



Tecnológico UNIVERSITARIO  
“RUMIÑAHUI”

**CARRERA:  
PETRÓLEOS**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de  
TECNOLÓGO SUPERIOR EN PETRÓLEOS**

**TEMA:  
OPTIMIZAR EL PROCESO DE CONTROL DE  
SOLIDOS EN LOS FLUIDOS DE PERFORACIÓN  
MEDIANTE LOS MÉTODOS DE SEPARACIÓN  
CENTRIFUGAS DECANTADORAS Y MÉTODO DE  
DILUSION MEDIANTE AGUA O COMPUESTOS  
QUÍMICOS EN EL CAMPO VINITA DEL AÑO 2024**

**AUTOR:  
CRISTIAN ANDRES CASTRO AGUAYO**

**DIRECTORES:  
ING. LUIS ALVAREZ**

**Sangolquí, agosto, 31 del 2024**

**CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN**

**CT-ANX-2024-ISTER-6-6.2**

Sangolquí, 21 de octubre del 2024

**MSc. Elizabeth Ordoñez  
DIRECTORA DE DOCENCIA**

**MSc. Mónica Loachamín  
COORDINADORA DE TITULACIÓN**

**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE  
UNIVERSITARIO**

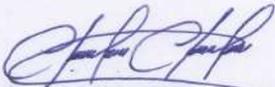
**Presente**

Por medio de la presente, yo, CRISTIAN ANDRES CASTRO AGUAYO declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado OPTIMIZAR EL PROCESO DE CONTROL DE SOLIDOS EN LOS FLUIDOS DE PERFORACIÓN MEDIANTE LOS MÉTODOS DE SEPARACIÓN CENTRIFUGAS DECANTADORAS Y MÉTODO DE DILUSION MEDIANTE AGUA O COMPUESTOS QUÍMICOS EN EL CAMPO VINITA DEL AÑO 2024, de la Tecnología Superior en Petróleos; y a su vez manifiesto mi voluntad de ceder al Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui con condición de Universitario los derechos de reproducción, distribución y publicación de dicho trabajo de titulación, en cualquier formato y medio, con fines académicos y de investigación.

Esta cesión se otorga de manera no exclusiva y por un periodo indeterminado. Sin embargo, conservo los derechos morales sobre mi obra.

En fe de lo cual, firmo la presente.

Atentamente,



Cristian Andrés Castro Aguayo

C.I.: 1204784274

**MATRIZ SANGOLQUÍ:** Av. Atahualpa 1701 y 8 de Febrero

**Telf:** 0960052734 / 023524576 / 022331628

 [www.ister.edu.ec](http://www.ister.edu.ec) / [info@ister.edu.ec](mailto:info@ister.edu.ec)

## FORMULARIO PARA ENTREGA DE PROYECTOS EN BIBLIOTECA INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO

**CT-ANX-2024-ISTER-1**

**CARRERA:**

TECNOLOGÍA SUPERIOR EN PETRÓLEOS

**AUTOR /ES:**

CRISTIAN ANDRES CASTRO AGUAYO

**TUTOR:**

ING. LUIS ÁLVAREZ

**CONTACTO ESTUDIANTE:**

0968350250

**CORREO ELECTRÓNICO:**

cristian-andres@live.com.ar

**TEMA:**

OPTIMIZAR EL PROCESO DE CONTROL DE SÓLIDOS EN LOS FLUIDOS DE PERFORACIÓN MEDIANTE LOS MÉTODOS DE SEPARACIÓN CENTRIFUGAS DECANTADORAS Y MÉTODO DE DILUSION MEDIANTE AGUA O COMPUESTOS QUÍMICOS EN EL CAMPO VINITA DEL AÑO 2024

**OPCIÓN DE TITULACIÓN:**

UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

**RESUMEN EN ESPAÑOL:**

EL OBJETIVO DEL TRABAJO ACTUAL ES IMPLEMENTAR UN SISTEMA PARA CONTROLAR LOS SÓLIDOS EN LOS LODOS DE PERFORACIÓN EN EL CAMPO VINITA DE LA CUENCA ORIENTAL DE LA AMAZONÍA PARA EL AÑO 2024. EL OBJETIVO DE ESTA TESIS ES ESTABLECER LA FACTIBILIDAD DE IMPLEMENTAR CENTRIFUGACIÓN O DILUCIÓN EN LODOS DE PERFORACIÓN, ASÍ COMO LAS POSIBLES VENTAJAS QUE PODRÍA TENER PARA EL MEDIO AMBIENTE, LA ECONOMÍA Y LA MEJORA DEL PROCESO DE PERFORACIÓN QUE RESULTA DE LA EJECUCIÓN DE UN PROCEDIMIENTO ALTERNATIVO QUE SE PUEDE UTILIZAR A LARGO PLAZO. EL CORRECTO CONTROL DE ESTOS SÓLIDOS ES DE SUMA IMPORTANCIA PARA LOS FLUIDOS DE PERFORACIÓN, CUYA FUNCIÓN PRINCIPAL ES ELIMINAR LOS RECORTES DEL POZO, ENFRIARLO Y LUBRICARLO, ADEMÁS DE REALIZAR UNA VARIEDAD DE OTRAS FUNCIONES, COMO SER UN SELLO DE PERMEABILIDAD Y CONTROLAR LAS PRESIONES DE FORMACIÓN.

**PALABRAS CLAVE:**

FACTIBILIDAD, ALTERNATIVO, PERMEABILIDAD, PERFORACIÓN

**ABSTRACT:**

THE OBJECTIVE OF THE CURRENT WORK IS TO IMPLEMENT A SYSTEM TO CONTROL SOLIDS IN DRILLING SLUDGE IN THE VINITA FIELD OF THE EASTERN AMAZON BASIN BY THE YEAR 2024. THE OBJECTIVE OF THIS THESIS IS TO ESTABLISH THE FEASIBILITY OF IMPLEMENTING CENTRIFUGATION OR DILUTION IN SLUDGE OF DRILLING, AS WELL AS THE POSSIBLE ADVANTAGES IT COULD HAVE FOR THE ENVIRONMENT, THE ECONOMY AND THE IMPROVEMENT OF THE DRILLING PROCESS THAT RESULTS FROM THE EXECUTION OF AN ALTERNATIVE PROCEDURE THAT CAN BE USED IN THE LONG TERM. THE CORRECT CONTROL OF THESE SOLIDS IS OF UTUMN IMPORTANCE FOR DRILLING FLUIDS, WHOSE MAIN FUNCTION IS TO REMOVE WELL CUTTINGS, COOL AND LUBRICATE IT, IN ADDITION TO PERFORMING A VARIETY OF OTHER FUNCTIONS, SUCH AS BEING A PERMEABILITY SEAL AND CONTROLLING PRESSURES.

**PALABRAS CLAVE:**

FEASIBILITY, ALTERNATIVE, PERMEABILITY, DRILLING

## SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

**CT-ANX-2024-ISTER-2**  
Sangolquí, 21 de octubre del 2024

Sres.-  
**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE  
UNIVERSITARIO**

**Presente**

A través del presente me permito aceptar la publicación del trabajo de titulación de la Unidad de Integración Curricular en el repositorio digital "DsPace" del estudiante CRISTIAN ANDRES CASTRO AGUAYO, con C.I.: 1204784274 alumno de la Carrera TECNOLOGÍA SUPERIOR EN PETRÓLEOS.

Atentamente,



Firma del Estudiante  
C.I.: 1204784274

### **SÓLO PARA USO DEL ISTER**

Han sido revisadas las similitudes del trabajo en el software "TURNITING" y cuenta con un porcentaje de .....; motivo por el cual, el Proyecto Técnico de Titulación es publicable. (EL PORCENTAJE DE SIMILITUD DEBE SER MÁXIMO DE 15%)

\_\_\_\_\_  
**MSc. Elizabeth Ordoñez**  
**DIRECTORA DE DOCENCIA**

\_\_\_\_\_  
**MSc. Mónica Loachamín**  
**COORDINADORA DE TITULACIÓN**

Fecha del Informe \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

## ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN</b>	<b>4</b>
<b>CAPITULO I</b>	<b>5</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>5</b>
1.1. Planteamiento del Problema	5
1.2 Justificación	6
1.3 Alcance	7
1.4 Objetivos General y Específicos	8
<b>CAPITULO II</b>	<b>9</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>9</b>
<b>CAPITULO III</b>	<b>24</b>
<b>DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN</b>	<b>24</b>
ANÁLISIS , DISEÑO, PROPUESTA	25
<b>CAPITULO IV</b>	<b>30</b>
<b>PRUEBAS, RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>30</b>
<b>CAPITULO V</b>	<b>33</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>32</b>
Conclusiones	33
RECOMENDACIONES	34
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>36</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los sólidos	14
Tabla 2. Tiempo de sedimentación	15
Tabla 3. Clasificación de sólidos	21
Tabla 4. Densidades de los fluidos	26
Tabla 5. Equipos de control de sólidos	28
Tabla 6. Resultados del proceso de centrifugas	30

## **LISTA DE FIGURAS**

FIGURA 1 Diagrama de Ishikawa _____	5
FIGURA 2 Ubicación geografica _____	9
FIGURA 3 Modelo dinámico _____	10
FIGURA 4 Corte estructural estratigrafico _____	10
FIGURA 5 Columna estratigrafica campo Blaca Vinita _____	11
FIGURA 6 Sistema primario de Control de Sólidos _____	16
FIGURA 7 Centrifuga Decantadora H&H 5500 _____	17
FIGURA 8 Planos de centrifugas _____	18
FIGURA 9 Bombas Gorman _____	19
FIGURA 10 Curva de Rendimiento _____	20
FIGURA 11 Proceso de Dewatering _____	20
FIGURA 12 Sistema de centrifugación dual _____	21
FIGURA 13 Mecanismo de Coagulación _____	22
FIGURA 14 Sistema de Centrifugado _____	23
FIGURA 15 Funcionamiento de centrifuga _____	27

## RESUMEN

El objetivo del trabajo actual es implementar un sistema para controlar los sólidos en los lodos de perforación en el campo Vinita de la cuenca oriental de la Amazonía para el año 2024.

El objetivo de esta tesis es establecer la factibilidad de implementar centrifugación o dilución en lodos de perforación, así como las posibles ventajas que podría tener para el medio ambiente, la economía y la mejora del proceso de perforación que resulta de la ejecución de un procedimiento alternativo que se puede utilizar a largo plazo.

El correcto control de estos sólidos es de suma importancia para los fluidos de perforación, cuya función principal es eliminar los recortes del pozo, enfriarlo y lubricarlo, además de realizar una variedad de otras funciones, como ser un sello de permeabilidad y controlar las presiones de formación.

Ambas propuestas nos ayudan a mantener el fluido con sus propiedades, libre de sólidos no deseados, pero hemos analizado cada uno y tenemos que método de centrifugas decantadoras, es el más factible ya que económicamente es más barato que realizar la Dilución, que nos resulta más caro y a su vez nos incrementa el volumen, lo cual genera más costos en el tratamiento del lodo no deseado.

# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. Planteamiento del Problema

En el proceso de perforación de un pozo se produce una cantidad considerable de sólidos que perjudican en la tasa de penetración y afectan las propiedades y condiciones del fluido, aumentando así las probabilidades de riesgo de una pega en la tubería por diferencial o por empaquetamiento, así como también el incremento de presión puede ocasionar pérdida de circulación.

A continuación, en el siguiente diagrama se identifican las posibles causas que provocan el problema investigativo referente al exceso de sólidos en los fluidos utilizados para perforar.

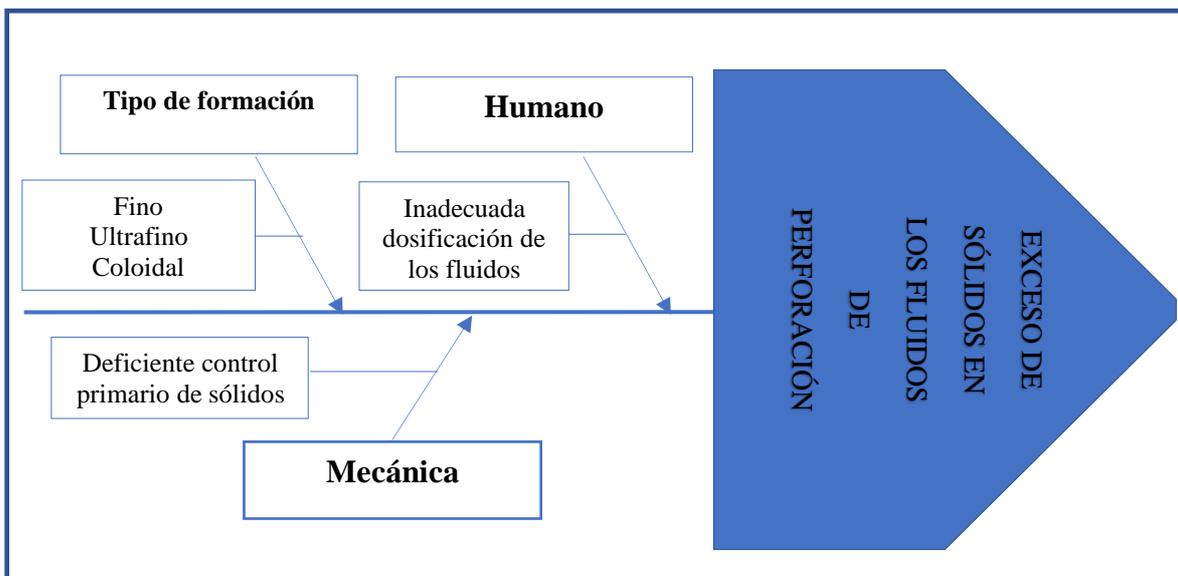


Figura 1. Análisis del problema

Autor: Cristian Castro

El **tipo de formación** incide en el contenido de arcillas, arenas, finos, ultra finos y coloidales en el volumen total de sólidos en los fluidos, ya que estos se incrementan a lo que se introduce en el subsuelo durante la perforación, lo que podría afectar directamente en la densidad del fluido, ya que éste se vuelve más denso y por consiguiente más difícil de manejarlo. Por lo que se debe equilibrar un porcentaje de sólidos en un nivel óptimo, para que sus propiedades principales como: viscosidad, PH, densidad y otras varias, cumplan adecuadamente con las funciones establecidas por los lodos de perforación y no causen daños en el sistema operativo.

El **factor humano** también causar afectaciones en algunas ocasiones, ya que al dosificar de manera inadecuada el fluido, produce inconvenientes para la extracción de los cortes del fondo del pozo y no mantiene los sólidos suspendidos.

Y finalmente el **factor mecánico** es otro elemento que causa afectaciones, ya que al tener falencias en el sistema primario de control de sólidos (zarandas vibratorias y 3 en 1), el lodo activo aumenta la viscosidad del lodo al momento de perforar, provocando que éste no cumpla con los parámetros requeridos y ocasionando así afectaciones en la estabilidad del pozo.

Estos factores se identifican como las principales causas que inciden directamente en el exceso de sólidos en los fluidos.

## **1.2 Justificación**

Para la industria petrolera es fundamental desarrollar estrategias de control de residuos en los procesos de perforación para los cortes. Por lo que, el lodo que se utiliza como para transportar los cortes a la superficie, brindando también estabilidad al orificio perforado y a la vez tiene como función crear un sello de permeabilidad.

Para procesar los sólidos que se derivan de los cortes elevados a superficie necesitan de varios ciclos que frecuentemente no son idóneos a causa de la diversidad del volumen de los fragmentos y la complejidad para remover de un fluido.

Motivo por el cual, es importante analizar distintas formas de retirar dichos fragmentos, para lo que se propone dos métodos para la recuperación de fluido idóneo, el uno es mediante la utilización de centrífugas decantadoras de alta velocidad, y el otro método es a través de la dilución que implica la utilización de un fluido nuevo, durante el desarrollo de este proyecto se evidenciará cuál de estas alternativas es la más adecuada a implementar en el Campo Vinita.

El método de centrífugas decantadoras H&H 5500 permite una mayor remoción de sólidos y así optimizar el proceso de operación. Dado que las partículas < 2 micrones no pueden ser retiradas por el equipo primario del control de sólidos, debido a que son microscópicas o

coloidales, por lo que para ser removidas es necesario la utilización de centrífugas decantadoras de alta eficiencia. El sistema de centrifugación y dewatering permiten eliminar los sólidos no deseados producto del proceso de perforación; lo que coadyuva a conservar el fluido en situaciones ideales dentro de los rangos establecidos en el programa, permitiendo así una mayor efectividad en el proceso, para lo que es necesario incorporar el método de separación químico – mecánico que consiste en la utilización de la mezcla de coagulantes y floculantes, que garantizarán una óptima reducción de los sólidos en el fluido.

Con el método de dilución se retira el exceso de sólidos en el lodo del sistema mediante el desplazamiento de lodo nuevo (fase líquida) para minimizar la concentración de sólidos y así conservar las características del lodo de perforación en el sistema activo, y así evitar el incremento de la presión del fondo del pozo y otros problemas resultantes del incremento de sólidos de baja gravedad.

Por lo que es necesario realizar una comparación entre ambos métodos para determinar el más eficiente en costos y beneficios para su aplicación en el Campo Vinita.

### **1.3 Alcance**

El actual proyecto tiene como propósito la remoción de los excesos de sólidos de baja gravedad que se encuentran en los fluidos, los mismos que se incrementan a lo que avanza la perforación, para lo que se propone dos métodos para la extracción de estos residuos coloidales que no fueron expulsados por el sistema primario de control de sólidos (zarandas vibratorias y 3 en 1). Uno de los métodos es la dilución y el otro es el sistema de centrifugas decantadoras.

La zona de investigación se encuentra en el Campo Vinita del Cantón Putumayo, Provincia de Sucumbíos de la amazonia ecuatoriana, correspondiente al año 2024.

Es importante realizar el análisis objeto de estudio, puesto que el fluido es uno de los principales elementos durante la etapa de perforación, ya que éste cumple muchas funciones como mantener calibrada la broca, ayuda a controlar la presión del fondo del pozo, traslada los cortes a la superficie, mejora la tasa de penetración, entre otras.

Una de las opciones que se puede tomar en cuenta para disolver los sólidos en los fluidos es la dilución porque permite eliminar completamente los sólidos perforados, pero durante el

proceso de este proyecto se analizará cuál de los dos métodos es más viable para la extracción de sólidos de los fluidos.

## **1.4 Objetivos General y Específicos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Establecer la factibilidad entre los métodos de separación de centrifugas decantadoras y el de dilución mediante agua o compuestos químicos para mejorar el proceso de control de sólidos en los fluidos de perforación en el campo Vinita.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Establecer las características y parámetros de funcionamiento de la centrífuga H&H 5500.
- Analizar el método de dilución y la viabilidad para su aplicación en el proceso de remoción de sólidos.
- Eliminar el exceso de sólidos del sistema activo del lodo para mejorar su reología y cada una de sus propiedades.

## CAPITULO II

### 2.1 MARCO TEÓRICO.

### 2.2 GEOGRAFÍA Y UBICACIÓN DEL CAMPO VINITA

En el bloque 69, en el Cantón putumayo, provincia de Sucumbíos, de la región Amazónica ecuatoriana, se encuentra el Campo Vinita, a unos 285 km al noroeste de Quito, frontera con la República de Colombia y al sureste de los campos Blanca y Tipishca-Huaico, así como se indica en la figura 2.

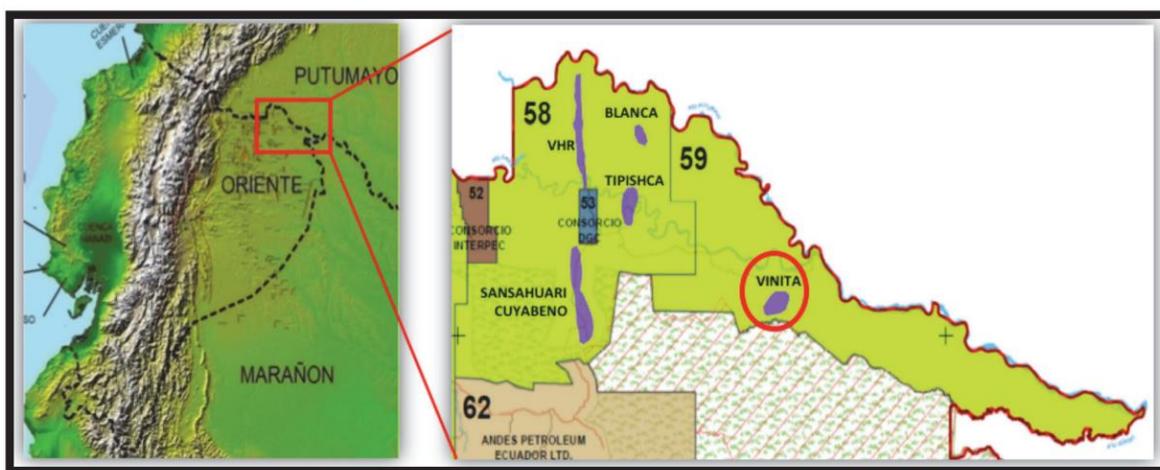


Figura 2. Ubicación geográfica del campo Vinita

Se han registrado datos de sísmica bidimensional en el campo Vinita en 1988, 1997 y 1998. La existencia de las excavaciones de los Yacimientos Napo "M-1", "M-2", "U" y "T" se verifica mediante la interpretación preliminar de características sísmicas. Además, la arenisca "M-1" se desarrolla en forma de canales fluviales, que se extiende hacia el este del Bloque 59, y llega hasta la frontera con Colombia. Esta área se conoce como Vinita Este.

Se examinarían los límites de los yacimientos con la información de la sísmica tridimensional y bidimensional que se ha registrado recientemente en el área de Vinita. Esto permitiría la perforación de nuevos pozos que permitieran continuar con el desarrollo del campo, drenar las reservas de los yacimientos y maximizar la recuperación final de los hidrocarburos que se encuentran en el área.

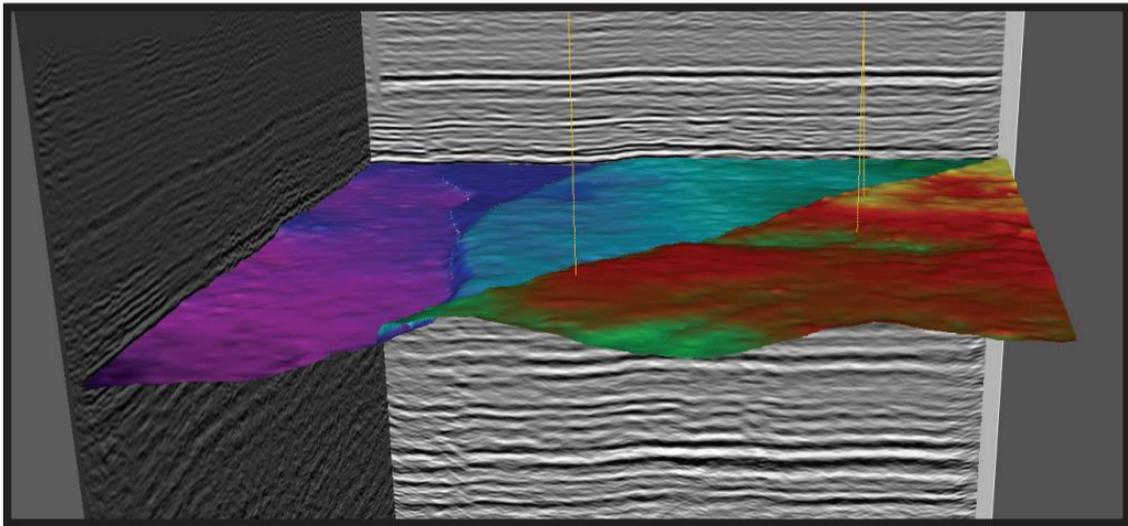


Figura 3. Modelo dinámico

### 2.3 MODELO DINÁMICO CAMPO VINITA

En el extremo oriental de la cuenca Oriente se encuentra el Campo Vinita; los dos paquetes de Caliza, que se encuentran en la parte baja de la formación Napo, llamados Caliza A y Caliza B, tienen espesores muy pequeños. Por lo tanto, las condiciones de sello local de las areniscas T y U se deterioran. La arenisca no se ha desarrollado al mismo tiempo y cambia lateralmente más rápidamente que las arenas occidentales.

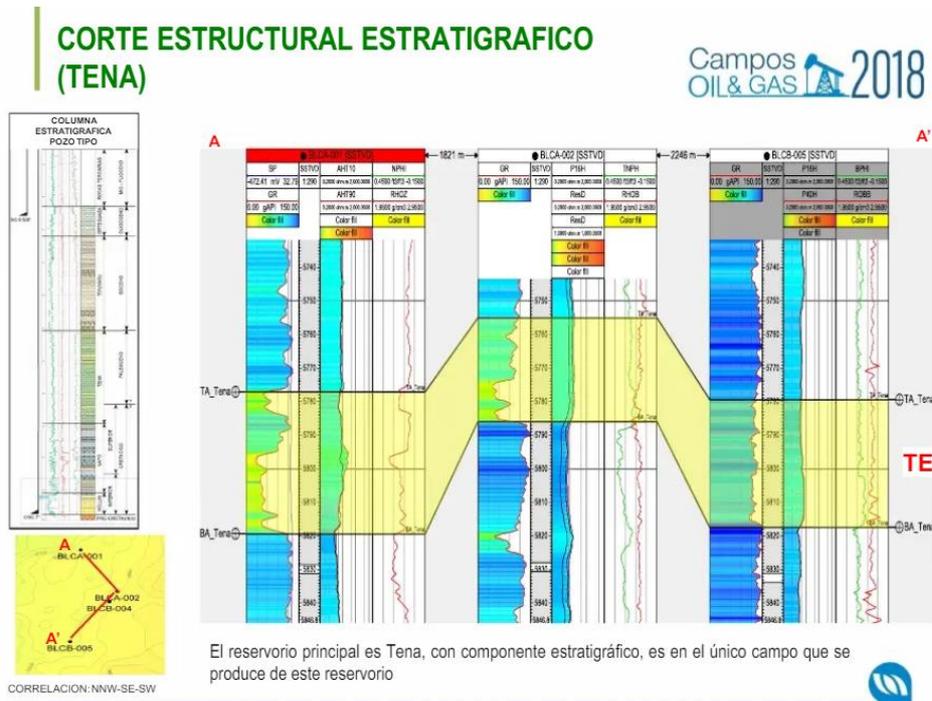


Figura 4. Corte estructural estratigráfico

## COLUMNA ESTRATIGRAFICA DEL CAMPO VINITA

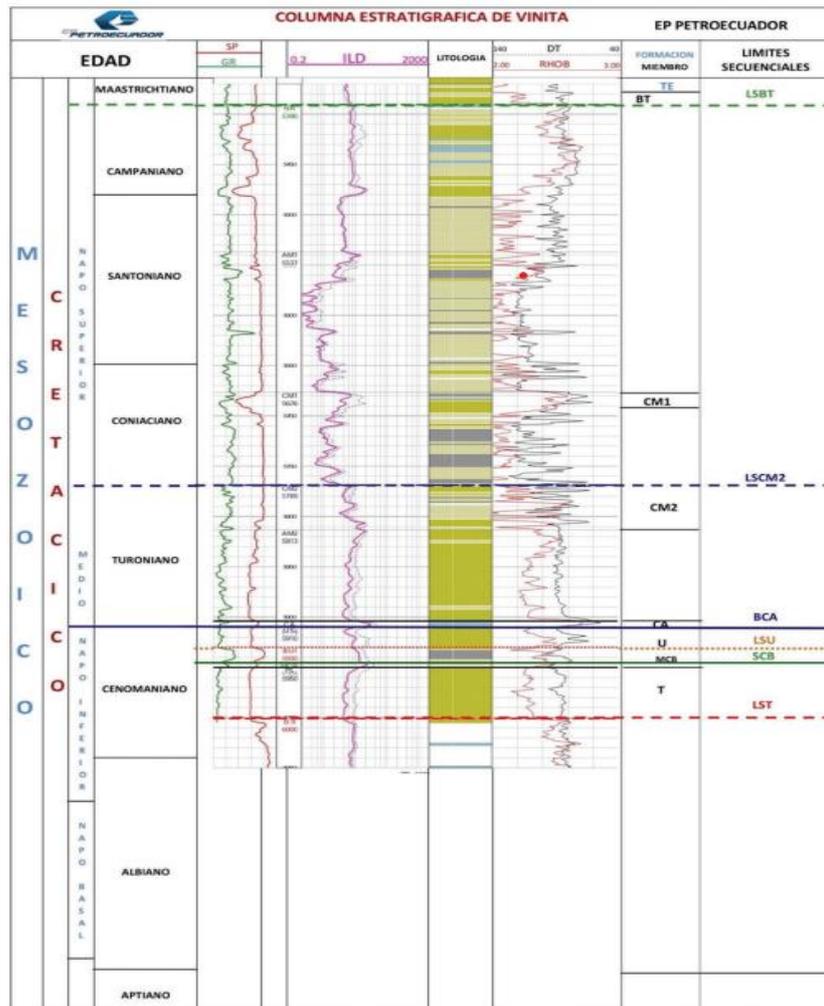


Figura 5. Columna estratigráfica

### 2.4 Perforación

La perforación del pozo es la primera etapa de la cadena de valor del petróleo. El proceso radica en crear un orificio utilizando los movimientos giratorios de una broca. Para extraer los recortes de roca y tierra, se introducen fluidos y luego se elevan a la superficie. Luego se coloca una tubería de acero y cemento para construir y fortificar el pozo. Esta maniobra es complicada y de alto costo, por lo que requiere un proceso de programación y ejecución minucioso.

### **2.4.1 Fluidos de Perforación**

Estos lodos de perforación también llamados fluidos de perforación, son composiciones de sustancias químicas, líquidos o gases con tipologías específicas, que pueden fluir mediante la tubería hasta la broca y regresar hasta la superficie por medio del espacio anular.

La perforación está estrechamente relacionada con la vida útil de un pozo petrolero y su producción, para desarrollarse la perforación es necesario una adecuada planificación, organización, ejecución y control. El diseño de un fluido adecuado es fundamental para el éxito al momento de la perforación, por lo tanto, debe tener características físicas y químicas para poder realizar tareas específicas en un entorno de perforación específico. Este fluido utilizado para perforar tiene que ser resistente a presiones y temperaturas muy altas debido a la contaminación de sales solubles y minerales, no tóxico ni inflamable.

### **2.5 El proceso de control de sólidos**

Tiene como objetivo descartar tantos sólidos indeseables como sea posible de los fluidos producidos durante el proceso de perforación, utilizando dispositivos especializados para este propósito, dependiendo del tamaño y tipo de sólido.

Este proceso permite reducir gradualmente la cantidad de lodo cortado que se utiliza para perforar un pozo y que se circula a través de los diversos equipos del sistema, esto elimina los sólidos no aptos, una de las cuales son las arenas (por su abrasividad) poder recuperar la una gran cantidad de componentes densificados como la barita, con la cual se puede reducir la pérdida de fluido.

#### **2.5.1 Generalidades del sistema de control de sólidos**

El lodo de perforación de yacimientos es un líquido único creado para perforar una sección del yacimiento de un pozo. Se produce con una variedad de químicos mezclados en una base acuosa u aceitosa según las necesidades de los perforadores. El fluido mencionado tiene varios de propósitos, como desecar la barrena de perforación, apoyar las paredes del pozo y transportar los desechos conocidos como recortes que surgen de la separación de rocas que hace que la broca se mueva por el subsuelo. Estos recortes se agregan al fluido de perforación, y alteran sus propiedades reológicas, lo que significa que no puede cumplir con sus responsabilidades iniciales.

Hay dos opciones: dilución o separación mecánica, ambos métodos se enfocan en reducir la cantidad de recortes que afectan negativamente el trabajo del lodo de perforación, puede ser creando un nuevo fluido de perforación o al utilizar mecanismos específicos para descartar

residuos de acuerdo a su dimensión, estos equipos pueden ser las zarandas vibratorias, 3 en 1 o Desander y las centrífugas decantadoras.

### **2.5.2 Consecuencias del hacinamiento de sólidos en el fluido de perforación**

Cuando no se controlan estos sólidos adecuadamente, puede tener consecuencias que pueden desgastar los componentes del sistema de circulación de lodo, ya sea por fricción u obstrucción, así como deterioros en la broca por desgaste. Además, disminuyendo la tasa de perforación, las propiedades reológicas del fluido cambian y el aumento del peso del fluido agranda la posibilidad de daño en la formación.

### **2.5.3 Sistematización de sólidos en los fluidos de perforación**

Estos pueden ser;

- **De acuerdo a su origen**

Estos pueden agregarse a la elaboración del fluido utilizado en la perforación y así proporcionarle características que le admitan realizar las funciones que se requieren durante las operaciones; o, se pueden integrar al sistema de fluido de perforación, que provienen de cada una de las formaciones que se cruzan al cimentar el pozo. El primero es considerado positivo, mientras que los segundos son considerados negativos, ya que trastornan las características de un fluido.

- **De acuerdo a la clase de sólido**

Son denominados sólidos de baja gravedad (LGS) los cuales su gravedad específica (SG) está entre 2,3 y 2,8. La SG mientras q los de alta gravedad específica (HGS) es superior o igual a 4,2. Los materiales densificantes son HGS, así como aquellos cortes que se perforan, las arenas y otros son LGS.

Las arcillas se consideran sólidos activos porque su área superficial es electroquímicamente activa y atrae polímeros de lodo y otros sólidos de su especie. Los sólidos inertes, el carbonato de calcio, la barita, y otros que se agregan al sistema desde el pozo, lo que aumenta la viscosidad del fluido.

- **De acuerdo al volumen de la partícula**

Estos sólidos que se encuentran en el fluido de perforación tienen dimensiones tan pequeñas como lo son las arcillas de 1 micrón, hasta tamaños de corte de una pulgada o más. Los recortes serán triturados y fragmentados en partículas cada vez más diminutas lo que hace más difícil quitar del lodo de perforación.

### Dimensión de los sólidos

Categoría	Tamaño	Ejemplo
Coloidal	2 $\mu$ o menos	Bentonita, arcillas y sólidos perforados ultra finos
Limo	2 – 74 $\mu$ (< malla 200)	Barita, limo y sólidos perforados finos
Arena	74 – 2000 $\mu$ (malla 200 – 10)	Arena y sólidos perforados
Grava	Más de 2000 $\mu$ (> malla 10)	Sólidos perforados, grava y cantos rodados

Tabla 1

#### 2.5.4 Metodologías para controlar los sólidos en el fluido de perforación

El control de sólidos tiene objetivo conservar los niveles tolerables de tipo, dimensión y concentración en el fluido de perforación a un costo razonable.

Se pueden mencionar las siguientes técnicas para controlar los sólidos:

- Dilución.
- Asentamiento por Gravedad.
- Separación Mecánica.
- Separación Química – Mecánica

#### 2.5.5 Procedimiento de Dilución.

Al agregar un volumen de lodo a la perforación, la dilución disminuye la concentración de sólidos.

Hay que mantener la concentración de los sólidos y su área superficial dentro de los límites permitidos, los fluidos para perforar a base de agua hay que diluir con agua fresca. Los objetivos de este método son:

- a) Desplazar y diluir cuando se está perforando. En general, este es el método más costoso para controlar los sólidos.
- b) Desplazar de manera periódica y diluir mientras se perfora. Esto conduce a un gasto más eficiente que el método anterior. Es posible implementar ciertos métodos para reducir algunos costos.

El costo total de la dilución incluye los costos de transportar el agua al taladro, el costo de lograr la viscosidad requerida y el costo para desechar del lodo que se ha aligerado.

Se pueden utilizar varias prácticas para reducir costos en la dilución, tales como:

- Del lodo a diluir minimizar su volumen total.
- Antes de añadir agua para la dilución, se debe sacar la mayoría del lodo que no sirve.
- Evitar la realización de la disolución en una serie de pasos, sino hacerla en uno solo.

### 2.5.6 Método de Asentamiento Gravitacional

Debido a que demanda mucho tiempo para lograr que se asienten esta técnica ya no se utiliza.

La Ley de Stokes es la que suministra la rapidez de asiento de las arenas consistentes.

La precipitación es más rápida para sólidos más pesados y de mayor tamaño, mientras que, la rapidez para que se asienten es menor en líquidos pesados o muy viscosos.

Las dimensiones de partículas más pequeñas tardan demasiado en asentarse y demandan grandes áreas para conservar el fluido quieto: Las operaciones de perforación requieren espacio y tiempo, lo que hace que este procedimiento para separar los sólidos sea ineficiente. Así se muestra en la siguiente tabla:

#### Lapso para sedimentación

DIÁMETRO	TIEMPO PARA CAER EN UN METRO DE AGUA
ARENA	10 segundos
ARENA FINA	2 minutos
LIMO	2 horas
PARTÍCULAS COLOIDALES	
0,001 mm	4 días
0,1 micrón	2 años
0,01 micrón	10 años

Tabla 2

### 2.5.7 Método de Separación Mecánica

En la actualidad, para perforar pozos de petróleo se requiere de técnicas efectivas para controlar los sólidos. A un costo razonable, al separar mecánicamente estos sólidos, nos permite conservar los sólidos deseados en el sistema de fluidos dentro de las medidas requeridas en el plan. Este método extrae sólidos del fluido de perforación utilizando fuerzas centrífugas y gravitacionales



Figura 6. Sistema primario de Control de Sólidos

### **2.5.8 Procedimiento de Separación Química - Mecánica**

En algunos casos, los fluidos de perforación contienen sólidos demasiado chicos por lo que no pueden ser removidos por separación mecánica, por lo que se requiere el uso de agentes químicos como coagulantes y floculantes, que agrupan los sólidos hasta que alcanzan una dimensión y el peso apropiado para que puedan ser removidos por equipos mecánicos. Este método es conocido como Mejora Químico mediante Centrífugas (MQC)

Para el proceso de optimización de los sólidos en los lodos de perforación existen numerosas herramientas que están disponibles en el manejo y regulación de estos sólidos que provienen de lodos de perforación; los más comunes incluyen vibratorias cribas, desarenadores, desarcilladores, Desander, Desilter y centrífugas decantadoras. La técnica empleada para desarrollar este procedimiento se centrará en la Dilución y centrifugación de los lodos de perforación.

## **2.6 Centrífugas decantadoras H&H 5500**

### **2.6.1 Centrifugación.**

La división de las partículas en función de su masa es necesaria para el removido de sólidos mediante aparatos de fuerza centrífuga elevadas, "fuerzas gravitacionales (G)", son causadas por el separador centrífugo, lo que eleva tiempo de asiento de los fragmentos. Esta técnica se puede dividir en fracciones espesas, duras y de grano fino. Se elige la parte necesaria y vuelve al sistema activo. El objetivo de la centrífuga es mantener el material densificante en el sistema mientras controla la viscosidad removiendo los sólidos coloidales.



Figura 7. Centrifuga Decantadora H&H 5500

Un tubo inmóvil está dentro de un túnel hueco y está conectado al transportador del tornillo (conveyor) para alimentar la centrifuga. El lodo ingresa al compartimiento de alimentación dentro del conveyor y es alimentado hacia el interior del tazón a través de las ranuras del mismo. Las fuerzas centrifugas aceleran los sólidos una vez que están dentro del tazón. Reunidos dentro de la pared interna del tazón, forman un cono concéntrico con el líquido y llenan el tazón hasta los vertederos.

El conveyor dentro del tazón es girado ligeramente por el transportador del tornillo que está conectado a una caja reductora. Los sólidos son transportados por el diámetro interior del tazón hasta el final de la descarga de sólidos después de que la hélice se oriente hacia el diámetro pequeño (fin cónico).

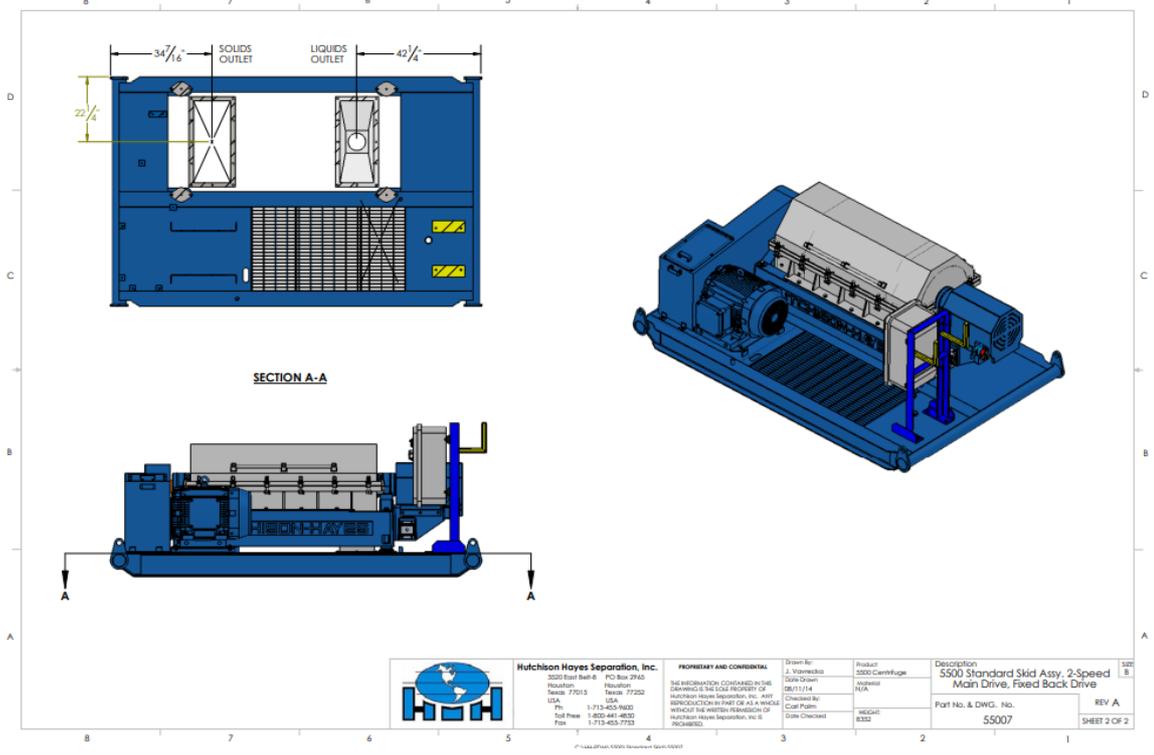
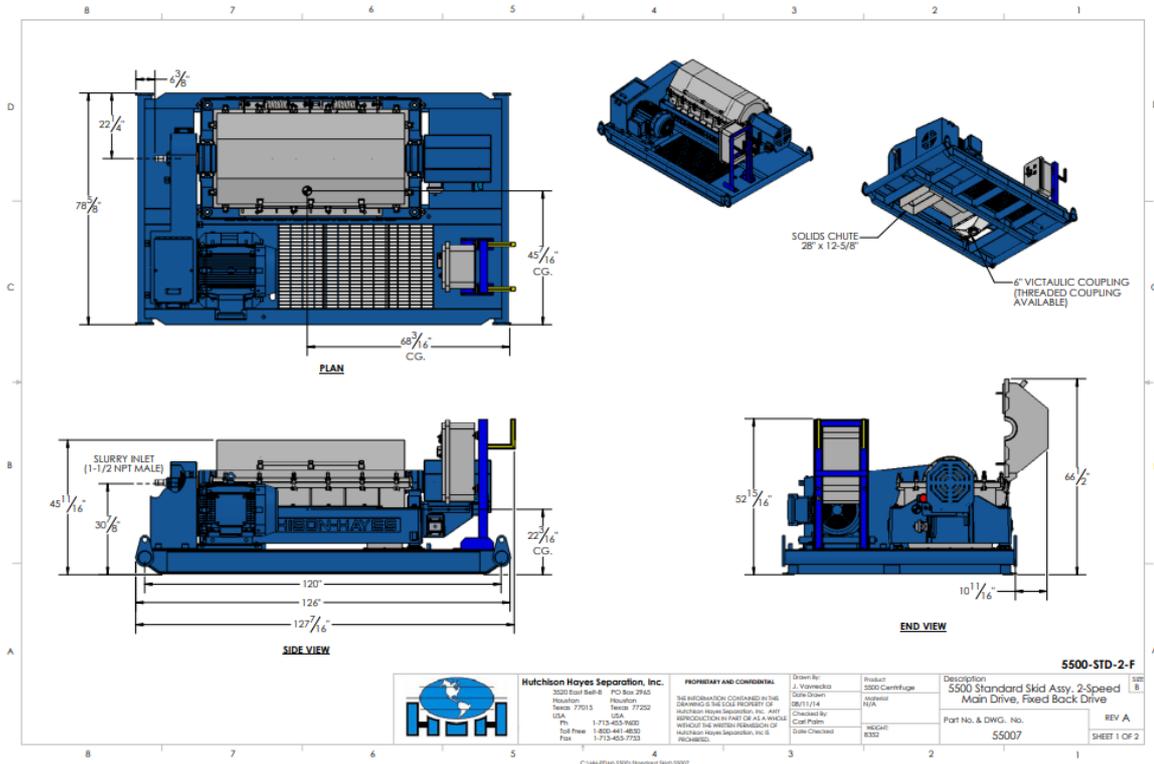


Figura 8. Plano Centrifuga Decantadora H&H 5500

El líquido fluye a través del transportador de tornillo y sale a través de la descarga de líquidos que se encuentra en la parte más ancha del vaso. Los líquidos y los sólidos son transportados al vertedero junto con los sólidos, los cuales no se adhieren a la pared del tazón.

## 2.7 GORMAN-RUPP PUMPS

La alimentación del lodo hacia las centrifugas se la realiza con las bombas GORMAN-RUPP PUMPS 3" X 3", con una presión máxima de 86 psi (593 kPa). Con un Impulsor de dos paletas tipo semiabierto, con válvula de alivio de presión.

Las bombas GORMAN-RUPP PUMPS, son perfectas para una amplia gama de aplicaciones, incluidas lechadas y líquidos con mucho contenido de sólidos, y están diseñadas para funcionar sin inconvenientes. El recebado automático en un sistema completamente abierto, sin la necesidad de válvulas antirretorno en la succión o en la descarga, también es posible gracias al diseño de voluta grande.

La altura de bombeo es de 148 pies (45 metros) y tiene una capacidad de 3,400 galones por minuto (214,5 litros por segundo).



Figura 9. GORMAN-RUPP PUMPS

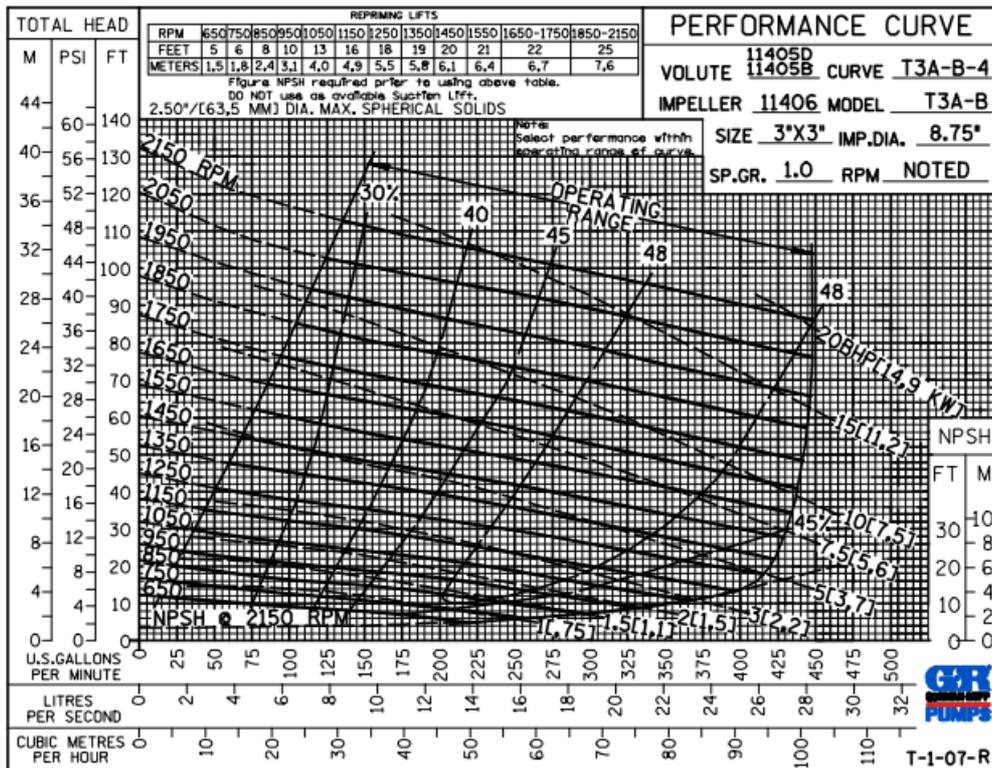


Figura 10. Curva de rendimiento

## 2.8 Dewatering.

Inicialmente, se emplean métodos de coagulación y floculación para separar las fases en lodos perforados; estos desequilibran cargas eléctricas y reúnen las partículas. se separan mecánicamente mediante centrifugación, lo que da como resultado la separación del agua residual y los sólidos coloidales.



Figura 11. Proceso de dewatering

CATEGORIA	TAMAÑO	EJEMPLO
Coloidal	2 micrones o menos	Bentonita, arcillas y sólidos perforados ultra finos
Limo	2 a 74 micrones	Barita, limo y sólidos perforados finos
Arena	74 a 2000 micrones	Arenas y sólidos perforados
Grava	> de 2000 micrones	Sólidos perforados, grava

Tabla 3. Clasificación de sólidos

### SISTEMA DE CENTRIFUGACIÓN DUAL

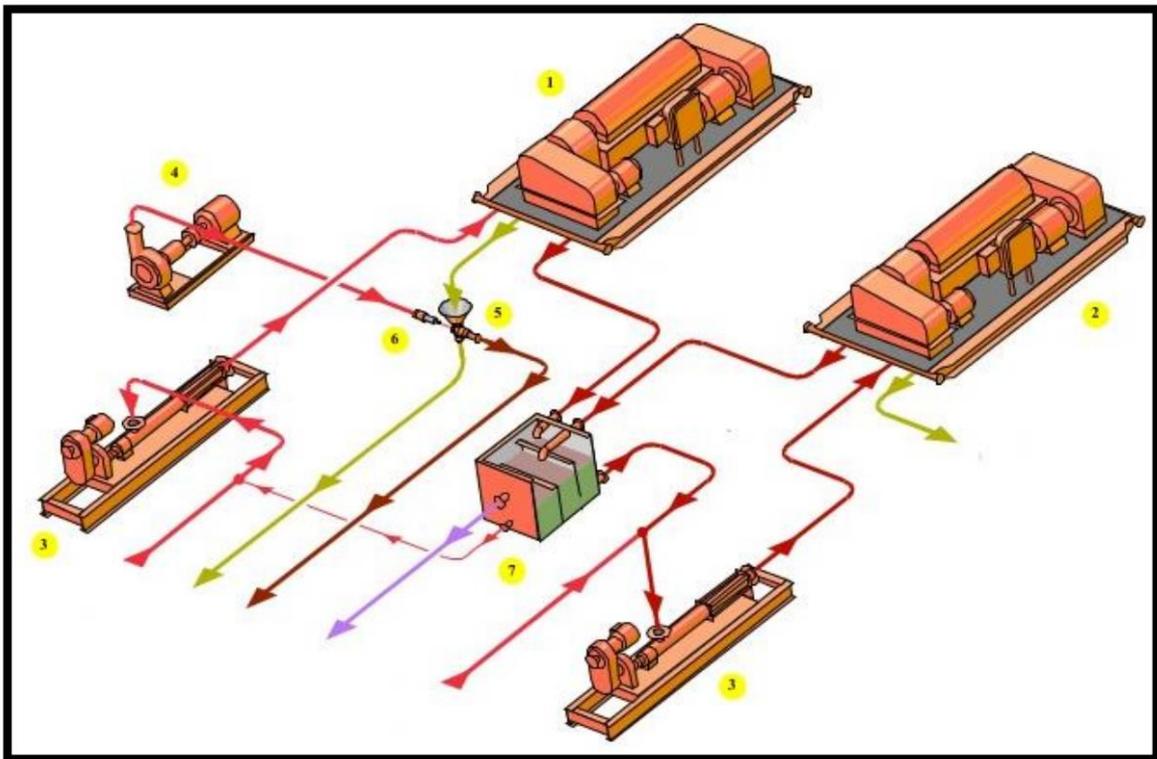


Figura 12. Sistema de centrifugación dual

### 2.9 Coagulación.

Un coloide que se produce cuando se eliminan las dos capas eléctricas que lo rodean, lo que resulta en la columna de sustancias de tamaño microscópico ". Se necesita una mezcla para romper la solidez del sistema coloidal y así complementar la adición del coagulante. La colisión ocurre cuando las partículas chocan para aglomerarse. La siguiente imagen muestra el proceso de coagulación de partículas.



Figura 13. Mecanismo de Coagulación

## 2.10 Floculación

"En grandes agregados conocidos como fluidos". Las partículas se reúnen en una roja mediante un floculante, que unió las partículas individuales en aglomerados y formó puentes entre superficies, incitada por una mezcla lenta la cual combina gradualmente los flóculos. Rara vez dos mezclas de romper tan intensas se reúnen en su dimensión y fuerza óptimas. El proceso de deshidratación y centrifugación, evidenciado en la figura 10, resulta de ambos métodos, la coagulación-floculación y la interposición mecánica para una mezcla adecuada.

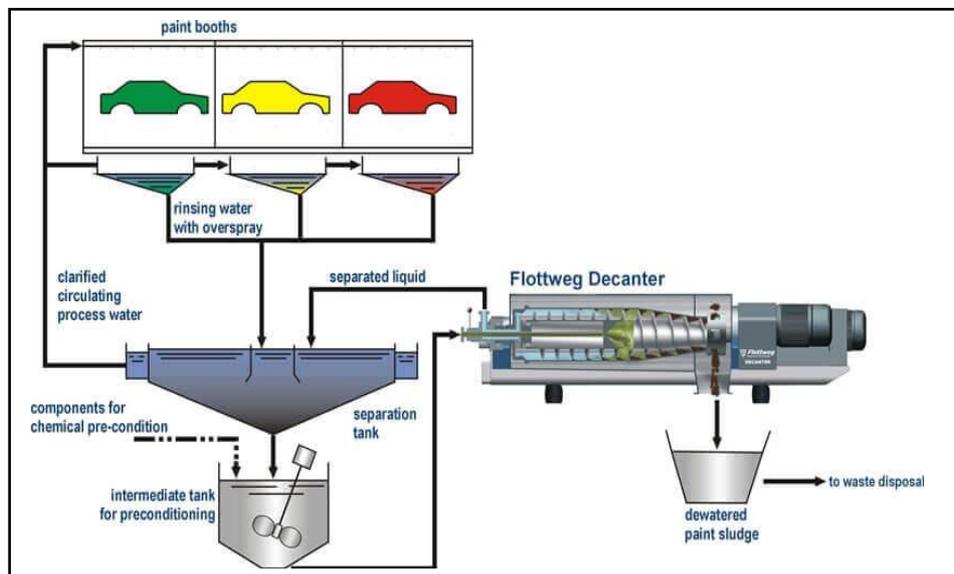


Figura 14. Sistema de Centrifugado

## CAPITULO III

### DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

#### 3.1 Principio de funcionamiento de Centrifugas.

Las centrifugas funcionan, según la ley de Stokes, donde los fragmentos se asientan en un medio viscoso. Esto demuestra que, una vez que aumenta la densidad del lodo, va a disminuir la eficacia para separar.

##### 3.1.1 LEY DE STOKES.

Esta ley de Stokes, nos recalca que la eficiencia de separación disminuye cuando la viscosidad del fluido aumenta.

Ley de Stokes

**Ecuación 1**

$$V_s = \frac{g_c D_s^2 (P_s - P_L)}{46.3\mu}$$

Donde:

$V_s$  = Velocidad de cascada o sedimentación (pies/s)

$g_c$  = Gravedad constante (pie/S<sup>2</sup>)

$D_s$  = Diámetro del solido (pie)

$P_s$  = Densidad del solido (Lb/pie<sup>3</sup>)

$P_L$  = Densidad del líquido (lb/pie<sup>3</sup>)

$\mu$  = Viscosidad del líquido (cP)

La viscosidad de lodo utilizado en las cuatro fases de perforación se emplea para calcular la proporción de volumen de sólidos. Se cree que el agua y como los sólidos cuya densidad es baja tienen densidades constantes.

**Densidad  $\rho = m/V$**

El único componente de este método son el agua y los sólidos de baja gravedad específica (LGS). A menos que se especifique otra, la densidad de los sólidos de baja gravedad específica es de 21,7 lb/gal (SG 2,6) para los cálculos. El fluido de perforación es el producto considerado en ambos casos. Como se muestra en el siguiente ejemplo

### Ecuación 2

$$V_{lodo}\rho_{lodo}=V_{agua}\rho_{agua} + V_{LGS}\rho_{LGS}$$

$$V_{lodo}=V_{agua} + V_{LGS}$$

Donde:

$\rho_{LGS}$  = Densidad de los sólidos de baja gravedad específica.

$V_{LGS}$  = Volumen de sólidos de baja gravedad específica.

$\rho_{lodo}$  = Densidad del lodo o peso del lodo.

$\rho_{agua}$  = Densidad del agua.

$V_{agua}$  = Volumen de agua.

$V_{lodo}$  = Volumen de lodo.

Es conocido que el lodo, el agua y los sólidos de baja gravedad tienen densidades específicas. El volumen de LGS puede calcularse si conocemos el peso y el volumen de lodo es del 100%. La ecuación de volúmenes debe solucionar primero el volumen de agua.

$$\%V_{agua}= 100\% - \%V_{LGS}$$

Luego, esta ecuación se puede reemplazar en el balance de materiales.

$$100\%\rho_{lodo} = (100\% - \%V_{LGS})\rho_{agua} + \%V_{LGS}\rho_{LGS}$$

La siguiente ecuación se obtiene solucionando según el volumen de los sólidos de baja gravedad específica para sacar el cálculo del porcentaje:

$$\text{Ecuación 3. } \%V_{LGS} = 100\% \left( \frac{\rho_{lodo} - \rho_{agua}}{\rho_{LGS} - \rho_{agua}} \right)$$

Densidad	Cuantía	Medidas
Concentración del lodo	1.04	$g/cm^3$
Concentración del agua	1.00	$g/cm^3$
Concentración de sólidos de baja gravedad	2.6	$g/cm^3$

Tabla 4. Densidades de los fluidos

**Desarrollo:**

$$\%V_{LGS} = 100\% \left( \frac{\rho_{lodo} - \rho_{agua}}{\rho_{LGS} - \rho_{agua}} \right) = 100\% \left( \frac{1.04 \frac{g}{cm^3} - 1.00 \frac{g}{cm^3}}{2.6 \frac{g}{cm^3} - 1.00 \frac{g}{cm^3}} \right) = 2.5\%$$

$$2.5\% * 2600 \frac{kg}{cm^3} = 65 \frac{kg}{cm^3}$$

Que se traduce en la acumulación de sólidos con baja densidad presentes en el fluido.

El tiempo de residencia del volumen a tratar es otro parámetro que se debe especificar en el funcionamiento de una centrífuga. La Ley de Stokes, que se describió en la parte 1 y se define en la Ecuación 1, será utilizada para establecer la rapidez de precipitación de las partículas.

$$g_c = 9.8 m/s^2 = 32.15 \text{pies}/s^2$$

$$D_s = 2 \mu m = 6.56 \times 10^{-6} \text{pies}$$

$$\rho_s = 2600 \text{ kg}/m^3 = 162.31 \text{lb}/\text{pie}^3$$

$$\rho_L = 1040 \text{ kg}/m^3 = 64.93 \text{lb}/\text{pie}^3$$

$$\mu = 16 \text{ cPs}$$

Las centrífugas se utilizan en el sistema de lodo activo para descartar el mayor número posible de los recortes perforados en un fluido base agua no densificada. Esto ayudará a vigilar el peso o la viscosidad del fluido. En un proceso de lodos de perforación, las centrífugas se utilizan de dos maneras diferentes.

- Para eliminar sólidos del lodo mientras que, cuando se densifica un fluido, regresa al sistema la fase líquida.

- Las Centrífugas son empleadas también en situaciones donde es necesario reintroducir estos sólidos en el sistema dinámico y descargar la etapa líquida.

La fuerza centrífuga utilizada en la decantación se utiliza para eliminar partículas sólidas de los fluidos de perforación.

La reología debido a su fina tasa (por menos de 4.5 a 6 micrones). la centrífuga de decantación para generar una fuerza centrífuga alta, lo que permite la separación de partículas finas y gruesas. Retirar los sólidos rígidos hacia la salida de la corriente interior, el tornillo que transporta los sólidos gira levemente más despacio.

La fase líquida del fluido se desprende parcialmente durante el recorrido, se dirige hacia la parte de mayor diámetro y se mueve por los orificios de descarga, mientras que los sólidos se desplazan gradualmente hacia la zona de descarga en la parte de menor diámetro de la unidad debido a la diferencia de velocidades entre ambos componentes.

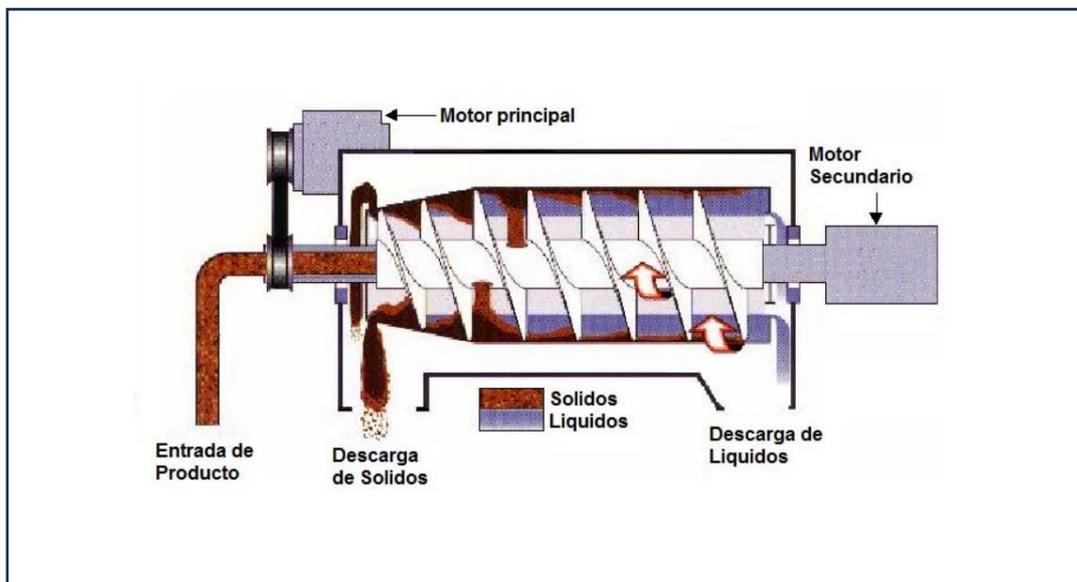


Figura 15. Funcionamiento de centrífuga

### 3.2 Tiempo de residencia.

La tasa de alimentación máxima de las centrífugas decantadoras de alta velocidad Hutchison Hayes 5500, es de 1800 gpm. Para el volumen total de la etapa 1, se calcula:

$$180 \frac{\text{gal}}{\text{min}} * \frac{\text{m}^3}{264.172 \text{ gal}} = 0.68 \frac{\text{m}^3}{\text{min}}$$

$$200 \text{ m}^3 * \frac{\text{min}}{\text{m}^3} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}} = 7.41 \text{ horas}$$

En la etapa de perforación inicial de un pozo petrolero, el caudal de lodo requiere alrededor de 7 horas para tratarse en la centrífuga. Podríamos deducir el gasto eléctrico necesario para

lograr un buen funcionamiento del sistema utilizando la potencia de la centrifuga seleccionada

$$60 \text{ HP (potencia de centrifuga)} * 0.7457 \frac{\text{KW}}{\text{HP}} = 44.74 \text{ kw}$$

$$44.74 \text{ KW} * 7.41 \text{ horas} = 331.5 \text{ KWh}$$

En las demás fases se calculan el tiempo de residencia y el consumo de energía, de igual manera el indicador de desempeño en metros cúbicos por minuto y kilovatios por metro cúbico.

La aceleración centrífuga para aumentar la fuerza "G". El objeto gira alrededor de un eje y su gravedad aumenta en una "G" en el eje de rotación hasta alcanzar una fuerza máxima que es igual al perímetro del objeto.

$$\text{Fuerza G} = D * \text{rpm}^2 * 0.0000142$$

El diámetro del recipiente (pulgadas) y las Rpm para la velocidad del recipiente. requieren días o horas para separarse por sedimentación, pero con una centrífuga, puede hacerlo en segundos. El punto de corte de la separación por centrífuga depende del tiempo y de la fuerza G.

El diseño químico-mecánico conocido como deshidratación consiste en separar los sólidos del fluido de perforación base agua, obteniendo una pasta de sólidos y agua recuperada.

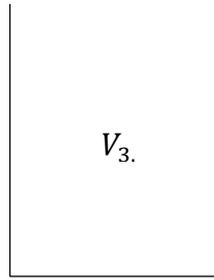
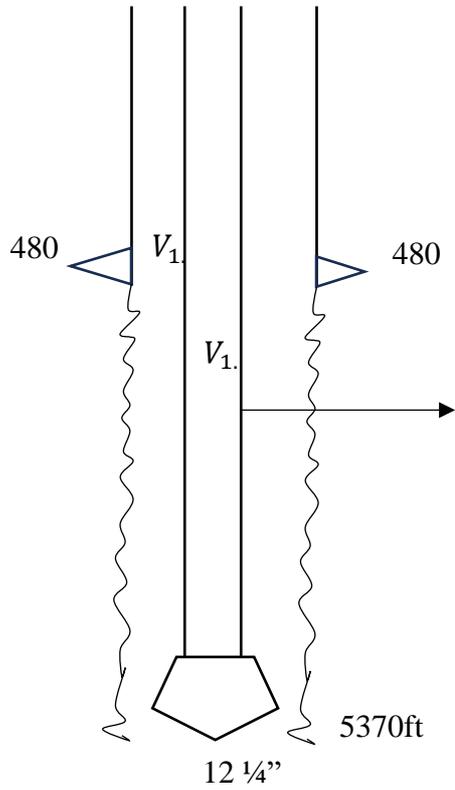
<b>Equipo</b>	<b>Estado Mecánico</b>
Centrifugas Decantadoras	Operativo
Bombas de alimentación de lodo	Operativo
Bomba de alimentación de Polímero	Operativo
Unidad de Dewatering	Operativo

Tabla 5. Equipos de control de sólidos

**Dilución.**

Desarrollo:

Volumen de tanques  
en superficie



DP 5" (4.276ft)

$$V_1 = \frac{12.25^2 - 5^2}{1029.4} * 5370 = 652\text{bls}$$

$$V_2 = \frac{4.276^2}{1029.4} * 5370 = 95\text{bls}$$

$$V_1 + V_2 - Vol\ pozo = 652\text{bls} + 95\text{bls} = 747\text{bls}$$

$$V_3 = \frac{\text{Volumen en superficie} = 700\text{bls}}{(\text{medidas de tanques})}$$

$$V_a. Sistema = V_1 + V_2 + V_3 = 652\text{bls} + 95\text{bls} + 700\text{bls} = 1447\text{bls}$$

Mediante pruebas vemos que tenemos en MBT = 40lb/bl de arcilla en el sistema de lodo activo y hay que bajarlo a la mitad (20lb/bl), tendría que diluir el 50% del sistema, es decir 723.5bls = 720bls.

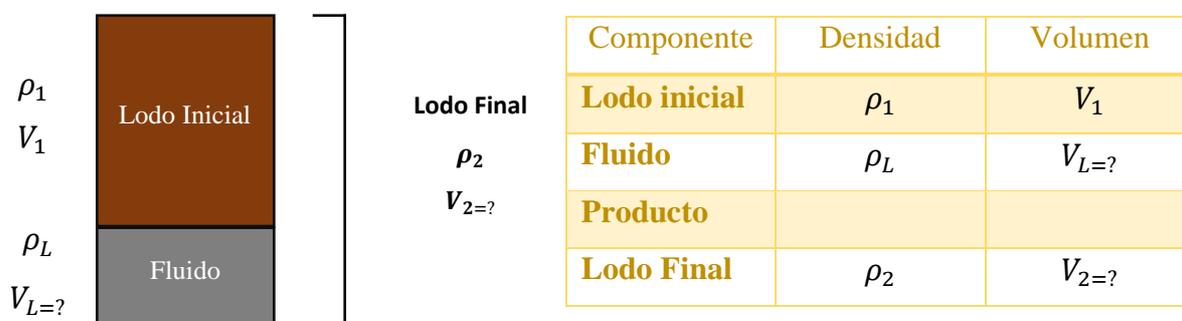
## CAPITULO IV

### PRUEBAS, RESULTADOS Y DISCUSIÓN

DEWATERING AL SISTEMA															
Sección	Unidad	Horas de operación	Entrada			Líquido			Sólidos			remoción %	Dilución equivalente		Dilución total bbl
			Caudal (gal/min)	Densidad (ppg)	%LGS	Caudal (gal/min)	Densidad (ppg)	%LGS	Caudal (gal/min)	Densidad (ppg)	%LGS		gal/min	bbl/h	
16"	Cent 1	8	35	9,5	8,8	26	8,4	0,5	9	12,5	31,3	96%	33	48	384
	Cent 2	8	35	9,5	8,8	26	8,4	0,5	9	12,5	31,3	96%	33	48	384
12 1/4"	Cent 1	51	35	9,6	9,5	25	8,4	0,5	10	12,5	31,3	96%	34	48	2448
	Cent 2	51	35	9,6	9,5	25	8,4	0,5	10	12,5	31,3	96%	34	48	1680
8 1/2"	Cent 1	51	25	9,6	9,5	18	8,4	0,5	7	12,5	31,3	96%	24	34	1734
	Cent 2	35	25	9,6	9,5	18	8,4	0,5	7	12,5	31,3	96%	24	34	1190

Tabla 6. Resultados del proceso de centrifugas

Supongamos que tenemos un lodo con densidad  $P_1$  y volumen  $V_1$ . Queremos reducir la densidad del lodo agregando líquido (L) hasta que el lodo resultante tenga una densidad  $P_2$ , lo que significa que el aumento de volumen es aceptable o deseable



Tenemos, aplicando el principio del balance de masas:

$$V_2 = V_1 + V_L$$

$$V_2 \rho_2 = V_1 \rho_1 + V_L \rho_L$$

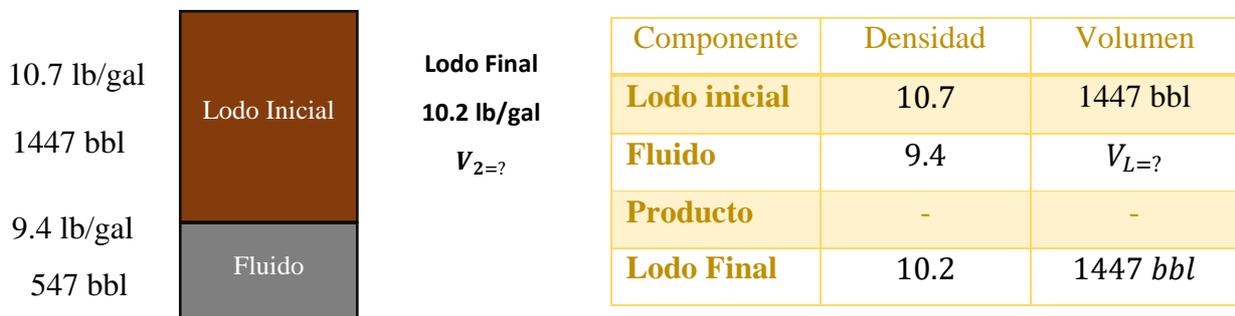
Si cambiamos la ecuación 1.1 por la ecuación 1.2, obtendremos:

$$(V_1 + V_L) \rho_2 = V_1 \rho_1 + V_L \rho_L$$

Reordenando los términos y resolviendo la duda, tenemos:

$$V_L = \frac{(\rho_1 - \rho_2)}{(\rho_2 - \rho_L)} V_1$$

Donde esta ecuación nos indicará cuánto líquido debe agregarse al volumen de lodo de densidad  $\rho_1$  para reducir su densidad hasta  $\rho_2$ .



Determinar La densidad de 1447 bbl de lodo de 10.7 lb/gal a 10.2 lb/gal se requiere para realizar la dilución y obtener la densidad deseada.

$$V_L = \frac{(\rho_1 - \rho_2)}{(\rho_2 - \rho_L)} V_1$$

Reemplazamos datos y tenemos que:

$$V_L = \frac{(10.7 - 10.2)}{(10.2 - 9.4)} \times 1447 \text{ bbl}$$

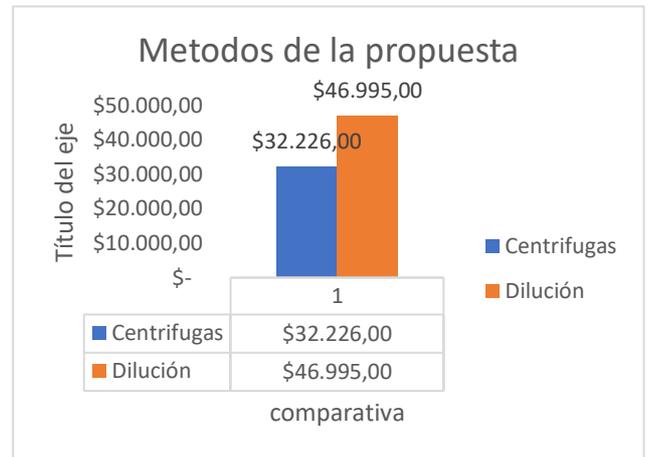
$$V_L = 547 \text{ bbl}$$

$$\rho_2 = \frac{900 \cdot 10.7 + 547 \cdot 9.4}{1447 \text{ bbl}}$$

$$\rho_2 = \frac{9630 + 5141.8}{1447 \text{ bbl}} = \frac{14771.8}{1447 \text{ bbl}} = 10.2 \text{ lb/gal}$$

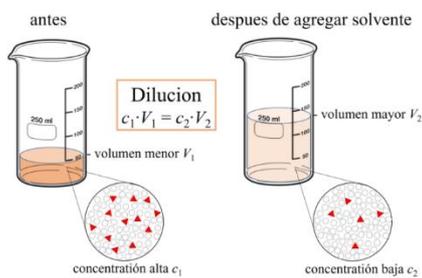
Mediante los resultados de cada una de las propuestas para la optimización de los sólidos en los lodos de perforación, podemos decir que la propuesta de la utilización de centrifugas de alta eficiencia para la remoción de partículas de pequeño tamaño, al ser un sistema eficiente y de menor costo.

MÉTODO DE CENTRIFUGAS		MÉTODO DE DILUCIÓN
Equipo	\$ 14.760,00	\$ 46.995,00
Personal	\$ 12.546,00	
Química	\$ 4.920,00	
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 32.226,00</b>	



Con la propuesta de la Dilución obtendríamos un lodo con todas las propiedades establecidas en el programa de perforación, pero al mismo tiempo tendríamos un aumento en los niveles de lodo, lo que conlleva a otros procesos, como el tratamiento, desecho de las aguas residuales, transporte y la utilización de mayor química para su proceso a un mayor costo,

## Método de dilución

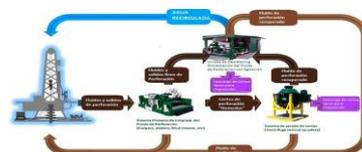


**+** Costos elevados



**+** Re inversión  
**+** Mayor rentabilidad  
**-** Costos reducidos

Método de centrifugas decantadoras



CAPITULO V

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **Conclusiones**

En las tres etapas de perforación correspondientes, se puede extraer un total de 7820 bbl de arcillas. Según la eficiencia y funcionamiento de la centrífuga, el valor porcentual de sólidos movidos oscila alrededor del 90% al 96%.

La dilución es un componente crucial a tener en cuenta al usar centrífugas porque se usa con frecuencia para disminuir la densidad y desechar las arenas de tamaño diminuto, lo que aumenta la velocidad de precipitación de las partículas para hacer que el procedimiento de centrifugado y dewatering sea más eficiente. Lo cual indica que se requiere una mayor dilución para fluidos con mayor viscosidad.

Como recomendación general se debería colocar alrededor de dos centrífugas con 3,250 Revoluciones por minutos y 18000 a 2,100 Gs porque las arcillas más pequeñas demoran en un mayor tiempo para asentarse.

Se recomienda que los lodos de la primera y segunda etapa se envíen directamente a la centrífuga decantadora para que produzcan lodos para la etapa correspondiente.

Algunos de los beneficios económicos y ambientales del tratamiento de desecho y centrifugado son: Reducir la cantidad de desechos líquidos y sólidos; y así reutilizar y mejorar las propiedades de los lodos. Reduciendo de mane significativa el uso de agua en las etapas de perforación al incorporar lodos de otras etapas al proceso.

Para que el proceso de dewatering sea efectivo, es necesario vigilar el pH, las características y la cantidad de coagulantes y floculantes.

Los floculantes líquidos (polímeros) serían la mejor opción, pero tienen un mayor costo que los floculantes secos o en polvo.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda que los proyectos o propuestas establecidas se hagan en función del bienestar de la comunidad, de los trabajadores, cumpliendo con la normativa de Seguridad, Salud y Ambiente.

Ya que es necesario el estricto cumplimiento donde se afecte y no exista un impacto al medio ambiente y las zonas intervenidas por la industria petrolera del campo Vinita.

En lo político se puede concluir que, mediante un adecuado manejo de contratos de hidrocarburos en la exploración y extracción de crudo por parte del Estado, se incrementarán los ingresos y esto impactará directamente en el Presupuesto General del país, permitiendo que el Gobierno pueda disponer de mayores recursos para cubrir las necesidades prioritarias de los diferentes sectores sociales.

Pero se considera recomendable implementar políticas petroleras claras y transparentes, en donde se sancione específicamente a los funcionarios estatales y personal de las empresas privadas que se vean inmersos en actos de corrupción, que únicamente perjudican la economía y la imagen del país. También se podrían aplicar mecanismos internacionales de monitoreo que concedan la generación de un nuevo ritmo a la actividad petrolera, y así fortalecer la autoridad del Estado sobre sus recursos naturales.

Dentro del ámbito económico podemos concluir que mediante la utilización de centrifugas decantadoras de alta eficiencia en el proceso del control de sólidos de los fluidos de perforación se reducen considerablemente los costos productivos, ya que según datos investigados en este proceso para la perforación de un pozo direccional de unos 6500 ft (pies) tiene un costo aproximado de \$ 100.000 mil dólares.

Mientras que el método de dilución que disminuye en gran proporción la concentración de sólidos, pero a costos excesivamente elevados que bordean los \$ 250.000 mil dólares en un pozo con las mismas características antes mencionadas, que impactan directamente en la economía de las empresas petroleras.

Por esta razón se recomienda la implementación del método de centrífugas para controlar los sólidos que se adhieren al fluido de perforación para que las empresas petroleras puedan percibir mayor utilidad y esta pueda reinvertirse en todas las áreas y actividades

operacionales de la organización, logrando una mayor efectividad en los procesos productivos y creando más incentivos para los colaboradores de la empresa.

El método de dilución implica un menor tiempo en el proceso, pero a un costo muy elevado, y que requiere del cálculo correcto de los aditivos para obtener la densidad idónea del lodo de perforación. Mientras que con el método de centrífugas decantadoras se optimizan los costos productivos a pesar de que el proceso requiere de más equipo mecánico y humano, y por ende requiere de un tiempo un poco más prolongado a comparación del método anterior.

Por lo que se recomienda la utilización de centrífugas decantadoras de alta potencia como las H&H 5500 que permitan mantener en el sistema el material densificante y así obtener un mayor control de la viscosidad de los sólidos coloidales. Por lo que las empresas petroleras y sus colaboradores deben estar siempre a la vanguardia y en constantes capacitaciones de actualización de equipos, adaptándose a los cambios tecnológicos constantes que permiten estar a la par de las grandes industrias.

En materia Legal donde la explotación petrolera en el país es una de las más importantes fuentes de ingreso de recursos económicos, donde directa o indirectamente se encuentra involucrada la comunidad asentada en este territorio, quienes aparte de beneficiarios de las tierras, también deben ser partícipes o aportar dentro de la industria, por tal motivo los gobiernos al pasar de los años han implementado leyes como la Ley Orgánica de Circunscripción Territorial Amazónica a favor de las comunidades, donde mínimo se debe contar con el 80% de la mano de obra local.

Un correcto proceso de optimización de los sólidos en el lodo, también conlleva a un correcto manejo de estos sólidos para su desecho y transporte mediante los gestores ambientales.

El tratamiento de estos residuos es muy importante, ya que deben cumplir con los parámetros establecidos por la Operadora para que sean amigables con el Medio Ambiente y que estos no ocasionen una marca negativa, tanto al ecosistema como a la comunidad en general, que se encuentra involucrada directa o indirectamente por las operaciones de la extracción petrolera en el Oriente Ecuatoriano.

## BIBLIOGRAFIA

- Naranjo Mena, E. X. (2017). *Análisis Técnico Económico para la Implementación del Sistema de Levantamiento Artificial con Bombas de Cavidad Progresiva en el Campo Vinita* (Bachelor's thesis, Quito, 2017.).
- García Valladares, R. Y., & Medina Herrera, R. Y. (2017). *Diseño preliminar de Centrifugación y Dewatering para lodos de perforación* (Doctoral dissertation, Universidad de El Salvador).
- Bautista, A. M. (2006). Formulación y Evaluación de fluidos de perforación de base agua de alto rendimiento aplicados al campo balcón como sustitutos de lodo base aceite. *La sociedad de la sociedad. Universidad industrial de Santander*.
- Swaco, M. I. (1998). *Drilling Fluid Manual. chapter, 4, 1-12.*
- Ayala Pinzón, J. D., & Gutiérrez García, C. A. (2021). Evaluación la implementación de centrífugas de velocidad variable de alta capacidad Cen-Tex 1865 para el control de sólidos en la perforación de un pozo del campo E en la Cuenca Llanos Orientales.
- Gómez, M. (2016). *Optimización del proceso de separación de partículas magnéticas en el fluido de perforación* (Doctoral dissertation).