

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE PETRÓLEO



**“EVALUACION DE LA INFLUENCIA DE LAS ARCILLAS SUPERFICIALES
EN LOS COSTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LOS POZOS DEL CAMPO
SANTA ROSA DEL DISTRITO GAS ANACO.”**

REALIZADO POR:

Br. Alejandro R, Meza

Br. Luis F, Araujo

**Trabajo de Grado presentado ante la Universidad de Oriente como
requisito Parcial para optar al Título de:**

INGENIERO DE PETRÓLEO

Puerto La Cruz, Junio de 2011

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE PETRÓLEO



**“EVALUACIÓN LA INFLUENCIA DE LAS ARCILLAS SUPERFICIALES EN
LOS COSTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LOS POZOS DEL CAMPO
SANTA ROSA DEL DISTRITO GAS ANACO”**

Realizado por:

Br. Alejandro R, Meza

Br. Luis F, Araujo

Ing. Roberto Salas
Asesor Académico

Ing. Rayda Patiño
Asesor Académico

Puerto La Cruz, Junio de 2011

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE PETRÓLEO



**“EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LAS ARCILLAS SUPERFICIALES
EN LOS COSTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LOS POZOS DEL CAMPO
SANTA ROSA DEL DISTRITO GAS ANACO”**

EL JURADO CALIFICADOR HACE CONSTAR QUE ASIGNÓ A ESTA TESIS
LA CALIFICACIÓN DE:

Ing. Roberto Salas
Asesor Académico

Ing. Rayda Patiño
Asesor Académico

Ing. Jhonles Morales
Jurado Principal

Ing. Lorenzo Arditti
Jurado principal

Puerto La Cruz, Junio de 2011

RESOLUCIÓN

De acuerdo al artículo 41 del reglamento de trabajos de grado:

“Los trabajos de grado son de la exclusiva propiedad de la universidad de oriente y sólo podrán ser utilizados a otros fines con el consentimiento del consejo de núcleo respectivo, el cual lo participará al consejo universitario”

DEDICATORIA

A **DIOS** primordialmente, porque Él me dio la fuerza necesaria, para luchar y vencer los obstáculos que enfrente en el transcurso de mi carrera ya que ha sido su voluntad de que yo finalizara exitosamente esta carrera mil gracias por eso.

A mis padres, **Franklin Meza y Marvelis Alcalá**, porque si no fuese por ellos no estuviese donde estoy ahora, gracias por darme el ser e inculcarme el buen camino de la educación, son los mejores padres del mundo y un ejemplo a seguir. **Los amo.**

A mi esposa **Kiomy** por apoyarme y estar siempre pendiente de mí en todo momento. **Te amo.**

A mi abuelo, **Rigoberto Meza**, aunque hoy en día no estás físicamente conmigo, sé que siempre estas a mi lado. **Siempre te recuerdo. Te amo y te extraño mi viejo.**

A mi abuela, **Luisa María que es mi segunda madre**, por ser un gran ejemplo a seguir ya que eres una mujer fuerte y luchadora. **Te amo.**

ALEJANDRO MEZA

DEDICATORIA

Primeramente dedicada a Dios Todo poderoso que estuvo siempre conmigo en los momentos buenos y malos, que siempre me acompaña y me abre las puertas por donde camino.

A mi madre que siempre confió en mí y con su amor y comprensión fue pieza fundamental para el logro de esta meta y siempre me levanto en momentos de caída, gracias Marina por hacer de mí un ingeniero, esto es parte de tu recompensa por tus sacrificios. TE AMO

A mi papa Luis Araujo que siempre con palabras de aliento me hacía más fuerte cuando me sentía derrotado esto también va para ti mi viejo, este logro también es tuyo. TE AMO pay.

A mis hermanos que siempre estuvieron conmigo, mi cuñada Trinidad del valle y Chicho que eres mi hermano y mejor amigo esto también te lo dedico a ti más que todo.

A todos mis sobrinos y sobrinas que en un futuro pueden contar con su tío que va a tener mucho centavito los AMO a todos y Dios Y la Virgen del Valle los Bendiga.

A mi futura esposa Yonelia Marval por estar siempre pendiente de mí y quien compartirá junto a mi esta nueva etapa de mi vida. TE AMO.

LUIS FERNANDO ARAUJO

AGRADECIMIENTOS

A DIOS primeramente por ser nuestro padre, gracias a ti hoy pude cumplir unas de mis metas, ya que sin ti nada se puede, tu eres el único que nos ilumina, y nos guías por el buen camino, gracias mi **DIOS** por darme salud y por bendecirme con la familia y amigos que tengo que siempre están allí porque tú lo has puesto en mi camino.

A mis hermanos, **Franklin, Jorge y José Miguel**, porque ellos han estado siempre a mi lado en las buenas y en las malas, y de alguna manera u otra me ayudaron a cumplir esta meta tan importante en mi vida. **Gracias los Quiero.**

A mis sobrinos bellos **Sofhia**, y **Sebastian** que con su ternura e inocencia siempre me llenaron de alegría. **Los adoro.**

A mi tía **Yudeima Alcalá** por ser la mejor y estar siempre pendiente de mi a lo largo de carrera. **Te quiero**

A mi hermano , amigo y compañero de tesis **Luis Araujo** porque juntos luchamos a lo largo de esta carrera y nos propusimos esta meta y lo logramos.

A mi asesora y bella profe **Rayda patiño** por aceptarnos ser sus tesis favoritos y en especial por ayudarnos en este gran logro y soportarnos tanto la quiero.

A mis amigos **Ruilver Rodríguez, José Medina, Braulio, Marielena**, fueron las personas que más me ayudaron y , gracias por tener siempre sus apoyos en el momento que más los necesite. **Que Dios los cuide y los guie. Siempre los recordare.**

A mis profesores, **Roberto salas, Jhonle Morales, Arditis**, por haberme enseñado tantas cosas en esas aulas de clases, por ser unos profesores responsables, justos y académicos en su cátedra, porque además de ser mis profesores me brindaron su amistad, ustedes no solo me ayudaron y enseñaron, simplemente me han apoyado siempre y se que siempre va ser así. **Gracias**

A la universidad de oriente, que fue mi otro hogar, donde viví y aprendí tantas cosas increíbles, de aquí me llevo gratísimos recuerdos por haber sido donde me forme profesionalmente para seguir luchando por mis sueños. **Gracias, por abrirme tus puertas**

ALEJANDRO MEZA

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Oriente por darme la oportunidad y abrirme los espacios para crecer como persona, contribuir con mi formación como profesional y ser una escuela de la vida en el cual tuve experiencias inolvidables con momentos amargos y de alegría.

A mi tutora Prof. Rayda Patiño por soportarnos y tener paciencia con nosotros, por regalarnos su amistad y brindarnos tu apoyo que nos permitió el desarrollo de este proyecto.

Mi compañero de tesis Alejandro Meza mi amigo que durante toda la carrera estuvimos luchando siempre juntos gracias mi hermano en la universidad o fuera de ella siempre amigos, Dios te de muchos éxitos.

Lean Velásquez y Johan Rivas mis hermanos quienes vieron mi crecimiento como persona y siempre estuvieron en todos los momentos brindándome su apoyo y amistad gracias amigos por estar siempre conmigo en la buenas y malas Deseándoles todo el éxito del mundo ya que sus logros son los míos.

A mi grupo de estudios José Medina, Ruilver Rodríguez, Osmar Visent, Lolymar González, Marielena Reyes buenos amigos que conmigo compartieron triunfos y deseándoles todo un camino de éxitos de ahora en adelante en esta nueva etapa que nos toca, siempre serán mis amigos Que Dios los Bendiga a todos.

Mis Primos Armando Manuel Reyes, Olimer Toledo y tíos Armando Reyes y Petra González a quienes siempre me abrieron las puertas de su casa y brindaron apoyo en todo momento le debo y agradezco. Los Quiero demás.

Profesores como Rafael Barrueta, Roberto Salas, Justa Rodríguez, Oly Guerra, Francisco Ortiz quienes me facilitaron sus enseñanzas y conocimientos al igual que me brindaron una amistad sincera y desinteresada los aprecio mucho.

LUIS FERNANDO ARAUJO

CONTENIDO

RESOLUCIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS.....	vii
CONTENIDO	xi
LISTA DE FIGURAS	xiv
LISTA DE TABLAS	xv
RESUMEN.....	xvi
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	17
1.1 Planteamiento del Problema	17
1.2 Objetivos de la Investigación.....	19
1.2.1 Objetivo General.....	19
1.2.2 Objetivos Específicos.....	19
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	20
2.1 Antecedentes	20
2.2 Características Generales del Distrito Anaco	21
2.2.1 Reseña Histórica de Petróleos de Venezuela.....	21
2.2.2 Reseña Histórica de PDVSA Gas Anaco.....	22
2.3 Descripción del Área en Estudio	23
2.3.1 Cuenca Oriental de Venezuela	23
2.3.2 Ubicación Geográfica del Distrito Gas Anaco	25
2.3.3 Estructura Regional	26
2.3.4 Campo Santa Rosa.....	27
2.3.5 Antecedentes del Campo.....	28
2.4 Estratigrafía del Área.....	28
2.5 DEFINICIÓN DE ARCILLA.....	33
2.5.1 Tipos de Arcillas	34

2.5.1.1 Arcillas Montmorilloníticas (Arcillas de Tres Capas).....	36
2.5.1.2 Illitas (Arcillas de Tres Capas).....	37
2.5.1.3 Cloritas (Arcillas de Tres Capas).....	38
2.5.1.4 Caolinitas (Arcillas de dos Capas).....	39
2.5.2 QUÍMICA DE ARCILLAS	39
2.5.3 Propiedades Físico-Químicas de las Arcillas.....	40
2.5.3.1 Superficie Específica	40
2.5.3.2 Capacidad de Intercambio Catiónico.....	41
2.5.3.3 Capacidad de Absorción	42
2.5.3.4 Hidratación e Hinchamiento	43
2.5.3.5 Plasticidad	43
2.5.3.6 Tixotropía	43
2.5.4 Estados de Asociación de las Partículas de Arcilla	44
2.5.4.1 Floculación	44
2.5.4.2 Agregación	45
2.5.4.3 Dispersión	45
2.5.4.4 Defloculación.....	46
2.6 Perforación	46
2.6.1 Fluido de Perforación.....	46
2.6.2 Funciones de los Fluidos de Perforación	47
2.6.3 Propiedades Básicas de los Fluidos de Perforación.....	47
2.7 Tipos de fluidos	48
2.7.1 Fluidos de base acuosa	48
2.7.2 Fluidos de base aceite	48
2.7.3 Fluidos aireados	48
2.8 Propiedades Reológicas.....	49
2.8.1 Presión Hidrostática.....	50
CAPÍTULO III. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION	52

3.1 Describir los problemas operacionales ocasionados por las arcillas en los hoyos superficiales de los pozos construidos en el campo Santa Rosa	52
3.2 Estudiar los diferentes tipos de lodos usados en los hoyos superficiales perforados en el Campo Santa Rosa del Distrito Gas Anaco	57
3.3 Analizar el impacto técnico económico de los problemas operacionales durante la construcción del hoyo superficial.....	61
3.4 Proponer una metodología para la perforación de los hoyos superficiales en el Campo Santa Rosa del Distrito Gas Anaco	63
CAPÍTULO IV. ANALISIS DE LOS RESULTADOS	65
4.1 Describir los problemas operacionales ocasionados por las arcillas en los hoyos superficiales de los pozos construidos en el campo Santa Rosa	65
4.2. Estudiar los diferentes tipos de lodos usados en los hoyos superficiales perforados en el Campo Santa Rosa del Distrito Gas Anaco.	67
4.3. Analizar el impacto técnico económico de los problemas operacionales durante la construcción del hoyo superficial.....	68
4.4. Proponer una metodología para la perforación de los hoyos superficiales en el Campo Santa Rosa del Distrito Gas Anaco	74
CONCLUSIONES	76
RECOMENDACIONES	78
METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO.....	79

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Entrada de PDVSA GAS del Distrito Anaco. ^[5]	23
Figura 2.2. Ubicación geográfica de la Cuenca Oriental de Venezuela. ^[5] ...	24
Figura 2.3. Ubicación Geográfica del Distrito Gas Anaco. ^[5]	26
Figura 2.4. Columna Estratigráfica del Campo Santa Rosa. ^[6]	33
Figura 2.5. Partícula de Montmorillonita Idealizada. ^[7]	36
Figura 2.6 Sustitución de Al por Mg causando una partícula cargada negativamente. ^[7]	37
Figura 2.7 Comparación de estructuras de arcillas ^[7]	37
Figura. 2.8 Estado de asociación de las partículas de arcilla.	45
Figura 4.2. Problemas frecuentes en el Campo Santa Rosa.	67
Figura 4.3. Diferentes tipos de lodos usados en el campo santa rosa.....	68
Figura. 4.4. Pérdida de Operaciones De Perforación en dólares.....	69
Figura. 4.5. Pérdida de Operaciones De Perforación en Bolívares.....	70
Figura. 4.6. Pérdidas Totales en de Operaciones De Perforación (Bs + \$) ..	72

LISTA DE TABLAS

Tabla 3.1 Pozos Suministrados por PDVSA GAS Anaco	52
Tablas 3.2 Problemas Operacionales Ocurridos por Pozos	55
Tabla 3.3 Pozos seleccionados mechas vs. Densidad del lodo.....	58
Tabla 3.4 Tasa Diaria de Taladro de Perforación.	62
Tabla 3.5 Tasa Diaria de Taladro de Perforación.	62
Tabla 3.6 Tasa Diaria de Taladro de Perforación.	63
Tabla 4.1. De Tiempo Perdido vs. Total De Bolívares en Pérdida Durante Las Operaciones De Perforación.....	70
Tabla 4.2 Mayor Índice De Costos Por Pérdida De Tiempo En Operaciones De Perforación Por Problemas De Arcillas Superficiales Del Campo Santa Rosa.....	72

RESUMEN

El estudio tiene como objetivo evaluar la influencia de las arcillas superficiales en los costos de la construcción de los pozos del campo santa rosa del distrito gas anaco.

En la realización de este proyecto se tomó en estudio el campo santa rosa en el cual se están presentando una serie de problemas operacionales como hinchamiento de las arcillas superficiales (1000ft aproximadamente) que allí se encuentran, estas traen como consecuencia una pérdida de tiempo y un incremento de los costos en la perforación. La base del estudio se hizo estudiando la data de historial de perforación de un total de 30 pozos, las cuales fueron suministradas por PDVSA Gas Anaco. Estos problemas operacionales hay suscitados son producto del hinchamiento de las arcilla principalmente siendo estas atacadas con diferentes tipos de lodos a una alta densidad debido a la presencia de gases que se encuentra en los diferentes intervalos o profundidades de la perforación. Proponemos una serie de polímeros biodegradables que retardan el hinchamiento de estas arenas.

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del Problema

Petróleos de Venezuela, S.A. (PDVSA) fue creada el 30 de agosto de 1975 constituyéndose como el centro de control de las actividades petroleras nacionales. Posteriormente el 30 de enero de 1976 culminó el proceso de nacionalización quedando su estructura operacional conformada por Corpoven, Maraven y Lagoven, estas empresas se fusionaron para formar hoy día PDVSA. A partir de 1998 es creada PDVSA – GAS, encargándose de la exploración, explotación, producción y comercialización del gas natural y asociado, siendo el Distrito Anaco el más importante en lo que a la producción de gas natural se refiere.

El campo Santa Rosa fue descubierto en el año 1941 y constituye una de las más grandes e importantes acumulaciones de gas condensado y crudo liviano en Venezuela. Operacionalmente está ubicado aproximadamente a 10 km al NE de la población de Anaco estado Anzoátegui, pertenece a un grupo de campos de Anaco, se localiza a 15 km al NE del campo San Joaquín, ocupa un área total de 300 km² aproximadamente. Geológicamente se encuentra ubicado en la Cuenca Oriental, específicamente en la Subcuenca de Maturín en el Área Mayor de Anaco. El campo Santa Rosa es el más grande de los campos pertenecientes al Distrito Anaco, con una extensión de aproximadamente 51.362 acres y una columna estratigráfica estimada en 9.870 pies, en la cual se encuentran distribuidas 150 arenas de hidrocarburos que varían de gruesas a lenticulares y proporcionan diversas extensiones laterales a cada

yacimiento. El área de estudio está ubicada en las coordenadas geográficas $64^{\circ} 30'$ y $64^{\circ} 18'$ de longitud Oeste y $9^{\circ} 34'$ y $9^{\circ} 25'$ de longitud Norte. La columna estratigráfica penetrada en este campo se extiende desde el Cretácico hasta el pleistoceno. En la actualidad, cuenta con seis estaciones de flujo (SREF-1; SREF-2, SREF-3; SREF-4; SREF-5 y SREF-6) y con el complejo Santa Rosa. En febrero de 2004, este campo tenía un total de 158 pozos activos.

El estudio que se realizó con el objetivo de evaluar la Influencia de las arcillas superficiales en los costos de la construcción de los pozos del campo Santa Rosa del Distrito Gas Anaco. Para la realización de este proyecto se tomó como estudio el campo Santa Rosa donde actualmente se presentan problemas como: Taponamiento del flow line, del tubo campan y de la boca del pozo, debido a la gran presencia de arcillas, embolamiento de la tubería, así como desestabilización, hinchamiento y obstrucción en las arenas productoras de la Formación Oficina que comprende los miembros Moreno, Naranja, Verde, Amarillo y Colorado; así como también en la Formación Merecure que comprende las arenas MEC, MEE, MEF, MEG, MEH, MEJ, MEK, MEL, MEM, MEN.

El análisis del fluido de perforación también juega un papel importante a la hora de planificar un pozo, ya que facilita el buen acarreo que proporciona a las arcillas hasta superficie y para llegar a cumplir sus funciones durante las etapas de perforación. Una vez identificados los problemas operacionales durante la perforación relacionados con las arcillas presentes, embolamiento del ensamblaje de fondo (BHA), específicamente en la mecha de perforación, derrumbes entre otros, lo que implica tomar en cuenta este historial de inconvenientes a la hora de realizar el estudio técnico económico que conduce dichos problemas a los pozos candidatos del

Campo en estudio para ser minimizados e implementar un plan de operación que minimice los costos operacionales y la pérdida de tiempo en dichos procesos.

1.2 Objetivos de la Investigación

1.2.1 Objetivo General

Evaluar la Influencia de las arcillas superficiales en los costos de la construcción de los pozos del Campo Santa Rosa del Distrito Gas Anaco.

1.2.2 Objetivos Específicos

1. Describir los problemas operacionales ocasionados por las arcillas en los hoyos superficiales de los pozos construidos en el campo Santa Rosa.

2. Estudiar los diferentes tipos de lodos usados en los hoyos superficiales perforados en el Campo Santa Rosa del Distrito Gas Anaco.

3. Analizar el impacto técnico económico de los problemas operacionales durante la construcción del hoyo superficial.

4. Proponer una metodología para la perforación de los hoyos superficiales en el Campo Santa Rosa del Distrito Gas Anaco.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

En el Campo Santa Rosa los estudios referentes a la mineralogía de las arcillas son muy escasos, sin embargo, en años anteriores se han realizado algunos trabajos relacionados con la mineralogía y la petrofísica de algunas de las formaciones productoras.

Urdaneta M. estableció una herramienta para el control de calidad de perfiles, que permitan evaluaciones preliminares de los campos ubicados principalmente en el Distrito Anaco, Norte del Estado Anzoátegui. En dicho estudio debido a la gran extensión del área y también a la cantidad de pozos perforados se realizó una selección de estos, en lo que se toma en cuenta la fecha de perforación, la existencia en la base de datos de pozos de las curvas a utilizar (resistividad, neutrón, densidad y gamma ray) para la evaluación y registro en papel de cada uno de los pozos perforados.^[1]

Vidal G. Estudio la posibilidad de la existencia de unidades hidráulicas, a través de la metodología aplicada en ambientes fluviales denominada superficie de tendencia, para obtener una visión de las direcciones en las que se concentraron los agentes depositacionales de los cuerpos arenosos.
[2]

Casanova R. Genero el modelo petrofísico para las arenas de interés mediante la caracterización del tipo de roca a partir de la integración de datos de núcleos, información geológica, perfiles y producción. En dicho estudio la

selección de las arenas estudiadas se basó principalmente en la jerarquización en función de POES, GOES y reservas remanentes para las arenas de la Formación Oficina, dándole mayor peso a las arenas con mayores reservas remanentes de gas, en vista de la orientación del Distrito hacia la explotación de ese recurso. La caracterización del tipo de roca se fundamenta en la geometría de poros, y capacidad de flujo y almacenamiento de la misma.^[3]

Lezama L. Estudio que el problema existente en ese campo era que no se consideraban los distintos tipos de arcillas; por lo cual era imposible controlar la reacción partícula/fluido, lo que conllevó a una reducción considerable de los niveles de producción. En el mismo orden, se basó en análisis de núcleos, y aplicó la técnica de difracción de rayos X. Mediante los análisis determinó que en las arenas estudiadas estaban presentes en su mayoría las arcillas clorita y caolinita.^[4]

2.2 Características Generales del Distrito Anaco

2.2.1 Reseña Histórica de Petróleos de Venezuela

En 1976, Petróleos de Venezuela, S.A. (PDVSA) se convierte en una de las corporaciones energéticas más importantes del mundo, se encarga del desarrollo de la industria petrolera, petroquímica y carbonífera; de planificar, coordinar, supervisar y controlar las actividades operativas de sus divisiones, tanto en Venezuela como en el exterior. PDVSA lleva adelante actividades en materia de exploración y producción para el desarrollo de petróleo, gas y crudo pesado de la Faja del Orinoco; así como explotación de yacimientos de carbón.^[5]

2.2.2 Reseña Histórica de PDVSA Gas Anaco.

El 29 de Septiembre de 1939 la compañía Socony empezó la perforación del primer pozo productor en Guarío, siendo éste un gran hallazgo petrolero. El petróleo dio origen, cuatro años más tarde, al núcleo que evolucionaría hasta la ciudad de Anaco. Guarío tuvo la oportunidad de ser el primero en procesar su propio petróleo, produjo gasolina y gasoil en su propia refinería. Esta refinería de pequeñas dimensiones funcionó hasta 1955.

La ciudad de Anaco es el corazón gasífero de oriente. En esta ciudad se encuentran los mayores reservorios de gas de todo el país y unos de los más grandes del mundo. Al principio fue la planta de Gas Santa Rosa, propiedad de Mene Grande Oil Company , donde se empezó a tomar conciencia de que el gas, además de servir para el uso doméstico, se podía procesar e industrializar. Hace unos treinta años se colocó en funcionamiento el gasoducto Anaco-La Mariposa que comienza cerca del campo Buena vista y hoy se extiende por los estados Anzoátegui, Guárico, Miranda, Aragua, Carabobo, Lara y Distrito Capital.

El 17 de Enero 1967, el presidente Raúl Leoni, coloca la primera piedra del que sería el segundo gaseoducto más importante de Venezuela, desde Anaco hasta Puerto Ordaz y a través del cual se alimentan las importantes empresas básicas del estado Bolívar. En 1999 el Ministerio de Energía y Minas convierte a Anaco en el Distrito Gasífero de Venezuela, actualmente este Distrito se conoce con el nombre de Producción Gas Anaco (Figura 2.1) su desarrollo está enfocado en dos grandes áreas geográficas el Área Mayor de Oficina (AMO) y el Área Mayor de Anaco (AMA), las cuales son llamadas en su conjunto Área tradicional de Anaco. ^[5]



Figura 2.1. Entrada de PDVSA GAS del Distrito Anaco. ^[5]

2.3 Descripción del Área en Estudio

2.3.1 Cuenca Oriental de Venezuela

Está situada en la zona Centro-Este de Venezuela formando una depresión topográfica y estructural limitada al Sur por el curso del río Orinoco desde la desembocadura del río Orecuna hacia el Este hasta Boca Grande siguiendo de modo aproximado el borde septentrional del Cratón de Guayana; al Oeste por el levantamiento del baúl y su conexión estructural con el mencionado cratón, que sigue aproximadamente el curso de los ríos Portuguesa y Pao al Norte, por la línea que demarca el piedemonte meridional de la Serranía del Interior Central y Oriental. Hacia el Este la cuenca continúa por debajo del Golfo de Paria, incluyendo la parte situada al Sur de la Cordillera Septentrional de la Isla de Trinidad y se hunde en el Atlántico al Este de la Costa del Delta del Orinoco, siendo ésta un área nueva para la explotación de hidrocarburo (figura 2.2). ^[5]



Figura 2.2. Ubicación geográfica de la Cuenca Oriental de Venezuela. ^[5]

La Cuenca Oriental de Venezuela comprende los estados Guárico, Anzoátegui y Monagas, así como la extensión meridional del estado Sucre y del estado Delta Amacuro, prolongándose mar adentro hacia la Plataforma Deltana y Sur de Trinidad.

Si se añaden a estos recursos las reservas estimadas para la parte meridional de la Cuenca Oriental o Faja Petrolífera del Orinoco, pasaría a ser la cuenca de mayores recursos petrolíferos de América del Sur. Tiene

una longitud aproximada de 800 km. En sentido Oeste-Este, una anchura promedio de 200 km. De Norte a Sur. Es también unas de las cuencas más prolíficas en el mundo. La composición relativamente uniforme de los crudos en el Área Mayor de Anaco sugiere un origen común, y el fuerte componente parafinoso probablemente se relaciona con una fuerte herbácea en un ambiente fluvial a deltaico el cual es menos marino que la sección productora. ^[5]

2.3.2 Ubicación Geográfica del Distrito Gas Anaco

Anaco al Este de Venezuela. En la figura 2.3 que se muestra a continuación se pueden visualizar: la ubicación geográfica del Distrito Gas Anaco dentro del contexto El Distrito Gas Anaco se encuentra geográficamente ubicado en la parte Central del Estado Anzoátegui, (Figura 2.3) con un Área aproximada de 13.400 km². Posee yacimientos petrolíferos productores de hidrocarburos livianos y condensados, así como también grandes cantidades de gas natural. El Distrito se encuentra conformado por dos grandes áreas operacionales, el Área Mayor de Oficina (AMO), integrada por los campos Soto-Mapiri, la Ceibita, Zapatos, Mata R y Aguasay, y el Área Mayor de Anaco (AMA), integrada por los campos Santa Rosa, El Roble, San Roque, Aragua, El Toco, Santa Ana, San Joaquín, Guarío, Rincón Largo Y Rosa V.

Los campos Santa rosa, Guarío y San Joaquín, los cuales pertenecen al Área Mayor de Anaco, geográficamente se encuentran ubicados a 10 km. Al Noreste de la ciudad de nacional y los campos que conforman el Área Mayor de Anaco. ^[5]

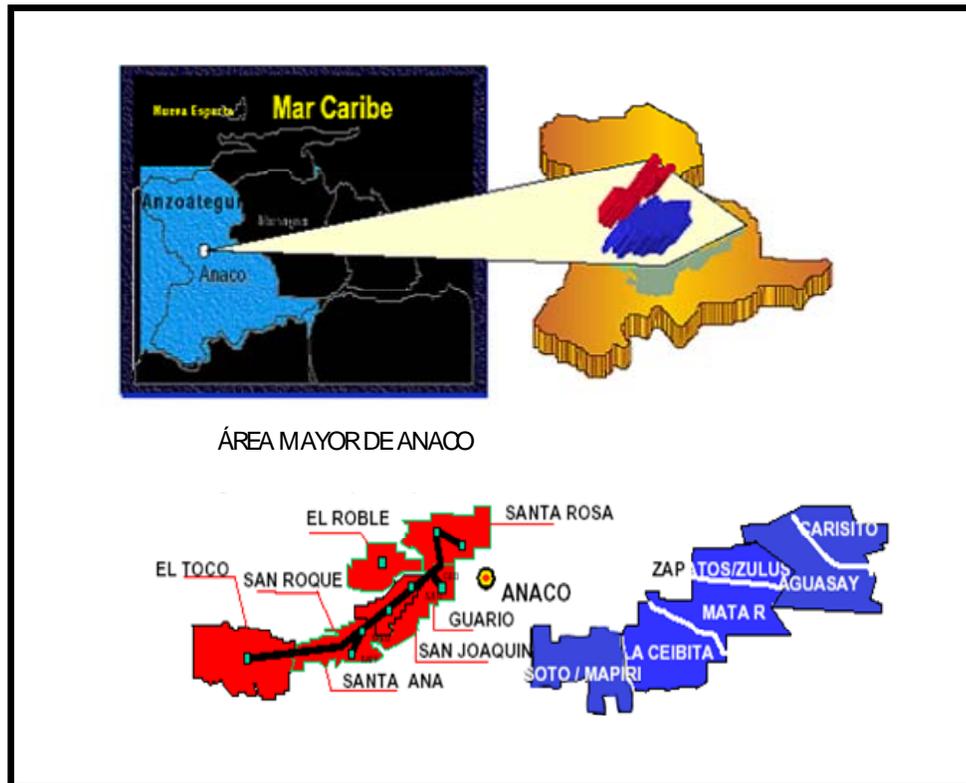


Figura 2.3. Ubicación Geográfica del Distrito Gas Anaco. [5]

2.3.3 Estructura Regional

La estructura del Área Mayor de Anaco se considera influenciada por la tectónica Cordillera del Norte de Venezuela Oriental, cuyo origen se atribuye a la colisión de la Placa del Caribe con la Placa del Continente Sur Americano. Como resultado de esa tectónica se formó un cuadro estructural complejo conformado por varios elementos:

- El corrimiento de Anaco.
- Una serie de pliegues, anticlinales y domos.
- Un sistema de fallas normales y, excepcionalmente, inversa.
- Algunas fallas transcurrentes.

El corrimiento de Anaco es una falla tipo inverso, de gran magnitud, que corta en forma oblicua, el rumbo general del flanco Sur de la Cuenca Oriental de Venezuela; marca el límite Noroeste del Área Mayor de Oficina y es un rasgo estructural mayor de la Cuenca Oriental de Venezuela. Se extiende por 85 km. En dirección N 40° E desde el Campo El Toco en el Sur hasta el Este del Campo La Ceiba en el Norte, con un buzamiento del plano de falla promedio de 45° al Noroeste, que decrece notablemente a profundidad y puede llegar a confundirse con los planos de buzamientos.

El desplazamiento de esta falla tiene un máximo de 7000' en el Campo Santa Rosa y disminuye hasta 700' en Santa Ana; cerca del el Campo El Toco tiende a desaparecer. Constituye el límite Sur de la acumulación de hidrocarburos del Área Mayor de Anaco. Los Campos Petrolíferos del Área Mayor de Anaco están ubicados en el bloque Norte. ^[5]

2.3.4 Campo Santa Rosa

El Campo Santa Rosa está ubicado aproximadamente a 10 km. Al NE de la población de Anaco estado Anzoátegui, ocupa un área total de 300 km² aproximadamente. El área de estudio está ubicada en las coordenadas geográficas 64° 30' y 64° 18' de longitud Oeste y 9° 34' y 9° 25' de longitud Norte. La columna estratigráfica penetrada en este campo se extiende desde el cretáceo hasta el pleistoceno. Figura 2.4. El campo Santa Rosa constituye unas de las más grande e importantes acumulaciones de gas condensado y crudo liviano de Venezuela y es el más grande de los campos perteneciente al Distrito Anaco, con una extensión aproximadamente de 51.362 acres y una columna estratigráfica estimada en 9870 pies, en la cual se encuentran distribuidas 150 arenas de hidrocarburos que varían de gruesas a

lenticulares y proporciona diversas extensiones laterales a cada yacimiento.
[6]

2.3.5 Antecedentes del Campo

El descubrimiento de los Campos Santa Rosa, San Joaquín y Santa Ana, fue en 1934, cuando un estudio de fotografías aéreas y el reconocimiento geológico de superficie permitió delinear las estructuras dómicas correspondientes al área. El primer pozo perforado entre los Campos Santa Rosa, San Joaquín y Santa Ana fue el Santa Rosa 1(RG-1), el cual alcanzo una profundidad de 7.214 pies, fue completado por Mene Grande Oil Company el 14 de febrero de 1934 y se abandonó en mayo de 1936. Durante 1934 y 1936 los geólogos de Creole y Mene Grande desarrollaron un detallado trabajo de superficie sobre los domos de San Joaquín y realizaron extensos programas sísmicos, lo que permitió establecer un buen patrón estructural de la zona para 1937. [6]

2.4 Estratigrafía del Área

La edad y características litológicas de cada una de estas formaciones se muestran en la Figura 2.4. En la secuencia sedimentaria correspondiente al subsuelo del Área Mayor de Anaco, en orden descendente, se observa que los primeros estratos corresponden a los miembros Blanco, Azul, Moreno, Naranja, Verde, Amarillo y Colorado pertenecientes a la Formación Oficina, seguida por la Formación Merecure, Vidoño, San Juan y Temblador.

Formación Oficina (Mioceno Inferior a Mioceno Medio).

Características: La Formación Oficina se presenta en el subsuelo todo el flanco Sur de la Cuenca Oriental, en los Estados Anzoátegui y Monagas y está constituida por los siguientes miembros:

Miembro Blanco y Azul (AZ): Estos miembros de la Formación Oficina se caracterizan por una secuencia de arcillas, gris claro a verdosa, en parte amarilla, pastosa, hidratable, amorfa, soluble y plástica, con pequeñas intercalaciones de carbón y arenisca cuarzo–cristalina de grano medio a grueso. En esta secuencia se encuentran fósiles de aguas marinas y salobres, así mismo está compuesto de arenas poco consolidadas, limos y arcillas plásticas. No hay yacimientos y por lo tanto se considera de poco interés económico.

Miembro Moreno (MO): En el tope y la parte media del estrato, el miembro Moreno se encuentra conformado por arcilla de color gris claro - gris verdosa, plástica, soluble, blanda, limosa, con pequeñas intercalaciones de carbón, escasas intercalaciones de lutita y arenisca cuarzo cristalino de grano fino a medio. La parte basal del estrato, está constituida por una lutita gris verdoso oscuro – gris verdoso claro, laminar, en parte en bloque, moderadamente dura a blanda, limosa, hidratable, con fragmentos de concha de molusco, no calcárea.

Miembro Naranja (NA): Está caracterizado en el tope por una secuencia monótona de lutita gris claro – gris oscuro, en bloque, blanda a moderadamente dura, en parte quebradiza, hidratable, ocasionalmente limosa, carbonosa, no calcárea. Luego continúa con una lutita gris oscuro - marrón oscuro, blanda a moderadamente dura, fisible, en parte quebradiza,

limosa, micro-carbonosa, levemente calcárea, con intercalaciones de limolita y arenisca cuarzo cristalino, consolidada, de grano fino a medio y porosidad visual regular. Hacia la base de este miembro los espesores de arenisca y limolita son mayores.

Miembro Verde (VE): Está conformado en la parte superior por lutita gris claro - gris verdosa, en bloque, moderadamente dura, fisible, hidratable, micro-carbonosa, micropirítica, ligeramente calcárea, con delgadas intercalaciones de arenisca y limolita. Hacia la parte media e inferior del estrato, se reconoce lutita marrón oscuro, en bloque, blanda a moderadamente dura, fisible, ocasionalmente quebradiza, en parte limosa, hidratable y micro-carbonosa, con intercalaciones que presentan mayor espesor de limolita y arenisca de grano fino, con pobre porosidad visual e inclusiones de carbón.

Miembro Amarillo (AM): Predominan las lutitas gris oscuro - gris medio, en bloque, blanda a moderadamente dura, fisible, hidratable, soluble, en parte limosa, micro-carbonosa, micropirítica, ligeramente calcárea, con intercalaciones de arenisca de grano fino a muy fino. Hacia la base del estrato existe abundante lutita gris claro - marrón claro, en bloque, en parte laminar, blanda a moderadamente dura, en parte limosa, micro-carbonosa, micropirítica y ligeramente calcárea.

Miembro Colorado (CO): El Miembro Colorado está conformado por intercalaciones de lutita y bloques de arenisca. Las lutitas son de color gris oscuro, gris medio, sub-laminar, blanda a moderadamente dura, fisible, en parte quebradiza, en parte limosa, micro-carbonosa, micropirítica, no calcárea. La arenisca es blanquecina, beige, cuarzo cristalina, de grano fino a medio, subangular a subredondeado, matriz arcillosa, cemento silíceo, con

inclusiones de carbón, abundante cuarzo libre. También lentes de carbón negro, moderadamente duro.

Formación Merecure (Oligoceno – Mioceno temprano).

Características: La Formación Merecure (ME), está representada por una secuencia de arenas que van desde ME-A hasta ME-T4,5. Subyace a la Formación Oficina, marcando la transgresión del Oligoceno y el desarrollo de la Cuenca Oriental de Venezuela durante el Oligoceno Medio y el Mioceno Inferior.

Las secuencias de arenas ME-A a ME-MI se caracteriza por presentar mayormente areniscas cuarzo-cristalinas, beige-marrón claro, de grano fino a muy fino, subredondeada a subangular, matriz arcillosa, cemento silicio, con inclusiones de carbón, cuarzo libre y con algunas intercalaciones de lutitas. La secuencia estratigráfica comprendida entre ME-M2 y ME-S5 esta constituida mayormente por areniscas beige-gris claro, grano medio a fino, subredondeado, friable, matriz arcillosa, cemento silicio, microcarbonosa, cuarzo libre. Entre ME-S6 y ME-T1 las areniscas son gris oscuro beige, grano fino a medio, subredondeado, friable, matriz arcillosa, cemento silicio, cuarzo libre y también carbón. En la base de la Formación Merecure desde ME-T1 hasta ME-T4,5, la sección se caracteriza por areniscas marrón claro-beige, grano fino a medio, subredondeado a redondeado, matriz arcillosa, cemento calcáreo, cuarzo libre, e intercalación de lutitas y carbón.

Formación Vidoño (Paleoceno).

Características: La Formación Merecure suprayace discordantemente a la Formación Vidoño, la cual comprende ambientes desde transicional a

batial superior, registrándose la máxima inundación marina en el área para este período. La litología predominante se caracteriza por presentar Lutita gris claro, marrón claro, laminar, moderadamente dura, en parte limosa, microcarbonosa, micropirítica, no calcárea, intercalada con arenisca de grano fino a medio.

Formación San Juan (Cretáceo Superior-Terciario Inferior).

Características: La formación es esencialmente un gran lente de arena fina en forma de cuña, gruesa hacia el Sur de 1800 pies de espesor. Pero se adelgaza e interdigital hacia el norte con el desarrollo lutítico de la Formación Vidoño. Está constituida por tres arenas principales: SJ-A, SJ-B y SJ-C, las cuales presentan escasas intercalaciones de lutitas, con matriz arcillosa y cemento silicio. [6]

EDAD	FORMACIÓN	DESCRIPCIÓN	
MIOCENO INFERIOR - MEDIO	OFICINA	Lutitas y areniscas alternadas, limolitas y lignitos Los cuerpos de arena son: Canales, barras y lentes.	BLANCO
			AZUL
			MORENO
			NARANJA
			VERDE
			AMARILLO
			COLORADO
OLIGOCENO	MERECURE	Areniscas masivas y lutitas carbonícas delgadas	MEA/MT 4, 5
CRETÁCEO	VIDOÑO	Lutitas con areniscas locales glauconíticas	VIDOÑO
	SAN JUAN	Areniscas duras grises de grano fino a medio.	SJ-A /SJ-C
	TEMBLADOR		TEMBLADOR

Figura 2.4. Columna Estratigráfica del Campo Santa Rosa. ^[6]

2.5 DEFINICIÓN DE ARCILLA

Las arcillas son cualquier sedimento o depósito mineral que es plástico cuando se humedece y que consiste de un material granuloso muy fino, formado por partículas muy pequeñas cuyo tamaño es inferior a 4 micras, y que se componen principalmente de silicatos de aluminio hidratados (micra es la diezmilésima parte de un centímetro o sea la dimensión aproximada de los microbios comunes).

Sin embargo el término arcilla posee muchas definiciones y se usa habitualmente con diferentes significados dependiendo del área de trabajo:

Desde el punto de vista mineralógico, engloba a un grupo de minerales (minerales de la arcilla), filosilicatos en su mayor parte, cuyas propiedades físico - químicas dependen de su estructura y de su tamaño de grano, muy fino (inferior a 2 mm).

Desde el punto de vista petrológico, la arcilla es una roca sedimentaria, en la mayor parte de los casos de origen detrítico, con características bien definidas.

Para un sedimentólogo, arcilla es un término granulométrico, que abarca los sedimentos con un tamaño de grano inferior a 2 mm.

Se menciona en las definiciones precedentes que la arcilla es un silicoaluminato hidratado, es decir que desde el punto de vista químico está compuesta de silicio (Si), aluminio (Al), oxígeno (O) e hidrógeno (H), es decir, esta familia de minerales, los silicatos forman el árbol genealógico de las arcillas. [7]

2.5.1 Tipos de Arcillas

Las arcillas autigénicas las cuales son silicatos de aluminio hidratado que se forman por sedimentos durante y después de la sedimentación.

La arcilla que existe naturalmente tiene una estructura apilada o estratificada, en la cual cada capa unitaria tiene un espesor de

aproximadamente 10 Angstrom (Å). Esto significa que cada milímetro de espesor consta de aproximadamente un millón de capas de arcilla. Cada capa de arcilla, es altamente flexible, muy fina, y tiene un área superficial enorme. Se puede considerar que una partícula individual de arcilla es algo parecido a una hoja de papel o un trozo de celofán.

En sistemas de agua, las capas absorben el agua y se hinchan hasta el punto en que las fuerzas que las mantienen unidas se debilitan y las capas individuales pueden separarse de los paquetes. La separación de estos paquetes en múltiples capas se llama dispersión. Este aumento del número de partículas, junto con el aumento resultante del área superficial, causa el espesamiento de la suspensión. Las arcillas son generalmente del tipo de dos capas como la caolinita o del tipo de tres capas como la montmorillonita, la clorita o la illita. Cada partícula de arcilla laminar se compone de un apilamiento de capas unitarias paralelas. Cada capa unitaria consta de una combinación de hojas de sílice dispuestas tetraédricamente (en pirámide) y hojas de alúmina o magnesia dispuestas octaédricamente (ocho caras). Las arcillas de tres capas se componen de capas unitarias constituidas por dos hojas tetraédricas de cada lado de una hoja octaédrica, en cierto modo como un emparedado. (Figura 2.3). Las arcillas de dos capas se componen de capas unitarias constituidas por una hoja tetraédrica y una hoja octaédrica. Las arcillas pueden ser eléctricamente neutras o estar cargadas negativamente. [7]

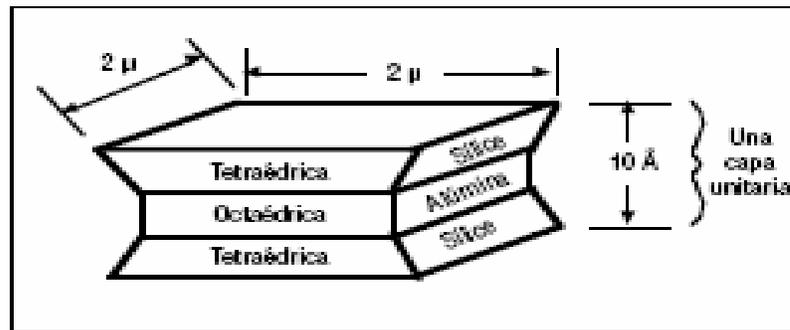


Figura 2.5. Partícula de Montmorillonita Idealizada. [7]

2.5.1.1 Arcillas Montmorilloníticas (Arcillas de Tres Capas)

Si se sustituye un átomo de aluminio (Al^{3+}) por un solo átomo de magnesio (Mg^{2+}) en la estructura reticular (disposición de los átomos), esta tendrá un electrón excedente o una carga negativa. Figura 2.4 La carga negativa neta es compensada por la adsorción de cationes (iones positivos) en las superficies de la capa unitaria, tanto en las superficies interiores como en las superficies exteriores del apilamiento. Los cationes que se adsorben en las superficies de las capas unitarias pueden ser cambiados por otros cationes y se llaman los cationes intercambiables de la arcilla. La cantidad de cationes por peso unitario de la arcilla se mide y se registra como capacidad de intercambio catiónico (CEC). El catión puede ser un ión de simple carga como el sodio (Na^+) o un ión de doble carga como el calcio (Ca^{2+}) o el magnesio (Mg^{2+}). De este modo, tenemos montmorillonita sódica, montmorillonita cálcica y/o montmorillonita magnésica. Aunque la bentonita de Wyoming esté generalmente definida como montmorillonita sódica, el calcio y el magnesio intercambiables pueden constituir de 35 a 67 % de la capacidad total de intercambio.^[1] La propiedad más típica de las montmorillonitas es la capacidad de hinchamiento entre capas (hidratación) con el agua. Figuras 2.1, 2.2 y 2.5

negativa neta de la red que resulta de estas sustituciones, mediante los iones potasio compensadores, es generalmente mayor que la carga de la Montmorillonita, pudiendo ser hasta una vez y media más grande que ésta. [2]

Entre los minerales arcillosos 2:1, la esmectita, illita, y capas mixtas de illita y esmectita son encontradas durante la perforación de formaciones de lutita, causando frecuentemente distintos problemas relacionados con la estabilidad del pozo y el mantenimiento del fluido de perforación. [7]

2.5.1.3 Cloritas (Arcillas de Tres Capas)

Las cloritas están estructuralmente relacionadas con las arcillas de tres capas. Las cloritas no se hinchan en su forma pura, pero puede hacerse que hinchen ligeramente al ser modificadas. En estas arcillas, los cationes compensadores de carga entre las capas unitarias de tipo Montmorillonita son reemplazados por una capa de hidróxido de magnesio octaédrico, o brucita. (Figura 4). Esta capa tiene una carga positiva neta debido a la sustitución de ciertos Mg^{2+} por Al^{3+} en la capa de brucita. Las cloritas se encuentran frecuentemente en antiguos sedimentos marinos enterrados a grandes profundidades, y normalmente no causan ningún problema importante a menos que estén presentes en grandes cantidades. La capacidad de intercambio catiónico de la clorita varía de 10 a 20 meq/100 g, principalmente debido a los enlaces rotos. La distancia entre capas de clorita suele ser de aproximadamente 14 Å. La clorita también puede formar arcillas de capas mixtas con otros minerales arcillosos tales como la esmectita. La arcilla resultante de capas mixtas tendría las propiedades de ambos tipos de minerales arcillosos. [7]

2.5.1.4 Caolinitas (Arcillas de dos Capas)

La caolinita es una arcilla no hinchable cuyas capas unitarias están fuertemente ligadas mediante enlaces de hidrógeno. Esto impide la expansión de la partícula, porque el agua no es capaz de penetrar en las capas. La caolinita no contiene cationes entre capas ni tiene cargas superficiales porque no se produce casi ninguna sustitución en las hojas tetraédricas u octaédricas. Sin embargo, algunas pequeñas cargas pueden resultar de los enlaces rotos o las impurezas. Por lo tanto, la caolinita tiene una capacidad de intercambio catiónico relativamente baja (de 5 a 15 meq/100 g). La caolinita se encuentra comúnmente como componente menor a moderado (5 a 20 %) de las rocas sedimentarias tales como las lutitas y las areniscas. La Figura 4 presenta una comparación esquemática de las diferentes estructuras de las arcillas.^[7]

2.5.2 QUÍMICA DE ARCILLAS

Los minerales arcillosos son minerales de silicato alumínico de granos finos que tienen microestructuras bien definidas. En la clasificación mineralógica, los minerales arcillosos están clasificados como silicatos estratificados porque la estructura dominante se compone de capas formadas por capas de sílice y alúmina. Cada capa consta de una estructura laminar y delgada, llamada capa unitaria.

La mayoría de los minerales arcillosos tienen una morfología laminar. Según las unidades repetidas de la estructura, los minerales arcillosos también se pueden clasificar de acuerdo a la relación de capas de sílice a capas de alúmina, tal como 1:1, 2:1 y 2:2, además de si estos minerales arcillosos son estratificados o en forma de aguja.

En la industria de fluidos de perforación, ciertos minerales arcillosos tales como la esmectita, uno de los principales componentes de la bentonita, son usados para proporcionar viscosidad, estructura de gel y control de filtrado. Las arcillas de la formación se incorporan inevitablemente en el sistema de fluido de perforación durante las operaciones de perforación y pueden causar varios problemas. Por lo tanto, los minerales arcillosos pueden ser beneficiosos o dañinos para el sistema de fluido.

El término bentonita se usa para describir la montmorillonita sódica explotada comercialmente (la cual constituye una forma de esmectita) que se usa como aditivo para el fluido de perforación. Debido a sus pequeños tamaños de partículas, las arcillas y los minerales arcillosos son analizados con técnicas especiales tales como la difracción de rayos X, la absorción infrarroja y la microscopía electrónica. La Capacidad de Intercambio Catiónico (CEC) CATION EXCHANGE CAPACITY, la adsorción de agua y el área superficial son algunas de las propiedades de los minerales arcillosos que suelen ser determinadas para lograr una mejor caracterización de los minerales arcillosos y minimizar los problemas de perforación y estimulación de pozos. [8]

2.5.3 Propiedades Físico-Químicas de las Arcillas

2.5.3.1 Superficie Específica

La superficie específica o área superficial de una arcilla se define como el área de la superficie externa más el área de la superficie interna (en el caso de que esta exista) de las partículas constituyentes, por unidad de masa, expresada en m^2/g . [8]

Las arcillas poseen una elevada superficie específica, muy importante para ciertos usos industriales en los que la interacción sólido-fluido depende directamente de esta propiedad.

A continuación se muestran algunos ejemplos de superficies específicas de arcillas:

- Caolinita de elevada cristalinidad hasta 15 m²/g
- Caolinita de baja cristalinidad hasta 50 m²/g
- Halloisita hasta 60 m²/g
- Illita hasta 50 m²/g
- Montmorillonitas 80-300 m²/g
- Sepiolita 100-240 m²/g
- Paligorskita 100-200 m²/g

2.5.3.2 Capacidad de Intercambio Catiónico

Los cationes compensadores que se adsorben en la superficie de la capa unitaria pueden ser cambiados por otros cationes y se llaman los cationes intercambiables de la arcilla. La cantidad de cationes por peso unitario de la arcilla es medida y registrada como la CEC (capacidad de intercambio catiónico).^[8]

La CEC está expresada en miliequivalentes por 100 g de arcilla seca (meq/100 g). La CEC de la montmorillonita está comprendida dentro del rango de 80 a 150 meq/100 g de arcilla seca. La CEC de las illitas y cloritas es de aproximadamente 10 a 40 meq/100 g, y la CEC de las caolinitas es de aproximadamente 3 a 10 meq/100 g de arcilla.

La Prueba de Azul de Metileno (MBT) MYTILENE BLUE TEST, es un indicador de la CEC aparente de una arcilla. Cuando se realiza esta prueba sobre un fluido, se mide la capacidad total de intercambio de azul de metileno de todos los minerales arcillosos presentes en el fluido. Normalmente se registra la Capacidad de Azul de Metileno (MBC) MYTILENE BLUE CAPACITY, como cantidad equivalente de bentonita de Wyoming requerida para obtener esta misma capacidad. [8]

2.5.3.3 Capacidad de Absorción

Algunas arcillas encuentran su principal campo de aplicación en el sector de los absorbentes ya que pueden absorber agua u otras moléculas en el espacio interlaminar (esmectitas) o en los canales estructurales (sepiolita y Paligorskita). La capacidad de absorción está directamente relacionada con las características texturales (superficie específica y porosidad) y se puede hablar de dos tipos de procesos que difícilmente se dan de forma aislada: absorción (cuando se trata fundamentalmente de procesos físicos como la retención por capilaridad) y adsorción (cuando existe una interacción de tipo químico entre el adsorbente, en este caso la arcilla, y el líquido o gas adsorbido, denominado adsorbato). [8]

La capacidad de adsorción se expresa en porcentaje de adsorbato con respecto a la masa y depende, para una misma arcilla, de la sustancia de que se trate. La absorción de agua de arcillas absorbentes es mayor del 100 % con respecto al peso.

2.5.3.4 Hidratación e Hinchamiento

La hidratación y deshidratación del espacio interlaminar son propiedades características de las esmectitas, y cuya importancia es crucial en los diferentes usos industriales. Aunque hidratación y deshidratación ocurren con independencia del tipo de catión de cambio presente, el grado de hidratación sí está ligado a la naturaleza del catión interlaminar y a la carga de la lámina.^[8]

2.5.3.5 Plasticidad

La plasticidad es la propiedad mecánica de un material, biológico o de otro tipo, de deformarse permanentemente e irreversiblemente cuando se encuentra sometido a tensiones por encima de su rango elástico, es decir, por encima de su límite elástico.^[8]

Las arcillas son eminentemente plásticas. Esta propiedad se debe a que el agua forma una envuelta sobre las partículas laminares produciendo un efecto lubricante que facilita el deslizamiento de unas partículas sobre otras cuando se ejerce un esfuerzo sobre ellas.

La elevada plasticidad de las arcillas es consecuencia, nuevamente, de su morfología laminar, tamaño de partícula extremadamente pequeño (elevada área superficial) y alta capacidad de hinchamiento.

2.5.3.6 Tixotropía

Es la capacidad que tiene los fluidos de desarrollar con el tiempo una resistencia gel.^[8]

Las arcillas tixotrópicas cuando son amasadas se convierten en un verdadero líquido. Si, a continuación, se las deja en reposo recuperan la cohesión, así como el comportamiento sólido. Para que una arcilla tixotrópica muestre este especial comportamiento deberá poseer un contenido en agua próximo a su límite líquido. Por el contrario, en torno a su límite plástico no existe posibilidad de comportamiento tixotrópico.

2.5.4 Estados de Asociación de las Partículas de Arcilla

2.5.4.1 Floculación

La floculación es un proceso químico mediante el cual, con la adición de sustancias denominadas floculantes, se aglutinan las sustancias coloidales presentes en el agua, facilitando de esta forma su decantación y posterior filtrado.^[8]

Las partículas coloidales se mantienen indefinidamente en suspensión debido a su tamaño extremadamente pequeño. Cuando están suspendidas en agua pura, no pueden aglomerarse debido a la interferencia entre las capas dobles altamente difusas: al añadir un electrolito, estas capas son comprimidas y mientras más cantidad de electrolitos se añade, mayor será el acercamiento entre estas partículas debido al predominio de las fuerzas atractivas, produciendo un aglomeramiento de las mismas. Las partículas se unen cara-arista y/o arista-arista (Figura 2.6). En este estado se incrementa la asociación cara-borde entre las partículas, produciéndose una alta viscosidad y un descontrol en la pérdida de filtrado (alta).

2.5.4.2 Agregación

Antes de ser hidratada, la arcilla consta de un gran número de capas agrupadas. Al entrar en contacto con el agua, las capas se hidratan hasta que las fuerzas que las mantienen juntas se debilitan. Las partículas están agrupadas cara a cara (Figura 2.6) y pueden ser separadas por agitación mecánica, por hidratación y por dispersión. En consecuencia la viscosidad y resistencia de gel disminuyen.^[8]

2.5.4.3 Dispersión

Cuando la fuerza de atracción entre las partículas se debilita por entrada de agua, estas tienden a separarse individualmente. Las caras cargadas de forma negativa se atraen con los bordes de las caras positivas. Es característica principal de este proceso el aumento de viscosidad y de la resistencia gel del lodo debido al aumento en el número de partículas y al área de superficie (Figura 2.6).^[8]

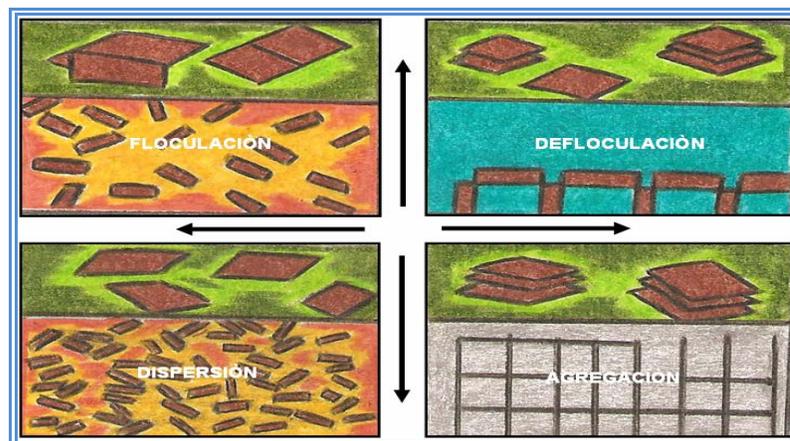


Figura. 2.8 Estado de asociación de las partículas de arcilla.

2.5.4.4 Defloculación

Separación de partículas de arcilla por neutralización de las cargas eléctricas por los lignosulfonatos y lignitos. Las partículas pueden separarse individualmente o en grupos de dos o tres unidades (Figura 2.6).^[8]

2.6 Perforación

Es la operación mediante la cual se tiene acceso a los yacimientos de petróleo, con la finalidad de extraer los crudos. El objetivo de la perforación es la construcción de un hoyo que comunique la superficie con las secciones del subsuelo donde se encuentre el petróleo. Actualmente, el método de perforación de uso es la perforación rotatoria.^[5]

2.6.1 Fluido de Perforación

Es aquel empleado en la perforación rotatoria para desempeñar funciones específicas durante la perforación. El término “fluido” incluye a líquidos, gases o mezclas de estos. El fluido de perforación es un líquido y se le denomina también lodo de perforación, comúnmente puede estar constituido por una mezcla de agua (o petróleo o una emulsión de agua y de petróleo), alguna arcilla (viscosificante y reductor natural de filtrado) y otros aditivos químicos. Los fluidos bien sea gases o líquidos, se hacen circular hacia abajo por la sarta de perforación y ascienden por el espacio anular. Dichos fluidos deben poseer determinadas propiedades de acuerdo a la formación a perforar.^[5]

2.6.2 Funciones de los Fluidos de Perforación

- Remover y transportar el ripio del fondo del hoyo o pozo hacia la superficie.
- Enfriar y lubricar la barrena y la sarta de perforación.
- Cubrir la pared del hoyo con un revoque liso, delgado, flexible e impermeable.
- Controlar las presiones de la formación atravesadas.
- Mantener en suspensión, el ripio y el material densificante cuando se interrumpe la circulación.
- Soportar, por flotación , parte del peso de la sarta de perforación y de la tubería de revestimiento, durante su inserción en el hoyo
- Mantener en sitio y estabilizada las paredes del hoyo, evitando derrumbes.
- Facilitar la máxima obtención de información deseada acerca de las formaciones perforadas.
- Transmitir potencia hidráulica a la barrena.^[5]

2.6.3 Propiedades Básicas de los Fluidos de Perforación

Durante la perforación de un pozo es de suma importancia el control de las propiedades físicas y químicas de los fluidos de perforación, con la finalidad de que el fluido cumpla con sus funciones y trabaje eficazmente. Entre estas propiedades podemos nombrar: ^[4]

Densidad del Fluido: Peso por unidad de volumen generalmente se le da el nombre del peso del fluido y esta expresado en libras por galón (lpg). La prevención y control del influjo de fluidos desde la formación al pozo, permite que el proceso de perforación sea llevado a cabo de una forma

segura. El peso o densidad del fluido debe ser suficiente para contener el o los fluidos de la formación, pero su valor no debe ser demasiado alto como para fracturar la formación y originar pérdidas de circulación.

2.7 Tipos de fluidos

2.7.1 Fluidos de base acuosa

Generalmente, son fluidos de perforación modificados; salmueras, emulsiones, agua dulce, o fluidos especialmente diseñados con diferentes propósitos (empaque, pérdida de circulación y otros).

En la actualidad, el uso de los fluidos de perforación, aún modificados, no es una práctica común en los trabajos de rehabilitación, ya que debido al alto contenido de sólidos ocasionan daños a la formación productora. Las salmueras son las más utilizadas, dado que no contienen sólidos insolubles; por consiguiente no ponen ningún material de control de pérdida de fluido.

2.7.2 Fluidos de base aceite

Estos fluidos tienen por fase continua un aceite, que puede ser diesel, crudos, aceites minerales y sintéticos. Cuando existe una fase discontinua formada por agua, se denomina lodo invertido y debe contener agentes emulsificantes para lograr la homogeneidad.

2.7.3 Fluidos aireados

Son aquellos el cual una de sus fases está compuesta por un gas. Se utilizan para hacer trabajos en zonas de bajas presiones anormales.

2.8 Propiedades Reológicas

➤ **Viscosidad de Embudo:** Resistencia interna que ofrece un fluido a fluir. Para las mediciones de viscosidad se emplea el embudo de Marsh que mide la viscosidad del fluido en un tiempo medido. Es el número de segundos requeridos para que un cuarto de galón (946 ml) de fluido pase a través de un tubo de 3/16 pulgadas, colocado a continuación de un embudo de 12 pulgadas de largo. El valor resultante es un indicador cualitativo de la viscosidad del fluido. ^[5]

➤ **Viscosidad Plástica (VP):** Resistencia del fluido a fluir, causada principalmente por la fricción mecánica entre las partículas suspendidas y por la viscosidad de la fase fluida. Es afectada por la concentración, tamaño y forma de las partículas sólidas suspendidas en el fluido. Existen tres formas de controlar las concentraciones de los sólidos perforados: Dilución, sedimentación y control mecánico de los mismos. La unidad utilizada para su medición es el centipoise y se obtiene utilizando un Viscosímetro de Fann tomando la lectura de 600 RPM y restándole la de 300 RPM. ^[5]

$$VP = L600 - L300$$

Donde:

L600: Lectura en el Viscosímetro a 600 RPM

L300: Lectura en el Viscosímetro a 300 RPM

(Ec-1)

➤ **Punto cedente (PC):** Resistencia de un fluido a fluir, causada por las fuerzas de atracción entre las partículas, producto de la interacción de las capas eléctricas sobre la superficie de las partículas dispersas en la

fase fluida del fluido, la cantidad de sólidos y la concentración iónica de las sales contenidas en la fase fluida del fluido. Valores altos de punto cedente pueden tener varias causas: presencia de contaminantes como sal, cemento o anhidrita, pueden provocar la floculación de la arcilla. Al igual que la viscosidad plástica, se obtiene utilizando un Viscosímetro Fann y no es más que la lectura a 300 RPM menos el valor de viscosidad plástica. [5]

PC= L300-VP

Donde:

L300: Lectura en el Viscosímetro a 300 RPM

VP: Viscosidad Plástica

(Ec-2)

➤ **Fuerza de Gel:** El fluido debe poseer características tixotrópicas que le permitan desarrollar una estructura de gel rígida o semi-rígida durante periodos de reposo, con la finalidad de poder cumplir con las funciones primordiales del fluido de perforación como es la suspensión de sólidos indeseables cuando se esté realizando un viaje de tubería. [5]

2.8.1 Presión Hidrostática

Es la presión ejercida por el peso (densidad) de la columna estática del fluido, que puede ser líquido, gaseoso o complejo, sobre cualquier punto de un pozo; a cualquier profundidad es igual en todas las direcciones y puede ser calculada matemáticamente con la siguiente ecuación: [5]

Ph (lpc) =0,052xDlxTVD

(Ec-3)

Donde:

DI= Densidad del fluido (lb/gal)

TVD= Profundidad vertical verdadera de interés (pies)

El gradiente de presión hidrostática es la variación de la presión por unidad de profundidad o longitud se expresa en Lpc/pie. Puede ser calculado de la siguiente manera:

$$G(\text{lpc/pie}) = 0,052Xdi$$

(Ec-4)

La presión hidrostática es la principal fuente de presión de pozo. La condición ideal sería mantener la presión hidrostática igual a las presiones de formación. Esto ejerce un efecto positivo sobre la velocidad de penetración y evita el aprisionamiento diferencial de la sarta. ^[5]

CAPÍTULO III.

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1 Describir los problemas operacionales ocasionados por las arcillas en los hoyos superficiales de los pozos construidos en el campo Santa Rosa

La información de los pozos del campo en estudio, es de suma importancia a la hora de realizar curvas de rendimiento de perforación en función del tiempo de un pozo, esto para prevenir los costos excesivos a la hora de perforar un pozo, es por ello que estos datos o parámetros son considerados relevantes en cualquier planificación de pozo.

Inicialmente se contó para la investigación con 30 pozos de los cuales se descartaron siete (7) debido a que no cumplían con los parámetros que se requieren para esta investigación, problemas operacionales que son causados por la presencia de arcillas a no más 1000 pies de profundidad, quedando así 23 pozos en estudio los cuales se destacan en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Pozos Suministrados por PDVSA GAS Anaco

CONTRATISTA	Nº POZOS	TALADRO
PDVSA	RG-233	CPV-20
PETROLOG	RG-234	PGW-60
PETROLOG	RG-237	PGW-60
HP	RG-231	HP-127
PETROLOG	RG-235	PGW-58
PDVSA	RG-236	CPV-20

Tabla 3.1 Pozos Suministrados por PDVSA GAS Anaco (continuación)

CONTRATISTA	N° POZOS	TALADRO
PETROLOG	RG-232	PGW-61
PETROLOG	RG-238	PGW-58
CLIFFS DRILLING COMPANY	RG-239	CLIFFS- 40
PETROLOG	RG-240	PGW-60
CNPC	RG-241	GW-68
CLIFFS DRILLING COMPANY	RG-242	CLIFFS- 40
CNPC	RG-243	GW-60
CNPC	RG-244	GW-58
CLIFFS DRILLING COMPANY	RG-245	CLIFFS- 40
SANTA FE DRILLING	RG-246	SANTA FE- 119
CNPC	RG-247	GW-60
CLIFFS DRILLING COMPANY	RG-248	CLIFFS- 40
SANTA FE DRILLING	RG-249	SANTA FE- 119
CNPC	RG-250	
CLIFFS DRILLING COMPANY	RG-251	CLIFFS- 40
CNPC	RG-252	
PRIDE	RG-253	PRIDE-319

Tabla 3.1 Pozos Suministrados por PDVSA GAS Anaco (continuación)

CONTRATISTA	N° POZOS	TALADRO
CLIFFS DRILLING COMPANY	RG-254	CLIFFS-40
PRECISION DRILLING	RG-255	PRECISION- 119
CNPC	RG-256	GW-58
CNPC	RG-257	
CNPC	RG-258	GW-57
CNPC	RG-259	GW-58
CNPC	RG-260	GW-68

Para describir los problemas ocasionados por las arcillas en los pozos estudiados del Campo Santa Rosa fue necesario conocer los problemas encontrados en los mismos, mediante los registros o carpetas de cada pozo, y allí se revisaron las diferentes operaciones realizadas en cada pozo y en cada fase de la perforación. Esto anticipa la posibilidad de encontrar los problemas operacionales de perforación causados por las arcillas; por lo que el origen de las propiedades del Campo bien sea litológicas, geológicas, presencia de agua, zonas presurizadas etc.; van de la mano en la propagación de estas incidencias.

Estos 23 pozos que presentan problemas operacionales vistos en la tabla 3.2 por las arcillas en su diferente diámetro perforados y reflejando, obstrucción en el *flow line*, taponamiento en el tubo campana, hinchamiento de las arcillas y embolamiento de la mecha por las arcillas. Existiendo pozos enmarcados que presentaron más de un inconveniente por causa de las arcillas en el periodo de perforación.

Tablas 3.2 Problemas Operacionales Ocurridos por Pozos

POZOS RG	PROBLEMAS
0231	<p data-bbox="743 527 1122 611">HINCHAMIENTO DE LAS ARCILLAS</p> <p data-bbox="899 638 967 667">13%</p>
0246	
0254	
0232	<p data-bbox="716 974 1154 1058">TAPONAMIENTO DEL <i>FLOW</i> <i>LINE</i></p> <p data-bbox="899 1085 967 1115">74%</p>
0233	
0234	
0240	
0242	
0243	
0246	
0247	
0248	
0249	
0250	
0251	
0252	
0253	
0256	
0257	
0259	

**Tablas 3.2 Problemas Operacionales Ocurridos por Pozos
(Continuación)**

POZOS RG	PROBLEMAS
0234	EMBOLAMIENTO DE LA MECHA POR LAS ARCILLAS 34%
0235	
0236	
0242	
0247	
0249	
0252	
0251	TAPONAMIENTO DEL TUBO CAMPANA 22%
0252	
0253	
0255	
0260	

La posibilidad de identificar los problemas operacionales de perforación relacionados con las arcillas presentes, arrastres, embolamiento del ensamblaje de fondo (BHA), específicamente en la mecha de perforación, derrumbes entre otros, lo que implica tomar en cuenta este historial de problemas a la hora de realizar el estudio técnico económico que acarrea dichos problemas a los pozos candidatos del Campo en estudio para ser minimizados e implementar un plan de operación sin riesgo alguno.

El análisis se fundamentó en la revisión de los Reporte de Sumario de Operaciones de perforación suministrados por PDVSA, en el cual se observó todos y cada una de las experiencias desde el inicio de la perforación de los pozos mencionados para cumplir con dicho objetivo obteniendo solo 23 pozos que cumplieron con los objetivos requeridos para el desarrollo planteado en dicho análisis descartando 7 pozos los cuales no presentaron anomalías en las arcillas superficiales de dicho campo exceptuando el RG-0238 que fue abandonado porque el pozo fluía sin control.

3.2 Estudiar los diferentes tipos de lodos usados en los hoyos superficiales perforados en el Campo Santa Rosa del Distrito Gas Anaco

Los tipos de fluidos de perforación utilizados en los diferentes pozos forma parte del buen acarreo que proporciona a las arcillas hasta superficie y para llegar a cumplir sus funciones durante las etapas de perforación de un pozo, es decir es necesario a la hora de dar especificaciones técnicas y propiedades de los fluidos de perforación para ser utilizados en la zona superficial y acuíferas además de evitar el embolamiento y seguidamente la obstrucción en el *flow line* que pueden imponerle el mayor tiempo de pérdida en las operaciones de perforación.

El fluido de perforación también juega un papel importante a la hora de planificar un pozo, para los pozos seleccionados se les determinó una densidad promedio en las fase de perforación estimada a partir de los diferentes diámetros, que van desde veintiséis (26) pulgadas hasta doce (12) pulgadas de diámetro, como referencia del comportamiento del Campo Santa Rosa.

En los 23 pozos analizados se observó la presencia de un 95% de Lignosulfonato (de distintas densidades) y un 5% de lodos semi-disperso con una densidad de 12.5 lpg el cual se pueden observar especificada en la tabla 3.3 para cada pozo.

Tabla 3.3 Pozos seleccionados mechas vs. Densidad del lodo

POZOS SELECCIONADOS MECHAS Vs. DENSIDAD DEL LODO				
Pozo RG	Mechas (Plg)	Densidad y tipo del lodo (lpg)	Tiempo (Horas)	Problemas
0231	12 ¼	12,3 lignosulfonatos	4,5	Hinchamiento de arcillas, sacando tubería presentándose BHA y mechas 100% emboladas por arcillas una vez bajando revestidor se quedaron 8 tubos de revestidores en el hoyo reportando caída de presión.
0232	12 ¼	12,3 lignosulfonatos	1	Taponamiento del flow line con arcillas 80% emboladas
0233	12 ¼	12,3 lignosulfonatos	1/2	Taponamiento del flow line
0234	12 ¼	12,5 lignosulfonatos	7	Problemas con arcilla ocasionando Taponamiento del flow line y embolamiento de la tubería. A 998 ft se observo taponamiento del flow line.
0235	12 ¼	12,5 lignosulfonatos	5	A las profundidades de 879 ft se observó arrastres puntuales, mechas y estabilizadores embolados por arcilla

**Tabla 3.3 Pozos seleccionados mechas vs. Densidad del lodo
(Continuacion)**

POZOS SELECCIONADOS MECHAS Vs. DENSIDAD DEL LODO				
Pozo RG	Mechas (Plg)	Densidad y tipo del lodo (lpg)	Tiempo (Horas)	Problemas
0236	12 ¹ / ₄	12,5 lodo semi- disperso	1/2	se observó arrastres puntuales, mechas y estabilizadores embolados por arcilla
0240	12 ¹ / ₄	13,5 lignosulfonatos	2	Taponamiento del flow line bote de lodo por el tubo campana.
0242	12 ¹ / ₄	12,5 lignosulfonatos	6,5	Paro perforación por Taponamiento del flow line con arcilla plástica y mecha embolada. suspendió perforación por taponamiento del conductor También se limpió mechas y estabilizadores 26 in y conductor de 30 in emboladas con arcillas plásticas. Desde 1140 ft circulo por bote de lodo, el flow line lleno de arcilla. A 1368 ft paro perforación circulo y limpio distribuidor de flujo tapados por arcilla.
0243	12 ¹ / ₄	12,5 lignosulfonatos	7	Taponamiento flow line, taponamiento del diversificado de flujo.

**Tabla 3.3 Pozos seleccionados mechas vs. Densidad del lodo
(Continuacion)**

POZOS SELECCIONADOS MECHAS Vs. DENSIDAD DEL LODO				
Pozo RG	Mechas (Plg)	Densidad y tipo del lodo (lpg)	Tiempo (Horas)	Problemas
0246	12 ^¼	12,5 lignosulfonatos	5	Líneas del flow line y boca del pozo taponados por arcillas, exceso de presencia de arcillas se observó taponamiento de mayas.
0247	12 ^¼	12,5 lignosulfonatos	9	Taponamiento del flow line, distribuidor de flujo, mechas near bit y estabilizadores 100 % embolados con arcillas.
0248	12 ^½	13 lignosulfonatos	2 ^½	Taponamiento del flow line, abundancia de arcilla
0249	12 ^¼	12,5 lignosulfonatos	3 ^{1/2}	Taponamiento del flow line, mechas y estabilizadores 100 % embolados con arcillas.
0250	12 ^¼	12,5 lignosulfonatos	6	Taponamiento del flow line.
0251	12 ^¼	12,5 lignosulfonatos	3 ^{1/2}	Se observo gran cantidad de arcilla que provoco Taponamiento del flow line, y tubo campan.
0252	17 ^½	12,5 lignosulfonatos	6 ^½	Tubo campan y flow line taponados con arcillas mechas 100 % embolados con arcillas.
0253	17 ^½	13,5 lignosulfonatos	0	Tubo campan y flow line taponados con arcillas en tiempos puntuales.

**Tabla 3.3 Pozos seleccionados mechas vs. Densidad del lodo
(Continuación)**

POZOS SELECCIONADOS MECHAS Vs. DENSIDAD DEL LODO				
Pozo RG	Mechas (Plg)	Densidad y tipo del lodo (lpg)	Tiempo (Horas)	Problemas
0254	12 ^¼	12,5 lignosulfonatos	2	Se observó bote de lodo por tubo campan por taponamiento de arcilla
0255	17 ^½	13,5 lignosulfonatos	6,5	Tubo campan taponados con arcillas
0256	12 ^¼	12,9 lignosulfonatos	4,5	Taponamiento del flow line, por presencia de arcillas.
0257	17 ^½	12,5 lignosulfonatos	2	Taponamiento del flow line, por presencia de arcillas.
0259	17 ^½	12,7 lignosulfonatos	3	Taponamiento del flow line, por presencia de arcillas.
0260	12 ^¼	12,5 lignosulfonatos	1 ^{1/2}	Taponamiento en la boca del pozo, por presencia de arcillas.

3.3 Analizar el impacto técnico económico de los problemas operacionales durante la construcción del hoyo superficial.

La importancia fundamental o más significativa de este objetivo es la posibilidad de reducir los problemas operacionales de perforación basándose en los costos diarios que esto genera, los equipos de perforación representan una tasa de costos diarios, desde que comienza la movilización de los equipos a la locación a perforar es por ello que se debe actuar con

precisión y prontitud para que los costos no sea excesivos a la hora de perforar un pozo más sin embargo los problema ocasionados en el inicio de las operaciones de perforación que es donde existen los problemas con las arcillas superficiales específicamente es el estudio aplicado.

El análisis se fundamentó en información suministrada por finanzas de operaciones de perforación de PDVSA, (durante entrevistas informales) en el cual se obtuvo una tasa de taladro a razón de 24 horas que se muestra en la tabla 3.4.

Tabla 3.4 Tasa Diaria de Taladro de Perforación.

TASA DIARIA	Dólares %	Bolívares %
102364,64	40	60

Los datos suministrados por PDVSA se ajustan y desglosa de la siguiente manera: 40% en dólares (\$), y 60% en bolívares (Bsf.) a todos y cada una de los pozo seleccionados como se desglosa en la tabla 3.5, los cuales representaron pérdida de tiempo de operación de perforación a causa de problemas con las arcillas presentes en los pozo desde el inicio de la perforación hasta 1000 pies de profundidad los cuales pueden detallarse en la tabla 3.6.

Tabla 3.5 Tasa Diaria de Taladro de Perforación.

Tasa Diaria	Dia	Tasa Diaria / dia
102364,64	24h	4.265,19 Bsf/h

Tabla 3.6 Tasa Diaria de Taladro de Perforación.

Pozos	Tiempo Perdido	40 % Dólares	60 % Bolívares
0231	4,5	1785,43	11516,02
0232	1,0	396,76	2559,12
0233	0,5	198,38	1279,56
0234	7,0	2777,34	17913,81
0235	5,0	1983,81	12795,58
0236	0,5	198,38	1279,56
0240	2,0	793,52	5118,23
0242	6,5	2578,95	16634,25
0243	7,0	2777,34	17913,81
0246	5,0	1983,81	12795,58
0247	9,0	3570,86	23032,04
0248	2,5	991,91	6397,79
0249	3,5	1388,67	8956,91
0250	6,0	2380,57	15354,70
0251	3,5	1388,67	8956,91
0252	6,5	2578,95	16634,25
0253	0,0	0,00	0,00
0254	2,0	793,52	5118,23
0255	6,5	2578,95	16634,25
0256	4,5	1785,43	11516,02
0257	2,0	793,52	5118,23
0259	3,0	1190,29	7677,35
0260	1,5	595,14	3838,67

3.4 Proponer una metodología para la perforación de los hoyos superficiales en el Campo Santa Rosa del Distrito Gas Anaco

Los pozos estudiados fueron enmarcados en 3 zonas Anexo B que abarcan la mayor cantidad de espacio de producción en el campo santa rosa considerandose una muestra representativa para su evaluación. Comparando los problemas operacionales ocurridos durante la perforación

hasta 1000 ft. Con el tipo de lodos usados para este proceso y la zona de ubicación de los pozos.

La metodología a utilizar de forma general para aplicar en los hoyos superficiales con presencia de arcillas y se desarrolló de la siguiente manera:

1. Ubicar pozos con problemas de pérdida de tiempo por problemas operacionales de perforación
2. Esquema mecánico de pozos y mechas de perforación utilizadas
3. Ubicar problemas operacionales por las arcillas presentes tomando en consideración el tiempo perdido y los costos de los mismos.
4. Identificación de los componentes del taladro de perforación donde ocurrieron los problemas operacionales.
5. Sugerir el uso de aditivos diversos que inhiban el hinchamiento de las arcillas.

CAPÍTULO IV.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1 Describir los problemas operacionales ocasionados por las arcillas en los hoyos superficiales de los pozos construidos en el campo Santa Rosa

Luego de revisar los 23 pozos, con el fin de evaluar los diferentes eventos superficiales (1000ft), se logró observar que dichos problemas se presentan en este Campo debido a las características geológicas por la presencia de arcillas hidrófila.

Los problemas operacionales más frecuentes en el campo santa rosa se encuentra el taponamiento del flow line, hinchamiento de las arcillas, embolamiento de las mechas y taponamiento del tubo campana. Todo esto se debe a la presencia de arcillas hidrófilas en las arenas causado por el agua dulce, lo cual genera que estas arcillas se hinchen hasta 10 veces por encima de su tamaño real.

En su mayoría se encontró que el principal problema ocasionado en la construcción de los pozos fue el taponamiento de flow line con un 74% de los pozos en estudio, esto es debido a que fueron utilizados tipos de lodo que no estuvieron inhibido a las arcillas hidratadas (arcillas gumbo).

Otro de los problemas que con más frecuencia se observó con un 34% fue el embolamiento de las mechas por arcillas, causado por el hinchamiento de las arcillas formando una capa adherida a los jets y conos de las mechas provocando un mal desempeño en la perforación.

El taponamiento del tubo campana con un 22% y el hinchamiento de las arcillas con un 13%, también fueron causantes de retraso en la hora de la perforación generando gran pérdida de tiempo, que de igual manera fue provocado por los lodos no inhibidos.

Por lo antes descrito estos problemas fueron clasificados por fase de perforación (**Apéndice A**), en la población seleccionada de pozos actualizados; la elección de pozos que presentaron problemas operacionales se realizó con el propósito de verificar cuales son los eventos actuales encontrados a medida que se va perforando la formación, y ser tomados como referencia al querer evaluar tecno económicamente el tiempo perdido ocasionados por las arcillas en las operaciones de perforación en los pozos candidatos o realizar un nuevo plan de perforación. A continuación se muestra un resumen de las operaciones y problemas encontrados en este estudio.

En la figura 4.2 se puede observar detalladamente los problemas operacionales presentados por cada pozo, donde los pozos 246 y 252 presentaron la mayor incidencia de problemas operacionales tres de los cuatros estudiados asociados por presencia de arcillas.

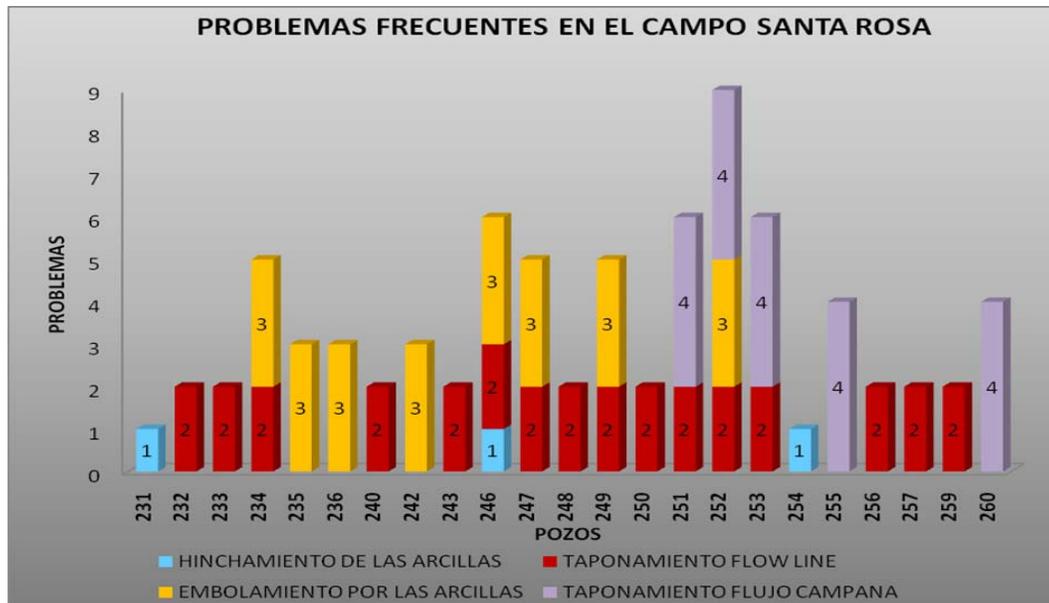


Figura 4.2. Problemas frecuentes en el Campo Santa Rosa.

4.2. Estudiar los diferentes tipos de lodos usados en los hoyos superficiales perforados en el Campo Santa Rosa del Distrito Gas Anaco.

La aplicación de los diferentes tipos de fluidos de perforación requiere de una serie de evaluaciones, la principal razón de este estudio es utilizar el fluido de perforación, lignosulfonatos con densidades desde 12.3 lpg hasta 13,5 lpg, por ser los más económicos y a la vez ser apropiado para las formaciones superficiales tal como es el caso de estudio. Químicamente el uso de estos fluidos de perforación es adecuado debido a las características de la formación a los niveles de estudio y para mantener en equilibrio las presiones hidrostáticas, debido a la alta influencia existente en las arenas superficiales por la presencia de gas acarreadas por inyecciones de recuperación mejorada que suben a la superficie.

La figura 4.2 muestra la distribución porcentual del uso de los lodos en los 23 pozos estudiados donde 95% de estos usan lodos de lignosulfonatos y solo 5% usa lodos semi-dispersos que a su vez también es un lodo base agua, representado por el pozo RG-236.

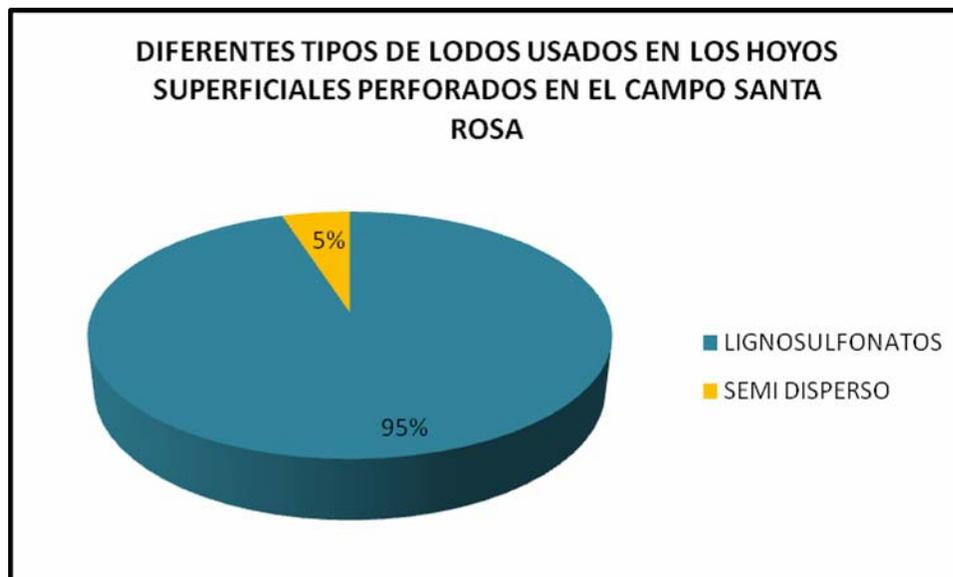


Figura 4.3. Diferentes tipos de lodos usados en el campo Santa Rosa.

4.3. Analizar el impacto técnico económico de los problemas operacionales durante la construcción del hoyo superficial.

La comparación visible con algunos costos entre los pozos en estudio se puede notar en la Figura (4.4) es preciso señalar la certeza que los 23 pozos presentaron pérdida de tiempo de perforación atribuido a las arcillas superficiales del campo Santa Rosa, el impacto técnico- económico en todos los aspectos debe considerarse a la hora de ser evaluado un proyecto de perforación. A pesar de que los costos de cada uno de los pozos fluctúen en función del tiempo parado en la perforación por problemas causados por las

arcillas, esos valores son considerados como válidos, ya que la diferencia de tiempo es significativa.



Figura. 4.4. Pérdida de Operaciones De Perforación en dólares.

Las pérdidas de tiempo expresadas en la figura 4.4 van desde 0,5 hasta 9 horas, el pozo RG-247 comenzó sus problemas al llegar a los 713ft al taponearse el flow line, después de tantos intentos sin éxito, se decide sacar el BHA hasta la superficie encontrando la mecha y estabilizadores 100% emboladas con una pérdida de tiempo de 5,5 horas; a los 986, 1016, 1113, 1281ft de igual manera obstrucción en el flow line reiterando 3,5 horas de perdida acotando que se observó mucho más problemas, ya que había abundante presencia de arcilla.

El RG-234 perforando a los 290ft presento taponamiento del flow line por arcilla, preparando 1450 Bls de lodo con un aumento de la densidad de 12,5lpg perdiendo 7 horas en el momento de la perforación; de igual manera

el pozo RG- 243 se encontró taponamiento del flow line a los 821ft al igual que en los 916ft provocando una gran pérdida de tiempo y dinero, debido a las arcillas presentes en ese hoyo

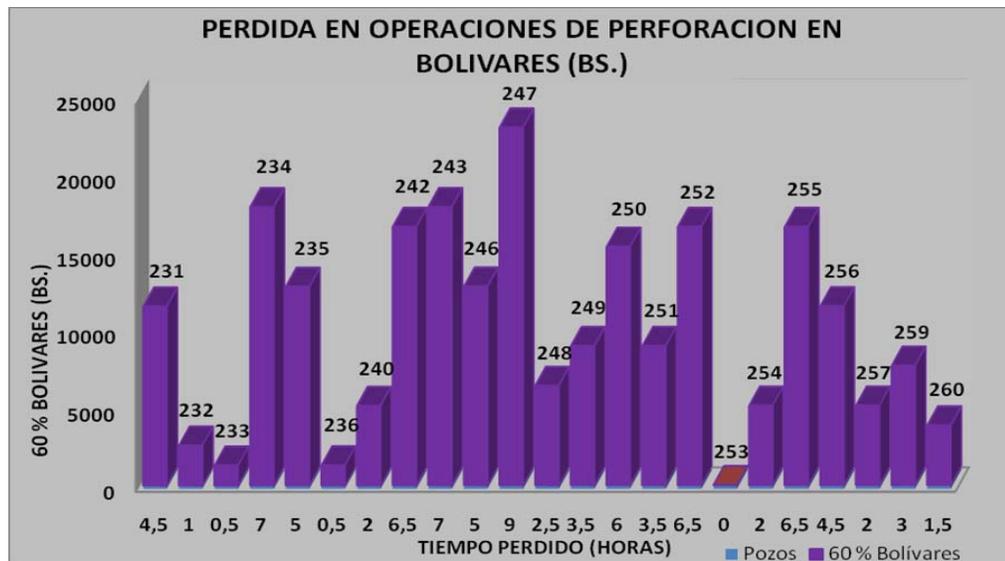


Figura. 4.5. Pérdida de Operaciones De Perforación en Bolívares.

Tabla 4.1. De Tiempo Perdido vs. Total De Bolívares en Pérdida Durante Las Operaciones De Perforación.

Pozos	Tiempo Perdido	Total Bolívares(40 % +60 %)
0231	4,5	19193,4
0232	1,0	4265,2
0233	0,5	2132,6
0234	7,0	29856,4
0235	5,0	21326,0
0236	0,5	2132,6
0240	2,0	8530,4
0242	6,5	27723,8
0243	7,0	29856,4
0246	5,0	21326,0
0247	9,0	38386,7
0248	2,5	10663,0
0249	3,5	14928,2
0250	6,0	25591,2
0251	3,5	14928,2
0252	6,5	27723,8
0253	0,0	0,0
0260	1,5	6397,8

Tabla 4.1. De Tiempo Perdido vs. Total De Bolívares en Pérdida Durante Las Operaciones De Perforación (continuación)

0254	2,0	8530,4
0255	6,5	27723,8
0256	4,5	19193,4
0257	2,0	8530,4
0259	3,0	12795,6

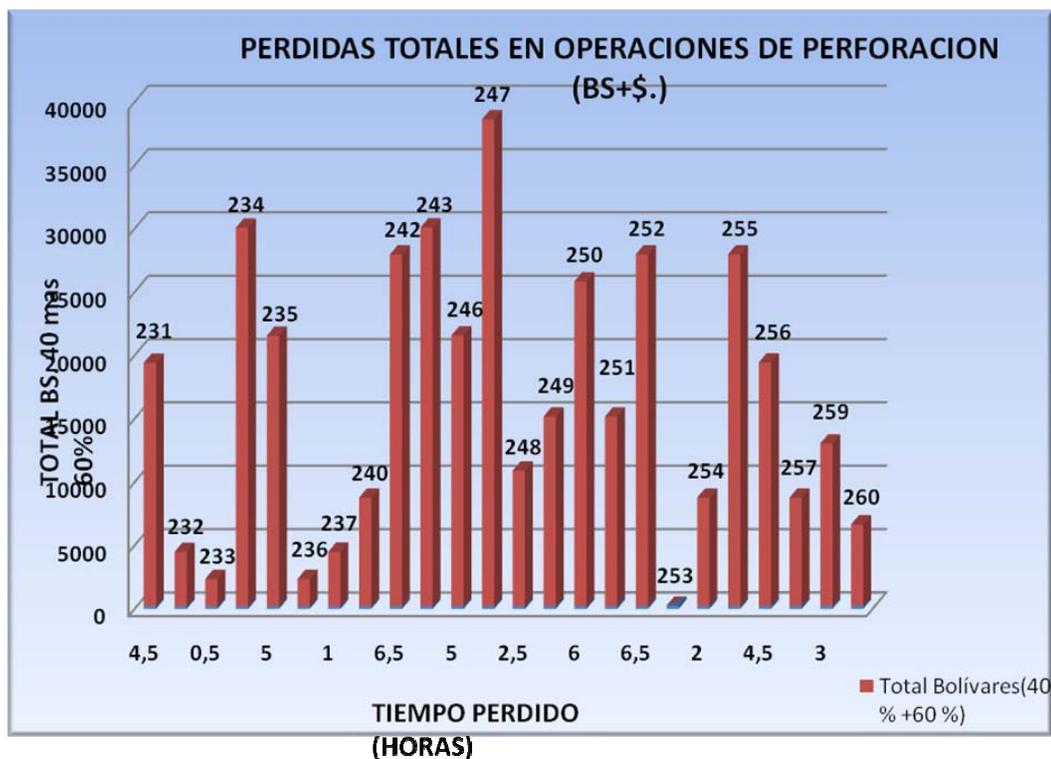


Figura. 4.6. Pérdidas Totales en de Operaciones De Perforación (Bs + \$)

A continuación se resaltan los pozos con mayor índice de pérdida de tiempo en operaciones de perforación por problemas de arcillas en las zonas superficiales estableciendo así los que representan mayor costo durante su perforación. (Ver tabla N° 4.2)

Tabla 4.2 Mayor Índice De Costos Por Pérdida De Tiempo En Operaciones De Perforación Por Problemas De Arcillas Superficiales Del Campo Santa Rosa.

Pozos	Tiempo Perdido	total
		bolivares(40 % +60 %)
231	4,5	19193,4
232	1,0	4265,2

233	0,5	2132,6
234	7,0	29856,4
235	5,0	21326,0
236	0,5	2132,6
237	1,0	4265,2
240	2,0	8530,4
242	6,5	27723,8
243	7,0	29856,4
246	5,0	21326,0
247	9,0	38386,7
248	2,5	10663,0
249	3,5	14928,2
250	6,0	25591,2
251	3,5	14928,2
252	6,5	27723,8
253	0,0	0,0
254	2,0	8530,4
255	6,5	27723,8
256	4,5	19193,4
257	2,0	8530,4
259	3,0	12795,6
260	1,5	6397,8

Debemos acotar que todo pozo al cual se le evalúa las pérdidas del tiempo en operaciones de perforación representa un aumento en los costos operacionales de perforación, sumamente importante a nivel económico.

El pozo RG-0253, en la perforación se presentó problemas como taponamiento de la línea de flujo, sin embargo no represento costo por pérdida de tiempo de operaciones de perforación ya que se realizaba un viaje de calibración de hoyo.

4.4. Proponer una metodología para la perforación de los hoyos superficiales en el Campo Santa Rosa del Distrito Gas Anaco

Considerando los diferentes problemas operacionales de perforación, todos se presentan secuencialmente en los diferentes pozos en estudio del campo Santa Rosa, se propone la metodología a seguir para la perforación de estos pozos en las zonas superficiales del campo en estudio y minimizar el tiempo perdido que ocasionan las arcillas en la perforación de los pozos, a los cuales se le propone los siguientes aditivos:

A) Píldoras viscosas

Una vez alcanzada la profundidad de 1000' o 1050' se bombea unos 20 barriles de píldora viscosa, circulando de manera recíproca hasta que se observan fondos limpios.

B) Stratadrill

Es un inhibidor con base de **amina** y surfactante diseñado para estabilizar lutitas y arcillas reactivas cuando se perfora con fluidos de perforación con base de agua.

VENTAJA:

- Evita embolado de la mecha.
- Reduce las tasas de dilución.
- Compatible con la mayoría de los sistemas con base de agua.

- Reduce la torsión y el arrastre.
- No es tóxico - es biodegradable.
- Estable hasta 400oF (205°C).

C) KLA STOP

El aditivo KLA STOP* es una poliamina líquida inhibidora de lutita, utilizada en fluidos de perforación y fluidos de perforación de yacimiento base polimérica. La inhibición de lutitas se logra evitando que las arcillas absorban agua y brindando una integridad superior de recortes.

Ventajas:

-Brinda una excelente inhibición de lutita y limita la dispersión de recortes. -Reduce el potencial de acrecentamiento y por consiguiente el embolamiento de la barrena y el conjunto de fondo (BHA).

-La concentración adecuada del agente KLA STOP brinda un pH amortiguado que oscila entre 9.0 y 10.0, eliminando la necesidad de agregar soda cáustica o hidróxido de potasio.

-Tolerante a contaminantes comunes como: cemento, agua dura, CO², sólidos de perforación y petróleo crudo.

D) GLICOLES

Los compuestos orgánicos que poseen dos grupos -OH en carbonos diferentes se llaman dioles o glicoles. La palabra glicol generalmente quiere decir 1,2-diol o diol vecinal, con sus dos grupos hidroxilos en carbonos adyacentes.

CONCLUSIONES

1. Los problemas operacionales a causa de la presencia de arcillas en hoyos superficiales se reportaron en 23 de los 30 pozos en estudio.
2. 13% de los pozos en estudio reportaron Hinchamiento de las Arcillas, 74% Taponamiento del Flow Line, 34% Embolamiento de la Mecha y 22% taponamiento del tubo campana.
3. 95% de los pozos en estudio fueron perforados usando lodo linosulfonatos y 5% lodo semi disperso.
4. . El aumento de la densidad del fluido de perforación es debido a la presencia de gas acarreada por inyecciones de recuperación mejorada que suben a la superficie.
5. Los pozos 246 y 252 presentaron la mayor incidencia de problemas operacionales a causa de las arcillas, 3 en cada caso.
6. El pozo 247 fue el que reporto la mayor pérdida de tiempo 9 hrs.
7. El pozo 253 reportó taponamiento del flow line por la presencia de arcillas sin pérdida de tiempo debido a que se realizaba un viaje de calibración.
8. Los pozos 234 y 243 presentaron una pérdida de tiempo de 7 hrs cada debido a dos y un problema operacional a causa de la presencia de arcillas respectivamente.

9. El uso de píldoras viscosas garantizaran la limpieza del hoyo y evitaran el hinchamiento de las arcillas.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la utilización de lodos inhibidos para evitar que las arcillas se hinchen.
2. Probar en la zona para evitar el hinchamiento de las arcillas aditivos comerciales a base de aminos.
3. Aplicar en la zona para evitar el hinchamiento de las arcillas aditivos comerciales a base de glicoles.
4. Utilizar en la zona para evitar el hinchamiento de las arcillas aditivos comerciales a base de polímeros y poliaminas.
5. Usar píldoras viscosas para tener una mejor limpieza del pozo, evitando pegadas de tubería.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO

TÍTULO	EVALUACION DE LA INFLUENCIA DE LAS ARCILLAS SUPERFICIALES EN LOS COSTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LOS POZOS DEL CAMPO SANTA ROSA DEL DISTRITO GAS ANACO
SUBTÍTULO	

AUTOR (ES):

APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO CULAC / E MAIL
Meza, Alejandro R.	CVLAC: V- 16.573.615 E MAIL: meza_936@hotmail.com
Araujo, Luis F	CVLAC: V – 16.816.611 E MAIL: minino212@hotmail.com
	CVLAC: E MAIL:
	CVLAC: E MAIL:

PALABRAS O FRASES CLAVES:

ARCILLAS SUPERFICIALES

CONSTRUCCIÓN DE POZOS

CAMPO SANTA ROSA

FLUIDOS DE PERFORACIÓN

PRESIÓN HIDROSTÁTICA

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO

ÁREA	SUBÁREA
INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS	INGENIERÍA DE PETRÓLEO

RESUMEN (ABSTRACT):

El estudio tiene como objetivo evaluar la influencia de las arcillas superficiales en los costos de la construcción de los pozos del campo santa rosa del distrito gas anaco.

En la realización de este proyecto se tomó en estudio el campo santa rosa en el cual se están presentando una serie de problemas operacionales como hinchamiento de las arcillas superficiales (1000ft aproximadamente) que allí se encuentran, estas traen como consecuencia una pérdida de tiempo y un incremento de los costos en la perforación. La base del estudio se hizo estudiando la data de historial de perforación de un total de 30 pozos, las cuales fueron suministradas por PDVSA Gas Anaco. Estos problemas operacionales hay suscitados son producto del hinchamiento de las arcilla principalmente siendo estas atacadas con diferentes tipos de lodos a una alta densidad debido a la presencia de gases que se encuentra en los diferentes intervalos o profundidades de la perforación. Proponemos una serie de polímeros biodegradables que retardan el hinchamiento de estas arenas.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO

CONTRIBUIDORES

APELLIDOS Y NOMBRES	ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL			
SALAS, ROBERTO	CA	AS	TU X	JU
	CVLAC:	V- 3.413.775		
	E_MAIL	rsalasalfaro@gmail.com		
	E_MAIL			
MORALES, JHONLES	CA	AS	TU	JU X
	CVLAC:	V- 9.726.435		
	E_MAIL	moralesjj@pdvsa.com		
	E_MAIL			
ARDITTI, LORENZO	CA	AS	TU	JU X
	CVLAC:	V- 5.187.964		
	E_MAIL			
	E_MAIL			
	CA	AS X	TU	JU
	CVLAC:			
	E_MAIL			
	E_MAIL			

FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:

2011	06	17
AÑO	MES	DÍA

LENGUAJE: ESPAÑOL

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO

ARCHIVO (S):

NOMBRE DE ARCHIVO	TIPO MIME
TESIS. Evaluación de la Influencia de las Arcillas Superficiales en los Costos de Construcción de los Pozos del Campo Santa Rosa.doc	Application/msword

**CARACTERES EN LOS NOMBRES DE LOS ARCHIVOS: A B C D E F G H I J K L
M N O P Q R S T U V W X Y Z. a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z. 0 1
2 3 4 5 6 7 8 9.**

ALCANCE

ESPACIAL: _____

TEMPORAL: _____

TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Ingeniero de Petróleo

NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Pregrado

ÁREA DE ESTUDIO:

Departamento de Ingeniería de Petróleo

INSTITUCIÓN:

Universidad de Oriente, Núcleo Anzoátegui

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO

DERECHOS

De acuerdo al artículo 41 del Reglamento de Trabajo de Grado:
“Los trabajos de grado son de la exclusiva propiedad de la universidad de oriente y sólo podrán ser utilizados a otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, el cual lo participará al Consejo Universitario”

AUTOR

Alejandro R. Meza

AUTOR

Luis F. Araujo

TUTOR

Ing. Roberto Salas

JURADO

Ing. Jhonles Morales

JURADO

Ing. Lorenzo Arditti

POR LA SUBCOMISION DE TESIS

Prof. Rayda Patiño