DISEÑO Y ELABORACIÓN DEL MANUAL DE OPERACIONES PARA LA PLANTA DE INYECCIÓN DE AGUA UBICADA EN EL CAMPO LOS MANGOS ECOPETROL, MUNICIPIO DE YAGUARÁ - HUILA

Carlos Alberto Tovar Álvarez

Ingeniería Industrial

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA

ESCUELA DE CIENCIAS BASICAS TECNOLOGIA E INGENIERIA

NEIVA, JUNIO DE 2019

DISEÑO Y ELABORACIÓN DEL MANUAL DE OPERACIONES PARA LA PLANTA DE INYECCIÓN DE AGUA UBICADA EN EL CAMPO LOS MANGOS ECOPETROL, MUNICIPIO DE YAGUARÁ - HUILA

Carlos Alberto Tovar Álvarez

Trabajo De Grado Para Lograr El Título

De Ingeniero Industrial

Director de proyecto y docente asesor:

Jennifer Tovar

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA

ESCUELA DE CIENCIAS BASICAS TECNOLOGIA E INGENIERIA

NEIVA, JUNIO DE 2019

Nota de aceptación

_____

_____

_____

_____

Presidente del jurado

_____

Jurado

_____

Jurado

Neiva, abril de 2019

DEDICATORIA

A mi familia, esposa, hija, madre y mi hermano Jhon Jairo por todo el apoyo que me brindaron a diario, por sus consejos, los cuales me han ayudado a formarme como persona, y además, por su inalcanzable optimismo brindado hacia mí durante todo este proceso.

AGRADECIMIENTOS

A mi gran maestra y tutora por la confianza depositada en mí, por su apoyo incondicional y por todo lo que me brindó para alcanzar esta meta.

Tabla De Contenido

Resumen 14

Abstract 15

Introducción 16

1. Planteamiento Del Problema 17

2. Objetivos 18

2.1 Objetivo general 18

2.2 Objetivos específicos 18

3. Justificación 19

4. Marco Referencial 19

5. Marco Teórico 20

6. Marco Contextual 24

7. Marco Metodológico 25

8. Desarrollo Del Proyecto 29

8.1 Descripción Del Proceso De La Planta De Inyección. 29

8.2 Descripción General de la operación 30

8.3 Sistema de Captación de agua Peñaliza 32

8.3.1 Estación flotante de agua de captación Peñaliza 33

8.3.2 Instructivo Para Puesta En Operación Estación De Agua De Captación Peñaliza . 34

8.4 Sistema De Tratamiento Para El Agua De Captación 41

8.4.1 Planta de tratamiento y floculación para el agua de captación 41

8.4.2 Instructivo Para Puesta En Operación Planta De Tratamiento De Agua De Captación 44

8.5 Sistema de desoxigenación para el agua de captación. 51

8.5.1 Bombas de transferencia a torres desoxigenadoras p 203 A/B 51

8.5.2 Torres Desoxigenadoras 52

8.5.3 Instructivo Para La Puesta En Operación Del Sistema De desoxigenación. 53

8.6 Sistema de almacenamiento para agua de producción y agua de captación. 61

8.6.1 Tanque de almacenamiento TK 101 A 61

8.6.2 Tanque de almacenamiento TK 103 A 63

8.6.3 Tanque de alivio TK 350 64

8.6.4 Tanque De Cabeza T-103. 65

8.6.5 Instructivo Para La Puesta En Operación Del Sistema de almacenamiento para agua de producción y agua de captación. 66

8.7 Sistema de filtración para el agua de producción. 75

8.7.1 Bombas de carga a filtros P201 A/B/C 75

8.7.2 Filtros de cascarilla de nuez (wenco y bawer) 77

8.7.3 Decantadores y bombas de transferencia P 01 A-B-C-D 79

8.7.4 Agua residual 83

8.7.5 Lechos de secado 83

8.7.6 Instructivo Para Puesta En Operación Del Sistema de filtración para el agua de producción 85

8.8 Sistema De Precarga Para Las Bombas de Inyección. 91

8.8.1 Bombas Booster De Precarga P 202 A/B/C/D. 91

8.8.2 Bombas de inyección de químicos 93

8.8.3 Instructivo Para Puesta En Operación Del Sistema De Precarga Para Las Bombas de Inyección. 95

8.9 Sistema de Inyección de Agua. 101

8.9.1 Instructivo De Puesta En Marcha Sistema de Inyección. 105

8.9.2 Pozos Inyectores 113

8.10 Laboratorio Estación Los Mangos-Yaguará. 115

8.10.1 Astmd 1298 – contenido de aceite en agua 116

8.10.2 Astmd 4007 – contenido de hierro en agua por el método estándar 4500 oc 120

8.10.3 Api RP 45 – contenido de solidos suspendidos por el método de espectrofotómetro hach serie dr/2500. 123

8.10.4 Contenido de cloruros en el agua 127

9. Glosario 132

10. Cronograma 136

11. Conclusiones 137

12. Recomendaciones 139

13. Anexos 140

13.1 Levantamiento de la información..... 140

13.2 Acuerdos de confidencialidad para desarrollo de proyecto aplicado en Ecopetrol..... 140

Referencias..... 141

Listado De Tablas

Tabla 1 Bombas Booster de Precarga 34

Tabla 2 Bomba de Suministro Principales 34

Tabla 3 Peligros, Riesgos y Controles de Seguridad 35

Tabla 4 Aspectos, Impactos y Controles Ambientales 36

Tabla 5 Instructivo Para Puesta En Operación Estación De Agua De Captación Peñaliza 39

Tabla 6 Relación Inyección de Químico 44

Tabla 7 Bombas Booster de precarga 1 y 3 a Filtros de Arena 1 y 2 44

Tabla 8 Peligros, Riesgos y Controles de Seguridad 45

Tabla 9 Aspectos, Impactos y Controles Ambientales 46

Tabla 10 Instructivo Sistema de Tratamiento para el agua de captación 49

Tabla 11 Bombas de Transferencia P 203 A/B 51

Tabla 12 Características Torres Desoxigenadoras 53

Tabla 13 Peligros, Riesgos y Controles de Seguridad 54

Tabla 14 Aspectos, Impactos y Controles Ambientales 55

Tabla 15 Instructivo Para La Puesta En Operación Del Sistema De desoxigenación. 59

Tabla 16 Tanque de Almacenamiento K 101 A 62

Tabla 17 Tanque de almacenamiento TK 103 A 63

Tabla 18 Tanque de Almacenamiento 350 65

Tabla 19 Tanque de Cabeza Hidráulica TK 103 66

Tabla 20 Peligros, Riesgos y Controles de Seguridad 67

Tabla 21 Aspectos, Impactos y Controles Ambientales 68
Tabla 22 Instructivo Para La Puesta En Operación Del Sistema de almacenamiento para agua de producción y agua de captación 72
Tabla 23 Bombas de Transferencia P 201 A/B 76
Tabla 24 Bomba de Transferencia P 201 C 77
Tabla 25 Características Filtros WEMCO 1 y 2 79
Tabla 26 Características Filtro BAWER 79
Tabla 27 Decantador Filtro Bawer y Wenco 1-2 81
Tabla 28 Bombas de Transferencia P01 A/B 81
Tabla 29 Bombas de Transferencia P01 C/E 82
Tabla 30 Peligros, Riesgos y Controles de Seguridad 85
Tabla 31 Aspectos, Impactos y Controles Ambientales 86
Tabla 32 Instructivo Para Puesta En Operación Del Sistema de filtración para el agua de producción 89
Tabla 33 Bombas Booster de Precarga P 202 A/C/D 92
Tabla 34 Bombas Booster de Precarga P 202 B 93
Tabla 35 Bombas de Inyección de Químico 94
Tabla 36 Químicos a Inyectar 94
Tabla 37 Peligros, Riesgos y Controles de Seguridad 96
Tabla 38 Aspectos, Impactos y Controles Ambientales 97
Tabla 39 Instructivo Para Puesta En Operación Del Sistema De Precarga Para Las Bombas de Inyección 100
Tabla 40 ESPECIFICACIONES BIAS 4,5 104

Tabla 41 ESPECIFICACIONES BIA 6..... 105

Tabla 42 ESPECIFICACIONES BIA 7..... 105

Tabla 43 Peligros, Riesgos y Controles de Seguridad..... 106

Tabla 44 Aspectos, Impactos y Controles Ambientales..... 107

Tabla 45 Instructivo De Puesta En Marcha Sistema de Inyección. 111

Tabla 46 Accesorios árbol de navidad pozo inyector..... 114

Tabla 47 Pozos Inyectores..... 114

Tabla 48 Relación de pruebas de laboratorio ejecutadas para evaluar la calidad del agua 115

Tabla 49 Cronograma de Actividades..... 136

Listado De Figuras

Figura 1 Parámetros de operación..... 26

Figura 2 Parámetros de operación..... 27

Figura 3 Parámetros de operación..... 28

Figura 4 Parámetros de operación..... 29

Figura 5 Diagrama de flujo de la PIA..... 30

Figura 6 Diagrama operación de tratamiento e inyección de agua 31

Figura 7 Diagrama operación de tratamiento Químico Estación Yaguará..... 31

Figura 8 Bombas de suministro estación de captación flotante Peñaliza..... 33

Figura 9 Tratamiento químico agua de captación 42

Figura 10 Floculadores 42

Figura 11 Planta floculadora 42

Figura 12 Tanque de cabeza hidráulica..... 43

Figura 13 Bombas de precarga a filtros de arena 01 y 03..... 43

Figura 14 Filtros de arena 43

Figura 15 Bombas de transferencia a torres desoxigenadoras..... 51

Figura 16 Torres desoxigenadoras..... 52

Figura 17 Tanque de almacenamiento K101 A 62

Figura 18 Tanque de almacenamiento T-103..... 63

Figura 19 Tanque de alivio T-350..... 64

Figura 20 Bomba de transferencia P201 A/B, a filtros 75

Figura 21 Bomba de transferencia P201 C, a filtros 76

Figura 22 Filtros de cascara de nuez Wenco 1-2 78

Figura 23 Filtro de cascara de nuez Bawer 78

Figura 24 Decantador filtro Wenco 80

Figura 25 Decantador filtro Bawer 80

Figura 26 Bombas P 01 A/B 82

Figura 27 Bombas P 01 C/D 83

Figura 28 Lechos de secado 84

Figura 29 Bombas Booster de precarga BIAS 92

Figura 30 Bomba dosificadora para inyección de química 94

Figura 31 Estación de química Inyección de agua 95

Figura 32 Bombas de inyección de agua 4 y 5 multietapa, 4x10-12 STG/DMX 103

Figura 33 Bomba de Inyección 6 Baker- Centrilift 103

Figura 34 Bomba de Inyección 7 (Triplex plunger) 104

Figura 35 Cabezal pozo inyector de agua 114

Resumen

Este proyecto fue elaborado con el fin proporcionar información detallada, ordenada, concisa, metódica e integral que contenga todas las instrucciones, pasos, responsabilidad e información de cada uno de los procesos realizados en la Planta de inyección de agua, campo los Mangos Ecopetrol, con el propósito de asegurar que todas las actividades de la operación de la planta se realicen dentro de los lineamientos y estándares de calidad establecidos por Ecopetrol.

Cada uno de los aportes de este manual estandariza los procedimientos y mejorara la ejecución de las actividades del operador garantizando la optimización y el cumplimiento de los estándares establecidos por Ecopetrol.

Abstract

This project was developed in order to provide detailed, orderly, concise, methodical and comprehensive information containing all the instructions, steps, responsibility and information of each of the processes carried out in the Water Injection Plant, The Mangos Ecopetrol field, with the purpose of ensuring that all activities of the operation of the plant are carried out within the guidelines and quality standards established by Ecopetrol.

Each of the contributions of this manual standardizes the procedures and will improve the execution of the operator's activities, guaranteeing the optimization and compliance with the standards established by Ecopetrol.

Introducción

Basado en los principios operacionales, que involucran la preservación del medio ambiente, producción, y el recurso humano, para la operación de una planta de Inyección de agua en pozos petroleros como método de recuperación secundaria, se requiere disciplina operativa, experiencia, capacitación y entrenamiento en todas las áreas y los posibles aspectos o impactos que puedan llegar a generar para la operación.

Tal como lo describe el Ingeniero Danny A. Ochoa Biphan en su publicación para la página Química Industrial, la producción de petróleo es un recurso energético de gran importancia a nivel global, por lo que el método de Inyección de agua en pozos de petróleo, es el método más utilizado a nivel mundial para la producción de petróleo, sin embargo las aguas de inyección deben cumplir ciertos parámetros de calidad para evitar la corrosión, incrustación, solidos suspendidos y la compatibilidad del agua con la formación, a fin de cumplir el propósito principal que es el recobro en cuanto a producción de Hidrocarburos.

Es importante resaltar que propósito de la elaboración del manual de operaciones para la planta de Inyección del campo los Mangos Ecopetrol ubicada en el municipio de Yaguará, ya que contiene los criterios básicos para el desarrollo de las operaciones que demandan las facilidades de superficie, y el manejo de los procesos de captación de agua, tratamiento, almacenamiento, filtración, desoxigenación e inyección, a fin de alcanzar la excelencia operativa y las metas propuestas por la Gerencia de operaciones y desarrollo de Ecopetrol enmarcadas la producción de barriles limpios.

1. Planteamiento Del Problema

La Planta de Inyección de Agua Campo los Mangos Yaguará es la encargada de la operación de los equipos que intervienen en los procesos operativos de recepción de fluidos de producción y superficie, tratamiento, almacenamiento, filtración, desoxigenación e inyección, cada uno de las cuales no tienen establecidos de forma actualizada su proceso y operación, cosa que pone en riesgo y dificulta la operación. La planta proporciona la oportunidad de mejorar la producción de Hidrocarburos del campo por medio de la inyección de agua, pero al no tener claridad de sus procesos, se pierde la capacidad de optimizar o asegurar el proceso de recobro.

El no tener establecidos los procedimientos para el tratamiento, almacenamiento, filtración, desoxigenación e inyección de agua de la planta, también perjudica el proceso de extracción de crudo (Hidrocarburo), operación que se realiza de forma simultánea y que conlleva una baja extracción e indicadores de desempeño para la gerencia de operaciones sur de Ecopetrol.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Diseñar y elaborar el manual de operaciones para el tratamiento, almacenamiento, filtración, desoxigenación e inyección la planta de Inyección de agua (PIA) del campo Los Mangos – Yaguará.

2.2 Objetivos específicos

- Describir la operación de los equipos que intervienen en los procesos operativos.
- Establecer los procesos operativos de recepción de fluidos de producción y superficie
- Definir los procesos para la operación de:
    a. Área de Tratamiento
    b. Área de almacenamiento
    c. Área de filtración
    d. Área de desoxigenación
    e. Área de inyección
- Realizar el manual de instructivos para las operaciones de la planta, así como los equipos, las válvulas y los instrumentos asociados con la operación

3. Justificación

Debido a la complejidad de la operación y el riesgo que demanda al trabajar con 62.000 BWPD de producción derivada de hidrocarburos, tratamiento químico y altas presiones que superan los 1900 psi en el sistema de Inyección es indispensable que se tenga disponible un manual para la operación de los equipos y procesos de trabajo que se aplique y funcione de manera correcta y así garantizar que las operaciones se realicen, brindando seguridad al personal y los equipos involucrados con el proceso.

La implementación adecuada del manual de operaciones de cada una de las actividades se aplicará con el fin de alcanzar las metas propuestas por la Gerencia y continuar siendo un campo líder en seguridad de procesos, cero incidentes, cero accidentes y pionero en calidad y producción.

La inyección de agua es el método de recuperación secundaria más utilizado a nivel mundial, lo que se busca con este método es mejorar la producción de crudo y extender la vida del yacimiento.

4. Marco Referencial

Los procedimientos se han distinguido por tener un mismo enfoque, que radica en que una tarea específica sea concreta y se pueda realizar seguidamente de la misma manera. Es ahí donde deben estar presentes y establecer reglas que pauten la uniformidad de los procedimientos para evitar los errores dentro de las operaciones, o fallas por el hecho de ejecutar acciones de forma errónea; dinamiza la instrucción del personal, presenta información que se comunica, y pasa a formar parte importante para la gestión de las actividades al interior de una organización.

Un manual de operaciones es un documento formal donde se concentra información y que está al alcance del personal, sirve como una de las herramientas para lograr los objetivos organizacionales. Los manuales son la base de una correcta organización y disciplina para la realización de las actividades. (Tesis.uson, 2012)

Según los estándares de operación y producción para la gerencia de operaciones y desarrollo de Ecopetrol, estandarizar un procedimiento de tal forma que todos los involucrados tengas un documento maestro que les permita ejecutar sus funciones dentro de una buena práctica que garantice dinamismo, eficiencia y eficacia a la hora de ejecutar una labor, es el reflejo de un trabajo seguro, limpio y saludable para el operador y la organización; para Ecopetrol cada labor que se realiza debe estar enmarcada dentro de un procedimiento que cuente con el respaldo de una acción aprendida, sistema de trabajo seguro y la verificación e inspección de cada una de las herramientas y equipos involucrados en la labor.

El manual de operaciones, es una herramienta que permite a la Organización, integrar una serie de acciones encaminadas a agilizar el trabajo de la administración, y mejorar la calidad del servicio, comprometiéndose con la búsqueda de alternativas que mejoren la satisfacción del cliente. (URIBE, 2013)

5. Marco Teórico

Un manual de operaciones es el documento que contiene la descripción de actividades que deben seguirse en la realización de las funciones de una organización o empresa; este debe incluir ejemplos claros de los procedimientos que se utilizarán en dichas actividades, así como las máquinas o equipos e instrumentos que serán necesarios para llevarla a cabo. Un manual de

operaciones incluye información desde lo general a lo específico que nos permite tener las siguientes ventajas:

- Conocer la descripción de tareas, ubicación, requerimientos y el personal responsable de la operación, lo cual evita la pérdida de información o que las tareas de rutina no sean efectuadas.
- La inducción de personal nuevo que ingresa y el método de trabajo, instrucción y capacitación ya que describe de manera detallada las actividades de cada área.
- Analizar y auditar de manera eficaz los procedimientos de cada área.
- Conocer todas las actividades del trabajo y de esta manera ubicar tareas redundantes o innecesarias que puedan ser simplificadas o delegadas para hacer más eficientes las labores de la planta.
- Establecer un sistema de información o detectar irregularidades en la operación existente para poder tomar los controles o medidas correctivas en su debido momento.
- Controlar el cumplimiento de las labores y evitar que sean modificadas de manera arbitraria.
- Determinar responsabilidades en base a capacidades personales y grupales de manera que cada uno use sus fortalezas en beneficio de la empresa y sus debilidades sean minimizadas y corregidas.
- Incrementar la eficiencia de los empleados indicándoles lo que deben hacer y cómo hacerlo de forma segura y efectiva.

Es por eso que el manual de operaciones es de suma importancia para organizaciones en las que la rotación de personal es frecuente como es el caso del Campo los Mangos o en empresas nuevas donde la información de sus procesos no está detallada al respecto o no está totalmente clara para

el personal y las responsabilidades pueden ser confundidas, por lo tanto, no llevadas a cabo de forma correcta poniendo en riesgo la operación y la integridad de todo el personal del área.

Según autor Joaquín Rodríguez Valencia, "Cómo elaborar y usar los manuales administrativos": "El empleo de los manuales se creó como auxiliar para obtener el control deseado del personal de una organización y las políticas, estructura funcional, procedimientos y otras prácticas del organismo para el que está trabajando pueda dársele de manera sencilla, directa, uniforme y autorizada mediante los manuales"

El autor Duhalt K. M. define al manual, como "un documento que contiene en forma ordenada y sistemática información y/o instrucciones sobre historia, políticas, procedimientos, organización de un organismo social, que se consideran necesarios para la mejor ejecución del trabajo

Sin embargo los manuales de operación también presentan algunas limitaciones o desventajas, pues muchas empresas u organizaciones consideran que son demasiado pequeñas para requerir un manual que describa las labores u operaciones que normalmente son conocidos por todos sus empleados, algunas organizaciones precisan que es demasiado costoso, innecesario, arduo elaborar un manual y conservarlo al actualizado dado que su crecimiento o expansión empresarial estaría expuesto a constante cambio, por tal razón existe el temor de que pueda conducir a una estricta reglamentación y rigidez. Puesto que el costo de elaboración y actualización de un manual de operaciones puede ser alto muchas empresas los omiten, sin embargo, las que si cuentan con ellos, si no los actualizan habitualmente, pierde su efectividad.

Según el autor Rodríguez Valencia, Joaquín, "El sistema de planeación", capitulo 9, Los manuales de procedimientos u operaciones son: "aquellos instrumentos de información en los que se consignan, en forma metódica, los pasos y operaciones que deben seguirse para la realización

de las funciones de una unidad administrativa". Los manuales de operaciones, por sus características diversas, pueden referirse a:

• Tareas y actividades individuales, por ejemplo, como operar una minicomputadora, una máquina de contabilidad, etc.

• Prácticas departamentales, en que se indican los procedimientos de operación de toda unidad administrativa y su relación con las demás unidades que intervengan.

• Prácticas generales en un área determinada de función operacional.

Para elaborar un manual de operaciones se debe seguir los siguientes pasos:

- Se debe impartir una inducción por parte de la empresa al personal involucrado.
- El personal involucrado recauda la información en las áreas de trabajo donde por medio de la realización de diferentes entrevistas con los trabajadores se obtendrá una descripción de las actividades que se desempeñan en la ejecución de cada procedimiento, después se elaboran los borradores (siguiendo los lineamientos) de los procedimientos para su revisión.
- La Coordinación de operaciones recibe los borradores y revisa para emitir según los lineamientos las observaciones pertinentes.
- Realizadas las observaciones, la coordinación de operaciones codifica el documento, según la Estructura de los Seriales de la Documentación y lo transcribe como "Documento en revisión, sujeto a modificaciones".
- La coordinación de operaciones envía el procedimiento estructurado al usuario encargado de validación para su discusión y aprobación.
- La Coordinación luego del visto bueno del usuario validador aprueba, edita y tramita distribuciones a las áreas de interés.

Es muy importante resaltar que el medio con que una organización logra sus objetivos y compensa las necesidades de su operación depende de cuan bien realicen su trabajo los administradores, pues parte desde la implementación de controles lograr que toda organización consiga alcanzar sus metas enfocadas, propuestas a partir de sus objetivos**.**

6. Marco Contextual

El campo Los Mangos Ecopetrol, está ubicado en la zona rural del municipio de Yaguará, saliendo por la vía que conduce hacia el municipio de Iquira y Teruel, a aproximadamente 10 kilómetros del casco urbano del municipio, se encuentra el campo, cuya operación dio sus inicios en el año de 1987 con la multinacional Petrobras, quien estuvo a la cabeza administrativa del campo hasta el año 2012, año donde paso a mano la Estatal Ecopetrol, quien actualmente es la operadora del campo.

Teniendo en cuenta que en campo cuenta con 32 años de operación, se hace necesario trabajar bajo un sistema de inyección, donde se requieren aproximadamente 62.000 barriles de agua por día, para lograr un estimado de 2.000 barriles de petróleo producido por día. El agua debe ser tratada para que no genere ningún problema al ser inyectada.

La investigación y el levantamiento de la información se realizaron mediante la técnica de observación, pues esta es un elemento fundamental de todo proyecto, la idea principal es apoyarse en ella para obtener el mayor número de datos.

La observación es participante cuando para obtener los datos el investigador se incluye en el grupo, hecho o fenómeno observado, para conseguir la información "desde adentro" (Puente, 2009).

La observación de campo fue la principal herramienta para el obtener la información, se realizaron las visitas a los sitios involucrados en cada proceso, determinando cada objeto, situación, registrando los datos observados, analizando e interpretando los datos para consolidar los procedimientos y finalmente elaborar el manual.

7. Marco Metodológico

Según los objetivos del proyecto, y los elementos con los que se cuenta para materializarlos, son el alcance, el tipo y el proceso de investigación de tipo Aplicada.

Diseño de la investigación: Aplicada

Es el tipo de investigación en la cual el problema está establecido y es conocido por el investigador, por lo que utiliza la investigación para dar respuesta a preguntas específicas.

Enfoque de la investigación: Tipo cualitativa

El objetivo de la investigación cualitativa es el de proporcionar una metodología de investigación que permita comprender el complejo mundo de la experiencia vivida desde el punto de vista de las personas que la viven (Taylor y Bogdan, 1984). Las características básicas de los estudios cualitativos se pueden resumir en que son investigaciones centradas en los sujetos, que adoptan la perspectiva el interior del fenómeno a estudiar de manera integral o completa. El proceso de indagación es inductivo y el investigador interactúa con los participantes y con los datos, busca respuestas a preguntas que se centran en la experiencia social, cómo se crea y cómo da significado a la vida humana, se basa principalmente en escuchar lo que la gente dice, es decir sus experiencias. (Bogdan, 2006)

Levantamiento de información: los instrumentos que se utilizaron para la recolección de la información fueron: Computador, medidores de presión, medidores de flujo, medidores de caudal y PLC.

El computador fue la herramienta que permitió consolidar la información y procesarla después de realizar el trabajo de campo.

Con la ayuda de los PLC (controlador lógico programable) nos da acceso a gran parte de la información, ya que estos equipos nos permiten operar, visualizar y automatizar muchas de las operaciones, sin embargo es importante realizar un barrido de información en campo donde se corrobore la información y se pueda trabajar a partir de ella.

Por medio de la elaboración de una plantilla en Excel se logra identificar y consolidar la información base para medidores de presión, medidores de flujo, medidores de caudal, estado de equipos y su operación.

Para la realización de este proyecto se realizarán seguimiento a los parámetros de operación a fin de obtener rangos máximos y mínimos de operación así como equipos necesarios para operar y equipos en Stan by como se muestra en la siguiente tabla.

Área organizativa:	PIA - Yaguara
Puesto de trabajo:	Operador
Ronda:	GDH Ronda Operador - PIA - Yaguara
Responsable:	Carlos Alberto Tovar Alvarez

Resumen de datos : Estado de equipos y parametros de operación.

Equipos visitados	Tareas realizadas	Tareas con dato	Tareas sin dato	Tareas expiradas
(100%) : (30 de 30)	55	55	0	

Toma de datos :

#	Equipo	Operatividad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
1	Sistema inyeccion PIA - YG	OP		Febrero de 2019	Operador			

#	Tarea	Dato	Unidad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
1	Registrar nivel cohibidor de corrosion - SIQ PIA YAG	NORMAL			Febrero de 2019	Operador			
2	Registrar nivel cohibidor de incrustaciones - SIQ PIA YAG	NORMAL			Febrero de 2019	Operador			
3	Registrar nivel secuestrante de oxigeno - SIQ PIA YAG	NORMAL			Febrero de 2019	Operador			
4	Registrar nivel rompedor inverso - SIQ PIA YAG	NORMAL			Febrero de 2019	Operador			
5	Inspeccionar en busca de fugas de quimico - SIQ PIA YAG	NO HAY			Febrero de 2019	Operador			
6	Verificar funcionalidad de las bombas de quimica - SIQ PIA YAG	SATISFACTORIO			Febrero de 2019	Operador			

Figura 1 Parámetros de operación

#	Equipo	Operatividad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
2	Motobomba booster IDA P 202D - YG	SB		Febrero de 2019	Operador	STAN BY		

#	Tarea	Dato	Unidad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
2	Inspeccionar en busca de fugas en lineas y valvulas - P202D PIA YAG	NO HAY			Febrero de 2019	Operador			
3	Inspeccionar en busca de fugas en sellos - P202D PIA YAG	NO HAY			Febrero de 2019	Operador			

#	Equipo	Operatividad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
3	Motobomba booster IDA P 202C - YG	OP		Febrero de 2019	Operador			

#	Tarea	Dato	Unidad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
1	Registrar valor de presion de descarga - P202C PIA YAG	126	psig		Febrero de 2019	Operador			
2	Inspeccionar en busca de fugas en lineas y valvulas - P202C PIA YAG	NO HAY			Febrero de 2019	Operador			
3	Inspeccionar en busca de fugas en sellos - P202C PIA YAG	NO HAY			Febrero de 2019	Operador			

#	Equipo	Operatividad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
4	Motobomba booster IDA P 202B - YG	FS		Febrero de 2019	Operador			

#	Tarea	Dato	Unidad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
4	Verificar correcta aplicacion del SAS / SAES - P202B PIA YAG	SATISFACTORIO			Febrero de 2019	Operador			

#	Equipo	Operatividad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
5	Motobomba booster IDA P 202A - YG	OP		Febrero de 2019	Operador			

#	Tarea	Dato	Unidad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
1	Registrar valor de presion de descarga - P202A PIA YAG	138	psig		Febrero de 2019	Operador			
2	Inspeccionar en busca de fugas en lineas y valvulas - P202A PIA YAG	NO HAY			Febrero de 2019	Operador			
3	Inspeccionar en busca de fugas en sellos - P202A PIA YAG	NO HAY			Febrero de 2019	Operador			

#	Equipo	Operatividad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
6	Motobomba inyeccion de agua BIA 04 - YG	OP		Febrero de 2019	Operador			

#	Tarea	Dato	Unidad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
1	Registrar horometro - BIA 04 PIA YAG	24347	Hrs		Febrero de 2019	Operador			
2	Registrar presion succion entrada filtro - BIA 04 PIA YAG	124	psig		Febrero de 2019	Operador			
3	Registrar presion succion salida filtro - BIA 04 PIA YAG	122	psig		Febrero de 2019	Operador			
4	Revisar nivel de aceite motor lado libre - BIA 04 PIA YAG	SATISFACTORIO			Febrero de 2019	Operador			
5	Revisar nivel de aceite motor lado acople - BIA 04 PIA YAG	SATISFACTORIO			Febrero de 2019	Operador			
6	Registra presion descarga bomba - BIA 04 PIA YAG	1860	psig		Febrero de 2019	Operador			
7	Registrar flujo - BIA 04 PIA YAG	27599	BWPD		Febrero de 2019	Operador			
8	Revisar nivel de aceite bomba lado acople - BIA 04 PIA YAG	SATISFACTORIO			Febrero de 2019	Operador			
9	Revisar nivel de aceite bomba lado libre - BIA 04 PIA YAG	SATISFACTORIO			Febrero de 2019	Operador			
10	Inspeccionar en busca de fugas en lineas y valvulas - BIA 04 PIA YAG	NO HAY			Febrero de 2019	Operador			

#	Equipo	Operatividad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
7	Motobomba inyeccion de agua No 5 BIA - YG	OP		Febrero de 2019	Operador			

#	Tarea	Dato	Unidad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
1	Registrar horometro - BIA 05 PIA YAG	26582	Hrs		Febrero de 2019	Operador			
2	Registrar presion succion entrada filtro - BIA 05 PIA YAG	124	psig		Febrero de 2019	Operador			
3	Registrar presion succion salida filtro - BIA 05 PIA YAG	122	psig		Febrero de 2019	Operador			
4	Registra presion descarga bomba - BIA 05 PIA YAG	1860	psig		Febrero de 2019	Operador			
5	Registrar flujo - BIA 05 PIA YAG	30411	BWPD		Febrero de 2019	Operador			
6	Inspeccionar en busca de fugas en lineas y valvulas - BIA 05 PIA YAG	NO HAY			Febrero de 2019	Operador			

#	Equipo	Operatividad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
8	Motobomba inyeccion de agua No 2 BIA - YG	FS		Febrero de 2019	Operador	FUERA DE SERVICIO		

#	Tarea	Dato	Unidad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
10	Verificar correcta aplicacion del SAS/SAES - BIA 02 PIA YAG	SATISFACTORIO			Febrero de 2019	Operador			

#	Equipo	Operatividad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
9	Motobomba inyeccion de agua No 6 BIA - YG	SB		Febrero de 2019	Operador	STAN BY		

#	Tarea	Dato	Unidad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
7	Inspeccionar en busca de fugas en lineas y valvulas - BIA 06 PIA YAG	NO HAY			Febrero de 2019	Operador			

#	Equipo	Operatividad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
10	Motobomba inyeccion agua No 7 BIA - YG	MC		Febrero de 2019	Operador	MANTENIEMIENTO EN TALLER DE LOS FLUIDEN		

#	Tarea	Dato	Unidad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
7	Verificar correcta aplicacion del SAS/SAES - BIA 07 PIA YAG	SATISFACTORIO			Febrero de 2019	Operador			

#	Equipo	Operatividad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
11	Sistema inyeccion quimico floculadora - YG	SB		Febrero de 2019	Operador			

Figura 2 Parámetros de operación

#	Equipo	Operatividad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
12	Planta floculadora - YG	SB		Febrero de 2019	Operador			

#	Equipo	Operatividad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
13	Motobomba floculadora No 1 - YG	MC		Febrero de 2019	Operador	PENDIENTE ALINEAR		

#	Tarea	Dato	Unidad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
3	Verificar correcta aplicacion del SAS / SAES - BOMBA 1 FLOC	SATISFACTORIO			Febrero de 2019	Operador			

#	Equipo	Operatividad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
14	Motobomba floculadora No 3 - YG	MC		Febrero de 2019	Operador			

#	Tarea	Dato	Unidad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
3	Verificar correcta aplicacion del SAS / SAES - BOMBA 3 FLOC	SATISFACTORIO			Febrero de 2019	Operador	PENDIENTE ALINEAR		

#	Equipo	Operatividad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
15	Filtro cascara de nuez bawer BFS9 - YG	MC		Febrero de 2019	Operador	FALTA CASCARA DE NUEZ		

#	Tarea	Dato	Unidad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
4	Verificar correcta aplicacion del SAS - FILTRO BAWER	SATISFACTORIO			Febrero de 2019	Operador			

#	Equipo	Operatividad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
16	filtro wemco No 1 FWEM - YG	OP		Febrero de 2019	Operador			

#	Tarea	Dato	Unidad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
1	Verificar correcto alineamiento de valvulas - FILTRO WEMCO 01 YG	SATISFACTORIO			Febrero de 2019	Operador			
2	Inspeccionar en busca de fugas - FILTRO WEMCO 01 YG	NO HAY			Febrero de 2019	Operador			
3	Registrar flujo - FILTRO WEMCO 01 YG	135	gal/min		Febrero de 2019	Operador			
4	Registrar presion diferencial - FILTRO WEMCO 01 YG	6	psig		Febrero de 2019	Operador			

#	Equipo	Operatividad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
17	Motobomba retrolavado wemco 1 P201E - YG	SB		Febrero de 2019	Operador			

#	Equipo	Operatividad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
18	filtro wemco No 2 FWEM - YG	OP		Febrero de 2019	Operador			

#	Tarea	Dato	Unidad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
1	Verificar correcto alineamiento de valvulas - FILTRO WEMCO 02 YG	SATISFACTORIO			Febrero de 2019	Operador			
2	Registrar flujo - FILTRO WEMCO 02 YG	214	gal/min		Febrero de 2019	Operador			
4	Registrar presion diferencial - FILTRO WEMCO 02 YG	1	psig		Febrero de 2019	Operador			

#	Equipo	Operatividad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
19	Motobomba retrolavado wemco 1 P201F - YG	SB		Febrero de 2019	Operador			

#	Equipo	Operatividad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
20	Torre desoxigenadora TDO V-140 YG - YG	FS		Febrero de 2019	Operador	FUERA DE OPERACIÓN POR FALTA DE POSICIONAR DE		

#	Equipo	Operatividad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
21	Torre desoxigenadora TDO V-141 YG - YG	SB		Febrero de 2019	Operador			

#	Equipo	Operatividad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
22	Tanque desnatador T-101A - YG	OP		Febrero de 2019	Operador			

#	Tarea	Dato	Unidad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
1	Registrar nivel - TK-101A	57	%		Febrero de 2019	Operador			

#	Equipo	Operatividad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
23	Tanque cabeza T-103 - YG	OP		Febrero de 2019	Operador			

#	Tarea	Dato	Unidad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
1	Registrar nivel - TK-103	62	%		Febrero de 2019	Operador			

#	Equipo	Operatividad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
24	Tanque T-103A - YG	OP		Febrero de 2019	Operador			

#	Tarea	Dato	Unidad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
1	Registrar nivel - TK-103A	74	%		Febrero de 2019	Operador			

#	Equipo	Operatividad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
25	Centro control de motores BIAS - YG	OP		Febrero de 2019	Operador			

#	Tarea	Dato	Unidad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
1	Verificar posicion de switches de control - CCM BIAS PIA YAG	REALIZADO			Febrero de 2019	Operador			

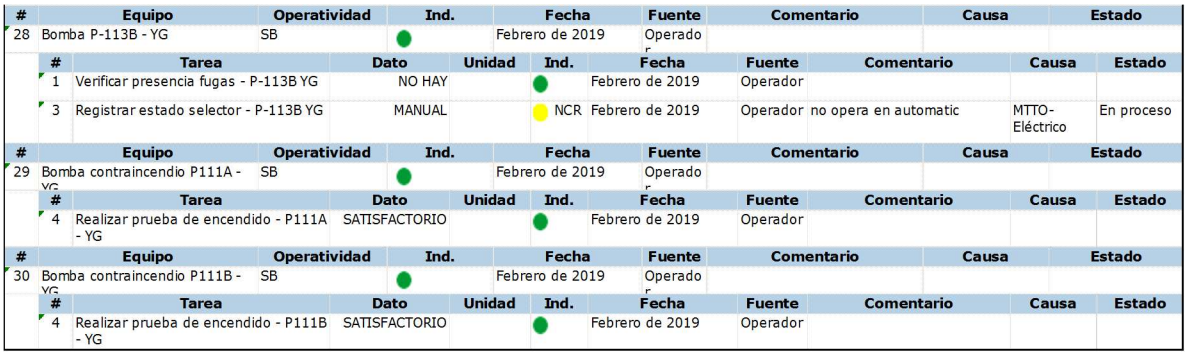
#	Equipo	Operatividad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
26	Sistema API - YG	OP		Febrero de 2019	Operador			

#	Tarea	Dato	Unidad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
1	Registrar nivel de fluido - API PIA YAG	SATISFACTORIO			Febrero de 2019	Operador			

#	Equipo	Operatividad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
27	Bomba P-113A - YG	SB		Febrero de 2019	Operador			

#	Tarea	Dato	Unidad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
1	Verificar presencia fugas - P-113A YG	NO HAY			Febrero de 2019	Operador	FALLA DEL SELLO MECANICO		
3	Registrar estado selector - P-113A YG	MANUAL		NCR	Febrero de 2019	Operador	no opera en automatic	MTTO-Eléctrico	En proceso

Figura 3 Parámetros de operación



#	Equipo	Operatividad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
28	Bomba P-113B - YG	SB		Febrero de 2019	Operador			

#	Tarea	Dato	Unidad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
1	Verificar presencia fugas - P-113B YG	NO HAY			Febrero de 2019	Operador			
3	Registrar estado selector - P-113B YG	MANUAL		NCR	Febrero de 2019	Operador	no opera en automatic	MTTO-Eléctrico	En proceso

#	Equipo	Operatividad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
29	Bomba contraincendio P111A - YG	SB		Febrero de 2019	Operador			

#	Tarea	Dato	Unidad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
4	Realizar prueba de encendido - P111A - YG	SATISFACTORIO			Febrero de 2019	Operador			

#	Equipo	Operatividad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
30	Bomba contraincendio P111B - YG	SB		Febrero de 2019	Operador			

#	Tarea	Dato	Unidad	Ind.	Fecha	Fuente	Comentario	Causa	Estado
4	Realizar prueba de encendido - P111B - YG	SATISFACTORIO			Febrero de 2019	Operador			

Figura 4 Parámetros de operación

Una vez terminado los seguimientos mencionados se determinará los procesos dependiendo de cada operación por área a fin de que cada área pueda establecer según la cantidad de equipos y paramentos de operación.

8. Desarrollo Del Proyecto

Se requiere de la actualización del manual para la operación de los equipos que se utilizan en las diferentes etapas del proceso de tratamiento del agua de captación y agua de producción del Campo Los Mangos – Yaguará, que cumpla con los estándares de calidad en pro de la seguridad, la salud de las personas, cuidado de los equipos y la eficiencia de las operaciones.

8.1 Descripción Del Proceso De La Planta De Inyección.

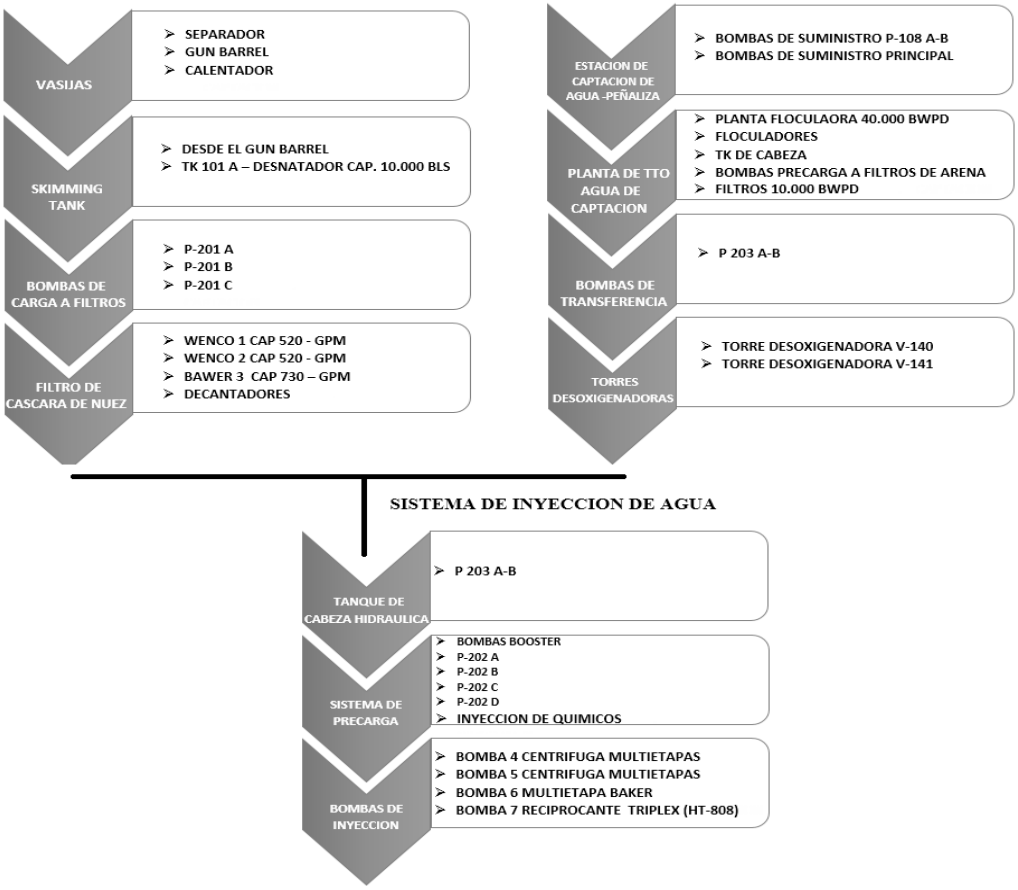


Figura 5 Diagrama de flujo de la PIA

El objetivo de la planta de tratamiento e inyección de agua (PIA), se basa en recibir, acondicionar y bombear el agua que produce el Campo Los Mangos – Yaguará y que se toma en la estación de captación de agua Peñaliza. En esta se tratan aproximadamente 60.000 barriles correspondientes al agua de producción y 4000 barriles que corresponden a agua de captación de la estación Peñaliza; en total, diariamente se reciben, acondicionan y bombean aproximadamente 64.000 barriles de agua.

8.2 Descripción General de la operación

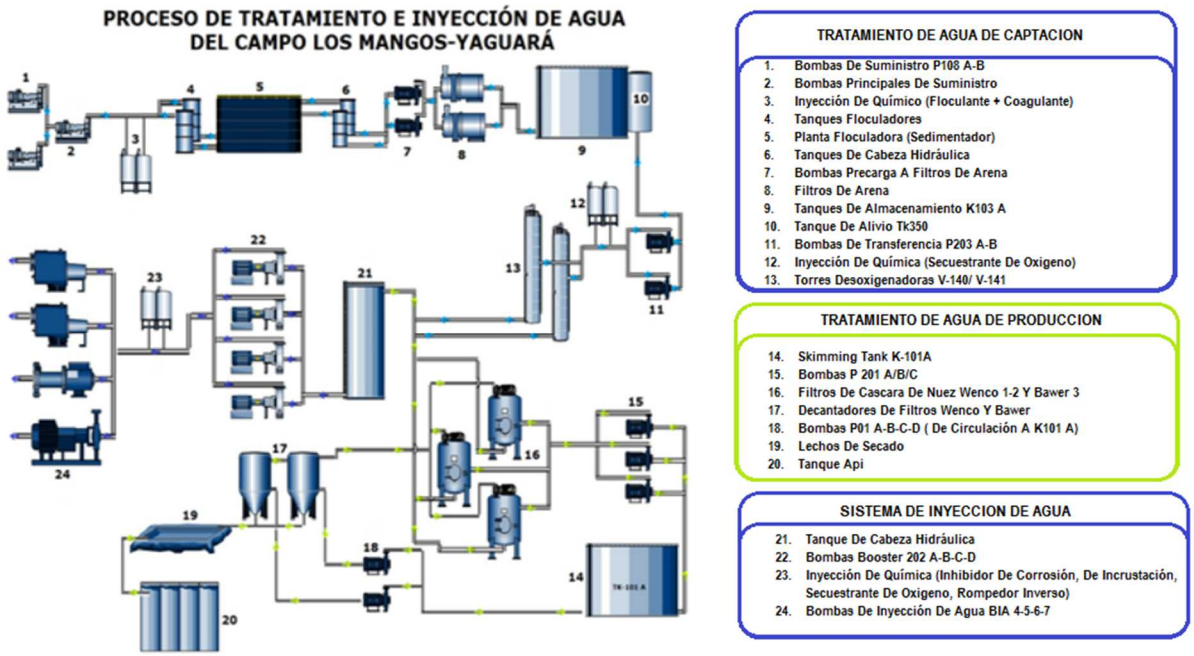


Figura 6 Diagrama operación de tratamiento e inyección de agua

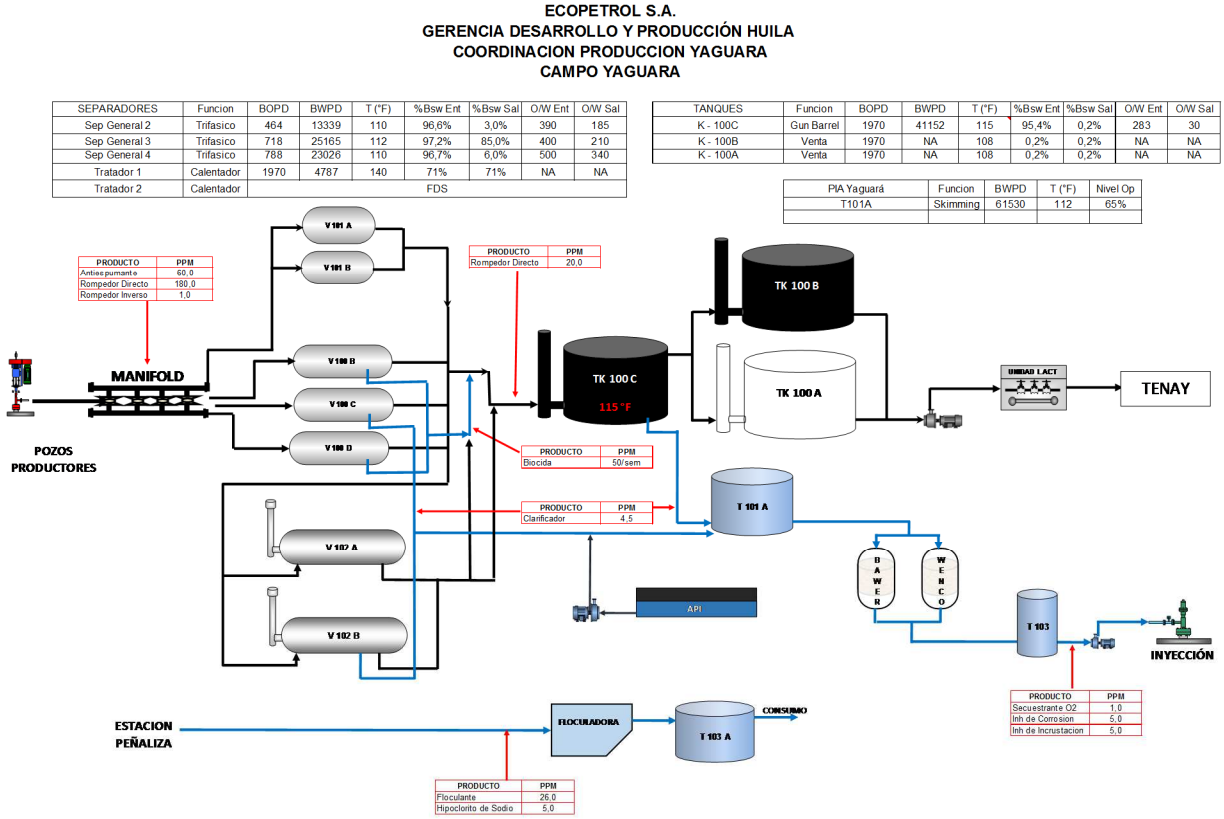


Figura 7 Diagrama operación de tratamiento Químico Estación Yaguará

8.3 Sistema de Captación de agua Peñaliza

El proceso de captación de agua se realiza en la estación flotante para captación de Peñaliza; en esta estación el agua se toma por acción de dos bombas booster de suministro (1 y 2) con capacidad de captación de 13200 BWPD, las cuales conducen el agua hasta la bomba principal de suministro (4) de capacidad de bombeo de 13200 BWPD durante las 24 horas del día, trabajando a una presión de descarga entre 360 – 370 psig; por acción de esta bomba el agua es transportada mediante dos líneas, una línea en fibra de vidrio y una línea metálica de 6" de diámetro, hasta la planta de tratamiento de agua. Ya en la estación, en la línea de entrada, se inyectan productos químicos como: floculante y coagulante, que son mezclados con el agua de captación. Luego, el agua, es enviada a dos tanques floculadores, un sedimentador o planta floculadora, de capacidad 40000 BLS/D, y dos tanques de cabeza hidráulica de donde es succionada por las bombas de precarga (1 y 3) para ser llevada a dos filtros de arena con capacidad de 10000 Barriles cada uno.

Una vez realizado el tratamiento en la planta floculadora, el agua pasa al tanque de almacenamiento (TK 103 A) con capacidad de 10000 Bls, el cual en su parte superior se conecta con un tanque de alivio de 350 Bls (TK 350) a un nivel de contacto del 80% aproximadamente cuyo objetivo es recibir el agua que rebosa del tanque K 103 A, separando de ésta forma el agua que va decantando los sólidos en suspensión. Del tanque de alivio K-350 el agua es conducida por dos bombas de transferencia (P203 A/B) hasta dos torres desoxigenadoras de capacidad de procesamiento de 25000 BWPD cada una, y se direcciona al tanque de cabeza K 103 de 2000 BWPD, en donde cuatro bombas booster P-202 A/B/C/D de 40000 Bls cada una, que funcionan con motor eléctrico, succionan el agua para alimentar las BIAS principales 4/5/6/7. En este

trayecto, se inyectan secuestrante de oxígeno, inhibidor de escamas e inhibidor de corrosión sobre la línea. Finalmente, el agua se impulsa hacia los pozos, a través de líneas en fibra de vidrio de 6", las cuales van reduciendo su tamaño en su recorrido a los pozos hasta llegar a 2" de diámetro.

8.3.1 **Estación flotante de agua de captación Peñaliza.**

De la estación flotante de agua de captación se toman aproximadamente entre 6000 a 7000 barriles de agua por día, esto se logra mediante el uso de dos bombas centrifugas de capacidad de 13200 BWPD cada una, las cuales alimentan 1 bomba principal horizontal multietapa de suministro (bomba 4), que bombea el agua hacia la planta de tratamiento de la estación de producción Los Mangos – Yaguará a través de dos líneas de 6", una línea de fibra de vidrio y una línea de acero, de las cuales, la línea de acero es de respaldo en caso de emergencia y la línea de fibra de vidrio se encuentra en operación.

Figura 8 Bombas de suministro estación de captación flotante Peñaliza

Tabla 1 Bombas Booster de Precarga

Bombas Booster de Precarga	
Tipo de bomba	Centrifuga
Presión succión	Atmosférica
Presión descarga	80 - 100 psig
Diámetro succión	8”
Diámetro descarga	4”
Caudal	450 – 550 BPH

Tabla 2 Bomba de Suministro Principales

Bomba de Suministro Principales	
Tipo de bomba	Centrifuga (multietapa)
Presión succión	100 psig
Presión descarga	360 – 370 psig
Diámetro succión	6”
Diámetro descarga	4”
Caudal	550 BPH

8.3.2 **Instructivo Para Puesta En Operación Estación De Agua De Captación Peñaliza**

Objetivo

Establecer un instructivo estándar para la operación, parada y puesta en marcha del sistema de captación de agua en Peñaliza coordinación Yaguará de forma eficiente y segura.

Condiciones generales

Frecuencia de Revisión y de Ciclo de Trabajo

- Este instructivo se debe revisar y/o actualizar cada dos (2) años de acuerdo con la valoración de riesgo o antes si las condiciones bajo las cuales se está realizando el trabajo cambian y lo ameritan.
- La revisión del ciclo de trabajo se debe realizar cada dos (2) años. Las labores aquí descritas son desarrolladas diariamente, en dos turnos por el operador de la estación Peñaliza.

Peligros, Riesgos y Controles de Seguridad

Tabla 3 Peligros, Riesgos y Controles de Seguridad

Peligro	Riesgo	Controles requeridos para ejecutar la actividad (preventivo, protectivos, reactivos).
Locativos y mecánicos	Golpes, fracturas, atrapamientos	• Inspecciones al área de trabajo. • Inspección pre operacional de equipos, herramientas Y del área de trabajo antes de desarrollar la actividad. • Uso constante y de la calidad de los EPP adecuados para la actividad.
Fluido bajo presión (Líneas y equipos presurizados).	Pérdida de contenido (Derrames de Lubricantes).	• Mantenimiento, limpieza y calibración de válvulas de presión. • Mantenimiento preventivo y calibración de instrumentos y transmisores de presión, flujo y niveles y del sistema eléctrico de respaldo. • Adecuada accionamiento de las válvulas manuales. • Inspecciones periódicas de equipos, tuberías y múltiples (espesores, entre otros) • Protección de tuberías y equipos (esmalte, pinturas anticorrosivas, poliquen, etc.) • Contar con elementos para la atención de una emergencia: Uso de tela oleofílica, baldes, arena y cal como kit ambiental para la actividad. • Conocer y aplicar el plan de contingencia.
Ruido>85DBA.	Enfermedad Profesional.	• Capacitar al Personal Sobre la importancia del Uso y Cuidado de su sistema auditivo. • Emplear constantemente la protección auditiva adecuada durante toda la jornada de trabajo, cuando aplique.

Estrés Por Calor (altas Temperaturas).	Enfermedad Profesional Choque térmico.	• Permanecer en lugares sombreados, hidratarse frecuentemente, asegurar la permanencia de agua en el área. • Aplicación de bloqueador solar.

Aspectos, Impactos y Controles Ambientales

Tabla 4 Aspectos, Impactos y Controles Ambientales

Emergencia/Afectación	
Impactos	Controles
Suelos, vegetación y sólidos impregnados con Lubricantes	• Almacenamiento en canecas o tanques, transporte en vehículos acondicionados • Recuperación de fluidos asociados, si la relación costo/beneficio es favorable. • Biorremediación natural o estimulada/Tratamiento Fisicoquímico/ incineración/ estabilización/ mezcla en vía, entre otros. Según indicadores técnicos y económicos. • Mantener el área libre de objetos innecesarios
Lubricantes	• Almacenamiento y disposición a la Batería. • Utilización como insumo (combustible/ ligante asfáltico) • Manejar como residuo especial. • Disponer de manera adecuada de los residuos según las normas establecidas por ECOPETROL. • Evitar derrame de productos lubricantes y de limpieza general.

Referencias

- Levantamiento de información, trabajo de campo, operador de Inyección.

Equipo Personal de Protección

- El personal participante (Ecopetrol, proveedor y/o contratista) debe usar calzado tipo industrial con puntera de seguridad, vestir ropa 100% de algodón, utilizar casco, guantes de protección, gafas de seguridad y protección auditiva

Recursos Materiales

Los productos o insumos requeridos para el desarrollo de esta actividad son:

- Aceite Lubricante: Puede causar irritación respiratoria u otros efectos pulmonares después de una prolongada repetida inhalación de neblina de aceite a niveles aerotransportados que estén por encima del límite de exposición recomendado para la neblina de aceite mineral. Entre los síntomas de la irritación respiratoria se pueden encontrar tos y dificultad al respirar.

  Esta sustancia se inflama aunque no prende fuego fácilmente. Con respecto a los fuegos que tengan que ver con esta sustancia, no entre ningún espacio de incendio cerrado o confinado sin haberse puesto los adecuados equipos protectores, incluyendo aparato de respiración autónoma.

Sistemas de Protección

- Botón de parada de emergencia
- Componente eléctrico que detecta pérdida o secuencia errónea de fase y detiene el equipo
- Relé de protección térmica (reposición manual)
- Extintores en área perimetral

Lazos de Control

- Lazo de control abierto, se visualiza la presión del sistema de captación.

Rango de Aplicación

Las etapas del proceso en la que se aplica este procedimiento abierto son:

- Operación normal,
- Paro/arranque programados,
- Condiciones atípicas de paro/arranque.
- Situaciones de emergencias operacionales.
- Situaciones de emergencias por liberación de peligros.

Requisitos o Precondiciones

- Presión de descarga dentro de los rangos requeridos
- Verificación de activación y funcionamiento del sistema de protecciones
- Manipular adecuadamente las válvulas relacionadas en la operación previniendo riesgos ergonómicos; carga estática: de pie o sentado, carga dinámica: esfuerzos o movimientos, que afecten la salud de quien realice la operación ya sea por fatiga, lesiones del sistema osteomuscular o desordenes de trauma acumulativo.

- Realizar una inspección general a la locación, previo inicio de la actividad previniendo lesiones al operador. Hacer las correcciones pertinentes eliminando o mitigando las condiciones inseguras.
- Verificar que las válvulas que se cierran sean las correctas para evitar generar alta presión en el sistema de precarga y el apagado automático de las bombas, provocando una posible parada en el normal funcionamiento y operación del sistema.
- El uso de protecciones auditivos durante la operación (encendido de los compresores y operación) es necesario para prevenir irritabilidad en los oídos y en caso extremo la sordera.
- Riesgo físico por altas presiones de operación.
- Conocimiento medevac y riesgos generales de la Estación.

Tabla 5 Instructivo Para Puesta En Operación Estación De Agua De Captación Peñaliza

CHECK LIST		**PELIGROS**	**CONSECUENCIAS**
SI = √	**Plan 1. Instructivo para puesta en marcha bombas booster Peñaliza**	OPERADOR	Posible accidente del personal por el incumplimiento de los procedimientos.
	1.1 Abrir la válvula de venteo del cabezal de succión de las bombas de transferencia.		
	1.2 Ubicar en el CCM el selector en automático o manual dependiendo de cómo se vaya a realizar la operación.		
	1.3 • Encender en forma manual: se debe dar a conocer la actividad al Departamento de Mantenimiento debido a que el sistema queda sin protecciones hidráulicas, ya que se requiere que como mínimo bombee una de las Booster para evitar problemas de cavitación en las bombas principales.		
	1.4 • Ubicar en el CCM la perilla del selector en START.		
	1.5 • Para apagarlas se usa el pulsador STOP, teniendo en cuenta que las bombas principales deben estar apagadas		

	1.6 • Encender en forma automática: se ubica la perilla del selector en auto. Si pasados 10 minutos una de las bombas principales no ha arrancado se apagará automáticamente la bomba Booster que esté funcionando		
	1.7 • Luego de encender la bomba se cierra la válvula de venteo y se verifica presión.		
	1.8 • En caso de que la presión no llegue al valor esperado se debe revisar los cheques de succión para remover posible obstrucción.		
SI = √	**Plan 2. Instructivo para puesta en marcha bombas suministro Peñaliza**	OPERADOR	Posible incidente por desviación de parámetros en la operación del equipo
	2.1 • Verificar que el suministro de energía eléctrica es normal: 480 VAC entre las tres fases.		
	2.2 • Verificar que la bomba Booster esté funcionando en condiciones normales.		
	2.3 • Abrir las válvulas de succión y descarga de la bomba de transferencia que se va a utilizar.		
	2.4 • Dar arranque a la bomba de trasferencia por medio del pulsador START desde el CCM o directamente desde la bomba.		
	2.5 • Verificar la presión de succión y descarga de la bomba de transferencia		
	2.6 • Revisar los manómetros ubicados antes y después del Strainer. Si el diferencial de presión es mayor que 5 psig se debe hacer limpieza de filtros.		
	2.7 • No se debe abrir las válvulas de venteo del cabezal de succión mientras las bombas de transferencia estén funcionando.		
	2.8 • Verificar la presión de descarga (máx. 500 Psig con 300 GPM, disparo 600 Psig).		
	2.9 • Observar que no se presenten condiciones anormales como ruidos, escapes, altas temperaturas, vibraciones, cavitación, etc.		
	2.10 • Verificar que la corriente del motor no sea superior a la estipulada en la placa del mismo (174 Amperios).		
	2.11 • Para el arranque de una bomba de suministro, cuando la otra está operando, se deben seguir los puntos de 2.3 al 2.10.		

8.4 Sistema De Tratamiento Para El Agua De Captación

8.4.1 Planta de tratamiento y floculación para el agua de captación

Inmediatamente el agua de captación llega a la estación de producción Los Mangos – Yaguará, esta se somete a un proceso de inyección de químicos sobre la línea de fibra de vidrio de 6", los químicos que se inyectan son hipoclorito de sodio (hipocloro ácido + sal de sodio) y floctreat ww9512 (solución acuosa de cloruro de aluminio básico) los cuales favorecen el proceso de coagulación, para que de esta manera el agua cumpla con especificaciones de inyección. Las cantidades de químico a inyectar para el proceso de coagulación están en función de las características fisicoquímicas del agua de captación.

Una vez se inyectan los químicos, el agua experimenta un efecto de mezclado rápido en su transcurso a los floculadores para así favorecer el contacto químico entre especies y tener como resultado la coagulación del material deseado en el agua; luego, el agua llega a dos tanques verticales de floculación, o floculadores, donde se favorece el proceso de aglomeración del material coagulado para que se dé la formación de floculos, posteriormente, el agua con floculos pasa a la planta floculadora de capacidad 40000 BLS/D donde ocurre un proceso de sedimentación, por efectos gravitacionales, de los floculos y material partículado. Posterior al proceso de sedimentación en la planta floculadora, el agua pasa a dos tanques de cabeza hidráulica, a partir de los cuales se alimenta una bomba de precarga a los filtros de capacidad 10000 BLS/D para finalmente enviar el agua al tanque TK 103 A.

Figura 9 Tratamiento químico agua de captación

Figura 10 Floculadores

Figura 11 Planta floculadora

Figura 12 Tanque de cabeza hidráulica

Figura 13 Bombas de precarga a filtros de arena 01 y 03

Figura 14 Filtros de arena

Tabla 6 Relación Inyección de Químico

Relación Inyección de Químico	
Volumen hipoclorito de sodio a aplicar	5 GPD
Volumen floctreat ww 9512 a aplicar	6 GPD

Tabla 7 Bombas Booster de precarga 1 y 3 a Filtros de Arena 1 y 2

Bombas Booster de precarga 1 y 3 a Filtros de Arena 1 y 2	
Marca	Sterling NOWA 8032
Tipo de bomba	Centrífugas
Diámetro succión	4”
Diámetro descarga	4”
Caudal	144 m3/hr
Motor	
Marca	Siemens
Revoluciones	1760 RPM
Potencia	36 HP/26.9 Kwh
Voltaje	220/440 V
Corriente	93/46.5 Amp
Frecuencia	60 Hz

8.4.2 Instructivo Para Puesta En Operación Planta De Tratamiento De Agua De Captación

Objetivo

Establecer un instructivo estándar para la operación, parada y puesta en marcha de la planta de tratamiento de agua de captación, coordinación Yaguará de forma eficiente y segura.

Condiciones generales

Frecuencia de Revisión y de Ciclo de Trabajo

- Este instructivo se debe revisar y/o actualizar cada dos (2) años de acuerdo con la valoración de riesgo o antes si las condiciones bajo las cuales se está realizando el trabajo cambian y lo ameritan.
- La revisión del ciclo de trabajo se debe realizar cada dos (2) años. Las labores aquí descritas son desarrolladas diariamente, en dos turnos por el operador de Producción e inyección C6

Peligros, Riesgos y Controles de Seguridad

Tabla 8 Peligros, Riesgos y Controles de Seguridad

Peligro	Riesgo	Controles requeridos para ejecutar la actividad (preventivo, protectivos, reactivos).
Locativos y mecánicos	Golpes, fracturas, atrapamientos	• Inspecciones al área de trabajo. • Inspección pre operacional de equipos, herramientas Y del área de trabajo antes de desarrollar la actividad. • Uso constante y de la calidad de los EPP adecuados para la actividad.
Fluido bajo presión (Líneas y equipos presurizados).	Pérdida de contenido (Derrames de Lubricantes).	• Mantenimiento, limpieza y calibración de válvulas de presión. • Mantenimiento preventivo y calibración de instrumentos y transmisores de presión, flujo y niveles y del sistema eléctrico de respaldo. • Adecuada accionamiento de las válvulas manuales. • Inspecciones periódicas de equipos, tuberías y múltiples (espesores, entre otros) • Protección de tuberías y equipos (esmalte, pinturas anticorrosivas, poliquen, etc.) • Contar con elementos para la atención de una emergencia: Uso de tela oleofílica, baldes, arena y cal como kit ambiental para la actividad. • Conocer y aplicar el plan de contingencia.

Ruido>85DBA.	Enfermedad Profesional.	• Capacitar al Personal Sobre la importancia del Uso y Cuidado de su sistema auditivo. • Emplear constantemente la protección auditiva adecuada durante toda la jornada de trabajo, cuando aplique.
Estrés Por Calor (altas Temperaturas).	Enfermedad Profesional Choque térmico.	• Permanecer en lugares sombreados, hidratarse frecuentemente, asegurar la permanencia de agua en el área. • Aplicación de bloqueador solar.

Aspectos, Impactos y Controles Ambientales

Tabla 9 Aspectos, Impactos y Controles Ambientales

Emergencia/Afectación	
Impactos	Controles
Suelos, vegetación y sólidos impregnados con Lubricantes	• Almacenamiento en canecas o tanques, transporte en vehículos acondicionados • Recuperación de fluidos asociados, si la relación costo/beneficio es favorable. • Biorremediación natural o estimulada/Tratamiento Fisicoquímico/ incineración/ estabilización/ mezcla en vía, entre otros. Según indicadores técnicos y económicos. • Mantener el área libre de objetos innecesarios
Lubricantes	• Almacenamiento y disposición a la Batería. • Disponer de manera adecuada de los residuos según las normas establecidas por ECOPETROL. • Evitar derrame de productos lubricantes y de limpieza general.

Referencias

- Levantamiento de información, trabajo de campo, operador de Inyección.

Equipo Personal de Protección

- El personal participante (Ecopetrol, proveedor y/o contratista) debe usar calzado tipo industrial con puntera de seguridad, vestir ropa 100% de algodón, utilizar casco, guantes de protección, gafas de seguridad y protección auditiva

Recursos Materiales

Los productos o insumos requeridos para el desarrollo de esta actividad son:

- Aceite Lubricante: Puede causar irritación respiratoria u otros efectos pulmonares después de una prolongada repetida inhalación de neblina de aceite a niveles aerotransportados que estén por encima del límite de exposición recomendado para la neblina de aceite mineral. Entre los síntomas de la irritación respiratoria se pueden encontrar tos y dificultad al respirar.

  Esta sustancia se inflama aunque no prende fuego fácilmente. Con respecto a los fuegos que tengan que ver con esta sustancia, no entre ningún espacio de incendio cerrado o confinado sin haberse puesto los adecuados equipos protectores, incluyendo aparato de respiración autónoma.

Sistemas de Protección

- Botón de parada de emergencia
- Componente eléctrico que detecta pérdida o secuencia errónea de fase y detiene el equipo

- Relé de protección térmica (reposición manual)
- Extintores en área perimetral
- Switch de nivel

Lazos de Control

- Lazo de control abierto, se visualiza la presión y el nivel del sistema de la planta de tratamiento de agua de captación.

Rango de Aplicación

Las etapas del proceso en la que se aplica este procedimiento abierto son:

- Operación normal,
- Paro/arranque programados,
- Condiciones atípicas de paro/arranque.
- Situaciones de emergencias operacionales.
- Situaciones de emergencias por liberación de peligros.

Requisitos o Precondiciones

- Presión de descarga dentro de los rangos requeridos
- Niveles de agua dentro de los rangos requeridos
- Verificación de activación y funcionamiento del sistema de protecciones

- Manipular adecuadamente las válvulas relacionadas en la operación previniendo riesgos ergonómicos; carga estática: de pie o sentado, carga dinámica: esfuerzos o movimientos, que afecten la salud de quien realice la operación ya sea por fatiga, lesiones del sistema osteomuscular o desordenes de trauma acumulativo.
- Realizar una inspección general a la locación, previo inicio de la actividad previniendo lesiones al operador. Hacer las correcciones pertinentes eliminando o mitigando las condiciones inseguras.
- Verificar que las válvulas que se cierran sean las correctas para evitar generar alta presión, niveles en el sistema y el apagado automático de las bombas, provocando una posible parada en el normal funcionamiento y operación del sistema.
- El uso de protecciones auditivos durante la operación (encendido de los compresores y operación) es necesario para prevenir irritabilidad en los oídos y en caso extremo la sordera.
- Riesgo físico por altas presiones de operación.
- Riesgo ambiental por altos niveles no controlados en el tanque de floculación y los filtros.
- Conocimiento medevac y riesgos generales de la Estación.

Tabla 10 Instructivo Sistema de Tratamiento para el agua de captación

CHECK LIST		**PELIGROS**	**CONSECUENCIAS**
SI = √	**Plan 1. Instructivo para puesta en operación del tanque de floculación y los filtros de arena.**	OPERADOR	Posible accidente del personal por el incumplimiento de los procedimientos.
	1.1 Abrir la válvula de salida de 6 pulgadas tipo cortina, hacia el tanque de almacenamiento K-103A		

	1.2 Abrir la válvula de salida de 3 pulgadas tipo mariposa de los 2 filtros de arena.		
	1.3 Abrir la válvula de entrada de los de 3 pulgadas tipo mariposa de los 2 filtros de arena.		
	1.4 Abrir la válvula de 6 pulgadas tipo cortina, que permite la entrada de agua desde la línea de la estación Peñaliza hasta la planta de tratamiento de agua de captación.		
	1.5 Verificar en nivel de llenado del tanque floculador hasta completar el nivel necesario de rebose para llenado de los tanques de sedimentación y cabeza hidráulica.		
	1.6 Ubicar en la caseta de inyección de química de la planta de tratamiento de agua de captación la perilla del selector en START y en AUTOMATICO, para el arranque de la inyección de química.		
	1.7 Para apagarlas se usa el pulsador STOP, teniendo en cuenta que el flujo de agua para la planta de tratamiento de agua de captación debe estar cerrada.		
	1.8 • En caso de que la presión nivel no llegue al valor esperado se debe revisar cada una de las líneas y válvulas para descartar posible obstrucción o pitting.		
SI = √	**Plan 2. Instructivo para puesta en operación Bombas Booster de precarga 1 y 3 a Filtros de Arena 1 y 2**	OPERADOR	Posible incidente por desviación de parámetros en la operación del equipo
	2.1 • Verificar que el suministro de energía eléctrica es normal: 480 VAC entre las tres fases.		
	2.2 • Verificar que la bomba Booster esté visualmente en condiciones normales.		
	2.3 • Abrir las válvulas de succión y descarga de la bomba de transferencia que se va a utilizar.		
	2.4 • Desde el tablero de control, posicionar el selector de la bomba que se va a utilizar, en la posición automático.		
	2.5 • Verificar la presión de succión y descarga de la bomba de transferencia		
	2.6 • Verificar la presión de descarga (máx. 50 Psig con 291 GPM, disparo 100 Psig).		
	2.7 • Observar que no se presenten condiciones anormales como ruidos, escapes, altas temperaturas, vibraciones, cavitación, etc.		
	2.8 • Verificar que la corriente del motor no sea superior a la estipulada en la placa del mismo (160 amperios).		
	2.9 • Para el arranque de una bomba de suministro, cuando la otra está operando, se deben seguir los puntos de 2.3 al 2.8.		

8.5 Sistema de desoxigenación para el agua de captación.

8.5.1 Bombas de transferencia a torres desoxigenadoras p 203 A/B

Figura 15 Bombas de transferencia a torres desoxigenadoras

Las bombas de transferencia P 203 A/B se encargan de bombear el agua hacia las torres desoxigenadoras; estas bombas succionan el agua resultante del proceso de rebose que se lleva a cabo entre los Tanques TK 103 A y el Tanque TK 350.

Tabla 11 Bombas de Transferencia P 203 A/B

Bombas de Transferencia P 203 A/B	
Marca	Worthington
Tipo de bomba	Centrífuga
Presión descarga	40 – 60 psig
Diámetro succión	4”
Diámetro descarga	3”
Diámetro Impeler	7 ½”
Motor	
Tipo	Eléctrico
Potencia	50 HP
RPM	1770 RPM

Frecuencia	60 Hz
Fases	3
Voltaje	230/460 voltios
Corriente	117/58.5 Amp

8.5.2 **Torres Desoxigenadoras**

Figura 16 Torres desoxigenadoras

Las Torres Desoxigenadoras son equipos utilizados para realizar un proceso de absorción de oxígeno, cuyo objetivo fundamental es el de remover el oxígeno disuelto en el agua captada del embalse de Betania y acondicionarla hasta una concentración de 0.02 ppm, antes de realizar la inyección en pozos.

Estas torres son de diseño vertical, con una capacidad de 25000 BWPD cada una, emplean múltiples platos donde el agua entra en contacto con el gas despojador, el cual es el gas natural

que se produce en la estación de producción Los Mangos – Yaguará, estas operan a una presión entre 10 – 30 psig. El funcionamiento de las Torres Desoxigenadoras es automático y depende del nivel de fluido que se tenga en el tanque de Cabeza Hidráulica, así pues, cuando el nivel del tanque de Cabeza Hidráulica cae a un 50% de su nivel de operación la Torres Desoxigenadoras se activan, y en el momento en el que el nivel del tanque de Cabeza Hidráulica llega a un 70% las Torres Desoxigenadoras detienen su operación, o también se puede detener su operación a causa de un alto nivel de la torre desoxigenadora para evitar un arrastre de agua hacia la tea de baja.

Tabla 12 Características Torres Desoxigenadoras

Características Torres Desoxigenadoras	
Capacidad	25000 BWPD
Presión de operación	30 – 50 psig
Caudal de gas de entrada	24000 PCG/Día
Caudal de agua de entrada	0 – 25.000 BWPD
Material torre	Acero bajo en carbono o acero dúctil
Material platos	Acero inoxidable 304, aislados en acero dúctil

8.5.3 **Instructivo Para La Puesta En Operación Del Sistema De desoxigenación.**

Objetivo

Establecer un procedimiento estándar para la operación, parada y puesta en marcha de Las Torres Desoxigenadoras, coordinación Yaguará de forma eficiente y segura.

Condiciones generales

Frecuencia de Revisión y de Ciclo de Trabajo

- Este instructivo se debe revisar y/o actualizar cada dos (2) años de acuerdo con la valoración de riesgo o antes si las condiciones bajo las cuales se está realizando el trabajo cambian y lo ameritan.
- La revisión del ciclo de trabajo se debe realizar cada dos (2) años. Las labores aquí descritas son desarrolladas diariamente, en dos turnos por el operador de Producción e inyección C6

Peligros, Riesgos y Controles de Seguridad

Tabla 13 Peligros, Riesgos y Controles de Seguridad

Peligro	Riesgo	Controles Requeridos Para Ejecutar La Actividad (Preventivo, Protectivos, Reactivos).
Vapores de Crudo.	Concentración y Explosión-inhalación de vapores.	• Monitoreo de atmósferas constante con MONOGAS ALTAIR 5X MSA para H2S, aplicación de procedimiento control de áreas con H2S. • Realización de simulacros de evacuación por atmosferas peligrosas. • Inspecciones pre operacionales constantes de maquinaria, equipos y facilidades de producción. • Uso de equipos de comunicación a prueba de explosión. • Uso de elementos de protección personal (mascarilla con filtro para vapores orgánicos). • Conocer y aplicar el plan de contingencia.
Locativos y Mecánicos	Golpes, fracturas, Atrapamientos	• Inspecciones al área de trabajo. • Inspección pre operacional de equipos, herramientas Y del área de trabajo antes de desarrollar la actividad. • Uso constante y de la calidad de los EPP adecuados para la actividad.

Fluido bajo presión (Líneas y equipos presurizados).	Pérdida de contenido (Derrames de agua por tea de baja).	• Mantenimiento, limpieza y calibración de válvulas de presión. • Mantenimiento preventivo y calibración de instrumentos y transmisores de presión, flujo y niveles y del sistema eléctrico de respaldo. • Adecuada accionamiento de las válvulas manuales. • Inspecciones periódicas de equipos, tuberías y múltiples (espesores, entre otros) • Protección de tuberías y equipos (esmalte, pinturas anticorrosivas, poliquen, etc.) • Conocer y aplicar el plan de contingencia.
Ruido>85DBA.	Enfermedad Profesional.	• Capacitar al Personal Sobre la importancia del Uso y Cuidado de su sistema auditivo. • Emplear constantemente la protección auditiva adecuada durante toda la jornada de trabajo, cuando aplique.
Estrés Por Calor (altas Temperaturas).	Enfermedad Profesional Choque térmico.	• Permanecer en lugares sombreados, hidratarse frecuentemente, asegurar la permanencia de agua en el área. • Aplicación de bloqueador solar.

Aspectos, Impactos y Controles Ambientales

Tabla 14 Aspectos, Impactos y Controles Ambientales

Emergencia/Afectación	
Impactos	Controles
Suelos, vegetación y sólidos impregnados con agua y condensados de línea tea de baja.	• Recuperación de fluidos asociados, si la relación costo/beneficio es favorable. • Biorremediación natural o estimulada/Tratamiento Fisicoquímico/ incineración/ estabilización/ mezcla en vía, entre otros. Según indicadores técnicos y económicos. • Mantener el área libre de objetos innecesarios

Referencias

- Levantamiento de información, trabajo de campo, operador de Inyección.

Equipo Personal de Protección

El personal participante (Ecopetrol, proveedor y/o contratista) debe usar calzado tipo industrial con puntera de seguridad, vestir ropa 100% de algodón, utilizar casco, guantes de protección, gafas de seguridad y protección auditiva

Recursos Materiales

Los productos o insumos requeridos para el desarrollo de esta actividad son:

- **Secuestrante de oxigeno**: Mezcla de agentes altamente efectivos para eliminar el oxígeno disuelto existente en el agua que alimenta equipos cerrados de generación de vapor.

  Cuenta con un compuesto que elimina el dióxido de carbono en el agua de alimentación evitando así la formación del ácido carbónico evitando así la corrosión ácida de las líneas de retorno.

  Absorción por la piel: La exposición a cantidades moderadas no causa efectos adversos a la salud. La extendida o prolongada exposición puede resultar en la absorción de cantidades dañinas, desarrollándose los síntomas descritos para la ingestión.

Inhalación: Los vapores pueden causar una leve irritación en el sistema respiratorio con tos.

Contacto con la piel: Puede causar irritación con menor picazón y posible enrojecimiento ligero de la piel. El prolongado contacto se puede agravar en un problema de dermatitis existente.

Contacto con los ojos: Causa irritación, experimentada como picazón y malestar.

Efecto de sobreexposición repetida: La prolongada o repetida exposición cutánea puede causar resequedad en la piel.

Condiciones médicas agravadas por sobreexposición: Al contacto con la piel puede agravar en una dermatitis existente.

- **Gas Natural**: El gas natural se utiliza como materia prima para el proceso de desoxigenación, La exposición a elevadas concentraciones puede causar asfixia por desplazamiento de oxígeno; se manifiestan síntomas como pérdida del conocimiento y de la movilidad; a bajas concentraciones puede causar narcosis, vértigos, dolor de la cabeza, náuseas y pérdida de coordinación.

Sistemas de Protección

- Switch de alto nivel Torre V140-141
- Switch de bajo nivel Torre V140-141
- Switch de alto nivel T-103
- Switch de bajo nivel T-103
- Switch de alta presión Torre V140-141

- Switch de baja presión Torre V140-141
- Válvula de seguridad
- Componente eléctrico que detecta pérdida o secuencia errónea de fase y detiene el equipo
- Relé de protección térmica Bombas P 203 A- B(reposición manual)
- Extintores en área perimetral

Lazos de Control

Lazo de control abierto, se visualiza la presión y el nivel del sistema de desoxigenación.

Rango de Aplicación

Las etapas del proceso en la que se aplica este procedimiento abierto son:

- Operación normal,
- Paro/arranque programados,
- Condiciones atípicas de paro/arranque.
- Situaciones de emergencias operacionales.
- Situaciones de emergencias por liberación de peligros.

Requisitos o Precondiciones

- Presión de operación dentro de los rangos requeridos
- Verificación de activación y funcionamiento del sistema de protecciones

- Manipular adecuadamente las válvulas relacionadas en la operación previniendo riesgos ergonómicos; carga estática: de pie o sentado, carga dinámica: esfuerzos o movimientos, que afecten la salud de quien realice la operación ya sea por fatiga, lesiones del sistema osteomuscular o desordenes de trauma acumulativo.
- Realizar una inspección general a la locación, previo inicio de la actividad previniendo lesiones al operador. Hacer las correcciones pertinentes eliminando o mitigando las condiciones inseguras.
- Verificar que las válvulas que se cierran sean las correctas para evitar generar alta presión en el sistema de precarga y el apagado automático de las bombas, provocando una posible parada en el normal funcionamiento y operación del sistema.
- Riesgo físico por altas presiones de operación.
- Conocimiento medevac y riesgos generales de la Estación

Tabla 15 Instructivo Para La Puesta En Operación Del Sistema De desoxigenación.

TAREAS		**PELIGROS**	**CONSECUENCIAS**
CHECK LIST		**QUIEN**	
SI = √	**Plan 1 instructivo operacional para puesta en marcha de las torres desoxigenadoras**	OPERADOR	Posible accidente del personal por el incumplimiento de los procedimientos.
	1.1 Verificar que se encuentre encendido y operando el PLC asignado a las torres Desoxigenadoras y el T-103 y ubicando la torre en la posición On line, este PLC se encuentra en el cuarto de control de Inyección.		
	1.2 Verificar el control de presión de operación debe estar ajustado entre 10 y 30 psi según criterio de operación, ajustar la relación gas agua para el proceso de desoxigenación. Esta se debe realizar desde el supervisorio		
	1.3 Verificar el control de nivel de encendido y apagado para el T-103 y ajustarlo a 50% ON y 70% OFF. Esta se debe realizar desde el supervisorio		

	1.4 • Teniendo en cuenta que se trabaja solo con una torre, después de determinar con cual se realizara la operación (V140-141), se procede a realizar una inspección visual de la torre y el área, asegurando que la válvula de drenaje de la misma se encuentre cerrada.		
	1.5 • Se procede a abrir la válvula bola de 6" de salida de agua hacia el T-103		
	1.6 • Se procede a abrir la válvula bola de 6" de entrada de agua, que recibe desde las Bombas P203 A/B		
	1.7 • Se procede a habilitar el aire a las válvulas de control de entrada y salida de agua, al igual que las válvulas de entrada y salida de gas de la torre.		
	1.8 • En caso de que la presión o nivel, no llegue al valor esperado se debe revisar los cheques y válvulas, como los instrumentos para descartar cualquier posible falla.		
SI = √	**Plan 2. Instructivo para puesta en marcha de las bombas de transferencia a torres desoxigenadoras p 203 A/B**	OPERADOR	Posible incidente por desviación de parámetros en la operación del equipo
	2.1 • Verificar que el suministro de energía eléctrica es normal: 480 VAC entre las tres fases.		
	2.2 • Verificar en el cuarto de control que el tanque TK103 A, tenga suficiente nivel (mayor de 35%).		
	2.3 • Abrir las válvulas de succión y descarga de la bomba de transferencia que se va a utilizar.		
	2.4 • Abrir válvulas de venteo.		
	2.5 • Revisar las protecciones (alta presión de descarga y baja presión de succión, protección térmica).		
	2.6 • Energizar el sistema, en cada bomba (ON).		
	2.7 • Ubicar el selector en automático. Las bombas prenden cuando el nivel del tanque TK-103 este por debajo del 50% y se apagan cuando alcanza un nivel mayor a 70%.(Este nivel se puede cambiar a criterio del operador).		
	2.8 • Verificar la presión de descarga (máx. 150 psig y mínima 30psig.).		
	2.9 • Observar que no se presenten condiciones anormales como ruidos, escapes, altas temperaturas, vibraciones, cavitación, etc.		
	2.10 • Revisar las líneas y detectar anomalías o posibles fugas.		

8.6 Sistema de almacenamiento para agua de producción y agua de captación.

El agua de producción proveniente de los pozos que llega a la estación pasa a los colectores donde según su configuración llega a los separadores generales (V100 B-C-D) y separadores de prueba(V101 A-B) y luego asociada al crudo termina en el calentador piro tubular (menos el agua del separador general V100 B, esta se envía directamente al K 101A), posteriormente es direccionada al Gun Barrel para ser acondicionada; de ahí se envía al Desnatador (K101A SKIMMING), donde es tratada con rompedor inverso y floculante. Para que a través de las bombas P-201 A/B/C se direccione el agua a los filtros de cascara de nuez WEMCO 1 y 2 de capacidad 17500 BWPD cada uno, y BAWER 3 de capacidad 25000 BWPD, donde se retiran los sedimentos y cualquier material partículado para luego ser recibida en el tanque de cabeza hidráulica K-103, donde el agua de captación se mezcla con el agua de producción. Finalmente el agua es circulada gracias a la acción de las bombas de precarga Booster P-202 A/B/C/D, donde simultáneamente se realiza la inyección de químicos. El fluido es finalmente recibido por las bombas de inyección de agua BIAS 4/5/6/7 las cuales realizan el proceso de inyección a una presión aproximada de 1600 psig en cada uno de los ramales.

8.6.1 Tanque de almacenamiento TK 101 A

Figura 17 Tanque de almacenamiento K101 A

El tanque de almacenamiento K 101 A, proporciona un medio apropiado para el almacenamiento y proceso de desnatado del agua resultante de los distintos procesos dentro de la estación de producción Los Mangos – Yaguará (gun Barrel, separadores y calentador). El tanque K 101 A es un tanque atmosférico, recto, de fondo circular, con sistema de mezclado de tipo hidráulico y estático. Este tanque cuenta con un sistema de control de nivel que facilita el seguimiento de la cantidad de agua contenida (alto y bajo nivel) tanto en unidades de altura como en porcentaje volumétrico.

Tabla 16 Tanque de Almacenamiento K 101 A

Tanque de Almacenamiento K 101 A	
Capacidad nominal	11244.31 Bbls
Sensor de nivel (alto, bajo)	Alto 85% - Bajo 25%
Altura nominal	7,25 m
Nivel de operación	50 y 65%
Presión de operación	Atmosférica
Diámetro nominal	60 ft, 18270 mm
Máxima temperatura de operación	130 °F
Material	ASTM A283

8.6.2 **Tanque de almacenamiento TK 103 A**

Figura 18 Tanque de almacenamiento T-103

El tanque de almacenamiento TK 103 A, proporciona un medio apropiado para el almacenamiento del agua de captación luego de que esta ha sido tratada para disminuir la concentración de contaminantes orgánicos e inorgánicos (sólidos suspendidos totales), los cuales no se pueden retirar durante el periodo de tratamiento del agua en la planta de tratamiento. Una vez el nivel de agua en el tanque alcanza el 80% del nivel total del tanque, se genera un efecto de rebose hacia el tanque de alivio TK 350. El tanque TK 103 Ha, es un tanque atmosférico, recto, de fondo circular, con sistema de mezclado de tipo hidráulico y estático.

Tabla 17 Tanque de almacenamiento TK 103 A

Tanque de almacenamiento TK 103 A	
Capacidad	10000 Bls
Altura lateral del tanque	24 ft 6 inch
Nivel operacional del tanque	18 ft
Diámetro del tanque	60 ft

Aforo	501 BBL/ft
Línea de entrada de agua de captación	8”
2 válvulas de compuerta ANSI 150	8”

8.6.3 **Tanque de alivio TK 350**

Figura 19 Tanque de alivio T-350

El Tanque de alivio TK 350, es un tanque que se encuentra acoplado al tanque TK 103 A; estos tanques se comunican por sus partes superiores a través de una tubería de 8 pulgadas a una altura que corresponde aproximadamente al 80% de la altura del Tanque TK 103 A, o lo que se conoce como nivel de rebose. Este tanque cumple con la función de recibir por rebose del tanque TK 103 A el agua que ya ha decantado por efectos gravitatorios, sus partículas sólidas. En la parte inferior, el tanque TK 350 es controlado por medio de válvulas.

Tabla 18 Tanque de Almacenamiento 350

Tanque de Almacenamiento 350	
Capacidad	350 BBLS

8.6.4 **Tanque De Cabeza T-103.**

Figura 16 Tanque de cabeza hidráulica T-103

Una vez el agua de captación, producción y residual ha sido acondicionada según los parámetros requeridos para la inyección, esta es enviada al tanque de cabeza hidráulica T 103; el agua de producción llega desde los filtros BAWER y WEMCO 1 y 2, mientras que el agua de captación llega desde las torres desoxigenadoras. En este tanque de cabeza hidráulica el agua se almacena

hasta que se alcanza una presión hidráulica (35% de llenado mínimo) necesaria para alimentar las bombas booster P 202 A/B/C/D las cuales alimentaran las bombas de inyección BIAS 4, 5, 6,7.

Tabla 19 Tanque de Cabeza Hidráulica TK 103

Tanque de Cabeza Hidráulica TK 103	
Capacidad	2000 BLS
Sensor de nivel (alto, bajo)	Alto 85% - Bajo 25%
Diámetro	12 ft
Altura del tanque	26,9 ft
Nivel de operación	21 ft aprox.
Presión de descarga	Depende de la altura de la columna de agua
Máxima temperatura de operación	120 °F
Línea de entrada agua de producción	12”
Línea de entrada agua de captación	12”
Línea de gas de cobertura	2”
Línea de salida a bombas booster	14”

8.6.5 **Instructivo Para La Puesta En Operación Del Sistema de almacenamiento para agua de producción y agua de captación.**

Objetivo

Establecer un procedimiento estándar para la operación, parada y puesta en marcha del Sistema de almacenamiento para agua de producción y agua de captación, coordinación Yaguará de forma eficiente y segura.

Condiciones generales

Frecuencia de Revisión y de Ciclo de Trabajo

- Este instructivo se debe revisar y/o actualizar cada dos (2) años de acuerdo con la valoración de riesgo o antes si las condiciones bajo las cuales se está realizando el trabajo cambian y lo ameritan.
- La revisión del ciclo de trabajo se debe realizar cada dos (2) años. Las labores aquí descritas son desarrolladas diariamente, en dos turnos por el operador de Producción e inyección C6

Peligros, Riesgos y Controles de Seguridad

Tabla 20 Peligros, Riesgos y Controles de Seguridad

Peligro	Riesgo	Controles Requeridos Para Ejecutar La Actividad (Preventivo, Protectivos, Reactivos).
Vapores de Crudo.	Concentración y Explosión-inhalación de vapores.	• Monitoreo de atmósferas constante con MONOGAS ALTAIR 5X MSA para H2S, aplicación de procedimiento control de áreas con H2S. • Realización de simulacros de evacuación por atmosferas peligrosas. • Inspecciones pre operacionales constantes de maquinaria, equipos y facilidades de producción. • Uso de equipos de comunicación a prueba de explosión. • Uso de elementos de protección personal (mascarilla con filtro para vapores orgánicos). • Conocer y aplicar el plan de contingencia.
Locativos y Mecánicos	Golpes, fracturas, Atrapamientos	• Inspecciones al área de trabajo. • Inspección pre operacional de equipos, herramientas Y del área de trabajo antes de desarrollar la actividad. • Uso constante y de la calidad de los EPP adecuados para la actividad.
Fluido bajo presión (Líneas y equipos presurizados).	Pérdida de contenido (Derrames de agua por tea de baja).	• Mantenimiento, limpieza y calibración de válvulas de presión. • Mantenimiento preventivo y calibración de instrumentos y transmisores de presión, flujo y niveles y del sistema eléctrico de respaldo.

		• Adecuada accionamiento de las válvulas manuales. • Inspecciones periódicas de equipos, tuberías y múltiples (espesores, entre otros) • Protección de tuberías y equipos (esmalte, pinturas anticorrosivas, poliquen, etc.) • Conocer y aplicar el plan de contingencia.
Ruido>85DBA.	Enfermedad Profesional.	• Capacitar al Personal Sobre la importancia del Uso y Cuidado de su sistema auditivo. • Emplear constantemente la protección auditiva adecuada durante toda la jornada de trabajo, cuando aplique.
Estrés Por Calor (altas Temperaturas).	Enfermedad Profesional Choque térmico.	• Permanecer en lugares sombreados, hidratarse frecuentemente, asegurar la permanencia de agua en el área. • Aplicación de bloqueador solar.
Trabajo en alturas	Caídas de nivel, golpes fracturas, fatalidades.	• Uso adecuado de escaleras y pasamanos. • Uso de equipo de protección contra caídas en caso de ser necesario.

Aspectos, Impactos y Controles Ambientales

Tabla 21 Aspectos, Impactos y Controles Ambientales

Emergencia/Afectación	
Impactos	Controles
Suelos, vegetación y sólidos impregnados con agua y condensados de línea tea de baja, o causa de rebose de algún tanque.	• Recuperación de fluidos asociados, si la relación costo/beneficio es favorable. • Biorremediación natural o estimulada/Tratamiento Fisicoquímico/ incineración/ estabilización/ mezcla en vía, entre otros. Según indicadores técnicos y económicos. • Mantener el área libre de objetos innecesarios • Direccionar fluidos hacia la piscina API.

Referencias

- Levantamiento de información, trabajo de campo, operador de Inyección.

Equipo Personal de Protección

El personal participante (Ecopetrol, proveedor y/o contratista) debe usar calzado tipo industrial con puntera de seguridad, vestir ropa 100% de algodón, utilizar casco, guantes de protección, gafas de seguridad y protección auditiva

Recursos Materiales

Los productos o insumos requeridos para el desarrollo de esta actividad son:

Cinta de medición: Equipo utilizado para realizar mediciones estáticas en tanque de almacenamiento el cual debe ser verificado a diario y contar con la conexión a tierra cada vez que se realice una medida.

Varsol: Es un solvente derivado del hidrocarburo y se utiliza para realizar la medición de en tanque de agua, aplicándolo en la cinta al momento de remover la crema reveladora.

Absorción por la piel: La exposición a cantidades moderadas no causa efectos adversos a la salud. La extendida o prolongada exposición puede resultar en la absorción de cantidades dañinas, desarrollándose los síntomas descritos para la ingestión.

Inhalación: Los vapores pueden causar una leve irritación en el sistema respiratorio con tos y daños sistema epatico.

Contacto con la piel: Puede causar irritación con menor picazón y posible enrojecimiento ligero de la piel. El prolongado contacto se puede agravar en un problema de dermatitis existente.

Contacto con los ojos: Causa irritación, experimentada como picazón y malestar.

Efecto de sobreexposición repetida: La prolongada o repetida exposición cutánea puede causar resequedad en la piel.

Condiciones médicas agravadas por sobreexposición: Al contacto con la piel puede agravar en una dermatitis existente.

- **Gas Natural**: El gas natural se utiliza como materia prima para el proceso de desoxigenación, La exposición a elevadas concentraciones puede causar asfixia por desplazamiento de oxígeno; se manifiestan síntomas como pérdida del conocimiento y de la movilidad; a bajas concentraciones puede causar narcosis, vértigos, dolor de la cabeza, náuseas y pérdida de coordinación.

Sistemas de Protección

- Switch de alto nivel K 101 A
- Switch de bajo nivel K 101 A
- Switch de alto nivel T-103
- Switch de bajo nivel T-103
- Switch de alta presión T-103 A
- Switch de baja presión T-103 A
- Válvulas de seguridad

- Componente eléctrico que detecta pérdida o secuencia errónea de transmisión desde el PLC hasta el supervisorio de control.
- Extintores en área perimetral

Lazos de Control

Lazo de control abierto el nivel del sistema para los Tanques 103 – 103 A y 101 A.

Rango de Aplicación

Las etapas del proceso en la que se aplica este procedimiento abierto son:

- Operación normal,
- Paro/arranque programados,
- Condiciones atípicas de paro/arranque.
- Situaciones de emergencias operacionales.
- Situaciones de emergencias por liberación de peligros.

Requisitos o Precondiciones

- Nivel de operación dentro de los rangos requeridos (Mínimo 35 % de nivel y máximo 70% de nivel en todos los tanques.)
- Verificación de activación y funcionamiento del sistema de protecciones y alarmas sonoras.
- Manipular adecuadamente las válvulas relacionadas en la operación previniendo riesgos ergonómicos; carga estática: de pie o sentado, carga dinámica: esfuerzos o movimientos, que

afecten la salud de quien realice la operación ya sea por fatiga, lesiones del sistema osteomuscular o desordenes de trauma acumulativo.

- Realizar una inspección general a la locación, previo inicio de la actividad previniendo lesiones al operador. Hacer las correcciones pertinentes eliminando o mitigando las condiciones inseguras.
- Verificar que las válvulas que se cierran o abren sean las correctas para evitar generar alta niveles en el sistema de almacenamiento para gua de producción y captación.
- Riesgo físico por altos niveles de operación.
- Conocimiento medevac y riesgos generales de la Estación
- Correcto funcionamiento del PLC y supervisorio de control.

Tabla 22 Instructivo Para La Puesta En Operación Del Sistema de almacenamiento para agua de producción y agua de captación

TAREAS		**PELIGROS**	**CONSECUENCIAS**
CHECK LIST		**QUIEN**	
SI = √	**Plan 1 Instructivo operacional para puesta en marcha del tanque 103**	OPERADOR	Posible accidente del personal por el incumplimiento de los procedimientos.
	1.1 Verificar estado de la comunicación con el personal de operación.		
	1.12 Confirmar buen funcionamiento y visualización en cuarto de control del transmisor de nivel del T-103		
	1.13 Verificar el control de nivel de encendido y apagado para el T-103 y ajustarlo a 50% ON y 70% OFF. Esta se debe realizar desde el supervisorio		
	1.14 Confirmar que se encuentre instalada la PSV válvula de presión y vacío en techo del T-103.		
	1.15 Se procede a abrir la válvula bola de 6” de salida de agua hacia el T-103		
	1.16 Verificar estado de las válvulas de drenaje del T-103 se encuentren cerradas.		

	1.17 Verificar que las válvulas de 12”/150 de entrada agua de los filtros y entrada agua desoxigenada, no tengan panqueca, estén en posición abierta.		
	1.18 Verificar que la válvula de 16”/150 de salida de agua de T-103 al cabezal de succión de las booster P202, no tengan panqueca.		
	1.19 Confirmar que la válvula de la salida de la torre V-141 hacia el T-101A se encuentre cerrada, seguidamente iniciar bomba P 203B para iniciar el llenado de T-103 con agua desoxigenada		
	1.2 Realizar llenado del T-103 hasta el 70 % para realizar prueba de estanqueidad y visualización del transmisor de nivel. (durante el llenado se realizara monitoreo visual verificando que no se observe ninguna fuga, ni ondulaciones, ni alteraciones del terreno)		
	1.21 Abrir la válvula de 16”/150 de salida de agua de T-103 al cabezal de succión de las booster P202, seguidamente cerrar válvula del Bypass del T -103.		
	1.22 Habilitar succión y descarga de las booster P201C y P201B, cerrar los bypass instalados para la facilidad del T-103		
	1.23 Iniciar bombas P201C y P201B, verificando que los filtros Wenco y Bawer estén operando correctamente.		
	1.24 En caso de observar fugas de fluido por elementos en superficie como válvulas, uniones se debe informar de inmediato al supervisor de área para corregir la fuga		
	1.25 Al iniciar la actividad debe estar presente el instrumentista con su auxiliar para que vallan verificando el funcionamiento de la instrumentación del tanque y quede operando correctamente.		
	1.26 Suspensión de la actividad en caso de que las válvulas presenten fuga considerable o no se puedan abrir		
SI = √	**Plan 2**. **Instructivo operacional para puesta en marcha del tanque 103 A**	OPERADOR	Posible incidente por desviación de parámetros en la operación del equipo
	2.1 Verificar estado de la comunicación con el personal de operación.		
	2.12 Confirmar buen funcionamiento y visualización en cuarto de control del transmisor de nivel del T-103 A		
	2.13 Verificar el que la válvula de entrada desde la planta de tratamiento de agua de captación se encuentre abierta.		
	2.14 Confirmar que se encuentre instalada la PSV válvula de presión y vacío en techo del T-103 A		
	2.15 Se procede a abrir la válvula bola de 8”/150 de salida de agua hacia las bombas P 203 A – B.		
	2.16 Verificar estado de las válvulas de drenaje del T-103 A se encuentren cerradas.		
	2.17 Verificar que las válvulas de 4”/150 de salida de agua hacia las bombas de agua para la base de militares no tengan panqueca y estén en posición abierta.		

	2.18 Verificar que la válvula de 10”/150 de salida de agua de T-103 A al K350, no tengan panqueca.		
	2.19 Realizar llenado del T-103 A hasta el 70 % para realizar prueba de estanqueidad y visualización del transmisor de nivel. (durante el llenado se realizara monitoreo visual verificando que no se observe ninguna fuga, ni ondulaciones, ni alteraciones del terreno)		
	2.2 En caso de observar fugas de fluido por elementos en superficie como válvulas, uniones se debe informar de inmediato al supervisor de área para corregir la fuga		
	2.21 Al iniciar la actividad debe estar presente el instrumentista con su auxiliar para que vallan verificando el funcionamiento de la instrumentación del tanque y quede operando correctamente.		
	2.22 Suspensión de la actividad en caso de que las válvulas presenten fuga considerable o no se puedan abrir		
SI = √	**Plan 3**. **Instructivo operacional para puesta en marcha del tanque 101 A**	OPERADOR	Posible incidente por desviación de parámetros en la operación del equipo
	3.1 Verificar estado de la comunicación con el personal de operación.		
	3.11 Confirmar buen funcionamiento y visualización en cuarto de control del transmisor de nivel del T-101 A		
	3.12 Verificar el que la válvula de 10”/150 de entrada desde las torres desoxigenadoras T140- T141 se encuentre abierta.		
	3.13 Confirmar que se encuentre instalada la PSV válvula de presión y vacío en techo del T-101 A		
	3.14 Verificar estado de las válvulas de drenaje del T-101 A se encuentren cerradas.		
	3.15 Se procede a abrir la válvula bola de 8”/150 de entrada de agua que sale desde el Gum Barrel.		
	3.16 Verificar que la válvula de 8”/150 de salida de agua hacia las bombas P 201 A-B-C que suministran el agua los filtros wenco y bawer no tengan panqueca y estén en posición abierta.		
	3.17 Verificar que la válvula de 2”/150 del sistema de desnatado flotante se encuentre abierta.		

	3.18 Realizar llenado del T-101 A hasta el 70 % para realizar prueba de estanqueidad y visualización del transmisor de nivel. (Durante el llenado se realizara monitoreo visual verificando que no se observe ninguna fuga, ni ondulaciones, ni alteraciones del terreno). El nivel de operación para el T 101 A debe ser entre 50% y 65 % para mantener la calidad del agua de inyección y el correcto funcionamiento del sistema de desnatado flotante.
	3.19 En caso de observar fugas de fluido por elementos en superficie como válvulas, uniones se debe informar de inmediato al supervisor de área para corregir la fuga
	3.20 Al iniciar la actividad debe estar presente el instrumentista con su auxiliar para que vallan verificando el funcionamiento de la instrumentación del tanque y quede operando correctamente. Después de realizada la prueba de estanqueidad la operación del tanque queda a cargo del operador de producción e Inyección C6
	3.21 Suspensión de la actividad en caso de que las válvulas presenten fuga considerable o no se puedan abrir, o en caso que se pierda la señal de nivel del tanque en el supervisorio del cuarto de control.

8.7 Sistema de filtración para el agua de producción.

8.7.1 Bombas de carga a filtros P201 A/B/C

Figura 20 Bomba de transferencia P201 A/B, a filtros

Figura 21 Bomba de transferencia P201 C, a filtros

Estas bombas succionan el fluido a través de dos líneas, las cuales van conectadas al tanque TK 101 A. Una de estas líneas alimenta las bombas P 201 A/B, y la otra línea alimenta la bomba P201 C; Una vez alimentadas estas bombas, su función es descargar el fluido en los filtros WEMCO 1 y 2, además del filtro BAWER.

Tabla 23 Bombas de Transferencia P 201 A/B

Bombas de Transferencia P 201 A/B	
Marca	Goulds pumps
Tipo de bomba	Centrífuga
Presión succión	Presión del tanque TK 103
Presión descarga	30 – 40 psig
Diámetro succión	6”
Diámetro descarga	3”
Caudal	437 GPM
RPM	1800 RPM
Motor	
Tipo	Eléctrico
Potencia	50 HP
RPM	1770 RPM
Frecuencia	60 Hz
Fases	3
Voltaje	230/460 voltios
Corriente	117/58.5 Amp

Tabla 24 Bomba de Transferencia P 201 C

Bomba de Transferencia P 201 C	
Marca	Worthingtong D-1000
Tipo de bomba	Centrífuga
Presión succión	Presión del tanque TK 103
Presión descarga	30 – 40 psig
Diámetro succión	6”
Diámetro descarga	4”
RPM	1770 RPM
Motor	
Marca	Baldor
Tipo	Eléctrico
Potencia	50 HP
RPM	1775
Frecuencia	60 Hz
Voltaje	230/460 voltios
Corriente	114/57 Amp

8.7.2 **Filtros de cascarilla de nuez (wenco y bawer)**

Una vez el tanque K 101 A cuente con el volumen adecuado, las bombas P 201 A/B/C se encargan de bombear dicho fluido a los filtros BAWER y WEMCO; el proceso de filtrado es el último antes de que el agua quede lista para ser bombeada en los pozos de inyección. En este proceso de filtrado se pretende retener material particulado y reducir contenidos de hidrocarburos presentes en el agua mediante el uso de un filtro a base de cascarilla de nuez, el cual permite retener partículas finas entre las 0 y 10 micras. Los filtros WEMCO y BAWER tienen una configuración Down Flow, lo que quiere decir que el flujo que atraviesa el lecho de cascarilla de nuez es de tipo descendente.

Debido a la acumulación de material particulado y contenidos de hidrocarburos, los filtros deben ser sometidos a un proceso de retro lavado, el cual permite regenerar el lecho. El retro lavado consiste en invertir la corriente que se está tratando (flujo ascendente) y aplicar jabón desengrasante (MAT 47) en una cantidad de 1.5 galones por filtro durante el retro lavado, para así

remover y desplazar el material particulado y los contenidos de hidrocarburos que han quedado atrapados en el lecho, esta acción inversa genera la expansión del lecho para de esta manera favorecer la limpieza por acción hidráulica y fricción entre partículas. El retro lavado de los filtros WEMCO se hace de manera automática cada 24 horas; mientras que el retro lavado del filtro BAWER se ejecuta de manera manual cada 24 horas, finalmente el tiempo de retro lavado es 15 minutos ya sea en modo manual o automático. El tiempo de retro lavado y la cantidad de ciclos serán de acuerdo al criterio técnico del operador y la saturación del filtro.

Figura 22 Filtros de cascara de nuez Wenco 1-2

Figura 23 Filtro de cascara de nuez Bawer

Tabla 25 Características Filtros WEMCO 1 y 2

Características Filtros WEMCO 1 y 2	
Capacidad	17828 BBL/Día
Presión de operación	30 – 40 psig
Caudal de trabajo	Hasta 520 GPM
Lecho	Cascarilla de nuez
Temperatura máx. de operación	90 °F
Tiempo de duración retro lavado	15 minutos

Tabla 26 Características Filtro BAWER

Características Filtro BAWER	
Capacidad	24994 BBL/Día
Presión de operación	30 – 40 psig
Caudal de trabajo	Hasta 729 GPM
Lecho	Cascarilla de nuez
Temperatura máx. de operación	90 °F
Tiempo de duración retro lavado	15 minutos

8.7.3 **Decantadores y bombas de transferencia P 01 A-B-C-D**

Inmediatamente se inicia el proceso de retro lavado, el fluido resultante de esta operación es conducido a los decantadores correspondientes, en estos, el fluido permanece un tiempo aproximado de 4 horas, tiempo suficiente para que por efectos gravitatorios se precipiten los sólidos y trazas de hidrocarburos resultantes de la recuperación de los filtros de cascarilla de nuez; posteriormente, los filtros son desocupados, hasta la altura del cono, por acción de las bombas P01A/B para cada decantador correspondiente a los filtros WEMCO 1 y 2 y P01C/E para el decantador del filtro BAWER, las cuales envían el agua hacia el tanque TK 101 A; el agua que queda en el cono finalmente es dirigida por efectos gravitatorios hacia los lechos de secado.

Figura 24 Decantador filtro Wenco

Figura 25 Decantador filtro Bawer

Tabla 27 Decantador Filtro Bawer y Wenco 1-2

Decantador Filtro BAWER	
Capacidad	400 BLS
Diámetro	12 ft
Altura del tanque	26.9 ft
Altura del cilindro	16,4 ft
Altura del cono	10,5 ft
Temperatura de operación	120 °F
Tiempo de decantación	4 horas
1 Línea de entrada de agua	6”
1 Válvula manual de bola ANSI 150	6”
1 Indicador de nivel remoto	No
1 Línea de gas de cobertura	2”
2 Líneas de salida de agua	4”
2 Válvulas manuales de control de bola ANSI 150	4”
1 Línea de drenaje	6”
1 Válvula manual de bola ANSI 150	6”
1 Línea de gas a TEA de baja	6”
Decantador Filtros WEMCO 1 y 2	
Capacidad	272 BLS
Diámetro	12 ft
Altura del tanque	22 ft
Altura del cilindro	13 ft
Altura del cono	9 ft
Temperatura de operación	160 °F
Presión de operación	10 psig
Tiempo de decantación	4 horas
1 Línea de entrada de agua	4”
1 Línea de gas de cobertura	2”
1 Líneas de salida de agua	3”
1 Válvula de control automática	3”
1 Línea de drenaje	4”

Tabla 28 Bombas de Transferencia P01 A/B

Bombas de Transferencia P01 A/B	
Marca	Gould Pumps
Tipo de bomba	Centrifuga
Presión succión	Determinado por columna en el decantador
Presión descarga	35 – 40 psig
Diámetro succión	3”
Diámetro descarga	2”
Caudal	60 GPM
Motor	

Tipo	Eléctrico
Potencia	10 HP
RPM	1770

Tabla 29 Bombas de Transferencia P01 C/E

Bombas de Transferencia P01 C/E	
Marca	Worthington
Tipo de bomba	Centrifuga
Presión succión	Determinado por columna en el decantador
Presión descarga	35 – 40 psig
Diámetro succión	4”
Diámetro descarga	3”
Caudal	60 GPM
Motor	
Tipo	Eléctrico
Potencia	10 HP
RPM	1770

Figura 26 Bombas P 01 A/B

Figura 27 Bombas P 01 C/D

8.7.4 **Agua residual**

El agua que corresponde a residuos industriales y cunetas de aguas lluvia es enviada a una piscina API donde pasa por una etapa de desnatación y retención de sólidos, con el objetivo de separar el aceite del agua y retener el material partículado respectivamente. Finalmente, el fluido (Agua) es trasladado con la Bomba horizontal P113 A al tanque K101A SKIMMING separación de aceite y solidos por decantación, e ingresar al sistema de filtración de cascara de nuez, luego al tanque de cabeza hidráulica K103 para inyección a pozos.

8.7.5 **Lechos de secado**

Figura 28 Lechos de secado

Una vez el agua remanente en el cono de los decantadores BAWER y WEMCO se envía hacia el lecho de secado, esta es sometida a un proceso dividido en tres secciones de la siguiente manera:

En la primera sección se recibe toda el agua residual que viene de los decantadores WEMCO y BAWER, por densidades el agua queda en la parte inferior y las grasas y sólidos en la parte superior donde se forman las borras y es de fácil mantenimiento, requiriendo tan solo de un camión de vacío para su retiro y disposición final.

En la segunda sección por vasos comunicantes el agua pasa a este compartimiento con menos cantidad de grasas y sólidos, para el mantenimiento de este compartimiento también se requiere de camión de vacío.

Por último, en el tercer compartimento se tiene instalado el lecho filtrante de grava y arena uniformemente distribuidas con el objetivo de retener los sólidos que han pasado de los compartimentos anteriores a este y que provienen de los retro lavados de los filtros, aquí se separan del agua. Finalmente por gravedad el agua viaja a través de una tubería de 10” hasta el sumidero o tanque API que está en la parte inferior de la estación.

8.7.6 **Instructivo Para Puesta En Operación Del Sistema de filtración para el agua de producción**

Objetivo

Establecer un instructivo estándar para la operación, parada y puesta en marcha del Sistema de filtración para el agua de producción coordinación Yaguará de forma eficiente y segura.

Condiciones generales

Frecuencia de Revisión y de Ciclo de Trabajo

- Este instructivo se debe revisar y/o actualizar cada dos (2) años de acuerdo con la valoración de riesgo o antes si las condiciones bajo las cuales se está realizando el trabajo cambian y lo ameritan.
- La revisión del ciclo de trabajo se debe realizar cada dos (2) años. Las labores aquí descritas son desarrolladas diariamente, en dos turnos por el operador de la estación Peñaliza.

Peligros, Riesgos y Controles de Seguridad

Tabla 30 Peligros, Riesgos y Controles de Seguridad

Peligro	Riesgo	Controles requeridos para ejecutar la actividad (preventivo, protectivos, reactivos).
Locativos y mecánicos	Golpes, fracturas, atrapamientos	• Inspecciones al área de trabajo. • Inspección pre operacional de equipos, herramientas Y del área de trabajo antes de desarrollar la actividad. • Uso constante y de la calidad de los EPP adecuados para la actividad.

Fluido bajo presión (Líneas y equipos presurizados).	Pérdida de contenido (Derrames de Lubricantes).	• Mantenimiento, limpieza y calibración de válvulas y Switch de presión. • Mantenimiento preventivo y calibración de instrumentos y transmisores de presión, flujo y niveles y del sistema eléctrico de respaldo. • Adecuada accionamiento de las válvulas manuales. • Inspecciones periódicas de equipos, tuberías y múltiples (espesores, entre otros) • Protección de tuberías y equipos (esmalte, pinturas anticorrosivas, poliquen, etc.) • Ciclo diario de retro lavado a cada filtro después de 24 horas de trabajo continuo. • Contar con elementos para la atención de una emergencia: Uso de tela oleofílica, baldes, arena y cal como kit ambiental para la actividad. • Conocer y aplicar el plan de contingencia.
Ruido>85DBA.	Enfermedad Profesional.	• Capacitar al Personal Sobre la importancia del Uso y Cuidado de su sistema auditivo. • Emplear constantemente la protección auditiva adecuada durante toda la jornada de trabajo, cuando aplique.
Estrés Por Calor (altas Temperaturas).	Enfermedad Profesional Choque térmico.	• Permanecer en lugares sombreados, hidratarse frecuentemente, asegurar la permanencia de agua en el área. • Aplicación de bloqueador solar.

Aspectos, Impactos y Controles Ambientales

Tabla 31 Aspectos, Impactos y Controles Ambientales

Emergencia/Afectación	
Impactos	Controles
Suelos, vegetación y sólidos impregnados con Lubricantes	• Almacenamiento en canecas o tanques, transporte en vehículos acondicionados • Recuperación de fluidos asociados, si la relación costo/beneficio es favorable.

	• Biorremediación natural o estimulada/Tratamiento Fisicoquímico/ incineración/ estabilización/ mezcla en vía, entre otros. Según indicadores técnicos y económicos. • Mantener el área libre de objetos innecesarios
Jabón MAT 47	• Almacenamiento y disposición a la Batería. • Utilización como insumo (para el mantenimiento diario de los filtros) • Manejar como químico especial. • Almacenar de manera adecuada según las normas establecidas por ECOPETROL. • Evitar derrame de productos en la capa vegetal y evitar el contacto con la piel.

Referencias

Levantamiento de información, trabajo de campo, operador de Inyección.

Equipo Personal de Protección

- El personal participante (Ecopetrol, proveedor y/o contratista) debe usar calzado tipo industrial con puntera de seguridad, vestir ropa 100% de algodón, utilizar casco, guantes de protección, gafas de seguridad y protección auditiva

Recursos Materiales

Los productos o insumos requeridos para el desarrollo de esta actividad son:

MAT 47: Puede causar irritación respiratoria u otros efectos pulmonares después de una prolongada repetida inhalación de neblina a niveles aerotransportados que estén por encima del límite de exposición. Entre los síntomas de la irritación respiratoria se pueden encontrar tos y dificultad al respirar, como también quemaduras en la vía aérea.

Sistemas de Protección

- Botón de parada de emergencia
- Componente eléctrico que detecta pérdida o secuencia errónea de fase y detiene el equipo
- Relé de protección térmica (reposición manual)
- Extintores en área perimetral

Lazos de Control

- Lazo de control abierto, se visualiza la presión del sistema de captación.

Rango de Aplicación

Las etapas del proceso en la que se aplica este procedimiento abierto son:

- Operación normal,
- Paro/arranque programados,
- Condiciones atípicas de paro/arranque.
- Situaciones de emergencias operacionales.
- Situaciones de emergencias por liberación de peligros.

Requisitos o Precondiciones

- Presión de descarga dentro de los rangos requeridos

- Presión diferencial no superior a 5 psi
- Verificación de activación y funcionamiento del sistema de protecciones
- Verificación de activación y funcionamiento del sistema automático para el ciclo de retro lavado.
- Manipular adecuadamente las válvulas relacionadas en la operación previniendo riesgos ergonómicos; carga estática: de pie o sentado, carga dinámica: esfuerzos o movimientos, que afecten la salud de quien realice la operación ya sea por fatiga, lesiones del sistema osteomuscular o desordenes de trauma acumulativo.
- Realizar una inspección general a la locación, previo inicio de la actividad previniendo lesiones al operador. Hacer las correcciones pertinentes eliminando o mitigando las condiciones inseguras.
- El uso de protecciones auditivos durante la operación (encendido de los compresores y operación) es necesario para prevenir irritabilidad en los oídos y en caso extremo la sordera.
- El uso de protecciones respiratoria durante la operación durante la operación e inspección de los equipos.
- Riesgo físico por altas presiones de operación.
- Riesgo físico por altas concentraciones de H2S en el área de operación.
- Conocimiento medevac y riesgos generales de la Estación.

Tabla 32 Instructivo Para Puesta En Operación Del Sistema de filtración para el agua de producción

CHECK LIST		**PELIGROS**	**CONSECUENCIAS**
SI = √	**Plan 1 Instructivo Puesta En Marcha Bombas P 201 A/B/C**	OPERADOR	Posible accidente del personal por el

			incumplimiento de los procedimientos.
	1.11 Verificar en el cuarto de control que el tanque 103 tenga suficiente nivel (mayor de 35%).		
	1.12 Abrir válvulas de succión y descarga.		
	1.13 Abrir válvulas de venteo (válvula de media pulgada).		
	1.14 Revisar las protecciones (alta presión de descarga y baja presión de succión, protección térmica)		
	1.15 Energizar el sistema, en cada bomba (ON).		
	1.16 Ubicar el **selector** en **manual**		
	1.17 En el panel del variador ubicado en el cuarto de control aumentar o disminuir frecuencia para controlar el nivel de T103, sólo para la bomba P201 C.		
	1.8 Revisar la bomba y detectar anomalías. La bomba P201 A/B no tienen variador		
SI = √	**Plan 2. Instructivo De Operación Manual Para El Retro lavado Filtro Bawer**	OPERADOR	Posible incidente por desviación de parámetros en la operación del equipo
	2.11 Verificar que el suministro de energía eléctrica es normal: 480 VAC entre las tres fases.		
	2.12 Verificar que la bomba Booster esté funcionando en condiciones normales.		
	2.13 Cerrar válvula de entrada de agua de producción que viene desde el T 103.		
	2.14 Cerrar válvula de salida de agua a tanque de cabeza hidráulica T103.		
	2.15 Abrir válvula de salida de agua hacia el decantador Bawer		
	2.16 Abrir válvula de entrada de agua de la línea de retro lavado.		
	2.17 Iniciar la bomba de retro lavado desde el PLC de forma manual.		
	2.18 Habilitar la entrada de jabón industrial desengrasante MAT 47 durante el ciclo de retro lavado el cual tiene una duración de 15 minutos.		
	2.19 Pasados los 15 minutos de ciclo para el retro lavado, ddeshabilitar entrada de jabón industrial desengrasante MAT 47.		
	2.20 Apagar de forma manual la bomba de retro lavado.		
	2.21 Cerrar válvula de entrada de agua de la línea de retro lavado.		

	2.22 Abrir válvula de la línea de entrada de agua al decantador la cual proviene desde las bombas P201 A- B- C.		
	2.23 Abrir válvula de la línea de salida a tanque de cabeza hidráulica T 103		
	2.24 Cerrar válvula de la línea de salida de agua al decantador del bawer.		
SI = √	**Plan 3**. **Instructivo de operación para los decantadores en la operación de retro lavado de los filtros**	OPERADOR	Posible incidente por desviación de parámetros en la operación del equipo
	3.1 Verificar que la válvula de salida del cono del decantador esté cerrada		
	3.12 Iniciar proceso de retro lavado de los filtros WEMCO y BAWER		
	3.13 Decantar el agua residual del proceso de retro lavado		
	3.14 Habilitar línea de succión de las bombas decantadoras		
	3.15 Habilitar línea de descarga bombas decantadoras		
	3.16 Iniciar la bomba P01 E, colocar perilla en **Start**		
	3.17 Verificar potencia de descarga de la bomba (35 y 40 psig)		
	3.18 Apagar la bomba P01 E cuando la presión de descarga sea cero (0 psig)		
	3.19 Cerrar líneas de succión y de descarga de las bombas		
	3.20 Habilitar línea de salida del cono del decantador		
	3.21 Cerrar línea de salida del cono del decantador una vez drenado		

8.8 Sistema De Precarga Para Las Bombas de Inyección.

8.8.1 Bombas Booster De Precarga P 202 A/B/C/D.

Figura 29 Bombas Booster de precarga BIAS

Tienen como objeto suministrar agua a las bombas de inyección principales a la presión requerida para que las BIAS empiecen el proceso de inyección. Las bombas P202 A/B/C/D succionan el agua del tanque de cabeza hidráulica T-103 y la descargan a las bombas de inyección BIAS a una presión entre 100 y 150 psig. Es importante resaltar que a la salida de las bombas de precarga se inyectan químicos tal como se muestra en el esquema de inyección de química, que evitan la corrosión e incrustaciones en la tubería de inyección.

Tabla 33 Bombas Booster de Precarga P 202 A/C/D

Bombas Booster de Precarga P 202 A/C/D	
Marca	Flow Server-Worthington
Tipo de bomba	Centrifuga
Presión succión mínima	10 psig
Presión descarga	100 – 150 psig
Diámetro succión	6”
Diámetro descarga	4”
Caudal	30000 BPD cada bomba
Cabeza neta positiva requerida	5.2 ft
Indicadores de presión	En línea de succión y línea de descarga
Motor	
Marca	Us Motors-Emerson Motor Corp
Modelo	R923
Tipo	Eléctrico

Potencia	100 HP
RPM	3560
Fases	3
Frecuencia	60 Hz
Voltaje	230-460 volts
Amperaje	220-111 amperios

Tabla 34 Bombas Booster de Precarga P 202 B

Bombas Booster de Precarga P 202 B	
Marca	Ingersoll – Dresser - Worthington
Tipo de bomba	Centrifuga
Presión succión	10 psig
Presión descarga	100 – 150 psig
Diámetro succión	2”
Diámetro descarga	1”
Cabeza neta positiva requerida	5.2 ft
Indicadores de presión	En línea de succión y línea de descarga
Motor	
Marca	Leeson Electric Corp
Modelo	N405T34FB7B
Tipo	Eléctrico
Potencia	100 HP
RPM	3565
Fases	3
Frecuencia	60 Hz
Voltaje	208-230/460 volts
Amperaje	242-220/110 amperios

8.8.2 **Bombas de inyección de químicos**

La función principal de la inyección de químicos es impedir el ingreso de oxígeno al sistema, ingreso que generalmente se da a través de recipientes atmosféricos. Esto se logra por medio de un equipo de dosificación de químicos como lo son secuestrante de oxígeno, inhibidor de corrosión, rompedor inverso e inhibidor de incrustación; conectados a la línea de descarga de las bombas booster de precarga. Para este proceso de inyección se utilizan bombas eléctricas de

diafragma ajustadas manualmente de acuerdo con los requerimientos de cantidad de caudal de fluido de sustancias químicas.

Figura 30 Bomba dosificadora para inyección de química

Tabla 35 Bombas de Inyección de Químico

Bombas de Inyección de Químico	
Marca	TXT
Tipo de bomba	Diafragma Eléctrico
Presión succión	Atmosférica
Presión descarga	200 psig
Caudal	1.7 GPH
Indicadores de presión	A la salida de la unidad dosificadora
Motor	
Tipo	Motor eléctrico
Potencia	0.5 HP

Tabla 36 Químicos a Inyectar

Químicos a Inyectar
CORRTREAT 7395- INHIBIDOR DE CORROSIÓN
SCALETREAT 2803 – INHIBIDOR DE INCRUSTRACIONES
TROS TC 1001 – SECUESTRANTE DE OXÍGENO
DISMULGAN UV 3377 – ROMPEDOR INVERSO

Figura 31 Estación de química Inyección de agua

Cada estación de química cuenta con su respectiva ducha y lava ojos para ser utilizadas por el operador en caso de cualquier emergencia o contacto con algún producto químico.

8.8.3 **Instructivo Para Puesta En Operación Del Sistema De Precarga Para Las Bombas de Inyección.**

Objetivo

Establecer un instructivo estándar para la operación, parada y puesta en marcha del Sistema De Precarga para las Bombas de Inyección., coordinación Yaguará de forma eficiente y segura.

Condiciones generales

Frecuencia de Revisión y de Ciclo de Trabajo

- Este instructivo se debe revisar y/o actualizar cada dos (2) años de acuerdo con la valoración de riesgo o antes si las condiciones bajo las cuales se está realizando el trabajo cambian y lo ameritan.
- La revisión del ciclo de trabajo se debe realizar cada dos (2) años. Las labores aquí descritas son desarrolladas diariamente, en dos turnos por el operador de Producción e inyección C6

Peligros, Riesgos y Controles de Seguridad

Tabla 37 Peligros, Riesgos y Controles de Seguridad

Peligro	Riesgo	Controles requeridos para ejecutar la actividad (preventivo, protectivos, reactivos).
Locativos y mecánicos	Golpes, fracturas, atrapamientos	• Inspecciones al área de trabajo. • Inspección pre operacional de equipos, herramientas Y del área de trabajo antes de desarrollar la actividad. • Uso constante y de la calidad de los EPP adecuados para la actividad.
Fluido bajo presión (Líneas y equipos presurizados).	Pérdida de contenido (Derrames de Lubricantes).	• Mantenimiento, limpieza y calibración de válvulas de presión. • Mantenimiento preventivo y calibración de instrumentos y transmisores de presión, flujo y niveles y del sistema eléctrico de respaldo. • Adecuada accionamiento de las válvulas manuales. • Inspecciones periódicas de equipos, tuberías y múltiples (espesores, entre otros) • Protección de tuberías y equipos (esmalte, pinturas anticorrosivas, poliquen, etc.) • Contar con elementos para la atención de una emergencia: Uso de tela oleofílica, baldes,

		arena y cal como kit ambiental para la actividad. • Conocer y aplicar el plan de contingencia.
Ruido>85DBA.	Enfermedad Profesional.	• Capacitar al Personal Sobre la importancia del Uso y Cuidado de su sistema auditivo. • Emplear constantemente la protección auditiva adecuada durante toda la jornada de trabajo, cuando aplique.
Estrés Por Calor (altas Temperaturas).	Enfermedad Profesional Choque térmico.	• Permanecer en lugares sombreados, hidratarse frecuentemente, asegurar la permanencia de agua en el área. • Aplicación de bloqueador solar.

Aspectos, Impactos y Controles Ambientales

Tabla 38 Aspectos, Impactos y Controles Ambientales

Emergencia/Afectación	
Impactos	Controles
Suelos, vegetación y sólidos impregnados con Lubricantes	• Almacenamiento en canecas o tanques, transporte en vehículos acondicionados • Recuperación de fluidos asociados, si la relación costo/beneficio es favorable. • Biorremediación natural o estimulada/Tratamiento Fisicoquímico/ incineración/ estabilización/ mezcla en vía, entre otros. Según indicadores técnicos y económicos. • Mantener el área libre de objetos innecesarios
Lubricantes	• Almacenamiento y disposición a la Batería. • Disponer de manera adecuada de los residuos según las normas establecidas por ECOPETROL. • Evitar derrame de productos lubricantes y de limpieza general.

Referencias

- Levantamiento de información, trabajo de campo, operador de Inyección.

Equipo Personal de Protección

- El personal participante (Ecopetrol, proveedor y/o contratista) debe usar calzado tipo industrial con puntera de seguridad, vestir ropa 100% de algodón, utilizar casco, guantes de protección, gafas de seguridad y protección auditiva

Recursos Materiales

Los productos o insumos requeridos para el desarrollo de esta actividad son:

- Aceite Lubricante: Puede causar irritación respiratoria u otros efectos pulmonares después de una prolongada repetida inhalación de neblina de aceite a niveles aerotransportados que estén por encima del límite de exposición recomendado para la neblina de aceite mineral. Entre los síntomas de la irritación respiratoria se pueden encontrar tos y dificultad al respirar.

  Esta sustancia se inflama aunque no prende fuego fácilmente. Con respecto a los fuegos que tengan que ver con esta sustancia, no entre ningún espacio de incendio cerrado o confinado sin haberse puesto los adecuados equipos protectores, incluyendo aparato de respiración autónoma.

Sistemas de Protección

- Botón de parada de emergencia

- Componente eléctrico que detecta pérdida o secuencia errónea de fase y detiene el equipo
- Relé de protección térmica (reposición manual)
- Extintores en área perimetral
- Switch de presión.

Lazos de Control

- Lazo de control abierto, se visualiza la presión y el nivel del sistema de la planta de tratamiento de agua de captación.

Rango de Aplicación

Las etapas del proceso en la que se aplica este procedimiento abierto son:

- Operación normal,
- Paro/arranque programados,
- Condiciones atípicas de paro/arranque.
- Situaciones de emergencias operacionales.
- Situaciones de emergencias por liberación de peligros.

Requisitos o Precondiciones

- Presión de descarga dentro de los rangos requeridos
- Niveles de agua en el Tanque de cabeza hidráulica dentro de los rangos requeridos

- Verificación de activación y funcionamiento del sistema de protecciones
- Manipular adecuadamente las válvulas relacionadas en la operación previniendo riesgos ergonómicos; carga estática: de pie o sentado, carga dinámica: esfuerzos o movimientos, que afecten la salud de quien realice la operación ya sea por fatiga, lesiones del sistema osteomuscular o desordenes de trauma acumulativo.
- Realizar una inspección general a la locación, previo inicio de la actividad previniendo lesiones al operador. Hacer las correcciones pertinentes eliminando o mitigando las condiciones inseguras.
- Verificar que las válvulas que se cierran sean las correctas para evitar generar alta presión, niveles en el sistema y el apagado automático de las bombas, provocando una posible parada en el normal funcionamiento y operación del sistema.
- El uso de protecciones auditivos durante la operación (encendido de los compresores y operación) es necesario para prevenir irritabilidad en los oídos y en caso extremo la sordera.
- Riesgo físico por altas presiones de operación.
- Riesgo ambiental por altos niveles no controlados en el tanque de cabeza hidráulica.
- Conocimiento medevac y riesgos generales de la Estación.

Tabla 39 Instructivo Para Puesta En Operación Del Sistema De Precarga Para Las Bombas de Inyección

CHECK LIST		**PELIGROS**	**CONSECUENCIAS**
SI = √	**Plan 1. Instructivo De Puesta En Marcha Bombas Booster De Precarga P202 A/B/C/D**	OPERADOR	Posible accidente del personal por el incumplimiento de los procedimientos.

CHECK LIST		PELIGROS	CONSECUENCIAS
	1.1 Verificar en el cuarto de control que el Tanque 103 tenga suficiente nivel (mayor de 35%).		
	1.12 Abrir válvulas de succión y descarga. Es importante tener en cuenta que siempre deben trabajar 2 de las Bombas de forma simultánea.		
	1.13 Abrir válvulas de venteo (válvula de media pulgada).		
	1.14 Revisar las protecciones (alta presión de descarga y baja presión de succión, protección térmica).		
	1.15 Energizar el sistema, en cada bomba (ON).		
	1.16 Seleccionar el modo de arranque (arrancador suave o directo).		
	1.17 Dar inicio al equipo.		
	1.18 Cerrar válvula de venteo.		
	1.19 Revisar la bomba y detectar anomalías, antes de proceder a encender la BIAS.		
	1.2 Para arrancar cualquiera de las Bombas P202 se debe repetir cada uno de los pasos descritos desde el punto 1.1 hasta el 1.19.		

8.9 Sistema de Inyección de Agua.

El sistema de inyección de agua para el campo los Mangos Yaguará – Ecopetrol, está conformado por 4 bombas de Inyección las cuales según su capacidad deben proveer una inyección diaria promedio de 64.000 BWPD y una presión de inyección de 1650 PSI la cual brinda un soporte al yacimiento.

Por tal razón es importante conocer la capacidad de cada una de las bombas de inyección con el propósito de lograr una distribución acorde a la necesidad del campo, asegurando nos solamente la integridad de los equipos, líneas y pozos, sino principalmente la seguridad y salud del trabajador y la preservación del medio ambiente.

Las bombas de inyección 4 y 5 cuenta con una capacidad máxima de hasta 35.000 BWPD trabajando con una eficiencia del 90% cada una por lo que trabajar con estas dos bombas sería una combinación perfecta a la hora de lograr una inyección superior a los 60.000 BWPD y una presión superior a los 1600 PSI.

La bomba de inyección 6 cuanta con una capacidad de inyección de hasta 20.000 BWPD operando al 100% de su capacidad, sin embargo se recomienda que esta bomba no supere una inyección de agua mayor a 19.000 BWPD y menor a 16.000 BWPD.

La bomba de inyección 7, cuenta con una capacidad de inyección de hasta 6000 BWDP, la cual la convierta más en una posibilidad de respaldo a la operación en caso de cualquier contingencia.

Una vez el agua sale de las bombas booster de precarga P202 A/B/C/D con la presión necesaria para cargar las bombas de inyección BIAS 4, 5, 6,7; estas últimas tienen como propósito bombear el agua a través de las líneas de inyección a los pozos, las cuales está distribuidas en ramales, e inyectarla a la presión establecida o recomendada por Ingeniería de Yacimientos e integridad la cual es de 1600 psig.

Figura 32 Bombas de inyección de agua 4 y 5 multietapa, 4x10-12 STG/DMX

Figura 33 Bomba de Inyección 6 Baker- Centrilift

Figura 34 Bomba de Inyección 7 (Triplex plunger)

Tabla 40 ESPECIFICACIONES BIAS 4,5

ESPECIFICACIONES BIAS 4,5	
Marca	FLOW SERVER
Tipo de bomba	Multietapa, 4x10-12 STG / DMX
Presión succión	60 – 160 psig
Presión operación/descarga (setting)	1600 psig (máx. operación 2100 psig)
Diámetro succión	6”
Diámetro descarga	4”
Cabeza neta positiva requerida	5.2 ft
Indicadores de presión	En línea de succión y línea de descarga
Motor	
Marca	General Electric
Tipo	Eléctrico
Potencia	1250 HP
RPM	3581
Fases	3
Frecuencia	60 Hz
Voltaje	4000 volts
Amperaje	153 amperios
Factor de potencia	0.92
Temperatura	90ºC

Tabla 41 ESPECIFICACIONES BIA 6

ESPECIFICACIONES BIA 6	
Marca	BAKER-CENTRILIFT
Tipo de bomba	Centrifuga
Numero de etapas	20
Presión succión	60 – 150 psig
Presión operación /descarga (setting)	1600 psig (máx. operación 2000psig)
Diámetro succión	4”
Diámetro descarga	2 7/16”
Indicadores de presión	En línea de succión y línea de descarga
Motor	
Marca	SIEMENS
Tipo	Eléctrico
Fases	3
Frecuencia	60 Hz
Voltaje	4000 volts
Amperaje	126 amperios

Tabla 42 ESPECIFICACIONES BIA 7

ESPECIFICACIONES BIA 7	
Marca	Wheatley Gaso Inc.
Tipo de bomba	Triplex (plunger)
Diámetro plunger	3 ¼”
Velocidad	265 spm
Modelo	Hp360am
Presión succión	100 – 150 psig
Presión descarga	1530 psi (máx. operación 2350psig)
Diámetro succión	4”
Diámetro descarga	3”
Indicadores de presión	En línea de succión y línea de descarga
Sistema lubricación	Aceite
Motor	
Marca	General Electric
Tipo	Eléctrico
Potencia	360 HP
Fases	3
Frecuencia	60 Hz

8.9.1 **Instructivo De Puesta En Marcha Sistema de Inyección.**

Objetivo

Establecer un instructivo estándar para la operación, parada y puesta en marcha del Sistema De Inyección., coordinación Yaguará de forma eficiente y segura.

Condiciones generales

Frecuencia de Revisión y de Ciclo de Trabajo

- Este instructivo se debe revisar y/o actualizar cada dos (2) años de acuerdo con la valoración de riesgo o antes si las condiciones bajo las cuales se está realizando el trabajo cambian y lo ameritan.
- La revisión del ciclo de trabajo se debe realizar cada dos (2) años. Las labores aquí descritas son desarrolladas diariamente, en dos turnos por el operador de Producción e inyección C6

Peligros, Riesgos y Controles de Seguridad

Tabla 43 Peligros, Riesgos y Controles de Seguridad

Peligro	Riesgo	Controles requeridos para ejecutar la actividad (preventivo, protectivos, reactivos).
Locativos y mecánicos	Golpes, fracturas, atrapamientos	• Inspecciones al área de trabajo. • Inspección pre operacional de equipos, herramientas Y del área de trabajo antes de desarrollar la actividad. • Uso constante y de la calidad de los EPP adecuados para la actividad.

Fluido bajo presión (Líneas y equipos presurizados).	Pérdida de contenido (Derrames de Lubricantes).	• Mantenimiento, limpieza y calibración de válvulas de presión. • Mantenimiento preventivo y calibración de instrumentos y transmisores de presión, flujo y niveles y del sistema eléctrico de respaldo. • Adecuada accionamiento de las válvulas manuales. • Inspecciones periódicas de equipos, tuberías y múltiples (espesores, entre otros) • Protección de tuberías y equipos (esmalte, pinturas anticorrosivas, poliquen, etc.) • Contar con elementos para la atención de una emergencia: Uso de tela oleofílica, baldes, arena y cal como kit ambiental para la actividad. • Conocer y aplicar el plan de contingencia.
Ruido>85DBA.	Enfermedad Profesional.	• Capacitar al Personal Sobre la importancia del Uso y Cuidado de su sistema auditivo. • Emplear constantemente la protección auditiva adecuada durante toda la jornada de trabajo, cuando aplique.
Estrés Por Calor (altas Temperaturas).	Enfermedad Profesional Choque térmico.	• Permanecer en lugares sombreados, hidratarse frecuentemente, asegurar la permanencia de agua en el área. • Aplicación de bloqueador solar.
Eléctrico	Electrocución. Descargas eléctricas. Quemaduras.	• Usar EPP dieléctricos. • Non intervenir líneas vivas • No ingresar en áreas clasificadas para riesgo eléctrico con ropa mojada o durante una tormenta.

Aspectos, Impactos y Controles Ambientales

Tabla 44 Aspectos, Impactos y Controles Ambientales

Emergencia/Afectación	
Impactos	Controles
Suelos, vegetación y sólidos	• Almacenamiento en canecas o tanques, transporte en vehículos acondicionados

impregnados con Lubricantes	• Recuperación de fluidos asociados, si la relación costo/beneficio es favorable. • Biorremediación natural o estimulada/Tratamiento Fisicoquímico/ incineración/ estabilización/ mezcla en vía, entre otros. Según indicadores técnicos y económicos. • Mantener el área libre de objetos innecesarios
Lubricantes	• Almacenamiento y disposición a la Batería. • Disponer de manera adecuada de los residuos según las normas establecidas por ECOPETROL. • Evitar derrame de productos lubricantes y de limpieza general.

Referencias

- Levantamiento de información, trabajo de campo, operador de Inyección.

Equipo Personal de Protección

- El personal participante (Ecopetrol, proveedor y/o contratista) debe usar calzado tipo industrial con puntera de seguridad, vestir ropa 100% de algodón, utilizar casco, guantes de protección, gafas de seguridad y protección auditiva

Recursos Materiales

Los productos o insumos requeridos para el desarrollo de esta actividad son:

- Aceite Lubricante: Puede causar irritación respiratoria u otros efectos pulmonares después de una prolongada repetida inhalación de neblina de aceite a niveles aerotransportados que estén por encima del límite de exposición recomendado para la neblina de aceite mineral.

Entre los síntomas de la irritación respiratoria se pueden encontrar tos y dificultad al respirar.

Esta sustancia se inflama aunque no prende fuego fácilmente. Con respecto a los fuegos que tengan que ver con esta sustancia, no entre ningún espacio de incendio cerrado o confinado sin haberse puesto los adecuados equipos protectores, incluyendo aparato de respiración autónoma.

Sistemas de Protección

- Botón de parada de emergencia
- Componente eléctrico que detecta pérdida o secuencia errónea de fase y detiene el equipo
- Relé de protección térmica (reposición manual)
- Switch de presión.
- Switch de flujo.
- Trasmisores de flujo
- Trasmisores de temperatura
- Interruptores
- Válvulas de seguridad.
- Extintores en área perimetral

Lazos de Control

- Lazo de control abierto, se visualiza la presión y el nivel del sistema de la planta de tratamiento de agua de captación.

Rango de Aplicación

Las etapas del proceso en la que se aplica este procedimiento abierto son:

- Operación normal,
- Paro/arranque programados,
- Condiciones atípicas de paro/arranque.
- Situaciones de emergencias operacionales.
- Situaciones de emergencias por liberación de peligros.

Requisitos o Precondiciones

- Presión de descarga dentro de los rangos requeridos
- Niveles de agua en el Tanque de cabeza hidráulica dentro de los rangos requeridos
- Verificación de activación y funcionamiento del sistema de protecciones
- Manipular adecuadamente las válvulas relacionadas en la operación previniendo riesgos ergonómicos; carga estática: de pie o sentado, carga dinámica: esfuerzos o movimientos, que afecten la salud de quien realice la operación ya sea por fatiga, lesiones del sistema osteomuscular o desordenes de trauma acumulativo.

- Realizar una inspección general a la locación, previo inicio de la actividad previniendo lesiones al operador. Hacer las correcciones pertinentes eliminando o mitigando las condiciones inseguras.
- Verificar que las válvulas que se cierran sean las correctas para evitar generar alta presión, niveles en el sistema y el apagado automático de las bombas, provocando una posible parada en el normal funcionamiento y operación del sistema.
- Verificar cierre de interruptores de las líneas eléctricas TR 09 y 10
- El uso de protecciones auditivos durante la operación (encendido de los compresores y operación) es necesario para prevenir irritabilidad en los oídos y en caso extremo la sordera.
- Riesgo físico por altas presiones de operación.
- Riesgo eléctrico
- Riesgo ambiental por altos niveles no controlados en el tanque de cabeza hidráulica.
- Capacitación y entrenamiento
- Habilidad para detección de fallas en PLC y sistemas eléctricos.
- Conocimiento medevac y riesgos generales de la Estación.

Tabla 45 Instructivo De Puesta En Marcha Sistema de Inyección.

CHECK LIST		**PELIGROS**	**CONSECUENCIAS**
SI = √	**Plan 1. Instructivo De Puesta En Marcha Bombas de Inyección 4 y 5**	OPERADOR	Posible accidente del personal por el incumplimiento de los procedimientos.
	1.1 Energizar pórtico 34.5 Kv S/E sistema inyección de agua		
	1.12 Verificar la apertura de cuchillas de puesta a tierra del seccionador 289 T9 y 289 T10.		

	1.13 Verificar que las cuchillas mono polares en la estructura EIA-02 estén cerradas.		
	1.14 Verificar que los cortacircuitos porta-cañuela en la entrada al pórtico 34.5 Kv estén cerrados		
	1.15 Verificar que los seccionadores 289 T9 y 289 B9 y el reconectador 252 T9 del relé panacea estén cerrados		
	1.16 Verificar que el interruptor master pack en la celda de entrada del transformador TR-9 y el interruptor de alimentación de la celda de salida para el arrancador estén cerrados; para evidenciar tensión en TR-9. Los pilotos en el frente de tablero deben estar encendidos		
	1.17 Seleccionar en la celda del arrancador suave el modo de control automático (perilla).		
	1.18 Verificar que la válvula de succión y descarga de la bomba estén abiertas.		
	1.19 Verificar que la succión este por encima de 60 psig (presión normal 120 psig).		
	1.2 Verificar que la presión de descarga del sistema sea mayor a 1150 psig, de lo contrario las bombas de inyección no arrancaran.		
	1.21 Verificar niveles de aceite de los rodamientos del motor y de la bomba		
	1.22 Dar arranque a la bomba por medio del botón "inicio" ubicado en el panel view de las bombas. También se pueden encender desde el CCM siempre y cuando estén en modo local		
	1.23 Inspeccionar la bomba para detectar condiciones anormales ruidos, vibraciones; y hacer seguimiento durante los siguientes tres minutos para verificar la normalización del sistema.		
SI = √	**Plan 2. Instructivo De Puesta En Marcha Bomba de Inyección 6.**	OPERADOR	Posible accidente del personal por el incumplimiento de los procedimientos.
	2.1 Energizar pórtico 34.5 Kv S/E sistema inyección de agua		
	2.12 Verificar la apertura de cuchillas de puesta a tierra del seccionador 289 T9 y 289 T10.		
	2.13 Verificar que las cuchillas mono polares en la estructura EIA-02 estén cerradas.		
	2.14 Verificar que los cortacircuitos porta-cañuela en la entrada al pórtico 34.5 Kv estén cerrados		
	2.15 Verificar que los seccionadores 289 T9 y 289 B9 y el reconectador 252 T9 del relé panacea estén cerrados		
	2.16 Verificar que el interruptor master pack en la celda de entrada del transformador TR-9 y el interruptor de alimentación de la celda de salida para el arrancador estén cerrados; para evidenciar tensión en TR-9. Los pilotos en el frente de tablero deben estar encendidos		
	2.17 Seleccionar en la celda del arrancador suave el modo de control automático (perilla).		

	2.18 Verificar que la válvula de succión y descarga de la bomba estén abiertas.		
	2.19 Verificar que la succión este por encima de 60 psig (presión normal 120 psig).		
	2.21 Verificar niveles de aceite de los rodamientos del motor y de la bomba y la cámara de empuje.		
	2.22 Dar arranque a la bomba por medio del botón "inicio" ubicado en el panel view de las bombas. También se pueden encender desde el CCM siempre y cuando estén en modo local		
	2.23 Inspeccionar la bomba para detectar condiciones anormales ruidos, vibraciones; y hacer seguimiento durante los siguientes tres minutos para verificar la normalización del sistema.		
SI = √	**Plan 3. Instructivo De Puesta En Marcha Bomba de Inyección 7.**	OPERADOR	Posible accidente del personal por el incumplimiento de los procedimientos.
	3.1 Verificar que la presión de succión esté por encima de 60 psig		
	3.12 Verificar que las alarmas estén desactivadas con el temporizador		
	3.13 Verificar que las válvulas de succión y descarga estén abiertas		
	3.14 Verificar en la caseta de control que la corriente eléctrica este en 480 V		
	3.15 Verificar que las protecciones (alta vibración, alta presión de descarga, baja presión de succión) estén en línea (listas para actuar ante cualquier emergencia).		
	3.16 Energizar la bomba, en la caseta de control, colocando en automático el selector (manual, cero, automático).		
	3.17 Abrir el choque de la línea de descarga de la bomba (BIA 7)		
	3.18 Prender la bomba, dando "run" en la caseta de control		
	3.19 Verificar en el tablero de la caseta de control que las RPM estén a 1800 y la frecuencia a 60 Hz		
	3.2 Activar alarmas		
	3.21 Cerrar lentamente el choque, hasta quedar completamente cerrado		
	3.22 Revisar la bomba y detectar cualquier ruido, fuga o anomalía		

8.9.2 **Pozos Inyectores**

Actualmente, la estación de producción Los Mangos – Yaguará cuenta con 36 pozos inyectores con 56 sartas de las cuales están habilitados 31 pozos y 44 sartas destinados a la inyección de agua en el campo, a través de los cuales se inyecta un aproximado de 63500 BWPD a una presión de 1600 psig. A continuación, listamos los pozos con sus respectivas sartas destinadas a la inyección de agua.

Figura 35 Cabezal pozo inyector de agua

Tabla 46 Accesorios árbol de navidad pozo inyector

Accesorios árbol de navidad pozo inyector
2 Válvulas de bloqueo (seguridad)
1 Striner (para retener sólidos)
1 Medidor de flujo digital (BPM - 1", 2" de diámetro)
2 Válvulas de ½" (Toma muestras o medir presiones)
1 Cheque (evita que al apagarse el sistema de inyección el pozo se descargue)
1 Choque ajustable (de tasa o flujo al pozo)
1 Línea para drenar al ambiente
1 Registrador de presión (medición de presión en cabeza de pozo)

Tabla 47 Pozos Inyectores

Pozos Inyectores			
MA001A	MA034A	MA049SC	MA075
MA001SC	MA034SC	MA049SL	MA076

MA001SL	MA034SL	MA050	MA079
MA003	MA035SC	MA051SC	MA081SC
MA009	MA035SL	MA051SL	MA081SL
MA018SC	MA036	MA053SC	MA089SC
MA018SL	MA040SC	MA053SL	MA089SL
MA019	MA040SL	MA054	MA093SC
MA026	MA044SC	MA055SL	MA093SL
MA030	MA044SL	MA058SC	MA097H
MA031A	MA046A	MA058SL	MA0105
MA031T	MA046SC	MA062SC	
MA032	MA046SL	MA062SL	
MA033SC	MA047	MA069	
MA033SL	MA048	MA070	

Las sartas con color rojo, se encuentran cerradas por problemas para inyectar agua.

8.10 Laboratorio Estación Los Mangos-Yaguará.

En el laboratorio de campo son realizadas las diferentes pruebas que establecen la norma ASTM y el manual de medición de Ecopetrol, con el propósito de asegurar los parámetros de producción de crudo, captación de agua e inyección.

Estos análisis nos permiten evaluar si crudo está en condiciones de venta y el agua es apta para inyección.

Para evaluar el agua de captación y la de producción en la estación se toman muestras representativas a diario y son llevadas al laboratorio en donde se determinan las siguientes características:

Tabla 48 Relación de pruebas de laboratorio ejecutadas para evaluar la calidad del agua

Relación de pruebas de laboratorio ejecutadas para evaluar la calidad del agua	
Norma	**Parámetro a Fiscalizar**
ASTMD 1298 – CONTENIDO DE ACEITE EN AGUA	Calidad del agua en ppm

ASTMD 4007 – CONTENIDO DE HIERRO EN AGUA POR EL METODO ESTANDAR 4500 OC	Calidad del agua en ppm
API RP 45 – CONTENIDO DE SOLIDOS SUSPENDIDOS POR EL METODO DE ESPECTROFOTOMETRO HACH Serie DR/2500	Calidad del agua (Turbidez)
CONTENIDO DE CLORUROS EN EL AGUA	Contenido de Sal

8.10.1 **Astmd 1298 – contenido de aceite en agua**

Alcance

Análisis de aguas de formación asociadas a la producción de petróleo y aguas superficiales. Realizar prueba por espectrofotometría para determinar la cuantificación de aceite presente en una muestra de agua, Este método permite determinar la concentración de aceite en agua en un rango que va desde 0 hasta 300 ppm.

Objetivo

Establecer los pasos a seguir para determinar el contenido de aceite en una muestra.

Definiciones

- Partes por millón (ppm): Medida de concentración que frecuentemente se relaciona con la equivalencia en concentración a mg/L.

- Espectrofotómetro: Equipo para la medición de parámetros específicos en el agua. El principio bajo el cual funciona es la incidencia de un haz de luz, dependiendo del método usado puede ser por la luz reflejada o refractada.
- Contenido de grasas y aceite: Es la cantidad de aceite presente en el agua de inyección, causando disminución de la rata de inyección debido a los bloqueos por emulsiones o taponamientos.

Responsabilidades

La Autoridad para dar cumplimiento a este procedimiento está en cabeza del Ingeniero a cargo en campo. La responsabilidad por la eficaz aplicación queda a cargo de los responsables de la ejecución del mismo.

Descripción

Equipos

- Espectrofotómetro
- Celdas aforadas.
- Probeta aforada y graduada de 20 ml.
- Beaker de 50 ml aforado y graduado

Reactivos

- Varsol
- Elementos de Protección Personal
- Botas de seguridad
- Guantes de látex
- Monogafas
- Protección respiratoria

Medidas de Seguridad

- Durante la ejecución de ésta operación no se permite fumar.
- Durante la permanencia en estaciones s, es de carácter obligatorio el uso de los elementos de protección personal.
- Todo el personal requiere inducción para el ingreso inicial a las estaciones.
- Verificar que se tenga disponibilidad de las hojas de seguridad de los productos químicos que se requieran manipular.
- En caso de ser necesario manipulación de solventes, se hará bajo cabina extractora de gases.

Medidas de Control Ambiental

- Evitar la contaminación del medio ambiente por derrame de fluidos de producción o productos químicos.
- Conocer el plan de contingencia en caso de presentarse una emergencia.

- El manejo de los posibles residuos generados por el desarrollo de esta actividad se hará de acuerdo al plan de manejo de residuos del campo.
- Todas las actividades desarrolladas deben estar enmarcadas dentro de los permisos que otorga la licencia ambiental correspondiente.

Procedimiento

- Tome una muestra de 400 ml
- Agregue el 10% del volumen (40 ml) de Varsol.
- Tape la muestra y agite vigorosamente durante 1 minuto
- Deje reposar durante 5 minutos, asegurándose que el solvente capture el aceite de la muestra.
- Traslade la capa de aceite en el tope de la muestra a una probeta o beaker.
- Encienda el espectrofotómetro.
- Presione Programas de usuario. Seleccione OW YAGUARA para el contenido de aceite en agua y presione Start.
- Llene la celda con Varsol hasta donde lo indica la señal (10 ml).
- Introduzca la celda de calibración en el espectrofotómetro, haciendo que coincida la señal del equipo con la señal de la celda.
- Oprima la opción Cero.
- Después de la calibración a Zero, retire la celda.
- Llene una segunda celda con la muestra contenida en la probeta o beaker, hasta donde lo indica la señal (10 ml).

- Introduzca la celda en el espectrofotómetro, haciendo que coincida la señal del equipo con la señal de la celda
- Oprima la opción Read.
- Tome la lectura de aceite en agua.

8.10.2 **Astmd 4007 – contenido de hierro en agua por el método estándar 4500 oc**

Alcance

Este análisis aplica para todas las aguas de formación asociadas a la producción de petróleo y aguas superficiales, Realizar análisis por espectrofotometría para determinar la cuantificación del hierro presente.

Objetivo

Establecer los pasos a seguir para determinar la cantidad de hierro presente en una muestra de agua.

Definiciones

- Partes por millón (ppm): Medida de concentración que frecuentemente se relaciona con la equivalencia en concentración a mg/L.

- Indicador: Sustancia que permite la titulación colorimétrica de sustancias y que tiene cambios de coloración dependiendo del rango de pH en el que se encuentre.
- Espectrofotómetro: Equipo para la medición de parámetros específicos en el agua. El principio bajo el cual funciona es la incidencia de un haz de luz, dependiendo del método usado puede ser por la luz reflejada o refractada.

Responsabilidades

La autoridad para dar cumplimiento a este procedimiento está en cabeza del Ingeniero a cargo en campo. La responsabilidad por la eficaz aplicación queda a cargo de los responsables de la ejecución del mismo.

Descripción

Equipos

- Espectrofotómetro
- Celdas aforadas
- Pipetas aforadas y graduada

Reactivos

- Reactivo indicador Ferro Ver

- Elementos de Protección Personal
- Botas de seguridad
- Guantes de látex
- Monogafas

Medidas de Seguridad

- Durante la ejecución de ésta operación no se permite fumar.
- Durante la permanencia en estaciones, es de carácter obligatorio el uso de los elementos de protección personal.
- Todo el personal requiere inducción para el ingreso inicial a las estaciones.
- Siempre que se ingrese a las estaciones se debe diligenciar la tarjeta te(T)
- Verificar que se tenga disponibilidad de las cartas de seguridad de los productos químicos que se requieran manipular.
- En caso de ser necesario manipulación de solventes, se hará bajo cabina extractora de gases.

Medidas de Control Ambiental

- Evitar la contaminación del medio ambiente por derrame de fluidos de producción o productos químicos.
- Conocer el plan de contingencia en caso de presentarse una emergencia.

- El manejo de los posibles residuos generados por el desarrollo de esta actividad se hará de acuerdo al plan de manejo de residuos del campo.
- Todas las actividades desarrolladas deben estar enmarcadas dentro de los permisos que otorga la licencia ambiental correspondiente.

Procedimiento

- Encienda el espectrofotómetro.
- Presione Programas favoritos. Seleccione Hierro y presione Start
- Llene la celda con la muestra hasta donde lo indica la señal (10 ml).
- Introduzca la celda en el espectrofotómetro con la muestra de agua a analizar
- Oprima la opción Cero.
- Después de la calibración a Zero, retire la celda.
- Adicione una papeleta del indicador Ferrover a la muestra y agite.
- Introduzca la celda con la muestra previamente homogenizada
- Presione Leer, el resultado aparecerá en la pantalla en mg/L

8.10.3 **Api RP 45 – contenido de solidos suspendidos por el método de espectrofotómetro hach serie dr/2500.**

Alcance

Análisis de aguas de formación asociadas a la producción de petróleo y aguas superficiales, realizar análisis por espectrofotometría para determinar la cuantificación de sólidos suspendidos totales presentes.

Objetivo

Establecer los pasos a seguir para determinar la cantidad de sólidos suspendidos totales presentes en una muestra de agua.

Definiciones

- Partes por millón (ppm): Medida de concentración que frecuentemente se relaciona con la equivalencia en concentración a mg/L.
- Indicador: Sustancia que permite la titulación colorimétrica de sustancias y que tiene cambios de coloración dependiendo del rango de pH en el que se encuentre.
- Espectrofotómetro: Equipo para la medición de parámetros específicos en el agua. El principio bajo el cual funciona es la incidencia de un haz de luz, dependiendo del método usado puede ser por la luz reflejada o refractada.

Responsabilidades

La Autoridad para dar cumplimiento a este procedimiento está en cabeza del Ingeniero a cargo en campo. La responsabilidad por la eficaz aplicación queda a cargo de los responsables de la ejecución del mismo.

Descripción

Equipos

- Espectrofotómetro
- Celdas aforadas
- Pipetas aforadas y graduadas

Reactivos

No Aplica

Elementos de Protección Personal

- Botas de seguridad
- Guantes de látex
- Monogafas

Medidas de Seguridad

- Durante la ejecución de ésta operación no se permite fumar.
- Durante la permanencia en estaciones o en islas, es de carácter obligatorio el uso de los elementos de protección personal.
- Todo el personal requiere inducción para el ingreso inicial a las estaciones.

- Siempre que se ingrese a las estaciones se debe diligenciar la tarjeta te(T)
- Verificar que se tenga disponibilidad de las cartas de seguridad de los productos químicos que se requieran manipular.
- En caso de ser necesario manipulación de solventes, se hará bajo cabina extractora de gases.

Medidas de Control Ambiental

- Durante la ejecución de ésta operación no se permite fumar.
- Durante la permanencia en estaciones o en islas, es de carácter obligatorio el uso de los elementos de protección personal.
- Todo el personal requiere inducción para el ingreso inicial a las estaciones.
- Siempre que se ingrese a las estaciones se debe diligenciar la tarjeta te(T)
- Verificar que se tenga disponibilidad de las cartas de seguridad de los productos químicos que se requieran manipular.
- En caso de ser necesario manipulación de solventes, se hará bajo cabina extractora de gases.

Procedimiento

- Organice las muestras tomadas desde las más clara a las más oscura.
- Adicione una muestra de 500 ml a un agitador de alta velocidad y agite durante dos minutos exactamente.

- Trasvase la muestra desde el agitador a un beaker.
- Encienda el espectrofotómetro.
- Presione Programas favoritos. Seleccione solidos suspendidos y presione Start.
- Llene la celda con la muestra hasta donde lo indica la señal (10 ml).
- Llene una segunda celda con una muestra de agua des ionizada hasta donde lo indica la señal (10 ml). Esta será el blanco.
- Introduzca la celda en el espectrofotómetro, haciendo que coincida la señal del equipo con la señal de la celda.
- Oprima la opción Cero.

- Después de la calibración a Cero, retire la celda blanco.
- Gire la celda con la muestra preparada para remover las burbujas de gas.
- Introduzca la celda y presione leer, el resultado aparecerá en la pantalla en mg/L

8.10.4 **Contenido de cloruros en el agua**

Alcance

Análisis de aguas de formación asociadas a la producción de petróleo y aguas superficiales Titulación de la muestra de agua para determinar la cantidad de cloruros presentes.

Objetivo

Determinar los pasos a seguir para cuantificar la cantidad de cloruros presentes en una muestra de agua.

Definiciones

- Cloruro: Ión inorgánico proveniente de las sales del ácido clorhídrico.
- Partes por millón (ppm): Medida de concentración que frecuentemente se relaciona con la equivalencia en concentración a mg/L.
- Titulación: Procedimiento en el cual se establece la concentración de una solución por adición volumétrica de otra sustancia de concentración conocida hasta llegar al punto final, determinado según el método que se utilice (colorimétrico o potenciométrico) por el cambio de color de la solución utilizando una sustancia indicadora, o por las variaciones de pH según el caso.
- Indicador: Sustancia que permite la titulación colorimétrica de sustancias y que tiene cambios de coloración dependiendo del rango de pH en el que se encuentre.

Responsabilidades

La autoridad para dar cumplimiento a este procedimiento está en cabeza del Ingeniero a cargo en campo. La responsabilidad por la eficaz aplicación queda a cargo de los responsables de la ejecución del mismo.

Descripción

- Equipos
- Baker
- Pipetas aforadas y graduadas

Reactivos

- Solución Indicadora de Dicromato de Potasio $K2Cr2O7$
- Solución de Nitrato de Plata $AgNO3$ (concentración conocida)

Elementos de Protección Personal

- Botas de seguridad
- Guantes de látex
- Monogafas
- Protección respiratoria

Medidas de Seguridad

- Durante la ejecución de ésta operación no se permite fumar.
- Durante la permanencia en estaciones, es de carácter obligatorio el uso de los elementos de protección personal.
- Todo el personal requiere inducción para el ingreso inicial a las estaciones.
- Siempre que se ingrese a las estaciones se debe diligenciar la tarjeta te(T)

- Verificar que se tenga disponibilidad de las cartas de seguridad de los productos químicos que se requieran manipular.
- En caso de ser necesario manipulación de solventes, se hará bajo cabina extractora de gases.
- Medidas de Control Ambiental
- Evitar la contaminación del medio ambiente por derrame de fluidos de producción o productos químicos.
- Conocer el plan de contingencia en caso de presentarse una emergencia.
- El manejo de los posibles residuos generados por el desarrollo de esta actividad se hará de acuerdo al plan de manejo de residuos del campo.
- Todas las actividades desarrolladas deben estar enmarcadas dentro de los permisos que otorga la licencia ambiental correspondiente.

Procedimiento

- Recoja las muestras en botellas limpias de vidrio o plástico, no se precisan conservantes especiales y pueden almacenarse hasta 28 días antes del análisis.
- Utilice una muestra de 10.
- Valore directamente las muestras con un pH entre 7 y 10
- Mida 10 ml de muestra con una pipeta aforada y viértala en el beaker o un crisol.
- Añada 3 gotas de solución indicadora de dicromato de potasio y agite.
- Titule con AgNO3 0.282 N hasta que la muestra alcance el punto final, es decir que vire de amarillo a rojo ladrillo perfectamente definido.
- Para obtener el resultado debe realizarse el siguiente cálculo:

$$\text{Cloruros } (\frac{\text{mg}}{Lt}\text{Cl}-) = \frac{\text{Volumen de AgNO3 0.282 N (ml)} * 10000}{\text{Volumen muestra(ml)}}$$

NOTA: Si la muestra a analizar corresponde a aguas superficiales de bajas concentraciones de cloruros, debe usarse solución de Nitrato de Plata 0.0282 N, y el resultado se obtiene así:

$$\text{Cloruros } \left(\frac{\text{mg}}{\text{Lt}}\text{Cl}-\right) = \frac{\text{Volumen de AgNO3 0.0282 N (ml)} * 1000}{\text{Volumen muestra(ml)}}$$

9. Glosario

Alarmas: Las alarmas alertan al personal sobre condiciones que exceden límites normales establecidos o de operación segura. Estas alarmas pueden señalar altas y bajas temperaturas, presión, flujo y niveles.

BIAS: Bombas de inyección de agua, pueden ser centrífugas multietapa, de pistón, de tornillo, eléctricas, a Gas, Diésel.

Bomba dosificadora: Bomba de pistón que por su tamaño pequeño puede manejar volúmenes de pocos galones por día. Se usa para añadir productos químicos en pequeñas cantidades dentro de un proceso.

Bomba: Es una máquina para desplazar un líquido a base de tomar energía de otra fuente y transmitírsela al líquido. Los tipos más comunes Son: Centrífuga, Multí-Etapa, Reciprocantes, Simples; Dúplex, Triplex, Rotatoria, entre otras.

Bombas centrífugas: Son aquellas en que el fluido ingresa a ésta por el eje y sale siguiendo una trayectoria periférica por la tangente.

Bombas Reciprocantes: Son unidades de desplazamiento positivo que descargan una cantidad definida de líquido durante el movimiento del pistón o émbolo a través de la distancia de carrera.

Bombas transferencia: Recibe este nombre toda bomba centrífuga, rotatoria o de pistón, que se usa para mover un líquido de un recipiente a otro a través de tuberías.

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 o retirarlo del sitio para su revisión o reparación.

Coagulante: Agente químico que favorece la coagulación de material no deseado en un fluido.

Coagular: Proceso de solidificación de una sustancia presente en un fluido.

Desoxigenar: proceso de remoción de oxigeno que se implementa con el objetivo de ajustar las concentraciones de este.

Filtro cascara de nuez: sistema de filtrado a base de cascarilla de nuez.

Filtro de arena: sistema de filtrado a base de arena.

Filtros: es un equipo dotado de sistemas internos que permite la retención de sólidos existentes o sustancias.

Floculadores: Vasijas que favorece la mezcla lenta de un fluido lo cual favorecerá la floculación de material coagulado.

Floculante: Agente químico que favorece la coagulación de material no deseado en el fluido.

Flocular: Aglomeración de partículas coaguladas en un fluido.

HSE: Occupational Health, Industrial Safety and Environment. Salud Ocupacional, seguridad Industrial y Ambiente.

Inhibidor de corrosión: agente químico que evita la oxidación o formación de herrumbre en la línea de flujo.

Inhibidor de escamas: agente químico que evita la formación de precipitaciones dentro de las líneas de flujo.

Lazo de control: Permite comparar el valor de la variable o condición (a controlar) con un valor deseado y toma una acción de corrección de acuerdo con la desviación existente sin que el operador intervenga en absoluto.

PIA: Planta de inyección de agua.

Presión de operación: presión interna a la cual trabaja un equipo, accesorio o tubería, en un proceso determinado. Puede ser inferior pero nunca superior a la de trabajo especificada por el fabricante.

PSI: unidad de presión inglesa que indica las libras por pulgada cuadrada por sus siglas en inglés (Pounds per Square Inch).

Rebose: Vaciado de una vasija a otra por efecto de llenado.

Retro lavado: proceso mediante el cual se hace fluir una corriente en sentido inverso a la dirección de la corriente en estado normal; el objetivo de este proceso es el de limpiar o recuperar ciertos equipos que pueden ser sometidos a este proceso.

Riesgo: Es el producto de combinar la probabilidad de que un evento específico indeseado ocurra, con la gravedad o severidad de las consecuencias del mismo.

Secuestrante de oxigeno: agente químico que permite captar oxígeno para de esta manera controlar posibles reacciones no deseadas.

Sedimentar: Depositación, por efectos gravitatorios, de material sedimentario en un líquido.

Skimmer: es la forma más simple de tratamiento primario para aguas residuales. Son diseñados para suministrar tiempos de residencia relativamente grandes, durante los cuales ocurre la separación gravitacional, la coalescencia y el ascenso de las gotas de aceite. Corresponde al separador agua/aceite API, con tabiques divisorios.

Tanque de cabeza hidráulica: Vasija que mediante el almacenamiento de agua mantiene una columna hidráulica de presión.

Tanque floculador: Vasija que permite retirar el material floculado en un fluido; lo métodos mediante los cuales se retira el material pueden ser por sedimentación o por filtración con mallas o filtros.

Tratamiento químico: Proceso mediante el cual se agrega productos químicos a los fluidos producidos para facilitar la separación de crudo y agua, inhibir decantación de carbonatos, inhibir la formación de parafinas o reducir los niveles de corrosión.

Válvula de seguridad: es un accesorio que sirve para proteger un equipo o una instalación que genera o almacena presión interna, de cualquier exceso de presión por encima de la de operación, ya que ella alivia este exceso descargándolo automáticamente.

Válvula: Una válvula se puede definir como un aparato mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación (paso) de líquidos o gases mediante una pieza movible que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos.

10. Cronograma

Tabla 49 Cronograma de Actividades

Proyecto de grado	**Diseño del manual de operaciones para la Planta de Inyección de agua Ubicada en el Campo los Mangos Ecopetrol, municipio de Yaguará - Huila**																										
Alumno	**Carlos Alberto Tovar Alvarez**		**Modelo de gestión organizacional**																								
Objetivo general	**Diseñar el manual de operaciones para el tratamiento, almacenamiento, filtración, desoxigenación e inyección la planta de Inyección de agua (PIA) del campo Los Mangos – Yaguará.**		**Duración en semanas**																								
Objetivo específico 1	**Actividad**	**Responsable**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**
Describir la operación de los equipos que intervienen en los procesos operativos	Levantamiento de información	Carlos Tovar																								
Objetivo específico 2	**Actividad**	**Responsable**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**
Establecer los procesos operativos de recepción de fluidos de producción y superficie	Establecer los procedimientos que se requiere	Carlos Tovar																								
Objetivo específico 3	**Actividad**	**Responsable**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**
Definir los procesos para la operación	Definición de los procesos realizados en cada una de las áreas	Carlos Tovar																								
Objetivo específico 3	**Actividad**	**Responsable**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**
Realizar el manual para las operaciones de la planta, así como los equipos, las válvulas y los instrumentos asociados con la operación	Elaboración del manual de procesos y procedimientos	Carlos Tovar																								
	Entrega y socialización	Carlos Tovar																								

11. Conclusiones

El uso de los manuales de operaciones en grandes y pequeñas compañías ha demostrado que los resultados obtenidos en la realización de un trabajo son el reflejo del profesionalismo y seguridad en cuanto a desarrollo de las competencias de un empleado, por tanto aunque la labor a realizar pueda parecer simple o sin trascendencia, el seguir instrucciones garantiza la excelencia operacional en todos los aspectos. Las grandes y pequeñas compañías miden sus resultados por medio de indicadores de desempeño e índice de accidentalidad, y se ha demostrado que seguir una instrucción correctamente establecida e ilustrada, garantiza un trabajo seguro y limpio.

Con la realización de este manual se logra consolidar toda la información necesaria para operar la planta de inyección de agua del campo los Magos Yaguará, por parte de los operadores de Producción C6, teniendo como base sólida la contextualización de la información necesaria respecto a cada equipo, y su instructivo para puesta en marcha, así como las capacidades de las vasijas para su operación segura y eficiente.

Este manual brinda la oportunidad a todos aquellos operadores, supervisores y líderes de producción, que lleguen a la planta de inyección del campo los mangos Yaguará, para conocer de primera mano y de forma detallada cada uno de los equipos, operaciones e instructivos para operar , liderar o supervisar esta operación.

Compartir el conocimiento y la experiencia de 30 años de operación del campo los magos, es una excelente forma de abrir una puerta a nuevas oportunidades, pues en contratos anteriores, al no contar con un manual como el que consolida este documento, se presentó deserción laboral y también se negó la oportunidad a muchos nuevos profesionales de lograr un entrenamiento

eficiente y seguro ya que el riesgo que demanda la operación de este campo ha cerrado muchas puertas.

Para Ecopetrol y sus filiales, un trabajo limpio es sinónimo de buen desempeño y de ganancias, no solo desde el aspecto económico si no social, al contribuir que sus fuentes de trabajo generen bienestar y un ambiente seguro para el trabajador y su familia.

12. Recomendaciones

Es importante que la importancia de la información contemplada en el desarrollo del proyecto, pues los manuales son base de los documentos maestros para el buen funcionamiento de una compañía.

Como recomendación es importante incluir la revisión y actualización de este documento para garantizar que el ciclo de operaciones dentro de un puesto de trabajo cumpla con los estándares establecidos para realizar de forma eficiente y eficaz las actividades. Es de suma importante que este documento sea revisado por lo menos 1 vez por año con el propósito de que se tenga disponible la versión más actualizada según la exigencia y cambio de nivel de procedimientos y equipos.

13. Anexos

13.1 Levantamiento de la información.

Tovar, C. T. (2019). Levantantamiento de informacion cualitativa Sistema de Inyeccion campo los mangos Yaguara. Obtenido de https://drive.google.com/file/d/1fGLPeoZEMYN_Uy0RGVMA7AfhG8EqSLx0/view?usp=sharing

13.2 Acuerdos de confidencialidad para desarrollo de proyecto aplicado en Ecopetrol

Tovar, C. T. (2019). Acuerdos de confidencialidad para desarrollo de proyecto aplicado en Ecopetrol. Obtenido de https://drive.google.com/file/d/179r3lYYyeLzVKyW8bybuh3pNyDiA-McC/view?usp=sharing

Referencias

Ferrer, M. P. (2001). Métodos de recuperación secundaria. Obtenido de https://www.lacomunidadpetrolera.com/2008/12/mtodos-de-recuperacin-secundaria.html

Goncalves, C. J. (2008). Los manuales administrativos. Obtenido de http://www.mnve.mil.ve/web/index2.php?option=com_content&task=emailform&id=110&itemid=96

Heredia, F. (2013). 5 pasos para hacer un Manual de Procedimientos. Obtenido de https://www.pymempresario.com/2013/07/5-pasos-para-hacer-un-manual-de-procedimientos/

K.M, D. (2011). El manual como herramienta de comunicación. Obtenido de http://biblio3.url.edu.gt/Libros/2011/est_sis/12.pdf

L, M. V. (2016). Cómo elaborar un marco conceptual. Obtenido de http://comunicacionacademica.uc.cl/images/recursos/espanol/escritura/recurso_en_pdf_extenso/15_Como_elaborar_un_marco_conceptual.pdf

M, A. A. (2010). Manual de procesos y procedimientos de la Dirección General de Salud Pública Municipal . Obtenido de http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/20215/capitulo2.pdf

Puente, W. (2009). Rrppnet. Obtenido de http://www.rrppnet.com.ar/tecnicasdeinvestigacion.htm

Rodríguez Valencia, J. (1999). El sistema de planeacion. Obtenido de https://docplayer.es/6683525-Capitulo-9-el-sistema-planeacion.html#show_full_text

Tesis.uson. (13 de 03 de 2012). Tesis.uson.mx. Obtenido de http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/22008/capitulo2.pdf

UNAD, S. (2015). Universidad Nacional Abiera y a Distancia Unad. Obtenido de Listado maestro de formatos - SIG UNAD: https://sig.unad.edu.co/documentacion/listados-maestros/listado-maestro-formatos

URIBE, Y. R. (2013). stadium.unad.edu.co. Obtenido de https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/1244/1/6805703.pdf

Valencia, J. R. (2012). Cómo elaborar y usar los manuales administrativos. Obtenido de https://issuu.com/cengagelatam/docs/como_elaborar_manuales_administrativos_rodriguez_v/4

Vallejo, N. (2017). Cómo redactar los objetivos de aprendizaje perfectos. Obtenido de https://ojulearning.es/2017/06/como-redactar-los-objetivos-de-aprendizaje-perfectos/