



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES "EZEQUIEL ZAMORA"
VICE-RECTORADO DE PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO SOCIAL
SUBPROGRAMA INGENIERÍA DE PETRÓLEO**

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

AUTOR:

LAYA ALVARADO KARIN

C.I.: 22.189.546

MEJIA OCANTO JESUS

C.I.: 24.616.995

TUTOR:

MARIA ISABEL FONSECA

BARINAS, OCTUBRE DE 2018



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES "EZEQUIEL ZAMORA"
VICE-RECTORADO DE PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO SOCIAL
PROGRAMA INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y TECNOLOGÍA
SUBPROGRAMA INGENIERÍA DE PETRÓLEO**

PROCEDIMIENTOS EMPLEADOS PARA EL MANEJO DE EFLUENTES.

Trabajo especial de grado presentado como requisito parcial para optar por el
título de: Ingeniero de Petróleo.

AUTOR: Laya A. Karin A.

C.I.: 22.189.546

Mejía O. Jesús M.

C.I.: 24.616.995

Tutor Académico: María Isabel Fonseca

Barinas, octubre de 2018



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES “EZEQUIEL ZAMORA”
VICE-RECTORADO DE PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO SOCIAL
PROGRAMA INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y TECNOLOGÍA
SUBPROGRAMA INGENIERÍA DE PETRÓLEO**

**PROCEDIMIENTOS EMPLEADOS PARA EL MANEJO DE EFLUENTES.
PDVSA DIVISIÓN BOYACÁ, DISTRITO BARINAS.**

POR AUTOR (ES): Laya Alvarado Karin Andreina

C.I. 22.189.546

Mejía Ocanto Jesús Manuel

C.I. 24.616.995

Trabajo Especial de Grado aprobado en nombre de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” por el siguiente jurado, a los _____ días del mes de _____ de _____.

JURADO C.I.

JURADO C.I.

TUTOR C.I.

AGRADECIMIENTO

A Dios y a la Virgen, por permitirme lograr una meta más planteada.

A mis padres, por estar en todo momento conmigo, dándome su apoyo incondicional, por haberme dado la oportunidad de lograr esta meta.

A mis abuelos, por haberme brindado el ejemplo de nunca rendirme y siempre salir adelante, por esa paciencia infinita y ese amor al ayudarme en todo

A mis primos, gracias por su ejemplo de una formación profesional, animando a los más pequeños de mi familia, a seguir el mismo camino

A mi esposa, por su paciencia, su apoyo, por estar en mis momentos de caída y levantarme sin dudarle, por su maravillosa complicidad, su amor y su amistad infinita e incondicional.

A mis amigos compañeros en este largo camino, por apoyarme y estar en momentos tristes y alegres, pero siempre avanzando, Gabriel Roa, Wolfan Pineda, Orlando Garrido, Ma. Gabriela Rodríguez, Carlos Blanco, gracias por tanto.

Jesús Mejía.

A Dios Gracias y a la Divina Pastora, por iluminarme, guiarme y permitirme en su tiempo lograr cada objetivo en mi plan de vida.

A mis padres por darme la vida, por darme la mejor formación que alguien pudo recibir, gracias a ustedes hoy soy una mujer con valores, metas y sueños, mi AMOR y GRATITUD ETERNA. Esto por y para ustedes.

A mi Hermana, por ayudarme, orientarme, apoyarme, quisiera que pudieras estar aquí. Este logro es tuyo.

A la familia Mejía Ocanto, por su apoyo y colaboración en todo momento.

A mi esposo, por regalarme los mejores momentos de felicidad durante todo este proceso, TE AMO!

A mi equipo de siempre WHARKDEM, en las buenas y malas!

A Drisley y Mariana, mejores compañeras de vida no pude haber conseguido, la última de las tres mosqueteras ha logrado el objetivo por el cual nos unimos, solo gracias!

A mis futuras colegas Adriana, Chriss, Mariana, Perla, Yeni, por su infinito apoyo económico y moral, su sincera amistad, siempre les agradeceré por tanto.

Karin Laya.

DEDICATORIA

*A nuestra gran casa de estudios **UNELLEZ** por albergarnos durante estos años y formarnos como Ing. De Petróleo.*

*A los prof. **Deivis G. Jean J. Sharon E. y María Isabel F.** por su formación ejemplar y su guía durante este proceso.*

Laya y Mejía

ÍNDICE GENERAL

	pp.
LISTA DE TABLAS	v
LISTA DE FIGURAS	vi
RESUMEN.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: EL Problema.....	3
Planteamiento del Problema.....	5
Objetivos de la Investigación.....	5
Objetivo General.....	5
Objetivos Específicos.....	5
Justificación de la Investigación.....	5
Alcances y Limitaciones.....	7
CAPÍTULO II: Marco Contextual	8
Área de la Investigación.....	8
Antecedentes del Estudio.....	8
Marco Teórico.....	10
1. Aguas de Producción.....	10
2. Procesos para el tratamiento de Efluentes.....	10
3. Equipos usados en el proceso de tratamiento de efluentes...	12
4. Características de los efluentes.....	19
5. Estaciones de flujo.....	19
6. Decreto 883.....	21
Mapa de Variables.....	23
CAPÍTULO III: Marco Metodológico	25
Tipo de Investigación.....	25
Metodología.....	25
Población y Muestra.....	28

Técnicas, Instrumentos para la recolección de datos.....	28
Esquema de la investigación.....	31
CAPÍTULO IV: Análisis de los Resultados.....	32
Identificación de las instalaciones donde se maneja efluentes producidos en el Distrito Barinas	33
Caracterizar los procedimientos empleados para el manejo de efluentes producidos en el Distrito Barinas.....	52
Establecer los retos presentes en el manejo de efluentes presentando un esquema asociado a los procesos de tratamiento de efluentes producidos en el distrito barinas.....	78
Esquemas.....	81
CAPÍTULO V: Conclusión y Recomendaciones.....	84
Conclusión.....	84
Recomendaciones.....	85
Referencias Bibliográficas.....	86
Anexos.....	88

LISTA DE TABLAS

	pp.
1. Mapa de Variables.....	22
2. Categorización de entrevistas de profundidad respecto al primer objetivo primera variable.....	35
3. Identificación de las instalaciones donde se maneja efluentes producidos en el Distrito Barinas (Silván).....	46
4. Identificación de las instalaciones donde se maneja efluentes producidos en el Distrito Barinas (Mingo).....	47
5. Identificación de las instalaciones donde se maneja efluentes producidos en el Distrito Barinas (Sinco D).....	48
6. Categorización de entrevistas de profundidad respecto a la variable del segundo objetivo.....	50
7. Caracterizar los procedimientos empleados para el manejo de efluentes producidos en el –distrito barinas.....	71
8. Categorización de entrevistas de profundidad respecto a la variable del tercer objetivo.....	80

LISTA DE FIGURAS

	pp.
1. Micrografía de una emulsión agua en petróleo crudo.....	10
2. Partes de un tanque	12
3. Separador API.....	13
4. Actividad coordinada entre algas y bacterias.....	16
5. Zonas que comprende una laguna facultativa.....	17
6. Área operacional del Distrito Barinas.....	19
7. Esquema de la metodología de esta investigación.....	30
8. Política Ambiental de la estación de Flujo Sinco D.....	33
9. Requisitos legales para la estación de flujo Sinco D.....	34
10. Separador API.....	41
11. Separador de placas corrugadas, CPI.....	43
12. Esquema de un separador por Gas Disuelto DAF.....	62
13. Esquema de un separador por Flotación con Aire Inducido. IAF....	63
14. Esquema de los procesos empleados para el manejo de efluentes.....	65
15. Esquema manejo de efluentes Estación de Flujo Silván.....	78
16. Esquema manejo de efluentes Estación de Flujo Sinco D.....	79
17. Esquema manejo de efluentes Estación de Flujo Mingo.....	80
18. Instrumento.....	85
19. Instrumento.....	86
20. Instrumento.....	87
21. Instrumento.....	88
22. Lagunas de aguas residuales.....	107
23. Procesos.....	108



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES “EZEQUIEL ZAMORA”
VICE-RECTORADO DE PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO SOCIAL
PROGRAMA INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y TECNOLOGÍA
SUBPROGRAMA INGENIERÍA DE PETRÓLEO**

PROCEDIMIENTOS EMPLEADOS PARA EL MANEJO DE EFLUENTES. EN EL
DISTRITO BARINAS DE LA DIVISIÓN BOYACÁ DE PDVSA.

AUTOR (ES): Laya A. Karin A
Mejía O. Jesús M.

TUTOR (Académico): María Isabel Fonseca
Septiembre, de 2018

Resumen

Este estudio es una investigación cualitativa, tratada hermenéuticamente, cuyo propósito es comprender los procesos obtenidos mediante la descripción de los procedimientos empleados para el manejo de efluentes en el Distrito Barinas de la División Boyacá de PDVSA. La problemática se planteó bajo el enfoque ambiental, documental y su repercusión en el área académica. El trabajo se realizó bajo el enfoque cualitativo y se abordó desde el método hermenéutico lo que permitió aplicar la técnica de entrevista semiestructurada, observación y revisión documental. El proceso y análisis de la información se realizó mediante la categorización y el estructuramiento del formato de triangulación de procedimientos empleados para el manejo de efluentes en el Distrito Barinas de la División Boyacá de PDVSA se identificaron las instalaciones que poseen el tratamiento de efluentes, se concluye que la ubicación de las instalaciones influye en los cuerpos de agua ubicados en el área, así mismo se pudo concluir que cada instalación cumple unos procesos, en general cada una cubre las especificaciones del artículo 883 del MPPEC, se describieron los procesos que conllevan al tratamiento de efluentes en una estación de flujo ideal, pero que cada una de las estaciones de flujo tiene los procesos que amerita la producción que se recibe, así mismo se lograron mencionar los retos presentes en el manejo de efluentes, es así como se conoce los productos químicos que son necesarios en el mismo, dando como última actividad la presentación de esquemas que permitan completar la información en cuanto a la secuencia operacional que se lleva en las estaciones de flujo Silván, Mingo y Sinco D.

Descriptorios o palabras claves: Procesos, Tratamiento, Efluentes, Identificación

Correo de autor (es): jesusskic.jm@gmail.com,
karinandreinalayaalvarado@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales productos de Petróleos de Venezuela S.A (PDVSA) es el petróleo y sus derivados, esta empresa desarrolla actividades como exploración, explotación, producción, refinación y mercadeo. En los procesos de refinación se ubica la separación de los fluidos producidos, los cuales son el crudo, gas asociado al mismo y agua. En el caso del Distrito Barinas, es el agua, por lo que existen estaciones recolectoras que se encargan de la separación de los fluidos líquidos (crudo-agua). Además del proceso aplicado al crudo, se encuentran los procesos para el manejo de efluentes, aplicado a las aguas provenientes de la separación. La importancia en el manejo de efluentes, más allá de lo ambiental, conocer y respetar las especificaciones decretadas por el ejecutivo nacional, también es a nivel documental, mantener accesibilidad a la documentación para que esto sirva de apoyo a personas que se encuentran en una formación profesional, no obstante esto para mejorar procesos o desarrollar investigaciones que provean tecnologías.

El trabajo de investigación se basa en un abordaje hermenéutico, cuyo propósito fue especificar procedimientos para el manejo de efluentes en el Distrito Barinas de PDVSA División Boyacá. Para describir los procesos empleados en el manejo de efluentes, las instalaciones fueron las estaciones de flujo del Distrito Barinas (Silván, Mingo, Sinco D). La investigación es abordada desde el enfoque cualitativo consultando lo planteado por Martínez (2004) al respecto el autor expresa que:

No se trata, por consiguiente, del estudio de cualidades separadas o separables; se trata, pues, del estudio de un todo integrado, que, forma o constituye primordialmente una unidad de análisis y que hace que algo sea lo que es: una persona, una entidad étnica, social, empresarial, o un producto determinado. (p. 66)

Desde esta perspectiva se comprende e interpreta cada uno de los discursos de las fuentes de información humanas. Realizar este trabajo fue una constante revisión bibliográfica, así como también, análisis de los

discursos que permitieron identificar e interpretar cada componente del proceso, conocer las diversas actividades que se realizan en las estaciones de flujo.

La investigación se estructuró en cinco capítulos, dentro de los cuales se encuentra el Capítulo I donde se desarrolla el problema, se planteó la problemática desde tres perspectivas, ambiental, documental y académica, donde nacen las interrogantes que nos llevan a plantear los objetivos de la investigación, la justificación, los alcances y las limitantes que se presentaron en el desarrollo de la misma; Capítulo II se definió el área de investigación, los antecedentes, marco teórico en el que se fundamentó la investigación; Capítulo III donde se planteó el tipo de investigación y la metodología, bajo la cual se orientó la investigación, según lo analizado por los investigadores y el asesor metodológico; Capítulo IV donde se planteó el análisis de los resultados, aquí se logró dar cumplimiento a cada uno de los objetivos y Capítulo V donde se concluyó la investigación con sus respectivas recomendaciones según la experiencia vivida durante la investigación.

EL PROBLEMA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El desarrollo de la industria petrolera a nivel mundial ha ocasionado gran impacto ambiental, según González A. en el 2012 en su artículo, Contaminación Ambiental de la Industria Petrolera de la Revista Entre Rayas, la contaminación ha ocurrido por el mal manejo de la industria en cuanto a seguridad y tratamiento del crudo.

Uno de los últimos grandes desastres de la industria petrolera fue el derrame de crudo en el Golfo de México siendo el peor en la historia de Estados Unidos y mucho mayor que el provocado por el accidente del petrolero Exxon Valdez en Alaska en 1989, que vertió más de 40 millones de litros, según los científicos.

Así como los accidentes han impactado gravemente en el ambiente, también se tienen durante la explotación, producción y tratamiento un impacto ambiental, como es el caso de las aguas de producción, Avellaneda (1960) las define como, un fluido que acompaña el petróleo durante la explotación, desde el punto de vista físico-químico, se caracteriza principalmente por su alta salinidad, estas características varían dependiendo de la locación geográfica, el yacimiento, los métodos de extracción y el contacto entre el crudo y la formación, llegan a superficie debido a que, en el subsuelo se encuentran acuíferos infinitos que aportan energía, impulsando la producción, de manera tal que al momento de medir la producción no es únicamente crudo si no también agua lo que se encuentra en superficie, es el caso del Distrito Barinas, que posee alta población de campos maduros Tayfun Babadagli (2009) es aquel campo que alcanza su pico de producción e inicia su etapa de declinación, se caracteriza por su alta población de pozos y baja productividad.

Los efluentes como lo define Hernández M y Gonzales N (1993) es un término utilizado para nombrar a las aguas servidas con desechos sólidos, líquidos o gaseoso que son emitidos por las industria, en el caso de la industria petrolera la producción es llevada a estaciones donde se realiza la separación de sus asociados, es así como la producción es llevada a las estaciones de flujo donde se trata y se almacena, teniendo un porcentaje de agua luego de tratada la producción, de esta forma es como los efluentes quedan en la estación de flujo, en espera de procesos que disminuyan su toxicidad para ser reutilizadas o vertidas al ambiente.

SPENAGROUP,(2010) “cuando el tratamiento de aguas cumple con los estándares de calidad del país puede incluso descargarse en fuentes naturales de agua como océanos, lagos, ríos, o permitir su evaporación, así mismo el tratamiento de aguas residuales permite que pueda ser reutilizada en la agricultura.”

El Distrito Barinas de la división Boyacá de PDVSA, presenta una situación particular de carácter ambiental, debido al tratamiento y manejo de efluentes al ambiente, los cuales deben cumplir un rango descrito en el decreto del Ministerio del Poder Popular para el Eco socialismo y aguas, el cual explica cómo deben ser vertidos los efluentes tratados en la industria petrolera y a que son destinados los efluentes luego del tratamiento, es importante señalar como incide esto en la realidad de los tratamientos que se le realizan a los efluentes, con respecto a lo anterior, se pretende evidenciar lo que plantea el decreto del ministerio, estudiando la realidad de su aplicación.

Por consiguiente, es notorio el desconocimiento de las operaciones en los campos de la cuenca Barinas-Apure, teniendo en cuenta los resultados al final de las operaciones, siendo pertinente mencionar como incide esto a nivel académico, presentándose como vacíos en fuentes de información dispuesta a la formación del estudiante de la casa de estudio, en referencia a los procesos por los cuales pasan los efluentes de la producción en el Distrito Barinas, en este orden de ideas se espera adquirir conocimientos precisos para la formación profesional en el área.

De acuerdo a lo anteriormente planteado se generan las siguientes interrogantes:

¿Cuáles son las instalaciones que manejan los efluentes de la producción del Distrito Barinas?

¿Cuáles son los procedimientos empleados para el tratamiento de las aguas de producción en el Distrito Barinas?

¿Cuáles son los retos que se enfrentan en las operaciones de manejo de efluentes del Distrito Barinas?

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

OBJETIVO GENERAL

Especificar los procedimientos para el manejo de efluentes empleados en PDVSA División Boyacá, Distrito Barinas

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Identificar las instalaciones donde se manejan efluentes producidos en el Distrito Barinas.
2. Caracterizar los procedimientos empleados para el manejo de efluentes producidos en el Distrito Barinas.
3. Establecer los retos presentes en el manejo de los efluentes presentando un esquema asociado a los procesos en el Distrito Barinas.

JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La cuenca Barinas-Apure tiene una producción actual de 1,436 millones de barriles diarios (MMBD), teniendo presente que el 98% de la producción es de agua

PDVSA, (2005), En la apertura del encuentro Vierma destacó que el agua generada en la producción de petróleo no debe ser vista como un problema pues puede ser aprovechada, con un manejo más eficiente, como indicador para la comprensión de las cuencas sedimentarias: “el agua es el primer componente, es el libro donde está escrita la historia de nuestras cuencas sedimentarias, es una molécula mágica”, expresó el vicepresidente de Exploración y Producción de PDVSA.

Es preciso mencionar que a través del conocimiento de las operaciones de tratamiento de agua y los elementos involucrados se estará en capacidad de indicar medidas correctivas necesarias o diseñar estrategias para aprovechar de alguna forma el recurso que representa ese volumen del preciado líquido como lo es el agua. Por lo que resulta conveniente la descripción de los procesos para el manejo de efluentes producidos en el Distrito Barinas, portando información detallada de las diferentes operaciones que a diario se efectúan en una estación de flujo, para contar con los insumos necesarios, a fin de solucionar y optimizar el manejo de las aguas efluentes, así como desarrollar tecnologías propias que satisfagan la necesidad particular del caso en estudio.

En la identificación de las instalaciones donde se maneja los efluentes producidos en el Distrito Barinas se pretende conocer los parámetros que permitan satisfacer las necesidades propias, conociendo ubicación, capacidad de las instalaciones, definiendo las medidas de seguridad, si se encuentran operativas en su totalidad, definiendo cual es el mantenimiento necesario para todas las instalaciones.

ALCANCES Y LIMITACIONES

ALCANCES

La investigación busca describir los procesos para el manejo de efluentes, a partir de toda la información recopilada, identificando las instalaciones, describiendo los procesos y logrando la representación de un esquema que describa todos los procesos para el manejo de efluentes en las estaciones de flujo del Distrito Barinas en el periodo lectivo 2018-I.

LIMITACIONES

- Dificultad de acceso físico a las instalaciones.
- Confidencialidad de la información.

ÁREA DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se desarrolla en las plantas o estaciones recolectoras de Petróleos de Venezuela S.A, División Boyacá, Distrito Barinas, empresa encargada de toda la cadena productiva del país, dichas estaciones permiten establecer el tratamiento previo a la refinería, las estaciones de flujo tienen una línea que recorre 348 km desde Barinas hasta la refinería El Palito, producción proveniente de la Cuenca Petrolera Barinas Apure, ubicada hacia el sur occidente del país, específicamente en lo que se conoce como los llanos occidentales.

ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

Guerrero F., Carlos A., Escobar C. y Ramírez N, (2005), “Manejo de salinidad de agua asociada de producción de la industria petrolera” esta investigación fue desarrollada en Colombia, por la Universidad Nacional de Colombia, tiene como objetivo general obtención de un producto con especificaciones comerciales, un proyecto técnico factible, este estudio da otro enfoque al uso de las agua de producción, a pesar que económicamente es costoso reducir la salinidad de las aguas de producción permite reutilizarlas de forma tal que disminuya el impacto ambiental, es decir no son vertidas al ambiente, el uso es orientado a la inyección para recuperación mejorada.

De Turrís A. Suher C., Valvuela B., Gutierrez C., (2011) “Tratamiento de aguas de producción por flotación con aire disuelto” esta investigación fue desarrollada en Caracas, por la Asociación Interciencia, tiene como objetivo el Análisis de Tratamiento de Aguas de Producción por Flotación con aire disuelto, una investigación experimental, se presentó un diagrama donde explica todo el proceso

para el tratamiento de los efluentes a la hora de ser tratado, como se definió en el último objetivo presentar un esquema de las instalaciones con cada uno de los procesos por lo cual dicha investigación ofrece una guía para llegar al mismo, siendo pertinente mencionar el aporte teórico que ofrece.

Maldonado M. (2010), “Metodología para la aplicación de las normas ISO14001:2004. en una estación de flujo” este estudio fue desarrollado en el estado Zulia por La Universidad del Zulia, tiene como propósito evaluar la aplicación de una metodología para la aplicación de normas en la estación de flujo Sinco D, mediante una metodología PHVA, un estudio realizado en una estación que pertenece al Distrito Barinas, esta investigación aportó al presente estudio los procesos que se llevan a cabo en dicha estación permitiendo saber que equipos están en funcionamiento

González Y. Rincón N. López F., Díaz A.(2010), “Remoción de materia orgánica presente en efluentes petroleros utilizando un reactor por carga secuencial a escala laboratorio”, esta investigación que es tomada como referencia al tema desarrollado debido a que el citado ofrece conceptualización sobre el tratamiento de los efluentes provenientes de la industria petrolera, lleva como objetivo principal remover materia orgánica presente en efluentes petroleros mediante el uso de un reactor por carga secuencial en escala de laboratorio, fue desarrollado bajo una metodología experimental, la misma permite sustentar teóricamente el manejo de los efluentes determinándose la eficiencia del sistema en la remoción de materia orgánica biodegradable, hidrocarburos y fenoles totales. El agua de producción fue caracterizada para conocer sus condiciones de entrada y salida además de verificar si la descarga cumplía con los límites permisibles para descargas, establecidos por la legislación venezolana.

MARCO TEÓRICO

1- AGUAS DE PRODUCCIÓN

Es un término que se utiliza generalmente para denominar al agua que se produce en conjunto con el petróleo.

SLUMBERGER, 2018, la define como Término utilizado para describir el agua producida por un pozo que no es un fluido de tratamiento. Las características del agua producida varían y el uso del término, a menudo, implica una composición inexacta o desconocida. Es algo generalmente aceptado que el agua presente dentro de los poros de los yacimientos de lutita no se produce debido a su permeabilidad relativa baja y a que su movilidad sea más baja que la del gas.

Como bien se conoce el crudo se encuentra atrapado en una formación geológica, que de acuerdo a su ubicación tiene sus características litológicas, que le permitirán definir si dentro de dichas formaciones se encuentran acuíferos conectados con los yacimientos petrolíferos, el estado Barinas se conoce por su llanura aluvial, la cual, hasta el periodo terciario fue ocupada por el mar y que luego de retirarse dejó un suelo rico en sedimentos marinos que con la secuencia de los eventos geológicos fueron acumulando material fluvial y eólico, lo que permitió formación de acuíferos infinitos en el subsuelo.

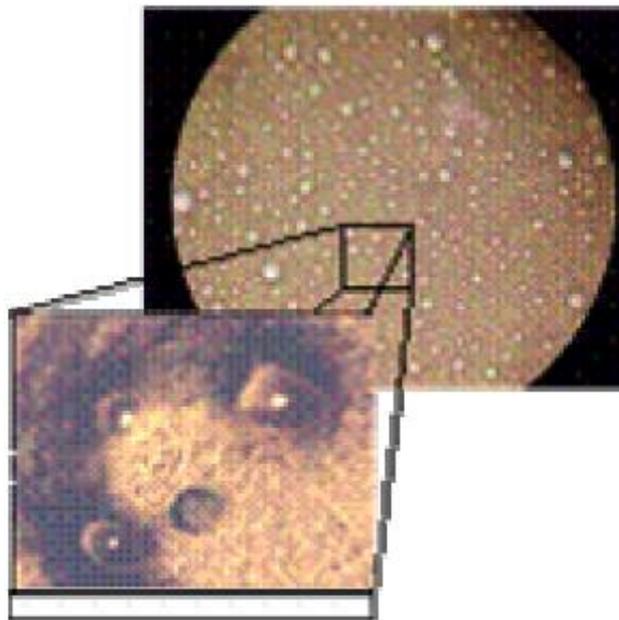
De acuerdo a los eventos geológicos se van formando trampas en el subsuelo que logran albergar las formaciones de crudo y de acuerdo a su densidad se posiciona el gas y el agua asociado al crudo, Escobar, F. (2004) Fundamentos de Ingeniería de Yacimiento, “algunas indicaciones de la intrusión de agua son que existe una zona subyacente de agua, existe suficiente permeabilidad para soportar el movimiento de agua, usualmente mayor a 50 md”. Por lo tanto en los casos donde se presentan acuíferos en contacto con los yacimientos petrolíferos la producción de agua es inevitable.

2- PROCESOS PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES

2.1- DESHIDRATACIÓN

La deshidratación de crudos es el proceso mediante el cual se separa el agua asociada con el crudo, ya sea en forma emulsionada o libre, hasta lograr reducir su contenido a un porcentaje previamente especificado. Generalmente, este porcentaje es igual o inferior al 1 % de agua. Una parte del agua producida por el pozo petrolero, llamada agua libre, se separa fácilmente del crudo por acción de la gravedad, tan pronto como la velocidad de los fluidos es suficientemente baja, la otra parte del agua está íntimamente combinada con el crudo en forma de una emulsión de gotas de agua dispersadas en el aceite, la cual se llama emulsión agua/aceite (W/O), como se muestra en la figura.

FIG. 1. Micrografía de una emulsión agua en petróleo crudo



FUENTE: Cuaderno FIRP S853-PP. ULA (2004).

2.2- FLOTACION

Es una técnica que se utiliza como tratamiento de separación de tres fases en este caso la aplicación del proceso de flotación se genera en las

tanquillas API, para separar las gotas de crudo que se encuentran en el agua.

AGUAMARKET, 2002. Lo define como un método de tratamiento en el que predominan los fenómenos físicos, que se emplea para la separación de partículas de una fase líquida.

En este método predominan los fenómenos físicos, para poder emplear la separación de partículas de una fase líquida, es decir la separación de materias de distinto origen.

2.3- ENFRIAMIENTO

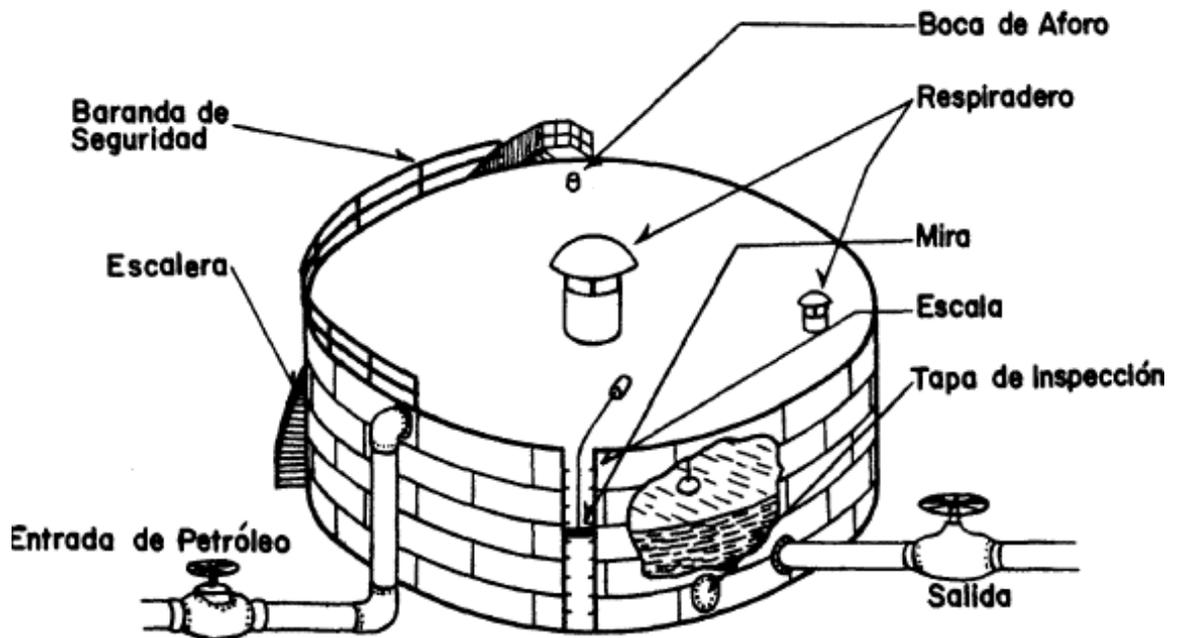
El proceso de enfriamiento desarrolla la transferencia de calor de un fluido a otro, siendo el fluido que pierde calor o que se enfría el fluido con temperatura independiente, mientras que el fluido que recibe el calor se llama medio enfriante, generalmente este tipo de proceso se da en torres de enfriamiento. Según el diario el espectador, 2006 define las torres de enfriamiento como equipos que se usan para enfriar agua en grandes volúmenes, extrayendo el calor del agua mediante evaporación y conducción.

3- EQUIPOS USADOS EN EL PROCESO DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES

3.1- TANQUES

Son unidades mecánicas que reciben el fluido multifásico que proviene de varios campos y son utilizados para desarrollar varias funciones, en el inicio de tratamiento para efluentes su función es el proceso de deshidratación de crudo, que en esencia es la separación del agua del crudo, CEPET, 2010. Expresa algunos usos industriales que se le da a los tanques, en las estaciones de flujo se recibe el crudo producido por los pozos asociados a estas estaciones, este crudo es recolectado en tanques después de haber sido separado del gas y luego en forma inmediata es transferido a los patios de tanques para su tratamiento o despacho siendo utilizados en algunas empresas como tanques de recolección para medición.

FIG. 2 Partes de un tanque



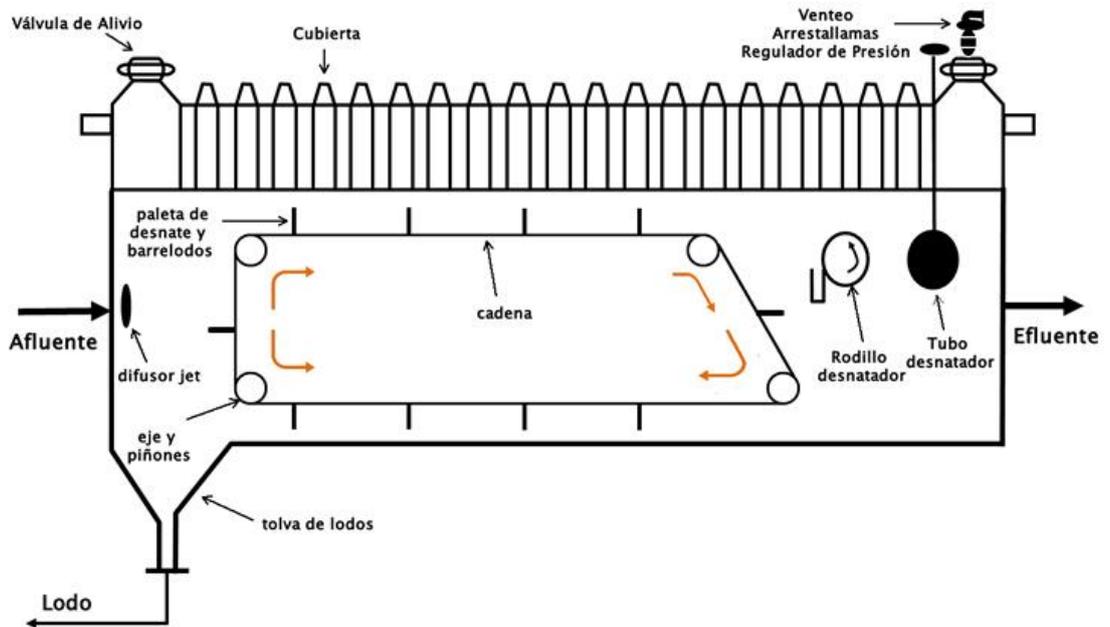
FUENTE: CEPET PDVSA, 2010

3.2- SEPARADORES API

Equipo diseñado para separar grandes cantidades de crudo y sólidos suspendidos provenientes de aguas residuales efluentes.

SERTEAGUA, 2013, los separadores API es un separador del aceite de agua que es diseñado por el instituto Americano de Petróleo "API", y es usado extensivamente en refinerías y muchas otras plantas industriales. Hay normas tanto para unidades rectangulares como para circulares. En general, este separador puede manejar flujos muy grandes. Sin embargo, su desventaja es el largo tiempo de retención requerido para la separación eficiente del aceite.

FIG. 3 Separador API



FUENTE: Instituto Americano de Petróleo API 1990

3.3- TORRE DE ENFRIAMIENTO

Es una estructura que está diseñada para quitar la cantidad de calor a una corriente de agua utilizando el proceso de evaporación o conducción. Rivero E, 2016 explica, en general todas las torres de enfriamiento cuentan con elementos básicos, como un sistema de distribución de agua, el medio o soporte donde se llevara a cabo el enfriamiento evaporativo y el sistema para la circulación de aire teniendo piezas y dispositivos específicos para cada clasificación.

3.4- LAGUNA DE ESTABILIZACION

Es una forma de piscina, una laguna que está dispuesta para mejorar la temperatura o las condiciones del efluente, tienen un periodo de retención al igual que todos los equipos que se encuentran formando la estación de flujo.

3.4.1- LAGUNAS AEROBIAS

Reciben agua residual que han sido sometidos a un tratamiento y que contienen relativamente pocos sólidos en suspensión. En este tipo de lagunas se produce la degradación de la materia orgánica mediante la

actividad de bacterias aerobias que consumen oxígeno producido fotosintéticamente por las algas. Romero, 1999, explica que son lagunas poco profundas de 1 a 1,5m de profundidad y suelen tener tiempo de residencia elevada, 20-30 días.

Las lagunas aerobias se pueden clasificar, según el método de aireación sea natural o mecánico, en aerobias y aireadas.

- a) Lagunas aerobias: la aireación es natural, siendo el oxígeno suministrado por intercambio a través de la interface aire-agua y fundamentalmente por la actividad fotosintética de las algas.
- b) Lagunas aireadas: en ellas la cantidad de oxígeno suministrada por medios naturales es insuficiente para llevar a cabo la oxidación de la materia orgánica, necesitándose un suministro adicional de oxígeno por medios mecánicos.

El grupo específico de algas, animales o especies bacterianas presentes en cualquier zona de una laguna aerobia depende de factores tales como la carga orgánica, el grado de mezcla de la laguna, el pH, los nutrientes, la luz solar y la temperatura.

3.4.2- LAGUNAS ANAEROBIAS

El tratamiento se lleva a cabo por la acción de bacterias anaerobias. Como consecuencia de la elevada carga orgánica y el corto periodo de retención del agua residual, el contenido de oxígeno disuelto se mantiene muy bajo o nulo durante todo el año. El objetivo perseguido es retener la mayor parte posible de los sólidos en suspensión, que pasan a incorporarse a la capa de fangos acumulados en el fondo y eliminar parte de la carga orgánica.

La estabilización en estas lagunas tiene lugar mediante las etapas siguientes.

- a) **Hidrólisis:** los compuestos orgánicos complejos e insolubles en otros compuestos más sencillos y solubles en agua.

b) **Formación de ácidos:** los compuestos orgánicos sencillos generados en la etapa anterior son utilizados por las bacterias generadoras de ácidos. Produciéndose su conversión en ácidos orgánicos volátiles.

c) **Formación de metano:** una vez que se han formado los ácidos orgánicos, una nueva categoría de bacterias actúa y los utiliza para convertirlos finalmente en metano y dióxido de carbono.

Las lagunas anaerobias explica Romero, 1999, suelen tener profundidad entre 2 y 5 m, el parámetro más utilizado para el diseño de lagunas anaerobias es la carga volumétrica que por su alto valor lleva a que sean habituales tiempos de retención con valores comprendidos entre 2-5 días.

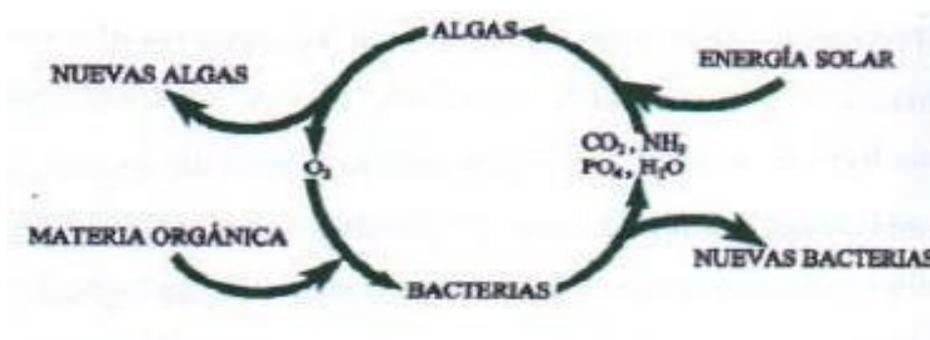
3.4.3- LAGUNAS FACULTATIVAS

Son aquellas que poseen una zona aerobia y una anaerobia, siendo respectivamente en superficie y fondo. Rolim, 2000 explica que la finalidad de estas lagunas es la estabilización de la materia orgánica en un medio oxigenado proporcionando principalmente por las algas presentes. En este tipo de lagunas se puede encontrar cualquier tipo de microorganismos, desde anaerobios estrictos, en el fango del fondo, hasta aerobios estrictos en la zona inmediatamente adyacente a la superficie. Rolim, 2000 manifiesta que además de las bacterias y protozoarios, en las lagunas facultativas es esencial la presencia de algas, que son los principales suministradoras de oxígeno disuelto.

El objetivo de las lagunas facultativas es obtener un efluente de la mayor calidad posible, en el que se haya alcanzado una elevada estabilización de la materia orgánica, y una reducción en el contenido en nutrientes y bacterias coliformes. La profundidad de las lagunas facultativas Rolim, 2000 expone que suelen estar comprendida entre 1 y 2 m para facilitar así un ambiente oxigenado en la mayor parte del perfil

vertical. Las bacterias y algas actúan en forma simbiótica, con el resultado global de la degradación de la materia orgánica. Las bacterias utilizan el oxígeno suministrado por las algas para metabolizar en forma aeróbica los compuestos orgánicos. En este proceso Rolim, 2000 explica cómo se liberan nutrientes solubles (nitratos, fosfatos) y dióxido de carbono en grandes cantidades, estos son utilizados por las algas en su crecimiento. De esta forma, la actividad de ambas es mutuamente beneficiosa.

FIG. 4 Actividad coordinada entre algas y bacterias.



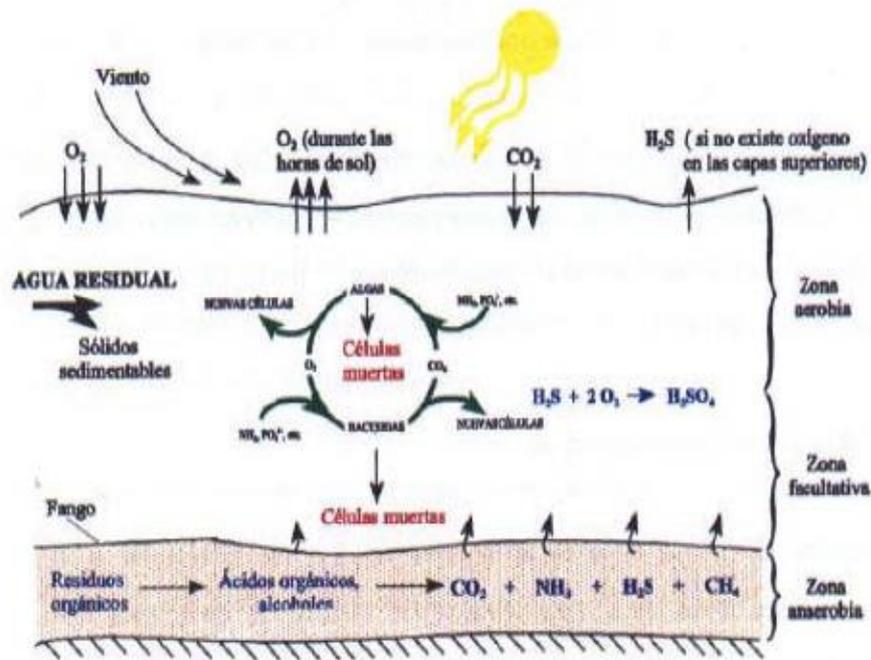
FUENTE: Tratamiento de Aguas Residuales en Pequeñas Comunidades
2004

En una laguna facultativa existen tres zonas que explica Rolim,2000:

- Una zona superficial en la que existen bacterias aerobias y algas en una relación simbiótica, como se ha descrito anteriormente.
- Una zona inferior anaerobia en la que se descomponen activamente los sólidos acumulados por acción de las bacterias anaerobias.
- Una zona intermedia, que es parcialmente aerobia y anaerobia, en la que la descomposición de los residuos orgánicos la llevan a cabo las bacterias facultativas. Los sólidos de gran tamaño se sedimentan para formar una capa de fango anaerobio. Los materiales orgánicos sólidos y coloidales se oxidan por la acción de las bacterias aerobias y facultativas empleando el oxígeno generado por las algas presentes cerca de la superficie. El dióxido de carbono, que se produce en el proceso de oxidación orgánica, sirve como fuente de carbono por las algas. La descomposición anaerobia de los sólidos de la capa de fango

implica la producción de compuestos orgánicos disueltos y de gases tales como el CO_2 , H_2S y el CH_4 , que o bien se oxidan por las bacterias aerobias, o se liberan a la atmósfera.

FIG. 5. zonas que comprende una laguna facultativa



FUENTE: Rodríguez, J. 2004

3.4.2- LAGUNAS DE MADURACION

Este tipo de laguna tiene como objetivo fundamental la eliminación de bacterias patógenas. Además de su efecto desinfectante, las lagunas de maduración cumplen otros objetivos, como son la nitrificación del nitrógeno amoniacal, cierta eliminación de nutrientes, clarificación del efluente y consecución de un efluente bien oxigenado.

Las lagunas de maduración se construyen generalmente con tiempo de retención de 3 a 10 días cada una, mínimo 5 días cuando se usa una sola y profundidades de 1 a 1.5 metros. En la práctica Rolim, 2000 definió que el número de lagunas de maduración lo determina el tiempo de retención necesario para proveer una remoción requerida de coliformes fecales. Las lagunas de maduración suelen constituir la última

etapa del tratamiento, por medio de una laguna facultativa primaria o secundaria o de una planta de tratamiento convencional, debido a la eliminación de agentes patógenos, si se reutiliza el agua depurada.

3.5- CARACTERISICAS DE LOS EFLUENTES

Los efluentes provenientes de la producción de hidrocarburo pueden caracterizarse según el grado de salinidad o el contenido de carga orgánica:

- a. **Baja salinidad:** Aquellas cuyo contenido de Cloruros o Sulfatos es inferior al límite que establezca la legislación ambiental vigente (Valor actual Cloruros: 1000 ppm y Sulfatos 1000 ppm).
- b. **Alta salinidad:** Aquellas cuyo contenido de Cloruros o Sulfatos sea superior al límite que establezca la legislación ambiental vigente (Valor actual Cloruros: 1000 ppm y Sulfatos 1000 ppm).
- c. **Baja carga orgánica:** Aquellas cuya contenido de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) sea inferior a 1000 ppm y/o 10 ppm de fenoles.
- d. **Alta carga orgánica:** Aquellas cuyo contenido de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) sea superior a 1000 ppm y/o 10 ppm de fenoles.

3.6- ESTACIONES DE FLUJO EN EL DISTRITO BARINAS

Las estaciones de flujo en el Distrito Barinas forman parte de PDVSA División Boyacá, que a su vez, es una división de petróleo de Venezuela. Los procesos realizados en las estaciones de flujo son: la deshidratación y desgasificación del crudo, y el subproducto principal es un crudo con un contenido de agua y sedimento menor 1%, el cual es enviado y almacenado en los patio de tanques y de allí es enviado a la Refinería El Palito para su posterior procesamiento. Las estaciones de flujo también son las responsables del tratamiento de las aguas que son generadas en el proceso de deshidratación antes de ser vertida al ambiente.

La División cuenta con estaciones de flujo en las áreas operacional Barinas y Apure ubicadas en los Estados Barinas y Apure respectivamente. Las estaciones de flujo ubicadas en el área operacional Barinas son: Silván, Sinco "D" y Mingo. Las dimensiones de las estaciones de flujo varían de estación a estación ya que las áreas ocupadas por las estaciones van a depender de la cantidad de fluido que llegue a cada estación y de los sistemas de tratamiento de efluentes que se generan en cada una de las estaciones.

Todas estas estaciones de flujo se encuentran fuera del perímetro urbano, encontrándose dentro de las fincas o hatos, motivo por el cual PDVSA se ha visto obligada a contraer con los propietarios de dichas fincas o hatos contratos de servidumbre por la utilización de sus tierras.

FIG. 6 Área operacional del Distrito Barinas



FUENTE: Páez J. 2009

3.6.1- SILVAN

La Estación Silván se encuentra localizada a 24 Km al Sureste de la ciudad de Barinas y a 5 Km de la carretera Nacional Barinas - San Silvestre, abarcando una superficie de 120.000 m². En la actualidad, esta Estación procesa la producción de los Campos Borburata, Bejucal, Caipe, Silván, Palmita, Maporal y Torunos.

3.6.2- SINCO D

Se encuentra ubicada en el área operacional del Distrito Barinas, en Campo Sinco a 70 km al sureste de la ciudad de Barinas, en la zona del "El Toreño", en la vía que conduce hasta la población de San Silvestre, Municipio Barinas, Edo. Barinas. Las instalaciones abarcan un área de 230.000 m². Así mismo su ubicación es de una extensa llanura, en general bastante plana pero disertada por una baja cantidad de caño o drenaje que locamente produce un relieve suavemente ondulado. Los cuerpos de agua más cercana y donde son vertidos los efluentes es el caño Morrocoy.

3.6.3- MINGO

La estación de flujo Mingo tiene menos equipos operacionales instalados, debido a que solo recibe y procesa mezcla bifásica de agua y crudo, en comparación con las estaciones Silván y Sinco D, que si recibe de los pozos mezcla de tres fases como lo son agua, crudo y gas. Se alimenta del campo Páez-Mingo fue descubierto en el año 1967 por la compañía Corporación Petróleos de Venezuela, con la perforación del pozo 18M-1X. Presenta crudo pesado cuya gravedad API varía entre 18-20 °, sub-saturado y sometido a un empuje de agua muy fuerte. Los pozos de dicho campo se han caracterizado por producir mediante flujo natural y a lo largo de su vida productiva la relación agua petróleo aumenta.

3.7- DECRETO 883

Decreto N° 883 de 11-10-95. Normas para la Clasificación y el Control de Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos o Efluentes Líquidos. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 5.021 Extraordinario. Caracas, 18-12-95.

Esta normativa tiene por objeto regular el control de calidad de los cuerpos de agua, definida en función de sus usos actuales y potenciales. Para ello se establecen como instrumentos la fijación de parámetros de vertidos líquidos y la elaboración y ejecución de planes de calidad para

cada cuerpo de agua, conforme a un orden de prioridades en las distintas cuencas del país.

Las actividades sujetas al control de este Decreto, de acuerdo con la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de las Naciones Unidas, dentro de la cual se encuentra la industria petrolera y de hidrocarburos, son las siguientes:

1. La producción de petróleo crudo y gas natural.
2. La refinación de petróleo.
3. La fabricación de productos derivados del petróleo.
4. El transporte por oleoductos y gasoductos.
5. El depósito y almacenamiento de hidrocarburos y sus derivados.

A los fines del seguimiento y del control de las actividades de contaminantes se establece un registro de actividades capaces de degradar el ambiente, en el cual deberán inscribirse las personas naturales y jurídicas que se propongan iniciar cualquiera de dichas actividades, quedando exceptuadas aquellas empresas inscritas en el registro sobre actividades capaces de degradar el ambiente, establecido en el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables conforme al Decreto 1270.

MAPA DE VARIABLES.

Tabla 1. Mapa de Variables.

Objetivo General: Especificar los procedimientos empleados para el manejo de efluentes en el Distrito Barinas de la División Boyacá de PDVSA

Objetivos Específicos	Variable	Definición Operacional	Indicadores
1. Identificar las instalaciones donde se manejan efluentes producidos en el Distrito Barinas.	Instalaciones para el manejo de efluentes	Hace referencia a una estructura física que puede variar en tamaño y que está dispuesta de manera particular para cumplir los diferentes procesos en el manejo de efluentes.	<ul style="list-style-type: none"> • Ubicación de las instalaciones. • Capacidad de almacenamiento. • Medidas de seguridad. • Materiales de diseño. • Objetivo de la instalación • Situación actual (operativa o no) • Tiempo de uso • Mantenimiento necesario

<p>2. Caracterizar los procedimientos empleados para el manejo de efluentes producidos en el Distrito Barinas.</p>	<p>Características de los procedimientos para el manejo de efluentes</p>	<p>Es la descripción de todas las acciones u operaciones que tienen que realizarse para entender los procesos por los que pasa el agua de producción, para lograr la descontaminación de la misma.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Especificaciones operacionales. • Principio físico que emplean • Equipos • Secuencia operacional • Tiempo de uso • Reactivos que necesita • Proceso de operación
<p>3. Establecer los retos presentes en el manejo de los efluentes presentando un esquema asociado a los procesos en el Distrito Barinas.</p>	<p>Retos presentes en el manejo de los efluentes</p>	<p>Examinar o evaluar las Situaciones en las instalaciones de efluentes que pueden ser mejoradas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Principales parámetros a controlar • Procesos que requieran divisas

Fuente: Laya K. Mejía J. (2.018).

TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación se encuentra enmarcada bajo un paradigma Cualitativo, como lo define Martínez, M. (2006) en su artículo La Investigación Cualitativa plantea que “la investigación cualitativa trata de identificar la naturaleza profunda de las realidades, su estructura dinámica, aquella que da razón plena de su comportamiento y manifestaciones... lo cualitativo no se opone a lo cuantitativo, sino que lo implica e integra”. Mediante la aplicación de técnicas como entrevistas semiestructuradas que conllevan al análisis e interpretación de la información.

La investigación cualitativa se acerca a las necesidades de los investigadores, ya que permite adentrarse en la realidad del tema, utilizando fuentes humanas para la recolección de información, dando uso a instrumentos como entrevistas semiestructuradas y técnicas como observación directa, teniendo lugar dentro de los niveles de investigación como lo define Sánchez Carlessi H. y Reyes Meza C. (2006) manifiestan que siguiendo a Selltiz, Jahoda y otros (1965) podemos identificar tres niveles o esquemas básicos de investigación (según la profundidad y objetivo) que pueden relacionarse a los tipos de investigación cuantitativa o cualitativa. Estos son: investigación exploratoria, descriptiva, explicativa; en este caso ratificamos la investigación descriptiva como la define Sánchez Carlessi H. y Reyes Meza C. (2006) Tiene como objetivo la descripción de los fenómenos a investigar, tal como es y cómo se manifiesta en el momento (presente) de realizarse el estudio y utiliza la observación como método descriptivo, buscando especificar las propiedades importantes para medir y evaluar aspectos, dimensiones o componentes. Pueden ofrecer la posibilidad de predicciones aunque rudimentarias.

METODOLOGIA

El tipo de investigación Cualitativa tiene en especial métodos que permiten aplicarse y ajustarse a la intensión de los investigadores, dichos métodos son etnográficos, fenomenológicos, hermenéuticos entre otros. La presente investigación adapta el método hermenéutico. En este sentido Martínez señala el método hermenéutico

Tendría como misión descubrir los significados de las cosas, interpretar lo mejor posible las palabras, los escritos, los textos, los gestos y, en general, el comportamiento humano, así como cualquier acto u obra suya, pero conservando su singularidad en el contexto de que forma parte. (2004 p.102)

Por otro lado Sandín (2003) manifiesta que “a diferencia de la fenomenología, la hermenéutica no se preocupa tanto por la intensión del actor, sino que toma la acción como una vía para interpretar el contexto social de significado más amplio en el que está inmerso”. La hermenéutica se fija en la acciones de los participantes para interpretar el contexto social de significado más amplio en el que se encuentra inmerso, en la investigación la hermenéutica no se emplea rígidamente como es planteada en su inicio en la historia sino como una herramienta de apoyo que va permitir entender y explicar los fenómenos en estudio, ya que su orientación será recolectar información relacionada con el estado real, en este caso de las estaciones de flujo pertenecientes a la División Boyacá de PDVSA, específicamente en el área de tratamiento de efluentes, para así lograra describir cada procesos aplicado para tratar los efluentes separados del crudo. Así, este tipo de estudio ayuda a la investigación a la búsqueda, obtención y descripción de los procesos que se llevan a cabo al momento de tratar efluentes.

Se analizaron diferentes situaciones en cuanto al proceso de tratamiento de efluentes, logrando identificar y situar las estaciones de flujo en el Distrito Barinas que contemplan los procesos de manejo de efluentes, también se describió los procesos por el cual se sigue el tratamiento de efluentes logrando identificar los retos presentes en el

manejo de efluentes, para finalizar con la esquematización de toda la secuencia operacional que se aplica en el tratamiento de efluentes.

Se llevó a cabo una serie de investigaciones para lograr definir los procesos que se aplican en el tratamiento, recabando información de forma bibliográfica, analizando algunas investigación y artículos científicos sobre los procesos que se conocen y que son aplicados no solo en la separación de crudo y agua, sino también en aguas residuales de cualquier origen, se logró conseguir trabajos de grado a nivel nacional, así como también cuadernos o guías sobre proyectos científicos desarrollados a escala de laboratorio. Toda la información se recolecta y se revisa exhaustivamente para identificar cuál de estas formarían parte de la sustentación de la presente investigación.

Adecuándose al diagnóstico de interrogantes que se tenían ya planteadas como que procesos se llevan a cabo para el tratamiento, que equipos son necesarios para el desempeño de los mismos procesos, las características de los efluentes y las normas o leyes que regulan la calidad de dichos efluentes al momento de ser vertidos. En el inicio de la investigación se logró identificar las estaciones de flujo de acuerdo a información recabada por estudios previos, mediante charlas, dictadas por el ingeniero Guillermo Martínez de PDVSA División Boyacá, en las instalaciones de la UNELLEZ, dándole cumplimiento al primer objetivo de dicha investigación.

Para dar cumplimiento a los objetivos siguientes se elaboró un instrumento, el cual tiene lugar en los anexos y permite conocer los indicadores necesarios para lograr caracterizar cada uno de los procesos empleados para el manejo de efluentes, el instrumento fue elaborado por los autores de la investigación, revisado y evaluado en primera instancia por la profesora María Isabel Fonseca, tutora de la investigación, en segundo lugar por el ingeniero Neuro Palencia perteneciente a Relaciones Gubernamentales de PDVSA , posteriormente ajustado por el ingeniero Javier Arteaga de la Gerencia de Tratamiento y Calidad de Fluidos, pertenecientes a PDVSA División Boyacá.

POBLACIÓN Y MUESTRA.

POBLACIÓN

Según Arias (2012: 81), “La población, o en términos más precisos población objetivo, es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio” Hurtado (2000: 11), se refirió a la población de la siguiente manera. “La población de una investigación está constituida por el conjunto de seres en los cuales se va a estudiar la variable o evento, y que además comparten, como características comunes los criterios de inclusión”. Entendiendo como criterios de inclusión las características compartidas por los integrantes de una población. En tal sentido, para esta investigación la población está representada por 3 estaciones de flujo que fueron ubicadas en el estado barinas (Silván, Sinco D, Mingo).

MUESTRA

Según Arias (2012: 83). “La muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible”. En este caso la muestra corresponde a la población debido a que la población es pequeña, esta estará constituida por 3 estaciones de flujo que fueron ubicadas en el estado Barinas (Silván, Sinco D y Mingo).

TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCION DE DATOS

En la investigación cualitativa las técnicas e instrumentos van dirigidos a obtener información que no se encuentra a simple vista, al respecto Gurdían-Fernández (2007) dice que las técnicas cualitativas de investigación enfatizan la obtención de información referida, básicamente, a percepciones, sentimientos, actitudes, opiniones, significados y conductas.

Según Arias, F (2012). Un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información. . Los Instrumentos utilizados en este trabajo de Investigación son:

ENTREVISTAS SEMIESTRUCTURADA

La entrevista es fundamental para la recolección de los datos cualitativos, a partir de esta se tendrá la información por parte de los participantes de forma directa, es una de las técnicas más aplicadas en las investigaciones cualitativas, está permite que el investigador interprete lo que los sujetos le manifiestan, es un encuentro personal con los sujetos de la investigación donde se toma en cuenta su discurso y sus gestos a lo largo de la entrevista, Marta Biagi (2005) define la entrevista como:

La entrevista consiste en una conversación entre dos personas por lo menos, en la cual uno es el entrevistador y otro u otros son los entrevistados, estas personas dialogan con arreglo a ciertos esquemas o pautas acerca de un problema o cuestión determinada teniendo un propósito profesional.

Existen varias entrevistas que se pueden realizar en la investigación cualitativas, la selección de un tipo de entrevista depende de la información que se quiera recoger, para el desarrollo es esta investigación se utilizó la entrevista semiestructurada, está permitió realizar la entrevista de una forma guiada pero no rígida, puntualizando temas que considera necesario para entrar en confianza, y precisar datos importantes para el desarrollo de la investigación, así mismo Martínez (2004) afirma que el entrevistador presentara todos los aspectos que quiera explorar con la investigación, agrupados en una serie de preguntas generales y presentadas en forma de temas, elegidos previamente, bien pensados y ordenados de acuerdo con la importancia o relevancia para la investigación.

OBSERVACIÓN

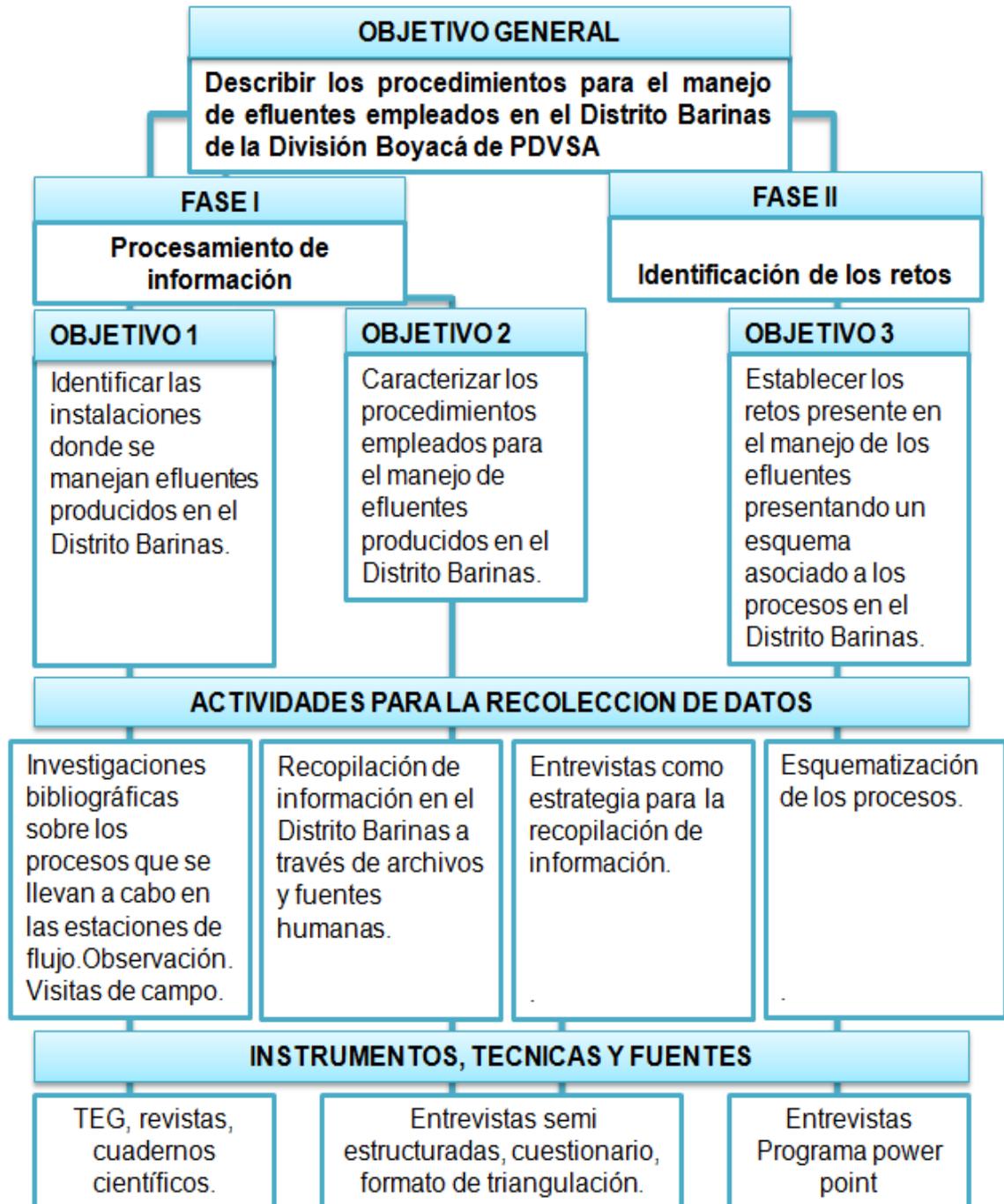
Según Arias (2012: 69), “La observación consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos”. Esta técnica fue empleada para validar parte de los datos recolectados a través de las entrevistas, además de lograr visualizar la secuencia operacional en el manejo de efluentes, lo que permite realizar la esquematización de las operaciones.

REVISIÓN DOCUMENTAL

La revisión documental es definida por Arias, 2012, como un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales, impresas, audiovisuales o electrónicas. Para llevar a cabo la revisión documental de los procesos en el manejo de fluentes, la mayoría fue obtenida de Trabajos de grado realizados de forma individual enfocándonos en cada uno de los procesos por separados, diapositivas, cuadernos científicos realizados en laboratorios.

A continuación se presenta un esquema de la metodología utilizada para dar cumplimiento a los objetivos, con cada uno de los instrumentos y técnicas utilizadas, aprovechando todas las herramientas dispuesta y con la finalidad de dar una mejor comprensión del proceso de la presenta investigación.

FIG. 7 Esquema de la metodología de esta investigación.



FUENTE: Laya, K. y Mejía, J. 2018

ANALISIS DE LOS RESULTADOS

En el siguiente capítulo se desarrollan cada uno de los objetivos específicos planteados, siendo desarrollados por fases que lograron congeniar con la metodología de investigación, la cual permitió el uso de la entrevista semiestructurada como técnica para la recolección de datos, dicho instrumento fue diseñado por los autores de la investigación, validándose por el tutor académico y especialistas en el área, se vació y se caracterizó la información para proseguir con el análisis, dando respuestas a las interrogantes planteadas, que nacen de los indicadores y que son las que miden las variables señaladas en la operacionalización de la misma, la cual tiene lugar en el capítulo II

Arias M, (2000), expresa, los métodos no son la verdad, constituyen solamente herramientas, procedimientos, instrumentos y modos de armar la teoría para investigar un problema, y que al usarlos facilitan su estructuramiento de investigación.

En la metodología de investigación cualitativa se realizan procedimientos que dan respuestas a las interrogantes, haciendo uso de las herramientas o instrumentos adecuados según sea su tipo de investigación, para facilitar la recopilación de información necesaria, así como también facilitando el estructuramiento de la investigación, en dicha metodología los datos recopilados necesitan ser traducidos en categorías para organizarlos conceptualmente y presentar la información siguiendo un patrón.

Los informantes entrevistados son Guillermo Martínez, Gerente de Operaciones del Dato; Lewis Rangel, Líder Supervisor de la Unidad de Manejo y Procesamiento de Fluido; Henry Silva, Chequeador de la estación de flujo Silván, todos pertenecientes a PDVSA División Boyacá, Barinas. Es importante señalar que los informantes son profesionales en el área petrolera, operaciones de producción, extracción, manejo y procesamiento de fluidos, con más de 15 años de experiencia en la

industria, valorando su perfil profesional para poder dar respuestas a las interrogantes planteadas

A continuación, se comienza con el primer objetivo.

IDENTIFICAR LAS INSTALACIONES DONDE SE MANEJAN EFLUENTES PRODUCIDOS EN EL DISTRITO BARINAS.

Entre los procesos que se llevaron a cabo para dar cumplimiento al primer objetivo se planteó “identificar las instalaciones donde se manejan efluentes producidos en el Distrito Barinas”, alcanzado mediante técnicas de recolección de información de tipo documental, tal como memorias de eventos de investigación en materia petrolera, trabajos de grado sobre procesos de las estaciones de flujo, tratamiento de efluentes y revistas científicas.

Durante la ejecución de este objetivo se realizó el proceso de recolección de datos, el cual se hizo de acuerdo con el área de investigación, todo lo referente a manejo de efluentes, tratamiento de agua de producción; dando a desarrollar la parte de análisis y selección de documentos según lo requerido, ubicación de las estaciones de flujo, capacidades de manejo, medidas de seguridad, objetivo de las instalaciones.

La bibliografía estudiada y que representa la sustentación de esta investigación en el primer objetivo es el trabajo de grado desarrollado por Maldonado M. (2010) “Metodología para la aplicación de las normas ISO14001:2004 en una estación de flujo”, donde se pudo obtener la política ambiental bajo la cual se operan en la estación de flujo Sinco D. PDVSA trabaja bajo una política ambiental corporativa donde se cumple con la mayoría de los requisitos exigidos por las normas nacionales, dicha política corporativa lleva por nombre Ambiente, Higiene ocupacional (AHO), se presenta un ejemplo de la misma para la estación Sinco D.

Maldonado M. (2010), A pesar que la Política Corporativa PDVSA cumple con la mayoría de los requisitos exigidos por la norma, se propone la creación de una política ambiental específica para la estación de

flujo Sinco "D" (Figura9), tomando como marco los lineamientos de la Política Corporativa de AHO

FIG. 8 Política Ambiental de la estación de Flujo Sinco D

POLITICA AMBIENTAL DE LA ESTACION DE FLUJO SINCO "D". PDVSA DIVISION CENTRO SUR. BARINAS

La gerencia de operación y producción responsable de las actividades, los productos y los procesos que se llevan a cabo en la estación de flujo, reconoce y acepta sus responsabilidades con respecto al cuidado y protección del ambiente. Por lo tanto ha adoptado esta política, inspirada en la política corporativa de AHO de PDVSA, mediante la cual quienes forman parte del equipo de la estación de flujo Sinco "D" se compromete a:

1. Cumplir con toda la legislación y normativas ambientales Venezolana.
2. Prevenir y minimizar las emisiones al aire y vertidos al agua y suelo proveniente de la desgasificación, deshidratación, almacenamiento del crudo y de la generación de electricidad.
3. Reducir la generación de residuos sólidos, reciclando cuanto sea factible, asegurando un manejo responsable de los residuos peligrosos.
4. Operar las instalaciones haciendo uso racional de la energía y los recursos naturales.
5. Fijar objetivos y metas ambientales anuales considerando la legislación aplicable, los impactos ambientales significativos y las inquietudes de la parte interesada, que conduce a un mejoramiento continuo del desempeño ambiental.
6. Capacitar al personal, a fin de que asuman una actitud responsable con el ambiente, para general una cultura de respeto.
7. Desarrollar y mantener un programa de prevención y control de emergencia ambientales.
8. Difundir esta política entre los empleados todas las parte interesadas.
9. Promover entre los contratistas proveedores el cumplimiento de nuestra política ambiental.

Sub-Gerente Operativo

Gerente de la División centro Sur

FUENTE: Maldonado M. (2010)

Así como también se consideró la cita de un manual de seguridad industrial llamado N° SI-S-13PDVSA 2001, donde está establecido el objetivo de las diferentes normas legales citadas, los artículos relacionados con cada materia tratada y las sanciones por incumplimiento.

FIG. 9 Requisitos legales para la estación de flujo Sinco D

Actividad	Aspecto	REQUISITOS LEGALES
Quema De Gas	Emisiones al aire de CO ₂ , CO, NO _x , SO _x y partículas	Decreto N° 638 de 26-04-95
Deshidratación	Emisiones de Hidrocarburo	Decreto N° 638 de 26-04-95
Almacenamiento	Emisiones de Hidrocarburo	Decreto N° 638 de 26-04-95
Remoción de Crudo libre	Emisiones de Hidrocarburo	Decreto N° 638 de 26-04-95
	Generación de olores a hidrocarburos	-
Remoción de Crudo emulsionado	Remoción de crudo	Ley 55
Enfriamiento y Decantación		Ley 55
Tratamiento Biológico	Uso de ácido fosfórico	Ley 55
Vertido de Cuerpo de Agua	Vertido de efluente tratado al cuerpo de agua	Decreto N° 883 de 11-10-95
Generación de electricidad	Emisiones atmosférica	Decreto N° 638 de 26-04-95
	Generación de ruido	Decreto N° 2217 de 23-04-92

FUENTE: Maldonado M. (2010)

Así mismo, se valoró la información recopilada en las entrevistas semiestructurada donde se plantearon 7 interrogantes referentes a la disposición areal para las instalaciones, la capacidad de manejo, normas de seguridad, todos estos datos se categorizaron según el mapa de variables que se construyó en el capítulo II y en base al cual se diseñó la entrevista, realizando la triangulación de las respuestas que se obtienen de cada entrevistado para dar finamente la interpretación de la información. A continuación, se presenta la primera tabla de categorización.

TABLA N° 2.Categorización de entrevistas de profundidad respecto al primer objetivo primera variable.

CATEGORIA	TRIANGULACION	INTERPRETACION
<p style="text-align: center;">UBICACION</p>	<p>Informante N°1: está compuesto por tanques de lavado, posterior a esto se pueden ubicar los sistemas de API o CPI, según las fases del tratamiento se pueden ubicar las unidades de DAF o IAF, los tratamientos terciarios que pueden ser lagunas facultativas, lagunas de estabilización, torres. (EPRO 1. Línea N° 20-23) Al estar cerca de caños naturales sirve para realizar la mezcla de las aguas vertidas. (EPRO 1. Línea N° 25-26).</p> <p>Informante N°2: iniciar por el proceso de deshidratación, ya tu empiezas a separar el agua del crudo, al salir de esos tanques tienes punto de clarificación, posteriormente pasa a los sistemas API, que son el sistema primario de separación, para posteriormente pasar a las lagunas de enfriamiento, bien sea las primeras, las lagunas de concreto, después posteriormente pasa a las lagunas natural, en algunos casos tienen sistema de lagunas de enfriamiento y biolagunas. (EPRO 1. Línea N° 32-40).</p>	<p>La categoría instalaciones para el manejo de efluentes es la primera variable del mapa, los informantes explicaron cómo están compuestas regularmente las instalaciones donde se realiza el tratamiento para los efluentes, sin importar el área para la disposición de equipos cada estación de flujo la compone una cantidad variable de elementos, esto depende de los procesos que se requieran para tratar la producción que se reciba en la estación según su ubicación. De forma general, las estaciones de flujo del Distrito Barinas están compuestas por tanque de lavado, sistema separador API o CPI, las unidades de IAF o DAF, lagunas de enfriamiento.</p>

	<p>cuando diseñas una estación de flujo se estima que volumetría vas a trabajar, si tienes una buena distribución areal, vas a poder en la medida de cualquier incremento volumétrico estimado o no, debes estar en la capacidad de tener la residencia para el mismo, en ese aspecto considero que las estaciones fueron diseñadas para una visión ideal para el momento teniendo sus áreas de ampliación que de acuerdo a la disposición del tiempo pueda ella irse adecuado a los fluidos que se estén manejando y a las condiciones que se tienen en la estación, ósea que cada estación debería tener lo que llamo yo un área muerta, o un área de desarrollo de crecimiento, en la necesidad que la evolución de la etapa productiva de esos yacimiento vaya generando, pero en este caso si se dispone al menos de un espacio idóneo para tal fin. (EPRO 1. Línea N° 43-55).</p> <p>Informante N°3: Separadores (freewater, s7), Tanque de lavado de 40 pies de 14000bls, Tanquillas API Piscinas de cemento. (EPRO 1. Línea N° 17-20).</p>	
--	---	--

	Cada equipo de las estaciones de flujo está dispuesto en un área ya estudiada, para que al momento de verter los efluentes este pueda llegar a alguna corriente de agua. (EPRO 1. Línea N° 22-24).	
CAPACIDAD DE MANEJO	<p>Informante N°1:13.000 BNPD. (EPRO 1. Línea N° 28).</p> <p>Informante N°2: No te podría decir que capacidad de manejo tienen por qué no las conozco. (EPRO 1. Línea N° 57-59).</p> <p>Informante N°3:14.000 BNPD. (EPRO 1. Línea N° 26).</p>	Así mismo se pudo concluir que de acuerdo a la disposición areal se realiza la ingeniería para el conocimiento de la volumetría que se maneja y así desarrollar la instalación de todos los equipos
MEDIDAS DE SEGURIDAD	<p>Informante N°1:Las medidas de seguridad están dadas bajo rigurosas Normas tanto internas de la empresa, como de las normas internacionales establecidas tanto para los procesos como el resguardo de las instalaciones y personal de las instalaciones. Existen Procedimientos de Trabajo establecidos por la empresa y bajo la rigurosa Supervisión de Evaluaciones periódicas para poder ejecutar cualquier actividad dentro de las Instalaciones. (EPRO 1. Línea N° 32-37).</p> <p>Informante N°2: Describir las</p>	De acuerdo a las medidas de seguridad se conoció las normas internas de PDVSA bajo las cuales se desarrollan todas las labores en las estaciones de flujo.SI-S-04 "Requisitos de Seguridad Industrial, Ambiente e Higiene Ocupacional en el Proceso de Contratación". SI-S-08 "Notificación, Clasificación Estadística y Registro de Accidentes, Incidentes y Enfermedades Ocupacionales". SI-S-11 "Medidas por Incumplimiento e Inobservancia de la Normativa en Materia SHA". SI-S-22 "Investigación de Accidentes e Incidentes". IR-S-14 "Integridad Mecánica

	<p>medidas de seguridad no podría, pues eso está dispuesto por normas internas de PDVSA. (EPRO 1. Línea N° 65-66).</p> <p>Informante N°3: Lo básico casco, lentes, guantes, detector de gases. (EPRO 1. Línea N° 32).</p>	
<p>MATERIALES DE DISEÑO</p>	<p>Informante N°1: Materiales metálicos (acero, hierro, fundición, aluminio, estaño, plomo) Materiales pétreos. No aglomerantes (Rocas barro y agua, Arena, Grava). Aglomerantes (cemento, yeso, mortero, hormigón). Cerámicos (arcilla, barro, loza, refractario, y porcelana). Vidrio. Madera. Prefabricadas contrachapado Materiales plásticos. Termoplásticos (PET, PVC, polietileno, polietileno, metacrilato, teflón.). Termoestables (poliuretano, baquelita, melanina). Elastómeros (látex, caucho, neopreno, goma). Materiales compuestos. Fibra de vidrio</p> <p>Informante N°2: Para el diseño de las instalaciones bueno, se toma en cuenta los materiales como el hierro, el aluminio, acero, en general materiales metálicos. (EPRO 1. Línea N° 69-71).</p>	<p>Los informantes pudieron dar a conocer los materiales para el diseño de los equipos y materiales utilizados en el tratamiento de efluentes.</p>

	Informante N°3: Plásticos y metales. (EPRO 1. Línea N° 35).	
OBJETIVOS DE LAS INSTALACIONES	<p>Informante N°1: La separación y tratamiento de los fluidos extraídos. (EPRO 1. Línea N°56)</p> <p>Informante N°2: las estaciones cumplen mayores funciones que las subestaciones, pero de forma general sería separación crudo-agua, tratamiento de emulsiones, tratamiento de aguas de producción. (EPRO 1. Línea N° 74-77).</p> <p>Informante N°3: La separación de los fluidos. (EPRO 1. Línea N° 38).</p>	De igual forma se pudo concretar que el objetivo de las instalaciones es la separación y tratamiento de los fluidos que llegan a la estación.

La entrevista de profundidad que permitió dar a conocer o definir la variable del primer objetivo fue identificar las instalaciones donde se maneja efluentes, como primer indicador se estableció Ubicación, dentro del cual se logró describir la composición de las estaciones de flujo, cabe destacar que las estaciones de flujo a diferencia de las subestaciones cumplen con la funcionalidad de separar el agua del crudo, y claro está en disposición de equipos, son más surtidas y los procesos más complejos, por ello se hace la aclaratoria en este primer objetivo que permite identificar o conocer las estaciones donde se manejan efluentes en el Distrito Barinas, que las subestaciones son un conjunto de equipos que reciben la producción provenientes de los pozos que se encuentran en el área, en ellas se logra la separación del gas y permiten el rebombeo a otras instalaciones donde se realizan los demás procesos de tratamiento.

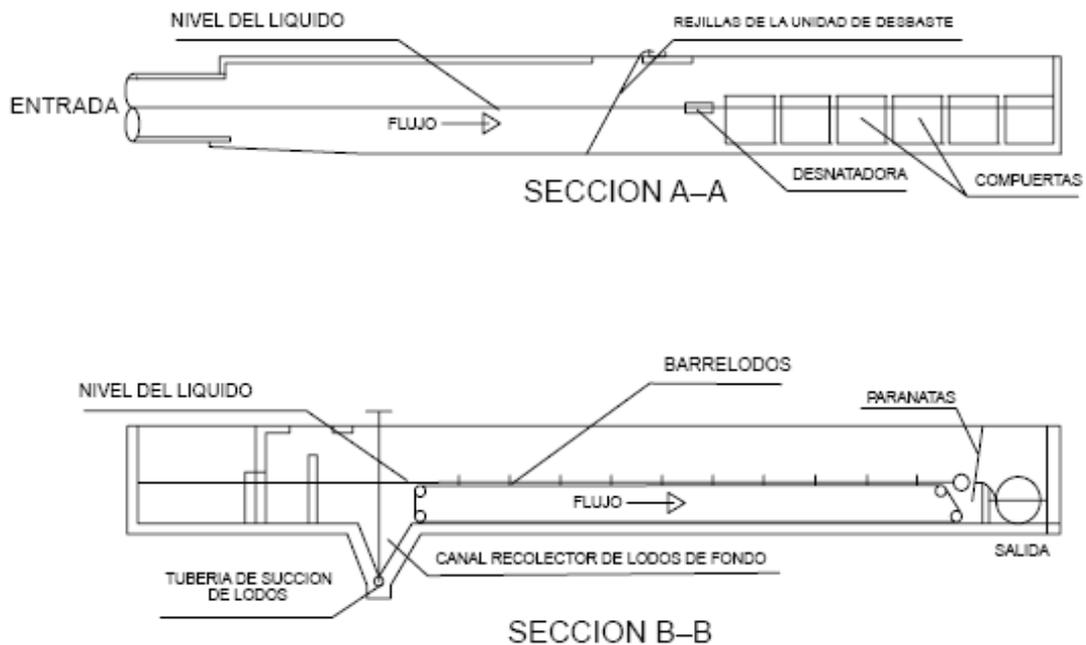
Las estaciones de flujo reciben la producción y realizan el tratamiento tanto para separar crudo-agua y posterior a la separación se realiza el tratamiento de efluentes. CEPET, PVDSA, 2010 define las estaciones de flujo como un conjunto de equipos interrelacionados para recibir, separar, almacenar temporalmente y bombear los fluidos provenientes de los pozos ubicados en su vecindad.

Se continuará exponiendo de forma general la composición de los sistemas de manejo de efluentes que deben desarrollar las estaciones de flujo. El sistema de manejo de efluentes está compuesto por la unidades de deshidratación, al salir se tienen puntos de química clarificante para entrar en las unidades de separación por gravedad esta sería la primera fase de tratamiento puede ser en las unidades API, CPI, PPI, TPI. Luego pasa a las lagunas de enfriamiento o lagunas de estabilización, posteriormente a las Biolagunas. Las unidades de deshidratación son los tanques de lavado, recipientes que usualmente operan con media parte de agua, a lo que se le denomina colchón de agua y la otra parte lo cubre el petróleo. Las unidades de separación por gravedad en las cuales las gotas de aceite se elevan hacia arriba con una velocidad definida por su

gravedad específica, Los dos tipos más importantes de separadores de gravedad son:

- Separadores convencionales tipo API (longitudinales) y separadores circulares: El diseño estándar de los separadores rectangulares API se inició en el año 1948 y estuvo a cargo de Engineering Experiment Station de la Universidad de Wisconsin. Según TEXACO, WATER POLLUTION CONTROL MANUAL, 1972. Su función es la de separar el aceite libre proveniente de efluentes de refinería principalmente. En términos del tamaño del glóbulo de aceite, la remoción se basa en aquellos con diámetros de 0.015 cm., por lo cual el funcionamiento de estas unidades depende de la naturaleza del aceite, características del flujo, diseño y tamaño de la unidad. Pueden ofrecer eficiencias altas en el orden de un 75% o más. Los separadores API consisten de estanques rectangulares multicanales, los cuales disponen de una zona de entrada, una zona de separación aceite / agua y una zona de salida.

FIG. 10. Separador API



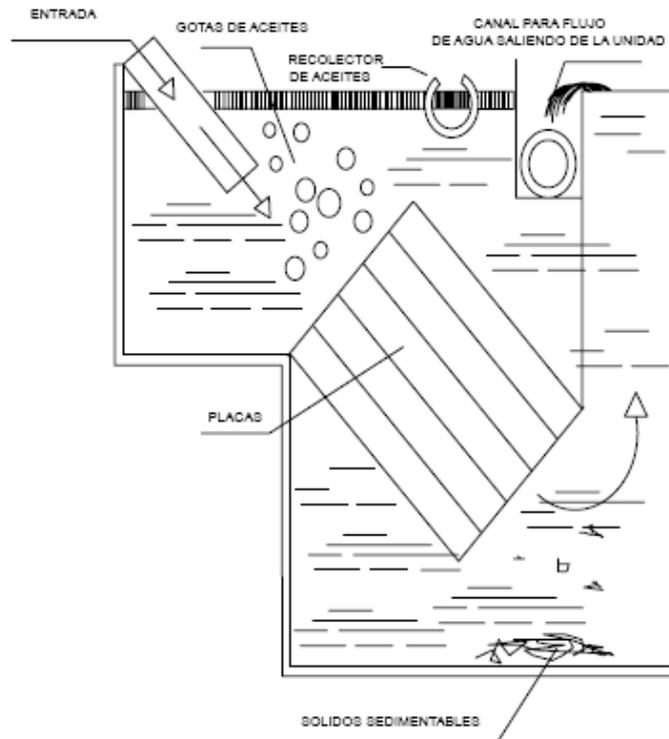
FUENTE: API, MANUAL ON DISPOSAL REFINERY WATER, 1969.

- Separadores de placa. En esta clasificación se incluyen los separadores de placas paralelas, PPI, los separadores de placas corrugadas, CPI. Separador de placas paralelas (P.P.I.) Este separador de placas paralelas comúnmente llamado PPI (Parallel Plate Interceptor), fue desarrollado posteriormente a la aparición del separador API, con la intención de minimizar las deficiencias que éste presentaba, en cuanto a requerimiento de espacio, costo de construcción, peligro de incendio, olores, etc. En cierta literatura, se le conoce como separador Lamella, prototipo desarrollado en Suecia. El PPI se basa en el mismo principio de sedimentación de alta tasa, pero la separación del aceite se produce mediante flotación.

Separador de placas corrugadas, CPI. Aunque se obtuvieron beneficios con el separador original PPI, esto no fue suficiente. Inicialmente presentaba dificultades en cuanto a construcción, dado que los sistemas de drenaje de los tanques de concreto, requerían cálculos muy precisos fuesen las unidades superficiales o construidas bajo la superficie. Por otra parte, las placas eran de acero lo que trajo como consecuencia problemas de corrosión y presencia de asperezas o rugosidades indeseables. Con estos antecedentes, los investigadores decidieron trabajar en el logro de una unidad más pequeña que el prototipo, sólo que introduciendo algunas modificaciones al mismo. Primero se le dio un grado de inclinación de 45° a las placas paralelas para obligar al agua conteniendo aceite, a viajar en contracorriente al flujo y los lodos descender en el mismo sentido del agua. El material de las placas fue cambiado por un material corrugado y plástico. Aplica lo mismo que para los separadores PPI originales, por lo que trabaja en flujo laminar y se utiliza la ley de Stokes. En este caso, se logran mejores eficiencias al obtenerse distancias menores entre las placas. La formulación para el diseño de estas unidades (PPI, CPI,

TPI), es la misma, lo que difiere es el diámetro de las partículas y el Número de Reynolds para cada caso.

FIG. 11. Separador de placas corrugadas, CPI



FUENTE: TEXACO, WATER POLUTION CONTROL MANUAL, 1972

Posterior al tratamiento de separación por densidad siguen los tratamientos con las lagunas de enfriamiento

Lagunas de estabilización En las lagunas de estabilización, los contaminantes orgánicos del desecho van a ser degradados por bacterias aeróbicas o anaeróbicas. El oxígeno que desprenden las algas en el proceso de fotosíntesis, es usado por las bacterias en la degradación de la materia orgánica, mientras que las algas consumen parte de los nutrientes y CO₂ que se desprende de esta degradación. La población biológica presente en estos sistemas, es muy similar al sistema de los lodos activados, con excepción de las algas. Otras especies como rotíferos y protozoarios están presentes y su función principal es la de contribuir en el pulimento del efluente. La presencia de estos organismos,

depende de factores como la carga orgánica, grado de mezcla, nutrientes, pH, radiación solar y temperatura. Las lagunas se pueden clasificar como:

- lagunas aeróbicas
- lagunas anaeróbicas
- lagunas facultativas
- lagunas aeradas aeróbicas.

Lagunas aeróbicas: llamadas frecuentemente lagunas de estabilización, son por lo general tanques o depósitos, excavados en el terreno o construidos superficialmente, que se utilizan para el tratamiento de cualquier agua residual mediante descomposición biológica (bacterias y algas), de la materia orgánica. Para que las condiciones aeróbicas de las lagunas de estabilización se mantengan, es necesario que sean poco profundas (hasta 1.5 m), para propiciar la transferencia de oxígeno entre el aire y la superficie y la fotosíntesis de las algas.

Lagunas anaeróbicas: normalmente se utilizan para el tratamiento de efluentes industriales con alto contenido de sólidos y desechos orgánicos. Estas lagunas son profundas (hasta 5.0 m), para mantener las condiciones anaeróbicas del desecho que se deposita en el fondo y se estabiliza mediante la conversión anaeróbica de los desechos orgánicos a CO, CH, ácidos orgánicos, tejido celular y otros gases.

Es el sistema que admite mayor carga de DBO por área y por día. La eficiencia en remoción de DBO está en el orden de (50–70)%, para operación normal y hasta 85% para condiciones óptimas de trabajo.

Lagunas facultativas: llamadas lagunas aerobias–anerobias de estabilización. Aquí la estabilización del desecho se logra mediante la actividad de bacterias aerobias–anaerobias, conocidas como bacterias facultativas. Existen tres zonas bien definidas en estas lagunas: La zona aeróbica (superficial), en donde las bacterias aeróbicas y las algas viven en forma simbiótica, la zona intermedia aeróbica–anaeróbica, en donde la descomposición de la materia orgánica es llevada a cabo por las bacterias facultativas y la zona del fondo en donde los sólidos acumulados, son descompuestos por las bacterias anaeróbicas.

Lagunas aeradas aeróbicas: Pueden ser aeradas aeróbicas o aeradas facultativas. No dependen de la concentración de algas y radiación solar para la fuente de oxígeno. Para este tipo de lagunas, se utilizan equipos de aeración que transfieran la mayor porción de oxígeno y a la vez se mantenga la mezcla. La remoción de los sólidos suspendidos es una consideración importante, debido a la mezcla. Normalmente se utilizan en serie con lagunas aeróbicas.

De acuerdo al indicador medidas de seguridad que permite la definición de la primera variable del primer objetivo se pudo concluir que la empresa posee normativas internas que permiten normar los procesos no solo para cuidar de la integridad de sus operadores sino también para reducir el impacto al ambiente, verter aguas bajo los requerimientos del decreto 883, como se mostró en la figura 9, extraído del trabajo de grado de Maldonado M. 2010, además de cuidar de la vestimenta y los accesorios de Protección Personal que se proveen en las instalaciones para cada uno de los operadores, en este tipo de instalaciones es importante y fundamental el uso de un equipo llamada detector de gases, que permitirá avisar la presencia de gases inflamables, para visitantes y todo el personal, de forma general las medidas de seguridad son, uso de casco, guantes, lentes, botas de seguridad, dentro de las instalaciones no se permite juegos, correr, saltar, entre otras actividades debido a que están expuestos a diferentes tipos de riesgos generalmente riesgos físicos y otros factores de riesgos.

Los datos obtenidos durante la investigación permitieron lograr la identificación de las instalaciones, en cuanto a equipos, capacidades, materiales de diseño y medidas de seguridad, obtenido de las entrevistas e informes técnicos de PDVSA, 2017, con lo cual se organizó la información en forma de matriz, esto facilitara la visualización de la información de forma clara y sencilla, a continuación se presentan tres matrices, cada una específica una estación de flujo y lo equipos que la componen.

TABLA N° 3. Identificación de las instalaciones donde se maneja efluentes producidos en el Distrito Barinas.

• EF Silván			
Equipo	Tanque de lavado	Laguna API	Lagunas de enfriamiento
Capacidad operativa.	8800BLS	60.000BAPD	S/I
Medidas de seguridad	Uso de casco, botas, guantes, lentes, detector de gases, vestimenta apropiada.		
Riesgos	Riesgos de caída, golpes, aprisionamiento, incendios y/o explosiones, ruido y vibraciones, exposición a sustancias y gases tóxicos, alta presión, altas temperaturas, descargas eléctricas, radiaciones ionizantes		
Materiales de diseño.	Materiales metálicos (acero, hierro, fundición, aluminio, estaño, plomo) Materiales pétreos. No aglomerantes (rocas barro y agua, arena, grava). Aglomerantes (cemento, yeso, mortero, hormigón). Cerámicos (arcilla, barro, loza, refractario, y porcelana). Vidrio. Madera. prefabricadas contrachapado Materiales plásticos. termoplásticos (pet, pvc, polietileno, polietileno, metacrilato, teflón.). Termoestables (poliuretano, baquelita, melamina). Elastómeros (látex, caucho, neopreno, goma). Materiales compuestos. fibra de vidrio		
Objetivo de la instalación	Separación crudo-agua, tratamiento de emulsiones, tratamiento de aguas de producción.		
Situación actual (operativa o no)	Activo 1 Inactivo 1	Activo 2 Inactivas 2	Activas
Mantenimiento	Entre 5 y 10 años		

TABLA N° 4. Identificación de las instalaciones donde se maneja efluentes producidos en el Distrito Barinas.

• EF Mingo					
Equipo	Tanque de lavado	Laguna API	Lagunas de enfriamiento	Biolaguna	Torre de enfriamiento
Capacidad operativa.	5.000 BLS Y 13.000 BLS	134.000 BAPD	85.000 BAPD	S/I	S/I
Medidas de seguridad	Uso de casco, botas, guantes, lentes, detector de gases, vestimenta apropiada.				
Riesgos	Riesgos de caída, golpes, aprisionamiento, incendios y/o explosiones, ruido y vibraciones, exposición a sustancias y gases tóxicos, alta presión, altas temperaturas, descargas eléctricas, radiaciones ionizantes				
Materiales de diseño.	Materiales metálicos (acero, hierro, fundición, aluminio, estaño, plomo) Materiales pétreos. No aglomerantes (rocas barro y agua, arena, grava). Aglomerantes (cemento, yeso, mortero, hormigón). Cerámicos (arcilla, barro, loza, refractario, y porcelana). Vidrio. Madera. prefabricadas contrachapado Materiales plásticos. termoplásticos (pet, pvc, polietileno, polietileno, metacrilato, teflón.). Termoestables (poliuretano, baquelita, melamina). Elastómeros (látex, caucho, neopreno, goma). Materiales compuestos. fibra de vidrio				
Objetivo de la instalación	Separación crudo-agua, tratamiento de emulsiones, tratamiento de aguas de producción.				
Situación actual (operativa o no)	Activo 1	Activo 1 Inactiva 1	Activa	Activa	S/I
Mantenimiento	Entre 5 y 10 años				

TABLA N° 5. Identificación de las instalaciones donde se maneja efluentes producidos en el Distrito Barinas.

• EF Sinco D					
Equipo	Tanque de lavado	Laguna API	Lagunas de enfriamiento	Biologuna	Torre de enfriamiento
Capacidad operativa.	80 MBLS Y 27 MBLS	6700 BLS	6.700 BAPD	132,5 MBAPD	S/I
Medidas de seguridad	Uso de casco, botas, guantes, lentes, detector de gases, vestimenta apropiada.				
Riesgos	Riesgos de caída, golpes, aprisionamiento, incendios y/o explosiones, ruido y vibraciones, exposición a sustancias y gases tóxicos, alta presión, altas temperaturas, descargas eléctricas, radiaciones ionizantes				
Materiales de diseño.	Materiales metálicos (acero, hierro, fundición, aluminio, estaño, plomo) Materiales pétreos. no aglomerantes (rocas barro y agua, arena, grava). aglomerantes (cemento, yeso, mortero, hormigón). cerámicos (arcilla, barro, loza, refractario, y porcelana). vidrio. madera. prefabricadas contrachapado materiales plásticos. termoplásticos (pet, pvc, poliestireno, polietileno, metacrilato, teflón.). termoestables (poliuretano, baquelita, melamina). elastómeros (látex, caucho, neopreno, goma). materiales compuestos. fibra de vidrio				
Objetivo de la instalación	Separación crudo-agua, tratamiento de emulsiones, tratamiento de aguas de producción.				
Situación actual	Activo 2	Activo 2	Activa 3	Activa 1 Inactiva 1	Activa 4 Inactiva 6
Mantenimiento	entre 5 y 10 años				

Dando paso al análisis de los resultados del siguiente objetivo se plantea

CARACTERIZAR LOS PROCEDIMIENTOS EMPLEADOS PARA EL MANEJO DE EFLUENTES PRODUCIDOS EN EL DISTRITO BARINAS

En esta etapa de la investigación fue fundamental la aplicación de técnicas de recolección de información, se realizó la aplicación de un instrumento con preguntas que miden la variable del segundo objetivo, cabe destacar que el desglose de los indicadores que miden la variable permitió caracterizar los procedimientos de forma general, una vez más se presenta la confidencialidad en el momento de recolección de información individual para cada una de las estaciones, presentándose la caracterización de forma general.

TABLA N° 6. Categorización de entrevistas de profundidad respecto a la variable del segundo objetivo

CATEGORIA	TRIANGULACION	INTERPRETACION
<p>NORMATIVAS DE LAS INSTALACIONES</p>	<p>Informante N°1: Normas PDVSA SI-S-04 “Requisitos de Seguridad Industrial, Ambiente e Higiene Ocupacional en el Proceso de Contratación” SI-S-08 “Notificación, Clasificación Estadística y Registro de Accidentes, Incidentes y Enfermedades Ocupacionales”. SI-S-11 “Medidas por Incumplimiento e Inobservancia de la Normativa en Materia SHA”. SI-S-22 “Investigación de Accidentes e Incidentes”. IR-S-14 “Integridad Mecánica”. Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. Publicado en Gaceta Oficial N°36.860 del 30 de diciembre de 1999. Decreto N°883. Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos o Efluentes Líquidos. (EPRO 2. Línea N° 58-69) Informante N°2: PDVSA tiene normado todos sus procesos y todas sus actividades, tiene un sistema de normas bastante detallado, cada estación tiene sus procedimientos para cada actividad, son procedimientos que están bajo una figura de normas, algunas veces en conjunto con las normas API, ISO (no de forma completa), pero a nivel interno PDVSA tiene en categoría de experto una normativa con las cuales se rigen todas la funcionalidad de su operación, por medio de</p>	<p>La categoría características de los procedimientos empleados en el manejo de efluentes es la variable del segundo objetivo del mapa de variables. Los informantes dieron a conocer la información solicitada bajo normas de confidencialidad sin comprometer la empresa ni algunas de las instalaciones en estudio. Si bien se observa, incluyen las normativas internacionales que regulan los procesos mecánicos como API, ISO, sin embargo, se fundamenta en las normas y leyes nacionales bajo las cuales se pudo observar se rige las normativas internas de PDVSA.</p>

	<p>procedimiento de trabajo. (EPRO 2. Línea N° 79-86) Informante N°3:No fotos. No recorrer las instalaciones sin ser autorizado Realmente aquí todo debe realizarse bajo autorización porque toda la información es confidencial. (EPRO 2. Línea N° 40-43)</p>	
<p>ESPECIFICACIONES OPERACIONALES</p>	<p>Informante N°1: Capacidad, tiempo de residencia, en base a eso se determina la funcionalidad de cada equipo. (EPRO 2. Línea N° 71-72) Informante N°2:Te la puedo decir muy general, por ejemplo es de acuerdo a su capacidad , una laguna API de acuerdo a su diseño va manejar una capacidad y tendrá un tiempo de residencia depende del diseño de cada equipo, igual que un tanque de acuerdo a su capacidad y a sus niveles de manejo yo voy a establecer su funcionalidad, cada uno está sujeto a que cumpla con lo establecido en el diseño de ingeniería, es decir si yo tengo un tanque de 100 MBLs yo voy a establecer que tiempo voy a tener esos fluidos en el tanque. (EPRO 2. Línea N° 88-95) Informante N°3: es importante siempre tener en cuenta de lo que es la temperatura, que se trabaje en base a la capacidad de cada equipo no saturar, y respetar los tiempos de residencia que posee cada uno. (EPRO 2. Línea N° 45-48).</p>	<p>En cuanto a las especificaciones operaciones se pudo concluir que existen elementos que son importantes tomar en cuenta para cada equipo como el tiempo de residencia, la capacidad volumétrica para poder definir la funcionalidad de cada equipo.</p>

<p align="center">PRINCIPIO FISICO</p>	<p>Informante N°1: Cada equipo opera bajo un principio no físico pero se tienen principios de operación, ya sea mecánico o químico, está el principio de separación de gravedad que se fundamenta en la diferencia de densidades entre el aceite insoluble y el agua, principio de sedimentación, principio de solubilidad del aire y la Ley de stocke. (EPRO 2. Línea N° 74-78).</p> <p>Informante N°2: se fundamenta mucho en la ley de stocke, básicamente en velocidad y separación de partículas, hay diseños que tienen que ver con movimientos y corrientes internas de acuerdo al diseño como tal y a la capacidad de tratamiento que tú puedas emplear, en general los procesos deberían ser compartido, los procesos mecánicos y los procesos químicos, generalmente en la bibliografía están muchos procesos eléctrico, sin embargo nosotros nos centramos en los procesos químicos y mecánicos. (EPRO 2. Línea N° 97-104)</p> <p>Informante N°3: Principio de separación de gravedad, si han podido ver que luego del proceso de deshidratación, los siguientes procesos en las piscinas son por gravedad. (EPRO 2. Línea N° 51-53).</p>	<p>Cabe resaltar que la variable pudo ser definida mediante la definición de los principios físicos empleados durante el tratamiento de efluentes, es común que la mayoría de los equipos se fundamenten en la ley de stoke como principio físico, existen principios bajo los cuales trabaja la mayoría de las lagunas que es separación por gravedad, velocidad y separación de partículas.</p>
<p align="center">SECUENCIA OPERACIONAL</p>	<p>Informante N°1: cuando la estación recibe la producción de los campos por medio de las líneas pasan a los separadores bifásicos y trifásicos donde generalmente se separa las pequeñas cantidades de gas que pueda contener la producción, luego pasa al tanque de lavado donde se aplica la química y por</p>	<p>La secuencia operacional en el tratamiento de efluentes se definió como todos los procesos que se realizan y en la secuencia en la que se realiza para tratar las aguas de producción, por lo cual se inicia en los</p>

	<p>acción de gravedad ocurre la separación, aquí inicia lo empiezan los tratamientos para el agua de producción en el tanque se tratan las emulsiones y se logra la separación crudo-agua, en este punto salen dos corrientes una del crudo y la otra del agua que va dirigida a los tratamientos de efluentes, son varios procesos la primera fase es la de remoción de crudo libre esta generalmente se da en las API, posterior a esto inicia el tratamiento como tal; aquí se encuentra el tratamiento primario que es el de sólidos grueso, aquí se realiza la remoción de aceite emulsionado y sólidos en suspensión, en este proceso se utiliza la química coagulante, el principio de separación es por densidad y son los procesos de floculación, flotación, sedimentación y filtración de arena, estos procesos tienen equipos especiales, y tecnologías como las unidades de IAF y DAF. El tratamiento secundario consiste en reducir la materia orgánica, se generan procesos aeróbicos o anaeróbicos y está el facultativos ustedes lo conocen como tratamiento biológico que se da en lagunas o biolagunas, también lagunas de estabilización. Cuando el tratamiento primario secundario no logra dejar el efluente bajo los parámetros requeridos se da el tratamiento terciario que es la remoción de materia orgánica, color u olor, en este caso se aplica intercambio iónico, osmosis inversa o electrodiálisis. Si bien se dan cuenta en las visitas guiadas a las estaciones si han tenido la experiencia, no todas las estaciones cumplen con</p>	<p>tanques de lavado donde se recibe la producción sin contenido de gas, de aquí se separan el crudo y el agua, iniciando el proceso de tratamiento de efluentes, pasando a las unidades de separación por gravedad que son las API, luego a las lagunas de cemento también en ocasiones se tienen procesos de separación también se tienen las unidades de flotación por aire inducido o por aire disuelto, cabe destacar estas son tecnología que aun no se sabe si están aplicadas en algunas de las estaciones de flujo del Distrito Barinas, además de esto es importante que en cada proceso se mantengan los factores de seguridad, así como también respetar los principales parámetros de control en todo el proceso, al igual que mantener visitas de acompañamiento para asegurar que todo el proceso se ejecute como debe ser</p>
--	--	---

	<p>todos estos procesos ni equipos, cada una cumple con los procesos que exige la producción asociada a la estación, por eso en Silván no ven las torres que hay en Sinco D, ni la misma cantidad de equipos allá hay 4 lagunas en Sinco hay mas, todo eso decidido de acuerdo a los requerimientos de cada campo ya ven en Mingo se encuentran asociados otros pozos y a Sinco prácticamente que llega toda la producción entonces se hay mayor cantidad de tratamiento. (EPRO 2. Línea N° 81-110)</p> <p>Informante N°2:Inicia en la deshidratación tienes que estimar un colchón de agua necesario para garantizar la separación, tener un tiempo de residencia adecuado, calculado en tanque y laboratorio, conservar los factores de seguridad adecuados, hacer un acompañamiento de la clarificación de las aguas en la salida de deshidratación, generar una proporcionalidad en cuanto a manejo de fluido, hablo de cantidad de acuerdo los diseños, es decir cada equipo está diseñado para manejar un volumen de fluido, es decir no saturar los equipos, operarlos en rangos al cual fue diseñado, posterior al desenvolvimiento de las API, hacer un acompañamiento en los CPI que es generar no solo una corriente vertical y horizontal, y aplicar la ley de stoke si no que generemos un movimiento de agitación adicional para generar ese desprendimiento de las gotas finales. Después posteriormente tener buenos espacios de lagunas de oxidación revestidos para</p>	
--	--	--

	<p>asegurar esa separación y hacer un acompañamiento de ser necesario por sistemas de enfriamiento ya sean torres o aspersión para asegurar una caída del gradiente geotérmico que pueda tener , para posteriormente pasar a un sistema d biolagunas, donde previo análisis de estudio se establezcan las bacterias adecuadas para que terminen ese procesos de depuración de esas agua, en cuánto a ese contenido de crudo que puedan quedar para lograr verter los efluentes al ambiente en calidad de especificación tanto en temperatura como en ppm de cloruro. (EPRO 2. Línea N° 107-129).</p> <p>Informante N°3:Las líneas vienen de Borburata, de torunos, Silván, Maporal, entran al separador, se van al tanque de lavado, del tanque de lavado se van al tanque de postlavado, se va para las api el agua, luego pasa a las piscinas que son 4 piscinas de enfriamiento y se vierte al ambiente por medio de un sifón. (EPRO 2. Línea N° 56-60).</p>	
<p>EQUIPOS</p>	<p>Informante N°1: Tanque de deshidratación (es el principal el que te da las dos corrientes) API Lagunas cementadas Lagunas natural Biolagunas Torres de enfriamiento Sistema de aspersión. (EPRO 2. Línea N° 112-118). Características del afluente</p>	<p>En cuanto a los equipos empleados en el tratamiento de efluentes los procesos se originan en unidades que por lo general llevan el nombre de la operación que se ejecuta y se obtuvieron las siguientes Tanque de lavado Laguna API Unidades de IAF o DAF</p>

	<p>Criterio de carga Requerimiento de oxígeno Producción de lodo Temperatura y pH. (EPRO 2. Línea N° 120-124). Informante N°2: Tanque de deshidratación (es el principal el que te da las dos corrientes) API Sistema de CPI (agitación con un efecto adicional para remover esa gota de crudo) Lagunas cementadas (de enfriamiento) Lagunas natural Biologunas Torres de enfriamiento Sistema de aspersion. (EPRO 2. Línea N° 131-140). Lo primero tipo de crudo que se maneja y Temperatura del yacimiento Propiedades de viscosidad. Debería tener caracterización del crudo y caracterización del agua de formación, para identificar cuáles son los elementos más reactivos o inestables y de esa manera adecuar los sistemas a la condición. Por ejemplo si tienes agua con alto contenido de corrosión, tu sistema debe estar preparado para manejar la corrosión, si tiene alto contenido de aragonito o sistema que precipite, calcita por decir algo debes tener en tu sistema las medidas y las precauciones, o sea una buena caracterización es de suma importancia por te va permitir definir qué métodos vas aplicar. (EPRO 2. Línea N° 143-154). Informante N°3: El tanque de lavado</p>	<p>Lagunas de concreto Lagunas Naturales. También se tienen en ocasiones torres de enfriamiento o sistemas de aspersion como procesos de enfriamiento.</p>
--	--	---

	<p>La tanquillas API Las piscinas. (EPRO 2. Línea N° 62-64). Características de los efluentes, ph, temperatura. (EPRO 2. Línea N° 67).</p>	
TIEMPO DE USO	<p>Informante N°1: Tiempo completo. (EPRO 2. Línea N° 67). Entre 4 a 8 años, eso también se ve en la medida en que los eventos se presenten. (EPRO 2. Línea N° 128-129). Informante N°2:Es variable por que las estaciones de flujo se visualizan un tiempo de uso de las estaciones de flujo de 20 a 40 años sin embargo de acuerdo a la condición de temperatura, de acuerdo a la condición de los efluentes q este manejando vas a tener tiempo de vida útil entre 5 a 10 años, por ejemplo las api son más sensible, porque llevan el peso de mayor temperatura de esta área, son temperatura elevadas, adicional a esto tienen otro componente corrosivo que también impacte con buenos sistemas de mantenimiento se oscila en un buen rango 20 años (EPRO 2. Línea N° 156-164). Depende de las condiciones si yo tengo una cantidad de precipitación que me entorpece el funcionamiento óptimo del equipo cuadro mi manteamiento de acuerdo a la situación perce que tengo, dependiendo la situación cada dos años, o puedo extenderlo a 4 años. (EPRO 2. Línea N° 166-169). Informante N°3:No sabemos hay equipos que fallan y cuando fallan se consiguen los repuestos. (EPRO</p>	<p>Tomando en cuenta los parámetros más importantes para la selección de equipo tal como las características de las aguas de producción, la temperatura, pH. Estos parámetros ayudaran a que el equipo se mantenga en condiciones operativas, ya que son equipos que tienen un tiempo de uso completo, se le debe realizar mantenimiento cada 5 años, tomando en cuenta las condiciones exteriores, de temperatura de efluentes</p>

	2. Línea N° 69-70). Anteriormente se realizaba cada 4 o 5 años, eso tiene una programación. (EPRO 2. Línea N° 72-73).	
REACTIVOS QUE NECESITA	<p>Informante N°1: desemulsionante, anticorrosivos, antincrustantes, biocidas, reductores de oxígeno. (EPRO 2. Línea N° 131-132).</p> <p>Informante N°2: En el proceso de producción primero utilizas desmulsificante para estabilizar el crudo el crudo que puede estar emulsionado que puede tener esa cantidad de de agua contenido en el crudo, inicias con el desmulsificante para lograr la coalescencia de las dos fases, una vez que termines el proceso de deshidratación entras al proceso de clarificación, con manejo de agua con alto contenido corrosivo inicias con química anticorrosiva como anti incrustante y posteriormente haces la clarificación y aplicar los métodos que se hallan diseñado para realizar la separación. (EPRO 2. Línea N° 171-179).</p> <p>Informante N°3: Anti incrustante, clarificante. (EPRO 2. Línea N° 75).</p>	Se debe tomar en cuenta que dentro de cada equipo se hace uso de productos químicos como desmulsificante, reductores de oxígeno, biocidas, clarificante, anticorrosivos, antincrustantes.
	<p>Informante N°1: Remoción de aceite libre. Tratamiento primario. Tratamientos secundarios. Tratamientos terciarios Otros procesos complementarios requeridos se refieren al tratamiento y disposición de lodos. (EPRO 2. Línea N°134-139).</p> <p>Informante N°2: Los procesos se realizan por etapas, la primera etapa donde se realiza la remoción de aceite libre y solido en suspensión en</p>	Cada uno de los procesos tiene un espacio para los puntos de química, los procesos que se llevan a cabo son por etapas esta una fase inicial de remoción de aceite libre y sólidos en suspensión, luego inicia el tratamiento primario que es el de remoción de aceite emulsionado y sólidos en suspensión, el tratamiento secundario

<p style="text-align: center;">PROCESOS DE OPERACION</p>	<p>este proceso se aplica la separación por gravedad lo que explique anteriormente que se puede dar en los API o en los CPI. Posteriormente se realiza la remoción de aceite emulsionado aquí puede ser por flotación, floculación o sedimentación, el siguiente proceso seria reducción de materia orgánica en este intervienen procesos aeróbicos o anaeróbicos y por ultimo esta el proceso de remoción de materia orgánica en este se realizan intercambios iónicos puede ser osmosis inversa, pero como les mencione no en todas las estaciones se aplican todos los procesos no es una guía, una serie de pasos que se debe cumplir, esto bajo una evaluación de espacio y de propiedades se determinan que procesos se aplicaran y todas en conjunto logran realizar todos los procesos. (EPRO 2. Línea N° 182-195).</p> <p>Informante N°3: Separa el freewater, el agua cae al tanque 14000bls hay hace la separación de crudo y agua, luego esa agua se va hacia las piscinas API ahí realiza un tratamiento de enfriamiento, luego pasan a las piscina, a las otras piscinas y así tardan como 5 años esas piscinas son muy grande, luego de ahí hay un sifón, es un tubería grande que va a pasar una cantidad, y así se vierte al ambiente, va vertiendo cierta cantidad. (EPRO 2. Línea N° 78-84).</p>	<p>es reducción de materia orgánica soluble y materia coloidal, y tratamiento terciario que es el de materia orgánica, color u olor.</p>
---	--	--

La segunda entrevista de profundidad permitió evaluar la variable del segundo objetivo mediante sus indicadores, lo que llevo a definir las normas que rigen las operaciones en las instalaciones, tales como:

- Instituto Americano de Petróleo (API).
- Organización internacional de estandarización (ISO)
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. Publicado en Gaceta Oficial N°36.860 del 30 de diciembre de 1999.
- Decreto N°883. Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos o Efluentes líquidos.
- Normas PDVSA
- SI-S-04 “Requisitos de Seguridad Industrial, Ambiente e Higiene Ocupacional en el Proceso de Contratación”
- SI-S-08 “Notificación, Clasificación Estadística y Registro de Accidentes, Incidentes y Enfermedades Ocupacionales”.
- SI-S-11 “Medidas por Incumplimiento e Inobservancia de la Normativa en Materia SHA”.
- SI-S-22 “Investigación de Accidentes e Incidentes”.
- IR-S-14 “Integridad Mecánica”.

De acuerdo a las especificaciones operacionales se definió como principal, la capacidad de cada equipo, de acuerdo a su diseño se definirá la capacidad y así el tiempo de residencia, es importante respetar la volumetría de cada equipo, esto para no rebosar, lo que ocasionaría una inundación de los fluidos, inevitablemente traducido en pérdidas. Entre los principios físicos bajo los cuales opera cada equipo esta:

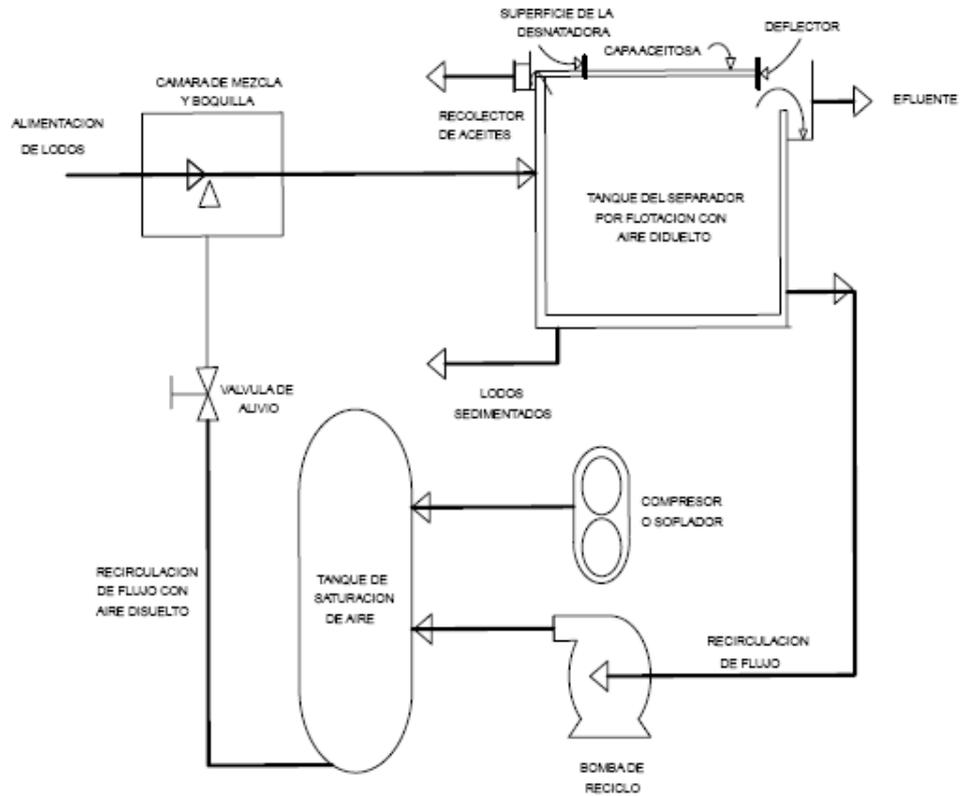
Ley de stoke la cual habla sobre la fuerza de fricción que experimentan las partículas

Gonzales M, 2011 la define como El movimiento de un cuerpo en un medio viscoso es influenciado por la acción de una fuerza viscosa, F_v , proporcional a la velocidad, v , es definida por la relación $F_v = bv$, conocida como Ley de Stokes. En el caso de esferas en velocidades bajas $F_v = 6\eta r v$, siendo r el radio de la esfera y η el coeficiente de viscosidad del medio.

Esta ley se ha probado en diferentes fluidos y condiciones, bajo esta ley se puede calcular la velocidad de sedimentación, un cuerpo que se rija bajo la ley de stoke experimenta fuerzas gravitatorias y fuerzas de arrastre. Con respecto a los equipos donde se desarrolla el tratamiento de efluentes están anteriormente mencionados y definidos, tanque de almacenamiento, separadores API, CPI, lagunas de estabilización, lagunas naturales, existen tecnologías que son desarrolladas en unidades especiales que se definen como:

Flotación por Aire Disuelto (DAF) Los esquemas convencionales de DAF son la flotación mediante presurización total del efluente, la flotación parcial del efluente y la flotación con presurización del reciclo. TEXACO "WATER POLLUTION CONTROL MANUAL", 1972. Explica que el agua al ser tratada se sobresatura de aire a una presión entre 40 a 60 psig en un tanque de presurización durante un período de 2 a 3 min. Esta corriente entra a la cámara de flotación a presión atmosférica a través de un sistema de distribución. El aire disuelto es expandido en forma de pequeñas burbujas (40 a 100 μm de tamaño) las cuales se adhieren a las partículas de sólidos en suspensión o glóbulos de aceite emulsionados conduciéndolos a la superficie de la cámara. A pesar de que el proceso de presurización de la recirculación, implica un tanque de flotación de mayor superficie (ya que se debe considerar el caudal de entrada más el caudal de reciclo) el sistema ofrece mayores ventajas sobre los otros métodos, dado que en los restantes métodos la presurización del efluente pueden afectar la eficiencia del tratamiento. Adicionalmente, resulta más versátil su aplicación cuando se realiza tratamiento fisicoquímico del aceite emulsionado ya que se reduce la cantidad de emulsión que puede formarse por la bomba de presurización.

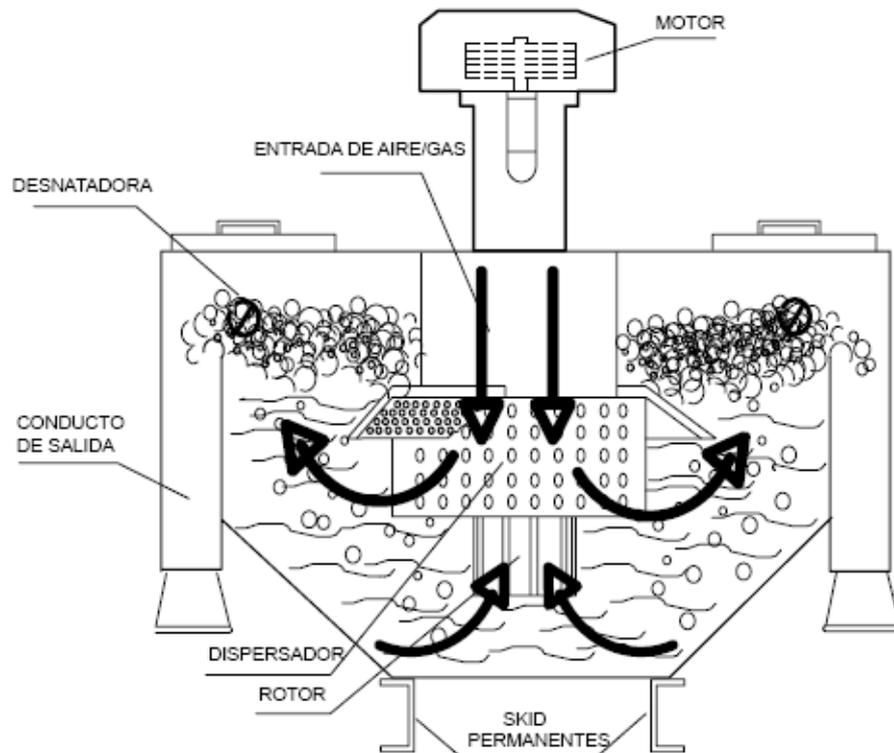
FIG. 12. Esquema de un separador por Gas Disuelto DAF.



FUENTE: TEXACO “WATER POLUTION CONTROL MANUAL”, 1972

Flotación por Aire Inducido (IAF) Los sistemas por flotación por Aire Inducido se pueden dividir de acuerdo al sistema de inducción del aire o gas, ya que en algunos modelos este aire o gas es inducido por equipos mecánicos, y en el segundo modelo el sistema es más simple, ya que el aire o gas es inducido hidráulicamente por un sistema de eductores. Las unidades IAF de sistemas de aire inducido por rotores consisten en unidades compactas de cuatro compartimientos divididos por pantallas, equipados con un mecanismo rotor de auto aeración impulsado por un motor. Cuando se usa gas en el sistema las unidades deben ser completamente tapadas, mas esta condición no es necesaria cuando se trabaja con aire.

FIG. 13. Esquema de un separador por Flotación con Aire Inducido.
IAF.

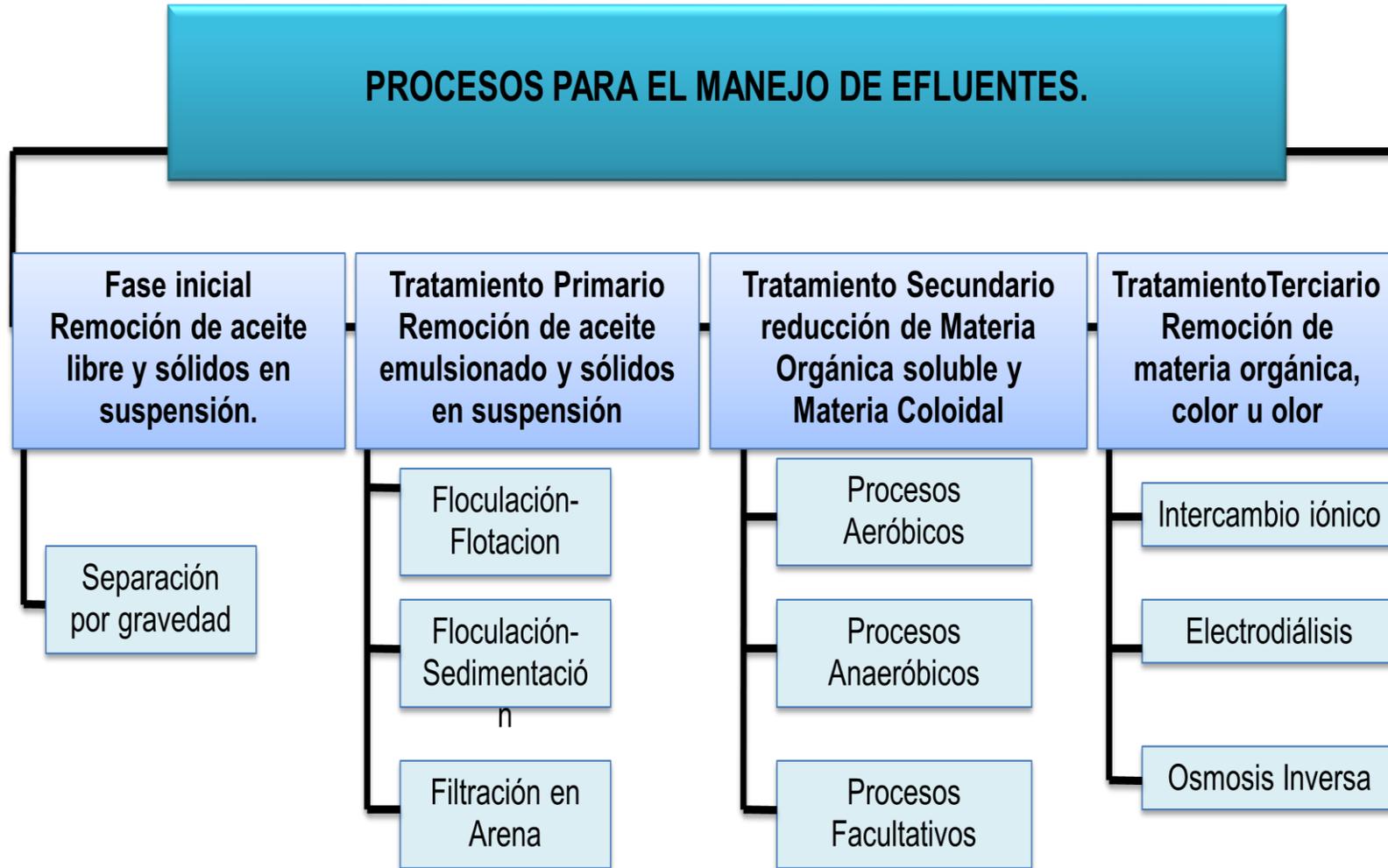


FUENTE: TEXACO "WATER POLUTION CONTROL MANUAL",
1972

Uno de los indicadores que permitirán caracterizar los procedimientos empleados en el manejo de efluentes es la secuencia operacional y los procesos, a continuación se describirán los procesos y se presentara un esquema que permita distinguir de una forma más fácil la secuencia operacional. Basado en la caracterización de las aguas de producción, se debe establecer el tratamiento necesario para su disposición final que, permita el cumplimiento de la legislación ambiental vigente y de las normas internas de PDVSA, asegurando la protección del ambiente. Se deben seleccionar las tecnologías para el tratamiento de las aguas de producción, considerando aspectos sociales, ambientales y técnicos, Las opciones de tratamiento deben ser aprobadas y autorizadas,

por la Gerencia de Ambiente e Higiene Ocupacional y por la Autoridad Ambiental Nacional, respectivamente.

FIG. 14 Esquema de los procesos empleados para el manejo de efluentes.



FUENTE: Laya y Mejia 2018.

Fase inicial

Remoción de aceite libre y sólidos en suspensión.

- Separación por gravedad este tratamiento se realiza en unidades API, CPI, TPI, que se definieron previamente.

Tratamiento Primario

Remoción de aceite emulsionado y sólidos en suspensión

- **Floculación- Flotación** La flotación se refiere al proceso de separación de aceite y sólidos presentes en el efluente por medio de burbujas de aire que aceleran el ascenso. Estas burbujas se adhieren a las partículas en suspensión y producen una disminución de la densidad aparente del conjunto burbuja-partícula hasta un punto menor que la del agua. La diferencia de densidades origina un impulso ascensional que hace que las partículas se acumulen en la superficie. A fin de mejorar el proceso se hace uso de sustancias químicas, tales como, coagulantes y otras, las cuales se adicionan previamente en una cámara de floculación. Estos procesos por lo general se llevan a cabo después del proceso preliminar de separación de aceites. Dentro de esta categoría se encuentran los equipos de flotación, floculación y Sedimentación y filtración. Los principios de operación del proceso de flotación dependen del método empleado para producir las pequeñas burbujas de aire o gas requeridas. Las burbujas de gas son generadas por: Manual de procesos de efluentes, PDVSA (1997).

a- Descompresión de una corriente de agua presurizada con aire o gas disuelto.

b- Por aire o gas dispersado mecánicamente o hidráulicamente.

- **Floculación- Sedimentación** proceso por el cual las partículas de diversos tamaños se aglutinan en pequeñas masas con peso específico superior al del agua llamadas floculos y luego se remueven de la fase líquida mediante la acción de la gravedad. En tratamiento de efluentes de refinería se utiliza para la remoción de aceite emulsionado, los cuales contienen comúnmente:

a- Concentraciones de 30 a 150 mg/l de hidrocarburos emulsionados.

- b- Materia suspendida o coloidal.
- c- Metales suspendidos o disueltos.

Previo a la floculación, se debe producir la desestabilización de las partículas y/o de la emulsión, lo cual se denomina coagulación-floculación. La coagulación comienza en el mismo momento en que se agregan los coagulantes (sales metálicas o poli electrólitos) al agua y dura solamente fracciones de segundo, produciéndose una serie de reacciones físicas y químicas entre los coagulantes, la superficie de las partículas, la alcalinidad del agua y el agua misma. La floculación es el fenómeno por el cual las partículas ya desestabilizadas chocan unas con otras para formar coágulos mayores.

Tratamiento Secundario reducción de Materia Orgánica soluble y Materia Coloidal

Mediante el tratamiento secundario se logra la reducción substancial del contenido de materia orgánica soluble y materia coloidal que no es retenido en el tratamiento primario. El tratamiento secundario, también llamado tratamiento biológico, debe estar precedido del tratamiento preliminar y del primario para garantizar la remoción de sólidos gruesos y sustancias aceitosas, así como de sólidos orgánicos sedimentables. En este tipo de proceso se emplean cultivos (microorganismos), para llevar a cabo la descomposición u oxidación de la materia orgánica, que en presencia de oxígeno se les conoce como procesos aeróbicos y en ausencia del mismo, se denominan procesos anaeróbicos.

Tratamiento Terciario Remoción de materia orgánica, color u olor

Cuando el efluente de un tratamiento secundario no cumple con los parámetros de descarga para el cuerpo receptor, se deben considerar otros procesos de remoción de contaminantes para cualquier componente en específico Dichos procesos pueden aplicar para la remoción de materia orgánica, color u olor, por medio de carbón activado, oxidación

con ozono u otro tipo de oxidación por la vía química, tal como, por peróxido de hidrógeno en presencia de sulfato ferroso como catalizador. Para la remoción de sales disueltas, dependiendo de la naturaleza y concentración, así como la eficiencia de remoción deseada, se puede recurrir a procesos tales como intercambio iónico, electrodiálisis u ósmosis inversa,

De acuerdo a la variable del tercer objetivo, retos en el manejo de efluentes en el Distrito Barinas se pudo obtener información como que productos o procesos requieren divisas, tal como la química aplicada para el tratamiento, los productos químicos aplicados como lo define el manual de manejo de aguas de producción, PDVSA, (2008), Son aquellos que se aplican al fluido extraído de pozos productores, con la finalidad no sólo de promover la separación del agua de la mezcla; sino también, tratar el efluente para alcanzar la calidad requerida para su disposición final. Los productos más utilizados son los siguientes: desemulsionante, anticorrosivos, antiincrustantes, biocidas, reductores de oxígeno, clarificantes o coagulantes, entre otros.

Los Antiincrustantes son compuestos químicos que evitan que las sales del agua se precipiten en conductos, tuberías o cualquier superficie, reaccionan con el calcio y el magnesio para no formar precipitados cristalinos que formen incrustaciones. Así mismo se tienen desemulsionante, es una sustancia química que permite romper las emulsiones, o separar crudo-agua, para realizar la selección y la aplicación de un producto químico como este dependerá del tipo de emulsión, ya sea crudo en agua o agua en crudo,

Según el Cuaderno FIRP, (2004), Diferentes estudios (Salager 1987a) han demostrado que el mecanismo físico-químico de acción de los agentes deshidratantes o desemulsionantes está asociado a la formulación óptima del sistema ($SAD = 0$, siendo SAD la Diferencia de Afinidad del Surfactante). La formulación óptima se define básicamente como un estado de equilibrio entre las afinidades del surfactante para la fase acuosa y para la fase oléica. Se han determinado cuantitativamente los efectos de las diferentes

variables de formulación (salinidad, ACN, EON, WOR, temperatura, entre otras) sobre el equilibrio hidrofílico/lipofílico entre el surfactante y su ambiente físico-químico (Salager 1999, Salager et al., 1979 a,b,c).

Los clarificantes permiten retirar los sólidos suspendidos, sólidos finamente divididos y materiales coloidales, convirtiendo estos en partículas más grandes que se puedan remover con facilidad, la clarificación tiene procesos como coagulación, floculación y sedimentación.

Seguidamente se pudo definir los parámetros importantes en manejo de efluentes como temperatura, pH, porcentaje de Fenoles o Cloruro, ese tipo de elementos que son fundamentales mantenerlos bajo control. El pH del agua indica la acidez o alcalinidad, es una medida de la actividad del potencial de iones de hidrogeno, Schlumberger, (2018) la define como el potencial del ion hidrogeno que es el logaritmo negativo de la concentración de iones de hidrogeno, H⁺. El pH se obtiene de la constante del producto iónico del agua, que a temperatura ambiente es 1×10^{-14} . El agua pura tiene un pH neutro con concentraciones de dos iones, la escala del pH que va de 0 a 14, los valores por debajo de 7 son ácidos y por encima son básicos. El control del pH es una magnitud de gran importancia en el control de la contaminación, por ello existen controladores clásicos que permiten monitorear el pH del agua hasta cumplir con las especificaciones.

Los fenoles son compuestos orgánicos aromáticos que contienen el grupo hidroxilo como grupo funcional, algunos fenoles se forman como resultado de procesos naturales, tienen alto grado de toxicidad y permanecen bastante tiempo en el ambiente, en el tratamiento de efluentes existen análisis que permiten determinar la presencia de estos, tales como los análisis de espectrometría, cromatografía gaseosa o líquida, se controla en las instalaciones de lagunas aeróbicas que pertenece al tratamiento secundario en el manejo de efluentes. Por otra parte también se puede tener porcentajes de cloruro, según GESTA

(grupo de estudio técnico ambiental, 2001) este es un compuesto de cloro y otro elemento diferente al oxígeno se obtiene por acción del cloro o del ácido clorhídrico con un metal o su hidróxido.

GESTA, (2001), La concentración de cloruros es una medida específica de la salinidad de las descargas de la industria petrolera. Los cloruros son los principales componentes de las salmueras de petróleo. El incremento de cloruro en el agua ocasiona el aumento de la corrosividad del agua. El alto contenido de cloruros impide que el agua sea utilizada para el consumo humano o el ganado. Altos porcentajes de cloruros en los cuerpos de agua también pueden matar a la vegetación circundante.

El porcentaje de cloruro es un contaminante también relevante en el tratamiento de efluentes provenientes de la separación del petróleo, son sales disueltas por lo cual existen diferentes alternativas de remoción tales como intercambio iónico, electrodiálisis, osmosis y/ó osmosis inversa, estas forman parte del tratamiento terciario especificado por PDVSA, en su manual interno de Manejo de Efluentes (1997).

Es importante mencionar que para el desarrollo e este objetivo fue fundamental la aplicación de instrumentos como la entrevista, y técnicas de observación directa, análisis e interpretación de datos o situaciones observadas en las instalaciones. Si bien se mencionó anteriormente que la confidencialidad siempre fue cuidada dentro de las instalaciones y las entrevistas, se logró observar situaciones que representan retos para el desarrollo de las actividades regulares.

TABLA N° 7. Caracterizar los procedimientos empleados para el manejo de efluentes producidos en el – distrito barinas.

CARACTERISTICAS	ESTACIONES DE FLUJO		
	SILVAN	MINGO	SINCO D
NORMATIVAS DE LAS INSTALACIONES	API, ISO, constitución de la república, decreto 883, Normas PDVSA, SI-S-04 “Requisitos de Seguridad Industrial, Ambiente e Higiene Ocupacional en el Proceso de Contratación”, SI-S-08 “Notificación, Clasificación Estadística y Registro de Accidentes, Incidentes y Enfermedades Ocupacionales”, SI-S-11 “Medidas por Incumplimiento e Inobservancia de la Normativa en Materia SHA”, SI-S-22 “Investigación de Accidentes e Incidentes”, IR-S-14 “Integridad Mecánica”.		
ESPECIFICACIONES OPERACIONALES	Capacidad operativa, tiempo de residencia.		
SECUENCIA OPERACIONAL	La estación de flujo Silván trata el crudo proveniente de los campos Borburata, Caipe, Obispo, Torunos, Silván, Maporal y Bejucal. Primeramente la producción proveniente del Campo Borburata ingresa al área de separación de la estación de flujo, específicamente al separador horizontal; mientras que la producción proveniente de los campos Caipe, Obispo, Maporal y Silván, ingresa a otro separador horizontal, aquí ocurre la separación del fluido en dos fases (gas-liquido), dichas fases se descargan de estos equipos hacia	La estación de flujo Mingo trata el crudo de los campos Páez-Mingo, el fluido (crudo, agua y trazas de gas) ingresa a la estación, donde se inyecta química clarificante para ayudar a la separación de crudo, este fluido ya tratado entra por la parte inferior de las botas del tanque de lavado, donde por efecto ciclón se ayuda a la separación de las trazas de gas en el fluido y disminuye la presión de entrada al tanque evitando una agitación brusca. Por diferencia de densidades y	La estación de flujo Sinco D procesa la producción de los campos Hato, Área 16, Sinco y Silvestre. La producción pasa por el tren de separadores para realizar la separación de las fases líquida y gaseosa, para posteriormente ser la alimentación del tanque de lavado, el fluido previamente desgasificado ingresa al tanque a través de un difusor que distribuye el

<p>SECUENCIA OPERACIONAL</p>	<p>el posterior tratamiento que es el área de lavado, es importante mencionar que antes de entrar al área de lavado, el líquido proveniente de los separadores horizontales, se realiza la inyección de química demulsificante para la separación del agua en el petróleo (emulsión), clarificante que favorece el rompimiento de la emulsión petróleo en agua (emulsión inversa) y secuestrante de H₂S que absorbe el gas ácido disuelto en el líquido. En el tanque de lavado el crudo sufre un proceso de deshidratación por diferencia de densidades, el petróleo es más liviano que el agua por lo que rebosa por la parte superior de los mismos. El agua resultante del proceso de deshidratación del crudo en los tanques de lavado, sale por la parte inferior de los mismos e ingresa al área de tratamiento de efluentes, donde los separadores API, llevan a cabo el proceso de clarificación del agua (desnatación), que es la recuperación de trazas de petróleo</p>	<p>por gravedad el crudo rebosa en la parte superior del tanque hacia el tanque de almacenamiento, mientras que el agua sale por la parte inferior del tanque y se va hacia las unidades API donde se desarrolla el proceso de remoción de aceite libre, pasa a las lagunas facultativas, lagunas de enfriamiento, para culminar con el proceso se pasa por una corriente de aire para bajar las temperatura esto se da en las torres de enfriamiento, y finalizar el tratamiento de efluentes con un agua en calidad, menor a 2^o ppm de crudo y con una temperatura no mayor a 40°C.</p>	<p>fluido en el colchón de agua y crudo estabilizado en el interior, que permite el contacto de las fases y promueve la separación de las misma por diferencias de densidades. En ambos punto las corrientes de fluido reciben la inyección del tratamiento químico especificado para promover la separación de las fases, El agua que sale por debajo del tanque llega a las Tanquillas API, donde se lleva a cabo la recuperación primaria de crudo sobrenadante para garantizar la calidad del agua que posteriormente se dispondrá al ambiente; el crudo remanente es recirculado al sistema y el agua pasa al sistema de lagunas de enfriamiento, donde se</p>
-------------------------------------	---	--	---

SECUENCIA OPERACIONAL	libres en la misma, para recircularlas hacia la alimentación de los tanques de lavado. El agua clarificada, pasa a las lagunas de enfriamiento 1,2,3,4,5,6, donde por la extensa área de contacto que ahí se induce la transferencia de calor por convección con el aire disminuyendo así la temperatura del agua que finalmente se envía al ambiente cumpliendo con las normativas ambientales (la cantidad de crudo en el agua debe ser < 20 ppm y la temperatura en ella a más o menos 3 °C con respecto a la temperatura ambiente).		expone en una amplia área superficial al aire con el objeto de promover la transferencia de calor y enfriar el agua, finalmente el agua pasa a través de un sistema de torres de enfriamiento donde se fuerza el contacto con corrientes de aire para bajar la temperatura hasta los valores establecidos en las normas para disposición de vertidos al ambiente .
EQUIPOS	1 Tanque de lavado 2 Tanquillas API 6 Lagunas de enfriamiento.	2 Tanque de lavado 2 Tanquillas API 2 Lagunas de enfriamiento. 1 Biolaguna 2 Torres de enfriamiento	2 Tanque de lavado 2 Tanquillas API 3 Lagunas de enfriamiento. 2 Biolaguna 10 Torres de enfriamiento
TIEMPO DE USO	Tiempo completo		
REACTIVOS	Secuestrante de H ₂ S, clarificante y desmulsificante		
	Primera Fase: remoción de aceite libre en separadores por gravedad API. Tratamiento Primario: Remoción	Primera Fase: remoción de aceite libre en separadores por gravedad API. Tratamiento Primario:	Primera Fase: remoción de aceite libre en separadores por gravedad API.

PROCESOS OPERACION	DE de aceite emulsionado y sólidos en suspensión	Remoción de aceite emulsionado y sólidos en suspensión, Tratamiento Secundario: Reducción de materia orgánica soluble, en piscinas facultativas	Tratamiento Primario: Remoción de aceite emulsionado y sólidos en suspensión, Tratamiento Secundario: Reducción de materia orgánica soluble, en piscinas facultativas.
-------------------------------	--	---	---

Para dar cumplimiento al último objetivo de la investigación se establecieron los retos presentes en el manejo de efluentes producidos en el Distrito Barinas.

ESTABLECER LOS RETOS PRESENTES EN EL MANEJO DE EFLUENTES PRESENTANDO UN ESQUEMA ASOCIADO A LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES PRODUCIDOS EN EL DISTRITO BARINAS

Como bien se conoce el Distrito Barinas se caracteriza por sus altas tasas de agua, que al momento de verlas en superficie es el primer reto en pro a vencer, para ello están dispuestas las estaciones de flujo, que están hechas especialmente para realizar la separación y el tratamiento de los fluidos líquidos, bien sea crudo o agua teniendo en cuenta las mínimas cantidades de gas que pueda arrastrar la producción. Las estaciones de flujo están distribuidas estratégicamente para cubrir el área operacional del Distrito; al momento de recibir la producción en las estaciones, se realiza una separación de fases, para luego iniciar los tratamientos, a partir de aquí inicia la aplicación de puntos de químicas donde se evidencia el reto mayor, bajo las condiciones económicas actuales no se posee química que permita ser aplicada en dichos puntos, la química utilizada, como lo indicaron los informantes en su mayoría es importada, por lo cual surge la necesidad de desarrollar proyectos ambiciosos sobre el desarrollo de química nacional, tecnologías, o la preparación de productos nacionales que tengan como resultado la superación del mayor reto evidenciado durante la investigación.

Así mismo durante el tratamiento de efluentes es importante controlar parámetros importantes como la temperatura, lograr la adecuación del agua de producción y dejarla en condiciones deseable a temperaturas más o menos a 3 °C por encima de la temperatura ambiente es un reto, que solo se supera cumpliendo los tiempos de residencia determinados para cada equipo, en este caso entra en juego el artículo 883 que regula estos aspectos, para reducir el impacto ambiental y

conservar los cuerpos de agua, así mismo se presenta el porcentaje de cloruros, fenoles y h₂s que también son parámetros que controla dicho artículo y que representa un desafío de acuerdo a lo anteriormente planteado con respecto a la química. Para la consolidación de este objetivo fue fundamental el uso de las entrevistas de profundidad, por donde se consignaron los elementos fundamentales presentados como retos ante el tratamiento de los efluentes en las estaciones de flujo del Distrito Barinas. A continuación se presenta la categorización de la entrevista de profundidad con respecto a la variable del último objetivo.

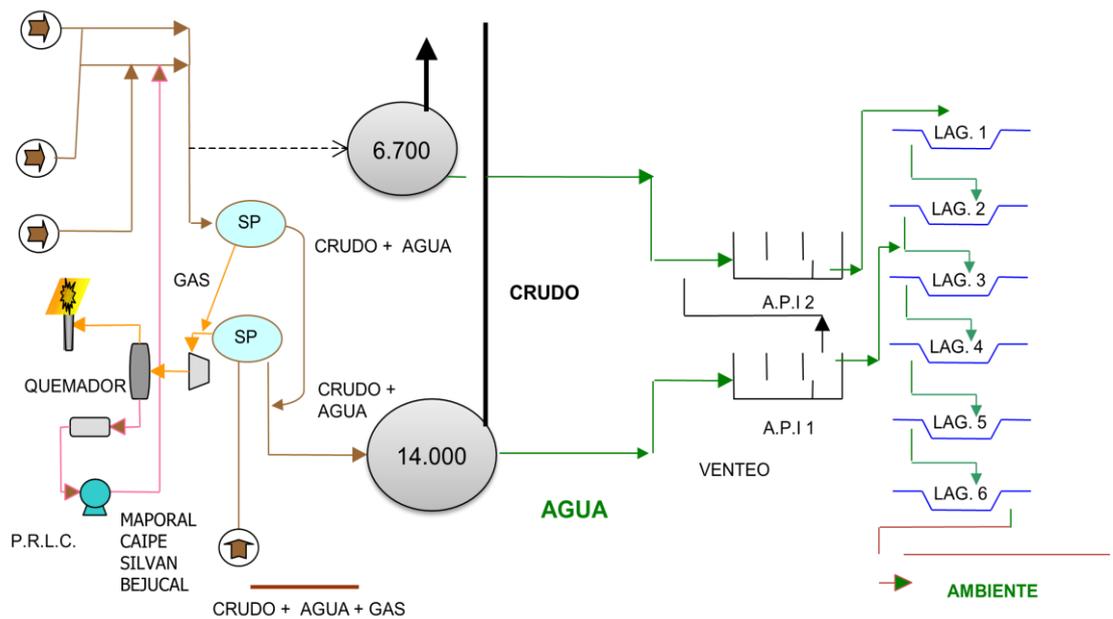
TABLA N° 8. Categorización de entrevistas de profundidad respecto a la variable del tercer objetivo.

CATEGORIAS	TRIANGULACION	INTERPRETACION
<p align="center">PRINCIPALES PARAMETROS A CONTROLAR</p>	<p>Informante N°1: Temperatura, Porcentaje de cloruro, fenoles, h2s.(EPRO 1. Línea N° 141). Informante N°2: Temperatura y porcentaje de cloruro que pueda tener las aguas. (EPRO 1. Línea N° 198). Informante N°3: ppm de cloruro o de fenoles. (EPRO 1. Línea N° 90).</p>	<p>Al momento de desarrollar los procesos en el tratamiento de efluentes es importante la calidad de los resultados, para poder dar inicio a otro procesos recordando que todo mantiene una secuencia operacional, es necesario mantener los resultados por ello durante el proceso se mantienen puntos de química que controlen el porcentaje de cloruro, fenoles.</p>
<p align="center">PROCESOS QUE REQUIEREN DIVISAS</p>	<p>Informante N°1: Generalmente toda la química que se utiliza es importada. (EPRO 1. Línea N° 143). Informante N°2: En su mayoría la química es importada, si se tiene un organismo que siempre está en estudios científicos que permiten sustituir algunos productos aunque de igual forma la base de todos los desarrollos químicos es necesario que sea de afuera por qué no se tienen en el territorio nacional. (EPRO 1. Línea N°200-204). Informante N°3: Antisecuestrante, antincrustante, clarificante.(EPRO 1. Línea N°92).</p>	<p>Los productos químicos que se utilizan en el tratamiento de efluentes como lo indicaron la mayor parte es importada, existe la química nacional, pero existen productos que a pesar de poder desarrollarse aquí, es necesario mantener la materia prima que es importada, lo que se traduce en altos costos.</p>

Como parte de las actividades del objetivo se tiene el desarrollo de un esquema que logre sintetizar las operaciones y los equipos de cada estación en cuanto a tratamiento de efluentes se habla. De las operaciones de producción Barinas, manejo y procesamiento de crudo y gas (2015), se extrajo un esquema sobre el manejo de efluentes de las estaciones de flujo en estudio, se presentan a continuación.

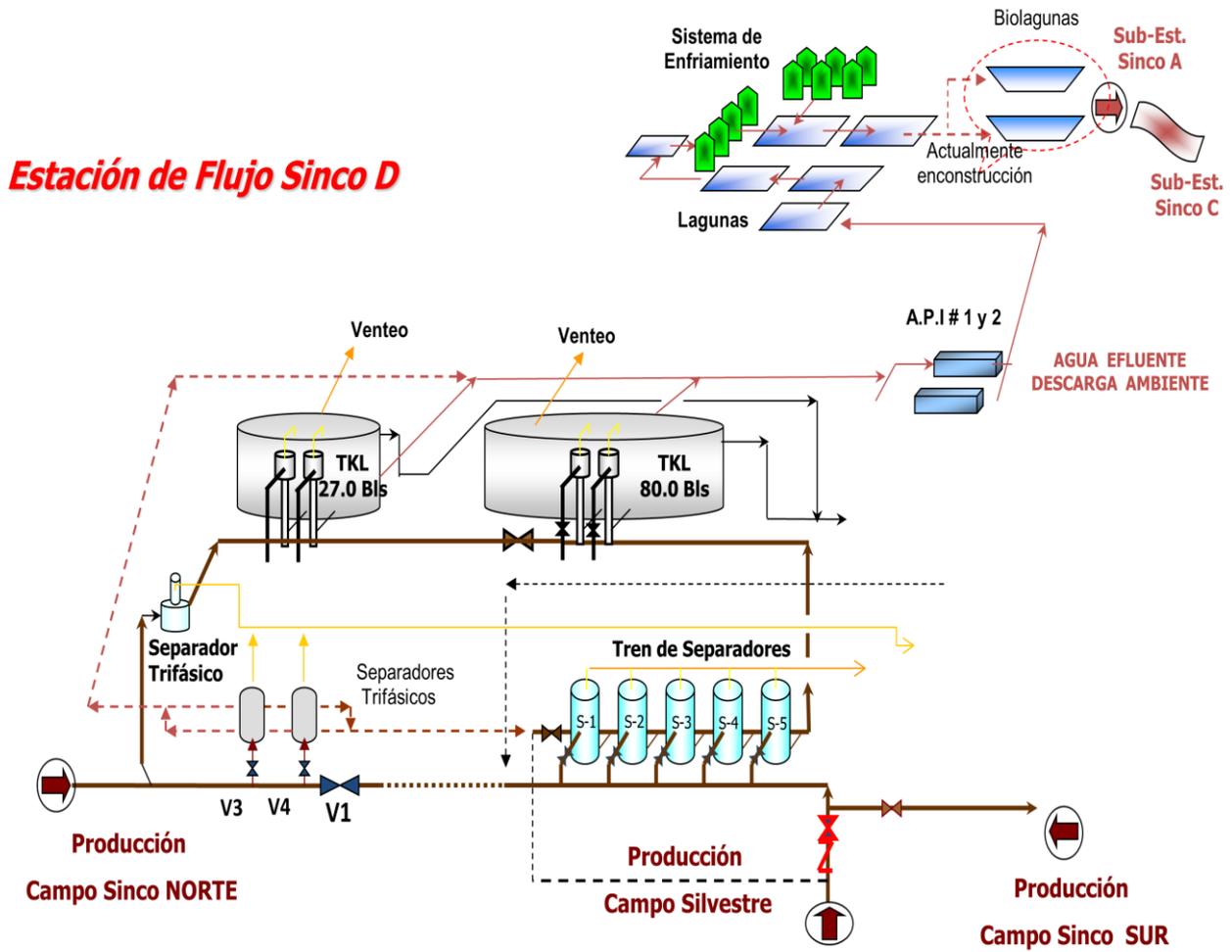
FIG 15. Esquema manejo de efluentes Estación de Flujo Silván.

DIAGRAMA DE PROCESO ESTRACIÓN DE FLUJO SILVÁN



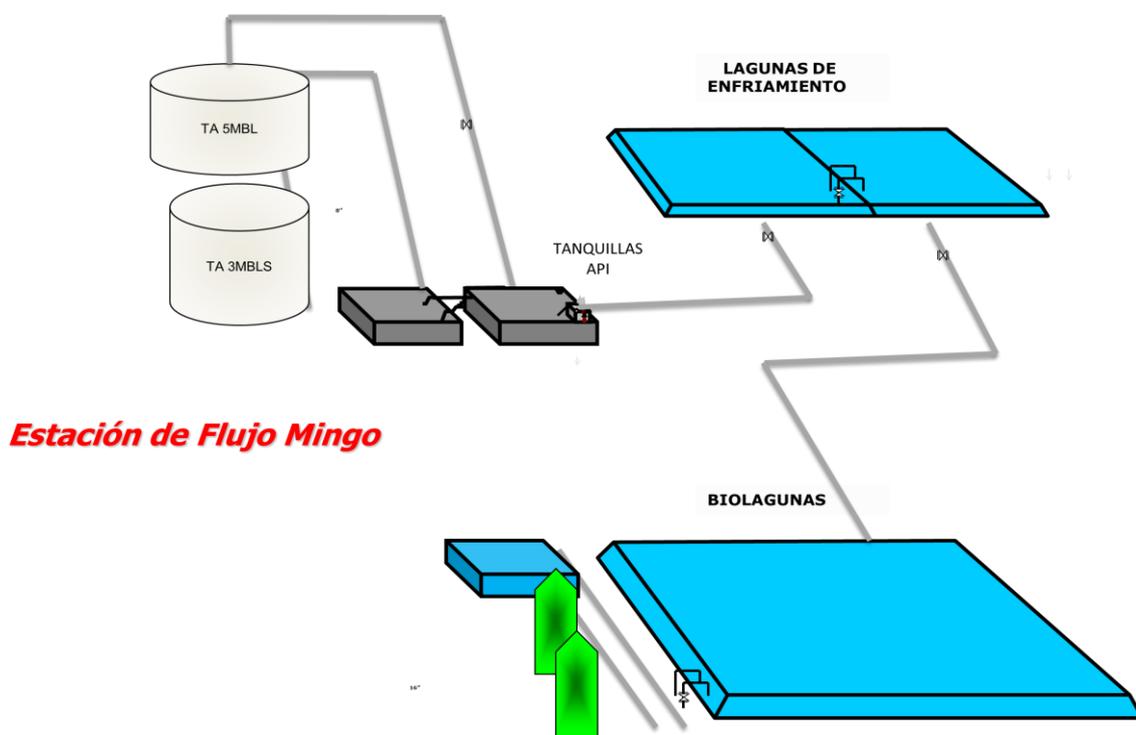
FUENTE: PDVSA, estaciones de manejo y tratamiento de fluido, (2015).

FIG 16. Esquema manejo de efluentes Estación de Flujo Sinco D



FUENTE: PDVSA, estaciones de manejo y tratamiento de fluido, (2015).

FIG 17. Esquema manejo de efluentes Estación de Flujo Mingo.



FUENTE: Laya K. Mejía J, (2018).

CONCLUSIONES

1. Se identificaron las instalaciones donde se manejan efluentes en el Distrito Barinas, concluyendo que el Distrito Barinas posee tres (3) estaciones de flujo, Silván, Mingo y Sinco D, cada una con disposición de equipos que forman parte del tratamiento de efluentes, cada una tiene los equipos que se requiere en el área operacional en la que se sitúa cada una, adecuada a la producción que se recibe.
2. Se comprobó que la ubicación de cada estación de flujo influye de forma geográfica para alimentar los cuerpos de aguas existentes en la zona foránea, puesto a que no se les da otros usos a los efluentes, si no que son vertidos al ambiente alimentando caños que en verano deberían estar secos pero que se mantienen con flujo de agua durante todo el año, gracias a la actividad industrial.
3. Se investigó la secuencia operacional que debe seguir cada estación de flujo y se describió la secuencia operación de las estaciones de flujo Silván, Mingo y Sinco D, estas conclusiones se presentaron en la tabla N° 8 caracterización de los procedimientos empleados para el manejo de efluentes del capítulo IV.
4. Se caracterizaron los procesos operacionales por medio de las entrevistas para la descripción de los procesos de operación y se investigó en manuales que nos permitieron describir cada uno de los procesos operacionales que desarrolla cada una de las estaciones de flujo en el Distrito Barinas, estas conclusiones se presentaron en la FIG N° 14 Esquema de los procesos empleados para el manejo de efluentes.
5. Se identificaron consideraciones técnicas que se deben tener presentes en el diseño de las instalaciones de los sistemas de

tratamiento de efluentes, tales como tiempo de residencia, capacidad de manejo, temperatura.

6. Se valoró la disposición de equipos disponibles para el tratamiento de efluentes en las estaciones de flujo Silván, Mingo y Sinco D, conclusión dispuesta en la Tabla N°3, 4, 5 de la identificación de las instalaciones donde se maneja efluentes producidos en el Distrito Barinas, capítulo IV.
7. Se definieron los productos químicos utilizados en el manejo de efluentes, tales como clarificante, secuestrante de H₂S, antiincrustante.
8. Se describieron los contaminantes que se presentan en los efluentes luego de la separación crudo-agua, presentándose como Sales, Cloruros, Fenoles.
9. Se presentaron los restos presentes en el manejo de efluentes en las estaciones de flujo concluyendo principalmente la adquisición de productos químicos para el tratamiento de los efluentes.
10. Se presentó un esquema por cada estación de flujo que describe los procesos desarrollados en cada una de ellas, presentes en las FIG N° 15,16 y 17.

RECOMENDACIONES

1. Profundizar sobre los contaminantes presentes en las aguas de producción de cada estación de flujo.
2. Considerar hacer estudios para evaluar la calidad de efluentes vertidos al ambiente.
3. Profundizar en capacidad de manejo para cada estación, definiendo el cálculo real del agua manejada en cada estación de flujo.
4. Considerar hacer estudio específicos en los productos químicos utilizados para el tratamiento de efluentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Marfisi, S. Salager, J. (2004). *Deshidratación de crudo – principios y tecnologías*. Cuaderno FIRP.

Arrieta, M. (2005). *Estaciones de Flujo*. Universidad Nacional de las Fuerzas Armadas

González, Y. Rincón, N. López, F. Díaz A. (2010). *Remoción de materia orgánica presente en efluentes petroleros utilizando un reactor por carga secuencial a escala laboratorio*. La Universidad del Zulia.

Maldonado, M. (2010), *Metodología para la aplicación de las normas ISO14001:2004. En una estación de flujo*. La Universidad del Zulia.

De Turris, A. Suher, C. Valvuela, B. Gutierrez, C. (2011). *Tratamiento de aguas de producción por flotación con aire disuelto*. Asociación Interciencias Caracas.

Guerrero, F. Carlos, A. Escobar, C. Ramírez, N. (2005). *Manejo de salinidad de agua asociada de producción de la industria petrolera*. Universidad Nacional de Colombia.

Becerra, V. (2017). *Screening de tecnología para el control de agua del campo borburata, Distrito Barinas División Boyacá*. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora, Barinas.

Water Pollution Control Manual. 1972. TEXACO.

Manual on Disposal Refinery Water. 1969. API Instituto Americano de Petróleo.

Manual de procesos de efluentes. (1997). Petróleos de Venezuela S.A

Manual de sistema de control de efluentes. (1997). Petróleos de Venezuela S.A

Fidias, G. Arias. (2012). *El proyecto de investigación*. EPISTEME.

Tecnología de separación para aguas producidas. (2015). SIEMENS.

Manual de los procedimientos operacionales de la estación de flujo Silván. (2016). Petróleos de Venezuela S.A

Manual de los procedimientos operacionales de la estación de flujo Sinco D. (2016). Petróleos de Venezuela S.A

González, M. Fandiño, R. (2015). *Mapa de riesgos en las estaciones de flujo*. Petróleos de Venezuela S.A.

Fernández, A. Barragán, J. Bosquez, M. Canto, E. González, Y. Martínez, E. Ruda, A. (2015). *Tratabilidad de efluentes residuales por medio de un coagulante natural a base de Tanino del pseudotallo del plátano*. *Revista de iniciación científica*. Universidad Tecnológica de Panamá.

Amaya, W. Cañón, O. Avilés, O. (2004). *Control de pH para planta de tratamiento de aguas residuales*.

Blanco, J. (2015). *Informe técnico de levantamiento de información para desincorporar líneas y equipos de superficie en la estación de flujo Sinco D del Distrito Barinas*. Petróleos de Venezuela S.A.

Jarava, R. Planeta, I. (2017). *Análisis de alternativas para la remoción de cloruros presentes en las aguas residuales industriales de producción del campo Cicuco* ECOPETROL S.A. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Colombia.

ANEXOS
ANEXOS A



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS
OCCIDENTALES "EZEQUIEL ZAMORA" VICERECTORADO DE
PLANIFICACION Y DESARROLLO SOCIAL
SUBPROGRAMA INGENIERIA DE PETROLEO**

ENTREVISTA N°1	
INFORMACION PRELIMINAR	
Lugar:	Fecha:
Identificación:	
Area de experticia:	
Tiempo en la industria:	
Resumen de cargos ocupados:	
¿ Considera importante como parte de la carrera Ingeniería de Petróleo que se estudie el manejo de aguas en el Distrito Barrinas? ¿ Por que?	
¿ Que bibliografía o fuente recomendaria para dicho estudio?	
¿ Cuantas estaciones de flujo y subestaciones se encuentran en el estado Barrinas? ¿ Como se llaman?	
¿ Cuales de ellas cuentan con sistemas de manejo de efuentes?	

FIG. 18 Instrumento
FUENTE: Laya, K. y Mejía, J.

**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS
OCCIDENTALES "EZEQUIEL ZAMORA" VICERECTORADO DE
PLANIFICACION Y DESARROLLO SOCIAL
SUBPROGRAMA INGENIERIA DE PETROLEO**

ENTREVISTA N°2 Identificar las Instalaciones donde se manejan efluentes producidos en el Distrito Barinas.	
Lugar:	Fecha:
Indicadores	Preguntas
Ubicación	¿Cómo están compuestos los sistemas de manejo de efluentes en la estación XXXX? ¿Cómo influye la ubicación de las instalaciones en el área disponible?
Capacidad de Manejo	¿Qué capacidad de manejo tienen las instalaciones? ¿Se encuentran las instalaciones en capacidad de operar con la producción diaria?
Medidas de Seguridad	¿Cuáles son las medidas de seguridad que se cumplen en las instalaciones que manejan efluentes? ¿Cuáles son los principales factores de riesgo a los que está expuesto un operador que labore en el sistema de manejo de efluentes?
Materiales de diseño	¿Cuáles son las consideraciones técnicas que se deben tener presentes en el diseño de las instalaciones de los sistemas de tratamiento de efluentes?
Objetivos de las Instalaciones	¿en función a la disposición de equipos disponibles para el tratamiento de las aguas de producción, identificar su función principal?

FIG. 19 Instrumento
FUENTE: Laya, K. y Mejía, J.

**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS
OCCIDENTALES "EZEQUIEL ZAMORA" VICERECTORADO DE
PLANIFICACION Y DESARROLLO SOCIAL
SUBPROGRAMA INGENIERIA DE PETROLEO**

ENTREVISTA N°3 Especificar las características de los procedimientos empleados para el manejo de efluentes producidos en el Distrito Barinas.	
Lugar:	Fecha:
Indicadores	Preguntas
Normativa de las Instalaciones	¿Cuál es la normativa que establece el procedimiento en las instalaciones de manejo de efluentes?
Especificaciones Operacionales	¿Cuáles son las especificaciones operacionales de cada equipo?
Principio Fisico que se emplea	¿Cuál es el principio físico que emplean los equipos de tratamiento de efluentes?
Secuencia operacional	¿Explique la secuencia operacional que se lleva a cabo para el desarrollo para el tratamiento de efluentes?
Equipos	¿Cuáles son los equipos principales en el tratamiento de efluentes? ¿Qué parámetros se deben tomar en cuenta para la selección de estos equipos?
Tiempo de uso	¿Cuál es el tiempo de uso de estos equipos? ¿Cada cuanto se realiza mantenimiento a los equipos?
Reactivos que necesita	¿Qué productos químicos se emplean en cada proceso?
Procesos de Operación	¿Cuál es el proceso de operación que se emplea para el tratamiento de efluentes?

FIG. 20 Instrumento
FUENTE: Laya, K. y Mejía, J.



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS
OCCIDENTALES "EZEQUIEL ZAMORA"
VICERECTORADO DE PLANIFICACION Y DESARROLLO SOCIAL
SUBPROGRAMA INGENIERIA DE PETROLEO

ENTREVISTA N°4 Establecer los retos presente en el manejo de los efluentes presentando un esquema asociado a los procesos en el Distrito Barinas	
Lugar:	Fecha:
Identificación:	
Indicadores	Preguntas
Principales parámetros a controlar	¿Cuales son los parametros que son prioridad en el tratamiento de efluentes?
Procesos que requieren divisas	¿Que productos quimicos del tratamiento de efluentes son importados?

FIG. 21 Instrumento
FUENTE: Laya, K. y Mejía, J.

ANEXO B
ENTREVISTAS PRELIMINARES

Nº	<p style="text-align: right;">ENTREVISTA INFORMANTE Nº1 Lewis Rangel</p>
<p>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19</p>	<p>¿Considera importante como parte de la carrera Ingeniería de Petróleo que se estudie el manejo de aguas en el Distrito Barinas? ¿Por qué?</p> <p>Sí, porque es necesario evaluar la producción obtenida de la extracción de los fluidos de los Yacimientos explotados tanto su cuantificación como sus propiedades físico químico y así poder obtener información para su posible uso o verter las aguas de producción al ambiente bajo ciertas Normas.</p> <p>¿Qué bibliografía o fuente recomendaría para dicho estudio?</p> <p>Ley Penal del Ambiente / Normas Internas PDVSA</p> <p>Artículos: 87 y 89 MA-01-02-04 MDP-09-EF-03</p> <p>¿Cuántas estaciones de flujo se encuentran en el estado Barinas? ¿Cómo se llaman?</p> <p>Estamos hablando básicamente de 3 estaciones principales, Sinco D Silvan Mingo</p> <p>¿Cuáles de ellas cuentan con sistemas de manejo de efluentes?</p> <p>Todas, las tres poseen tratamientos de efluentes acordes a los requerimientos de lo que recibe cada una.</p>

Nº	<p style="text-align: right;">ENTREVISTA INFORMANTE Nº2 Guillermo Martínez</p>
<p>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19</p>	<p>¿Considera importante como parte de la carrera Ingeniería de Petróleo que se estudie el manejo de aguas en el Distrito Barinas? ¿Por qué?</p> <p>Si, es muy importante porque se maneja una filosofía de petróleo verde</p> <p>¿Qué quiere decir esto? Que tenemos el menor impacto con el medio ambiente y uno de los factores que debemos cuidar es el agua, que estemos bastante consiente que debemos minimizar el impacto hacia este fluido, que de una u otra manera le da equilibrio al planeta</p> <p>¿Qué bibliografía o fuente recomendaría para dicho estudio?</p> <p>Realmente una bibliografía no sabía que nombrar, pero pudiera recomendar unos buenos estudios de la ula del equipo de ingeniería química, específicamente del profesor Salayero, tiene muy buenas investigación, hay un grupo que tiene buenos desarrollos de la ucv en la escuela de ciencia un equipo de geoquímica que a desarrollados buenos artículos, también tenemos nuestro equipo de inteve que sabemos ha tenido un impacto por la pérdida del equipo, pero queda buena bibliografía</p> <p>¿Cuántas estaciones de flujo se encuentran en el estado Barinas? ¿Cómo se llaman?</p> <p>Estamos hablando básicamente de 3 estaciones principales,</p>

20	Sinco D
21	Silvan
22	PTS(equipo que recibe o fiscaliza lo que recibe hacia la refinería) ¿Cuáles
23	de ellas cuentan con sistemas de manejo de efluentes?
24	Completo, completo, ninguna estación a mi criterio tiene el manejo
25	completo, pero si se han hecho grandes desarrollo en cuanto al manejo
26	de efluentes, el equipo API como tal, tienen algunas controladores de
27	temperatura, hay lagunas de biotratamiento, pero considero que una
28	estación robusta como tal con todos los métodos, no hay, pero si
29	estamos atacando el problema como tal.

Nº	ENTREVISTA INFORMANTE Nº3 Henry Silva
1	¿Considera importante como parte de la carrera Ingeniería de Petróleo que se
2	estudie el manejo de aguas en el Distrito Barinas? ¿Por qué?
3	Claro deben estudiarlo primero porque muchas veces el agua se
4	desecha, sería ideal buscar una forma de recircular el agua.
5	¿Qué bibliografía o fuente recomendaría para dicho estudio?
6	No sabría decirles muchachos, investigaciones que se encuentren en
7	CTI.
8	¿Cuántas estaciones de flujo y subestaciones se encuentran en el estado
9	Barinas? ¿Cómo se llaman?
10	La más completa es Sinco D, pero en general son dos además de Sinco
11	D, esta Silvan y Mingo.
12	¿Cuáles de ellas cuentan con sistemas de manejo de efluentes?
13	Todas, las tres poseen tratamientos de efluentes acordes a los
14	requerimientos de lo que recibe cada una.

ANEXO B

ENTREVISTAS DE PROFUNDIDAD (EPRO)

EMPRESA: Petróleos de Venezuela C.A

PROFESION: Ingeniero de petróleo

RESPONSABILIDAD: Líder Supervisor de la Unidad de Manejo y Procesamiento de Fluido

LUGAR Y FECHA: UNELLEZ, Barinas. 07 de Julio de 2018

CATEGORIA	Nº	ENTREVISTA	INFORMANTE Nº1 Lewis Rangel
Ubicación	1 2 3 4 5 6 7 8 9	<p>¿Cómo están compuestos los sistemas de manejo de afluentes en las estaciones de flujo?</p> <p>El sistema de manejo de efluentes está compuesto por tanques de lavado, posterior a esto se pueden ubicar los sistemas de API o CPI, según las fases del tratamiento se pueden ubicar las unidades de DAF o IAF, los tratamientos terciarios que pueden ser lagunas facultativas, lagunas de estabilización, torres.</p> <p>¿Cómo influye la ubicación de las instalaciones en el área disponible?</p> <p>Al estar cerca de caños naturales sirve para realizar la mezcla de las aguas vertidas</p>	
Capacidad de Manejo	10 11 12 13	<p>¿Qué capacidad de manejo tienen las instalaciones?</p> <p>13.000 BNPD</p> <p>¿Se encuentran las instalaciones en capacidad de operar con la producción diaria?</p> <p>SI</p>	
	14 15 16	<p>¿Cuáles son las medidas de seguridad que se cumplen en las instalaciones?</p> <p>Las medidas de seguridad están dadas bajo rigurosas Normas tanto internas de la empresa, como de las normas internacionales establecidas tanto para los</p>	

Medidas de Seguridad	17 18 19 20	procesos como el resguardo de las instalaciones y personal de las instalaciones. Existen Procedimientos de Trabajo establecidos por la empresa y bajo la rigurosa Supervisión de Evaluaciones periódicas para poder ejecutar cualquier actividad dentro de las Instalaciones.
Materiales de diseño	21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36	¿Cuáles son las consideraciones técnicas que se deben tener presentes en el diseño de las instalaciones de los sistemas de tratamiento de efluentes? Materiales metálicos (acero, hierro, fundición, aluminio, estaño, plomo) Materiales pétreos No aglomerantes (Rocas barro y agua, Arena, Grava) Aglomerantes (cemento, yeso, mortero, hormigón) Cerámicos (arcilla, barro, loza, refractario, y porcelana) Vidrio Madera Prefabricadas contrachapado Materiales plásticos Termoplásticos (PET, PVC, poliestireno, polietileno, metacrilato, teflón.) Termoestables (poliuretano, baquelita, melamina) Elastómeros (látex, caucho, neopreno, goma) Materiales compuestos Fibra de vidrio
Objetivos de las instalaciones	37 38 39	¿En función a la disposición de equipos disponibles para el tratamiento de las aguas de producción, identificar su función principal? La separación y tratamiento de los fluidos extraídos
Normativa de las	40 41 42 43 44	¿Cuál es la normativa que establece el procedimiento en las instalaciones? Normas PDVSA SI-S-04 “Requisitos de Seguridad Industrial, Ambiente e Higiene Ocupacional en el Proceso de Contratación” SI-S-08 “Notificación, Clasificación Estadística y Registro de Accidentes, Incidentes y Enfermedades Ocupacionales”.

<p>instalaciones</p>	<p>45 46 47 48 49 50 51 52</p>	<p>SI-S-11 “Medidas por Incumplimiento e Inobservancia de la Normativa en Materia SHA”. SI-S-22 “Investigación de Accidentes e Incidentes”. IR-S-14 “Integridad Mecánica”. Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. Publicado en Gaceta Oficial N°36.860 del 30 de diciembre de 1999. Decreto N°883. Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos o Efluentes líquidos.</p>
<p>Especificaciones Operacionales</p>	<p>53 54 55</p>	<p>¿Cuáles son las especificaciones operacionales de cada equipo? Capacidad, tiempo de residencia, en base a eso se determina la funcionalidad de cada equipo.</p>
<p>Principio Físico que se emplea</p>	<p>56 57 58 59 60 61</p>	<p>¿Cuál es el principio físico que emplean los equipos de tratamiento de efluentes? Cada equipo opera bajo un principio no físico pero se tienen principios de operación, ya sea mecánico o químico, está el principio de separación de gravedad que se fundamenta en la diferencia de densidades entre el aceite insoluble y el agua, principio de sedimentación, principio de solubilidad del aire y la Ley de stocke.</p>
<p>Secuencia operacional</p>	<p>62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72</p>	<p>¿Explique la secuencia operacional que se lleva a cabo para el desarrollo de tratamiento de efluentes? La secuencia operacional va de la mano de los principios, cuando la estación recibe la producción de los campos por medio de las líneas pasan a los separadores bifásicos y trifásicos donde generalmente se separa las pequeñas cantidades de gas que pueda contener la producción, luego pasa al tanque de lavado donde se aplica la química y por acción de gravedad ocurre la separación, aquí inicia lo empiezan los tratamientos para el agua de producción en el tanque se tratan las emulsiones y se logra la separación crudo-agua, en este punto salen dos corrientes una del crudo y la otra del agua que va dirigida a los tratamientos de efluentes, son varios procesos la primera fase es la de remoción de crudo libre</p>

	73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93	esta generalmente se da en las API, posterior a esto inicia el tratamiento como tal; aquí se encuentra el tratamiento primario que es el de sólidos grueso, aquí se realiza la remoción de aceite emulsionado y sólidos en suspensión, en este proceso se utiliza la química coagulante, el principio de separación es por densidad y son los procesos de floculación, flotación, sedimentación y filtración de arena, estos procesos tienen equipos especiales, y tecnologías como las unidades de IAF y DAF. El tratamiento secundario consiste en reducir la materia orgánica, se generan procesos aeróbicos o anaeróbicos y está el facultativos ustedes lo conocen como tratamiento biológico que se da en lagunas o biolagunas, también lagunas de estabilización. Cuando el tratamiento primario secundario no logra dejar el efluente bajo los parámetros requeridos se da el tratamiento terciario que es la remoción de materia orgánica, color u olor, en este caso se aplica intercambio iónico, osmosis inversa o electrodiálisis. Si bien se dan cuenta en las visitas guiadas a las estaciones si han tenido la experiencia, no todas las estaciones cumplen con todos estos procesos ni equipos, cada una cumple con los procesos que exige la producción asociada a la estación, por eso en Silvan no ven las torres que hay en Sinco D, ni la misma cantidad de equipos allá hay 4 lagunas en Sinco hay mas, todo eso decidido de acuerdo a los requerimientos de cada campo ya ven en Mingo se encuentran asociados otros pozos y a Sinco prácticamente que llega toda la producción entonces se hay mayor cantidad de tratamiento
Equipos	94 95 96 97 98 99 100	¿Cuáles son los equipos principales en el tratamiento de efluentes? Tanque de deshidratación (es el principal el que te da las dos corrientes) API Lagunas cementadas Lagunas natural Biolagunas Torres de enfriamiento

	101 102 103 104 105 106 107	Sistema de aspersión ¿Qué parámetros se deben tomar en cuenta para la selección de estos equipos? Características del afluente Criterio de carga Requerimiento de oxígeno Producción de lodo Temperatura y pH
Tiempo de uso	108 109 110 111 112	¿Cuál es el tiempo de uso de estos equipos? Tiempo completo ¿Cada cuanto se realiza mantenimiento a los equipos? Entre 4 a 8 años, eso también se ve en la medida en los eventos que se presenten.
Reactivos que necesita	113 114 115	¿Qué productos químicos se emplean en cada proceso? desemulsionante, anticorrosivos, antincrustantes, biocidas, reductores de oxígeno
Procesos de Operación	116 117 118 119 120 121 122	¿Cuál es el proceso de operación que se emplea para el tratamiento de efluentes? Remoción de aceite libre. Tratamiento primario. Tratamientos secundarios. Tratamientos terciarios. Otros procesos complementarios requeridos se refieren al tratamiento y disposición de lodos.
Principales parámetros a controlar	123 124	¿Cuáles son los parámetros que son prioridad en el tratamiento de efluentes? Temperatura, Porcentaje de cloruro, fenoles, h2s.
Procesos que requieren divisas	125 126	¿Qué productos químicos del tratamiento de efluentes son importados? Generalmente toda la química que se utiliza es importada.

EMPRESA: Petróleos de Venezuela C.A
 PROFESION: Ingeniero de petróleo
 RESPONSABILIDAD: Gerente de operaciones del dato
 LUGAR Y FECHA: UNELLEZ, Barinas. 11 de Julio de 2018

CATEGORIA	Nº	ENTREVISTA	INFORMANTE Nº2 Guillermo Martínez
Ubicación	1	¿Cómo están compuestos los sistemas de manejo de afluentes en las	
	2	estaciones de flujo?	
	3	Un manejo de efluente se caracteriza por iniciar por el proceso de	
	4	deshidratación, por que cuando tu comienzas con el procesos de	
	5	deshidratación, ya tu empiezas a separar el agua del crudo, al salir de	
	6	esos tanques tienes punto de clarificación, posteriormente pasa a los	
	7	sistemas API, que son el sistema primario de separación, para	
	8	posteriormente pasar a las lagunas de enfriamiento, bien sea las	
	9	primeras, las lagunas de concreto, después posteriormente pasa a las	
	10	lagunas natural, en algunos casos tienen sistema de lagunas de	
	11	enfriamiento y biolagunas también en algunos casos se tiene no sé si	
	12	están operativos.	
	13	¿Cómo influye la ubicación de las instalaciones en el área disponible?	
	14	Principalmente cuando diseñas una estación de flujo se estima que	
	15	volumetría vas a trabajar, si tienes una buena distribución areal, vas a	
	16	poder en la medida de cualquier incremento volumétrico estimado o	
	17	no, debes estar en la capacidad de tener la residencia para el mismo,	
	18	en ese aspecto considero que las estaciones fueron diseñadas para	
	19	una visión ideal para el momento teniendo sus áreas de ampliación	
	20	que de acuerdo a la disposición del tiempo pueda ella irse adecuado a	
	21	los fluidos que se estén manejando y a las condiciones que se tienen	
	22	en la estación, ósea que cada estación debería tener lo que llamo yo	

	23 24 25 26	un área muerta, o un área de desarrollo de crecimiento, en la necesidad que la evolución de la etapa productiva de esos yacimiento vaya generando, pero en este caso si se dispone al menos de un espacio idóneo para tal fin.
Capacidad de Manejo	27 28 29 30 31 32 33	¿Qué capacidad de manejo tienen las instalaciones? Los números no te los puedo decir porque básicamente he manejado las estaciones del área de apure, las de barinas no. No te podría decir que capacidad de manejo tienen por qué no las conozco. ¿Se encuentran las instalaciones en capacidad de operar con la producción diaria? SI
Medidas de Seguridad	34 35 36 37	¿Cuáles son las medidas de seguridad que se cumplen en las instalaciones? Describir las medidas de seguridad no podría, pues eso está dispuesto por normas internas de PDVSA
Materiales de diseño	38 39 40 41 42	¿Cuáles son las consideraciones técnicas que se deben tener presentes en el diseño de las instalaciones de los sistemas de tratamiento de efluentes? Para el diseño de las instalaciones bueno, se toma en cuenta los materiales como el hierro, el aluminio, acero, en general materiales metálicos
Objetivos de las instalaciones	43 44 45 46 47 48	¿En función a la disposición de equipos disponibles para el tratamiento de las aguas de producción, identificar su función principal? Bueno como ya les dije anteriormente las estaciones cumplen mayores funciones que las subestaciones, pero de forma general seria separación crudo-agua, tratamiento de emulsiones, tratamiento de aguas de producción.
	49 50	¿Cuál es la normativa que establece el procedimiento en las instalaciones? PDVSA tiene normado todos su procesos y todas sus actividades,

<p align="center">Normativa de las instalaciones</p>	<p>51 52 53 54 55 56 57 58</p>	<p>tiene un sistema de normas bastante detallado, cada estación tiene sus procedimientos para cada actividad, son procedimientos que están bajo una figura de normas, algunas veces en conjunto con las normas API, ISO(no de forma completa), pero a nivel interno PDVSA tiene en categoría de experto una normativa con las cuales se rigen todas la funcionalidad de su operación, por medio de procedimiento de trabajo</p>
<p align="center">Especificaciones Operacionales</p>	<p>59 60 61 62 63 64 65 66 67</p>	<p>¿Cuáles son las especificaciones operacionales de cada equipo? Te la puedo decir muy general, por ejemplo es de acuerdo a su capacidad , una laguna api de acuerdo a su diseño va manejar una capacidad y tendrá un tiempo de residencia depende del diseño de cada equipo, igual que un tanque de acuerdo a su capacidad y a sus niveles de de manejo yo voy a establecer su funcionalidad, cada uno esta sujeto a que cumpla con lo establecido en el diseño de ingeniería, es decir si yo tengo un tanque de 100 MBLS yo voy a establecer que tiempo voy a tener esos fluidos en el tanque.</p>
<p align="center">Principio Físico que se emplea</p>	<p>68 69 70 71 72 73 74 75 76</p>	<p>¿Cuál es el principio físico que emplean los equipos de tratamiento de efluentes? Un principio se fundamenta mucho en la ley de stocke, básicamente en velocidad y separación de partículas, hay diseños que tienen que ver con movimientos y corrientes internas de acuerdo al diseño como tal y a la capacidad de tratamiento que tú puedas emplear, en general los procesos deberían ser compartido, los procesos mecánicos y los procesos químicos, generalmente en la bibliografía están muchos procesos eléctrico, sin embargo nosotros nos centramos en los procesos químicos y mecánicos</p>
	<p>77 78</p>	<p>¿Explique la secuencia operacional que se lleva a cabo para el desarrollo para el tratamiento de efluentes?</p>

<p style="text-align: center;">Secuencia operacional</p>	<p>79 80 81 82 3 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101</p>	<p>Inicia en la deshidratación tienes que estimar un colchón de agua necesario para garantizar la separación, tener un tiempo de residencia adecuado, calculado en tanque y laboratorio, conservar los factores de seguridad adecuados, hacer un acompañamiento de la clarificación de las aguas en la salida de deshidratación, generar una proporcionalidad en cuanto a manejo de fluido, hablo de cantidad de acuerdo los diseños, es decir cada equipo esta diseñado para manejar un volumen de fluido, es decir no saturar los equipos, operarlos en rangos al cual fue diseñado, posterior al desenvolvimiento de las API, hacer un acompañamiento en los CPI que es generar no solo una corriente vertical y horizontal, y aplicar la ley de stoke si no que generemos un movimiento de agitación adicional para generar ese desprendimiento de las gotas finales. Después posteriormente tener buenos espacios de lagunas de oxidación revestidos para asegurar esa separación y hacer un acompañamiento de ser necesario por sistemas de enfriamiento ya sean torres o aspersion para asegurar una caída del gradiente geotérmico que pueda tener , para posteriormente pasar a un sistema d biolagunas, donde previo análisis de estudio se establezcan las bacterias adecuadas para que terminen ese procesos de depuramiento de esas agua, en cuánto a ese contenido de crudo que puedan quedar para lograr verter los efluentes al ambiente en calidad de especificación tanto en temperatura como en ppm de cloruro.</p>
	<p>102 103 104 105 106</p>	<p>¿Cuáles son los equipos principales en el tratamiento de efluentes? Tanque de deshidratación (es el principal el que te da las dos corrientes) API Sistema de CPI (agitación con un efecto adicional para remover esa</p>

Equipos	107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126	gota de crudo) Lagunas cementadas (de enfriamiento) Lagunas natural Biologunas Torres de enfriamiento Sistema de aspersión ¿Qué parámetros se deben tomar en cuenta para la selección de estos equipos? Lo primero tipo de crudo que se maneja Temperatura del yacimiento Propiedades de viscosidad Debería tener caracterización del crudo y caracterización del agua de formación, para identificar cuáles son los elementos más reactivos o inestables y de esa manera adecuar los sistemas a al condición. Por ejemplo si tienes agua con alto contenido de corrosión, tu sistema debe estar preparado para manejar la corrosión, si tiene alto contenido de aragonito o sistema que precipite, calcita por decir algo debes tener en tu sistema las medidas y las precauciones, o sea una buena caracterización es de suma importancia por te va permitir definir qué métodos vas aplicar
Tiempo de uso	127 128 129 130 131 132 133 134	¿Cuál es el tiempo de uso de estos equipos? Es variable por que las estaciones de flujo se visualizan un tiempo de uso de las estaciones de flujo de 20 a 40 años sin embargo de acuerdo a la condición de temperatura, de acuerdo a la condición de los efluentes q este manejando vas a tener tiempo de vida útil entre 5 a 10 años, por ejemplo las api son más sensible, porque llevan el peso de mayor temperatura de esta área, son temperatura elevadas, adicional a esto tienen otro componente corrosivo que también

	135 136 137 138 139 140 141	<p>impacte con buenos sistemas de mantenimiento se oscila en un buen rango 20 años</p> <p>¿Cada cuanto se realiza mantenimiento a los equipos?</p> <p>Depende de las condiciones si yo tengo una cantidad de precipitación que me entorpece el funcionamiento optimo del equipo cuadro mi manteamiento de acuerdo a la situación perce que tengo, dependiendo la situación cada dos años, o puedo extenderlo a 4 años.</p>
Reactivos que necesita	142 143 144 145 146 147 148 149 150 151	<p>¿Qué productos químicos se emplean en cada proceso?</p> <p>En el proceso de producción primero utilizas desmulsificante para estabilizar el crudo el crudo que puede estar emulsionado que puede tener esa cantidad de de agua contenido en el crudo, inicias con el desmulsificante para lograr la coalescencia de las dos fases, una vez que termines el proceso de deshidratación entras al proceso de clarificación, con manejo de agua con alto contenido corrosivo inicias con química anticorrosiva como anti incrustante y posteriormente haces la clarificación y aplicar los métodos que se hallan diseñado para realizar la separación</p>
Procesos de Operación	152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162	<p>¿Cuál es el proceso de operación que se emplea para el tratamiento de efluentes?</p> <p>Los procesos se realizan por etapas, la primera etapa donde se realiza la remoción de aceite libre y solido en suspensión en este proceso se aplica la separación por gravedad lo que explique anteriormente que se puede dar en los API o en los CPI. Posteriormente se realiza la remoción de aceite emulsionado aquí puede ser por flotación, floculación o sedimentación, el siguiente proceso seria reducción de materia orgánica en este intervienen procesos aeróbicos o anaeróbicos y por ultimo esta el proceso de remoción de materia orgánica en este se realizan intercambios iónicos puede ser osmosis</p>

	163 164 165 166 167	inversa, pero como les mencione no en todas las estaciones se aplican todos los procesos no es una guía, una serie de pasos que se debe cumplir, esto bajo una evaluación de espacio y de propiedades se determinan que procesos se aplicaran y todas en conjunto logran realizar todos los procesos
Principales parámetros a controlar	168 169 170	¿Cuáles son los parámetros que son prioridad en el tratamiento de efluentes? Temperatura y porcentaje de cloruro que pueda tener las aguas
Procesos que requieren divisas	171 172 173 174 175 176	¿Qué productos químicos del tratamiento de efluentes son importados? En su mayoría la química es importada, si se tiene un organismo que siempre está en estudios científicos que permiten sustituir algunos productos aunque de igual forma la base de todos los desarrollos químicos es necesario que sea de afuera por qué no se tienen en el territorio nacional

EMPRESA: Petróleos de Venezuela C.A

PROFESION: TSU

RESPONSABILIDAD: Chequeador de la estación de Flujo Silván.

LUGAR Y FECHA: UNELLEZ, Barinas. 18 de Julio de 2018

CATEGORIA	Nº	ENTREVISTA	INFORMANTE Nº3 Henry Silva
	1 2 3 4	¿Cómo están compuestos los sistemas de manejo de afluentes en las estaciones de flujo? Está compuesto por Separadores (freewater, s7) Tanque de lavado de 40 '' de 14000bls	

Ubicación	5	Tanquillas API
	6	Piscinas de cemento
	7	¿Cómo influye la ubicación de las instalaciones en el área disponible?
	8	Cada equipo de las estaciones de flujo está dispuesto en un área ya estudiada, para que al momento de verter los efluentes este pueda llegar a alguna corriente de agua.
	9	
10		
Capacidad de Manejo	11	¿Qué capacidad de manejo tienen las instalaciones?
	12	14.000 BNPD
	13	¿Se encuentran las instalaciones en capacidad de operar con la producción diaria?
	14	SI
15		
Medidas de Seguridad	16	¿Cuáles son las medidas de seguridad que se cumplen en las instalaciones?
	17	
	18	Lo básico casco, lentes, guantes, detector de gases
Materiales de diseño	19	¿Cuáles son las consideraciones técnicas que se deben tener presentes en el diseño de las instalaciones de los sistemas de tratamiento de efluentes?
	20	
	21	Plásticos y metales.
Objetivos de las instalaciones	22	¿En función a la disposición de equipos disponibles para el tratamiento de las aguas de producción, identificar su función principal?
	23	
	24	La separación de los fluidos.
	25	
Normativa de las instalaciones	26	¿Cuál es la normativa que establece el procedimiento en las instalaciones?
	27	No fotos.
	28	No recorrer las instalaciones sin ser autorizado
	29	Realmente aquí todo debe realizarse bajo autorización porque toda la información es confidencial.
	30	
Especificaciones	31	¿Cuáles son las especificaciones operacionales de cada equipo?
	32	Bueno cada equipo tiene sus requerimientos, pero es importante

Operacionales	33 34 35	siempre de lo que es la temperatura, que se trabaje en base a la capacidad de cada equipo no saturar, y respetar los tiempos de residencia que posee cada uno.
Principio Físico que se emplea	36 37 38 39 40	¿Cuál es el principio físico que emplean los equipos de tratamiento de efluentes? Principio de separación de gravedad, si han podido ver que luego del proceso de deshidratación, los siguientes procesos en las piscinas son por gravedad.
Secuencia operacional	41 42 43 44 45 46 47	¿Explique la secuencia operacional que se lleva a cabo para el desarrollo en el tratamiento de efluentes? Las líneas vienen de borburata, de torunos, silvan, maporal, entran al separador, se van al tanque de lavado, del tanque de lavado se van al tanque de postlavado, se va para las api el agua, luego pasa a las piscinas que son 4 piscinas de enfriamiento y se vierte al ambiente por medio de un sifón
Equipos	48 49 50 51 52 53 54	¿Cuáles son los equipos principales en el tratamiento de efluentes? El tanque de lavado La tanquillas API Las piscinas ¿Qué parámetros se deben tomar en cuenta para la selección de estos equipos? Características de los efluentes, ph, temperatura
Tiempo de uso	55 56 57 58 59 60	¿Cuál es el tiempo de uso de estos equipos? No sabemos hay equipos que fallan y cuando fallan se consiguen los repuestos ¿Cada cuanto se realiza mantenimiento a los equipos? Anteriormente se realizaba cada 4 o 5 años, eso tiene una programación.

Reactivos que necesita	61 62	¿Qué productos químicos se emplean en cada proceso? Anti incrustante, clarificante.
Procesos de Operación	63 64 65 66 67 68 69 70 71	¿Cuál es el proceso de operación que se emplea para el tratamiento de efluentes? Separa el freewater, el agua cae al tanque 14000bls hay hace la separación de crudo y agua, luego esa agua se va hacia las piscinas api ahí realiza un tratamiento de enfriamiento, luego pasan a las piscina, a las otras piscinas y asi tardan como 5 años esas piscinas son muy grande, luego de ahí hay un sifón, es un tubería grande que va a pasar una cantidad, y así se vierte al ambiente, va vertiendo cierta cantidad
Principales parámetros a controlar	72 73 74 75 76	¿Cuáles son los parámetros que son prioridad en el tratamiento de efluentes? El tratamiento de efluentes se realiza para lograr el mínimo grado de contaminantes en el agua, por lo cual una de los mas importante es los ppm de cloruro o de fenoles.
Procesos que requieren divisas	77 78	¿Qué productos químicos del tratamiento de efluentes son importados? Antisecuestrante, antincrustante, clarificante.



Figura 22. Laguna de aguas residuales.

Fuente: Gudiño G. (2016).

Equipo	Estaciones de Flujo donde se encuentra presente	Función
Tanque de lavado	Sinco D; Mingo y Silván	Deshidratar crudo, tratar emulsiones
Lagunas API	Sinco D; Mingo y Silván	Remover restos de crudo flotante y sólidos en suspensión
Lagunas de enfriamiento	Sinco D; Mingo y Silván	Disminuir la temperatura del efluente, remover los sólidos
Biologunas	Mingo y Sinco D	Reducir el contenido de materia orgánica por organismos
Torres de enfriamiento	Mingo y Sinco D	Disminuir la temperatura del efluente.

FIG. 23 Procesos

FUENTE: Laya, K. y Mejía, J.