

**MANUAL DE PROCEDIMIENTOS BATERÍA CAMPO TELLO**



**PAOLA ANDREA PINTO VALLE  
JESSICA PAOLA MOSQUERA LOZANO**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS  
NEIVA-HUILA  
2010**

**MANUAL DE PROCEDIMIENTOS BATERIA CAMPO TELLO**

**PAOLA ANDREA PINTO VALLE  
JESSICA PAOLA MOSQUERA LOZANO**

**Proyecto de grado para optar al título de ingeniero de petróleos**

**Director:  
Yasser Camilo Namen.**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS  
NEIVA-HUILA  
2010**

**Nota de Aceptación**

---

---

---

---

---

---

**Firma del Jurado**

---

**Firma del Jurado**

---

**Firma del Jurado**

**Neiva, 14 de Abril de 2010.**

## **DEDICATORIA**

A DIOS le doy gracias por guiarme e iluminarme.

Dedico este proyecto de grado a mis padres; Betty Valle Polania Y Efraín Pinto Salazar quienes durante todas las etapas de mi vida han sido las personas que con gran esfuerzo me han encaminado y apoyado. Además porque los admiro por ser responsables, cariñosos, comprensivos y dedicados en la labor que desempeñan.

A mis hermanos Roger Mauricio y Leidy Carolina por preocuparse y brindarme momentos de felicidad.

Ellos son las personas mas importantes para mí que merecen lo mejor y se que este logro no es solo Mio sino de todos (MI FAMILIA).

A los profesores del programa de ingeniería de petróleos quienes con su sabiduría me formaron profesionalmente y a mis compañeros por su apoyo y compañía viviendo así momentos inolvidables.

**PAOLA ANDREA PINTO VALLE**

"Dedico este proyecto y toda mi carrera universitaria a Dios por ser quien ha estado a mi lado en todo momento dándome las fuerzas necesarias para continuar luchando día tras día y seguir adelante rompiendo todas las barreras que se me presenten. Le agradezco a mi mamá Eunice Lozano y mi papá Jaime Mosquera ya que gracias a ellos soy quien soy hoy en día, fueron los que me dieron ese cariño y amor necesario, son los que han velado por mi salud, mis estudios, mi educación, alimentación entre otros, son a ellos a quien les debo todo, horas de consejos , de regaños, de reprimendas de tristezas y de alegrías de las cuales estoy muy segura que las han hecho con todo el amor del mundo para formarme como un ser integral y de las cuales me siento extremadamente orgullosa. Agradezco a mis hermanas las cuales han estado a mi lado, han compartido todos esos secretos y aventuras que solo se pueden vivir entre hermanos y que han estado siempre alerta ante cualquier problema que se me pueda presentar. También les agradezco a mis amigos más cercanos, a esos amigos que siempre me han acompañado y con los cuales he contado desde que los conocí; a aquellos que han vivido conmigo todas esas aventuras durante nuestra estadía en la universidad, quienes me acompañaron compartiendo grandes momentos y recuerdos y brindándome todo su apoyo. También agradezco a los profesores que me han apoyado una y otra vez y todos aquellos a quien no menciono por lo extensa que sería la lista."

**JESSICA PAOLA MOSQUERA LOZANO**

## **AGRADECIMIENTOS**

ECOPETROL - GERENCIA REGIONAL SUR, por brindarnos la oportunidad de realizar este proyecto y por el apoyo logístico.

YASSER CAMILO NAMEN. Ingeniero de petróleos. Ingeniero de producción de Campo Tello. Director del Proyecto.

ERVIN ARANDA ARANDA. Ingeniero de petróleos. Docente del área de producción de la Universidad Surcolombiana. Asesor del proyecto.

RICARDO PARRA PINZON. Ingeniero de petróleos. Docente del área de Yacimientos. Evaluador del proyecto.

HAYDEE MORALES. Ingeniero de petróleos. Docente del área de producción. Evaluador del proyecto.

OPERADORES, SUPERVISORES, INSTRUMENTISTAS y demás personas que laboran en la Batería Tello por su incondicional apoyo.

Jesus Alberto Archila, Ingeniero de Producción ECOPETROL S.A. - SOH.

Julio Mario Rueda Celis, Coordinador de Producción Campo Tello, ECOPETROL S.A. – SOH.

Celiar Sánchez Vargas, Coordinador de Mantenimiento y Operaciones Campo Tello, MECÁNICOS ASOCIADOS S.A.

Adrian Zambrano, Supervisor de Producción, MECÁNICOS ASOCIADOS S.A.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	11
<b>1. GENERALIDADES DEL CAMPO</b> .....	12
1.1. GEOLOGÍA .....	13
<b>2. DESCRIPCIÓN GENERAL</b> .....	14
<b>3. PROCEDIMIENTOS POR PROCESO</b> .....	16
3.1. PROCESO DE RECOLECCIÓN .....	16
3.1.1. SISTEMA DE RECEPCIÓN DE FLUIDOS .....	16
3.1.1.1. Procedimiento Para Poner Un Pozo A Prueba .....	16
3.1.1.1.1. Objetivo .....	16
3.1.1.1.2. Condiciones Generales .....	16
3.1.1.1.3. Desarrollo .....	17
3.1.1.1.4. Contingencias .....	19
3.2. PROCESO DE TRATAMIENTO Y ALMACENAMIENTO .....	21
3.2.1. SISTEMA DE INYECCIÓN DE QUÍMICOS .....	21
3.2.1.1. Procedimiento Puesta En Marcha De Una Bomba Dosificadora .....	22
3.2.1.1.1. Objetivo .....	22
3.2.1.1.2. Condiciones Generales .....	22
3.2.1.1.3. Desarrollo .....	22
3.2.1.1.4. Contingencias .....	24
3.2.2. SISTEMA DE SEPARACIÓN .....	25
3.2.2.1. Procedimiento Operación, Parada Y Puesta En Marcha De Los FWKO'S .....	26
3.2.2.1.1. Objetivo .....	26
3.2.2.1.2. Condiciones Generales .....	26
3.2.2.1.3. Desarrollo .....	26
3.2.2.1.4. Contingencias .....	30
3.2.2.2. Procedimiento Atención De Alarmas En Los Separadores Bifásicos .....	31
3.2.2.2.1. Objetivo .....	31
3.2.2.2.2. Condiciones Generales .....	32
3.2.2.2.3. Desarrollo .....	32
3.2.2.2.4. Contingencias .....	33
3.2.2.3. Procedimiento Operación, Parada Y Puesta En Marcha De Los Separadores Bifásicos .....	34
3.2.2.3.1. Objetivo .....	34
3.2.2.3.2. Condiciones Generales .....	34
3.2.2.3.3. Desarrollo .....	35
3.2.2.3.4. Contingencias .....	37
3.2.3. SISTEMA DE PRUEBA .....	38
3.2.3.1. Procedimiento Para El Cambio De Platina De Orificio En Medidores Daniel Tipo Senior .....	38
3.2.3.1.1. Objetivo .....	38
3.2.3.1.2. Condiciones Generales .....	39
3.2.3.1.3. Desarrollo .....	39
3.2.3.1.4. Contingencias .....	40
3.2.4. SISTEMA DE DESHIDRATACIÓN .....	41

3.2.4.1. Procedimiento Operación, Parada Y Puesta En Marcha Del Gun Barrel 1 .....	41
3.2.4.1.1. Objetivo .....	41
3.2.4.1.2. Condiciones Generales .....	41
3.2.4.1.3. Desarrollo .....	42
3.2.4.1.4. Contingencias .....	45
3.2.4.2. Procedimiento Para Calcular Las Interfases Del Gun Barrel .....	46
3.2.4.2.1. Objetivo .....	46
3.2.4.2.2. Condiciones Generales .....	46
3.2.4.2.3. Desarrollo .....	46
3.2.5. SISTEMA DE MANEJO DE GAS .....	47
3.2.5.1. Procedimiento Consumo Gas Dina Y/O Rio Ceibas Del Scruber T-MBF-104 .....	48
3.2.5.1.1. Objetivo .....	48
3.2.5.1.2. Condiciones Generales .....	48
3.2.5.1.3. Desarrollo .....	48
3.2.5.1.4. Contingencias .....	50
3.3. PROCESO DE VENTA DE CRUDO .....	51
3.3.1. SISTEMA DE BOMBAS DE TRANSFERENCIA .....	51
3.3.1.1. Procedimiento Operación De Las Bombas De Transferencia De Crudo .....	51
3.3.1.1.1. Objetivo .....	51
3.3.1.1.2. Condiciones Generales .....	51
3.3.1.1.3. Desarrollo .....	52
3.3.1.1.4. Contingencias .....	54
3.3.2. SISTEMA DE FISCALIZACIÓN .....	55
3.3.2.1. Procedimiento Operación Unidad Lact .....	55
3.3.2.1.1. Objetivo .....	55
3.3.2.1.2. Condiciones Generales .....	55
3.3.2.1.3. Desarrollo .....	56
3.3.2.1.4. Contingencias .....	57
3.3.2.2. Procedimiento Operación Muestreador De La Unidad Lact .....	58
3.3.2.2.1. Objetivo .....	58
3.3.2.2.2. Condiciones Generales .....	58
3.3.2.2.3. Desarrollo .....	58
3.3.2.3. Procedimiento Bombeo De Crudo Batería Tello – Estación Tenay .....	60
3.3.2.3.1. Objetivo .....	60
3.3.2.3.2. Condiciones Generales .....	60
3.3.2.3.3. Desarrollo .....	61
3.3.2.3.4. Contingencias .....	62
3.4. PROCESO DE INYECCIÓN AGUA .....	63
3.4.1. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA .....	63
3.4.1.1. Procedimiento Operación, Parada Y Puesta En Marcha De Las Bombas Auroras .....	63
3.4.1.1.1. Objetivo .....	63
3.4.1.1.2. Condiciones Generales .....	64
3.4.1.1.3. Desarrollo .....	64
3.4.1.1.4. Contingencias .....	65
3.4.2. SISTEMA DE BOMBAS DE INYECCIÓN DE AGUA .....	66

3.4.2.1. Procedimiento Operación, Parada Y Puesta En Marcha De Las Bombas De Inyección De Agua (Reciprocantes) .....	66
3.4.2.1.1. Objetivo .....	66
3.4.2.1.2. Condiciones Generales.....	66
3.4.2.1.3. Desarrollo.....	67
3.4.2.1.4. Contingencias .....	68
<b>4. CONCLUSIONES .....</b>	<b>70</b>
<b>5. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>71</b>
<b>GLOSARIO .....</b>	<b>72</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>80</b>



## LISTADO DE FIGURAS

<b>FIGURA 1.</b> Mapa Ubicación Campo Tello .....	12
<b>FIGURA 2.</b> Sistema De Recepción de fluidos .....	16
<b>FIGURA 3.</b> Sistema De Inyección De Químicos.....	21
<b>FIGURA 4.</b> Separadores Bifásicos T-SP-302 Y T-SP-303.....	25
<b>FIGURA 5.</b> Separadores Trifásicos T-SP-304 Y T-SP-305.....	25
<b>FIGURA 6.</b> Separador De Prueba Y Tanques De Prueba .....	38
<b>FIGURA 7.</b> Sistema De Deshidratación.....	41
<b>FIGURA 8.</b> Separador Crudos Limpios, Scrubber General, KNOCK DRUM, Tea Y Tanque Pulmón Piloto Tea .....	47
<b>FIGURA 9.</b> Bombas De Transferencia De Crudo .....	51
<b>FIGURA 10.</b> Sistema De Fiscalización .....	55
<b>FIGURA 11.</b> Tanque Desnatador, Bombas Auroras, Hidrociclón, Tanque De Agua Filtración, Bombas De Filtración Y Filtros US .....	63
<b>FIGURA 12.</b> Bombas De Inyección De Agua .....	66

## RESUMEN

Para la industria el factor económico, la seguridad y el manejo ambiental priman en las actividades; por lo tanto la elaboración del Manual De Procedimientos de la Batería Tello de Ecopetrol S.A. es de mucha importancia, debido a que se cuenta con información detallada, confiable y segura para el personal operativo y así evitar incidentes que afecten los aspectos mencionados anteriormente.

En el Manual se han tenido en cuenta los diferentes procesos que se llevan a cabo en la Batería Tello, estos son; sistema de recolección, tratamiento de fluidos, venta de crudo e inyección de agua. Para el desarrollo de este mismo, se recopiló en campo información específica de cada procedimiento a tenerse en cuenta, debido a que en la Batería no se contaba con información física de estas actividades rutinarias. Una vez organizada la información levantada en campo, los operadores uno a uno complementaron la información; posteriormente junto al ingeniero a cargo (director del proyecto) se definía cada uno de los pasos de manera ordenada y secuencial con el fin de unificar el procedimiento (documento) para todos los operadores y personal encargado del área buscando siempre la seguridad de los equipos y/o herramientas, personas involucradas en la actividad y conservando el medio ambiente.

En el momento de tener estructurado el paso a paso del procedimiento en el cual se trabajó, se procedió a redactar y crear el documento en el formato único aprobado por Ecopetrol. A continuación, se encuentran los pasos o ítems que involucra cada procedimiento:

- ✓ *Objetivo:* Describe el propósito del documento en términos de valor agregado para la organización
- ✓ *Condiciones Generales:* Consideraciones que deben tomarse en cuenta para la ejecución exitosa de las actividades reglamentarias.
- ✓ *Desarrollo:* Contiene las actividades reglamentadas
- ✓ *Contingencias:* Describe las alternativas en caso de que las reglamentadas no se puedan llevar a cabo.

Finalmente creado y revisado el documento por las personas encargadas (ingeniero a cargo del proyecto y supervisor de producción), se procedió a la aprobación y divulgación del Manual De Procedimientos De La Batería Tello.

## INTRODUCCIÓN

Los avances tecnológicos, y en general la tendencia del mundo petrolero por el mejoramiento y optimización de los campos productores de hidrocarburos, generan una gran inquietud en las compañías quienes deben comprometerse con el tema de la calidad y control de las variables que comúnmente se miden en la industria; para tener una referencia que garantice un excelente servicio y máximo aprovechamiento de los recursos. Es así como manuales y procedimientos son carta de presentación de estas compañías encaminados hacia una seguridad industrial y aseguramiento de la calidad.

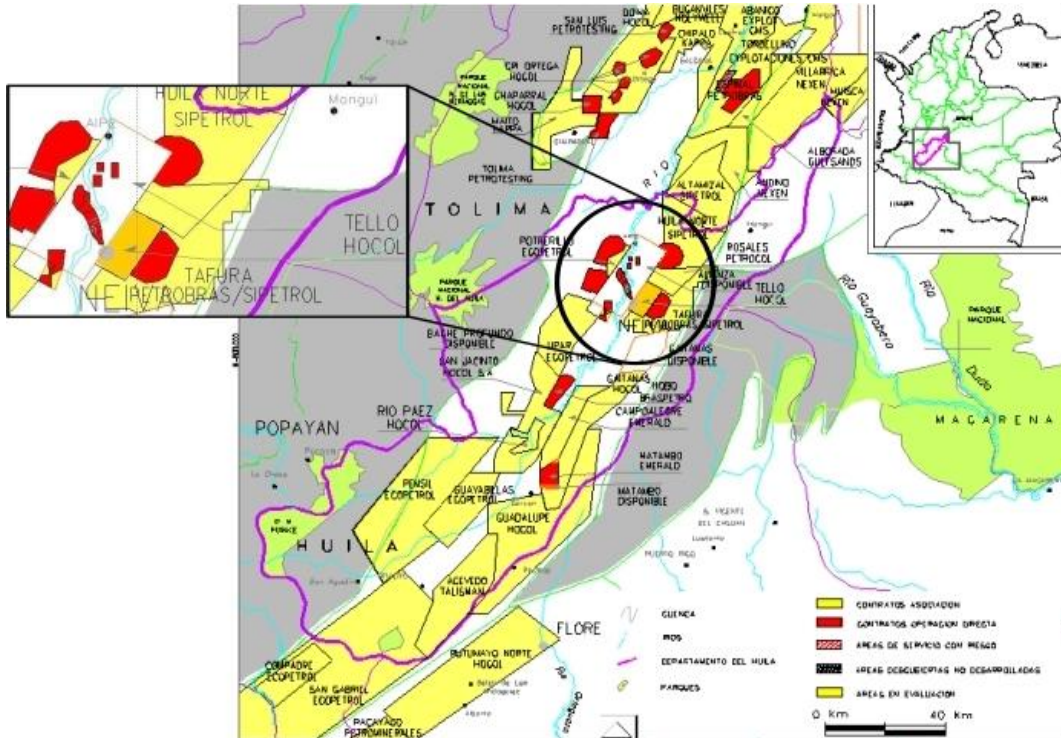
En el presente documento se presentará un resumen detallado de herramientas y procedimientos de Campo Tello de Ecopetrol S.A., el cual se encuentra ubicado en el departamento del Huila y antes del año 2005 era operado por la petrolera colombiana Hocol.

Actualmente Campo Tello reporta una producción diaria de aproximadamente 6950 Barriles por día, donde 50 Barriles son aportados por el Campo la Jagua, 200 Barriles por el Campo Loma Larga y 6700 se producen directamente por Campo Tello. El hidrocarburo viene asociado con agua de producción, que es aproximadamente de 54000 Barriles por día y esta a su vez es tratada y reinyectada al yacimiento.

Estos fluidos agua y crudo al llegar a superficie, deben ser tratados de manera adecuada: inyección de químicos, sistema de separación, sistema de deshidratación y almacenamiento en cuanto al crudo para luego ser transferido a la Estación Tenay (vendido); en cuanto al agua es tratada químicamente, y se le realizan procesos físicos como reposo en skimming tanks para que el agua libre de partículas aceitosas se desplace por efecto de gravedad al fondo del tanque quedando apta para la inyección al yacimiento ya que este es el método de recobro utilizado en el Campo.

# 1. GENERALIDADES DEL CAMPO

Campo Tello está ubicado en el Valle Bajo del Río Ceibas, en las inmediaciones Nororientales de la ciudad de Neiva, capital del Departamento del Huila y tiene una extensión de aproximadamente 113 Km<sup>2</sup> (11.250 Ha), abarcando terrenos del Municipio de Neiva, corregimiento de Fortalecillas, vereda El Venado, sector El Venadito, sector Llanitos, vereda La Jagua, vereda Ceibas Afuera, vereda La Mojarra, vereda La Mata y vereda El Centro.



**Figura 1. MAPA UBICACIÓN CAMPO TELLO**  
(Base de Datos – Red de Ecopetrol S.A.)

Las actividades tendientes a la explotación y producción petrolera iniciaron bajo la Concesión Campo Tello 1161 en Diciembre 31 de 1971, fecha en que el Ministerio de Minas y Energía firman el contrato que así lo define, otorgando a Tennessee Colombia S.A un área total de 24998 Ha, la cual el 19 de Junio de 1978 se reduce al área actual del contrato (11250 Ha). A partir de 1979 el área de concesión es asumida por HOCOL S.A. hasta el día 13 de Febrero de 2006, donde revierte a la Agencia Nacional de Hidrocarburos y comienza a ser operada por ECOPETROL S.A.

El descubrimiento del campo data del año 1972 cuando la compañía Petróleos Colombo Brasileños (COLBRAS) perforó el pozo exploratorio Tello-1, en el cual se probaron las areniscas de la formación Monserrate con una tasa de producción de 800 BPD. La presión inicial fué 3484 psi @ 6300 ft BNM y la del punto de burbuja 846 psi, por lo que se clasificó como un yacimiento

subsaturado, donde la producción es controlada por el mecanismo de gas en solución, en menor grado por segregación gravitacional y un moderado empuje hidráulico.

Luego de alcanzar una producción máxima de 14000 barriles de petróleo por día en el año de 1985, con el fin de reducir la declinación de la presión, retrasar el tiempo de llegada del punto de burbuja, la cual en algunos sectores del campo ya se había alcanzado, y mejorar la eficiencia de barrido, en Octubre de 1997 se inició el proyecto de recobro mejorado con inyección de agua, así como el desarrollo de la zona norte del campo y la perforación infill, lo que incrementó notablemente la producción y las reservas, alcanzando en Abril de 2001 una producción máxima de 15552 barriles por día.

## **1.1 GEOLOGIA**

Geológicamente Campo Tello se encuentra en la cuenca del valle Superior del Magdalena, que corresponde a una depresión estructural asimétrica alargada en dirección NE localizada entre las cordilleras Central y Oriental del sistema Andino Colombiano, donde predomina una serie de anticlinales yuxtapuestos por cabalgamientos de bajo ángulo que involucra las formaciones Villeta y Monserrate de edad cretácea.

La formación Villeta de edad cretácea superior, constituida por arcillas ricas en materia orgánica, es considerada la roca fuente principal de generación de hidrocarburos, mientras que la formación Monserrate constituida por cuarzo-arenitas con pequeñas intercalaciones de arcillositas y cherts es considerada el reservorio principal del Campo. Las yuxtaposiciones de las arcillositas contra las areniscas generadas por el desplazamiento de las fallas, junto con las discordancias, entre otras proporcionan el sello de la cuenca.

## 2. DESCRIPCIÓN GENERAL

La Batería Tello recibe los fluidos de producción de 36 pozos (32 de Campo Tello y 1 del Campo La Jagua y 3 del Campo Loma Larga) con el fin de separar el gas y el agua del crudo, para dejarlo con las especificaciones establecidas por el Ministerio de Minas y Energía (BSW menor o igual a 0.5 % y un contenido de sal menor a 20 lb /1000 Bbls) y así entregarlo a la estación de bombeo Tenay para su posterior venta.

Para iniciar el proceso, la Batería cuenta con un Manifold que recibe los fluidos de los pozos pertenecientes a Campo Tello y los encausa hacia cinco Separadores; de los cuales tres son bifásicos y reciben la producción general de los pozos y la producción del pozo en prueba. Los dos restantes son Separadores Trifásicos (FWKO) que reciben la producción de los pozos con mayor corte de agua y las líneas de recirculación y sumidero.

El crudo proveniente del separador de prueba se dirige hacia el tanque de prueba correspondiente en tanto el crudo proveniente de los Separadores Generales y de los FWKO's, es dirigido directamente hacia el Gun Barrel T-ABK-101 o T-ABJ-101A, para así en esta vasija iniciar el proceso de deshidratación de todo el crudo colectado. De aquí el crudo pasa por rebose con las especificaciones establecidas hacia el Tanque de Venta y es bombeado hacia la Estación Tenay mediante las Bombas de Transferencia de crudo pasando por la Unidad LACT donde se hacen las mediciones correspondientes de las características y la cantidad transferida.

En los FWKOS el agua libre y parte del agua emulsionada en el crudo es separada y conducida al Skimming Tank (T-ABM-102) donde inicia el proceso de separación de las partículas de aceite que vienen asociadas al agua; de allí mediante un sistema de Bombas Auroras es transferida al Hidrociclón, el cual por fuerza centrífuga separa del agua el crudo que aún lleva consigo. Posteriormente el agua se direcciona hacia los filtros US, en donde se une con el agua de los Tanques de Agua a Filtración (T-ABK-106 y T-ABK-103), los cuales se encargan de recibir el agua evacuada por el Gun Barrel que se encuentra operando y el agua descargada del campo Loma Larga en algunos casos, seguidamente por medio de las bombas de filtración se impulsa el agua contenida en estos tanques (T-ABK-106 y T-ABK-103) y se encuentra con el agua proveniente del hidrociclón para de allí ingresar a los filtros US de cascarilla de nuez que se encuentran en paralelo. Finalmente el agua que sale de los Filtros, es succionada por las Bombas de Inyección e inyectada al yacimiento a través de los pozos inyectoros.

El crudo proveniente de los campos La Jagua y Loma Larga ingresa a la Batería por medio del Descargadero hacia el tanque TK-750 y por medio de una bomba centrífuga es direccionado al manifold para ingresar al sistema y cumplir con el tratamiento general. A la Batería también ingresa el agua producida por los pozos del Campo Loma Larga y es direccionada al Tanque T-ABK-103.

El gas derivado de los procesos llevados a cabo en los Separadores pasa inicialmente por el Separador de Crudos Limpios y luego por el Scrubber General donde se atrapan y remueven los condensados, impurezas y arrastres de crudo. De aquí una parte se deriva para el funcionamiento de las Bombas de Transferencia y el restante entra al Scrubber Auxiliar para garantizar la calidad del gas que se envía hacia las Bombas de Inyección. El gas sobrante (que no se consume), proveniente de los anulares de los pozos, de los tanques y las válvulas de seguridad del Scrubber

General y los Separadores, se lleva hacia el Knock Out Drum para retirarle los condensados y finalmente quemarlo en la Tea.

### 3. PROCEDIMIENTO POR PROCESO

#### 3.1 PROCESO DE RECOLECCIÓN

##### 3.1.1 SISTEMA DE RECEPCIÓN DE FLUIDOS



*Figura 2. SISTEMA DE RECEPCIÓN DE FLUIDOS*

#### OBJETIVO

Recibir los fluidos provenientes de los pozos productores del Campo para encausarlos hacia los respectivos Separadores.

##### 3.1.1.1 PROCEDIMIENTO PARA PONER UN POZO A PRUEBA

###### 3.1.1.1.1 OBJETIVO

Determinar las características y la cantidad de fluidos producidos por el pozo (potencial) que se pone en prueba y de esta manera mantener un control de su producción.

###### 3.1.1.1.2. CONDICIONES GENERALES

- Seguir cronograma de prueba de pozos (estos deben ser probados mínimo 1 vez al mes).



- Verificar condiciones normales de funcionamiento del pozo con el recorridor.
- Conocer si se han modificado las condiciones de operación (HZ – bombeo electrosumergible, G.P.M y LS – Bombeo mecánico).
- Confirmar que el pozo no haya tenido paradas durante las 24 horas antes de la prueba ni durante la prueba.
- Si el pozo tiene servicios recientes por workover, probar después de 24 o 48 horas según el volumen de producción del pozo.
- El separador T-SP-301 (separador de prueba) debe encontrarse disponible para recibir fluidos.
- Tener disponibilidad del tanque de prueba T-ABM-3000-1 o TK-750 para recibir y almacenar fluidos durante el tiempo de prueba.
- Conocer la medida inicial (volumen inicial) del tanque que recibirá los fluidos aportados por el pozo a probar.
- Asegurarse de utilizar los Elementos de Protección Personal (EPP) adecuados cuando se realice la operación, con el fin de minimizar lesiones en caso de accidentes.

### 3.1.1.1.3. DESARROLLO

#### DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

El fluido del pozo que se pone en prueba, es dirigido a través del Colector al Separador bifásico de prueba, el cual por medio de varios dispositivos, permite realizar las mediciones dinámicas de la cantidad de líquido y gas producido en un periodo de tiempo dado, de acuerdo al potencial estimado del pozo. El líquido separado, puede ser conducido hacia el Tanque de Prueba TK-3000-1 o al tanque TK-750, donde se realizan las mediciones estáticas requeridas, y así determinar la producción.

**Nota:** Para seleccionar el tanque de almacenamiento del líquido proveniente del separador de prueba se tiene estipulado de acuerdo al potencial del pozo y al tiempo de prueba.

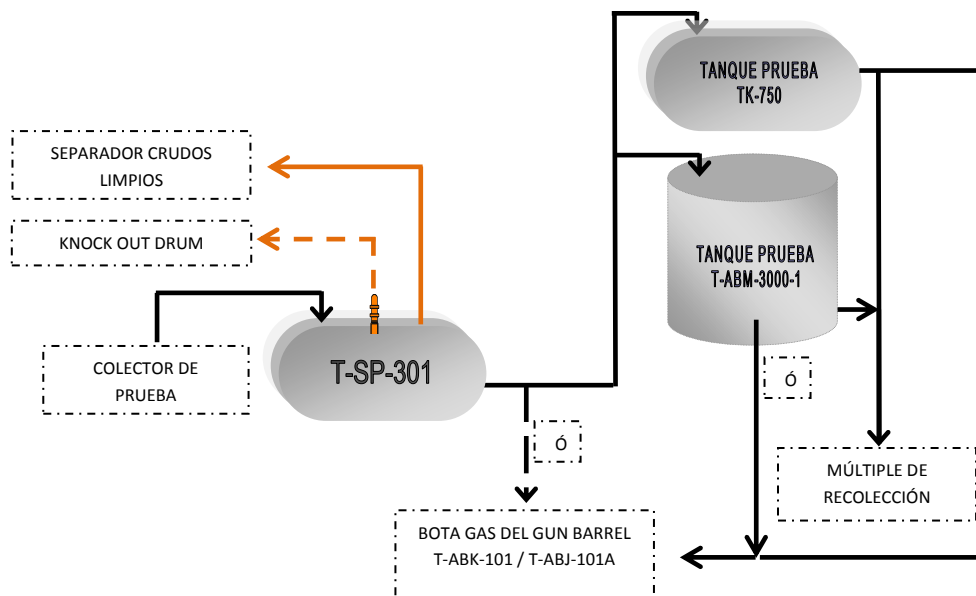


DIAGRAMA DEL SISTEMA DE PRUEBA

## **RECURSOS**

- **Personal:** Operador y auxiliar de operaciones.

## **MANEJO DE RIESGOS**

- **Identificación y manejo de peligros asociados a la actividad:** Inhalación de vapores orgánicos en el proceso de medida de los tanques, altas presiones de operación de los tanques (40 – 60 Libras), altas temperaturas de operación (90 – 160 °F).
- **Equipo de protección personal:** Casco, botas, gafas, guantes, camisa manga larga y respirador para gases.
- **Permiso de trabajo:** No se requiere permiso de trabajo por ser una actividad rutinaria.

## **PROCEDIMIENTOS PASO A PASO**

1. Verificar el pozo a probar según programación. Antes de realizar la prueba se deben tener en cuenta las condiciones generales.

### PARA BOMBEO MECÁNICO

Revisar: Condiciones de operación y la línea de producción.

Registrar: Golpes por minuto, recorrido de la unidad, THP y CHP.

### PARA BOMBEO ELECTROSUMERGIBLE (ESP)

Revisar: Condiciones de operación y la línea de producción.

Registrar: PIP, amperaje del motor, amperaje del variador de velocidad, frecuencia del variador, temperatura del motor, THP y CHP.

2. Verificar que el tanque de prueba TK-3000-1 o TK-750, tenga la válvula de entrada abierta y todas sus válvulas a la salida cerradas.
3. Tomar la medida inicial al tanque de prueba y la temperatura para verificar la capacidad de recibir la prueba.
4. Instalar el orificio recomendado (*Ver Procedimiento Para Cambio De Platina De Orificio Daniel*).
5. Instalar carta de gas en el registrador Barton.
6. Abrir la válvula de salida del líquido del separador de prueba hacia el Gun Barrel T-ABK-101A o T-ABJ-101B.
7. Abrir válvula de corte del pozo a probar en el colector de prueba.
8. Cerrar la válvula de corte del pozo a probar en el colector correspondiente (general, T-GAY-104 o T-GAY-105).

9. Permitir el paso del pozo por el separador de prueba hacia el Gun Barrel el tiempo necesario para purgarlo y garantizar que el fluido que se probará sea el del pozo que tenemos por el separador.
  10. Verificar en la carta que el registro de la presión diferencial se encuentre en el rango de 20 a 80%.
  11. Encender y verificar el funcionamiento de la bomba dosificadora de químico (rompedor directo) al colector de prueba.
  12. Verificar condiciones de operación del separador de prueba, presión, nivel, temperatura, acordes al pozo que se encuentra alineado al separador de prueba.
  13. Abrir la válvula hacia el tanque de prueba correspondiente y cerrar las válvulas hacia el Gun Barrel en la salida del separador de prueba (Esta operación se realiza rápidamente).
  14. Terminado el tiempo estimado para obtener una prueba representativa, dirigirse al separador de prueba, abrir la válvula hacia el Gun Barrel correspondiente y cerrar la válvula hacia el tanque de prueba (Esta operación se realiza rápidamente).
  15. Retirar la carta y registrar lectura de presión y temperatura para la liquidación de la prueba.
  16. Abrir la válvula de corte en el colector correspondiente (general, T-GAY-104 o T-GAY-105) de la línea del pozo a salir de prueba y cerrar la válvula del pozo en prueba en el colector de prueba, de esta manera queda aislado y disponible el separador de prueba.
  17. Dejar el tanque de prueba en reposo (mínimo 1 hora) y luego realizar medición estática y medir temperatura.
  18. Liquidar la producción de fluidos del pozo (agua, aceite y gas) y realizar el análisis de la información.
- Nota:** En el transcurso de la prueba se toman mínimo 3 muestras en cabeza de pozo para su análisis de BSW, estos resultados se comparan con el resultado obtenido a partir de la prueba del pozo, como control de producción.
19. Cuando se tenga la información avalada por el especialista de operaciones se reporta en Avocet.

**Nota:** Se debe verificar que se encuentre bien ingresada la información en Avocet y demás reportes.

#### **3.1.1.1.4. CONTINGENCIAS**

Es de vital importancia conocer las posibles causas de los problemas operacionales que ocurren frecuentemente en La Batería cuando se requiere poner un pozo a prueba, ya que esto permite tomar acciones pertinentes, evitando efectos negativos en las operaciones realizadas. Para lograr este propósito, es necesario aplicar los principios técnicos de ingeniería, contar con la experiencia y la disposición de las personas que laboran en ésta.

PROBLEMAS	CAUSAS	EFECTOS	ACCIONES
<b>Alta y Baja presión en el separador</b>	<p>→ Problemas en los transmisores o en la válvula automática de control de presión.</p> <p>→ Fallas en los elementos de Shutdown.</p> <p>→ Alta presión en la línea de entrada desde el Múltiple.</p> <p>→ Taponamiento de la tubería.</p>	<p>→ Represamiento aguas arriba del separador.</p> <p>→ Cierre de la válvula de Shutdown.</p> <p>→ Disparo de la válvula de seguridad.</p> <p>→ Ruptura de la tubería e impacto ambiental.</p>	<p>→ Sacar el pozo de prueba y si el tiempo de prueba no fue significativo volver a realizar la prueba monitoreando que se cumplan las condiciones normales de operación del separador.</p> <p>→ Verificar que la válvula de seguridad no se encuentre atascada.</p>
<b>Alto y Bajo nivel de fluido en el separador</b>	<p>→ Problemas en los transmisores o en la válvula automática de control de nivel.</p> <p>→ Aumento inesperado de la producción del pozo en prueba.</p> <p>→ Válvulas manuales de drenaje abiertas</p>	<p>→ Atascamiento.</p> <p>→ Separación inadecuada de las fases (líquido y gas).</p> <p>→ En caso de bajo nivel, flujo de gas por la línea de drenaje y/o línea de salida de crudo.</p>	<p>→ En caso de atascamiento, by-pasear las válvulas automáticas de control de salida de fluidos, operando manualmente el separador hasta que se estabilice el nivel y avisar al Instrumentista del inconveniente para la revisión de dispositivos de control de la vasija.</p> <p>→ En caso de bajo nivel, verificar que la válvula automática de salida de fluidos este funcionando correctamente, de lo contrario operar el separador manualmente cerrando la válvula manual ubicada antes de la automática, llamar al Instrumentista y monitorear el nivel por medio del visor hasta que se resuelva el problema.</p> <p>→ Si hay bajo nivel y la válvula automática está funcionando adecuadamente, revisar que las válvulas de drenaje estén cerradas.</p>
<b>Alto o Bajo nivel del fluido en el Tanque de Prueba</b>	<p>→ Error en el cálculo del volumen que recibe el Tanque.</p> <p>→ Válvula de drenaje abierta.</p>	<p>→ Contaminación en la zona de tanque por derrame.</p> <p>→ Cavitación en las Bombas de Succión.</p>	<p>→ Dirigir el fluido hacia el Gun Barrel.</p> <p>→ En caso de alto nivel, si es necesario abrir el drenaje del tanque.</p> <p>→ Verificar que la válvula de drenaje este cerrada, de lo contrario cerrarla.</p> <p>→ Si hay derrame solicitar apoyo para la limpieza del</p>

			<p>área afectada.</p> <p>→Antes de realizar nuevas mediciones verificar que la cinta de medición esté en condiciones óptimas.</p>
<p><b>Menos temperatura</b></p>	<p>→Efecto climático e indicación de problemas de algunos pozos.</p>	<p>→Afectación del tratamiento químico.</p>	<p>→Existe tratamiento químico para controlar los efectos, informar a personal encargado de tratamiento químico.</p>

### **3.2 PROCESO DE TRATAMIENTO Y ALMACENAMIENTO**

#### **3.2.1 SISTEMA DE INYECCIÓN DE QUÍMICOS**



**Figura 3. SISTEMA DE INYECCIÓN DE QUÍMICOS**

#### **OBJETIVO**

Adicionar los químicos necesarios a los fluidos provenientes de los pozos con el fin de ayudar en el tratamiento de éstos dentro de las vasijas de La Batería, que permita finalmente obtener petróleo para la venta bajo los parámetros establecidos por el MM&E y agua con las condiciones óptimas para su inyección en el yacimiento.

### 3.2.1.1 PROCEDIMIENTO PUESTA EN MARCHA DE UNA BOMBA DOSIFICADORA

#### 3.2.1.1.1. OBJETIVO

Establecer un procedimiento estándar para la puesta en marcha de las bombas dosificadoras de químicos de forma eficiente y segura.

#### 3.2.1.1.2. CONDICIONES GENERALES

- Verificar la rata de inyección a la cual se desee que trabaje la bomba según la dosificación acordada por los químicos.
- Al verificar la rata de inyección, asegurarse que la válvula que comunica la línea de alimentación de las bombas con el visor quede cerrada, para evitar que éstas queden trabajando al vacío cuando el fluido se agote.
- Asegurarse de utilizar los Elementos de Protección Personal (EPP) adecuados cuando se manipulen los químicos a fin de prevenir inhalaciones, salpicaduras en los ojos y en la piel
- Tener disponible la ficha técnica de los químicos utilizados, para actuar de manera adecuada según lo estipulado por el fabricante al manipularlos o en caso de alguna eventualidad.

#### 3.2.1.1.3. DESARROLLO

##### **DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD**

El sistema de inyección de químicos de La Batería está diseñado para suministrar siete clases de químico para el tratamiento del crudo y del agua asociada que se utiliza en el proceso de inyección, estos químicos son inyectados por medio de dieciséis bombas dosificadoras de químico; las cuales son eléctricas y permiten graduar la rata de inyección en galones por día de químico deseado, de acuerdo a las características y al volumen de fluido a tratar.

##### **RECURSOS**

- **Personal:** Operador, auxiliar de operaciones e ingenieros encargados de la química del sistema.

##### **MANEJO DE RIESGOS**

- **Identificación y manejo de peligros asociados a la actividad:** Daños en las bombas por cavitación.
- **Equipo de protección personal:** Casco, camisa manga larga, botas, gafas, peto, mascarilla 3M y guantes de nitrilo.
- **Permiso de trabajo:** No se requiere permiso de trabajo, por ser una actividad rutinaria.

## **PROCEDIMIENTO PASO A PASO**

### **ARRANQUE DE LA BOMBA (PUESTA EN MARCHA DE UNA BOMBA DOSIFICADORA)**

1. Verificar que el motor de la bomba se encuentre conectado eléctricamente.
2. Dar arranque al motor desde el tablero de control de las bombas de inyección y girar la perilla para aumentar o disminuir la rata de inyección según lo requiera el caso.
3. Comprobar que la rata de inyección seleccionada sea la deseada, según el tratamiento de inyección de químico.

### **AJUSTE DE LA RATA DE INYECCIÓN DE LA BOMBAS**

1. Verificar la relación entre el espaciamiento de la escala del visor y el consumo de químico.
2. Observar y marcar el nivel de químico en el visor.
3. Colocar el cronómetro en cero.
4. Cerrar la válvula de succión de la bomba, permitiendo la comunicación entre esta y el visor e inmediatamente dar inicio al cronómetro.
5. Transcurrido el tiempo establecido, marcar el nivel final de químico en el visor y abrir la válvula de succión de la bomba.
6. Contar las líneas entre la marca inicial y final de nivel en el visor.
7. De acuerdo a la relación determinar la cantidad de químico que se está inyectando y dependiendo de está y al programa de inyección, informar a la empresa encargada de químicos, ellos se encargaran de graduar el recorrido si es necesario.

### **VERIFICAR QUE EL FLUIDO O QUIMICO SE ESTE INYECTANDO**

1. Observar que el nivel de químico en los tanques de almacenamiento sea suficiente, de lo contrario informar al personal de la empresa de químicos.
2. Verificar que la válvula de entrada de químico al Tanque dosificador este abierta.
3. Inspeccionar que las válvulas de succión y descarga de la bomba y la del punto de inyección, estén abiertas.
4. Verificar que la bomba de inyección este funcionando, de lo contrario pulsar el botón de arranque del motor, para poner en marcha la bomba (***Ver operación arranque de la bomba - puesta en marcha de una bomba dosificadora***).
5. Confirmar la dosificación a inyectar (***Ver operación para el ajuste de la rata de inyección***).

6. Ajustar el recorrido de la bomba a la dosificación indicada, si es necesario.

### 3.2.1.1.4. CONTINGENCIAS

Es de vital importancia conocer las posibles causas de los problemas operacionales que ocurren frecuentemente en La Batería cuando se requiere operar las bombas dosificadoras, ya que esto permite tomar acciones pertinentes, evitando efectos negativos en las operaciones realizadas. Para lograr este propósito, es necesario aplicar los principios técnicos de ingeniería, contar con la experiencia y la disposición de las personas que laboran en ésta.

PROBLEMAS	CAUSAS	EFECTOS	ACCIONES
<b>Alta y/o Baja cantidad de químico inyectado.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→Alta o Baja velocidad de la bomba de inyección.</li> <li>→Pistón o empaques de las bombas en mal estado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→Crudo fuera de especificaciones y agua con baja calidad.</li> <li>→Puede generarse nuevamente emulsificación en el fluido.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→Informar al personal de la empresa química para que revise las condiciones de operación de las bombas de inyección.</li> <li>→Verificar el funcionamiento de las bombas de inyección y de acuerdo a ésta informar al personal correspondiente para su revisión.</li> <li>→Informar al personal de la empresa química la calidad del fluido tratado para que verifiquen y/o cambien el químico si es necesario.</li> </ul>
<b>Baja presión de succión en las bombas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→Aumento de presión en la tubería donde se inyecta el químico.</li> <li>→Posible daño en la bomba.</li> <li>→Bajo nivel en el tanque almacenador.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→Cavitación en las bombas.</li> <li>→Daño de la bomba.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→Revisar la línea de descarga de la bomba de inyección y según sea el caso informar al personal correspondiente para su reparación o cambio.</li> <li>→Verificar el funcionamiento de las bombas de inyección y de acuerdo a ésta informar al personal correspondiente para su revisión.</li> <li>→Informar al personal de la empresa encargada de la dosificación química para que recarguen los tanques.</li> </ul>
<b>Baja calidad de químico.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→Cambio de las condiciones de operación (aumento en la producción).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→Crudo fuera de especificaciones y agua con baja calidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→Informar al personal de la empresa química para que verifiquen que la cantidad de químico inyectado es suficiente.</li> </ul>



### 3.2.2 SISTEMA DE SEPARACIÓN



**Figura 4.** SEPARADORES BIFÁSICOS T-SP-302 Y T-SP-303



**Figura 5.** SEPARADORES TRIFÁSICOS T-SP-304 Y T-SP-305

#### OBJETIVO

Separar los fluidos provenientes de los pozos de producción que entran a la Batería, en sus respectivas fases (gas, agua y petróleo), dependiendo de sus características y del Separador utilizado.

### **3.2.2.1. PROCEDIMIENTO OPERACIÓN, PARADA Y PUESTA EN MARCHA DEL FWKO**

#### **3.2.2.1.1. OBJETIVO**

Establecer un procedimiento estándar para operar el Free Water Knock-Out (FWKO) de forma eficiente y segura.

#### **3.2.2.1.2. CONDICIONES GENERALES**

- Verificar que las vasijas a donde se van a direccionar los fluidos tengan la capacidad suficiente para recibirlos.
- Verificar que todas las válvulas se encuentren en la posición indicada para evitar cualquier clase de inconvenientes como derrames, o sobre presión en las líneas y que las válvulas de control se encuentren operando correctamente.
- Antes de iniciar la operación confirmar que el equipo o la vasija se encuentre operando de manera optima, si algo no está funcionando de la manera indicada reportar para que esto sea evaluado y según lo que se decida se aborte o se lleve a cabo la operación.
- Verificar que los pozos que se van a direccionar al FWKO sean aquellos que contengan agua libre y no emulsionada.
- Abrir y cerrar suavemente las válvulas manuales para prevenir los golpes de ariete.
- Asegurarse de utilizar los Elementos de Protección Personal (EPP) adecuados cuando se realice la operación, con el fin de minimizar lesiones en caso de accidentes.

#### **3.2.2.1.3. DESARROLLO**

##### ***DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD***

Esta actividad describe el proceso a seguir cuando se requiere sacar de servicio un FWKO con el fin de eliminar en su totalidad la cantidad de sólidos depositados en la vasija para un trabajo óptimo, además para realizar una inspección a la parte interna de las paredes y evaluar si es necesario algún trabajo de restauración. También se realiza, cuando se desea hacer algún cambio o mantenimiento en la instrumentación que estos poseen.

Así como se describe la manera adecuada para que este recipiente sea sacado de operación evitando daños ambientales y humanos entre otros, también se describe como debe ponerse de nuevo en funcionamiento.

##### ***RECURSOS***

**Personal:** operador, auxiliar de operaciones, instrumentista y químico.

## **MANEJO DE RIESGOS**

- **Identificación y manejo de peligros asociados a la actividad:** Altas presiones de operación, altas temperaturas de operación, riesgo químico (inhalación de gases), riesgo biológico (picaduras de moscos, serpientes, abejas, etc.), riesgo físico (golpes, salpicaduras y/o resbalones).
- **Equipo de protección personal:** Casco, botas, gafas, camisa manga larga, mascarilla con filtros y guantes.
- **Permiso de trabajo:** NO se requiere permiso de trabajo.

## **PROCEDIMIENTO PASO A PASO**

### **SACAR DE SERVICIO UN FWKO**

1. Distribuir los pozos que se encuentran direccionados al FWKO hacia el FWKO2 , y/o a los separadores de producción general T-SP si la operación lo requiere; esto teniendo en cuenta los potenciales de cada pozo, la cantidad de agua libre y la capacidad de cada separador.

**Nota:** Los pozos se direccionan abriendo la válvula de cada pozo en el colector al cual se va a ingresar (Colector General y/o Colector del FWKO que queda en servicio) y seguidamente se cierra la válvula del pozo en el colector que sale de servicio.

2. Cerrar la válvula de entrada de fluido al FWKO, bloquear, etiquetar y colocar candados de prevención siguiendo el instructivo de sistema de aislamiento seguro (S.A.S.).
3. En el programa PlantScape colocar la válvula de salida de agua en posición manual.
4. Operar manualmente la válvula controladora de nivel de crudo para así evacuar la mayor cantidad de líquido de la vasija. Verificar que el indicador de nivel se encuentre en buenas condiciones de operación.
5. Operar manualmente la válvula controladora de nivel de agua, verificar que el indicador de nivel se encuentre en buenas condiciones de operación.
6. Cerrar la válvula de salida de crudo, bloquear, etiquetar y colocar candados de prevención siguiendo el instructivo de sistema de aislamiento seguro (S.A.S.).
7. Cerrar la válvula de salida de agua, bloquear, etiquetar y colocar candados de prevención siguiendo el instructivo de sistema de aislamiento seguro (S.A.S.).
8. Cerrar suministro de químicos al separador y hacer ajustes (Ver Nota1).
9. Revisar que las líneas a tierra se encuentren conectadas.
10. Suspender suministro de aire de instrumentación.
11. Desmontar válvula de control de nivel para realizar mantenimiento.

12. Drenar el remanente de líquido de la vasija hacia el tanque Sumidero, monitoreando la cantidad del fluido teniendo en cuenta que no exceda la capacidad de este.
  13. Cerrar válvula reguladora de presión, bloquear, etiquetar y colocar candados de prevención siguiendo el instructivo de sistema de aislamiento seguro (S.A.S.).
  14. Desmontar válvula reguladora de presión para realizar mantenimiento.
  15. Girar la platina a posición cerrada o colocar platina ciega a la entrada del FWKO y a la salida de crudo, agua y gas.
  16. Cerrar las válvulas aguas arriba y aguas abajo de las válvulas de seguridad, bloquear, etiquetar y colocar candados de prevención siguiendo el instructivo de sistema de aislamiento seguro (S.A.S.).
  17. Desmontar válvula de seguridad para realizar mantenimiento.
  18. Delimitar la vasija aislada con cinta de peligro reflectiva.
  19. Monitorear niveles y correcto funcionamiento de la válvula reguladora de nivel en los separadores de producción general y el FWKO 2.
- Nota 1:** tener en cuenta cerrar el suministro de química en el FWKO y ajustarlo en el FWKO 2 y/o separadores bifásicos (T-SP).

#### **PONER EN SERVICIO EL FWKO**

1. Instalar válvula reguladora de presión.
2. Instalar válvula de seguridad.
3. Instalar válvula controladora de nivel de crudo.
4. Instalar válvula controladora de nivel de agua.
5. Girar platina a posición abierta o retirar platina ciega a la entrada del FWKO y a la salida de crudo, agua y gas.
6. Retirar candados de prevención y etiquetas.
7. Instalar suministro de aire.
8. Abrir la válvula de entrada de fluidos al FWKO.
9. Verificar que se encuentren abiertas las válvulas de entrada al tanque Desnatador T-ABM, al Gun Barrel en operación (T-ABK o T-ABJ-A) y la del Separador de Crudos Limpios T-MBF, las cuales son vasijas que van a recibir los fluidos que salen del FWKO.
10. Abrir la válvula de salida de gas, crudo y agua.
11. Presurizar el equipo con un pozo de alto GOR para revisar fugas, revisar bridas y "Manhole".

12. En "Manifold", habilitar la entrada de los pozos según el potencial y la capacidad del equipo al colector que dirige la producción hacia FWKO a entrar en servicio en forma gradual y lenta hasta que todos los correspondientes estén.
13. Verificar la apertura de la válvula de "Shut Down" a la entrada del FWKO.
14. "Settear" la válvula de control de nivel de crudo con la ayuda del visor y el flotador.
15. "Settear" la válvula de control de nivel de agua con la ayuda del visor y el flotador.
16. Con la ayuda del manómetro ajustar la válvula reguladora de presión.
17. Verificar en compañía del instrumentista que las alarmas por alto nivel, bajo nivel, alta presión y la alarma de "Shut Down" se encuentren operando correctamente.
18. Monitorear niveles, presión, temperatura y flujo en el FWKO.
19. Ajustar la dosificación química al FWKO y a los otros separadores.
20. Monitorear calidad de crudo y agua.

#### **DESBLOQUEO DE UN SHUT-DOWN EN LOS FWKO'S POR ALTA PRESIÓN**

1. Previamente se atiende la alarma en el PlantScape.
2. Se detecta la falla original y se corrige.
3. Posiblemente por falla de la PCV o falta de aire o baja presión de aire de instrumentación.
4. Se verifica la operatividad de la válvula PCV del FWKO, si se encuentra cerrada abrir el By Pass para despresurizar la vasija.
5. Se baja la presión de operación del FWKO o del sistema.
6. La válvula de seguridad se restablece automáticamente una vez baja la presión a condiciones normales.
7. Hacer seguimiento al FWKO hasta que normalice la operación.

**Nota:** Verificar que los compresores de aire de suministro a la instrumentación estén funcionando normalmente.

#### **DESBLOQUEO DE UN SHUT-DOWN EN EL FWKO POR ALTO NIVEL**

1. Previamente se atiende la alarma por alto nivel en el PlantScape.
2. Detectar la falla original y corregir.
3. Posiblemente por falta de aire o baja presión de aire de instrumentación.

4. Verificar la operatividad de la válvula controladora de nivel (LCV) de crudo y agua.
5. Analizar la posible obstrucción del filtro.
6. Verificar la apertura de las válvulas manuales después del FWKO o posibles obstrucciones en la línea.
7. Verifica el normal funcionamiento del “Gun Barrel” (entrada y salida del fluido).
8. Cerrar válvula manual a la entrada del FWKO un 90 % hasta que este tenga un nivel apropiado para su correcto funcionamiento.
9. Reposicionar válvula de Shut-Down.
10. Abrir completamente la válvula manual a la entrada del FWKO.
11. Reposicionar alarmas en el PlantScape.

#### **BAJO NIVEL EN EL FWKO**

1. Previamente se atiende y se corrige la alarma de bajo nivel en el PlantScape.
2. Verificar el funcionamiento de la válvula controladora de nivel (LCV) de crudo. El bajo nivel en el compartimiento de crudo no genera Shut Down pero si cierra la LCV de crudo.
3. Verificar el funcionamiento de la válvula controladora de nivel (LCV) de agua. El bajo nivel en el separador no genera Shut Down, pero cierra la LCV en el separador.
4. Realizar una revisión general al FWKO para detectar y corregir la posible falla como bloqueo por obstrucción a la LCV o malos sellos en el asiento de la LCV.
5. La LCV se restablece automáticamente una vez el nivel en el FWKO se normalice.

#### **3.2.2.1.4. CONTINGENCIAS**

Es de vital importancia conocer las posibles causas de los problemas operacionales que ocurren frecuentemente en La Batería cuando se requiere realizar la operación, parada o puesta en marcha del FWKO 304, ya que esto permite tomar acciones pertinentes, evitando efectos negativos en las operaciones realizadas. Para lograr este propósito, es necesario aplicar los principios técnicos de ingeniería, contar con la experiencia y la disposición de las personas que laboran en ésta.

<b>PROBLEMAS</b>	<b>CAUSAS</b>	<b>EFECTOS</b>	<b>ACCIONES</b>
<b>Alta y Baja presión en el FWKO.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Daños en los transmisores o en las válvulas automáticas controladoras de presión.</li> <li>→ Fallas en los elementos de Shutdown.</li> <li>→ Alta presión en la línea de entrada desde el Múltiple.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Represamiento aguas arriba del separador.</li> <li>→ Cierre de la válvula de Shutdown.</li> <li>→ Disparo de las válvulas de seguridad.</li> <li>→ En caso de baja presión en el FWKO, posible atascamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Abrir válvula de entrada al FWKO y/o válvula de Shut Down para aliviar represamiento.</li> <li>→ Si la presión en el separador es baja accionar la PCV en posición cerrada hasta que la presión se reestablezca.</li> </ul>
<b>Alto y Bajo nivel de fluido en los separadores.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Problemas en los transmisores o en las válvulas automáticas controladoras de nivel.</li> <li>→ Aumento inesperado de la producción de los pozos.</li> <li>→ Válvula manuales de drenaje abierta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Atascamiento.</li> <li>→ Separación inadecuada de las fases.</li> <li>→ Flujo de gas por la línea de drenaje y/o línea de salida de crudo.</li> <li>→ Flujo de líquido por la línea de salida de gas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Verificar el alto nivel por medio del visor de nivel y de acuerdo a éste, by-pasear las válvulas automáticas de control de salida de fluidos y avisar al Instrumentista del inconveniente para la revisión de dispositivos de control de la vasija.</li> <li>→ En caso de bajo nivel, verificar que la válvula automática de salida de fluidos este funcionando correctamente, de lo contrario operar el separador manualmente cerrando la válvula manual ubicada antes de la automática, llamar al Instrumentista y monitorear el nivel por medio del visor hasta que se resuelva el problema.</li> <li>→ Verificar que las válvulas de drenaje estén cerradas.</li> </ul>

### 3.2.2.2. PROCEDIMIENTO DE ATENCIÓN DE ALARMAS EN LOS SEPARADORES BIFÁSICOS

#### 3.2.2.2.1. OBJETIVO

Establecer un procedimiento estándar para atender las alarmas en los separadores bifásicos.

### **3.2.2.2.2. CONDICIONES GENERALES**

- Asegurarse de utilizar los Elementos de Protección Personal (EPP) adecuados cuando se realice la operación, con el fin de minimizar lesiones en caso de accidentes.
- Monitorear frecuentemente los paneles de control del PlantScape.
- Estar atento a los sonidos generados por las alarmas.

### **3.2.2.2.3. DESARROLLO**

#### ***DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD***

Los separadores bifásicos tienen alarmas por alta presión, alto nivel y bajo nivel para el control de estos en caso de falla de los controladores automáticos.

#### ***RECURSOS***

**Personal:** Operador.

#### ***MANEJO DE RIESGOS***

- **Identificación y manejo de peligros asociados a la actividad:** Alta presión.
- **Equipo de protección personal:** Casco, botas, camisa manga larga, gafas y guantes.
- **Permiso de trabajo:** No se requiere permiso de trabajo.

#### ***PROCEDIMIENTO PASO A PASO***

#### **DESBLOQUEO DE UN SHUTDOWN EN LOS SEPARADORES POR ALTA PRESIÓN**

1. Previamente se atiende la alarma en el programa PLANTSCAPE y sonido de la corneta por alta presión.
2. Se detecta la falla original.
3. Posiblemente la falla se ha generado por falta de aire o baja presión de aire de instrumentación.
4. Se verifica la operatividad de la válvula controladora de presión del separador (PCV) y/o la válvula controladora de presión (PCV) del "Scrubber".
5. Se baja la presión de operación del separador o del sistema.
6. Se confirma que los compresores de gas estén funcionando normalmente.



7. La válvula se restablece automáticamente una vez baja la presión a condiciones normales.
8. Hacer seguimiento al separador hasta que normalice la operación.

#### **DESBLOQUEO DE UN SHUTDOWN EN LOS SEPARADORES POR ALTO NIVEL**

1. Previamente se atiende la alarma en el programa PlantScape y sonido de la corneta por alto nivel.
2. Detectar la falla original.
3. Posiblemente la falla se ha generado por falta de aire o baja presión de aire de instrumentación.
4. Verificar la operatividad de la válvula controladora de nivel (LCV).
5. Verificar la apertura de las válvulas manuales después del separador o posibles obstrucciones en la línea.
6. Verifica el normal funcionamiento del "Gun Barrel".
7. Hacer seguimiento al separador hasta que se normalice la operación.
8. Analizar posiblemente si hay un pozo que lo esté afectando por aumento en el fluido.

#### **BAJO NIVEL EN UN SEPARADOR**

1. Previamente se atiende la alarma de bajo nivel en el separador.
2. Verificar el funcionamiento de la válvula controladora de nivel (LCV).
3. El bajo nivel en el separador no genera ShutDown pero si cierra la LCV en el separador.
4. Realizar una revisión general al separador para detectar la posible falla como bloqueo por obstrucción a la LCV o malos sellos en el asiento de la LCV.
5. La LCV se restablece automáticamente una vez el nivel en el separador se normalice.

#### **3.2.2.2.4. CONTINGENCIAS**

Es de vital importancia conocer las posibles causas de los problemas operacionales que ocurren frecuentemente en La Batería o cuando el sistema de alarma se activa por un mal funcionamiento en alguno de los accesorios que lo conforma, ya que esto permite tomar acciones pertinentes, evitando efectos negativos en las operaciones realizadas. Para lograr este propósito, es necesario aplicar los principios técnicos de ingeniería, contar con la experiencia y la disposición de las personas que laboran en ésta.

<b>PROBLEMAS</b>	<b>CAUSAS</b>	<b>EFFECTOS</b>	<b>ACCIONES</b>
<b>Alta y baja presión en el Scrubber.</b>	<p>→Alto y bajo flujo de gas a la salida de los separadores generales.</p> <p>→Falla en los instrumentos de seguridad.</p>	<p>→Disparo de las válvulas de seguridad.</p> <p>→Sobre-presión en los separadores y líneas de conducción.</p>	<p>→Solicitar a los instrumentistas la revisión de los instrumentos de seguridad y válvulas controladoras.</p> <p>→Ver Anexos diagramas de bloques. Red Ecopetrol S.A.</p>
<b>Alto nivel de líquido en el Separadores.</b>	<p>→Problema de atascamiento en los separadores.</p> <p>→Falla en los instrumentos de control de salida de líquido.</p> <p>→Falta de drenar constantemente los líquidos acumulados.</p>	<p>→Flujo de líquido en la línea de gas.</p>	<p>→Inspeccionar que los instrumentos de control de salida de líquido estén trabajando correctamente, de lo contrario solicitar a los instrumentistas su revisión.</p> <p>→Drenar los Scrubber's y el Separador de Crudos Limpios.</p> <p>→Ver Anexos diagramas de bloques. Red Ecopetrol S.A.</p>

### **3.2.2.3. PROCEDIMIENTO OPERACIÓN, PARADA Y PUESTA EN MARCHA DE LOS SEPARADORES BIFÁSICOS T-SP-302 Y T-SP-303**

#### **3.2.2.3.1. OBJETIVO**

Establecer un procedimiento estándar para operar los separadores bifásicos T-SP-302 Y T-SP-303 en la Batería Tello.

#### **3.2.2.3.2. CONDICIONES GENERALES**

- Verificar que las vasijas a donde se van a direccionar los fluidos tengan la capacidad suficiente para recibirlos.
- Verificar que todas las válvulas se encuentren en la posición indicada para evitar cualquier clase de inconvenientes como derrames, o sobre presión en las líneas y que las válvulas de control se encuentren operando correctamente.
- Antes de iniciar la operación confirmar que el equipo o la vasija se encuentre operando de manera óptima, si algo no está funcionando de la manera indicada reportar para que esto sea evaluado y según lo que se decida se aborte o se lleve a cabo la operación.
- Asegurarse de utilizar los Elementos de Protección Personal (EPP) adecuados cuando se realice la operación, con el fin de minimizar lesiones en caso de accidentes.
- Abrir y cerrar suavemente las válvulas manuales para prevenir los golpes de ariete.

### 3.2.2.3.3. DESARROLLO

#### **DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD**

El separador se saca de servicio con el fin de eliminar en su totalidad la cantidad de sólidos depositados en la vasija para un trabajo óptimo, además para realizar una inspección a la parte interior de las paredes para ver si es necesario algún trabajo de restauración de la vasija. También describe el proceso a seguir para poner en servicio nuevamente la vasija una vez terminada la operación.

#### **RECURSOS**

- **Personal:** Operador, auxiliar de producción e instrumentista.

#### **MANEJO DE RIESGOS**

- **Identificación y manejo de peligros asociados a la actividad:**  
Altas presiones de operación (40 – 60 libras).  
Altas temperaturas de operación (90 – 160 °F).  
Posibilidad de objetos y fluidos expulsados (derrames).
- **Equipo de protección personal:** Casco, botas, camisa manga larga, gafas y guantes.
- **Permiso de trabajo:** No se requiere permiso de trabajo.

#### **PROCEDIMIENTO PASO A PASO**

#### **SACAR DE SERVICIO EL SEPARADOR BIFÁSICO DE PRODUCCIÓN GENERAL 302 O 303**

**Nota:** Este procedimiento aplica para los separadores (302 y 303) que comparten un mismo colector.

1. Cerrar la válvula de entrada al separador a sacar de servicio, bloquear, etiquetar y colocar candados de prevención siguiendo instructivo de sistema de aislamiento seguro (S.A.S).

**Nota:** Si es necesario retirarle carga a los separadores, en el “manifold” direccionar algunos pozos del colector de producción general hacia los colectores T-GAY-104 y/o T-GAY-105.

2. Verificar en el separador general en servicio el correcto funcionamiento de la válvula de control de nivel y de la válvula reguladora de presión.
3. En el separador a sacarse de servicio, operar manualmente la válvula controladora de nivel para así evacuar la mayor cantidad de líquido de la vasija.
4. Verificar que el indicador de nivel se encuentre en buenas condiciones de operación.

5. Revisar que las líneas a tierra se encuentren conectadas.
6. Cerrar la válvula de descarga, bloquear, etiquetar y colocar candados de prevención siguiendo instructivo de sistema de aislamiento seguro (S.A.S).
7. Cerrar válvula de salida de líquido a la descarga general.
8. Desmontar válvula de control de nivel para realizar mantenimiento.
9. Drenar el remanente de líquido del separador.
10. Suspender suministro de aire.
11. Cerrar válvula reguladora de presión, bloquear, etiquetar y colocar candados de prevención siguiendo instructivo de sistema de aislamiento seguro (S.A.S).
12. Desmontar válvula reguladora de presión para realizar mantenimiento.
13. Girar ocho a posición cerrada o colocar platina ciega a la entrada del separador y a la salida de líquido y gas.
14. Cerrar válvula de seguridad, bloquear, etiquetar y colocar candados de prevención siguiendo instructivo de sistema de aislamiento seguro (S.A.S).
15. Desmontar válvula de seguridad para realizar mantenimiento.
16. Delimitar la vasija aislada con cinta de peligro reflectiva.
17. En el separador que se encuentra recibiendo la producción, monitorear niveles, presión y temperatura y correcto funcionamiento de la válvula reguladora de nivel y de presión.

### **PONER EN SERVICIO EL SEPARADOR BIFÁSICO DE PRODUCCIÓN GENERAL 302 O 303**

**Nota:** Este procedimiento aplica para los separadores (302 y 303) que comparten un mismo colector.

1. Girar ocho a posición abierta o retirar platina ciega a la entrada del separador y a la salida de líquido y gas.
2. Instalar suministro de aire.
3. Retirar candados de prevención y etiquetas.
4. Instalar válvula reguladora de presión.
5. Instalar válvula de seguridad.
6. Instalar válvula de control de nivel.
7. Abrir la válvula de salida de gas.

8. Abrir lentamente la válvula de entrada de fluidos al separador.
9. Verificar la apertura de la válvula de “ShutDown” a la entrada del separador, con el fin de realizar la presurización del equipo y revisar fugas en bridas, “Manhole”.
10. Abrir las válvulas de salida de líquido alineándola a los “Gun Barrel” según su operación normal.
11. Con la ayuda del visor y el flotador “settear” la válvula de control de nivel.
12. Con la ayuda del manómetro ajustar la válvula reguladora de presión.
13. Verificar en compañía del instrumentista que las alarmas por alto nivel, bajo nivel, alta presión y la alarma de “Shut Down” se encuentren operando correctamente.
14. Monitorear niveles, presión, temperatura y flujo en el separador.

### 3.2.2.3.4. CONTINGENCIAS

Es de vital importancia conocer las posibles causas de los problemas operacionales que ocurren frecuentemente en La Batería o cuando el sistema de alarma se activa por un mal funcionamiento en alguno de los accesorios que lo conforma, ya que esto permite tomar acciones pertinentes, evitando efectos negativos en las operaciones realizadas. Para lograr este propósito, es necesario aplicar los principios técnicos de ingeniería, contar con la experiencia y la disposición de las personas que laboran en ésta.

PROBLEMAS	CAUSAS	EFFECTOS	ACCIONES
<b>Alta y Baja presión en los separadores.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Problemas en los transmisores o en las válvulas automáticas controladoras de presión.</li> <li>→ Fallas en los elementos de Shutdown.</li> <li>→ Alta presión en la línea de entrada desde el Múltiple.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Represamiento aguas arriba del separador.</li> <li>→ Cierre de la válvula de Shutdown.</li> <li>→ Disparo de las válvulas de seguridad.</li> <li>→ En caso de baja presión, posible atascamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ En caso de alta presión de entrada al separador, direccionar algunos pozos hacia uno de los FWKO's.</li> <li>→ Despresurizar el separador hasta que se cierre la válvula de alivio y llegue a la presión de operación.</li> <li>→ By pasear la válvula controladora de nivel hasta que se restablezca el separador en caso de atascamiento.</li> </ul>
<b>Alto y Bajo nivel de fluido en los separadores.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Problemas en los transmisores o en las válvulas automáticas controladoras de nivel.</li> <li>→ Aumento inesperado de la producción de los pozos.</li> <li>→ Válvula manuales de drenaje abierta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Atascamiento.</li> <li>→ Separación inadecuada de las fases.</li> <li>→ Flujo de gas por la línea de drenaje y/o línea de salida de crudo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Verificar el alto nivel por medio del visor de nivel y de acuerdo a éste, by-pasear las válvulas automáticas de control de salida de fluidos y avisar al Instrumentista del inconveniente para la revisión de dispositivos de control de la vasija.</li> <li>→ En caso de bajo nivel, verificar que la válvula automática de salida de</li> </ul>

		<p>fluidos este funcionando correctamente, de lo contrario operar el separador manualmente cerrando la válvula manual ubicada antes de la automática, llamar al Instrumentista y monitorear el nivel por medio del visor hasta que se resuelva el problema.</p> <p>→ Revisar que las válvulas de drenaje se encuentren cerradas.</p>
--	--	--

### 3.2.3 SISTEMA DE PRUEBA



**Figura 6. SEPARADOR DE PRUEBA Y TANQUES DE PRUEBA**

#### OBJETIVO

Determinar las características y la cantidad de fluido producido por el pozo que se pone en prueba.

#### 3.2.3.1. PROCEDIMIENTO PARA EL CAMBIO DE PLATINA DE ORIFICIO EN MEDIDORES DANIEL TIPO SENIOR

##### 3.2.3.1.1. OBJETIVO

Realizar un adecuado cambio de la platina en el medidor de orificio con el fin de minimizar riesgos asociados a esta actividad.

### **3.2.3.1.2. CONDICIONES GENERALES**

- Verificar las condiciones generales y operacionales tales como estado y funcionamiento de la vasija, presión, nivel, y temperatura entre otras.
- Revisar y confirmar que las válvulas automáticas estén funcionando correctamente y que las válvulas manuales se encuentren abiertas o cerradas de acuerdo a la operación normal de las vasijas.
- Constatar la presencia de flujo de gas.
- Preferiblemente realizar este procedimiento cuando no haya flujo o corrientes direccionadas al separador de prueba.
- Asegurarse de utilizar los Elementos de Protección Personal (EPP) adecuados cuando se realice la operación, con el fin de minimizar lesiones en caso de accidentes.

### **3.2.3.1.4. DESARROLLO**

#### ***DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD***

Esta actividad se realiza con el propósito de cuantificar el gas producido de acuerdo a la caída de presión ocasionada por el medidor de platina de orificio. Este se encuentra ubicado en la línea de salida de gas del Separador y consta de un platina de acero circular con un orificio en el centro (de diferentes diámetros de acuerdo al pozo que se pone en prueba), la cual al introducirla dentro del medidor y al hacer pasar el gas por ésta, disminuye el área de flujo y de esta manera aumenta la presión al atravesar la platina. Al conocer estos valores junto el valor del diámetro de la platina, se puede calcular la cantidad de gas que aporsto el pozo.

#### ***RECURSOS***

- **Personal:** Operador y auxiliar de operaciones.
- **Equipos y herramientas:** Medidor Daniel, Barton, Platina de orificio, Carta registradora.

#### ***MANEJO DE RIESGOS***

- **Identificación y manejo de peligros asociados a la actividad:**  
Altas presiones de operación (40 – 60 libras).  
Altas temperaturas de operación (90 – 160 °F).  
Posibilidad de objetos y fluidos expulsados.
- **Equipo de protección personal:** Casco, botas, gafas, guantes, camisa manga larga.
- **Permiso de trabajo:** No se requiere permiso de trabajo por ser una actividad rutinaria.

#### ***PROCEDIMIENTO PASO A PASO***

1. Drenar la cámara del medidor Daniel, por si hay presencia de condensados y/o agua.

2. Abrir la válvula igualadora para que las presiones de la cámara inferior y superior se igualen.
3. Abrir la válvula corrediza para dar paso al porta platina.
4. Levantar el porta platina girando el eje porta platina inferior.
5. Girar el eje porta platina superior para engranar el porta platina inferior.
6. Cerrar la válvula corrediza, las cámaras superior e inferior deben quedar aisladas.
7. Cerrar la válvula igualadora.
8. Abrir la válvula de venteo para despresurizar la cámara superior, donde se encuentra el porta platina.
9. Aflojar los tornillos de ajuste para sacar las barras de ajuste, sello y empaque.
10. Subir el porta platina, girando el eje porta platina superior hasta que aparezca totalmente por encima del medidor.
11. Retirar el porta platina y reemplazar el orificio por otro previamente seleccionado para el pozo que se pondrá en prueba.
12. Introducir el porta platina en el medidor.
13. Bajar el porta platina dentro de la cámara superior a través del eje porta platina superior.
14. Instalar el empaque, las barras de sello y ajuste y apretar los tornillos de ajuste de la barra.
15. Cerrar la válvula de venteo.
16. Abrir la válvula igualadora.
17. Abrir la válvula corrediza.
18. Bajar el porta platina con el porta platina superior e inferior.
19. Cerrar la válvula corrediza para aislar las dos cámaras.
20. Cerrar la válvula igualadora.
21. Abrir la válvula de venteo y luego de unos segundos cerrarla nuevamente.

#### **3.2.3.1.5. CONTINGENCIAS**

Aplica contingencias procedimiento "Poner un Pozo a Prueba".



### 3.2.4 SISTEMA DE DESHIDRATACIÓN



*Figura 7. SISTEMA DE DESHIDRATACIÓN*

#### OBJETIVO

Brindar las condiciones necesarias para que el agua y el gas aún presentes en el crudo continúen separándose de éste, permitiendo así, que el crudo se envíe con las especificaciones requeridas (BSW < 0.5% y salinidad < 2 libras por cada mil barriles) al Tanque de Venta.

#### 3.2.4.1 PROCEDIMIENTO OPERACIÓN, PARADA Y PUESTA EN MARCHA DEL GUN BARREL T-ABK-101

##### 3.2.4.1.1. OBJETIVO

Establecer un procedimiento estándar para la operación, parada y puesta en marcha del Gun Barrel T-ABK-101 de forma eficiente y segura.

##### 3.2.4.1.2. CONDICIONES GENERALES

- Para poder sacar de servicio el Gun Barrel T-ABK-101 debemos tener en servicio el tanque T-ABJ-101A, operando como Gun Barrel.
- Verificar que los tanques donde se van a direccionar los fluidos (agua y emulsión) tengan la capacidad de alojar estos volúmenes (tanque de venta T-ABJ-101B y tanques T-ABM-103 y/o T-ABM-106).
- Se debe desarrollar el permiso de trabajo para trabajos en frío, trabajos en caliente y trabajos eléctricos.

- Deben estar informados y en coordinación el instrumentista y operador y estos a su vez revisar que todas las válvulas y demás accesorios se encuentren funcionando perfectamente.
- Se debe realizar esta operación con equipos de seguridad como gasificador, arnés y demás elementos de protección personal.
- Se debe contar con el personal requerido como lo son instrumentista, cuadrilla, chupa manchas, etc.
- Para la sacada de servicio del Gun Barrel T-ABK-101 se debe encontrar disponible el separador de prueba.

### **3.2.4.1.3. DESARROLLO**

#### ***DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD***

El Gun Barrel T-ABK-101 se saca de operación con el fin de realizar mantenimiento a la sonda de interfase, a la parte interior de las paredes y de esta manera verificar si es necesario algún trabajo de restauración de la vasija, también sale de operación para realizar limpieza de sedimentos en el fondo del tanque. .

#### ***RECURSOS***

- **Personal:** Operador, auxiliar de operaciones, instrumentista, cuadrilla.

#### ***MANEJO DE RIESGOS***

- **Identificación y manejo de peligros asociados a las actividad:**  
Verificar que las válvulas que se cierran sean las correctas.  
Inhalación de vapores o gases tóxicos y derrames.
- **Equipo de protección personal:** Casco, botas, gafas, guantes, respirador para gases, arnés, protectores auditivos.
- **Permiso de trabajo:** Se requiere permiso de trabajo por ser una actividad no rutinaria.

#### ***PROCEDIMIENTO PASO A PASO***

#### **SACAR DE SERVICIO EL “GUN BARREL” T-ABK**

**Nota:** Para realizar este procedimiento el Gun Barrel T-ABJ- A debe estar en operación normal o en un 80% de su capacidad. Ver procedimiento “Operación, Parada y Puesta en Marcha del Tanque T-ABJ-A (Gun Barrel 2)”.

1. Verificar que la válvula de entrada a la bota del Gun Barrel T-ABJ-A se encuentre abierta.

2. Abrir válvula de salida de FWKOS hacia el Gun Barrel T-ABJ-A y cerrar la salida hacia el Gun Barrel T-ABK.
3. Abrir la válvula de salida de los separadores generales T-SP hacia el Gun Barrel T-ABJ-A y cerrar la válvula de salida al Gun Barrel T-ABK-.
4. Cerrar la válvula de salida de agua del Gun Barrel T-ABK de forma manual (Desde el programa PlantScape).
5. Realizar un perfil al Gun Barrel T-ABK, para saber donde se encuentra la interfase.
6. Verificar que las válvulas de entrada y salida del separador de prueba se encuentren abiertas.
7. Abrir válvula del pozo T-57 (alto corte de agua) hacia el colector de prueba.
8. Cerrar válvula del pozo T-57 del colector en que se encuentre. (Colector T-GAY).
9. Verificar la salida del líquido del separador de prueba hacia el Gun Barrel T-ABK, de lo contrario abrir esta válvula.
10. Monitorear la calidad del crudo que sale del "Gun Barrel T-ABK" por rebose realizando análisis de BSW y cuando este se encuentre fuera de especificaciones ( $> 0.5$  % de BSW) sacar el pozo T-57 (alto corte de agua), es decir, abrir la válvula del pozo T-57 hacia el colector en el cual se encontraba anteriormente (Colector T-GAY) y luego cerrar la válvula de entrada de este pozo hacia el colector de prueba.
11. Cerrar la válvula a la entrada de fluido del Gun Barrel T-ABK (Bloquear, condenar y etiquetar) y girar ocho a posición cerrada o colocar panqueca.
12. Cerrar la válvula a la salida de crudo del Gun Barrel T-ABK, (Bloquear, condenar y etiquetar) y girar ocho a posición cerrada o colocar panqueca.
13. Verificar que la válvula de presión y vacío se encuentre en buenas condiciones de operación para proceder con el vaciado de la vasija.
14. Abrir el by pass de la salida de agua y monitorear la calidad del agua (ppm de aceite) hacia los tanques de almacenamiento de agua 103 y 106 hasta que esta se encuentre fuera de especificaciones.
15. Cerrar la válvula de salida de agua (Bloquear, condenar y etiquetar).
16. Girar ochos a posición cerrada o colocar panquecas a la salida de agua del Gun Barrel T-ABK.
17. Abrir válvula de drenaje y de los perfiladores hasta terminar de desocupar el tanque.
18. Cerrar válvula de salida de gas.
19. Suspender energía, suministro de aire y señales de control.
20. Retirar el "manhole" superior.
21. Desmontar la válvula de presión y vacío (PVV).

22.Desmontar “manhole” inferior.

23.Retirar sonda de interfase.

24.Delimitar el área aislada con cinta reflectiva y dejar el Gun Barrel en proceso de aireación.

25.Antes de ingresar al Gun Barrel, debe estar totalmente desgasificado. Se debe aplicar norma para Espacios Confinados, permisos de Trabajos, certificado de espacios confinados y monitoreo constante de gases por medio del explosímetro.

**Nota:** Para esta operación, se debe tener a disposición el personal de la cuadrilla, el camión de vacío, pues es posible que se presente cualquier eventualidad.

### **PUESTA EN SERVICIO DEL “GUN BARREL” T-ABK**

1. Instalar la válvula de presión y vacío (PVV).

2. Instalar “manhole” superior.

3. Instalar el “manhole” inferior.

4. Instalar sonda de interfase.

5. Colocar energía, suministro de aire y señales de control.

6. Girar platina a posición abierta o retirar panquecas a la entrada del fluido al “Gun Barrel T-ABK”.

7. Girar ochos a posición abierta o retirar panquecas a la salida de crudo, gas y agua.

8. Abrir válvula a la entrada de la bota de gas del “Gun Barrel T-ABK”.

9. Abrir válvula de salida de gas.

10.Abrir válvula de salida de crudo.

11.Verificar que la válvula a la entrada del separador de prueba se encuentre abierta.

12.Abrir válvula del pozo T-57 (alto corte de agua) hacia el colector de prueba.

13.Cerrar válvula del pozo T-57 del colector en que se encuentre. (Colector T-GAY).

14.Verificar la salida del líquido del separador de prueba hacia el Gun Barrel T-ABK, de lo contrario abrir esta válvula.

15.Verificar que la interfase se encuentre definida en un 40% del nivel del tanque.

16.Empezar a meter producción al Gun Barrel T-ABK lentamente.

17.Verificar que la válvula de salida de agua se encuentre operando automáticamente.

18.Monitorear la calidad del crudo y agua a la salida de la vasija.

## CONTROL DE OPERACIÓN EN EL “GUN BARREL” T-ABK

1. La válvula de control de salida de agua debe permanecer en posición automática y operar en un rango de apertura mínimo de 40% y máximo de 80% en operación normal.
2. Si la válvula de control de agua se cierra 100% por un tiempo prolongado es porque hay problemas en la señal de la sonda y en el tratamiento.
3. Se debe verificar si la válvula de presión y vacío está operando.
4. La calidad de crudo en el rebose del Gun Barrel debe ser menor o igual a 0.5% BSW.
5. La calidad del agua debe ser menor o igual a 50 ppm de aceite, en la salida.

### 3.2.4.1.5. CONTINGENCIAS

Es de vital importancia conocer las posibles causas de los problemas operacionales que ocurren frecuentemente en La Batería cuando se requiere operar el Gun Barrel T-ABK, ya que esto permite tomar acciones pertinentes, evitando efectos negativos en las operaciones realizadas. Para lograr este propósito, es necesario aplicar los principios técnicos de ingeniería, contar con la experiencia y la disposición de las personas que laboran en ésta.

PROBLEMAS	CAUSAS	EFECTOS	ACCIONES
<b>Alto BSW.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→Alta o Baja cantidad de químico inyectado</li> <li>→Falla en la sonda que regula el funcionamiento de la válvula automática de salida de agua o en ésta.</li> <li>→Bajo tiempo de residencia y/o colchón de agua alto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→Crudo fuera de especificaciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→Informar a los químicos del problema para que verifique la dosificación del químico inyectado.</li> <li>→Verificar que la válvula automática de salida de agua este funcionando correctamente, de lo contrario avisar a los instrumentistas para que tomen los correctivos necesarios.</li> <li>→Modificar el set point de la válvula de salida de agua para disminuir el colchón de agua y de esta manera aumentar el tiempo de residencia del crudo.</li> </ul>
<b>Agua con altas ppm.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Alta o Baja cantidad de químico inyectado.</li> <li>→ Falla en la sonda que regula el funcionamiento de la válvula automática de salida de agua o en ésta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→Arrastre de crudo por la línea de salida de agua.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Informar a los químicos del problema para que verifique la dosificación del químico inyectado.</li> <li>→ Verificar que la válvula automática de salida de</li> </ul>

			<p><i>agua este funcionando correctamente, de lo contrario avisar a los instrumentistas para que tomen los correctivos del caso.</i></p>
--	--	--	--

### 3.2.4.2. PROCEDIMIENTO PARA CALCULAR LAS INTERFASES DEL GUN BARREL

#### 3.2.4.2.1. OBJETO

Determinar la altura de la interfase en el “Gun Barrel” para hacer seguimiento a la calidad de aceite y realizar cortes de producción parcial y total.

#### 3.2.4.2.2. CONDICIONES GENERALES

- Revisar el recipiente para verificar su limpieza y que se encuentre en buenas condiciones.
- Cuando se encuentre lloviendo no tomar la muestra, para evitar que esta se contamine.
- El personal debe encontrarse capacitado para realizar este tipo de operación.

#### 3.2.4.2.3. DESARROLLO

##### **DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD**

Esta actividad se realiza para calcular el volumen aproximado de crudo que se encuentra en la vasija para realizar cortes de producción parcial y total y para monitorear la calidad de salida del crudo.

##### **RECURSOS**

- **Personal:** Operador y/o auxiliar de operación.
- **Equipos y herramientas:** Recipientes para tomar las muestras.

##### **MANEJO DE RIESGOS**

- **Identificación y manejo de peligros asociados a la actividad:** Alta presión y alta temperatura de operación.
- **Equipo de protección personal:** Casco, botas, guantes, camisa manga larga y respirador para gases.
- **Permiso de trabajo:** No se requiere permiso de trabajo por ser una actividad rutinaria.

### **PROCEDIMIENTO PASO A PASO**

1. Drenar los puntos de muestreo para eliminar fluidos depositados en la línea.
2. Tomar una muestra aproximada de 100 ml de cada punto.
3. Determinar el BSW de cada muestra. (Aplicar procedimiento determinación de BSW por el método de la centrifuga).
4. Utilizar el formato de seguimiento del "Gun Barrel" para calcular volumen de aceite en la vasija con el BSW obtenido en cada punto de muestreo.

### **3.2.5 SISTEMA DE MANEJO DE GAS**



**Figura 8.** SEPARADOR CRUDOS LIMPIOS, SCRUBBER GENERAL, KNOCK OUT DRUM, TEA Y TANQUE PULMÓN PILOTO TEA.

### **OBJETIVO**

Brindar las condiciones necesarias para que el gas de producción adquiera las características requeridas para el consumo interno de La Batería o si es el caso para quemarlo en la Tea.

### **3.2.5.1. PROCEDIMIENTO CONSUMO GAS DINA Y/O RIO CEIBAS DEL SCRUBBER T-MBF-104**

#### **3.2.5.1.1. OBJETIVO**

Establecer un procedimiento estándar para suministrar el gas requerido para la operación de los motores de las bombas de inyección de agua de manera óptima y segura, minimizando los riesgos al personal y al medio ambiente.

#### **3.2.5.1.2. CONDICIONES GENERALES**

- Verificar que no hayan fugas y que el sistema se encuentre operando de forma adecuada.
- El gas que consumen las bombas de inyección de agua debe ser seco, es decir, este gas antes del consumo debe ser tratado de manera adecuada.
- Verificar que en el medidor Daniel se encuentre la platina de orificio adecuada para registrar la presión diferencial de la línea de gas de Dina.
- Verificar que la válvula automática de drenaje del Scrubber esté funcionando adecuadamente, es decir, que este abriendo y cerrando según el set point de operación.
- Verificar que todas las válvulas se encuentren en la posición adecuada, es decir, que el Scrubber se encuentre operando adecuadamente.
- Asegurarse de utilizar los Elementos de Protección Personal (EPP) adecuados cuando se realice la operación, con el fin de minimizar lesiones en caso de accidentes.

#### **3.2.5.1.3. DESARROLLO**

##### ***DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD***

Las bombas de inyección de agua son accionadas con un motor individual de combustión interna, que trabaja con el gas de producción disponible para el consumo, pero debido a que el gas que se produce en Campo Tello es muy húmedo se generan detonaciones no deseadas en los motores y esto conlleva a que se produzcan vibraciones en la(s) bomba(s), lo cual hace que estas se desgasten, dañen y operen de manera no adecuada; por lo tanto se requiere usar el gas proveniente de Dina, el cual se encuentra en condiciones óptimas para consumo en la operación de los motores de las bombas de inyección. En caso que se presente alguna eventualidad se puede consumir el gas proveniente de Río Ceibas, o en su defecto podrían llegar a mezclarse las tres corrientes de gas, es decir, Tello, Dina y Río Ceibas.

##### ***RECURSOS***

**Personal:** Operador y auxiliar de operaciones.



## **MANEJO DE RIESGOS**

- **Identificación y manejo de peligros asociados a la actividad:** Altas presiones de operación.
- **Equipo de protección personal:** Casco, botas, gafas, guantes, camisa manga larga y protectores auditivos.
- **Permiso de trabajo:** No se requiere permiso de trabajo por ser una actividad rutinaria.

## **PROCEDIMIENTO PASO A PASO**

### **CONSUMO GAS DE DINA**

1. Verificar que la válvula a la entrada del Scrubber se encuentre abierta. (Normalmente debe encontrarse abierta ya que este Scrubber opera continuamente para alimentar los motores de las Pías). **Ver condiciones generales.**
2. Abrir válvula a la salida de las válvulas reguladoras, se abre solamente en uno de los brazos.
3. Abrir válvula a la entrada a las válvulas reguladoras, se abre solamente en el brazo que se efectuó el paso anterior.
4. Abrir la válvula anterior a la válvula ShutDown.
5. Abrir válvula suministro de gas Dina a Tello.
6. Cerrar válvula de la línea de gas de Campo Tello que alimenta el Scrubber, si no se está consumiendo gas de Tello quiere decir que se está consumiendo gas de Rio Ceibas, de manera, que se debe cerrar la válvula de entrada de gas de Rio Ceibas.

**Nota:** En algunas ocasiones se cambia el set point de la válvula automática de la línea de gas de Tello (se cierra completamente) debido a que en caso de una eventualidad es mucho más fácil y rápido cambiar de nuevo el set point (es decir, que esta se abra a una presión determinada) respecto a la manipulación de las válvulas de bola de la línea ya que el Scrubber debe mantenerse siempre alimentado para que las PIAS trabajen continuamente.

### **CONSUMO GAS DE RIO CEIBAS**

1. Verificar que la válvula a la entrada del Scrubber se encuentre abierta. (Normalmente debe encontrarse abierta ya que este Scrubber opera continuamente para alimentar los motores de las Pías).
2. Abrir válvula a la salida de las válvulas reguladoras, se abre solamente en uno de los brazos.
3. Abrir válvula a la entrada a las válvulas reguladoras, se abre solamente en uno de los brazos.
4. Abrir la válvula anterior a la válvula ShutDown.

5. Abrir válvula suministro de gas Rio Ceibas a Tello.
6. Cerrar válvula de la línea de gas de Campo Tello que alimenta el Scrubber, si no se está consumiendo gas de Tello quiere decir que se está consumiendo gas de Dina, de manera, que se debe cerrar la válvula de entrada de gas de Dina.

**Nota 1:** En algunas ocasiones se cambia el set point de la válvula automática de la línea de gas de Tello (se cierra completamente) debido a que en caso de una eventualidad es mucho más fácil y rápido cambiar de nuevo el set point (es decir, que esta se abra a una presión determinada) respecto a la manipulación de las válvulas de bola de la línea ya que el Scrubber debe mantenerse siempre alimentado para que las PIAS trabajen continuamente.

**Nota 2:** Si se requiere es posible mezclar las tres corrientes de gas; es decir, Rio Ceibas – Tello – Dina, esto en caso de alguna eventualidad.

#### 3.2.5.1.4. CONTINGENCIAS

Es de vital importancia conocer las posibles causas de los problemas operacionales que se pueden generar en la Batería cuando se requiere alimentar el Scrubber que suministra gas para la operación de los motores de las bombas de inyección de agua, ya que esto permite tomar acciones pertinentes, evitando efectos negativos en las operaciones realizadas. Para lograr este propósito, es necesario aplicar los principios técnicos de ingeniería, contar con la experiencia y la disposición de las personas que laboran en ésta.

PROBLEMAS	CAUSAS	EFFECTOS	ACCIONES
<b>Alta y baja presión en el Scrubber.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→Alto y bajo flujo de gas.</li> <li>→Falla en los instrumentos de seguridad.</li> <li>→Fugas en las líneas o Scrubber.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→Disparo de la válvula de seguridad.</li> <li>→Sobre-presión en líneas de conducción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→Solicitar a los instrumentistas la revisión de los instrumentos de seguridad.</li> <li>→Inspeccionar las líneas y el Scrubber para detectar puntos de fuga. En caso de encontrar alguna, By-pasearla si es posible y pedir la colaboración al personal de mantenimiento.</li> </ul>
<b>Alto nivel de líquido en el Scrubber.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→Falla en la válvula de control de salida de líquido.</li> <li>→Falta de drenar constantemente los líquidos acumulados en el separador de Crudos limpios y/o Scrubber general.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→Flujo de líquido en la línea de gas hacia los motores de las Bombas de Inyección de Agua.</li> <li>→Disminución en la cantidad de gas de consumo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→Inspeccionar que los instrumentos de control de salida de líquido estén trabajando correctamente, de lo contrario solicitar a los instrumentistas su revisión.</li> </ul>
<b>Emanación de gases a la atmosfera.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→Fugas en el sistema y/o en el Scrubber.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→Contaminación ambiental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Solicitar a los instrumentistas la revisión de los instrumentos de seguridad.</li> <li>→Informar al Supervisor de producción y solicitar cambio en la(s) válvula(s) o tubería(s) que se encuentra(n) con fugas.</li> </ul>

### **3.3 PROCESO DE VENTA DE CRUDO**

#### **3.3.1 SISTEMA DE BOMBAS DE TRANSFERENCIA**



*Figura 9. BOMBAS DE TRANSFERENCIA DE CRUDO*

#### **OBJETIVO**

Suministrar la presión de descarga suficiente para transferir el petróleo producido y tratado en Campo Tello hacia la Estación Tenay.

#### **3.3.1.1 PROCEDIMIENTO OPERACIÓN BOMBAS DE TRANSFERENCIA DE CRUDO**

##### **3.3.1.1.1. OBJETIVO**

Realizar una adecuada operación de las bombas de transferencia de crudo, realizando una actividad segura para el personal y para la integridad de los equipos.

##### **3.3.1.1.2. CONDICIONES GENERALES**

- Confirmar que se hayan realizado correctamente los siguientes procedimientos:  
“Comunicación en Transferencias de Crudo desde Facilidades”

“Operación Muestreador Unidad Lact”.

- Tener suficiente crudo para iniciar el bombeo. (La altura en el tanque de venta T-ABJ-A debe ser mayor a 2.5 metros).
- El crudo a despachar debe estar en condiciones de calidad. (BS&W  $\leq$  0.5% y PTB  $\leq$  20).
- Verificar que el radiador se encuentre con agua y el motor con aceite suficiente para su óptima operación.
- Para iniciar bombeo Tello – Estación Tenay, se deben verificar las condiciones de bombeo, ver procedimiento “Transferencia de crudo Rio Ceibas – Tello”.
- Asegurarse de utilizar los Elementos de Protección Personal (EPP) adecuados cuando se realice la operación, con el fin de minimizar lesiones en caso de accidentes.

### **3.3.1.1.3. DESARROLLO**

#### ***DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD***

Una vez se desee bombear crudo a la Estación Tenay, cumpliendo con todos los procedimientos, y horarios acordados entre Rio Ceibas – Tello, se procede a operar las bombas de transferencia de crudo.

Estas bombas se encuentran acopladas a unos motores de combustión interna a gas que les dan movimiento para succionar el crudo a través de la línea de salida de fluido del Tanque de Venta y transferirlo hacia el oleoducto que lo lleva a Tenay, pasándolo previamente por la Unidad de Fiscalización. Para realizar esta operación generalmente se utiliza solo una de las Bombas y la otra se deja de relevo.

En la línea de descarga, estas Bombas disponen de switches de alta y baja presión que apagan los motores, protegiendo las partes de las bombas del recalentamiento y de los efectos dañinos de golpes de ariete cuando se eleva la presión por obstrucciones en la línea o cierre de las válvulas y al motor por desboque a causa de la falta de carga cuando la presión de succión es baja.

Estas bombas también se utilizan para transferir el crudo de los Campos Loma Larga, La Jagua o cualquier otro crudo que se desee bombear directamente desde el Tanque TK-750 y lo envía hacia la Estación Tenay por una línea que by pasea la Unidad LACT, esta facilidad existe en caso de contingencia, normalmente el fluido proveniente de otros campos es direccionado al manifold por medio de la bomba de recirculación de crudo del tanque TK-750. Este fluido entra al proceso general del tratamiento de fluidos mezclándose con la producción general del campo, pero debe ser fiscalizado por separado a través de tiquetes.

#### ***RECURSOS***

- **Personal:** operador y auxiliar de operaciones.

## **MANEJO DE RIESGOS**

- **Identificación y manejo de peligros asociados a la actividad:** Altas presiones de operación, daños en las bombas por cavitación, peligro de incendio por fuga de gas.
- **Equipo de protección personal:** Casco, botas, camisa manga larga, gafas y protector auditivo.
- **Permiso de trabajo:** No se requiere permiso de trabajo, por ser una actividad rutinaria.

## **PROCEDIMIENTO PASO A PASO**

### **ARRANQUE DE LA BOMBA**

1. Verificar que el tanque tenga el nivel necesario para la succión de las bombas de transferencia y coordinar con la estación Tenay la hora del inicio del bombeo. La presión de succión mínima de la bomba equivale a un metro de nivel en el tanque Ver Procedimiento "Bombeo de Crudo de la Batería Tello a Estación Tenay"
2. Verificar que las válvulas de succión y descarga de la bomba se encuentren abiertas.
3. Verificar que la válvula de drenaje se encuentre cerrada.
4. Verificar los niveles de agua y aceite del motor, adicione si es necesario.
5. Verificar que la bomba se encuentre desengranada.
6. Abrir la válvula de suministro de gas.
7. Desairear el sistema.
8. Permitir 15 minutos de tiempo al temporizador.
9. Dar arranque a la bomba.
10. Engranar la bomba.
11. Acelerar las RPM hasta el valor, ( $\pm 2500$  RPM) de acuerdo al nivel del tanque.
12. En el programa PlantScape monitorear la rata de bombeo Vs las RPM.

### **PARADA DE LA BOMBA**

1. Desacelerar la bomba, disminuir lentamente RPM hasta el mínimo.
2. Desengranar la bomba.
3. Cerrar suministro de gas.

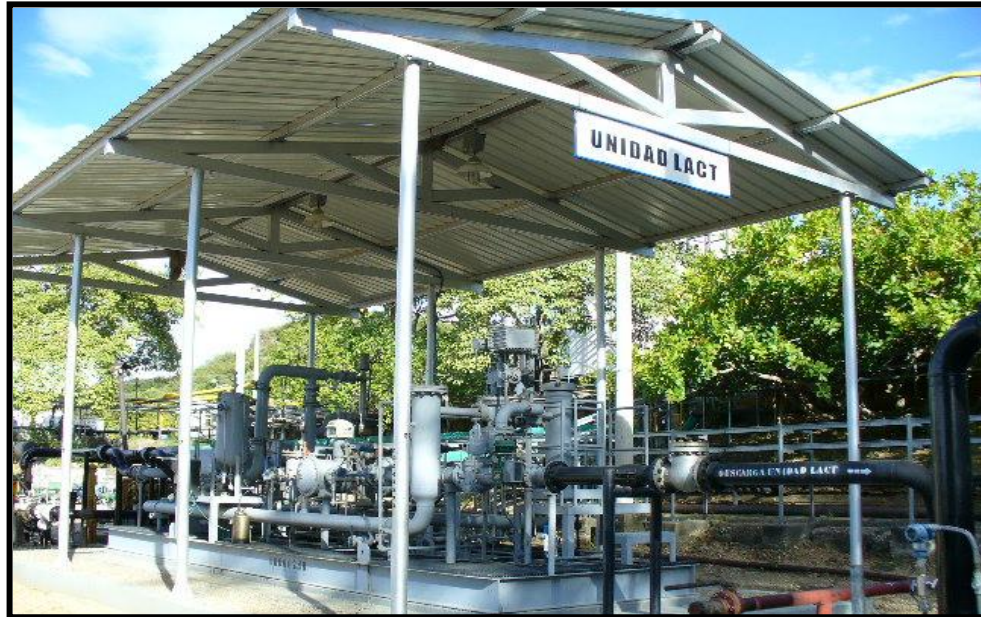
4. Cerrar las válvulas manuales de succión y descarga.

### 3.3.1.1.4. CONTINGENCIAS

Es de vital importancia conocer las posibles causas de los problemas operacionales que ocurren frecuentemente en La Batería cuando se requiere operar las Bombas de transferencia de Crudo, ya que esto permite tomar acciones pertinentes, evitando efectos negativos en las operaciones realizadas. Para lograr este propósito, es necesario aplicar los principios técnicos de ingeniería, contar con la experiencia y la disposición de las personas que laboran en ésta.

<b>PROBLEMAS</b>	<b>CAUSAS</b>	<b>EFFECTOS</b>	<b>ACCIONES</b>
<b>Baja presión de succión de las bombas de transferencia.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Bajo nivel en el Tanque de Venta.</li> <li>→ Obstrucciones o rotura en la línea de succión.</li> </ul>	→ Cavitación en las Bombas de Transferencia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Apagar las bombas.</li> <li>→ Verificar que la línea de succión este en buenas condiciones, de lo contrario cerrar la válvula de salida de fluido del Tanque de Venta e informar al Supervisor para que tomen los correctivos necesarios.</li> </ul>
<b>Alta presión de descarga.</b>	→ Obstrucción en la línea de descarga.	→ Bombeo deficiente o nulo hacia Tenay.	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Apagar la bomba.</li> <li>→ Revisar que las válvulas manuales ubicadas en la línea de conducción estén abiertas, de lo contrario hacer los correctivos necesarios.</li> </ul>

### **3.3.2 SISTEMA DE FISCALIZACION**



**Figura 10. SISTEMA DE FISCALIZACIÓN**

#### **OBJETIVO**

Medir, calificar y cuantificar el crudo producido por los pozos de Campo Tello, Campo La Jagua y Campo Loma Larga que luego del proceso de tratamiento ha quedado apto para despachar hacia la Estación Tenay.

#### **3.3.2.1 PROCEDIMIENTO OPERACIÓN UNIDAD LACT**

##### **3.3.2.1.1 OBJETIVO**

Establecer un procedimiento estándar y seguro para la operación de la unidad LACT en la Bateria Tello.

##### **3.3.2.1.2 CONDICIONES GENERALES**

- Revisar que todas las válvulas se encuentren en su posición de operación normal.
- La operación de la Unidad Lact es un procedimiento que se encuentra asociado a la operación de las bombas de transferencia de crudo, muestreador de la Unidad Lact por lo tanto se deben tener en cuenta los siguientes procedimientos y su adecuada ejecución. "Solicitud de Suministro de Crudo Fiscalizado para Consumo en Operaciones".

“Comunicación en transferencias de Crudo Desde Facilidades”.

“Operación Muestreador de la Unidad Lact”.

“Operación De Las Bombas De Transferencia De Crudo”.

- Asegurarse de utilizar los Elementos de Protección Personal (EPP) adecuados cuando se realice la operación, con el fin de minimizar lesiones en caso de accidentes.

### **3.3.2.1.3 DESARROLLO**

#### ***DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD***

La operación de la unidad LACT es una actividad que se realiza a diario para la transferencia o venta de crudo a la estación Tenay.

#### ***RECURSOS***

- **Personal:** Operador o auxiliar de operaciones.

#### ***MANEJO DE RIESGOS***

- **Identificación y manejo de peligros asociados a la actividad:** Alta presión y temperatura de operación.
- **Equipo de protección personal:** Casco, botas, camisa manga larga, gafas y guantes.
- **Permiso de trabajo:** No se requiere permiso de trabajo.

#### ***PROCEDIMIENTO PASO A PASO***

1. Abrir válvula de despacho del tanque de venta que se encuentre en operación (T-ABJ-101B o T-ABJ-101A).
2. Verificar apertura de válvulas de succión y descarga de la bomba de transferencia de crudo que se va a operar.
3. Verificar que la válvula de “by-pass” de la unidad LACT esté cerrada.
4. Verificar que la rata de uno de los brazos de la unidad LACT se encuentre cerrado, si la rata de flujo no supera la capacidad de flujo.
5. Verificar que las válvulas de recirculación del tanque se encuentren cerradas.
6. Instalar tiquetes en los contadores. **Ver Procedimiento “Operación Muestreador De La Unidad Lact”.**
7. Dar arranque a la bomba de transferencia. **Ver Procedimiento Operación De Las Bombas de Transferencia de Crudo”.**



8. Verificar funcionamiento normal del motor, bomba y válvula reguladora de presión de descarga.
9. Verificar que el recolector del toma muestra del “sampler” este trabajando correctamente.
10. Verificar que la rata de flujo actual (current flow rate) este acorde con la rata de bombeo.
11. A las 00:00 se hará corte de bombeo todos los días (si se esta bombeando).
12. Después de suspender bombeo, recoger muestra de “sampler”, enviar una a laboratorio Dina y dejar contramuestra en la facilidad debidamente etiquetada y diligenciada (con día, fecha, Hora, Temperatura, API observado corregido, BSW, volumen, y nombre del operador que la envía.  
**Ver procedimiento “Operación Muestreador De La Unidad Lact”**

### 3.3.2.1.4. CONTINGENCIAS

Es de vital importancia conocer las posibles causas de los problemas operacionales que podrían presentarse al Operar la Unidad Lact, esto permite tomar acciones pertinentes, evitando efectos negativos en las operaciones realizadas. Para lograr este propósito, es necesario aplicar los principios técnicos de ingeniería, contar con la experiencia y la disposición de las personas que laboran en ésta.

<b>PROBLEMAS</b>	<b>CAUSAS</b>	<b>EFFECTOS</b>	<b>ACCIONES</b>
<b>Alta y baja presión.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→Falla en la válvula controladora de presión.</li> <li>→Daño en las válvulas de seguridad de los brazos de medición.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→Bombeo de crudo a Estación Tenay irregular.</li> <li>→En caso de bajarse mucho la presión se presentará alteración en la medición del crudo bombeado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→Verificar en campo la presión observada en el PlantScape y de acuerdo a esto, informar a los instrumentistas del problema para que hagan los correctivos necesarios.</li> </ul>
<b>Alto BSW del crudo enviado a Estación Tenay.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→Falla en el Medidor de BSW.</li> <li>→Falla en los instrumentos de control o en la transmisión de las señales.</li> <li>→Mal tratamiento químico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→Bombeo de crudo fuera de especificaciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→Revisar el funcionamiento de los instrumentos de control y el medidor de BSW e informar al instrumentista para que tome los correctivos necesarios.</li> </ul>
<b>Recirculación del crudo bajo especificaciones al Tanque de Venta.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→Medidor de BSW dañado.</li> <li>→Falla en la transmisión de las señales y/o en las válvulas automáticas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→Bombeo nulo hacia Tenay.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→Tomar una muestra del crudo a bombear y verificar el BSW (ver <b>Manual de Medición de Hidrocarburos, Capítulo 10 “Determinación de agua y sedimento” ECP- VSM-M-001-10</b>).</li> <li>→By-pasear el medidor de BSW e informar al instrumentista para que tome los correctivos necesarios.</li> </ul>

### **3.3.2.2 PROCEDIMIENTO OPERACIÓN MUESTREADOR DE LA UNIDAD LACT**

#### **3.3.2.2.1 OBJETIVO**

Establecer un procedimiento estándar para la operación del muestreador de la Unidad Lact, describiendo una a una las actividades a realizar con el fin de minimizar los riesgos al personal y al medio ambiente.

#### **3.3.2.2.2 CONDICIONES GENERALES**

- Verificar que la rata de llenado del recipiente almacenador de la Unidad Lact sea el adecuado durante el bombeo para evitar cualquier tipo de derrame.
- Tomar muestras periódicamente del crudo bombeado a Estación Tenay, para los análisis requeridos.
- Monitorear constantemente el funcionamiento de la Unidad Lact.
- Mantener comunicación con el operador de Estación Tenay.

#### **3.3.2.2.3. DESARROLLO**

##### ***DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD***

Lo que se busca es tomar una muestra representativa del bombeo diario recopilada en el muestreador de la unidad LACT. Una vez, se termine el bombeo se hace trasiego desde el muestreador a la cantina muestreadora y se envía al Laboratorio certificado de campo Dina, etiquetada con día, fecha, hora y Operador responsable del procedimiento.

En el laboratorio de campo Dina se registra la temperatura, la gravedad API calculada y corregida, BSW y salinidad, para la fiscalización del crudo entregado por la Batería Tello a Estación Tenay. Se debe dejar una contramuestra debidamente etiquetada del bombeo en Batería Tello.

##### ***RECURSOS***

**Personal:** Operador y auxiliar de operaciones.

##### ***MANEJO DE RIESGOS***

- **Equipo de protección personal:** Casco, botas, gafas y guantes de seguridad.
- **Permiso de trabajo:** No se requiere permiso de trabajo.

## **PROCEDIMIENTO PASO A PASO**

### **RECOPIACIÓN EN RECIPIENTE MUESTREADOR (TANQUE DE MUESTRA AUTOMÁTICA) UNIDAD LACT**

1. Verificar que el recipiente muestreador esté limpio y seco.
2. Ajustar la rata de llenado del recipiente muestreador proporcional al flujo a través de la unidad LACT.
3. Verificar válvulas en el recipiente muestreador que estén dispuestas a recibir y acumular la muestra representativa del bombeo.
4. Iniciar bombeo a Estación Tenay. **Ver procedimiento “Operación Bombas de Transferencia de Crudo”.**
5. Verificar y garantizar la cantidad adecuada de la muestra a recolectar.
6. Verificar que la válvula solenoide este abriendo (mediante el sonido) para llenar la cantina muestreadora.
7. Una vez terminado el bombeo, se enciende la bomba de recirculación del recipiente muestreador, para homogenizarla en un intervalo de tiempo no inferior a 20 minutos.
8. Se dispone a tomar la muestra en la cantina muestreadora, esta debe encontrarse limpia y seca.
9. Retirar la tapa de la boquilla de la cantina muestreadora.
10. Instalar la cantina debajo del Tubing de descarga.
11. Cerrar la válvula de la recirculación del recipiente muestreador para permitir el llenado de la cantina en un 80% aproximadamente de su capacidad.
12. Abrir la válvula de drenaje hacia la cajilla (una vez, la cantina muestreadora contenga el volumen adecuado de muestra).

**Nota:** Continuar el trasego del recipiente muestreador hasta que quede completamente desocupado verificando que la bomba no se encuentre trabajando en vacío. “Para disponerlo al nuevo recibo del siguiente día”.

13. Cerrar la válvula que suministra la cantina muestreadora.

**Nota:** Tomar rápidamente la contramuestra

14. Cerrar la válvula de drenaje hacia la cajilla una vez se haya vaciado el recipiente muestreador.
15. Sellar herméticamente la cantina.
16. Marcarla y etiquetarla conforme a los estándares establecidos por Ecopetrol.

17. Continuar el trasiego del recipiente muestreador hasta que quede completamente desocupado verificando que la bomba no se encuentre trabajando en vacío. “Para disponerlo al nuevo recibo del siguiente día

### **CAMBIO DE TIQUETES UNIDAD LACT**

1. Verificar que el contador este trabajando.
2. Confirmar que los contadores que se encuentran a continuación, o sea los que se van a abrir, tengan en el compartimiento el tickete para dicha medida. Observar que las bombas se encuentren previamente apagadas.
3. Girar la manija una vuelta, la cual se encuentra ubicada en el cabezote del contador, con dicha operación imprime el acumulado en el tickete. Adicionalmente, girar un cuarto de vuelta para que el pin de ajuste del tickete libere y pueda así proceder a sacar el tickete.
4. Llenar el nuevo tickete con la información básica y registrar el acumulado que se indica en el cabezote del contador.
5. Introducir el nuevo tickete en el compartimiento del contador que fue cerrado, gire la manija una vuelta para que imprima el acumulado inicial y sea asegurado.
6. Verificar que el contador que esté recibiendo, esté operando en buenas condiciones.

### **3.3.2.3. PROCEDIMIENTO BOMBEO DE CRUDO BATERÍA TELLO – ESTACIÓN TENAY**

#### **3.3.2.3.1 OBJETIVO**

Realizar la transferencia de crudo a la estación Tenay bajo condiciones de operación seguras.

#### **3.3.2.3.2 CONDICIONES GENERALES**

- Realizar procedimiento “Comunicación en Transferencias de Crudos Desde Facilidades”.
- Revisar que todas las válvulas se encuentren en su posición normal, que no se encuentren líneas sobre presionadas.
- Verificar la cantidad de fluido a ser bombeado, el tiempo disponible para esto y de esta manera planear el bombeo según lo requiera el caso y bajo qué condiciones operacionales va a trabajar la bomba.
- Verificar que el fluido a ser bombeado se encuentre bajo especificaciones, BSW menor o igual a 0.5% y salinidad menor o igual a 20 PTB.
- Para el desarrollo de esta operación, se encuentran relacionados los siguientes procedimientos:  
“Comunicación en transferencias de Crudo Desde Facilidades”  
“Operación Muestreador de la Unidad Lact”

## “Operación De Las Bombas De Transferencia De Crudo”

### 3.3.2.3.3 DESARROLLO

#### **DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD**

La unidad LACT se debe revisar a diario con el fin de monitorear el bombeo de crudo a la Estación Tenay.

#### **RECURSOS**

- **Personal:** Operadores y/o auxiliares de operaciones Batería Tello.
- **Equipos y herramientas:** Teléfono fijo y/o radio-teléfono.

#### **MANEJO DE RIESGOS**

- **Identificación y manejo de peligros asociados a la actividad:** Contrapresión en juntas. Altas presiones de operación.
- **Equipo de protección personal:** Casco, botas, camisa manga larga, gafas, guantes, protectores auditivos.
- **Permiso de trabajo:** No se requiere permiso de trabajo por ser una actividad rutinaria.

#### **PROCEDIMIENTO PASO A PASO**

1. Verificar nivel en el tanque de venta T-ABJ-B o T-ABJ-A según el tanque que se encuentre en servicio.
2. Verificar apertura de válvulas de succión y descarga de la bomba de transferencia de crudo.
3. Instalar tiquetes en los contadores. **Ver procedimiento “Operación Muestreador De La Unidad Lact”.**
4. Verificar el estado de la cantina toma muestra.
5. Coordinar con Tenay la transferencia de Crudo.
6. Dar arranque a la bomba de transferencia. **Ver procedimiento “Operación Bombas De Transferencia De Crudo”.**
7. Ajustar la velocidad requerida, dependiendo si se va a realizar la transferencia de crudo solo de batería Tello o en conjunto con el crudo de Río Ceibas. **Ver procedimiento, Transferencia de Crudo Río Ceibas – Tello.**

8. Monitorear el nivel del tanque de venta que se encuentra en operación (T-ABJ-101B o T-ABJ-101A, según sea el caso) desde la Sala de Control.

9. Cuando el nivel del tanque sea aproximadamente 1m, las bombas se apagan automáticamente debido a la protección que poseen por baja presión de descarga.

**Nota:** Monitorear desde la sala de control en el PlantScape el nivel del tanque de venta, con el fin de proteger las bombas de transferencia, en caso tal de no activarse la protección automática.

10. Una vez terminado el bombeo se coordina con Estación Tenay para informar que la transferencia de Crudo ha culminado.

11. Cerrar la válvula de descarga de la bomba de transferencia de crudo.

### 3.3.2.3.4. CONTINGENCIAS

Es de vital importancia conocer las posibles causas de los problemas operacionales que ocurren frecuentemente en La Batería cuando se requiere bombear crudo de la Batería Tello a la Estación Tenay, ya que esto permite tomar acciones pertinentes, evitando efectos negativos en las operaciones realizadas. Para lograr este propósito, es necesario aplicar los principios técnicos de ingeniería, contar con la experiencia y la disposición de las personas que laboran en ésta.

PROBLEMAS	CAUSAS	EFFECTOS	ACCIONES
<b>Alta y baja presión.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Falla en la válvula controladora de presión.</li> <li>→ Daño en las válvulas de seguridad de los brazos de medición.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Bombeo de crudo a Tenay irregular.</li> <li>→ En caso de bajarse mucho la presión, alteración en la medición del crudo bombeado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Verificar en campo la presión observada en el PlantScape y de acuerdo a esto, informar a los instrumentistas del problema para que hagan los correctivos necesarios.</li> <li>→ Apagar las bombas.</li> </ul>
<b>Alto BSW del crudo enviado a Estación Tenay</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Falla en el Medidor de BSW.</li> <li>→ Falla en los instrumentos de control o en la transmisión de las señales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Bombeo de crudo fuera de especificaciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Revisar el funcionamiento de los instrumentos de control y el medidor de BSW e informar al instrumentista para que tome los correctivos necesarios.</li> </ul>
<b>Recirculación del crudo bajo especificaciones al Tanque de Venta.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Medidor de BSW dañado.</li> <li>→ Falla en la transmisión de las señales y/o en las válvulas automáticas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Bombeo nulo hacia Tenay.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Tomar una muestra del crudo a bombear y verificar el BSW (<b>Ver Manual De Medición De Hidrocarburos, Capítulo 10. Determinación De Agua Y Sus Sedimentos</b>).</li> <li>→ Bypasear el medidor de BSW e informar al instrumentista para que tome los correctivos necesarios.</li> </ul>

### 3.4 PROCESO DE INYECCIÓN DE AGUA

#### 3.4.1 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA



**Figura 11.** TANQUE DESNATADOR, BOMBAS AURORAS, HIDROCICLÓN, TANQUES DE AGUA A FILTRACIÓN, BOMBAS DE FILTRACIÓN Y FILTROS US

#### OBJETIVO

Dar al agua de producción un manejo adecuado, que permita dejarla con un contenido de aceite menor a 5 mg/l y un contenido de sólidos menor a 5 ppm con un tamaño menor a 3 micrones, cumpliendo así con las características requeridas para su inyección en el yacimiento.

#### 3.4.1.1. PROCEDIMIENTO OPERACIÓN, PARADA Y PUESTA EN MARCHA DE LAS BOMBAS AURORAS

##### 3.4.1.1.1 OBJETIVO

Realizar un procedimiento estándar para la operación, parada y puesta en marcha de las bombas auroras.

#### **3.4.1.1.2 CONDICIONES GENERALES**

- Monitorear que todos los equipos e instrumentos que constituyen este sistema, estén funcionando adecuadamente.
- Revisar los niveles del Tanque T-ABM-102, desde el PlantScape y de acuerdo a éste prender o apagar las bombas correspondientes (bombas auroras).
- Verificar que la válvula controladora de presión PCV de la línea de recirculación de fluido de las Bombas Auroras este funcionando correctamente de acuerdo a la presión de la línea de descarga, es decir, si la presión es mayor al setting se abre y de lo contrario permanezca cerrada. (A la fecha esta válvula se encuentra deshabilitada).

#### **3.4.1.1.3 DESARROLLO**

##### ***DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD***

Las bombas auroras son sacadas de servicio cuando se les va a hacer una revisión por una causa determinada o simplemente por un mantenimiento general del equipo. Estas bombas se pueden encender o apagar de manera manual desde el sistema PlantScape, enviando el fluido almacenado en el Skimming Tank (T-ABM-102) hacia el Hidrociclón, de este modo el Operador las accionará de acuerdo a las condiciones operacionales que se presenten en La Batería.

##### ***RECURSOS***

- **Personal:** Operador y eléctrico.

##### ***MANEJO DE RIESGOS***

- **Identificación y manejo de peligros asociados a la actividad:** Sobrepresión en línea, alta temperatura y corto por mal manejo de la gaveta.
- **Equipo de protección personal:** Casco, botas, gafas, camisa manga larga y guantes.
- **Permiso de trabajo:** Se requiere permiso de trabajo eléctrico.

##### ***PROCEDIMIENTO PASO A PASO***

##### **ARRANQUE DE LAS BOMBAS AURORAS**

1. Identificar la bomba que se va a arrancar.
2. Abrir válvula de succión.
3. Abrir válvula de descarga.



4. En la gaveta de control del MCC cambiar a posición AUTOMÁTICO.
5. En el programa PLANTSCAPE dar arranque a la bomba. (Las bombas E y F se deben arrancar manualmente en el variador del MCC).
6. Verificar funcionamiento de la bomba.

#### **PARADA DE LAS BOMBAS AURORAS PARA MANTENIMIENTO**

1. Identificar la bomba que se va a sacar de servicio.
2. Sacar de secuencia la bomba desde el programa PLANTSCAPE ó desde el variador en el MCC para el caso de las bombas E y F.
3. En la gaveta de control del MCC cambiar a posición CERO.
4. Realizar condenación.
5. Cerrar válvula de succión; bloquear, etiquetar y colocar candados de prevención.
6. Cerrar válvula de descarga; bloquear, etiquetar y colocar candados de prevención.
7. Abrir la línea de drenaje para despresurizar y entregar a mantenimiento el equipo.
8. Entregar a mantenimiento el equipo.

#### **3.4.1.1.4. CONTINGENCIAS**

No Aplica.

### **3.4.2 SISTEMA DE BOMBAS DE INYECCIÓN**



**Figura 12. BOMBAS DE INYECCIÓN DE AGUA**

#### **OBJETIVO**

Suministrar la presión necesaria para que el agua de inyección ingrese al yacimiento a través de los pozos inyectoras, manteniendo la presión y realizando un barrido eficiente de la formación.

#### **3.4.2.1. PROCEDIMIENTO OPERACIÓN, PARADA Y PUESTA EN MARCHA DE LAS BOMBAS DE INYECCIÓN DE AGUA (RECIPROCANTES)**

##### **3.4.2.1.1 OBJETIVO**

Establecer un procedimiento estándar para la operación de las bombas de inyección de agua.

##### **3.4.2.1.2 CONDICIONES GENERALES**

- Al acercarse a estas bombas, tener cuidado con las partes que se encuentran en movimiento, ya que éstas pueden atrapar las prendas u objetos colgantes, y en consecuencia lesiones severas o la muerte a la persona que las porta.
- Antes de realizar cualquier tipo de trabajo en las bombas, dar un tiempo de reposo a la máquina para permitir su enfriamiento y evitar quemaduras.

- Verificar si la bomba salió de servicio por qué razón lo hizo, si fue por falla de alarma detectar la falla (alta temperatura, bajo nivel de aceite, y/o batería baja) para proceder a operar la bomba.
- Asegurarse de utilizar los Elementos de Protección Personal (EPP) adecuados cuando se realizar la operación, con el fin de minimizar lesiones en caso de accidentes.

### **3.4.2.1.3. DESARROLLO**

#### ***DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD***

El encendido de las bombas de inyección se realiza luego de que estas se han apagado por alguna de las protecciones que tiene tanto la bomba como el motor, después de un ShutDown general también pueden apagarse las bombas o cuando entran de mantenimiento.

#### ***RECURSOS***

- **Personal:** Operador y auxiliares de operaciones.

#### ***MANEJO DE RIESGOS***

- **Identificación y manejo de peligros asociados a la actividad:** Alta presión y alta temperatura de operación.
- **Equipo de protección personal:** Casco, botas, gafas, guantes, camisa manga larga y protectores auditivos.
- **Permiso de trabajo:** No se requiere permiso de trabajo por ser una actividad rutinaria.

#### ***PROCEDIMIENTO PASO A PASO***

#### **ARRANQUE DE LAS BOMBAS DE INYECCIÓN DE AGUA**

1. Revisar la bomba para confirmar condiciones óptimas de operación (niveles de aceite y agua "full").
2. En el Panel View (cuarto de control) colocar las protecciones en "Reset".
3. Abrir suministro de gas.
4. Abrir válvulas de succión y descarga.
5. Colocar el selector en modo automático desde PLC (cuarto de control).
6. Desengranar el motor-bomba.

7. Arrancar unidad desde el PLC (cuarto de control).
8. Abrir válvula de carga o alivio. Esto se realiza para evitar golpe de ariete.
9. Engranar motor-bomba.
10. Cerrar válvula de carga o alivio.

**Nota 1:** Se debe monitorear constantemente:

11. La presión de descarga y de succión.
12. El caudal aportado por el agua de producción y el de los pozos de agua fresca.
13. El caudal inyectado.

**Nota 2:** El encendido de las bombas de inyección se realiza luego de haber salido de mantenimiento la bomba o después de una parada por protecciones de la bomba.

### PARADA DE LAS BOMBAS DE INYECCIÓN DE AGUA

1. Desde el cuarto de control accionar el switch a posición off.
2. Desengranar el motor-bomba.
3. Cerrar suministro de gas.
4. Cerrar válvulas de succión y descarga.

#### 3.4.2.1.4. CONTINGENCIAS

Es de vital importancia conocer las posibles causas de los problemas operacionales que ocurren frecuentemente cuando se requiere realizar algún tipo de operación con las bombas de inyección de agua, ya que esto permite tomar acciones pertinentes, evitando efectos negativos en las operaciones realizadas. Para lograr este propósito, es necesario aplicar los principios técnicos de ingeniería, contar con la experiencia y la disposición de las personas que laboran en ésta.

PROBLEMAS	CAUSAS	EFEKTOS	ACCIONES
<b>Baja presión de succión de las bombas de inyección.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Pocas Bombas Auroras y/o de Filtración en funcionamiento.</li> <li>→ Restricción aguas arriba de las bombas (Filtros US y/o Hidrociclón).</li> <li>→ Obstrucciones o rotura en la línea de succión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Deficiencia en la inyección de agua al yacimiento, a causa del apagado de las bombas por protección de baja presión que éstas poseen (80 psig).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Verificar que el nivel en los Tanques T-ABM-102, T-ABM-106 y T-ABM-103 sea adecuado para poner en funcionamiento mayor número de Bombas Auroras y/o de Filtración.</li> <li>→ Verificar que la línea de succión este en buenas condiciones, de lo contrario</li> </ul>

			<p>apagar las Bombas de Filtración, las Bombas Auroras y cerrar la válvula manual ubicada antes del daño e informar al Supervisor para que tomen los correctivos necesarios.</p>
<p><b>Alta presión de descarga.</b></p>	<p>→Exceso de Bombas de Inyección en funcionamiento.</p> <p>→Obstrucciones en la línea de descarga.</p>	<p>→Daños en las líneas de descarga de las Bombas de Inyección.</p>	<p>→Revisar desde el PlantScape el número de Bombas de Inyección en funcionamiento, y de acuerdo a éste y las condiciones operacionales, apagar las necesarias para mantener la presión de descarga entre 1600 y 1700 psi.</p> <p>→Verificar que no haya obstrucciones en las líneas de descarga y que las válvulas manuales ubicadas en éstas estén abiertas, de lo contrario hacer los correctivos necesarios.</p>

#### 4. CONCLUSIONES

- El presente documento servirá como ayuda académica a los estudiantes de la Facultad de Ingeniería de Petróleos brindando conocimientos de los procesos que comprende la Batería Tello de Ecopetrol S.A. o afianzando conocimientos en el área de facilidades.
- El manual de procedimientos es fundamental para los procesos de una batería, ya que ellos sirven de instructivos para el personal operativo encargado del área o para capacitar a las personas que se vinculen a la empresa permitiendo reducir el tiempo de capacitación y consigo los recursos tanto financieros como humanos.
- Este Manual puede ser utilizado en caso de falla en algún procedimiento ya que está constituido por un capítulo llamado “*Contingencias*” en donde se describen los posibles errores en la ejecución de la actividad y las acciones correctivas a realizar.
- Los procedimientos elaborados, se realizaron bajo la normatividad de Ecopetrol S.A., implementando todas las normas de seguridad necesarias y buscando siempre la seguridad de los equipos y/o herramientas, personas involucradas en la actividad y conservando el medio ambiente.
- En el Manual se encuentra registrada y transmitida sin distorsión la información referente a los procesos que comprende la Batería Tello de Ecopetrol S.A., lo cual facilita las labores de auditoría, evaluación y control interno y la conciencia en los empleados y en sus jefes de que el trabajo se está realizando o no adecuadamente.

## 5. RECOMENDACIONES

- Será responsabilidad de la empresa Ecopetrol S.A. hacer del manual de procedimientos una herramienta básica y primordial para un buen desempeño en aspectos tales como seguridad y calidad, proporcionar actualizaciones para que este a su vez no se vuelva obsoleto y siga siendo aplicable en la Batería Tello.
- Este manual debe ser utilizado tal como se especifica en cada procedimiento para garantizar seguridad, eficiencia y calidad en la actividades, haciendo cumplir una a una sus normas para así aumentar los estándares de calidad de la batería Tello.

## GLOSARIO

**ALARMA:** El elemento de alarma está formado generalmente por una sirena (o campana) que advierte de la ocurrencia de una intrusión detectada por el sistema, mediante una señal sonora de alto nivel. En algunos casos, también puede incluir algún tipo de señalización visual, como balizas y destelladores (flash).

En el Programa PLANT SCAPE para cada área se observan las alarmas generadas por el proceso en 3 tipos de colores, de acuerdo a su prioridad, si es baja (Low) gris, si es alta (High) amarillo y si es urgente (Urgent) rojo.

**BOMBAS AURORAS:** Son bombas centrífugas por las cuales el fluido almacenado en el skimming tank T-ABM-102 es dirigido hacia el hidrociclón.

**BOMBAS CENTRÍFUGAS:** Son maquinas las cuales transforman la energía mecánica de un impulsor rotatorio llamado rotor en energía cinética y potencial requeridas, generando presión y velocidad al fluido. En estas bombas el fluido ingresa por el eje y sale siguiendo una trayectoria periférica por la tangente.

**BOMBAS DE TRANSFERENCIA DE CRUDO:** Son bombas centrífugas, las cuales como su nombre lo indica se encargan de transferir, es decir, bombear el crudo que se desea despachar a la Estación Tenay. La Batería Tello consta de dos bombas de Transferencia T-PAY-101 A y T-PAY-101 B.

**BOTA DE GAS:** Es el accesorio por el cual la emulsión que sale de los Separadores Generales y FWKO's ingresa por la parte superior y choca contra una serie de platinas de impacto, que provocan la separación entre la fase líquida y gaseosa; el gas liberado, debido a su menor densidad asciende y sale por la parte superior de la bota, mientras que el líquido cae por gravedad y entra al Gun Barrel por la parte inferior.

**BOMBA DOSIFICADORA:** Bombas especialmente diseñadas para dosificar productos químicos.

**BOMBA RECIPROCANTE (PISTON):** El funcionamiento de una Bomba Reciprocante depende del llenado y vaciado sucesivo de receptáculos de volumen fijo, para lo cual cierta cantidad de agua es obligada a entrar al cuerpo de la bomba en donde queda encerrada momentáneamente, para después ser forzada a salir por la tubería de descarga.

**BSW:** Basic Sediments and Water; contenido de sedimentos y agua que tiene el crudo después de descontar el agua libre. Se mide en porcentaje (%).

**BY PASS:** Se refiere a un tipo de conexión de tuberías y válvulas cuyo objeto es el de no interrumpir el flujo de un fluido que pasa a través de un equipo cuando hay necesidad de repararlo ó retirarlo del sitio para su revisión ó reparación.



**CANTINA TOMA MUESTRA:** Recipiente en el cual se almacena un volumen determinado como muestra representativa del bombeo diario, esta se envía al Laboratorio certificado de campo Dina, etiquetada con día, fecha, hora y Nombre del operador responsable.

**COLECTOR T-GAY:** Recibe principalmente la producción de los pozos que se encuentran en Bombeo Electro-Sumergible y los dirigen hacia el Separador Trifásico (FWKO), ya que éste tiene la capacidad de manejar alto corte de agua libre.

**COLECTOR GENERAL:** Tubería la cual recibe generalmente la producción de los pozos que se encuentran en Bombeo Mecánico (bajo corte de agua) y los dirige hacia los Separadores Bifásicos.

**CONDENACIÓN:** Cerrar, bloquear y etiquetar una línea. Ver Sistema de Aislamiento seguro S.A.S (Red de Ecopetrol S.A.).

**CRONÓMETRO:** Es un reloj o una función de reloj para medir fracciones temporales, normalmente breves y precisas. El funcionamiento usual de un cronómetro, consiste en empezar a contar desde cero al pulsarse el mismo botón que lo detiene.

**DESAIREAR:** Retirar o extraer el aire que se encuentra en el sistema. En las bombas la presencia de aire puede ocasionar cavitación es decir, formación de burbujas de vapor en los fluidos ocasionando vibraciones y golpeteo del fluido en la tubería de conducción o en la misma bomba.

**DESHIDRATACIÓN:** Es el proceso mediante el cual las partículas de agua se acumulan y por diferencia de densidades con respecto al crudo se van hacia la parte inferior del recipiente que las retiene ocasionando una mejor separación entre las fases.

**DRENAR:** Operación realizada para sacar de la vasija el agua que se ha separado del crudo y que por ser más pesada que éste se encuentra en el fondo. Esta operación se efectúa a través de una o más conexiones que poseen los recipientes o vasijas en su parte más baja hacia el fondo, accionando la válvula instalada en esta conexión.

**DESCARGA:** Es la línea por la cual el fluido sale de la bomba hacia el lugar de despacho, en este caso hacia la Unidad para ser muestreado, analizado, medido y transferido a La Estación Tenay.

**ENGRANAR:** Se denomina engranaje al mecanismo utilizado para transmitir potencia de un componente a otro dentro de una máquina. Los engranajes están formados por dos ruedas dentadas, de las cuales la mayor se denomina 'corona' y la menor 'piñón'. Un engranaje sirve para transmitir movimiento circular mediante contacto de ruedas dentadas.

**ESCALA DEL VISOR:** Es un accesorio en forma de tubo del tanque dosificador el cual permite verificar la rata de inyección de éste.

**GUN BARREL (T-ABK):** Es un tanque el cual tiene como función brindar un espacio para que las partículas de agua que tiene el crudo se separen gracias a la acción del Rompedor Directo inyectado previamente y los dispositivos internos que lo conforman. Consta de una bota de gas, por la cual ingresa el fluido.

**INTERFASE:** Es la capa que se forma entre dos fluidos de diferentes características físicas, químicas, por ejemplo entre agua y petróleo, se conoce como interfase el sitio en el cual se forma una zona de transición.

**MEDIDOR DE PLATINA DE ORIFICIO:** Se encuentra ubicado en la línea de salida de gas del separador y consta de un platina de acero circular con un orificio en el centro (de diferentes diámetros de acuerdo al pozo que se pone en prueba), la cual al introducirla dentro del medidor y al hacer pasar el gas por ésta, genera una diferencia de presión que se utiliza para determinar la cantidad de gas producido por el pozo que está en prueba.

**MEDIDOR DANIEL:** Este medidor se clasifica como del tipo dinámico, de Presión diferencial. Utiliza el principio de medición del flujo de gas por medio de la alteración de la velocidad de la corriente de gas de una manera controlada, causada por cambios en el área de la sección. La presión diferencial es producida por una platina de orificio que se coloca en contacto con la corriente de gas, y registrada en la carta del Barton junto con la presión estática. El flujo de gas es calculado relacionando estos dos valores con los diámetros de la tubería y la platina.

**MOTORES DE COMBUSTION INTERNA:** Un motor de combustión interna es cualquier tipo de máquina que obtiene energía mecánica directamente de la energía química producida por un combustible que arde dentro de una cámara de combustión, la parte principal de un motor. Se utilizan motores de combustión interna de cuatro tipos: el motor cíclico Otto, el motor diesel, el motor rotatorio y la turbina de combustión.

**MCC:** Se conoce como cuarto de control el lugar donde se encuentran todos los PLC de las bombas de inyección, desde allí estas se pueden monitorear y operar a las condiciones requeridas para la actividad.

**MEDIDOR TIPO CORIOLISIS:** Este medidor consta de un dispositivo electrónico y un tubo en “U” colocado en la línea de líquido a la salida del Separador. Cuando, el fluido pasa a través del tubo, se genera un fuerza coriolis directamente proporcional a la masa de la rata de flujo del fluido, la magnitud de esta fuerza y la frecuencia de oscilación del tubo, son enviadas mediante un transmisor al dispositivo electrónico que se encarga de calcular y proporcionar el volumen de fluido que ha pasado por el medidor.

**MUESTRA:** Porción o volumen determinado de aceite, al cual se le realizara la determinación del BSW por el método de la centrífuga, para de esta manera conocer si el tratamiento químico utilizado está mejorando la calidad del crudo o no y de esta manera implementar nueva dosificación o tratamiento y garantizar que el crudo en el rebose esté bajo especificaciones. Esta prueba debe ser tomada en unos puntos de muestreo determinados, los cuales se conocen como perfilador.

**NIVEL DE INTERFASE:** Es la altura a la cual se encuentra la interfase.

**PANQUECAS:** Platinas ciegas de orificio, que se utilizan para sellar un línea cuando se requiere sacar de servicio. Hace parte del Sistema de Aislamiento Seguro S.A.S.

**PLATINA DE ORIFICIO:** Lámina metálica circular , con un orificio central de determinado diámetro, que se usa para insertarlo en la tubería de descarga de gas del separador de prueba para medir el volumen de gas producido por cada pozo y en otros sitios donde se requiera medir gas o líquido.

**PLC:** Controlador Lógico Programable.

**PRESIÓN DE OPERACIÓN:** Presión interna a la cual trabaja un equipo, accesorio ó tubería, en un proceso determinado. Puede ser inferior pero nunca superior a la de trabajo especificada por el fabricante.

**PLANTSCAPE:** Es un sistema que permite supervisar y controlar los equipos e instrumentos sistematizados de La Batería, a través de tres computadores que están conectados a unos controladores lógicos programables (PLC), encargados de convertir las señales de entrada y de salida, tanto desde estos equipos e instrumentos hacia los computadores y viceversa.

**PRESIÓN DIFERENCIAL:** Es la diferencia de la presión estática medida antes y después de la platina de orificio ( $\Delta P$ ).

**PORTA PLATINA:** Corresponde al sistema que contiene y alinea la platina respecto al diámetro interno de la tubería, a las presiones de operación. En otras palabras, sostiene la platina evitando que esta se desplace o gire, manteniéndola en posición transversal a la tubería.

**PERFILADOR:** Serie de líneas externas con que cuenta el Gun Barrel T-ABK que se encuentran ubicadas a diferentes alturas, que permiten determinar la ubicación del crudo limpio, la interfase agua-crudo y el colchón de agua, mediante la toma de muestras a través de cada una de estas.

**REGISTRADOR DE PRESION BARTON:** Este instrumento es complementario al medidor de platina de orificio, ya que se encarga de registrar en una carta, la presión diferencial y la presión estática enviada por el medidor mediante una señal neumática, que es captada y transformada por una serie de dispositivos encargados de accionar las dos plumillas de impresión.

**RATA DE INYECCIÓN:** Hace referencia a la velocidad de inyección de la bomba, la cual tiene gran influencia en la cantidad de fluido inyectado por día.

**REGISTRADOR DE PRESIÓN:** Este instrumento es complementario al medidor de platina de orificio, ya que se encarga de registrar en una carta, la presión diferencial y la presión estática enviada por el medidor mediante una señal neumática, que es captada y transformada por una serie de dispositivos encargados de accionar las dos plumillas de impresión.

**ROMPEDOR DIRECTO:** Es una sustancia química la cual reacciona con el crudo facilitando la separación entre el crudo y las partículas de agua que se encuentran inmersas en el.

**ROMPEDOR:** Es una sustancia química la cual reacciona con el crudo facilitando la separación entre el crudo y las partículas de agua que se encuentran inmersas en el.

**REBOSE:** Accesorio por el cual sale o se derrama el fluid desde el Gun Barrel hacia el tanque de venta T-ABJ-B.

**RPM:** Es la velocidad del motor medida en revoluciones por minutos.

**REDUCTOR DE VELOCIDAD:** Toda máquina cuyo movimiento sea generado por un motor (ya sea eléctrico, de combustión interna u otro) necesita que la velocidad de dicho motor se adapte a la velocidad necesaria para el buen funcionamiento de la maquina. Los reductores consisten en pares de engranajes con gran diferencia de diámetros, de esta forma el engrane de menor diámetro debe dar muchas vueltas para que el de diámetro mayor de una vuelta, de esta forma se reduce la velocidad de giro.

**SEPARADOR DE PRUEBA T-SP:** Es un separador bifásico, al cual llega únicamente el fluido de un pozo determinado, esto con el fin de determinar las características y cantidad de fluido producido por el pozo que se pone en prueba. Para realizar estas determinaciones el separador cuenta con accesorios adicionales con respecto a los separadores generales como lo son: medidor de platina de orificio, registrador de presión, medidor tipo coriolis, Tanque Vertical entre otros.

**SEPARADOR:** Equipo (vasija) en el cual el fluido entra y choca contra una platina de impacto provocando una separación parcial entre la fase gaseosa y la líquida (bifásicos). Pueden contar con sistemas internos que permiten recolectar el aceite libre y el drenaje de agua (Trifásicos). Para su operación se requiere de unas condiciones determinadas de presión, temperatura y nivel de fluido.

**SETTING:** Punto de ajuste máximo o mínimo que se dá a un instrumento para que controle la variable del equipo o del proceso.

**SEPARADOR TRIFÁSICO (FWKO 304 y FWKO 305):** El separador trifásico “FWKO 304”, recibe los fluidos provenientes del Colector T-GAY-104 y el FWKO 305 los fluidos provenientes del Colector T-GAY-105. El fluido entra por la parte superior y choca con una platina de impacto provocando una separación parcial entre la fase gaseosa y líquida. Por la parte superior circula el gas separado, fluyendo a través de la zona de coalescencia y del extractor de niebla para retirarle el líquido presente y finalmente salir hacia el Separador de Crudos Limpios a través de la válvula automática de control de presión que actúa de acuerdo al transmisor de presión. Por la parte inferior el agua y el crudo se decantan. El agua debido a su densidad queda en la parte inferior y sale del Separador hacia el Skimming Tank (T-ABM-102) a través de un rompedor de vórtice, por medio de una válvula automática que actúa de acuerdo al transmisor de la sonda de nivel de fluido.

El crudo por su parte, pasa por rebose al compartimiento de crudo y sale hacia la Bota de Gas del Gun Barrel (T-ABK-101/ T-ABJ-101A), a través de un rompedor de vórtice, por medio de otra válvula automática que actúa de acuerdo al transmisor de la sonda de nivel de crudo.

**SEPARADORES BIFÁSICOS T-SP-302 Y T-SP-303:** Estos separadores se encargan de recibir la producción de los pozos que entran a La Batería por el Colector General. Inicialmente el fluido entra y choca con una platina de impacto provocando una separación parcial entre la fase gaseosa y la líquida. Por la parte superior circula el gas separado, fluyendo a través de la zona de coalescencia y del eliminador de neblina para retirarle el líquido presente y finalmente salir hacia el Separador de Crudos Limpios a través de la válvula automática que es accionada por el controlador de presión. Por la parte inferior fluye el líquido emulsionado (petróleo y agua) hasta el otro extremo del separador dando lugar a que el gas que se encuentra a esas condiciones de presión y temperatura y aun no se ha separado se libere y ascienda, permitiendo así que la emulsión salga con la menor cantidad de gas posible hacia la Bota de Gas del Gun Barrel (T-ABK-101 o T-ABJ-101A) por la válvula automática que actúa de acuerdo al controlador de nivel de la vasija.

**SCRUBBER:** Equipo (vasija) cuya función es extraer el contenido líquido en una corriente de gas, lo cual se logra haciendo pasar la corriente por un camino tortuoso donde por contacto se condensa el líquido que había sido arrastrado en etapas anteriores.

**SCRUBBER T-MBF-104:** Este Scrubber se encarga de entregar el gas mucho más seco para accionar los motores de las bombas de inyección de agua los cuales son de combustión interna.

**SUCCIÓN:** Es la línea por la cual ingresa el fluido a la bomba, en este caso hacia la bomba de transferencia de crudo.

**TANQUE VERTICAL DE PRUEBA T-ABM:** Este tanque se encarga de recibir la emulsión que sale del Separador de Prueba, la cual entra por la parte superior y se almacena por un periodo de tiempo razonable, en el que el fluido alcanza las condiciones de estabilidad necesarias para realizar las mediciones estáticas de nivel y temperatura, que en conjunto con las tablas de aforo del tanque, permiten determinar la cantidad de fluido producido por el pozo.

**TANQUE HORIZONTAL DE PRUEBA TK:** Este tanque se utiliza como tanque de prueba cuando se trata de pozos de bajo potencial. Una vez la emulsión sale del Separador de Prueba, entra a este Tanque por la parte inferior y se almacena por un periodo de tiempo razonable, en el que el fluido alcanza las condiciones de estabilidad necesarias para realizar las mediciones estáticas de nivel y temperatura, que en conjunto con las tablas de aforo del tanque, permiten determinar la cantidad de fluido producido por el pozo. Luego de realizadas estas mediciones, si el nivel del fluido en la vasija es muy elevado, éste es transferido el Múltiple a través de la Bomba de Crudo del tanque TK-750, igualmente si el crudo se encuentra bajo especificaciones se puede vender a la Estación Tenay o recircular al tanque T-ABM-3000-1 si es necesario darle a este crudo mayor tiempo de retención para mejorar su calidad.

**TEMPERATURA DE OPERACIÓN:** Temperatura interna a la cual trabaja un equipo, accesorio ó tubería, en un proceso determinado. Puede ser inferior pero nunca superior a la de trabajo especificada por el fabricante.

**TANQUES ALMACENADORES:** Son recipientes utilizados para el almacenamiento de cada uno de los químicos utilizados en el tratamiento de los fluidos proveniente de los pozos.

**TEMPERATURA DE MEDICIÓN:** Es la temperatura medida, y esta puede ser:

Tf: Corresponde a la temperatura del fluido medida aguas arriba o aguas abajo del porta platina. En la práctica se logra medir la temperatura del fluido introduciendo una termocupla al flujo, pero se acepta la temperatura estática del flujo para efectos del cálculo del caudal volumétrico o másico.

Tm: Es la temperatura medida de la platina de orificio y/o del tubo de medición en momento en que se están realizando las mediciones del diámetro interno.

Tr: Es la temperatura de referencia de la platina de orificio y/o del tubo de medición.

**TANQUE DE VENTA:** Recipiente (vasija) donde se almacena el fluido en la etapa final del proceso. De este recipiente se despacha la producción hacia el destino final, es decir, hacia la Estación Tenay. En la Batería Tello se cuenta con el tanque de venta T-ABJ-101A y T-ABJ-101B de los cuales normalmente se encuentra uno en servicio y el otro en Stand By.

**TANQUE DESNATADOR O SKIMMING TANK (T-ABM-102):** Recipiente en el cual el agua aceitosa que sale de los Separadores Trifásicos (FWKO'S) ingresa a través de dos líneas, dependiendo del filtro utilizado, por la parte inferior del tanque; aquí por acción de la gravedad y en consecuencia por efectos de densidad, las partículas de crudo asciende y se acumulan formando una película en la parte superior, que sale a través de una trampa flotante (ver Figura de la vista interna del Skimming Tank) hacia el Tanque Sumidero de aguas aceitosas. El agua con la mínima cantidad de aceite posible, sale a través de la línea que la dirige hacia las Bombas Auroras, las cuales cuando están operando de manera automática desde el PlantScape, mantienen el nivel de fluido en el tanque entre un 40 y un 70 % de su capacidad.

**TRANSMISOR:** Es un instrumento que capta la variable en proceso y la transmite a distancia a un instrumento indicador o controlador, la función primordial de este dispositivo es tomar cualquier señal para convertirla en una señal estándar adecuada para el instrumento receptor.

**VÁLVULA CONTROLADORA DE PRESIÓN (PCV):** Esta válvula se encarga de mantener la presión de operación del sistema (separador y línea) en un valor establecido, mediante una señal enviada por el controlador de presión, de acuerdo a la presión tomada entre el separador y la válvula, que hace que ésta se abra ó cierre, permitiendo o evitando la salida del gas.

**VÁLVULA CONTROLADORA DE NIVEL (LCV):** Estas válvulas se encuentran instaladas en las líneas de salida de líquido (agua y crudo) del Separador para controlar el paso de éste a través de una señal enviada por el controlador de nivel, que hace que la válvula se abra o se cierre según la señal, es decir, si el nivel tomado es mayor al setting, la válvula se abre permitiendo la salida de fluido y por ende la disminución del nivel y de lo contrario si el nivel tomado es menor al setting, la válvula se cierra recuperando el nivel de fluido.

**VÁLVULA DE SEGURIDAD:** Es un accesorio que sirve para proteger un equipo ó una instalación que genera ó almacena presión interna, de cualquier exceso de presión por encima de la de operación, ya que ella alivia este exceso descargándolo automáticamente.

**VÁLVULA AUTOMÁTICA CONTROLADORA DE NIVEL:** Se encuentra instalada en la línea de salida de líquido del Scrubber para controlar el paso de éste a través de una señal enviada por el controlador de nivel, que hace que la válvula se abra o se cierre según la señal, es decir, si el nivel tomado es mayor al setting, la válvula se abre permitiendo la salida de fluido y por ende la disminución del nivel y de lo contrario si el nivel tomado es menor al setting, la válvula se cierra recuperando el nivel de fluido.

**VÁLVULA DE SHUT DOWN:** Esta válvula detecta condiciones anormales en el funcionamiento del Scrubber para prevenir eventos no deseados. Para esto cuenta con switches de presión (por alta presión), que se encargan de controlar la válvula automática de Shutdown que está a la entrada de fluido, con el fin de evitar daños en éste por excesos de presión; ya que cuando esta es muy alta, estos switches cierran la válvula de Shutdown y da un aviso sonoro al Operador para que solucione el inconveniente. Así mismo, cuenta con un switch neumático por bajo nivel, que protege esta vasija de insuficiencias de fluido, llevando la válvula automática de salida de fluido a la posición cerrada hasta que se recupere el nivel.

**VÁLVULAS REGULADORAS DE PRESIÓN:** Se usan para mantener una presión constante en la descarga, aunque en la entrada varíe el flujo o la presión.

**UNIDAD LACT:** Es un sistema de fiscalización al cual el crudo que sale del tanque de venta en condiciones óptimas de venta ingresa por acción de las bombas de transferencia a la Unidad Lact para ser muestreado, analizado, medido y finalmente despachado hacia la Estación Tenay. Consta de un desaireador, elementos de muestreo, un analizador de BSW, dos brazos de medición, los cuales a su vez están formados por un filtro y un medidor de flujo en cada brazo, un prover u otros accesorios para su adecuado funcionamiento.

## BIBLIOGRAFÍA

- JACOME, Victor. LOZANO LOZANO, Alfredo. Actualización de los Manuales de Operación y Procedimientos de las Baterías de la Superintendencia de Operaciones Huila –Tolima, Área Huila. Tesis Universidad Surcolombiana. Neiva, 2004.
- Dossiers Técnicos, Batería Tello.
- Procedimientos, Instructivos, directrices y la superintendencia de operaciones Huila-Tolima, ECOPETROL S.A.