL-505 para abrir LCV-505B y activa alarma (selector en modo 1)		
	Válvulas relief PSV-505 falla abierta	Arrastre de líquidos hacia la planta de gas o el mechero Liberación de fluido al pit	Válvula de control LCV-505C en el separador Programa de mantenimiento de válvulas relief en curso		
	Válvulas de bloqueo de 4" en la línea de petróleo cerrada parcialmente o líneas con incrustaciones	Arrastre de líquidos hacia la planta de gas o el mechero	Señal de transmisor LT alerta PL-505 para abrir LCV-505B y activa alarma (selector en modo 1)		

**Tabla 3.20 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 5 - Nivel (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 5: Separador Trifásico V-505

Intención de diseño: 50% líquidos

Parámetro de análisis: Nivel

Plano: P5-103

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
			Programa de inyección de agentes químicos anti-incrustantes		
		Probable liberación de fluidos al pit	Válvula relief PSV-505		
	Válvula de control PCV-505 falló abierta causando mayor flujo de gas de salida	Arrastre de líquidos hacia la planta de gas o el mechero	Válvula de control LCV-505C en el separador		
			Señal de transmisor LT alerta PL-505 para abrir LCV-505B y activa alarma (selector en modo 1)		

**Tabla 3.20 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 5 - Nivel (Continuación)**

Descripcion del nodo de estudio 5: Separador Trifásico V-505

Intención de diseño: 50% liquidos

Parámetro de análisis: Nivel

Plano: P5-103

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
	Válvula de control LCV-505B falló cerrada en la línea de salida de agua	Mayor volumen de fluido en la línea de salida de petróleo	Dispositivos de seguridad en recipientes corriente abajo  Sensor LSH activa válvula de corte (crash valve) y alarmas		
	Válvula de bloqueo en línea de salida de agua parcialmente cerrada	Arrastre de líquidos hacia la planta de gas o el mechero	Válvula de control LCV-505C en el separador		
Menor nivel	Válvula de control LCV-505A falló abierta	Arrastre de gas en línea de petróleo hacia recipiente corriente abajo	Dispositivos de seguridad en recipientes corriente abajo	Ver recomendación en: no flujo de salida de petróleo con válvula LCV-505A cerrada	

**Tabla 3.20 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 5 - Nivel (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 5: Separador Trifásico V-505

Intención de diseño: 50% líquidos

Parámetro de análisis: Nivel

Plano: P5-103

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
	Válvula de control LCV-505B falló abierta	Liberación de agua-petróleo hacia el pit	PLC-505 seteado para cerrar la válvula de control LCV-505B (selector en modo 1)		Para evitar liberar petróleo al pit
			Vigilancia del operador si el selector esta en modo 2		
	Válvula de bypas de 6" en LCV-505B dejada abierta	Liberación de agua-petróleo hacia el pit	Vigilancia del operador		
	Válvula de 4" del drenaje de agua dejada abierta	Liberación de agua-petróleo hacia el pit	Vigilancia del operador		

**Tabla 3.21 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 6 - Flujo**

Descripción del nodo de estudio 6: Separador Trifásico V-519

Intención de diseño: Separador gas-agua-petroleo. Capacidad 20000BFPD, 400MMSCFD

Parámetro de análisis: Flujo

Plano: P5-104

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
No flujo al separador	No flujo desde los nodos corriente arriba	No son significativas en este nodo			
	Válvula de corte (crash valve) cerrada	No son significativas en este nodo			
		Perturbación del proceso en el nodo corriente arriba	Alarmas y dispositivos de seguridad en los nodos adyacentes		
No inyección de ag. químicos	Falla en bombas dosificadoras de ag. quim.	Perturbación del proceso en el nodo corriente abajo	Vigilancia del operador		
		Arrastre de espuma a la línea de gas o mechero	Vigilancia del operador		

**Tabla 3.21 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 6 - Flujo (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 6: Separador Trifásico V-519

Intención de diseño: Separador gas-agua-petroleo. Capacidad 20000BFPD, 400MMSCFD

Parámetro de análisis: Flujo

Plano: P5-104

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
No flujo de gas de salida	Válvula de control PCV-519 falló cerrada	Alta presión en el separador	Válvula relief PSV-519 en el separador	Cambiar set de válvula PCV-519 de cerrado en falla a abierto en falla	La operación normal es abierto en falla
			Sensor PSH en el separador activa la válvula de corte (crash valve) y alarma (PLC-505).	Reubicar válvula de corte (crash valve) a línea 10"-HC-509-A150, en entrada del separador	Ubicación actual en manifold 500B no cierra todas las entradas posibles al separador V-519
	Válvula de bloqueo de 6" cerrada en la línea de gas	Alta presión en el separador	Válvula relief PSV-519 en el separador		
			Sensor PSH en el separador activa la válvula de corte (crash valve) y alarma (PLC-505).	Ver recomendación de reubicación de válvula de corte (No flujo de gas por falla de PCV-519)	

**Tabla 3.21 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 6 - Flujo (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 6:		Separador Trifásico V-519			
Intención de diseño:		Separador gas-agua-petroleo. Capacidad 20000BFPD, 400MMSCFD			
Parámetro de análisis:		Flujo			Plano: P5-104
<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
	Válvula de control LCV-519C falló cerrada	Alta presión en el separador	Válvula relief PSV-519 en el separador	Sensor PSH en el separador activa la válvula de corte (crash de valve) y alarma (PLC-505).	Ver recomendación de reubicación de válvula de corte (No flujo de gas por falla de PCV-519)
No flujo de petróleo de salida	Válvula de control LCV-519A falló cerrada	Alto nivel de líquido en separador	Señal de transmisor LT alerta PL-519 para abrir LCV-519B y activa alarma (selector en modo 1)		
		Alta presión en el separador con probable liberación de fluidos al pit	Válvula relief PSV-519 en el separador		

**Tabla 3.21 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 6 - Flujo (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 6: Separador Trifásico V-519

Intención de diseño: Separador gas-agua-petroleo. Capacidad 20000BFPD, 400MMSCFD

Parámetro de análisis: Flujo

Plano: P5-104

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
	Válvulas de bloqueo de 6" de la línea de petróleo cerrada	Alto nivel de líquido en separador	Alta presión en el separador con probable liberación de fluidos al pit	Señal de transmisor LT alerta PL-519 para abrir LCV-519B y activa alarma (selector en modo 1)	
No flujo de salida de agua	Válvula de control LCV-519B falló cerrada	Alto nivel de líquido en separador	Máyor volumen de fluidos por la línea de petróleo hacia nodo corriente abajo	Señal de transmisor LT alerta PL-519 para abrir LCV-519B y activa alarma (selector en modo 1)	
				Alarmas y dispositivos de seguridad en nodos corriente abajo	

**Tabla 3.21 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 6 - Flujo (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 6:		Separador Trifásico V-519			
Intención de diseño:		Separador gas-agua-petroleo. Capacidad 20000BFPD, 400MMSCFD			
Parámetro de análisis:		Flujo			Plano: P5-104
<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
		Alta presión en separador con probable liberación de fluidos al pit	Válvula relief PSV-519 en el separador		
	Válvula de bloqueo de 6" de la línea de agua cerrada	Alto nivel de líquido en separador	Señal de transmisor LT alerta PL-519 para abrir LCV-519B y activa alarma (selector en modo 1)	Sensor PSH en el separador activa la válvula de corte (crash valve) y alarma (PLC-505).	Ver recomendación de reubicación de válvula de corte (No flujo de gas por falla de PCV-519)
		Alta presión en separador con probable liberación de fluidos al pit	Válvulas relief PSV-519 en el separador		

**Tabla 3.21 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 6 - Flujo (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 6: Separador Trifásico V-519

Intención de diseño: Separador gas-agua-petroleo. Capacidad 20000BFPD, 400MMSCFD

Parámetro de análisis: Flujo

Plano: P5-104

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
Más flujo	Mayor flujo desde nodos corriente arriba o adyacentes	No son significativas en este nodo			
Menos flujo al separador	Menor flujo desde el nodo corriente arriba Fuga en línea 4"-HC-597-A150 corriente arriba por corrosión u otro	No son significativas en este nodo Riesgo de explosión-incendio, lesiones al personal, derrames	Programa de control de corrosión (Cambio, prot. catódica e inyección de anticorrosivos) Permisos de trabajo, certificación de operadores de eq. pesado, señalización	Considerar adquirir trajes resistentes al calor en áreas donde los operadores deben aislar equipos "calientes" en emergencias	Operadores deben ser entrenados en uso de trajes resistentes al calor en simulacros

**Tabla 3.21 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 6 - Flujo (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 6: Separador Trifásico V-519

Intención de diseño: Separador gas-agua-petroleo. Capacidad 20000BFPD, 400MMSCFD

Parámetro de análisis: Flujo

Plano: P5-104

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
			Estaciones de parada de emergencia (ESD) ubicadas en toda la planta		
			Sistema de drenaje aislado en planta		
			Plan de contingencias implementado		
Menos flujo de salida de gas	Válvula de control LCV-519A falló abierta o bypass de 6" dejado abierto	Arrastre de gas en línea de salida de petróleo, perturbación corriente abajo	Alarmas y dispositivos de seguridad en nodos corriente abajo		
	Válvula de 6" de línea de gas parcialm. abierta	Alta presión en el separador	Válvula relief PSV-519 en el separador		

**Tabla 3.21 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 6 - Flujo (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 6: Separador Trifásico V-519

Intención de diseño: Separador gas-agua-petroleo. Capacidad 20000BFPD, 400MMSCFD

Parámetro de análisis: Flujo

Plano: P5-104

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
	Válvula de control LCV-519B falló abierta o bypass de 6" dejado abierto	Liberación de agua-petróleo hacia el pit	Vigilancia del operador		
	Válvulas de los drenajes de agua (10" ó 3") dejadas abiertas	Liberación de agua-petróleo hacia el pit	Vigilancia del operador		
Menos flujo de salida de petróleo	Válvula relief PSV-519 falló abierta o tiene pase	Fluidos liberados hacia el pit	Programa de mantenimiento de válvulas relief en curso	Instalar una válvula relief adicional en paralelo a la válvula relief PSV-519	Para efectuar calibración y mantenimiento
	Válvula de control PCV-519 falló abierta	Pase de líquidos a la línea de gas poco probable	Válvula de control LCV-519C		

**Tabla 3.21 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 6 - Flujo (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 6:		Separador Trifásico V-519			
Intención de diseño:		Separador gas-agua-petroleo. Capacidad 20000BFPD, 400MMSCFD			
Parámetro de análisis:		Flujo			Plano: P5-104
<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
	Válvula de control LCV-519B falló abierta o bypass dejado abierto	Liberación de agua-petróleo hacia el pit	Vigilancia del operador		
	Válvulas de drenaje de agua (10" ó 3") dejadas abiertas	Liberación de agua-petróleo hacia el pit	Vigilancia del operador		
	Fuga del separador debido a corrosión o causa externa	Riesgo de explosión-incendio, lesiones al personal, derrames	Programa de control de corrosión (Cambio, prot. catódica e inyección de anticorrosivos)	Ver recomendación en: Menor flujo al separador	
			Permisos de trabajo, certificación de operadores de eq. pesado, señalización		

**Tabla 3.21 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 6 - Flujo (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 6: Separador Trifásico V-519

Intención de diseño: Separador gas-agua-petroleo. Capacidad 20000BFPD, 400MMSCFD

Parámetro de análisis: Flujo

Plano: P5-104

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
			Estaciones de parada de emergencia (ESD) ubicadas en toda la planta Sistema de drenaje aislado en planta Plan de contingencias y entrenamiento implementados		
Menos flujo de salida de agua	Válvula relief PSV-519 falló abierta	Liberación de fluidos al pit	Programa de mantenimiento de válvulas relief en curso	Ver recomendaciones sobre válvulas relief en: Menos flujo de salida de petróleo	
		Pase de líquidos a la línea de gas poco probable	Válvula de control LCV-519C		
	Válvula de control PCV-519 falló abierta	Pase de líquidos a la línea de gas poco probable	Válvula de control LCV-519C		

**Tabla 3.21 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 6 - Flujo (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 6: Separador Trifásico V-519  
 Intención de diseño: Separador gas-agua-petroleo. Capacidad 20000BFPD, 400MMSCFD  
 Parámetro de análisis: Flujo Plano: P5-104

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
	Válvula de bypass de 6" en LCV-519B dejada abierta	Liberación de agua-petróleo hacia el pit	Vigilancia del operador		
	Válvulas de drenaje de agua (10" ó 3") dejadas abiertas	Liberación de agua-petróleo hacia el pit	Vigilancia del operador		
	Fuga del separador debido a corrosión o causa externa	Riesgo de explosión-incendio, lesiones al personal, derrames	Programa de control de corrosión (Cambio, prot. catódica e inyección de anticorrosivos) Permisos de trabajo, certificación de operadores de eq. pesado, señalización	Ver recomendación en: Menor flujo al separador	

**Tabla 3.21 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 6 - Flujo (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 6: Separador Trifásico V-519

Intención de diseño: Separador gas-agua-petroleo. Capacidad 20000BFPD, 400MMSCFD

Parámetro de análisis: Flujo

Plano: P5-104

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
			Estaciones de parada de emergencia (ESD) ubicadas en toda la planta		
			Sistema de drenaje aislado en planta		
			Plan de contingencias y entrenamiento implementados		

**Tabla 3.22 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 6 - Temperatura**

Descripción del nodo de estudio 6:		Separador Trifásico V-519			
Intención de diseño:		Temperatura de diseño 315°C			
Parámetro de análisis:		Temperatura			Plano: P5-104
<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
Mayor temperatura	Fluido a mayor temperatura desde los manifolds	Goteos y probable falla en válvulas por exceso de temperatura	Vigilancia del operador	Instalar válvulas de mayor temperatura de servicio en puntos donde fluidos calientes exceden los límites de diseño	Programa de remplazo en progreso
Menor temperatura	No aplicable				

**Tabla 3.23 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 6 - Presión**

Descripción del nodo de estudio 6: Separador Trifásico V-519

Intención de diseño: Presión de operación normal 35 PSIG

Parámetro de análisis: Presión

Plano: P5-104

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
Mayor Presión	Válvula de control PCV-519 falló cerrada	Puede excederse la presión de diseño del separador	Válvula relief PSV-519, sensor PSH conectado a válvula de corte (crash valve) y alarma	Ver recomendación de reubicación de válvula de corte (No flujo de gas por falla de PCV-519)	
	Válvula de bloqueo de 2" cerrada en la línea de gas	Puede excederse la presión de diseño del separador	Válvula relief PSV-519, sensor PSH conectado a válvula de corte (crash valve) y alarma	Ver recomendación de reubicación de válvula de corte (No flujo de gas por falla de PCV-519)	
	Perturbación del proceso corriente abajo	Puede excederse la presión de diseño del separador	Válvula relief PSV-519, sensor PSH conectado a válvula de corte (crash valve) y alarma	Ver recomendación de reubicación de válvula de corte (No flujo de gas por falla de PCV-519)	
Menor presión	Válvula de control PCV-519 falló abierta	Alto nivel con probable arrastre de líquidos a línea de gas	Válvula de control LCV-519C		

**Tabla 3.23 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 6 - Presión (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 6:	Separador Trifásico V-519				
Intención de diseño:	Presión de operación normal 35 PSIG				
Parámetro de análisis:	Presión				Plano: P5-104
<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
	Válvulas relief PSV-519 fallan abiertas o tienen pase	Liberación de fluidos al pit  Probable pase de líquidos a la línea de gas	Programa de mantenimiento de válvulas relief en curso  Válvula de control LCV-519C	Ver recomendación sobre válvulas relief en: Menor flujo de salida de petróleo	
	Fuga del separador debido a corrosión o causa externa	Riesgo de explosión-incendio, lesiones al personal, derrames	Programa de control de corrosión (Cambio, prot. catódica e inyección de anticorrosivos)  Prmisos de trabajo, certificación de operadores de eq. pesado, señalización	Ver recomendación en: Menor flujo al separador	

**Tabla 3.23 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 6 - Presión (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 6:		Separador Trifásico V-519			
Intención de diseño:		Presión de operación normal 35 PSIG			
Parámetro de análisis:		Presión			Plano: P5-104
<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
			Estaciones de parada de emergencia (ESD) ubicadas en toda la planta		
			Sistema de drenaje aislado en planta		
			Plan de contingencias y entrenamiento implementados		
	Válvulas de drenaje de agua (10" y 3") dejadas abiertas	Liberación de fluidos al pit	Vigilancia del operador		

**Tabla 3.24 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 6 - Nivel**

Descripción del nodo de estudio 6: Separador Trifásico V-519

Intención de diseño: 50% de líquidos

Parámetro de análisis: Nivel

Plano: P5-104

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
Sin nivel	Improbable				
Mayor nivel	Mayor flujo por perturbación en nodos corriente arriba	Arrastre de líquidos hacia la línea de gas o el mechero	Válvula de control LCV-519C en el separador	Señal de transmisor LT alerta PL-519 para abrir LCV-519B y activa alarma (selector en modo 1)	
			Sensor LSH activa	Ver recomendación de válvula de corte (crash valve) y alarmas	Ver recomendación de reubicación de válvula de corte (No flujo de gas por falla de PCV-519)
		Posible liberación de fluidos al pit	Válvula relief PSV-519		

**Tabla 3.24 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 6 - Nivel (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 6: Separador Trifásico V-519

Intención de diseño: 50% de líquidos

Parámetro de análisis: Nivel

Plano: P5-104

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
	Perturbación en el proceso corriente abajo (válvulas en líneas de petróleo o agua cerradas)	Arrastre de líquidos hacia la planta de gas o el mechero	Válvula de control LCV-519C en el separador	Señal de transmisor LT alerta PL-519 para abrir LCV-519B y activa alarma (selector en modo 1)	
			Sensor LSH activa	Ver recomendación de válvula de corte (crash valve) y alarmas	Ver recomendación de reubicación de válvula de corte (No flujo de gas por falla de PCV-519)
		Posible liberación de fluidos al pit	Válvula relief PSV-519		

**Tabla 3.24 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 6 - Nivel (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 6: Separador Trifásico V-519

Intención de diseño: 50% de líquidos

Parámetro de análisis: Nivel

Plano: P5-104

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
	Válvula de control LCV-519A en la línea de petróleo falló cerrada	Arrastre de líquidos hacia la planta de gas o el mechero	Válvula de control LCV-519C en el separador	Señal de transmisor LT alerta PL-519 para abrir LCV-519B y activa alarma (selector en modo 1)	
	Válvulas relief PSV-519 falla abierta o tiene pase	Arrastre de líquidos hacia la planta de gas o el mechero	Válvula de control LCV-519C en el separador	Programa de mantenimiento de válvulas relief en curso	

**Tabla 3.24 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 6 - Nivel (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 6: Separador Trifásico V-519

Intención de diseño: 50% de líquidos

Parámetro de análisis: Nivel

Plano: P5-104

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
	Válvulas de 6" en línea de petróleo cerrada parcialmente o con incrustaciones	Arrastre de líquidos hacia la planta de gas o el mechero	Señal de transmisor LT alerta PL-519 para abrir LCV-519B y activa alarma (selector en modo 1)  Programa de inyección de agentes químicos anti-incrustantes		
	Válvula de control PCV-519 falló abierta causando mayor flujo de gas de salida	Probable liberación de fluidos al pit  Arrastre de líquidos hacia la planta de gas o el mechero	Válvula relief PSV-519	Válvula de control LCV-519C en el separador	

**Tabla 3.24 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 6 - Nivel (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 6: Separador Trifásico V-519

Intención de diseño: 50% de líquidos

Parámetro de análisis: Nivel

Plano: P5-104

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
			Señal de transmisor LT alerta PL-519 para abrir LCV-519B y activa alarma (selector en modo 1)		
	Válvula de control LCV-519B falló cerrada en la línea de salida de agua	Mayor volumen de fluido en la línea de salida de petróleo	Dispositivos de seguridad en recipientes corriente abajo	Sensor LSH activa válvula de corte (crash valve) y alarmas	Ver recomendación de reubicación de válvula de corte (No flujo de gas por falla de PCV-519)
	Válvulas de 6" en línea de salida de agua cerradas / parcialmente	Arrastre de líquidos hacia la planta de gas o el mechero	Señal de transmisor LT alerta PL-519 para abrir LCV-519B y activa alarma (selector en modo 1)		

**Tabla 3.24 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 6 - Nivel (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 6: Separador Trifásico V-519

Intención de diseño: 50% de líquidos

Parámetro de análisis: Nivel

Plano: P5-104

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
			Sensor LSH activa	Ver recomendación de válvula de corte (crash valve) y alarmas	Reubicación de válvula de corte (No flujo de gas por falla de PCV-519)
Menor nivel	Válvula de control LCV-519A falló abierta	Arrastre de gas en línea de petróleo hacia recipiente corriente abajo	Dispositivos de seguridad en recipientes corriente abajo		
	Válvula de control LCV-519B falló abierta	Liberación de agua-petróleo hacia el pit	PLC-505 seteado para cerrar válvula de control LCV-519B (selector en modo 1) Vigilancia del operador si el selector esta en modo 2		Para evitar liberar petróleo al pit

**Tabla 3.24 Análisis de desviaciones en el nodo de estudio 6 - Nivel (Continuación)**

Descripción del nodo de estudio 6: Separador Trifásico V-519

Intención de diseño: 50% de líquidos

Parámetro de análisis: Nivel

Plano: P5-104

<b>Desviaciones</b>	<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Salvaguardas</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>Comentarios</b>
	Válvula de bypas de 6" en LCV-519B dejada abierta	Liberación de agua-petróleo hacia el pit	Vigilancia del operador		
	Válvulas de drenaje de agua (10" ó 3") dejadas abiertas	Liberación de agua-petróleo hacia el pit	Vigilancia del operador		

### **3.4 Recomendaciones del análisis de riesgo HAZOP**

Las observaciones efectuadas en el Reporte Preliminar de Riesgos en la Operación y las recomendaciones del Análisis de Desviaciones en la Operación se sintetizan en las siguientes tablas.

**Tabla 3.25 Recomendaciones del Análisis de Riesgo HAZOP - Equipos**

Batería: Forestal

Area: Fases de recepción, prueba / medición y tratamiento de petróleo

Tipo: Cambios en diseño o equipos

<b>Item</b>	<b>Recomendación</b>	<b>Línea / Equipo</b>	<b>Prioridad</b>
01	Instalar plato ciego en línea fuera de servicio que se dirige al pit	4"-AF-602-A150	Baja
02	Instalar válvula check en línea de prueba	6"-HC-502-A150	Media
03	Instalar válvula de bloqueo antes de la válvula de corte (crash valve)	Separador de prueba V-501	Media
04	Instalar válvula de bloqueo antes de la válvula de control de presión PCV-501	Separador de prueba V-501	Baja
05	Considerar instalar una válvula relief adicional en paralelo a la existente	Separador de prueba V-501	Baja
06	Implementar un lazo adicional de control de nivel mediante lectura de presión del separador.	Separador trifásico V-530	Media
07	Instalar bypass de 4" en válvula de control de nivel LCV-505A	Separador trifásico V-505	Media
08	Considerar instalar una válvula relief adicional en paralelo a la existente	Separador trifásico V-505	Media
09	Reubicar válvula de corte (crash valve) a línea 10"-HC-509-A150, en entrada del separador	Separador trifásico V-519	Alta
10	Instalar válvula de alivio adicional paralela a la válvula de alivio existente PSV-519	Separador trifásico V-519	Media
11	Instalar válvula de bloqueo antes de válvula de alivio PSV-519	Separador trifásico V-519	Media

**Tabla 3.26 Recomendaciones del Análisis de Riesgo HAZOP - Mantenimiento**

Batería: Forestal

Area: Fases de recepción, prueba / medición y tratamiento de petróleo

Tipo: Mantenimiento

<b>Ítem</b>	<b>Recomendación</b>	<b>Línea / Equipo</b>	<b>Prioridad</b>
12	Ejecutar un programa formal de mantenimiento preventivo de todas las válvulas de control de los separadores por el alto riesgo que involucra el mal funcionamiento / ruptura de estos dispositivos.	Separador de prueba separadores trifásicos	Alta
13	Concluir programa de verificación / remplazo de válvulas de control y bloqueo según temperaturas de servicio	Todos	Baja
14	Programa formal de mantenimiento de válvulas check de manifolds	Manifold 500A y 500B	Baja
15	Cambiar el modo de actuación de la válvula de control de presión PCV-501 de falla cerrada (FC) a falla abierta (FO)	Separador de prueba V-501	Media
16	Cambiar el modo de actuación de la válvula de control de presión PCV-530 de falla cerrada (FC) a falla abierta (FO)	Separador trifásico V-530	Media
17	Cambiar el modo de actuación de la válvula de control de presión PCV-505 de falla cerrada (FC) a falla abierta (FO)	Separador trifásico V-505	Media
18	Cambiar el modo de actuación de la válvula de control de presión PCV-519 de falla cerrada (FC) a falla abierta (FO)	Separador trifásico V-519	Media

**Tabla 3.27 Recomendaciones del Análisis de Riesgo HAZOP - Procedimientos**

Batería: Forestal

Area: Fases de recepción, prueba / medición y tratamiento de petróleo

Tipo: Procedimientos de trabajo / emergencias

<b>Item</b>	<b>Recomendación</b>	<b>Línea / Equipo</b>	<b>Prioridad</b>
19	Considerar proporcionar trajes resistentes al calor en áreas donde los operadores deben aislar equipos "calientes" críticos en emergencias	Todos	Media
20	Proveer a los operadores con guantes y gafas adecuados para manipular fluidos y equipos a alta temperatura (100°C)	Todos	Media

## **Capítulo IV: Conclusiones**

- El análisis de riesgos HAZOP en el área de recepción de fluido, prueba/medición y tratamiento de petróleo de la Batería Forestal de producción petrolera ha resultado en 20 recomendaciones referidas a cambios en equipos/diseño, mantenimiento y procedimientos de trabajo; según se detallan en las tablas del acápite 3.4 del informe.
- A pesar que una de las recomendaciones (reubicación de la válvula de corte del separador V-519) está referida a prevenir un potencial suceso no deseado; el resto de las recomendaciones están dirigidas a prevenir problemas operativos y de mantenimiento en los equipos.
- Se considera prioritaria la implementación de un programa de mantenimiento preventivo para las válvulas de control debido a la criticidad de estos dispositivos para que el proceso sea controlado dentro de sus parámetros de operación normales.
- Aún cuando la técnica HAZOP es ampliamente recomendada para la etapa de diseño de facilidades nuevas de proceso (Kletz, 1985); en el estudio se ha verificado su utilidad para el análisis de los riesgos en la operabilidad de una facilidad existente, que ha tenido cambios en el proceso y condiciones de operación a lo largo del tiempo.

## **Capítulo V: Bibliografía**

Creus, Antonio, Instrumentación Industrial, 1995, páginas 21 a 35.

Departamento de Construcciones – Pluspetrol Norte S.A. (2005) Planos P&I de la Bateria Forestal, planos P5-102 a P5-104.

Energy Analysts. Inc., “Hazop Study Methodology and Hazard Analysis”, Oklahoma U.S.A.

Klett Trevor A., Eliminating Potencial Process Hazards, Chemical Engineering Magazine, Abril 1985, páginas 48 a 68.

Manufacturing Technology Strategies Inc., Recepción y Tratamiento de Crudo – Bateria Forestal, Enero 2006, páginas 30 a 69.

Nolan Dennis P., Application of Hazop and What-if Safety Reviews to the Petroleum, Petrochemical and Chemical Industries, páginas 29 a 70.

## **Capítulo VI: Apéndices**

- 6.1 Plano P5-101 - Simbología P&I Batería Forestal
- 6.2 Plano P5-102 - Diagrama P&I de manifolds de entrada y separador de prueba V-501
- 6.3 Plano P5-103 - Diagrama P&I de separadores trifásicos V-505 y separador trifásico V-530
- 6.4 Plano P5-104 - Diagrama P&I del separador trifásico V-519

PLANO 01

Identificación de Instrumentos			
	Primeras Letras		Letras Sucesivas
	Variable	Modificador	Función
A	Análisis		Alarma
B			
C	Conductividad		Control
D	Densidad	Diferencial	
E	Voltaje		Elemento primario
F	Flujo		
G			
H	Manual		Alto
I	Corriente		Indicador Intermedio
J	Potencia		
K			Estación de Control
L	Nivel		Luz piloto Bajo
M	Humedad		
N			
O			Orificio
P	Presión		
Q	Cantidad	Integrador	
R			Registro
S	Velocidad	Seguridad	Switch
T	Temperatura		Transmisor
U	Multivariable		Multifunción Multifunción
V	Vibración		Válvula
W	Peso		Pozo
X	No Clasificado		No Clasificado No Clasificado
Y			Relé o Computadora
Z	Posición		Motor

Símbolos					
	Tubería de petróleo ó condensado		Válvula de corte ó parada de emergencia		Manguera
	Tubería de petróleo		Soplador		Orificio observación abierto
	Tubería de gas		Bomba centrífuga		Oficio observación cerrado
	Agua contra-incendio		Boma rotatoria		Trampa de condensado
	Tubería de agua		Reducción		
	Reducción		Bomba de pistón		
	Válvula de compuerta		Bomba de diafragma		Arrestor de flama
	Válvula de bola		Bomba vertical sumergible		Plato ciego
	Válvula de globo		Medidor de desplazamiento positivo		Tapa soldada
	Válvula de pistón		Medidor de turbina		Señal neumática
	Válvula de aguja		Orificio		Suministro de aire para instrumentos
	Válvula manual de control		Filtro de canasto		Tubo capilar
	Válvula de control		Filtro en Y		Señal eléctrica
	Válvula de bloqueo y sangrado		Alabes orientadores de flujo		
	Válvula check		Filtro temporal		Gas para instrumentos
	Válvula de mariposa		Hidrante contraincendio		Aire combustionado
	Válvula de alivio		Monitor C/I fijo		Instrumento de campo
	Válvula de pie		Indicador de flujo		Instrumento montado en panel de control
	Válvula operada por motor		Liberación de aire		Instrumentos combinados
	Válvula solenoide		Venteo libre		Drenaje visible

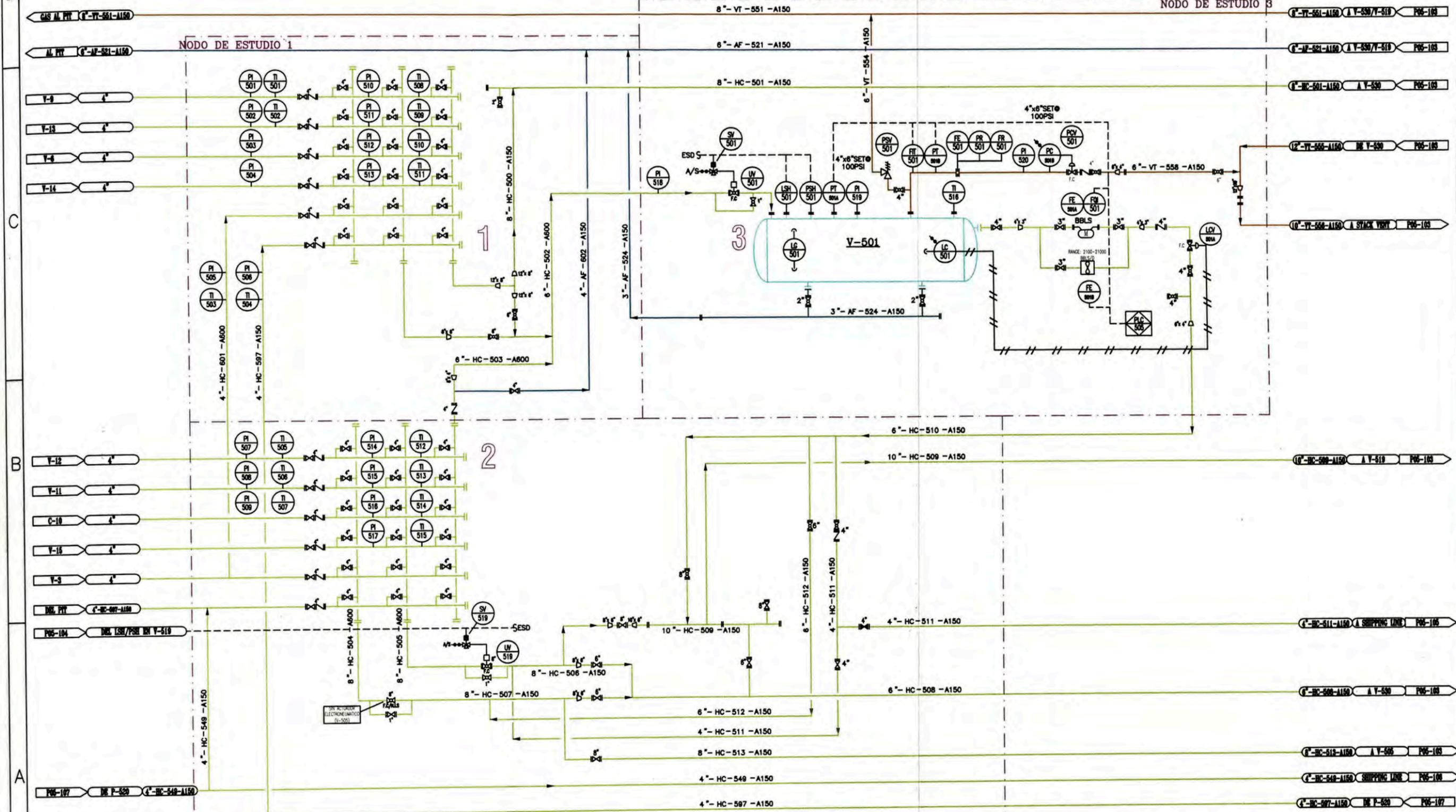
Símbolos					
	Válvula operada por electricidad /hidráulica		Mezclador de tanque		Drenaje a la atmósfera
	Válvula de tres vías		O.D. (Normalmente drena a un tanque sumidero)		Nodo de estudio
	Válvula de cuatro vías		Junta de expansión		

Abreviaturas	
S.D.	- Parada
E.S.D.	- Parada de emergencia
A.O.	- Aire para abrir
A.C.	- Aire para cerrar
W.D.	- Drenaje de agua
L.O.	- Bloqueado abierto
L.C.	- Bloqueado cerrado
R.O.	- Orificio de restricción
*	- Señal de supervisión (solamente de indicación)
F.O.	- Abierto en falla
F.C.	- Cerrado en falla
N.O.	- Normalmente abierto
N.C.	- Normalmente cerrado
N.I.S.	- No está en servicio
O.O.S.	- Fuera de servicio
	- Selección alta
	- Selección baja
F.S.U.	- Lado plano hacia arriba
F.S.D.	- lado plano hacia abajo
G.V.S.	- Solenoide de válvula de gas
C.M.P.	- Punto de control de corrosión

PROYECTO:	ANÁLISIS DE RIESGOS BATERIA FORESTAL (05)		
TITULO:	SIMBOLOGIA P&I BATERIA FORESTAL		
DOCUMENTO N°	P 5 - 1 0 1		OBRA
	ESCALA: sin escala	REVISION	
	FUENTE: CREUS, 1995	< 1 >	

PLANO 02

# MANIFOLDS DE ENTRADA Y SEPARADOR DE PRUEBA V-501

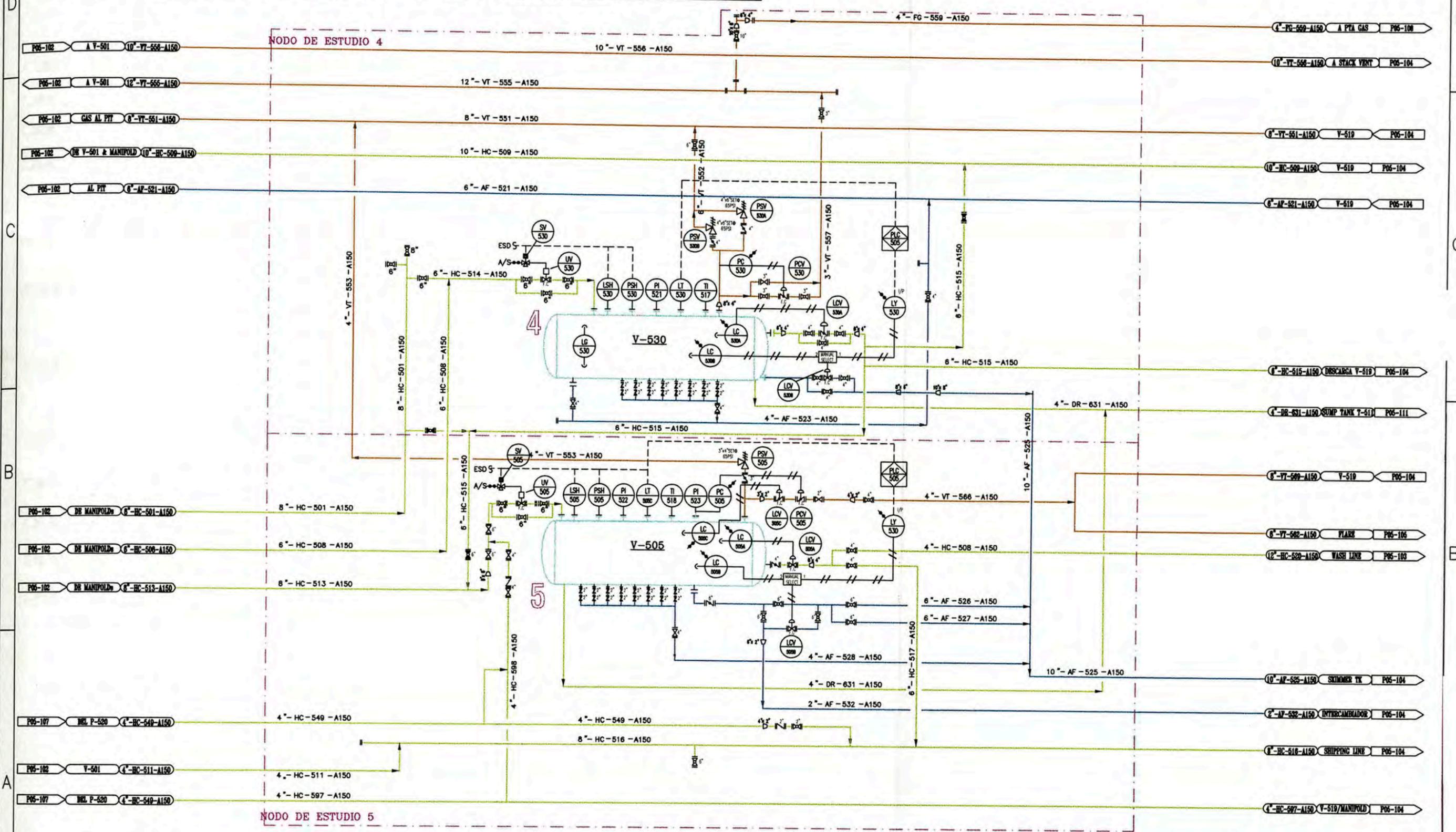


V-501  
 DIAM: 6 ft, LONG: 15 ft  
 PRESION OPERACION: 60 PSI  
 TEMPERATURA OPERACION: 200° F  
 CAUDAL: 2000 BFPD

PROYECTO:	ANÁLISIS DE RIESGOS BATERIA FORESTAL (05)		
SECCION:	RECEPCION - PRUEBA Y MEDICION		
TITULO:	P&I - MANIFOLDS DE ENTRADA Y SEPARADOR DE PRUEBA		
DOCUMENTO N°:	P 5 - 1 0 2	OBRA:	
HOJA:	P05-102	TIPO:	A3
REEMPLAZA A:		REALIZADO EN:	VSOP/REAN/GP-IG
REVISION:	< 1 >		

PLANO 03

# SEPARADOR TRIFASICO V-505 / SEPARADOR TRIFASICO V-530



**V-530**  
 DIAM: 10 ft, LONG: 50 ft  
 PRESION OPERACION: 46 PSI  
 TEMPERATURA OPERACION: 200° F  
 CAIDAL: 60000 BFPD

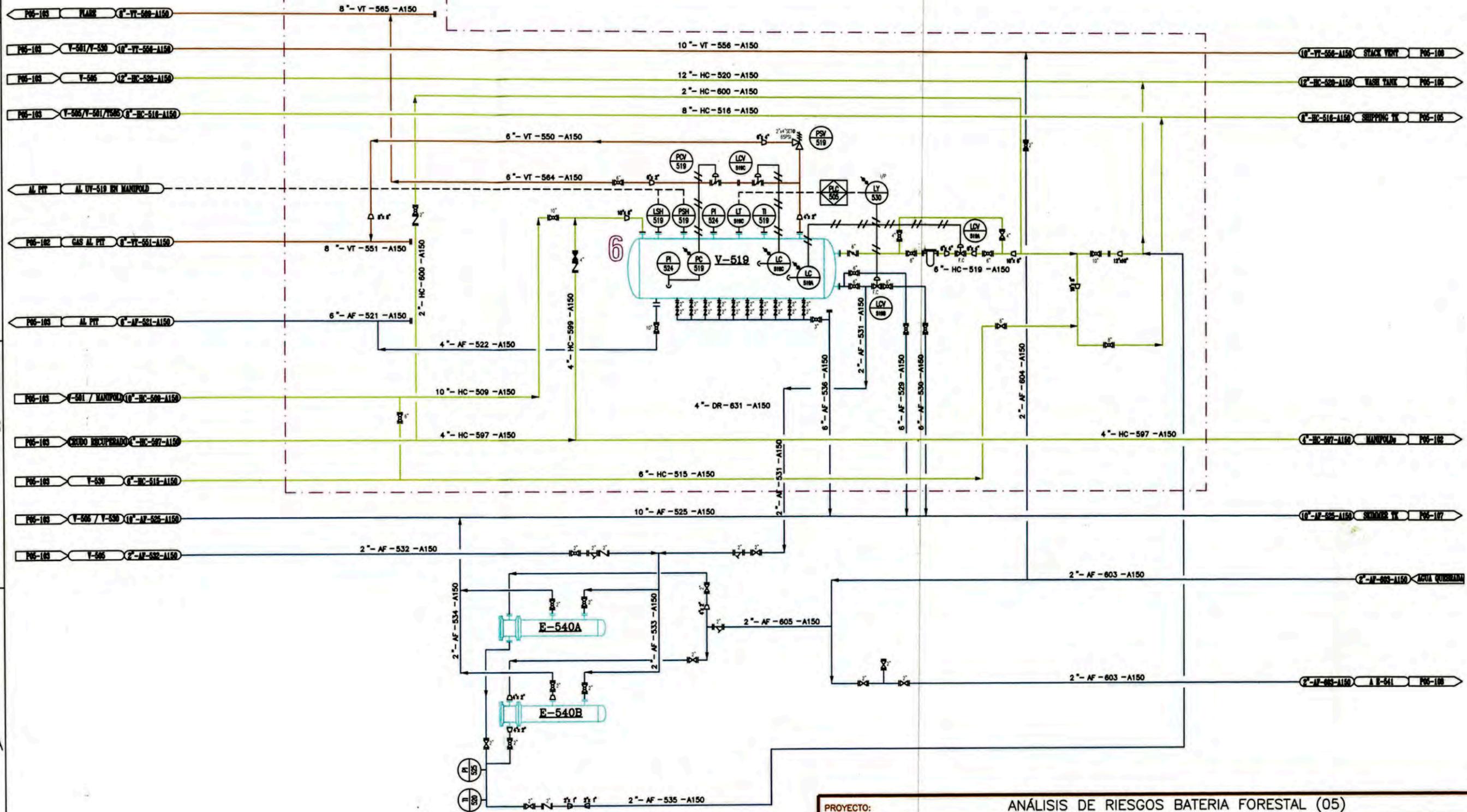
**V-505**  
 DIAM: 10 ft, LONG: 50 ft  
 PRESION OPERACION: 46 PSI  
 TEMPERATURA OPERACION: 200° F  
 CAIDAL: 60000 BFPD

PROYECTO:	ANÁLISIS DE RIESGOS BATERIA FORESTAL (05)		
SECCION:	TRATAMIENTO DE PETROLEO		
TITULO:	P&I - SEPARADOR TRIFASICO V-505 / SEPARADOR TRIFASICO V-530		
DOCUMENTO N°:	P 5 - 1 0 3	OBRA:	
HOJA:	P05-103	TIPO:	A3
REEMPLAZA A:		REVISION:	< 1 >
REALIZADO EN:	VSOP/REAN/GP-IG		

PLANO 04

# SEPARADOR TRIFASICO V-519

NODO DE ESTUDIO 6



V-519  
 DIAM: 10 ft, LONG: 60 ft  
 PRESION OPERACION: 46 PSI  
 TEMPERATURA OPERACION: 200° F  
 CAUDAL: 70000 BFPD

PROYECTO:	ANÁLISIS DE RIESGOS BATERIA FORESTAL (05)		
SECCION:	TRATAMIENTO DE PETROLEO		
TITULO:	P&I - SEPARADOR TRIFASICO V-519		
DOCUMENTO N°:	P 5 - 1 0 4	OBRA:	
HOJA:	P05-104	TIPO:	A3
REEMPLAZA A:		REALIZADO EN:	VSOP/REAN/GP-IG
REVISION:	< 1 >		