



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE TECNOLOGÍA DE PETRÓLEOS**

TEMA:

**“ANÁLISIS TÉCNICO OPERATIVO DEL CONTROL DE SÓLIDOS EN LOS
LADOS DE PERFORACIÓN EN EL CAMPO SACHA”**

**TESIS PREVIO LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO DE
PETRÓLEOS**

AUTOR:

ALEX RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ

DIRECTOR:

ING. PATRICIO IZURIETA

**QUITO – ECUADOR
2009 – 2010**

DECLARACIÓN

Del contenido de la presente tesis se responsabiliza el autor.

ALEX STALIN RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ

C.I: 1600402356

CERTIFICACIÓN

Certifico que la presente tesis de grado fue desarrollada en su totalidad por el señor
ALEX STALIN RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ,

ING. PATRICIO IZURIETA

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICADO

Sacha, 10 de Marzo 2009.

A petición verbal del interesado:

Certifico que el Sr. **ALEX STALIN RODRIGUEZ RODRIGUEZ**, con Cédula de Identidad N° **160040235-6**, realizo en el Departamento de Ingenieria de Petroleos Campo Sacha la tesis previa a la obtención del titulo en Tecnología de Petroleos con el tema "**Análisis Técnico Operativo del Control de Sólidos de perforación en el Campo Sacha**" en el periodo comprendido del 07 de agosto del 2008 al 07 de febrero del 2009, con el contrato Nro. 28301.

Es todo cuanto puedo certificar, en honor a la verdad, el interesado puede hacer uso del presente como a bien tuviere.



170776903-8

ING. ANGEL EGAS.
JEFE INGENIERIA DE PETROLEOS.
PETROPRODUCCION – CAMPO SACHA

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Tecnológica Equinoccial por el ejemplo de grandeza, humildad y trabajo; incentivo diario en nuestras vidas.

A la Escuela de Tecnología en Petróleos por habernos formado como personas y profesionales para enfrentar los problemas de la vida.

Mi especial agradecimiento al Ing. Diego González Almeida, por el incondicional apoyo que me ha brindado para la realización del presente proyecto.

A todos los compañeros, técnicos de BRANDT. y personas que aportaron para que se lleve a cabo esta idea.

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a Dios, por darme sabiduría y las fuerzas necesarias para culminar esta etapa de mi vida.

A mis adorados padres que con mucho amor y paciencia han sabido formarme con buenos principios y sobre todo a ser un hombre de muchos sueños, esto se lo agradezco a mi papá Felito que con su ejemplo de superación me hace soñar en un mejor porvenir para mi y toda mi familia, a mi adorada mamita que siempre con sus oraciones y consejos me han sabido guiar por el buen camino te adoro mi viejita bella.

De igual manera a mis queridos hermanos, Jeissy, Jefferson, Rony, Ariany, que siempre me han sabido dar ánimos para seguir adelante y cumplir mis objetivos.

También dedico a mis amigos que me han sabido acompañar en este logro. A todas esas personas que he tenido el gusto de conocer y aprender de ellos.

ÍNDICE GENERAL

CARÁTULA	II
DECLARACIÓN	III
CERTIFICACIÓN	IV
CARTA DE LA EMPRESA	V
AGRADECIMIENTO	VI
DEDICATORIA	VII
ÍNDICE GENERAL	VIII
ÍNDICE DE CONTENIDO	IX
ÍNDICE FIGURAS	XVI
ÍNDICE FOTOS	XVII
ÍNDICE TABLAS	XVIII
ÍNDICE DE FÓRMULAS	XVIII
ÍNDICE DE ANEXOS	XIX
RESUMEN	XX
SUMMARY	XXII

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	1
1.2 OBJETIVO GENERAL	2
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
1.4 IDEA A DEFENDER	3
1.5 GEOLOGÍA DEL CAMPO SACHA	3
1.6 AMBIENTES DE DEPOSITACIÓN	4
1.6.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS CRUDOS. CAMPO SACHA	7
1.7 SISTEMAS DEL TALADRO DE PERFORACIÓN DEL RIG 191	7
1.7.1 SISTEMA DE SOPORTE ESTRUCTURAL Y ELEVACIÓN	7
1.7.1.1 SUBESTRUCTURA	8
1.7.2 ESTRUCTURA DE SOPORTE Y PISO DEL TALADRO	8
1.7.2.1 MÁSTIL	8
1.7.3 EQUIPO DE ELEVACIÓN	9
1.7.3.1 CABLE DE PERFORACIÓN	9
1.7.3.2 MALACATE	9
1.7.3.3 BLOQUE CORONA	10
1.7.3.4 BLOQUE VIAJERO	10
1.7.3.5 GANCHO	10
1.7.3.6 ELEVADORES	10
1.7.4 SISTEMA DE ROTACIÓN	10
1.7.4.1 MESA ROTARIA	11

1.7.4.2 BUJE MAESTRO Y BUJE DEL CUADRANTE _____	11
1.7.4.3 CUÑAS DE ROTACIÓN _____	11
1.7.4.4 LLAVERES DE ENROSCAR Y DESENROSCAR _____	11
1.7.4.5 TOP DRIVE _____	12
1.7.4.6 SARTA DE PERFORACIÓN _____	12
1.7.4.7 UNIÓN GIRATORIA O SWIVEL _____	12
1.7.4.8 CUADRANTE _____	12
1.7.4.9 PROTECTOR DEL CUADRANTE _____	13
1.7.4.10 PORTABARRENAS _____	13
1.7.4.11 HERRAMIENTAS ESPECIALES DE SUBSUELO _____	13
1.7.4.12 BROCA DE PERFORACIÓN _____	13
1.7.5 SISTEMA DE CIRCULACIÓN _____	14
1.7.5.1 TANQUES DE ACERO DE SUCCIÓN _____	14
1.7.5.2 BOMBAS DE LODO _____	15
1.7.5.3 LÍNEAS DE DESCARGA Y REGRESO _____	16
1.7.5.4. TUBO INCLINADO Y MANGUERA ROTATORIA DE LODOS _____	17
1.7.5.5 EL ÁREA DE PREPARACIÓN DEL LODO _____	18
1.7.5.6 DEPÓSITO PARA ADITIVOS SECOS A GRANEL _____	20
1.7.5.7 AGITADORES _____	20
1.8 FLUIDOS DE PERFORACIÓN _____	21
1.8.1 TIPOS DE FLUIDOS DE PERFORACIÓN _____	22
1.8.1.1 FLUIDOS BASE AGUA _____	22
1.8.1.2 FLUIDOS BASE ACEITE _____	22
1.8.2 PROPIEDADES DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN _____	23

1.8.2.1 DENSIDAD DEL LODO	23
1.8.2.2 PROPIEDADES REOLÓGICAS	23
1.8.2.3 VISCOSIDAD	23
1.8.2.4 VISCOSIDAD PLÁSTICA Y PUNTO DE CEDENCIA	24
1.8.2.5 PH Y ALCALINIDAD	24
1.8.2.6 FILTRACIÓN	24
1.9 FUNCIONES PRINCIPALES DE LOS FLUIDOS DE PERFORACIÓN	24
1.9.1 TRANSPORTAR LOS RIPIOS DE PERFORACIÓN DEL FONDO DEL HOYO HACIA LA SUPERFICIE (LIMPIEZA.)	25
1.9.2 ENFRIAR Y LUBRICAR LA BROCA Y LA SARTA DE PERFORACIÓN	25
1.9.3 PREVENIR EL DERRUMBAMIENTO DE LAS PAREDES DEL HOYO Y CONTROLAR LAS PRESIONES DE LAS FORMACIONES PERFORADAS (ESTABILIDAD)	26
1.9.4 MANTENER EN SUSPENSIÓN LOS RIPIOS Y EL MATERIAL DENSIFICANTE CUANDO SE INTERRUMPE LA CIRCULACIÓN	28
1.9.5 SOPORTAR PARTE DEL PESO DE LA SARTA DE PERFORACIÓN O DEL REVESTIDOR (FLOTABILIDAD)	28
1.9.6 FACILITAR LA MÁXIMA OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE LAS FORMACIONES PERFORADAS	29
1.9.7 TRANSMITIR POTENCIA HIDRÁULICA A LA BROCA	29
CAPÍTULO II	31
2. SÓLIDOS DE PERFORACIÓN	31

2.1 TIPOS DE SÓLIDOS _____	32
2.1.1 SÓLIDOS DESEABLES _____	32
2.1.2 SÓLIDOS INDESEABLES _____	33
2.2 INFLUENCIA DE LOS SÓLIDOS EN FLUIDOS DE PERFORACIÓN _____	33
2.2.1 VISCOSIDAD PLÁSTICA _____	34
2.2.2 PUNTO CEDENTE _____	34
2.2.2.1 RATA DE PENETRACIÓN _____	35
2.2.2.2 DENSIDAD _____	35
2.3 CLASIFICACIÓN DE LAS PARTÍCULAS DE LOS SÓLIDOS _____	36
2.3.1 GRAVEDAD ESPECÍFICA _____	36
2.3.1.1 SÓLIDOS DE ALTA GRAVEDAD ESPECÍFICA _____	36
2.3.1.2 SÓLIDOS DE BAJA GRAVEDAD ESPECÍFICA _____	37
2.3.2 TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS _____	38
2.4 TÉCNICAS PARA EL CONTROL DE SÓLIDOS _____	40
2.4.1 ASENTAMIENTO _____	40
2.4.2 DILUCIÓN _____	40
2.4.3 EQUIPOS MECÁNICOS DE BRANDT EN EL RING 191 SINOPEC _____	41
2.4.3.1 ZARANDAS _____	42
2.4.3.2 ACONDICIONADORES DE LODOS _____	44
2.4.3.2.1 LIMPIADORES DE LODO _____	46
2.4.3.2.2 DESARENADORES _____	47
2.4.3.2.3 DESARCILLADOR _____	49
2.4.3.2.4 CENTRIFUGAS _____	50
2.4.4 DESGASIFICADOR _____	54

CAPÍTULO III _____	57
3. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE FLUIDOS Y MANEJO DE SÓLIDOS EXTRAÍDOS _____	57
3.1 SISTEMA DE WATERING _____	57
3.1.1 TANQUE DE LODO _____	57
3.1.2 TANQUE DE POLÍMERO _____	57
3.1.2.1 TANQUE DE AGUA _____	58
3.2 DE WATERING DEL SISTEMA ACTIVO _____	59
3.2.1 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS _____	60
3.3 QUÍMICOS UTILIZADOS PARA EL DE WATERING _____	63
3.3.1 SILICATO _____	63
3.3.2 PRAESTOL 611 _____	63
3.3.3 SULFATO DE ALUMINIO _____	64
3.3.4 CAL HIDRATADA _____	64
3.3.5 CYFLOC 1143 _____	65
3.4 SISTEMA DE TRANSPORTE DE CORTES Y ÁREA DE DISPOSICIÓN _____	65
3.4.1 TANQUES DE CORTES _____	65
3.4.2 TANQUE DE ZARANDAS _____	66
3.4.3 TANQUE DE CENTRIFUGAS _____	66
3.4.4 ÁREA DE DISPOSICIÓN _____	67
3.4.4.1 MÉTODO DE CELDAS _____	67
3.4.4.2 EQUIPO UTILIZADO PARA EL TRANSPORTE DE SÓLIDOS DE PERFORACIÓN _____	68

3.5 PREPARACIÓN DE LOS SÓLIDOS PARA SER REINSERTADOS AL MEDIO AMBIENTE _____	70
 CAPÍTULO IV _____	 72
4. DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES DE LOS POZOS SACHA 188 D y 213 D _	72
4.1 PROGRAMA DE PERFORACIÓN DEL POZO SACHA 188 D _____	72
4.1.1 INTERVALO I: 16” SECCIÓN SUPERFICIAL _____	75
4.1.1.1 DISCUSIÓN DEL INTERVALO _____	75
4.1.1.2 CONTROL DE SÓLIDOS INTERVALO I _____	77
4.1.1.3 EQUIPO DE CONTROL DE SÓLIDOS RECOMENDADO _____	78
4.1.1.4 INTERVALO II: 12 ¼” SECCIÓN INTERMEDIA _____	79
4.1.1.4.1 DISCUSIÓN DEL INTERVALO _____	79
4.1.1.4.2 CONTROL DE SÓLIDOS INTERVALO II _____	81
4.1.1.4.3 EQUIPO DE CONTROL DE SÓLIDOS RECOMENDADO _____	81
4.1.1.5 INTERVALO III: LINERS DE 7 _____	82
4.1.1.5.1 DISCUSIÓN DEL INTERVALO _____	82
4.1.1.5.2 CONTROL DE SÓLIDOS INTERVALO III _____	83
4.1.1.5.3 EQUIPO DE CONTROL DE SÓLIDOS RECOMENDADO _____	84
4.1.2 PROGRAMA DE PERFORACIÓN DEL POZO SACHA 213 D _____	86
4.1.2.1 INTERVALO I: 16” SECCIÓN SUPERFICIAL _____	88
4.1.2.1.1 DISCUSIÓN DEL INTERVALO _____	88
4.1.2.1.2 CONTROL DE SÓLIDOS INTERVALO I _____	90
4.1.2.1.3 EQUIPO DE CONTROL DE SÓLIDOS RECOMENDADO _____	91
4.1.2.2 INTERVALO II: 12 ¼” SECCIÓN INTERMEDIA _____	92

4.1.2.2.1 DISCUSIÓN DEL INTERVALO _____	92
4.1.2.2.2 CONTROL DE SÓLIDOS INTERVALO II _____	94
4.1.2.2.3 EQUIPO DE CONTROL DE SÓLIDOS RECOMENDADO ____	94
4.1.2.3 INTERVALO III: LINERS DE 7 _____	95
4.1.2.3.1 DISCUSIÓN DEL INTERVALO _____	95
4.1.2.3.2 CONTROL DE SÓLIDOS INTERVALO III _____	96
4.1.2.3.3 EQUIPO DE CONTROL DE SÓLIDOS RECOMENDADO ____	97
CAPÍTULO V _____	100
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES _____	100
5.1 CONCLUSIONES _____	100
5.2 RECOMENDACIONES _____	102
BIBLIOGRAFÍA _____	104
CITAS BIBLIOGRÁFICAS _____	106
GLOSARIO _____	107
ANEXOS _____	114

ÍNDICE FIGURAS

FIG.1.- COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DEL CAMPO SACHA _____	6
FIG. 2.- TUBO INCLINADO Y MANGUERA ROTATORIA DE LODOS _____	18
FIG. 3.- ÁREA DE PREPARACIÓN DEL LODO _____	19
FIG. 4.- AGITADORES _____	21
FIG. 5.- TAMAÑO DE RIPIOS DE PERFORACIÓN _____	32
FIG. 6.- TAMAÑO DE PARTÍCULA _____	38
FIG. 7.- TAMAÑO DE PARTÍCULAS DE PRODUCTO RECUPERABLE _____	38
FIG. 8.- ESQUEMA DEL EQUIPO DE CONTROL DE SÓLIDOS _____	41
FIG. 9.- PERFIL TRANSVERSAL DE UNA CENTRIFUGA DECANTADORA ____	52
FIG. 10.- ESQUEMA DE WATERING DEL SISTEMA ACTIVO _____	59
FIG. 11.- SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS _____	60
FIG. 12.- PROGRAMA DE PERFORACIÓN DEL POZO SACHA 188 D _____	74
FIG. 13.- PROGRAMA DE PERFORACIÓN DEL POZO SACHA 213 D _____	87

ÍNDICE FOTOS

FOTO 1.- TANQUE DE CERO DE SUCCION SINOPEC _____	15
FOTO 2.- BOMBAS TRIPLEX _____	16
FOTO 3.- LÍNEA DE DESCARGA FLUIDO DE PERFORACIÓN MAS RIPIOS ____	17
FOTO 4.- ÁREA DE PREPARACIÓN DEL LODO _____	19
FOTO 5.- DEPÓSITO PARA ADITIVOS SECOS A GRANEL _____	20
FOTO 6.- ZARANDA DE CUATRO PANELES _____	42
FOTO 7.- MALLA DE LA ZARANDA SEGÚN API RP13E _____	44
FOTO 8.- SÓLIDOS RETENIDOS EN LA ZARANDA _____	44
FOTO 9.- MUD-CLEANER _____	46
FOTO 10.- MUD-CLEANER _____	47
FOTO 11.- DESARENADOR _____	48
FOTO 12.- DESARENADOR _____	48
FOTO 13.- DESARCILLADOR DE 16 CONOS _____	49
FOTO 14.- DESARCILLADOR _____	49
FOTO 15.- CENTRIFUGA DECANTADORA _____	50
FOTO 16.- CENTRIFUGA DECANTADORA _____	50
FOTO 17.- PERFIL TRANSVERSAL DE UNA CENTRIFUGA DECANTADORA_	52
FOTO 18.- DESGASIFICADOR _____	55
FOTO 19.- SISTEMA DE DEWATERING _____	58
FOTO 20.- TANQUE AUSTRALIANO # 1 _____	61
FOTO 21.- TANQUE AUSTRALIANO # 2 _____	62
FOTO 22.- TANQUE DE ZARANDAS _____	66

FOTO 23.- TANQUE DE CENTRIFUGAS _____	67
FOTO 24.- RETRO EXCAVADORA PARA CARGAR RIPIOS _____	69
FOTO 25.- VOLQUETAS TRANSPORTADORA DE RIPIOS _____	69

ÍNDICE TABLAS

TABLA 1.- GRAVEDAD ESPECÍFICA DE ALGUNOS MATERIALES _____	37
COMUNES EN EL CAMPO PETROLERO _____	37
TABLA 2.- TAMAÑO DE PARTÍCULA API _____	39
TABLA 3.- TALLY DE PERFORACIÓN DEL POZO SACHA 213 _____	85
TABLA 4.- TALLY DE PERFORACIÓN DEL POZO SACHA 213 _____	98

ÍNDICE DE FÓRMULAS

FÓRMULA 1.- PRESIÓN DE FORMACIÓN _____	27
FÓRMULA 2.- PRESIÓN HIDROSTÁTICA _____	27
FÓRMULA 3.- PESO DE TUBERÍA _____	28

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I UBICACIÓN DEL CAMPO SACHA _____	114
ANEXO II MAPA DE POZOS DEL CAMPO SACHA _____	115
ANEXO III TALADRO DE PERFORACIÓN DE SINOPEC RIG 191 _____	116
ANEXO IV TALADRO DE PERFORACIÓN DE SINOPEC RIG 188 _____	117
ANEXO V TOP DRIVE DEL TALADRO SINOPEC RIG 191 _____	118
ANEXO VI EQUIPO DE CONTROL DE SÓLIDOS (ZARANDAS) _____	119
ANEXOS VII EQUIPO DE CONTROL DE SÓLIDOS (MUD-CLEANER) _____	120
ANEXOS VIII EQUIPO DE CONTROL DE SÓLIDOS (CENTRIFUGA) _____	121
ANEXOS IX SISTEMA DE DEWATERING _____	122
ANEXOS X HOJAS DE SEGURIDAD DE QUÍMICOS PARA DEWATERING _____	123

RESUMEN

Para la industria petrolera Nacional, el desarrollo del Oriente representa un reto tecnológico de grandes dimensiones por las características geológicas de la región, debido fundamentalmente, a las discordancias regionales producto de procesos geológicos.

Esta zona es de gran importancia estratégica por su alto potencial de crudos livianos y medianos y está conformada por un grupo de estructuras profundas, interpretadas en estudios geológicos y petrofísicos comprobándose su potencial en la perforación y evaluación de la mayoría de los pozos perforados. Los tipos y cantidades de sólidos presentes en los sistemas de fluidos de perforación determinan la densidad del fluido, viscosidad, los esfuerzos de gel, la calidad de revoque y el control de filtración, así como otras propiedades químicas y mecánicas.

Los sólidos y sus volúmenes también afectan los costos del fluido de perforación y del pozo, incluyendo factores como la velocidad de penetración (ROP), la hidráulica, las tasas de dilución, el torque y el arrastre, las pérdidas de surgencia y pistoneo, la pegadura por presión diferencial, la pérdida de circulación, estabilidad del pozo, el embolamiento de la broca y el conjunto de fondo. A su vez, estos factores afectan la vida útil de las brocas, bombas y otros equipos mecánicos.

Productos químicos, arcillas y materiales densificantes son agregados al fluido de perforación para lograr varias propiedades deseables. Los sólidos de perforación

compuestos de roca y arcillas de bajo rendimiento se incorporan en el lodo de perforación.

Estos sólidos afectan negativamente muchas propiedades del lodo, sin embargo, como no es posible eliminar todos los sólidos de perforación, ya sea mecánicamente o por otros medios, estos deben ser considerados como contaminantes constantes de un sistema de fluidos de perforación.

La remoción de sólidos es uno de los más importantes aspectos en el sistema de fluidos de perforación, ya que tiene un impacto directo sobre la eficiencia de la perforación. El dinero invertido en el control de sólidos y la solución de problemas relacionados con los sólidos de perforación representa una porción importante de los costos globales de perforación. El control de sólidos es un problema constante en la perforación de un pozo.

SUMMARY

For the national oil industry, development of the East represents a large technological challenge for the geology of the region, due mainly to regional discrepancies product of geological processes.

This area is of great strategic importance because of its high potential for light and medium crude oil and is formed by a group of deep structures, interpreted geological and petrophysical studies proving its potential in the drilling and evaluation of most of the wells drilled. The types and amounts of solids present in drilling fluid systems determine the fluid density, viscosity, gel strengths, quality of plaster and seepage control, and other chemical and mechanical properties.

Solids and their contents also affect the costs of drilling fluid and the well, including factors such as rate of penetration (ROP), hydraulics, dilution rates, torque and drag, the loss of upwelling and knocking the Differential pressure sticking, lost circulation, wellbore stability, the plunger of the bit and the whole background. In turn, these factors affect the life of the drills, pumps and other mechanical equipment.

Chemicals and materials densificantes clays are added to the drilling fluid to achieve several desirable properties. Solids composed of rock drilling and low-yield clays are incorporated into the drilling mud.

These solids adversely affect many properties of the sludge, however, since we can not eliminate all drilling solids, either mechanically or by other means, they should be regarded as a constant contaminant of drilling fluids.

The removal of solids is one of the most important aspects in the drilling fluid system, as it has a direct impact on drilling efficiency. Money invested in solid control and resolution of problems associated with drilling solids represents a significant portion of overall costs of drilling. The solids control is a constant problem in drilling a well.

CAPÍTULO I

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Control de sólidos es el proceso de controlar la acumulación de sólidos indeseables en un sistema de fluidos de perforación. La acumulación de sólidos tiene efectos indeseables sobre el rendimiento del fluido de perforación y sobre el proceso de perforación. Las propiedades reológicas y de filtración pueden hacerse difíciles de controlar cuando la concentración de sólidos de perforación (sólidos de bajo peso específico) se vuelve excesiva. Los índices de penetración y la vida útil del trépano decrecen y los problemas del pozo aumentan con una alta concentración de sólidos de la perforación.

Los equipos de control de sólidos en una operación de perforación deben ser manejados como una planta de procesamiento. En una situación ideal, todos los sólidos de la perforación son removidos del fluido de perforación. Bajo condiciones de perforación típicas, los sólidos de bajo peso específico deben ser mantenidos por debajo del por ciento en volumen.

1.1 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Una de las funciones primarias de un fluido de perforación es transportar sólidos perforados desde el pozo. Estos sólidos son contaminantes y, si se dejan en el sistema, pueden causar numerosos problemas en las operaciones.

Se notarán cambios en las propiedades del fluido a medida que aumentan los sólidos indeseables en éste. Dependiendo del tamaño y la forma de los sólidos, la pérdida de fluido puede aumentar o disminuir. En general, la calidad del revoque se deteriorará, es decir, se hará más espeso y más suave. Los cambios que se notarán con mayor rapidez son los de las propiedades reológicas del fluido.

1.2 OBJETIVO GENERAL

- Análisis técnico operativo del control de sólidos en los Pozos 188D y 213D del Campo Sacha

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar cómo funciona el equipo de control de sólidos: Individualmente y como Sistema
- Conocer gran parte de equipos e instrumentos que utilizamos para el proceso de control de sólidos.
- Verificar mediante métodos mecánicos, físicos, gráficos y tabulaciones la efectividad de cada uno de los equipos utilizados en la operación de control de sólidos.
- Determinar el tamaño y tipo de sólidos extraídos del proceso de separación del control de sólidos.

1.4 IDEA A DEFENDER

- Si la operación de control de sólidos es exitosa en los Pozos 188D y 213D del Campo Sacha se mantendrá las características del lodo de perforación y será mejor el manejo de los recortes producidos por la perforación. Consecuentemente, manejando estos sólidos de manera eficiente se logrará el uso óptimo del lodo así las operaciones de perforación se realizará en menos tiempo de lo previsto.

1.5 GEOLOGÍA DEL CAMPO SACHA

En los pozos del Campo Sacha, a los cuales se hacen referencia las arenas que se producen son Hollín, Napo y Tena. Según el Departamento de Ingeniería de Producción del Campo Sacha.

Hollín principal. Arenisca cuarzosa, de grano a grueso (fino en menor proporción) con porosidad de alrededor del 18% en promedio, con ocasionales niveles limosos y arcillosos.

Hollín superior (o arenisca Napo Basal). Arenisca Cuarzosa – Glauconítica, calcárea, de grano fino a medio, con una porosidad media del 14%. Se encuentra interestratificada con lutita.

T Principal. Es la sección arenosa de la secuencia T de mayor continuidad vertical y lateral, su espesor varía entre 20 y 90' y se encuentra más desarrollada en la parte central del campo, siendo menor su desarrollo en el norte y sur del mismo.

T Superior. Tiene un espesor total que oscila entre 30 y 100'. La distribución del tamaño y desarrollo arenoso es similar al descrito para T principal. Esta arenisca es más discontinua y heterogénea que T principal.

Arenisca U. Es una cuarza-arenita subarcósica y sub-lítica, de cuarzo mono y policristalino, con menor proporción de feldespatos y fragmentos líticos.

Entre los minerales accesorios se describen circón, moscovita y glaucomita. La matriz predominante es caolinítica y el cemento silíceo. La porosidad descrita es Intergranular e Intragranular, con disolución y porosidad móldica; su valor promedio es del 17%. La arenisca U inferior es de mayor desarrollo, mientras que U Superior es una unidad más discontinua.

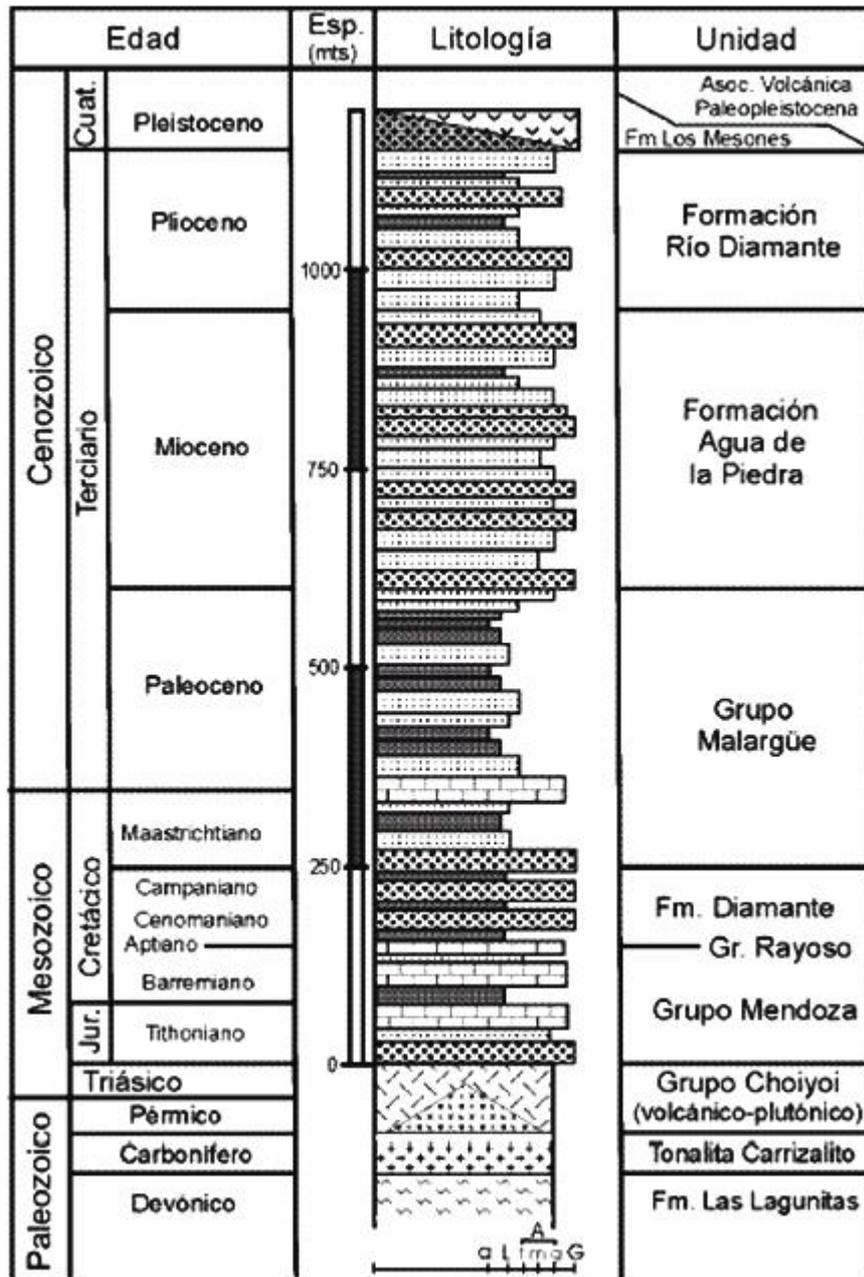
1.6 AMBIENTES DE DEPOSITACIÓN

Según Samuel Fernando Muños Navarro en el Cap. 1 su libro Fundamentos de Ingeniería de Yacimientos. Capítulo 2 “Tanto para Hollín como para U y T, se ha modificado un ambiente estuarino dominados por mares sobre la base de la presencia de los siguientes subambientes y estructuras: dos canales de marea con canales fluviales asociados, estratificación cruzada con laminación lodosa que indica un ambiente protegido como un estuario, facies heterolíticas inclinadas, capas dobles de lodo, estratificación cruzada bidireccional”. (8)

La depositación de Hollín se produjo en varias etapas:

1. Canales fluviales menores (corrientes de baja sinuosidad) y estuario común dominado por mareas durante el tiempo Hollín Inferior.
2. Estuario dominado por mareas bien desarrolladas y ambiente platafórmico durante el Hollín Inferior y Superior.
3. Estuario dominado por mareas inundado durante el Hollín Superior.
4. Ambiente platafórmico bien desarrollado, con areniscas glauconíticas y lodos durante la fase final de Hollín Superior.

FIG.1.- COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DEL CAMPO SACHA



Fuente: PETROECUADOR

Elaborado por: Rodríguez Alex.

1.6.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS CRUDOS. CAMPO SACHA

Superior entre 27 y 29°API, el de T entre 27 y 28°API, el de U entre 27 y 29°API y el de Tena Basal entre 27 y 29 °API.

Los contenidos de azufre determinados para los crudos Hollín varían entre 0.40 y 1.10%, los crudos T tienen 0.88% y U 1.15 y 1.23%.

Los contenidos de S, Ni y V del petróleo del yacimiento T en general tiende a ser menores que los de U y Tena Basal, mientras que Hollín muestra resultados muy divisibles, con una variación fuerte de contenido de azufre, Ni y V, a pesar de tener la misma gravedad.

1.7 SISTEMAS DEL TALADRO DE PERFORACIÓN DEL RIG 191

Los equipos de perforación han evolucionado en aras de promover el desarrollo tecnológico característico de estos tiempos, de esta manera se detallará brevemente los diferentes sistemas del taladro y sus subcomponentes, para tener un marco referencial del entorno en el que se va a elaborar este proyecto.

1.7.1 SISTEMA DE SOPORTE ESTRUCTURAL Y ELEVACIÓN

Este sistema está diseñado para levantar, bajar y suspender los grandes pesos en proceso de la perforación.

1.7.1.1 SUBESTRUCTURA

Es un armazón grande de acero, la cual se monta directamente encima de la locación a perforarse, tiene la capacidad de soportar el peso completo de la sarta cuando se suspende por las cuñas. La altura de esta subestructura es determinada por la altura del equipo de prevención de reventones. Sirve para sostener el piso del taladro.

1.7.2 ESTRUCTURA DE SOPORTE Y PISO DEL TALADRO

La estructura de soporte consiste en un armazón de acero que sostiene el conjunto de maquinarias y equipos. El piso del taladro es la cubierta colocada sobre el armazón de la subestructura y proporciona la plataforma de trabajo para la mayoría de las operaciones de perforación. Como dice Quiroga Kleber en su Manual Pruebas Completaciones y Reacondicionamientos de Pozos Petroleros Capítulo 9 “El piso o mesa del taladro de perforación debe estar a la altura apropiada para sacar la tubería del pozo en secciones de tres juntas, que miden aproximadamente 90 pies”. (444).

1.7.2.1 MÁSTIL

Es una estructura de acero la cual se erige sobre el piso del taladro, con capacidad para soportar de manera segura todas las cargas verticales, las cargas que excedan la capacidad del cable y el empuje del viento. Los mástiles se clasifican de acuerdo a su capacidad de soportar todas las cargas verticales.

1.7.3 EQUIPO DE ELEVACIÓN

Se utiliza para elevar, bajar y suspender la sarta de perforación. Existen diferentes combinaciones, debido a que mientras aumenta el número de poleas disminuye la carga real sobre el mástil y la fuerza necesaria entre las líneas para mover un peso determinado.

1.7.3.1 CABLE DE PERFORACIÓN

Es un elemento de transmisión entre: el sistema de potencia y el levantamiento del aparejo. Este se enrolla y desenrolla sobre el carrete del malacate para operar el sistema de poleas; en esta operación el cable se somete a condiciones muy severas tales como rozamiento, vibración, torcido, compresión y estiramiento.

1.7.3.2 MALACATE

Es la unidad de potencia más importante de un equipo, por lo tanto su selección debe tener el mayor cuidado posible. Se define como un equipo de levantamiento en el que se puede aumentar o disminuir la capacidad de carga, a través de un cable enrollado sobre un carrete. Tiene otros engranajes, cabezales y transmisores para cambiar de dirección o de velocidad. El freno principal es otro componente fundamental del malacate cuya función es parar el carrete y aguantarlo.

La capacidad del resto del equipo de perforación se limita a la carga que el malacate pueda levantar y sostener con seguridad. Sus dimensiones se relacionan con el tipo de cable utilizado. Los cálculos para determinar las longitudes de trabajo de los carretes toman mucho en cuenta el diámetro de cable a utilizarse.

1.7.3.3 BLOQUE CORONA

Es un arreglo de poleas montadas en vigas localizado en la cima del mástil, entre estas poleas se enhebra el cable del bloque viajero y así llega hasta el piso de la torre.

1.7.3.4 BLOQUE VIAJERO

Es un conjunto de poleas que tiene cables enhebrados en sus canales, mediante los cuales el aparejo completo del bloque sube y baja dentro del mástil.

1.7.3.5 GANCHO

Es un implemento grande, parecido a un anzuelo, localizado debajo del bloque viajero, del cual se suspenden la unión giratoria y la sarta de perforación.

1.7.3.6 ELEVADORES

Es un juego de abrazaderas fuertes y resistentes que cuelgan de los eslabones del elevador, los cuales se conectan al bloque viajero. Cuando están en servicio estos cuelgan debajo del bloque viajero y sujetan las paradas de tubería y portabarrenas para meterlas o sacarlas del hueco.

1.7.4 SISTEMA DE ROTACIÓN

Este sistema hace girar la sarta de perforación, se encuentra en la posición central del taladro, lo cual señala su importancia ya que el resto de sistemas giran alrededor de él y lo apoyan de una u otra manera.

Se encuentran localizados en la posición central del piso del taladro tienen el fin de ayudar a las operaciones de perforación.

1.7.4.1 MESA ROTARIA

Colocada dentro del piso del taladro, utilizada en combinación con otros accesorios seleccionados. La mesa rotaria tiene la característica de transmitir la rotación a la sarta como a la broca y de soportar la sarta suspendida en el hueco.

1.7.4.2 BUJE MAESTRO Y BUJE DEL CUADRANTE

Encajan en una abertura de la mesa rotaria y son removibles, por medio del buje maestro y del buje del cuadrante se transmite la potencia de la mesa hacia la sarta.

1.7.4.3 CUÑAS DE ROTACIÓN

Constituyen un aparejo de implementos de acero que se colocan dentro del buje maestro alrededor de una parada o junta cuando se enrosca o desenrosca una sección.

1.7.4.4 LLAVES DE ENROSCAR Y DESENROSCAR

Su función principal es montar o desmontar una conexión entre la tubería de perforación.

1.7.4.5 TOP DRIVE

Su utilización es más común hoy en día ya que se aprovecha mejor el torque, comparado con la mesa rotaria. Se usa para todo tipo de pozo: desviado, horizontal, multilateral, entre otros. Mejora la seguridad en el manejo de la tubería, su sistema compacto hace que se acople fácilmente a diferentes equipos de perforación. Se compone de una unión giratoria, motor eléctrico, frenos de disco para la orientación direccional, un freno de inercia, un sistema para controlar el torque, el gancho, válvulas de control inferior, elevador bidireccional, elevadores de potencia.

1.7.4.6 SARTA DE PERFORACIÓN

Se encuentra suspendida del elevador, se extiende a lo largo del interior del mástil sirviendo de eslabón conector entre los componentes de rotación en la superficie con la broca de fondo.

1.7.4.7 UNIÓN GIRATORIA O SWIVEL

Se suspende del gancho, y tiene la función de soportar todo el peso de la sarta, proveer un sello hermético para que el lodo de perforación pase y sea bombeado hacia la broca de perforación. También permite girar libremente el cuadrante y la sarta durante las operaciones de perforación.

1.7.4.8 CUADRANTE

El cuadrante o Kelly es una pieza de tubo cuadrado o hexagonal, aproximadamente de 40 pies, y forma el extremo superior de la sarta. Posee una válvula de seguridad para

aislar la presión que sale por la sarta de perforación. Su parte superior se conecta al Swivel y su parte inferior al protector del cuadrante.

1.7.4.9 PROTECTOR DEL CUADRANTE

Es un acoplamiento corto que va enroscado a la parte inferior del cuadrante para evitar el desgaste en las roscas inferiores del mismo al conectarse con la sarta.

1.7.4.10 PORTABARRENAS

Conocidos también como drillcollar, se conectan en la parte inferior de la sarta para poner peso sobre la broca.

1.7.4.11 HERRAMIENTAS ESPECIALES DE SUBSUELO

Se conectan estas herramientas en los últimos 120 pies de la sarta de perforación para dirigir o controlar el comportamiento de la broca. Actualmente se utiliza una gran variedad de herramientas, especialmente para MWD (Measurement While Drilling) y LWD (Logging While Drilling).

1.7.4.12 BROCA DE PERFORACIÓN

La perforación de un pozo implica invariablemente el uso de una broca, su correcta selección y las condiciones óptimas de operación son las dos premisas esenciales para lograr éxito en el proceso. Como dice Quiroga Kleber en su Manual Pruebas Completaciones y Reacondicionamientos de Pozos Petroleros Capítulo 9 “Es una

herramienta de corte localizada en el extremo inferior de la sarta, que se utiliza para triturar la formación durante el proceso de perforación. Existen varios tipos, cada uno con diferentes usos y aplicaciones, hay tricónicas y con incrustaciones de diamantes”. (452)

1.7.5 SISTEMA DE CIRCULACIÓN

La preparación del fluido de perforación tiene su génesis en los tanques o cantinas en superficie, con la ayuda de las bombas asciende hasta la mitad de la torre o mástil por medio de la tubería parada, luego por la manguera flexible llega al swivel y es conducido por la sarta hasta llegar a la broca por donde sale a presión por los jets de la broca, en este punto ha perdido ya los dos tercios de la potencia con la que fue impulsado por las bombas en superficie. Con el tercio de potencia restante asciende por el anular del hueco hasta el niple de campana de donde por gravedad se dirige a la zaranda para continuar con el ciclo. Como dice Quiroga Kleber en su Manual Pruebas Completaciones y Reacondicionamientos de Pozos Petroleros, Capítulo 9 “A continuación se explicará algunos de los componentes más importantes del sistema de circulación y se revisará algunas propiedades del fluido de perforación”. (452)

1.7.5.1 TANQUES DE ACERO DE SUCCIÓN

Los tanques de lodo son recipientes de acero que facilitan el manejo de los fluidos de perforación. Aunque los tanques son básicamente iguales, en el área de preparación se llaman “tanques de succión” y en el área de reacondicionamiento se llaman “tanques de asentamiento”. Son también llamadas “cantinas de lodo” en perforación y “cantinas de agua de matado” en reacondicionamiento.

FOTO 1.- TANQUE DE CERO DE SUCCION SINOPEC



Fuente: SINOPEC

Elaborado por: Rodríguez Alex.

1.7.5.2 BOMBAS DE LODO

Las bombas de lodo, encargadas de bombear el fluido de control a través del sistema circulatorio integrado por las tuberías de perforación, broca, y espacio anular del pozo.

Estas bombas y los motores que las accionan representan el “corazón” del sistema de lodo, de la misma manera que el lodo en circulación constituye el alma de la operación de perforación. Las bombas de lodo son bombas de desplazamiento positivo, algunas de las cuales producen hasta 5.000 psi.

Estas bombas son accionadas por motores diesel o eléctricos. Tienen dos o tres (pistones) que realizan un movimiento recíprocante dentro de los cilindros.

FOTO 2.- BOMBAS TRIPLEX



Fuente: SINOPEC

Elaborado por: Rodríguez Alex.

1.7.5.3 LÍNEAS DE DESCARGA Y REGRESO

Estas líneas de conexión transportan los fluidos de perforación hasta el pozo (descarga) y luego los transfieren al área de reacondicionamiento (regreso).

FOTO 3.- LÍNEA DE DESCARGA FLUIDO DE PERFORACIÓN MAS RIPIOS



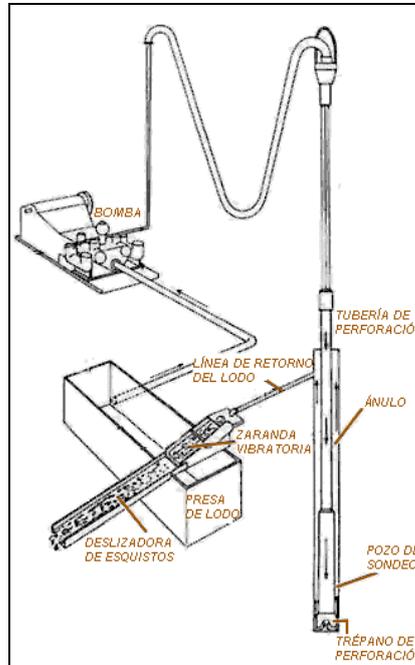
Fuente: SINOPEC

Elaborado por: Rodríguez Alex.

1.7.5.4 TUBO INCLINADO Y MANGUERA ROTATORIA DE LODOS

El tubo parado es de acero y se sujeta verticalmente a la cabria o mástil, sirviendo de conexión entre la línea de descarga y el cabezal de inyección del pozo.

FIG. 2.- TUBO INCLINADO Y MANGUERA ROTATORIA DE LODOS



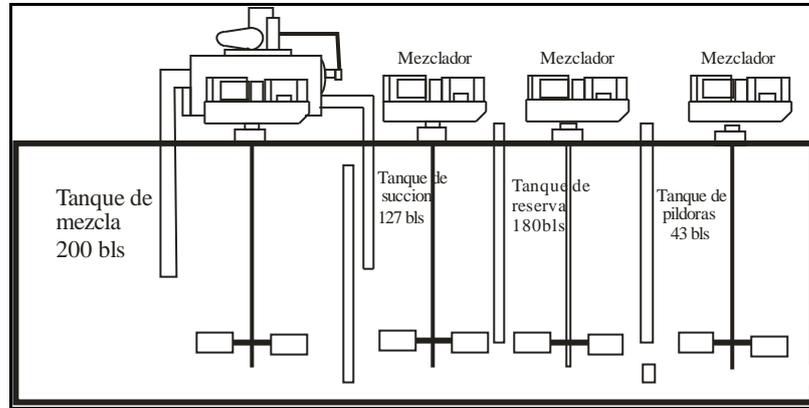
Fuente: SINOPEC

Elaborado por: Rodríguez Alex

1.7.5.5 EL ÁREA DE PREPARACIÓN DEL LODO

La circulación de los fluidos comienza en el área de preparación donde se preparan inicialmente los lodos. Aquí se mantiene o se altera su composición química según las condiciones que se van encontrando en el hueco perforado. Las cuadrillas efectúan cuatro operaciones básicas para preparar los lodos: a) preparación inicial; b) aumento de su peso; c) densidad o disminución de su densidad o peso; d) cambio de patrón químico.

FIG. 3.- ÁREA DE PREPARACIÓN DEL LODO



Fuente: SINOPEC

Elaborado por: Rodríguez Alex.

FOTO 4.- ÁREA DE PREPARACIÓN DEL LODO



Fuente: SINOPEC

Elaborado por: Rodríguez Alex.

1.7.5.6 DEPÓSITO PARA ADITIVOS SECOS A GRANEL

Estos depósitos grandes facilitan el manejo de los aditivos, como la arcilla o los sólidos para aumentar la densidad del lodo, tales como barita y bentonita, los cuales se emplean en enormes cantidades.

FOTO 5.- DEPÓSITO PARA ADITIVOS SECOS A GRANEL



Fuente: BAKER HUGHES

Elaborado por: Rodríguez Alex.

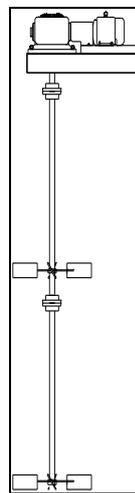
1.7.5.7 AGITADORES

Son necesarios en todos los tanques con por las siguientes razones:

- Suspensión de los sólidos para las bombas y equipo de control de sólidos funciona.
- Homogenización de lodo para facilitar toma de muestras representativas.

- Enfriamiento de lodo antes de regresar al hueco.
- Uso en todos los compartimientos de sistema activo con exención de la trampa de arena.
- La correcta instalación es importante para evitar asentamiento y mantener propiedades de lodo homogéneo.

FIG. 4.- AGITADORES



Fuente: SINOPEC

Elaborado por: Rodríguez Alex.

1.8 FLUIDOS DE PERFORACIÓN

Según el Manual Ingeniería de Fluidos; Baker Hughes Inteq. Cap. 2 “Están formados por una mezcla de aditivos químicos que brindan propiedades físico - químicas idóneas para las condiciones operativas de la formación a perforar. Las funciones del fluido de perforación radican en: limpiar y lubricar la broca con el objetivo de que no exista embolamiento y se pueda seguir perforando; cumple con la función también de acarrear los cortes hacia superficie, manteniendo la limpieza del hueco, o en su defecto

suspenderlos para que no vuelvan a caer al fondo; así mismo es importante el papel fundamental que cumple el lodo en la columna hidrostática ya que nos permite tener controlada la presión del reservorio y evitar surgencia”.(129)

1.8.1 TIPOS DE FLUIDOS DE PERFORACIÓN

La clasificación de los fluidos de perforación se desarrolla analizando su fase continua o predominante, es así como tenemos:

1.8.1.1 FLUIDOS BASE AGUA

Su fase predominante es el agua, se clasifican por la resistencia a los contaminantes de la formación y a sus temperaturas. Es así como tenemos fluidos bentoníticos no dispersos, en los que se utilizan dispersantes y arcillas comerciales, usados al principio de la perforación.

1.8.1.2 FLUIDOS BASE ACEITE

Su fase predominante es el aceite, el agua que forma parte del sistema consiste en pequeñas gotas que se hallan dispersas en el aceite. Se forman varias emulsiones durante su formación, con el objetivo de mantener estable el fluido. Se utilizan para perforar lutitas problemáticas por su alto grado de hidratación, y zonas de arenas productoras con altas temperaturas.

1.8.2 PROPIEDADES DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

Según el manual Drilling Mud Handbook; Baroid Cap. 3 “Las propiedades físicas y químicas de un lodo de perforación deben controlarse debidamente para asegurar un desempeño adecuado durante la perforación”. (3)

1.8.2.1 DENSIDAD DEL LODO

Las presiones de la formación se mantienen por la presión hidrostática del lodo, la cual es función de la profundidad y densidad. La densidad es peso de una partícula por unidad de volumen, se expresa en libras por galón (LPG) o kilogramos por metro cúbico (kg/m^3). Se determina con la ayuda de una balanza y se la lee directamente.

1.8.2.2 PROPIEDADES REOLÓGICAS

Radica su importancia en el hecho de que nos sirven para calcular las pérdidas de presión por fricción, determinar la capacidad del lodo, elevar los cortes y desprendimientos hacia la superficie, analizar la contaminación, como también para determinar los cambios de presión en el interior del pozo.

1.8.2.3 VISCOSIDAD

Es la resistencia interna de un fluido a fluir, para una medición simple se utiliza un embudo Marsh y se cuantifica la viscosidad en segundos Marsh. Para una mejor medición de la características reológicas se emplea un viscosímetro electrónico rotatorio de lectura directa y de cilindros concéntricos, el viscosímetro provee dos lecturas, viscosidad plástica [cp] y punto de cedencia [$\text{lb}/100 \text{ pies}^2$].

1.8.2.4 VISCOSIDAD PLÁSTICA Y PUNTO DE CEDENCIA

La viscosidad plástica se puede conocer restando las lecturas del viscosímetro de 600 rpm menos la lectura de 300 rpm; es afectada por la concentración, tamaño y forma de las partículas sólidas suspendidas en el lodo. Mientras que el punto de cadencia es la fuerza mínima requerida para iniciar el flujo en un fluido plástico de Bingham, causada por la fuerza de atracción entre las partículas.

1.8.2.5 PH Y ALCALINIDAD

El pH de un lodo indica su acidez o alcalinidad relativa. Acidez de 1 a 7 y alcalinidad de 7 a 14. Un pH 7 es neutro. Los lodos son casi siempre alcalinos, su pH afecta a la dispersabilidad de las arcillas, la solubilidad de varios productos y sustancias químicas, la corrosión de materiales de acero y la reología del lodo.

1.8.2.6 FILTRACIÓN

Cuando el lodo circula a través de una formación permeable, el lodo perderá su fase líquida hacia el interior de la formación, los sólidos se depositarán sobre las paredes del pozo, formando una costra. La pérdida de fluido se afecta por la permeabilidad de la formación, por la presión diferencial entre el lodo y la formación.

1.9 FUNCIONES PRINCIPALES DE LOS FLUIDOS DE PERFORACIÓN

Según el manual Drilling Mud Handbook; Baroid Cap. 2 “Las funciones del fluido de perforación describen las tareas que el fluido de perforación es capaz de desempeñar, aunque algunas de éstas no sean esenciales en cada pozo”. (2)

Aunque el orden de importancia sea determinado por las condiciones del pozo y las operaciones en curso, las funciones más comunes del fluido de perforación son las siguientes:

1.9.1 TRANSPORTAR LOS RIPIOS DE PERFORACIÓN DEL FONDO DEL HOYO HACIA LA SUPERFICIE (LIMPIEZA.)

La habilidad para sacar partículas de diversos tamaños fuera del hoyo es una de las funciones más importantes de un fluido de perforación. En la perforación de una formación, los cortes hechos por la broca, o en algunos casos, pedazos de la formación provenientes de las paredes del hoyo al ocurrir algún derrumbe, deben ser continuamente evacuados desde el hoyo hasta la superficie.

1.9.2 ENFRIAR Y LUBRICAR LA BROCA Y LA SARTA DE PERFORACIÓN.

La fricción originada por el contacto de la broca y de la sarta de perforación con las formaciones genera una cantidad considerable de calor.

Los lodos deben tener suficiente capacidad calorífica y conductividad térmica para permitir que el calor sea recogido del fondo del pozo, para transportarlo a la superficie y disiparlo a la atmósfera.

Es mínima la posibilidad de que este calor se elimine por conducción a través del subsuelo, en consecuencia debe eliminarse por el fluido circulante. El calor

transmitido desde los puntos de fricción al lodo es difundido a medida que éste alcanza la superficie.

En menor grado el lodo por sí mismo ayuda a la lubricación. Esta lubricidad es aumentada mediante el uso de emulsionantes, o aditivos especiales que afectan la tensión superficial. La capacidad lubricante es demostrada por la disminución de la torsión de la sarta, aumento de la vida útil de la broca, reducción de la presión de la bomba, etc. Con el uso cada vez más frecuente de las brocas con cojinetes autolubricados, el efecto de la lubricidad de los lodos se manifiesta principalmente en la fricción de la sarta de perforación con las paredes del hoyo.

1.9.3 PREVENIR EL DERRUMBAMIENTO DE LAS PAREDES DEL HOYO Y CONTROLAR LAS PRESIONES DE LAS FORMACIONES PERFORADAS (ESTABILIDAD)

Un buen fluido de perforación debe depositar un revoque que sea liso, delgado, flexible y de baja permeabilidad. Esto ayudará a minimizar los problemas de derrumbes y atascamiento de la tubería, además de consolidar la formación y retardar el paso de fluido hacia la misma, al ejercer una presión sobre las paredes del hoyo abierto.

La presión de la formación es la presión que tienen los fluidos en el espacio poroso y puede estimarse usando los gradientes de la formación. La misma se calcula mediante la siguiente ecuación:

Fórmula 1.- PRESIÓN DE FORMACIÓN

$$\text{PF: Gradiente de formación (psi/pies) * Profundidad (pies)}^1$$

Fuente: Manual Kleber Quiroga

Elaborado por: Rodríguez Alex

Siendo los gradientes normales **0.433 psi / pie** para el agua dulce y **0.465 psi/pie** para el agua salada. La presión hidrostática es la presión debida a la columna de fluido. La ecuación para el cálculo de presión hidrostática esta definida por:

Fórmula 2.- PRESIÓN HIDROSTÁTICA

$$\text{PH= 0.052 * profundidad (pies) * densidad lodo (lpg) Pies*lpg}$$

Fuente: Manual Kleber Quiroga

Elaborado por: Rodríguez Alex

Cuando la tubería se baja dentro del hoyo, desplaza el fluido de perforación, haciendo que este suba a través del espacio anular entre la sarta de perforación y las paredes del hoyo. Esto es análogo a la circulación del fluido y los cálculos de presión pueden ser obtenidos por medio de las fórmulas descritas anteriormente.

El control de las presiones anormales requiere que se agregue al lodo, material de alta gravedad específica, como baritina, para aumentar la presión hidrostática.

1.9.4 MANTENER EN SUSPENSIÓN LOS RIPIOS Y EL MATERIAL

DENSIFICANTE CUANDO SE INTERRUMPE LA CIRCULACIÓN

Las propiedades tixotrópicas del lodo, deben permitir mantener en **suspensión** las partículas sólidas cuando se interrumpe la circulación, para luego depositarlas en la superficie cuando esta se reinicia. Bajo condiciones estáticas la resistencia o fuerza de gelatinización debe evitar, en lodos pesados, la decantación del material densificante.

1.9.5 SOPORTAR PARTE DEL PESO DE LA SARTA DE PERFORACIÓN O

DEL REVESTIDOR (FLOTABILIDAD)

Con el incremento de las profundidades perforadas el peso que soporta el equipo de perforación, se hace cada vez mayor. El peso de la sarta de perforación y de la tubería de revestimiento en el lodo, es igual a su peso en el aire multiplicado por el factor de flotación.

Fórmula 3.- PESO DE TUBERÍA

$$\boxed{\text{PESO TUBERÍA} = \text{PESO TUBERÍA (aire)} * \text{Factor de flotación}}$$

Fuente: Manual Kleber Quiroga

Elaborado por: Rodríguez Alex

Un aumento de la densidad del lodo conduce a una reducción del peso total que el equipo de superficie debe soportar.

1.9.6 FACILITAR LA MÁXIMA OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE LAS FORMACIONES PERFORADAS

La calidad del lodo debe permitir la obtención de toda la información necesaria para valorar la capacidad productiva de petróleo de las formaciones perforadas. Las características físico-químicas del lodo deben ser tales que puedan asegurar la información geológica deseada, la obtención de mejores registros y la toma de núcleos.

1.9.7 TRANSMITIR POTENCIA HIDRÁULICA A LA BROCA

El fluido de perforación es un medio para transmitir la potencia hidráulica disponible a través de la broca, ayudando así a perforar la formación y limpiar el fondo del hoyo.

La potencia debe ser considerada dentro del programa del lodo; en general esto significa que la tasa de circulación, debe ser tal que el rendimiento de la potencia óptima sea usado para limpiar la cara del hoyo frente a la broca.

Las propiedades del flujo del lodo: viscosidad plástica, punto cedente, etc., ejercen una considerable influencia sobre las propiedades hidráulicas y deben ser controladas en los valores apropiados.

El contenido de sólidos en el lodo debe ser también controlado en un nivel óptimo para lograr los mejores rendimientos.

REFERENCIAS:

J. GUERRA.- CURSO DE GEOLOGÍA DEL PETRÓLEO – UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL, QUITO, 2005

- CORRALES PALMA MARCO, ETAPAS DE LA PERFORACIÓN, MANUAL DE PERFORACIÓN II, QUITO, AÑO 2006

- QUIROGA KLEBER, PRUEBAS COMPLETACIONES Y REACONDICIONAMIENTOS DE POZOS PETROLÍFEROS, MANUAL, QUITO, ABRIL 1991

- MANUAL INGENIERÍA DE FLUIDOS; BAKER HUGHES INTEQ; AÑO 1998

CAPÍTULO II

CAPÍTULO II

2. SÓLIDOS DE PERFORACIÓN

Según el manual Drilling Mud Handbook; Baroid Cap. 8 “Se denomina Sólidos de Perforación a todo material que de una u otra manera se involucran con los fluidos de perforación en el desarrollo de la perforación ya sea por adición de materiales para dar al fluido de reología determinada o por acarreo de material perforado de las formaciones atravesadas, lo cual será el eje central de nuestro estudio. La acumulación de sólidos de perforación en el sistema causa la mayor parte de los gastos de mantenimiento del fluido de perforación. El costo total de la perforación también puede ser afectado drásticamente por la cantidad de sólidos incorporados al sistema. (1)

Es por lo tanto que los mismos deben ser controlados a fin de obtener un mejor rendimiento del fluido a un bajo costo.

Algunos efectos de un aumento en los sólidos de perforación son:

- 1.- Aumentos en el costo del fluido.
- 2.- Mayor dificultad en mantener las óptimas propiedades geológicas.
- 3.- Un aumento en la frecuencia del atascamiento diferencial.
- 4.- Una reducción de la vida útil de la broca y un aumento en la rata de desgaste de las piezas de la bomba.
- 5.- Una reducción en la rata de penetración.
- 6.- Un aumento en las perdidas de presión de circulación, y el consiguiente aumento en la posibilidad de pérdida de circulación.

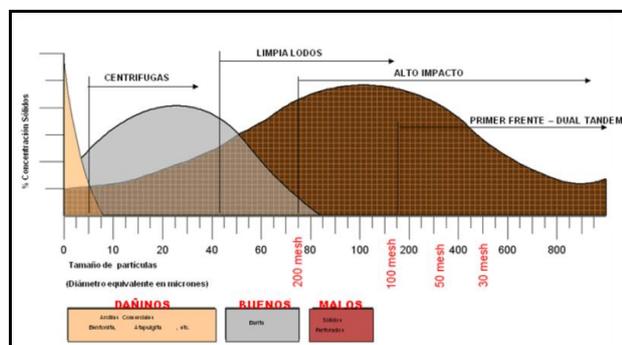
Con los equipos y tecnología existentes, es posible, sin embargo, controlar la clase y la cantidad de los sólidos de perforación en un nivel que es más conductivo a las operaciones de perforación mejoradas, y los costos reducidos para el mantenimiento del fluido.

2.1 TIPOS DE SÓLIDOS

Los sólidos de perforación han sido clasificados en dos grupos, así tenemos:

- 1.- Sólidos deseables
- 2.- Sólidos indeseables

FIG. 5.- TAMAÑO DE RIPIOS DE PERFORACIÓN



Fuente: BRANDT

Elaborado por: Rodríguez Alex

2.1.1 SÓLIDOS DESEABLES

Según el manual Drilling Mud Handbook; Baroid Cap. 8 “Se denominan sólidos deseables, a los sólidos que finamente pulverizados son agregados al sistema de circulación con el propósito de controlar las propiedades geológicas deseadas; así

tenemos la Barita, principalmente Sulfato de Bario agregado con el propósito de incrementar la densidad del sistema del fluido, la Bentonita que es utilizada para el control de la viscosidad y de la pérdida de filtración”. (5)

También materiales para reponer la pérdida de fluidos de circulación como podemos citar entre los más comunes papeles celofán desmenuzado, hojuelas de mica, fibras de caña o madera, cáscara de nuez molida, minerales dilatables como la perlita y la cáscara de arroz.

2.1.2 SÓLIDOS INDESEABLES

Es el contaminante numero uno de todos los tipos de sistemas de fluidos, así tenemos a la sílice, cuarzo, arena, pedernal, arcillas y otros granos de tamaño muy reducido que se encuentran en las rocas perforadas por la barrena y que son suspendidas por el fluido de perforación, para ser por este medio transportados a la superficie, denominando a estos sólidos como Indeseables, esto significa que se retiran del sistema de fluido mediante equipos en superficie. Uno de los sólidos Indeseables que más cuidado se debe tener es la Arena por cuanto es abrasivo y destruye los equipos por lo cual su separación del sistema debe ser prioritario. El control de este tipo de sólidos será de aquí en adelante nuestra principal preocupación en una perforación.

2.2 INFLUENCIA DE LOS SÓLIDOS EN FLUIDOS DE PERFORACIÓN

Según Manual Ingeniería De Fluidos; Baker Hughes Inteq Cap. 4 “Se notarán cambios en las propiedades del fluido a medida que aumentan los sólidos indeseables en éste.

Dependiendo del tamaño y la forma de los sólidos, la pérdida de fluido puede aumentar o disminuir. En general, la calidad del revoque se deteriorará, es decir, se hará más espeso y más suave. Los cambios que se notarán con mayor rapidez son los de las propiedades reológicas del fluido”. (64)

2.2.1 VISCOSIDAD PLÁSTICA

Es la resistencia del fluido al flujo debido a las fricciones mecánicas entre las partículas sólidas incorporadas al sistema, las que dependen de la concentración de sólidos, tipo de sólidos, diámetro de sólidos, de la viscosidad de la fase continua.

La tendencia diaria en la viscosidad plástica pueden dar una indicación de con que rapidez se aumenta la concentración de sólidos y pueden ser usadas como un valor – guía para determinar la necesidad de centrifugar y/o la adición de agua.

2.2.2 PUNTO CEDENTE

Es la parte de la resistencia al flujo causado por las fuerzas de atracción entre las partículas. Esta fuerza de atracción es una consecuencia de las cargas eléctricas sobre las superficies de las partículas dispersas en la fase fluida, la magnitud de esa fuerza es función de:

2.2.2.1 RATA DE PENETRACIÓN

En el incremento de sólidos en un fluido de perforación hace que la viscosidad aumente y por consiguiente disminuya la Rata de Penetración, de ahí la importancia de tener un buen Control de Sólidos en superficie.

2.2.2.2 DENSIDAD

También se lo conoce como peso del lodo (lib/pie³, Lib/Gal) depende de la cantidad y gravedad específica del líquido disperso y los Sólidos, relacionada con la cantidad de Barita, la cual es agregada para aumentar el peso; para reducirlo se realiza la dilución con agua y emplean Equipos de Control de Sólidos.

El pegamiento de tubería es un problema que ocurre cuando la presión hidrostática de la columna de lodo fuerza a la sarta de perforación contra la formación de baja presión, la costra de Sólidos del lodo es aprisionado contra la sarta de perforación y resulta el pegamiento de la tuberías.

Un pegamiento de tipo diferencial ocurre cuando se ha tenido la tubería sin movimiento en el pozo cuando la circulación está rota y continúa a presión normal, cuando sobre la broca está expuesta una formación permeable.

En estos casos es importante notar que el peso del lodo no ha sido muy alto para que ocurra el pegamiento diferencial.

2.3 CLASIFICACIÓN DE LAS PARTÍCULAS DE LOS SÓLIDOS

Los fluidos de perforación se componen básicamente de dos fases, que son sólidos y líquidos. La fase fluida, o el líquido, es esencialmente agua, y puede incluir un aceite en la forma de gotitas emulsionadas. Las emulsiones invertidas tienen una fase fluida externa de aceite, y contienen diferentes concentraciones de agua en forma de gotitas de agua emulsionadas.

Los sólidos pueden ser clasificados en categorías, en base de:

- La Gravedad Específica
- El tamaño de la partícula
- La activadas eléctrica

2.3.1 GRAVEDAD ESPECÍFICA

Los Sólidos en los fluidos de perforación, esencialmente pueden ser separados en dos grupos por densidad, así tenemos:

2.3.1.1 SÓLIDOS DE ALTA GRAVEDAD ESPECÍFICA

Son aquellos que tengan una Gravedad Especifica de aproximadamente 4.25, la cual es la Barita que se agrega para aumentos en la Gravedad Especifica.

2.3.1.2 SÓLIDOS DE BAJA GRAVEDAD ESPECÍFICA

Pueden oscilar entre un valor de 1.1 para la lignita, hasta 2.9 para la caliza compacta. El promedio de gravedad específica para los sólidos de baja gravedad específica normalmente es de +/- 2,6.

En un lodo que contiene únicamente sólidos de baja gravedad específica y agua dulce, la concentración de los Sólidos será una función de la densidad del lodo.

La misma relación existe si un lodo se compone de Barita y Agua, únicamente.

Si un fluido de perforación contiene sólidos de baja gravedad específica y de alta gravedad específica, luego el contenido de los sólidos variará entre estos dos rangos en una determinada densidad.

TABLA 1.- GRAVEDAD ESPECÍFICA DE ALGUNOS MATERIALES COMUNES EN EL CAMPO PETROLERO

Hematita	5.0
Barita	4.0 - 4.5
Bentonita	2.3 - 2.7
Caliza	2.7 - 2.9
Aceite diesel	0.85
ISO-TEQ™	0.792
Agua (dulce)	1.0
Arena	2.6 - 2.7

Fuente: BAKER HUGHES Drilling Fluids

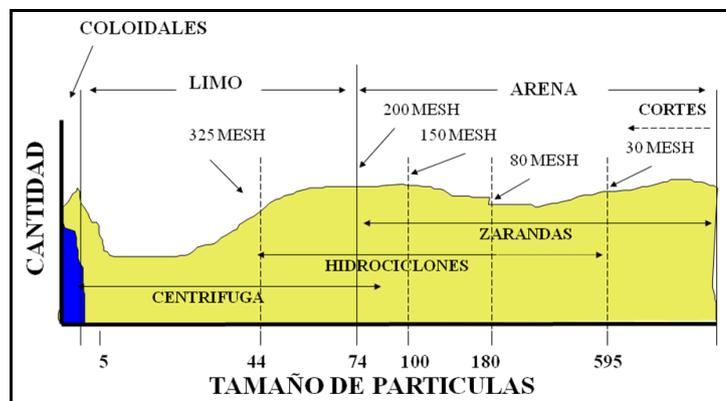
Elaborado por: Rodríguez Alex

En el cuadro presenta el efecto de la gravedad específica y de la concentración de sólidos sobre la densidad de un fluido.

2.3.2 TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS

Debido al tamaño de las partículas de lodo que es extremadamente pequeño, dichas partículas se miden en micrones. El micrón es una unidad de medición del sistema métrico, y es 1/1000 de un milímetro.

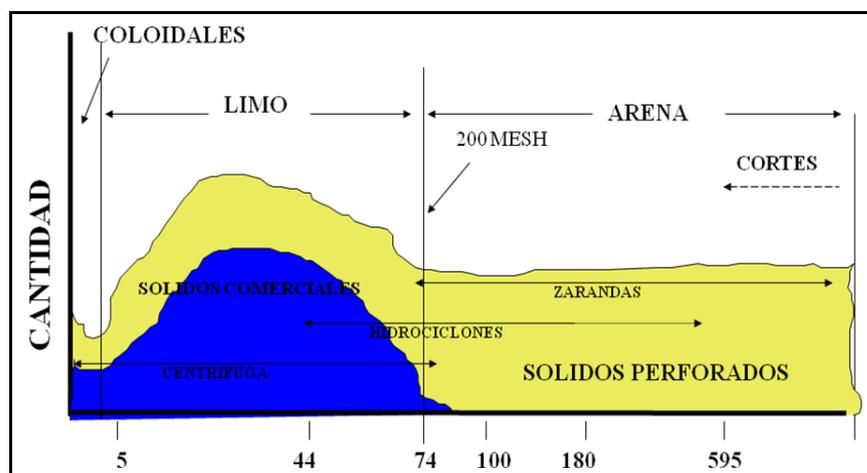
FIG. 6.- TAMAÑO DE PARTÍCULA



Fuente: Brandt

Elaborado por: Rodríguez Alex

FIG. 7.- TAMAÑO DE PARTÍCULAS DE PRODUCTO RECUPERABLE



Fuente: Brandt

Elaborado por: Rodríguez Alex

La clasificación API de los sólidos por el rango de tamaño se detalla a continuación.

TABLA 2.- TAMAÑO DE PARTÍCULA API

Tamaño de las partículas (micrones)	Clasificación de las partículas	Tamaño del tamiz
Mayor que 2000	Grueso	10
2000 - 250	Intermedio	60
250 - 74	Medio	200
74 - 44	Fino	325
44 - 2	Ultra fino	—
2 - 0	Coloidal	—

Fuente: BAKER HUGHES Drilling Fluids

Elaborado por: Rodríguez Alex

La especificación API para la barita es que el 97% serán menores de 74 micrones pero no deben existir partícula menores de 2 micrones. Por lo tanto se clasifica en la categoría de fino a ultrafino. Las arcillas comerciales, tal como MILGE, contribuyen partículas que mayormente son menores de dos micrones en tamaño de la partícula, o coloides.

El tamaño de los sólidos de perforación (la primera circulación) pueden variar desde el 80 % mayor de 178 micrones en profundidad de relativamente grande, debido a la dispersión química y a la acción mecánica de la broca y la sarta de perforación, se desintegran rápidamente en partículas de menor tamaño.

La rata de desintegración variará con la formación, el tipo de fluido de perforación, tipo de broca, tiempo de exposición, y la abrasión mecánica producida por la sarta de

perforación. Es de mucha importancia quitar lo más que se pueda de los sólidos de perforación durante la primera circulación.

2.4 TÉCNICAS PARA EL CONTROL DE SÓLIDOS

Según el Curso Básico De Fluidos De Perforación; Brandt Cap. 1 “Los sólidos de perforación que han sido llevados por el fluido de circulación hasta la superficie pueden ser separados por tres métodos, así tenemos”:

- Asentamiento.
- Dilución.
- Equipos mecánicos.

2.4.1 ASENTAMIENTO

La extracción de sólidos por asentamiento generalmente se limita a los lodos de baja viscosidad y de bajo peso, y requiere de un tanque de asentamiento de área bastante grande para permitir que las partículas tengan el tiempo necesario para asentarse.

2.4.2 DILUCIÓN

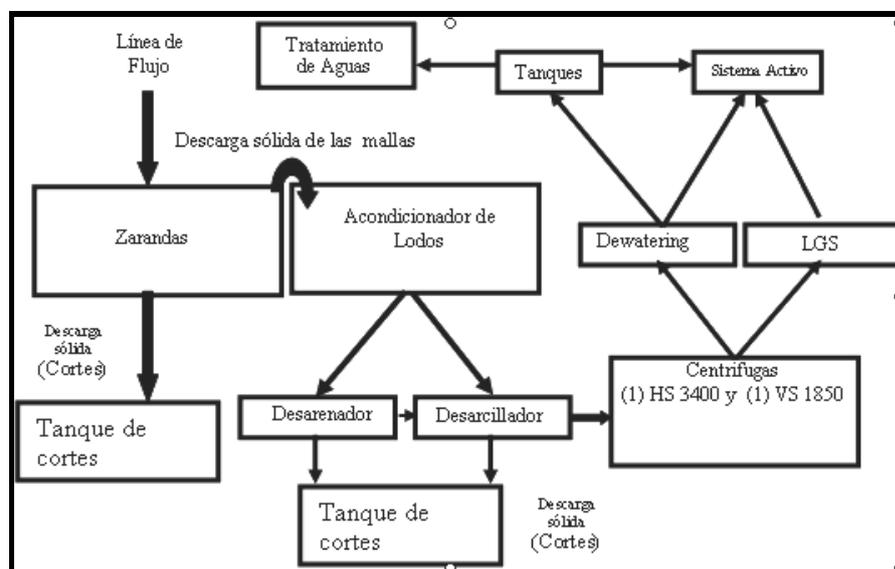
La dilución reduce la concentración de los sólidos con aumentar el volumen de fluido. Este es el método más caro para el control de sólidos, y el propósito del control mecánico es el de minimizar los requerimientos de dilución.

2.4.3 EQUIPOS MECÁNICOS DE BRANDT EN EL RING 191 SINOPEC

Es importante optimizar la remoción de sólidos del sistema de fluidos durante la perforación para minimizar los costos de dilución del lodo y reducir la cantidad de líquido y sólidos generados. Cada pieza de equipo del sistema de control de sólidos, desde las zarandas hasta las centrífugas son de suficiente capacidad para el manejo de los volúmenes utilizados durante la perforación.

El equipo de control de sólidos se utilizó acorde a los requerimientos del ingeniero de lodos asignado para este frente:

FIG. 8.- ESQUEMA DEL EQUIPO DE CONTROL DE SÓLIDOS



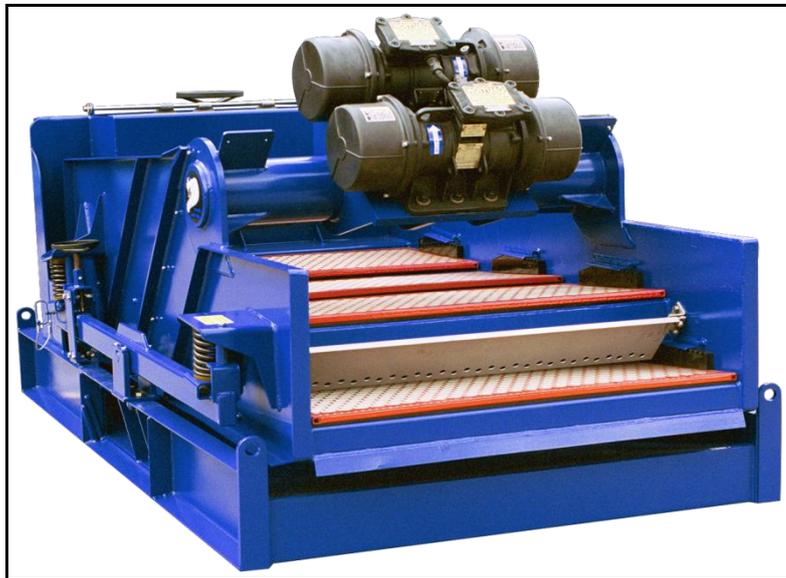
Fuente: BRANDT

Elaborado por: Rodríguez Alex

2.4.3.1 ZARANDAS

Según el manual Drilling Mud Handbook; Nl. Baroid Cap. 8 “Los dispositivos de control de sólidos más importantes son las *zarandas*, las cuales son mallas vibratorias separadoras usadas para eliminar los recortes del lodo. Como primera etapa de la cadena de limpieza de lodo/remoción de sólidos, las zarandas constituyen la primera línea de defensa contra la acumulación de sólidos. Las zarandas se diferencian de los otros equipos de eliminación de sólidos en que producen un corte de prácticamente 100% (D 100) al tamaño de abertura de la malla. Una zaranda de malla 200 cuadrada eliminará 100% de los sólidos más grandes que 74 micrones, lo cual elimina la necesidad de usar un desarenador”. (6)

FOTO 6.- ZARANDA DE CUATRO PANELES



Fuente: BRANDT

Elaborado por: Rodríguez Alex

Muchos problemas potenciales pueden ser evitados observando y ajustando las zarandas para lograr la eficiencia máxima de remoción en base a la capacidad de manejo. El uso de mallas con los entramados más finos para eliminar la mayor cantidad posible de sólidos durante la primera circulación del pozo constituye el método más eficaz de control de sólidos.

Esto impide que los sólidos sean circulados de nuevo y que su tamaño se degrade tanto que no puedan ser eliminados. Las zarandas pueden eliminar hasta 90% de los sólidos generados. A menos que las zarandas estén funcionando correctamente y tengan mallas con los entramados más pequeños posibles, todos los demás equipos estarán sujetos a sobrecargas y a una operación ineficaz.

Las zarandas no pueden eliminar los sólidos que tienen tamaños de limo y coloidales, por lo tanto resulta necesario usar la dilución y otros equipos para controlar los sólidos perforados ultrafinos. En el caso de las zarandas que están diseñadas con una pendiente negativa, la cual forma un charco de lodo delante de la caja de recibo, cuidarse del riesgo de contraflujo de lodo por detrás del charco de lodo, así como de la posibilidad de que las mallas cubiertas por el charco de lodo tengan agujeros o rasgaduras.

Ocasionalmente, los recortes pueden ser del mismo tamaño que las aberturas de la malla y pueden bloquearse dentro de éstas. Esto es conocido como el taponamiento de la malla. Resultará en la reducción de la capacidad de la malla y la pérdida del lodo entero.

FOTO 7.- MALLA DE LA ZARANDA SEGÚN API RP13E



Fuente: Brandt

Elaborado por: Rodríguez Alex

FOTO 8.- SÓLIDOS RETENIDOS EN LA ZARANDA



Fuente: Brandt

Elaborado por: Rodríguez Alex

2.4.3.2 ACONDICIONADORES DE LODOS

Este equipo está formado por un desarenador 2x12" y desarcillador 4"x16" montado sobre una zaranda de movimiento lineal.

El uso del desarenador, desarcillador nos sirve para remover partículas de tamaños intermedios, permitiendo que las centrífugas sean más eficientes adicionalmente la zaranda nos permite recuperar parte del lodo que los humecta, disminuyendo significativamente las pérdidas.

El fluido entra al hidrociclón tangencialmente a una velocidad suficiente para crear dos corrientes líquidas en espiral dentro de la sección cónica. Una corriente va hacia debajo de las paredes del cono, hacia la descarga, solo que en este punto la corriente invierte su dirección axial y comienza a formar una espiral hacia arriba y sale del cono vía el iniciador del vórtice.

Debido a las fuerzas centrífugas generadas por el fluido en movimiento, los sólidos más pesados son arrojados materialmente contra las paredes exteriores del cono y bajan en espiral hacia la punta de salida.

Los hidrociclones se utilizan en cuatro diferentes métodos. Dichas aplicaciones son para:

- Limpiador de lodos (Mud-Cleaner)
- Desarenador
- Desarcillador
- Centrífuga

2.4.3.2.1 LIMPIADORES DE LODO

Un limpiador de lodo es básicamente un deslimador montado sobre una zaranda de malla vibratoria – generalmente 12 o más hidrociclones de 4 pulgadas sobre una zaranda de alta energía con malla de entramado muy fino.

Un limpiador de lodo separa los sólidos perforados de tamaño de arena del lodo, pero retiene la barita. Primero, el limpiador de lodo procesa el lodo a través del deslimador y luego separa la descarga a través de una zaranda de malla fina.

FOTO 9.- MUD-CLEANER



Fuente: Brandt

Elaborado por: Rodríguez Alex

FOTO 10.- MUD-CLEANER



Fuente: Brandt

Elaborado por: Rodríguez Alex

El lodo y los sólidos que pasan a través de la malla (tamaño de corte variable según el entramado de la malla) son guardados y los sólidos más grandes retenidos por la malla son desechados. De acuerdo con las especificaciones de API, 97% de las partículas de barita tienen un tamaño inferior a 74 micrones; por lo tanto, la mayor parte de la barita será descargada por los hidrociclones y pasará a través de la malla para ser devuelta al sistema.

2.4.3.2.2 DESARENADORES

Se necesita usar un desarenador para impedir la sobrecarga de los deslimadores. En general se usa un hidrociclón de 6 pulgadas de diámetro interior (DI) o más grande, con una unidad compuesta de dos hidrociclones de 12 pulgadas, cada uno de los cuales suele tener una capacidad de 500 gpm.

FOTO 11.- DESARENADOR



Fuente: Brandt

Elaborado por: Rodríguez Alex

FOTO 12.- DESARENADOR



Fuente: Brandt

Elaborado por: Rodríguez Alex

Los grandes hidrociclones desarenadores tienen la ventaja de ofrecer una alta capacidad volumétrica (caudal) por hidrociclón, pero tienen el inconveniente de realizar grandes cortes de tamaño de partícula comprendidos en el rango de 45 a 74 micrones. Para obtener resultados eficaces, un desarenador debe ser instalado con la presión de “cabeza” apropiada.

2.4.3.2.3 DESARCILLADOR

Para lograr la máxima eficiencia y evitar la sobrecarga del deslimador, todo el flujo debería ser desarenado antes de ser deslimizado. En general se usa un hidrociclón de 4 pulgadas de DI para deslimizar, con una unidad que contiene 12 o más hidrociclones de 4 pulgadas, cada uno de los cuales suele tener una capacidad de 75 gpm.

FOTO 13.- DESARCILLADOR DE 16 CONOS



Fuente: Brandt

Elaborado por: Rodríguez Alex

FOTO 14.- DESARCILLADOR



Fuente: Brandt

Elaborado por: Rodríguez Alex

2.4.3.2.4 CENTRIFUGAS

Como con los hidrociclones, las *centrífugas de tipo decantador* aumentan las fuerzas que causan la separación de los sólidos al aumentar la fuerza centrífuga.

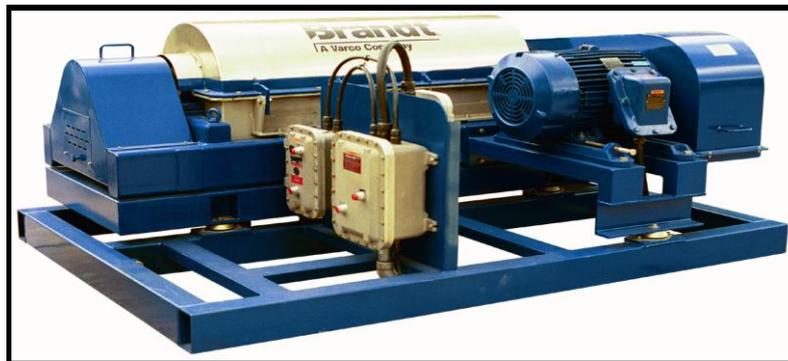
FOTO 15.- CENTRIFUGA DECANTADORA



Fuente: Brandt

Elaborado por: Rodríguez Alex

FOTO 16.- CENTRIFUGA DECANTADORA



Fuente: Brandt

Elaborado por: Rodríguez Alex

La centrífuga decantadora se compone de un tazón cónico de acero horizontal que gira a una gran velocidad, con un tornillo transportador helicoidal en su interior.

Este tornillo transportador gira en la misma dirección que el tazón exterior, pero a una velocidad ligeramente más lenta.

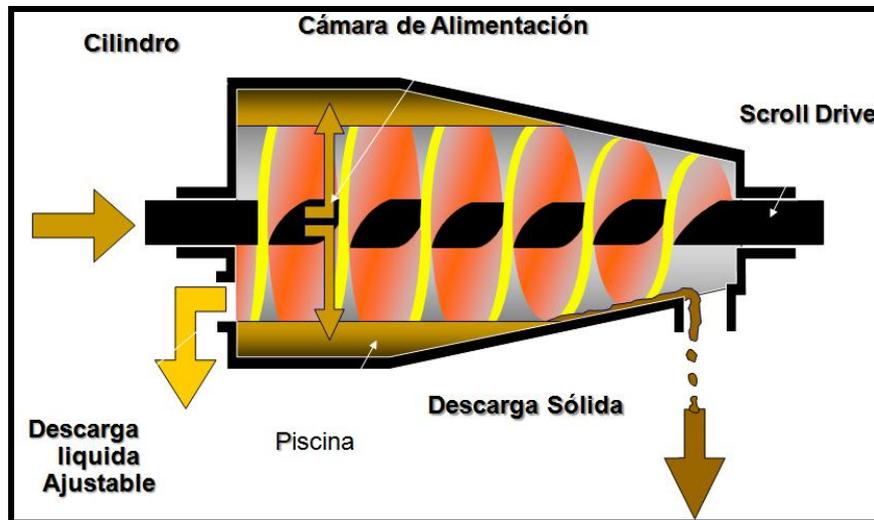
La alta velocidad rotacional fuerza los sólidos contra la pared interior del tazón y el tornillo transportador los empuja hacia el extremo, donde son descargados.

El lodo entero es bombeado dentro del husillo hueco del tornillo transportador, donde es expulsado hacia afuera, formando un anillo de lodo llamado “estanque”. El nivel de este estanque es determinado por la altura de los orificios de descarga de líquido en el gran extremo embridado del tazón.

Luego, la lechada fluye hacia los orificios, a través de dos canales formados por las aletas del tornillo transportador, ya que los sólidos se acumulan contra la pared interior del tazón. A medida que estas partículas se acumulan contra la pared, las aletas del tornillo transportador las empujan hacia el pequeño extremo del tazón.

Las partículas salen del estanque pasando a través del área cónica seca (la playa), donde son separadas de todo el líquido libre y transportadas hacia los orificios de descarga ubicados en el pequeño extremo de la centrífuga.

FIG. 9.- PERFIL TRANSVERSAL DE UNA CENTRIFUGA DECANTADORA



Fuente: Brandt

Elaborado por: Rodríguez Alex

FOTO 17.- PERFIL TRANSVERSAL DE UNA CENTRIFUGA DECANTADORA



Fuente: Brandt

Elaborado por: Rodríguez Alex

Las centrífugas son capaces de realizar un punto de corte agudo. El punto de corte ideal es el tamaño de partícula al cual todas las partículas más grandes son separadas y todas las partículas más finas son retenidas. Sin embargo, esto no es posible, por lo tanto se debe tomar en cuenta el porcentaje real indicado del punto de corte (número D) al

comparar las características de rendimiento de las centrífugas. Un D95 indica que, en base al peso, 95% de todas las partículas más grandes que el tamaño micrométrico D95 serán eliminadas. Los fabricantes usan varios números D, incluyendo D50, D84, D90 y D95. Además, en un lodo de perforación densificado con sólidos que tienen diferentes gravedades específicas, el punto de corte puede referirse solamente a las partículas que tienen la más alta gravedad específica (barita, por ejemplo).

Por lo tanto, el punto de corte para los sólidos de baja gravedad específica (arcillas y lutita) puede ser 1,5 veces el número indicado.

Un aspecto importante de la operación de la centrífuga es la dilución de la lechada que se está alimentando dentro de la unidad. El propósito de esta dilución es reducir la viscosidad de alimentación para mantener la eficiencia de separación del dispositivo.

En general, cuanto más alta sea la viscosidad del lodo base, más grande será la dilución requerida (no es raro que se use de 2 a 4 gpm de agua). Para la operación eficaz de la centrífuga, la viscosidad del efluente debería ser de 35 a 37 seg/qt. Si la viscosidad es superior a 37 seg/qt, la velocidad de sedimentación más baja reduce la eficiencia. Si la viscosidad es considerablemente inferior a 35 seg/qt, se está añadiendo una cantidad excesiva de agua. Esto causará la turbulencia dentro del tazón, reduciendo su eficiencia.

Las recomendaciones de los fabricantes respecto a las velocidades de alimentación de lodo y a la velocidad del tazón deberían ser observadas rigurosamente.

La acumulación de sólidos perforados finos aumentará la viscosidad y los esfuerzos de gel, indicando la necesidad de usar una centrífuga. Sin embargo, el uso de una centrífuga causará la eliminación de algunos aditivos de lodo beneficiosos (sólidos) como la bentonita y el lignito. Si los tratamientos no son ajustados para tener en cuenta esta pérdida, las propiedades del lodo pueden ser perjudicadas, aumentando el riesgo de problemas de perforación tales como la pegadura por presión diferencial. Por lo tanto, cuando se usa una centrífuga, la bentonita y los otros tratamientos deben ser aumentados para mantener una buena calidad del revoque. El uso de una centrífuga no elimina la necesidad de dilución periódica, ya que es imposible lograr una eficiencia de control de sólidos de 100%. La dilución y los tratamientos deberían ser usados para mantener las propiedades deseables del sistema de lodo.

2.4.4 DESGASIFICADOR

Un desgasificador remueve virtualmente todo tipo de gas, incluyendo aire y oxígeno corrosivo del sistema de fluido de perforación y mediante conexiones es expulsado a una distancia segura.

También proporciona un máximo control de gas en los cortes de fluidos de perforación y reduce efectivamente la amenaza de peligros y costosos reventones de pozos debido a reciclaje de gas-corte-lodos.

FOTO 18.- DESGASIFICADOR



Fuente: Brandt

Elaborado por: Rodríguez Alex

El degasificador tiene un número mínimo de elementos movibles. Una bomba de vacío que es usada para remover los gases volátiles del degasificador y descargar a una distancia segura lejos del equipo. Altas ratas de flujo como 1200 Gal/min. de fluidos de perforación pueden ser eficientemente tratados, dependiendo del tipo de equipo utilizado.

El degasificador es fuertemente construido y viene montado en soportes para fácil instalación, tiene protección anticorrosiva tanto externa como interna.

REFERENCIAS:

- DRILLING MUD HANDBOOK; NL. BAROID; AÑO 1990

- MANUAL INGENIERÍA DE FLUIDOS; BAKER HUGHES INTEQ; AÑO 1998

- CURSO DE CONTROL DE SÓLIDOS; BRANDT; AÑO 2005

CAPÍTULO III

CAPÍTULO III

3. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE FLUIDOS Y MANEJO DE SÓLIDOS EXTRAÍDOS

Según el Manual de Control de Sólidos; Brandt Cap.6 “El tratamiento de los fluidos y efluentes de perforación se lo realiza para la optimización de agua, este proceso tiene por objetivo principal el reciclaje de aguas para darle su respectivo tratamiento y poder ser reutilizada en operaciones de inyección o para utilizarlas en la preparación de fluidos de perforación”.(76)

3.1 SISTEMA DE WATERING

La unidad para Dewatering consta de tres tanques distribuidos de la siguiente manera:

3.1.1 TANQUE DE LODO

Con capacidad de 37 bls. Equipado con un agitador de 7.5 HP para mantener el lodo en movimiento y evitar que las partículas sólidas se sedimenten en dicho tanque.

3.1.2 TANQUE DE POLÍMERO

Con capacidad de 40 bls. Este tanque es dividido en dos compartimientos de 20 bls; cada compartimiento cuenta con un agitador de 5.0 HP para lograr una adecuada mezcla del polímero.

3.1.2.1 TANQUE DE AGUA

Con capacidad de 22 bls. Este tanque se divide en dos compartimientos que se comunican por medio de un cuello de ganso, en el primer compartimiento se descarga el agua proveniente del dewatering, en este primer compartimiento se produce la sedimentación de algunos sólidos que no son removidos por las centrifugas, una vez sedimentados los sólidos el agua pasa por rebose al segundo compartimiento de donde se transfiere a los tanques australianos para su tratamiento y disposición.

FOTO 19.- SISTEMA DE DEWATERING



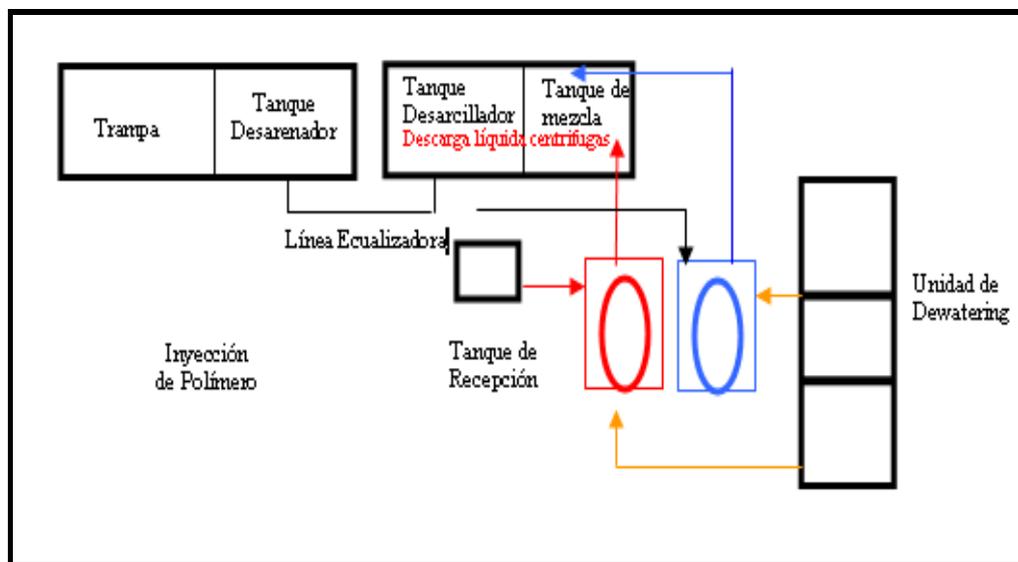
Fuente: Brandt

Elaborado por: Rodríguez Alex

3.2 DE WATERING DEL SISTEMA ACTIVO

Para hacer dewatering del sistema activo la centrifuga succiona directamente del tanque colector que recibe la descarga líquida de las mallas del acondicionador y que se encuentra ecualizado al sistema activo.

FIG. 10.- ESQUEMA DE WATERING DEL SISTEMA ACTIVO



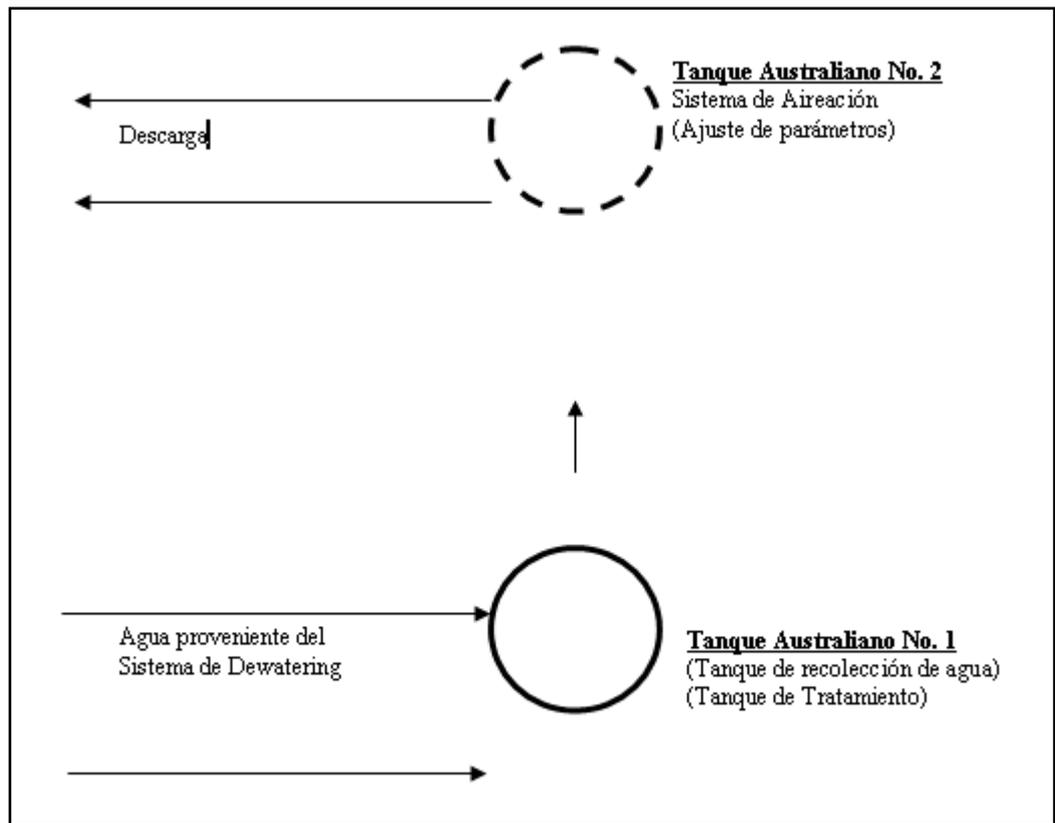
Fuente: Brandt

Elaborado por: Rodríguez Alex

El proceso de dewatering del sistema activo se aplicó durante la perforación de la primera sección con retorno parcial del agua.

3.2.1 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS

FIG. 11.- SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS



Fuente: Brandt

Elaborado por: Rodríguez Alex

a.- Tanque de recolección (Tanque Australiano # 1) con capacidad de 480 bls. Este tanque recibe el agua proveniente de la centrífuga del Sistema de Dewatering y el agua acumulada en los tanques de cortes.

El agua colectada en este tanque se retornó al sistema activo durante la perforación de la primera sección. En la perforación de la segunda sección se utilizó este tanque para realizar el tratamiento del agua.

FOTO 20.- TANQUE AUSTRALIANO # 1



Fuente: Brandt

Elaborado por: Rodríguez Alex

b.- Tanque de almacenamiento y disposición de aguas con capacidad de 480 bls. En este tanque se ajustan los parámetros del agua de acuerdo al RAHOE para el envío al sistema de tratamiento de la Estación Sacha Sur.

Se tomaron las muestras de agua y se analizaron de acuerdo a los parámetros establecidos por la regulación ambiental emitida, Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador, Decreto Ejecutivo 1215.

Una vez que se analizó el agua tratada y cumplió con los parámetros establecidos, se envió al sistema de inyección de las estaciones, bajo la adecuada supervisión del Ingeniero de Tuboscope y previa autorización de las autoridades competentes, y representante de HSE de SINOPEC. Se realizaron dos análisis de aguas tratadas, al inicio, y al final de las operaciones de perforación, cumpliendo con lo dispuesto.

FOTO 21- TANQUE AUSTRALIANO # 2



Fuente: Brandt

Elaborado por: Rodríguez Alex

3.3 QUÍMICOS UTILIZADOS PARA EL DE WATERING

La química en el proceso de DE WATERING es parte muy importante ya que en base a ellos se puede acelerar los procesos, se describe a continuación las características principales y en los anexos de la pagina 135 se describen las hojas de seguridad de cada químico.

3.3.1 SILICATO

Es un producto natural mineral no metálico consiste en caolinita pura con un alto contenido de alumina o silice. Se distingue de otros productos por su fácil dispersión en agua y otros líquidos por su elevada área superficial y a su vez y a su vez la presencia de gran superficie activa con enlaces no saturados.

Una de las funciones principales es un absorbente hasta del 30% de agua y 35% de hidrocarburo por ser un secante natural a través de absorción. Las ventajas es que es un producto estable no reacciona con agua, no presenta problemas de cambios de PH.

3.3.2 PRAESTOL 611

Copolimero catiónico de amida acrílica y un derivado de ácido acrílico, utilizado en el tratamiento de agua como floculante.

Sus propiedades son:

Estado físico: sólido granular

Color: Blanco

Olor: Ninguno

Tamaño de partícula: De 210 a 300 micrones.

3.3.3 SULFATO DE ALUMINIO

Se utiliza en el tratamiento de agua que es extraído de los fluidos de perforación. Las propiedades físicas son las siguientes:

Apariencia y Color: Granulado Blanco

Temperatura de Fusión (°C): Se descompone a los 770

Solubilidad en Agua (°C): 31 .3

3.3.4 CAL HIDRATADA

Se utiliza para controlar el CO₂ y ayuda a aumentar el PH, sirve como coadyuvante de floculación (aglomera las partículas).

Las propiedades físicas químicas son:

Color: Blanco

Gravedad específica: 2.24

Estado del material: Polvo

Punto de fusión: 580 C

3.3.5 CYFLOC 1143

Floculante utilizado en el watering.

Tiene las siguientes propiedades:

Color: blanco

Aspecto: sólido

Olor: incoloro

Temperatura de fusión: >200 °C Se descompone pero no se funde.

Gravedad Específicas: 0.75 - 0.95 (Densidad de volumen)

% VOLÁTIL (Por peso): 10 - 15(agua)

PH: 5 - 7(solución acuosa)

Solubilidad en el agua: Limitado por la viscosidad

3.4 SISTEMA DE TRANSPORTE DE CORTES Y ÁREA DE DISPOSICIÓN

A continuación se describen los tanques que se tiene en el sistema de transporte de cortes.

3.4.1 TANQUES DE CORTES

Todos los cortes de perforación provenientes de los equipos de control de sólidos, más los sólidos generados por la centrífuga como producto del de watering, se recolectaron en dos tanques de cortes:

3.4.2 TANQUE DE ZARANDAS

Todos los cortes provenientes de las zarandas y del acondicionador de lodos caen a un tanque de cortes de 40 pies. El lodo que se pierde por las zarandas se succionó a los tanques de almacenamiento para su posterior procesamiento y disposición final.

FOTO 22.- TANQUE DE ZARANDAS



Fuente: Brandt

Elaborado por: Rodríguez Alex

3.4.3 TANQUE DE CENTRIFUGAS

Se utilizó un segundo tanque de cortes de 20 pies para coleccionar las descargas sólidas provenientes de las centrífugas.

Los cortes recolectados en estos tanques fueron transportados al área de disposición usando una excavadora pequeña y excavadora grande, y una volqueta de 8 m³ y fueron dispuestos usando el método de celdas.

FOTO 23.- TANQUE DE CENTRIFUGAS



Fuente: Brandt

Elaborado por: Rodríguez Alex

3.4.4 ÁREA DE DISPOSICIÓN

Esta área está localizada en Sacha Norte de Petroproducción. Una vez asignada el área de disposición final por parte de la Compañía Operadora, se procedió a disponer los cortes de perforación utilizando el método de celdas.

3.4.4.1 MÉTODO DE CELDAS

Este método consiste en hacer celdas de 6 metros o más de profundidad, en esta locación debido a que el nivel freático de la zona lo permitió se hicieron celdas con una profundidad de hasta 7 metros. Se dejó una distancia mínima de 1.0 metro entre los

sólidos dispuestos y el nivel freático, en estas celdas se almacenó, estabilizó y se encapsuló los cortes provenientes de la perforación del pozo Sacha 169 - D. Para realizar este proceso se utilizaron silicatos, material deshidratante y tierra nativa hasta obtener una consistencia adecuada para realizar el taponamiento final de dicha celda. La longitud de las celdas varió de acuerdo a la disponibilidad de espacio, en el cuadro se detallan las dimensiones y la ubicación de cada celda.

La mezcla de residuos, químicos y suelo nativo fue cubierta por aproximadamente 1.0 m de suelo nativo.

El agua lluvia que se acumula en el área de disposición de cortes, se transfiere a los tanques australianos o a los tanques de almacenamiento para su tratamiento y posterior disposición final.

3.4.4.2 EQUIPO UTILIZADO PARA EL TRANSPORTE DE SÓLIDOS DE PERFORACIÓN

Retroexcavadora para cargar el corte desde la locación SACHA 188 D, 213 D y ser enviada a la zona de disposición ubicada en el Sacha 60, excavadora grande. Que se utiliza para la construcción de celdas, la mezcla de cortes y el tapado de celdas.

Dos Volquetas de 8 m³ – Que son utilizadas para transportar los ripios y cortes producto de la perforación hasta las celdas en el área de disposición de cortes.

FOTO 24.- RETRO EXCAVADORA PARA CARGAR RIPIOS



Fuente: Brandt

Elaborado por: Rodríguez Alex

FOTO 25.- VOLQUETAS TRANSPORTADORA DE RIPIOS



Fuente: Brandt

Elaborado por: Rodríguez Alex

3.5 PREPARACIÓN DE LOS SÓLIDOS PARA SER REINSERTADOS AL MEDIO AMBIENTE

Los cortes que se van generando durante la perforación y el procesado del lodo por centrífugas se recolectan en tanques de 240 bbls y 120 bbls respectivamente, son deshidratados y encapsulados y dispuestos en celdas de acuerdo a la metodología siguiente:

- Construcción de celdas de dimensiones 8 x 7 x 5 m aproximadamente con el uso de retroexcavadora.

- Mezcla de química estabilizante y encapsulante en tanque de 120 bbls.

- Traslado de sólidos a celda y mezcla con tierra nativa hasta obtener un nivel adecuado de humedad 30 a 50% en base húmeda para su confinamiento final control de pH y conductividad, antes de cierre.

- Tapado con tierra nativa.

- Se realizará el muestreo luego de haber terminado trabajos de confinamiento, previa en coordinación con representantes de SINOPEC, Departamento de Protección Integral de PETROPRODUCCIÓN, DINAPA y Tuboscope. La elección de las celdas se lo realiza en forma aleatoria, enviando una muestra al laboratorio Gruntec y otra al laboratorio de Protección Integral con su respectiva cadena de custodia.

REFERENCIAS:

- MANUAL DE CONTROL DE SÓLIDOS; BRANDT; AÑO 2005

- MANUAL INGENIERÍA DE FLUIDOS; BAKER HUGHES INTEQ; AÑO 1998

CAPÍTULO IV

CAPÍTULO IV

4. DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES DE LOS POZOS SACHA 188 D y 213 D

A continuación se hace referencia las operaciones de los pozos Sacha 188 D y 213 D.

4.1 PROGRAMA DE PERFORACIÓN DEL POZO SACHA 188 D

El pozo Sacha 188D será un pozo direccional tipo “S”, con un desplazamiento de 2306.323’ a los objetivos, Arena U Inferior, Arena T Inferior-1, Hollín Superior y Hollín Inferior.

El pozo es el tercero a ser perforado en la locación Sacha 153 donde ya se encuentran los pozos Sacha 181 y Sacha 151 direccionales, a una distancia aproximada entre cabezas de pozo de 136.34 pies y 127.04 pies respectivamente, y los Totcos del pozo Sacha 153 a una distancia aproximada de 140.73 pies entre cabezas de pozo.

El pozo se perforará en tres secciones:

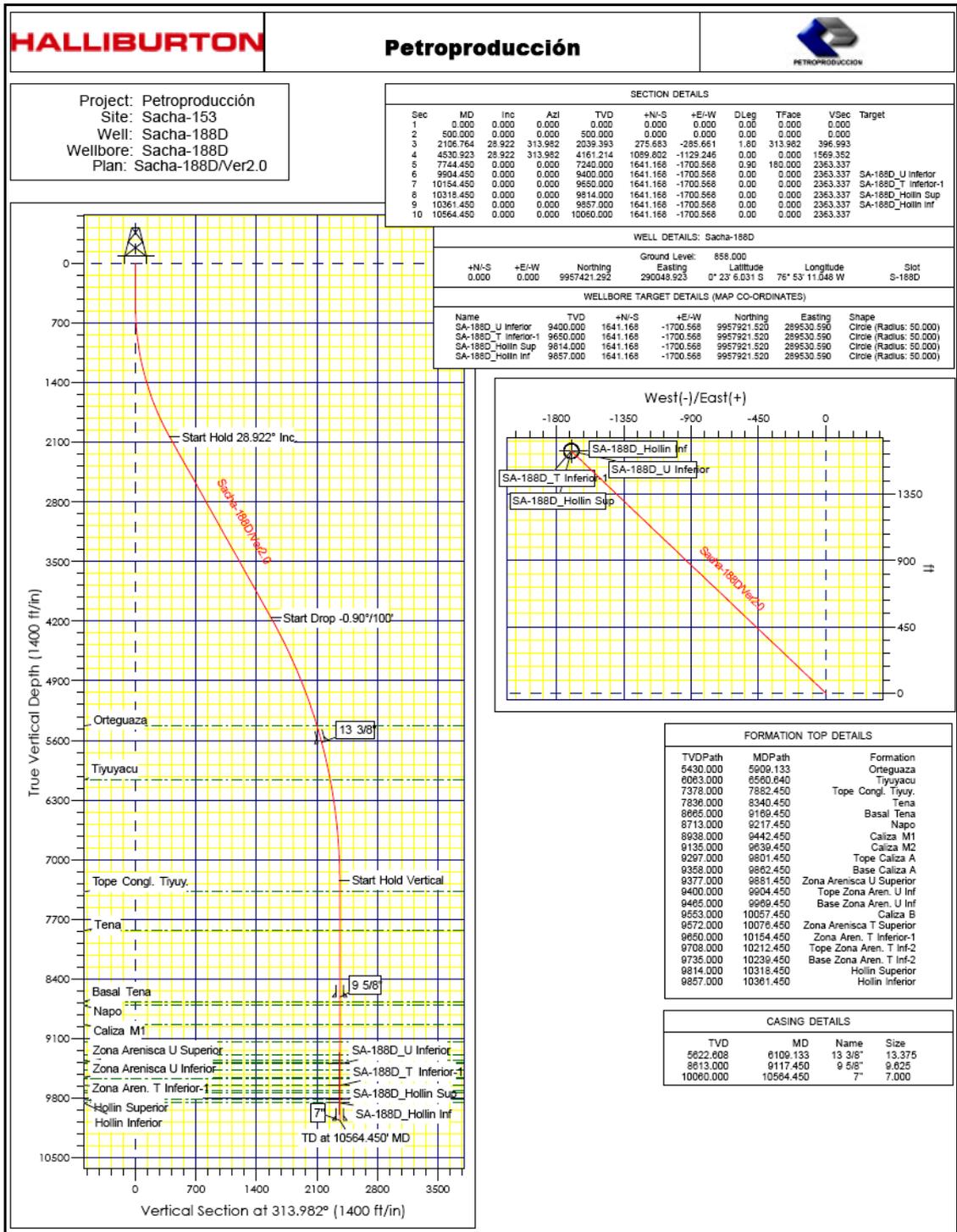
En la sección de 16” utilizaremos el BHA direccional # 1, donde se realizará el Kick Off a 500’MD y se construirá la curva a razón de 1.80°/100’ hasta tener 28.922° de inclinación en una dirección de 313.982°. Luego el objetivo es mantener una sección tangencial de 2424’ y tumbar inclinación con una severidad de 0.9°/100’ hasta asentar el revestimiento de 13 3/8”, 200’ MD dentro de la formación Orteguzaza. (6109.133’ MD).

En la sección de 12 ¼” se iniciará con el BHA direccional # 2, se seguirá tumbando inclinación con una severidad de 0.9°/100’ hasta alcanzar verticalidad, se utilizará el BHA direccional # 3 para continuar la trayectoria vertical hasta asentar el revestimiento de 9 5/8” a 9117.450’MD. (100’MD arriba del tope de Napo).

Se tiene un ensamblaje de contingencia para el Conglomerado de Tiyuyacu.

En la sección de 8 1/2” utilizaremos el BHA direccional # 4, se mantendrá verticalidad atravesando los objetivos U inferior, T inferior-1, Hollín Superior y Hollín Inferior. La profundidad total propuesta es de 10,564.450’MD.

FIG. 12.- PROGRAMA DE PERFORACIÓN DEL POZO SACHA 188 D



Fuente: Halliburton

Elaborado por: Rodríguez Alex

4.1.1 INTERVALO I: 16” SECCIÓN SUPERFICIAL

PROFUNDIDAD:	0 [ft] – 6,080’ [ft]
TIPO DE FLUIDO:	Sistema Gel – Benex / Pac
MÁXIMA INCLINACIÓN:	27.67 [°]
BROCA:	Tricónica 16”
REVESTIMIENTO:	13 3/8 [in]
FORMACIÓN:	TERCIARIO INDIFERENCIADO, ORTEGUAZA

4.1.1.1 DISCUSIÓN DEL INTERVALO

Esta sección se perforará la formación Chalcana hasta llegar dentro de la formación Orteguaza con un sistema de lodos Agua/Bentonita/PAC para asentar revestidor de 13 3/8”.

Se utilizará como base el fluido preparado de la sección anterior. Se iniciará con una concentración de 20.0 lpb de MIL-GEL (Bentonita) Pre-hidratado con 0.02 lpb de Benex. Durante la perforación de esta fase se estarán bombeando píldoras con la finalidad de mejorar la calidad de la torta y las condiciones de limpieza del hueco; igualmente minimizará el “Washout” del hueco, pérdidas excesivas en la formación y contribuirá a obtener una mejor calidad del trabajo previa a la corrida del primer revestidor.

Durante la perforación de esta sección superficial, en muchas áreas del Oriente Ecuatoriano, se encuentra limo y arcilla de altísima plasticidad, que suele taponar la línea de flujo y además embolar la broca. Este problema puede ser superado con una adecuada dilución del fluido o agregando dispersantes y/o surfactantes a fin de recubrir la broca con una delgada película y de prevenir el embolamiento de las mismas, se mantendrá como contingencia Penetrex. Para evitar taponamiento del Flow Line, debería controlarse el ROP con caudal controlado y permitiendo suficiente tiempo de limpieza del fondo.

Se iniciará a construir el ángulo a la profundidad de los 700 pies (KOP), por lo que se deberá asegurar una buena limpieza del hueco, con bombeos progresivos de píldoras viscosas hasta alcanzar los 1800 pies de profundidad (Start Hold), punto en el cual el pozo ha alcanzado los 28,92 grados de inclinación, con un Dog Leg Severity programado de 1 grado cada 100 pies.

En la preparación de las píldoras de Bentonita – Pac, se utilizará Soda Caústica para incrementar el Ph e incrementar la viscosidad de las píldoras.

Una vez que se empiece a construir el ángulo del hueco, es necesario realizar un control del filtrado con adiciones de PAC R/LV, a fin de prevenir cualquier inestabilidad en el hueco. Se debe tener especial atención en los acuíferos y zonas de potenciales pérdidas de circulación de este intervalo.

En este intervalo se perforarán zonas arcillosas activas, arenas y limolitas. Por tanto se requiere alta capacidad de transporte, con un punto cedente comprendido entre 15 – 20 lbs/100 ft². Para controlar la generación de anillos de cortes y de arcillas e incrementar el arrastre por la presencia de cantos rodados, incrementar la viscosidad con bentonita prehidratada.

De observarse incrementos altos en la reología se utilizará Lignosulfonatos para controlar la progresividad de los Geles; es recomendable realizar pruebas pilotos para garantizar la dispersión – adelgazamiento adecuado del fluido; en caso de ser necesario podemos utilizar SAPP (pirofosfato ácido de sodio) como complemento de dispersión en una concentración 1.0 – 2.0 lpb con agua fresca.

4.1.1.2 CONTROL DE SÓLIDOS INTERVALO I

Las siguientes consideraciones fueron hechas para los cálculos de sólidos y volumétrica.

- El equipo de control de sólidos cubre el 85 % de eficiencia.

- Es primordial el uso de la centrífuga para el control de los sólidos y el peso del fluido. El uso de esta debe ser aprovechada sobre todo durante los viajes. Con esto nos permitimos mantener los sólidos en rango y evitar el incremento de la dilución.

- Es importante controlar el caudal durante los cambios de mallas, de esta manera evitamos las pérdidas de fluido por sobre carga de alguno de los equipos. Es necesario coordinar estos cambios durante la perforación de manera que estas no se vean muy afectadas. Preferiblemente se deben realizar durante las conexiones y reciprocando la tubería de ser necesario.

4.1.1.3 EQUIPO DE CONTROL DE SÓLIDOS RECOMENDADO

El equipo que se recomienda para esta sección superficial es la siguiente:

Se utilizo 3 zarandas marca King Cobra de 4 paneles con un galonaje de 750 – 850 gpm, las mallas se alternaran de 110 y 210 micrones para reducir las pérdidas de fluido de perforación.

El Mud Cleaner consta de 16 x 4” conos y una zaranda de gran impacto con una malla de 250 micrones con un galonaje de 400 gpm y operará intermitentemente con una presión entre 50 – 55 psi.

Se utilizó 2 centrifugas con un galonaje de 120 gpm y se lo opera en secuencia si el ingeniero de fluidos de perforación lo requiere.

4.1.1.4 INTERVALO II: 12 ¼” SECCIÓN INTERMEDIA

PROFUNDIDAD:	6,080’ [ft] – 9,089’ [ft]
TIPO DE FLUIDO:	ALPLEX / CLAYTROL
MÁXIMA INCLINACIÓN:	14.63 [°]
BROCA:	PDC 12 1/4”
REVESTIMIENTO:	9 5/8 [in]
FORMACIÓN:	ORTEGUAZA – TIYUYACU – TENA

4.1.1.4.1 DISCUSIÓN DEL INTERVALO

El objetivo de este intervalo, es perforar la sección de 12 1/4” atravesando las formaciones, Orteguaza, Tiyuyacu, Tena y asentar el Revestidor de 9 5/8”.

Se desplazará el sistema Agua-Bentonita por el sistema Alplex/ClaytrolDensificado Es recomendable realizar un tratamiento previo al sistema de fluido nuevo con Bicarbonato de Sodio para evitar posible contaminación de cemento e incrementos de Ph. Se prevé en esta sección la inclinación de 23 grados caerá hasta cero grados por lo que es importante el monitoreo de la concentraciones del sistema Alplex / Claytrol, toda vez que en este tramo, las formaciones son enteramente arcillosas con alto grado de hidratación. Mientras se perfora esta sección, se estará aplicando PHPA para prevenir un incremento de la concentración de sólidos, mediante la encapsulación de los cortes de forma apropiada. Se mantendrá esta aplicación mientras se atraviere las formaciones Tiyuyacu y Tena.

Las formaciones, Orteguzza, Tiyuyacu y Tena tienen una alta tendencia a hincharse, sin embargo para prevenir este tipo de problema debe mantenerse una concentración promedio de Alplex de 3.0 lpb y una concentración de surfactante entre 0.5 a 0.7 % v/v. El Ph con la aplicación de Alplex será mantenido alrededor de 10.5 – 11.0 en todo momento; con este valor alcalino se logrará la formación de Aluminatos, los cuales ayudarán al sello de microfracturas dando estabilidad a la formación.

Antes de llegar a la formación Tiyuyacu, se reducirá los valores de filtrado API debajo de 10.0 cc. Con adiciones de PAC, que será el principal agente controlador de este parámetro, de ser necesario se adicionará píldoras de Carbonato de Calcio tipo 100 al sistema para asegurar un sellamiento apropiado.

La capacidad de acarreo y propiedades de reología del sistema de lodo será ajustada con adiciones de PAC y en algunos casos de ser necesario se utilizará Goma Xántica para mejorar las lecturas de 6 y 3 rpm, igualmente el ingeniero de fluidos deberá estar en capacidad de planificar el bombeo de píldoras de baja y alta reología que permitan garantizar aún más la limpieza del hueco. Se utilizará los programas de hidráulica, aplicando nuestro sistema Advantage, junto a HCC para programar la reología adecuada.

4.1.1.4.2 CONTROL DE SÓLIDOS INTERVALO II

Para el cálculo de sólidos y dilución considere lo siguiente:

- Que los equipos de control de sólidos operan con una eficiencia del 85 %
- No By-Pass el lodo si se observa presencia de cemento blando no fraguado o cualquier otro agente contaminante.
- Es primordial el uso de la centrifuga para el control de los sólidos y el peso del fluido. El uso de esta debe ser aprovechada sobre todo durante los viajes. Con esto nos permitimos mantener los sólidos en rango y evitar el incremento de la dilución.
- Es importante controlar el caudal durante los cambios de mallas, de esta manera evitamos las pérdidas de fluido por sobre carga de alguno de los equipos. Es necesario coordinar estos cambios durante la perforación de manera que estas no se vean muy afectadas. Preferiblemente se deben realizar durante las conexiones y reciprocando la tubería de ser necesario.

4.1.1.4.3 EQUIPO DE CONTROL DE SÓLIDOS RECOMENDADO

El equipo que se recomienda para esta sección superficial es la siguiente:

Se utilizó 3 zarandas marca King Cobra de 4 paneles con un galonaje de 650 – 700 gpm, la malla de 140 micrones para reducir las pérdidas de fluido de perforación.

El Mud Cleaner, un desarcillador con conos de 16” x 4” con un galonaje de 500 – 650 gpm y la malla de la zaranda de 250 micrones, 2 desarenador con conos de 2 x 12” con galonaje de 500 gpm.

Se utilizó 2 centrifugas con un galonaje de 150 – 160 gpm.

4.1.1.5 INTERVALO III: LINERS DE 7

PROFUNDIDAD:	9,089 [ft] – 10,563 [ft]
TIPO DE FLUIDO:	Claytrol-Xantham Gum / CO ₃ Ca
MÁXIMA INCLINACIÓN:	0 [°]
BROCA:	PDC 8 ½”
REVESTIMIENTO:	7 [in]
FORMACIÓN:	NAPO – HOLLÍN

4.1.1.5.1 DISCUSIÓN DEL INTERVALO

El objetivo en este intervalo es perforar la formación Hollín Superior, atravesando las arenas “U” Superior y “T” inferior, que son las productoras y asentar Liner de 7”. Se perforará sosteniendo la inclinación dejada una vez atravesadas las formaciones Orteguaza, Tiyuyacu, Tena.

Por el diseño mecánico de la sección productora, se debe asegurar tanto la limpieza del hueco como la lubricidad del fluido. Mantener las lecturas de 3 rpm acorde a la configuración del hueco, donde se utilizará el software “**Advantage**” para obtener el óptimo valor de lectura de 3 rpm para asegurar una adecuada limpieza del hueco.

A fin de asegurar y mantener las concentraciones de los productos y para evitar el desperdicio de los mismos sobre las zarandas, se recomienda, premezclar y prehidratar los productos. Dentro de circunstancias normales, mantener el filtrado API menos de 6.0 cc/30 min para obtener una torta lo más compacta posible.

Como elemento constitutivo de nuestro Sistema de bajo sólidos, tenemos al Claytrol, el cual a una concentración de 1.5 ppb previene el hinchamiento de las intercalaciones de lutitas presentes en la formación Napo , controlando el filtrado API en menos de 6cc.. Se usará Carbonato de Calcio de granulometría variada para un puenteo adecuado y densificar el sistema, se agregará píldoras de asfalto mínimas necesarias para estabilizar las lutitas de la formación Napo.

4.1.1.5.2 CONTROL DE SÓLIDOS INTERVALO III

Las siguientes consideraciones fueron hechas para los cálculos de sólidos y volumétrica.

- El equipo de control de sólidos cubre el 85 % de eficiencia.

- EL máximo permisible de control de sólidos es 6.0 % v/v

4.1.1.5.3 EQUIPO DE CONTROL DE SÓLIDOS RECOMENDADO

El equipo que se recomienda para esta sección superficial es la siguiente:

Se utilizó 3 zarandas marca King Cobra de 4 paneles con un galonaje de 750 – 850 gpm, las mallas se alternarán de 110 y 210 micrones para reducir las pérdidas de fluido de perforación.

El Mud Cleaner consta de 16 x 4” conos y una zaranda de gran impacto con una malla de 250 micrones con un galonaje de 400 gpm y operará intermitentemente con una presión entre 50 – 55 psi.

Se utilizó 2 centrifugas con un galonaje de 120 gpm y se lo opera en secuencia si el ingeniero de fluidos de perforación lo requiere.

TABLA 3.- TALY DE PERFORACIÓN DEL POZO SACHA 213

Comments	Measured Depth (ft)	Inclination (deg)	Azimuth (deg)	TVD (ft)	Vertical Section (ft)	NS (ft)	EW (ft)	DLS (deg/100 ft)	Northing (m)
Tie-In	0.00	0.00	138.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9962679.45
	100.00	0.00	138.86	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9962679.45
	200.00	0.00	138.86	200.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9962679.45
KOP	300.00	0.00	138.86	300.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9962679.45
	400.00	1.60	138.86	399.99	1.40	-1.05	0.92	1.60	9962679.13
	500.00	3.20	138.86	499.90	5.58	-4.21	3.67	1.60	9962678.17
	600.00	4.80	138.86	599.65	12.56	-9.46	8.26	1.60	9962676.57
	700.00	6.40	138.86	699.17	22.32	-16.81	14.68	1.60	9962674.33
	800.00	8.00	138.86	798.38	34.85	-26.25	22.93	1.60	9962671.45
	900.00	9.60	138.86	897.20	50.15	-37.77	32.99	1.60	9962667.94
	1000.00	11.20	138.86	995.55	68.20	-51.36	44.86	1.60	9962663.79
	1100.00	12.80	138.86	1093.36	88.99	-67.02	58.54	1.60	9962659.00
	1200.00	14.40	138.86	1190.56	112.50	-84.79	74.01	1.60	9962653.62
	1300.00	16.00	138.86	1287.05	138.72	-104.48	91.26	1.60	9962647.60
	1400.00	17.60	138.86	1382.78	167.62	-126.25	110.27	1.60	9962640.97
	1500.00	19.20	138.86	1477.67	199.19	-150.02	131.03	1.60	9962633.72
	1600.00	20.80	138.86	1571.63	233.39	-175.78	153.53	1.60	9962625.87
	1700.00	22.40	138.86	1664.61	270.20	-203.50	177.75	1.60	9962617.42
	1800.00	24.00	138.86	1756.52	309.59	-233.17	203.66	1.60	9962608.37
	1900.00	25.60	138.86	1847.29	351.54	-264.76	231.26	1.60	9962598.74
	2000.00	27.20	138.86	1936.86	396.00	-298.25	260.50	1.60	9962588.53
	2100.00	28.80	138.86	2025.15	442.94	-333.61	291.39	1.60	9962577.76
	2200.00	30.40	138.86	2112.10	492.34	-370.81	323.88	1.60	9962566.42
	2300.00	32.00	138.86	2197.63	544.14	-409.82	357.96	1.60	9962554.52
	2400.00	33.60	138.86	2281.69	598.31	-450.62	393.59	1.60	9962542.09
	2500.00	35.20	138.86	2364.20	654.80	-493.17	430.76	1.60	9962529.12
	2600.00	36.80	138.86	2445.10	713.58	-537.44	469.42	1.60	9962515.62
EOC #1 (3D-S)	2661.20	37.78	138.86	2493.78	750.66	-565.36	493.81	1.60	9962507.11
KOP #2	4127.81	37.78	138.86	3652.96	1649.13	-1242.05	1084.87	0.00	9962300.83
	4200.00	36.70	138.86	3710.43	1692.81	-1274.95	1113.60	1.50	9962290.80
	4300.00	35.20	138.86	3791.39	1751.51	-1319.16	1152.22	1.50	9962277.32
	4400.00	33.70	138.86	3873.85	1808.08	-1361.76	1189.43	1.50	9962264.34
	4500.00	32.20	138.86	3957.76	1862.46	-1402.72	1225.20	1.50	9962251.85
	4600.00	30.70	138.86	4043.08	1914.63	-1442.01	1259.52	1.50	9962239.88
	4700.00	29.20	138.86	4129.72	1964.55	-1479.61	1292.36	1.50	9962228.42
	4800.00	27.70	138.86	4217.65	2012.18	-1515.48	1323.70	1.50	9962217.48
	4900.00	26.20	138.86	4306.79	2057.49	-1549.61	1353.51	1.50	9962207.08
	5000.00	24.70	138.86	4397.08	2100.46	-1581.97	1381.77	1.50	9962197.21
	5100.00	23.20	138.86	4488.47	2141.05	-1612.54	1408.47	1.50	9962187.89
	5200.00	21.70	138.86	4580.89	2179.23	-1641.30	1433.59	1.50	9962179.13
	5300.00	20.20	138.86	4674.28	2214.98	-1668.22	1457.10	1.50	9962170.92
	5400.00	18.70	138.86	4768.58	2248.27	-1693.30	1479.00	1.50	9962163.28
	5500.00	17.20	138.86	4863.71	2279.08	-1716.50	1499.27	1.50	9962156.20
	5600.00	15.70	138.86	4959.61	2307.39	-1737.82	1517.90	1.50	9962149.70
	5700.00	14.20	138.86	5056.23	2333.18	-1757.25	1534.86	1.50	9962143.78
	5800.00	12.70	138.86	5153.48	2356.43	-1774.76	1550.16	1.50	9962138.44
	5900.00	11.20	138.86	5251.31	2377.13	-1790.35	1563.78	1.50	9962133.69
	6000.00	9.70	138.86	5349.65	2395.26	-1804.01	1575.70	1.50	9962129.53
Ortuguaza Fm	6080.36	8.49	138.86	5429.00	2407.96	-1813.57	1584.06	1.50	9962126.61
	6100.00	8.20	138.86	5448.43	2410.81	-1815.72	1585.93	1.50	9962125.96
	6200.00	6.70	138.86	5547.59	2423.77	-1825.48	1594.46	1.50	9962122.98
	6300.00	5.20	138.86	5647.05	2434.13	-1833.28	1601.27	1.50	9962120.60
	6400.00	3.70	138.86	5746.74	2441.89	-1839.12	1606.37	1.50	9962118.82
	6500.00	2.20	138.86	5846.61	2447.03	-1842.99	1609.76	1.50	9962117.64
	6600.00	0.70	138.86	5946.57	2449.55	-1844.89	1611.42	1.50	9962117.06
	6646.43	0.00	138.86	5993.00	2449.83	-1845.11	1611.60	1.50	9962117.00
13 5/8" Casing Point	6700.00	0.00	138.86	6046.57	2449.83	-1845.11	1611.60	0.00	9962117.00
Tope Tiyuyacu	6714.43	0.00	138.86	6061.00	2449.83	-1845.11	1611.60	0.00	9962117.00
Tope Congl. Tiyuyacu	8031.43	0.00	138.86	7378.00	2449.83	-1845.11	1611.60	0.00	9962117.00
Tena Fm.	8608.43	0.00	138.86	7955.00	2449.83	-1845.11	1611.60	0.00	9962117.00
9 5/8" Casing Point	9300.00	0.00	138.86	8646.57	2449.83	-1845.11	1611.60	0.00	9962117.00
Zona Basal Tena Tope	9386.43	0.00	138.86	8733.00	2449.83	-1845.11	1611.60	0.00	9962117.00
Napo Fm.	9446.43	0.00	138.86	8793.00	2449.83	-1845.11	1611.60	0.00	9962117.00
Caliza M-2 Tope	9904.43	0.00	138.86	9251.00	2449.83	-1845.11	1611.60	0.00	9962117.00
	10000.00	0.00	138.86	9346.57	2449.83	-1845.11	1611.60	0.00	9962117.00
Caliza "A" Tope	10056.43	0.00	138.86	9403.00	2449.83	-1845.11	1611.60	0.00	9962117.00
	10100.00	0.00	138.86	9446.57	2449.83	-1845.11	1611.60	0.00	9962117.00
Caliza "A" Base	10101.43	0.00	138.86	9448.00	2449.83	-1845.11	1611.60	0.00	9962117.00
Zona "U" Superior Tope	10148.43	0.00	138.86	9495.00	2449.83	-1845.11	1611.60	0.00	9962117.00
Zona Arenisca "U" Inferior Tope	10171.43	0.00	138.86	9518.00	2449.83	-1845.11	1611.60	0.00	9962117.00
	10200.00	0.00	138.86	9546.57	2449.83	-1845.11	1611.60	0.00	9962117.00
Zona Arenisca "U" Inferior Base	10221.43	0.00	138.86	9568.00	2449.83	-1845.11	1611.60	0.00	9962117.00
	10300.00	0.00	138.86	9646.57	2449.83	-1845.11	1611.60	0.00	9962117.00
Caliza "B" Tope	10302.43	0.00	138.86	9649.00	2449.83	-1845.11	1611.60	0.00	9962117.00
Zona Arenisca "T" Superior Tope	10326.43	0.00	138.86	9673.00	2449.83	-1845.11	1611.60	0.00	9962117.00
	10400.00	0.00	138.86	9746.57	2449.83	-1845.11	1611.60	0.00	9962117.00
Zona Arenisca "T" Inferior-1 Tope	10418.43	0.00	138.86	9765.00	2449.83	-1845.11	1611.60	0.00	9962117.00
Zona Arenisca "T" Inferior-2 Tope	10490.43	0.00	138.86	9837.00	2449.83	-1845.11	1611.60	0.00	9962117.00
	10500.00	0.00	138.86	9846.57	2449.83	-1845.11	1611.60	0.00	9962117.00
Zona Arenisca "T" Inferior-2 Base	10505.43	0.00	138.86	9852.00	2449.83	-1845.11	1611.60	0.00	9962117.00
Arenisca Hollin Superior Tope	10571.43	0.00	138.86	9918.00	2449.83	-1845.11	1611.60	0.00	9962117.00
	10600.00	0.00	138.86	9946.57	2449.83	-1845.11	1611.60	0.00	9962117.00
Arenisca Hollin Inferior Tope	10609.43	0.00	138.86	9956.00	2449.83	-1845.11	1611.60	0.00	9962117.00
	10700.00	0.00	138.86	10046.57	2449.83	-1845.11	1611.60	0.00	9962117.00
TD	10703.43	0.00	138.86	10050.00	2449.83	-1845.11	1611.60	0.00	9962117.00

Fuente: Petroecuador

Elaborado por: Rodríguez Alex

4.1.2 PROGRAMA DE PERFORACIÓN DEL POZO SACHA 213 D

El pozo Sacha 213D será un pozo direccional tipo “S”, con un desplazamiento de 1804.465 a los objetivos, Arena U Inferior, Hollín Superior y Hollín Inferior.

El pozo es el tercero a ser perforado en la locación Sacha 192 donde ya se encuentra Sacha 169, pozo vertical y el pozo Sacha 210D, pozo direccional, a una distancia aproximada entre cabezas de pozo de 98.425 pies y 118.56 pies respectivamente.

El pozo se perforará en tres secciones:

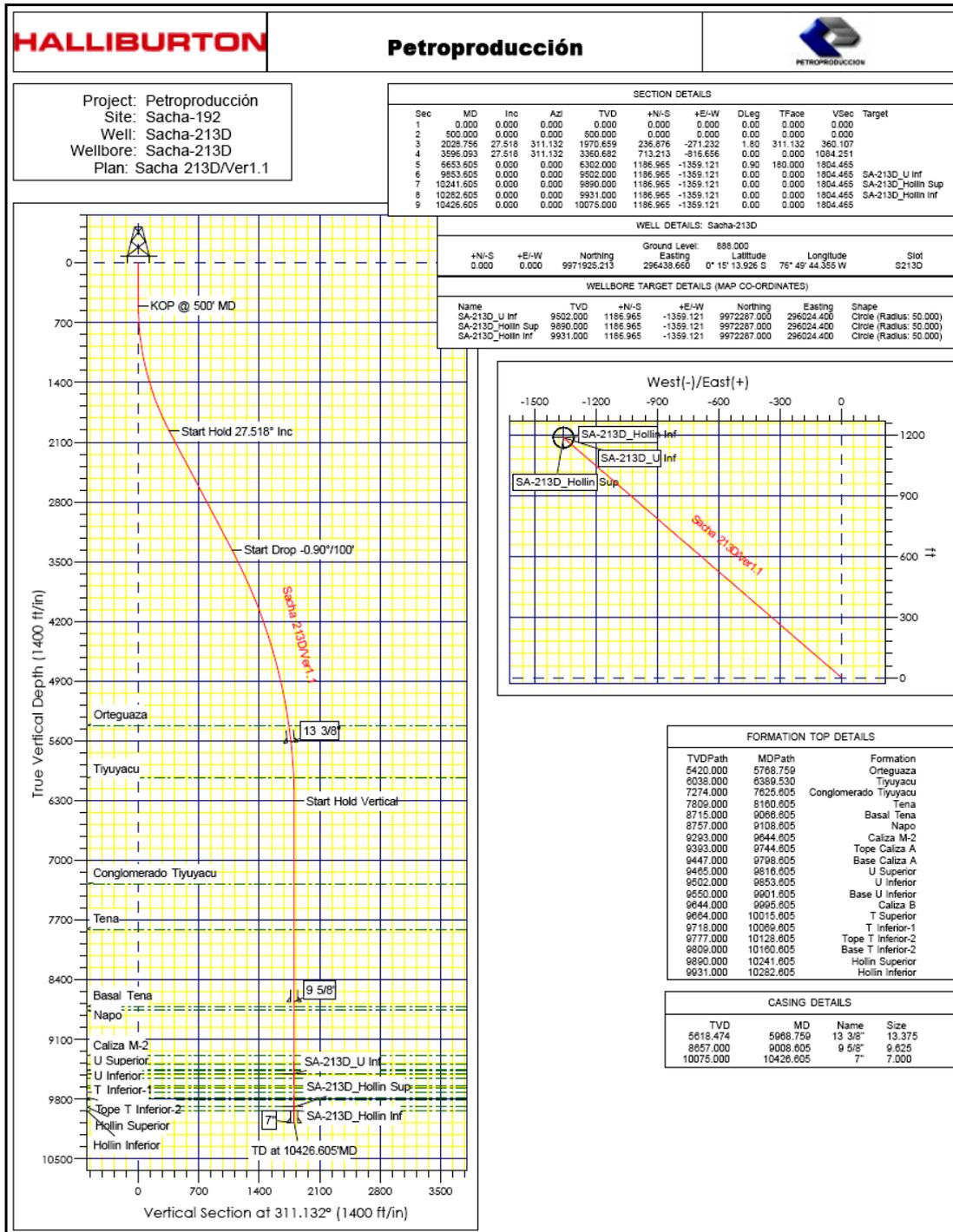
En la sección de 16” utilizaremos el BHA direccional # 1, donde se realizará el Kick Off a 500’MD y se construirá la curva a razón de $1.80^{\circ}/100'$ hasta tener 27.518° de inclinación en una dirección de 311.132° . Luego el objetivo es mantener una sección tangencial de 1567’ y tumbar inclinación con una severidad de $0.9^{\circ}/100'$ hasta asentar el revestimiento de 13 3/8”, 200’ MD dentro de la formación Orteguaza.

En la sección de 12 1/4” se iniciará con el BHA direccional # 2, se seguirá tumbando inclinación con una severidad de $0.9^{\circ}/100'$ hasta alcanzar verticalidad, si fuese necesario se utilizará el BHA direccional # 3 para terminar la sección. El revestimiento de 9 5/8” se asentará a 9008.605’MD. (100’MD arriba del tope de Napo).

Se tiene un ensamblaje de contingencia para el Conglomerado de Tiyuyacu.

En la sección de 8 1/2” utilizaremos el BHA direccional # 4, se mantendrá vertical atravesando los objetivos U inferior, Hollín Superior y Hollín Inferior. La profundidad total propuesta es de 10,426.605’MD.

FIG. 13.- PROGRAMA DE PERFORACIÓN DEL POZO SACHA 213 D



Fuente: Halliburton

Elaborado por: Rodríguez Alex

4.1.2.1 INTERVALO I: 16” SECCIÓN SUPERFICIAL

PROFUNDIDAD:	0 [ft] – 5,969’ [ft]
TIPO DE FLUIDO:	AQUAGEL
MÁXIMA INCLINACIÓN:	27.52 [°]
BROCA:	TRICONICA 16”
REVESTIMIENTO:	13 3/8 [in]
FORMACIÓN:	TERCIARIO INDIFERENCIADO, ORTEGUAZA

4.1.2.1.1 DISCUSIÓN DEL INTERVALO

Esta sección se perforará la formación Chalcana hasta llegar dentro de la formación Orteguaza con un sistema de lodos Agua/Bentonita/PAC para asentar revestidor de 13 3/8”.

Se utilizará como base el fluido preparado de la sección anterior. Se iniciará con una concentración de 15 a 20 lpb de MIL-GEL (Bentonita) Pre-hidratado con 0.02 lpb de Benex. Durante la perforación de esta fase se estarán bombeando píldoras con la finalidad de mejorar la calidad de la torta y las condiciones de limpieza del hueco; igualmente minimizará el “Washout” del hueco, pérdidas excesivas en la formación y contribuirá a obtener una mejor calidad del trabajo previa a la corrida del primer revestidor.

Durante la perforación de esta sección superficial, en muchas áreas del Oriente Ecuatoriano, se encuentra limo y arcilla de altísima plasticidad, que suele taponar la línea de flujo y además embolar la broca. Este problema puede ser superado con una adecuada dilución del fluido o agregando dispersantes y/o surfactantes a fin de recubrir la broca con una delgada película y de prevenir el embolamiento de las mismas, se mantendrá como contingencia Penetrex. Para evitar taponamiento del Flow Line, debería controlarse el ROP con caudal controlado y permitiendo suficiente tiempo de limpieza del fondo.

Se iniciará a construir el ángulo a la profundidad de los 600 pies (KOP), por lo que se deberá asegurar una buena limpieza del hueco, con bombeos progresivos de píldoras viscosas hasta alcanzar los 1960 pies de profundidad (Start Hold), punto en el cual el pozo ha alcanzado los 27,51 grados de inclinación, con un Dog Leg Severity programado de 1 grado cada 100 pies.

En la preparación de las píldoras de Bentonita – Pac, se utilizará Soda Caústica para incrementar el Ph e incrementar la viscosidad de las píldoras.

Una vez que se empiece a construir el ángulo del hueco, es necesario realizar un control del filtrado con adiciones de PAC R/LV, a fin de prevenir cualquier inestabilidad en el hueco. Se debe tener especial atención en los acuíferos y zonas de potenciales pérdidas de circulación de este intervalo.

En este intervalo se perforarán zonas arcillosas activas, arenas y limolitas. Por tanto se requiere alta capacidad de transporte, con un punto cedente comprendido entre 15 – 20 lbs/100 ft². Para controlar la generación de anillos de cortes y de arcillas e incrementar el arrastre por la presencia de cantos rodados, incrementar la viscosidad con bentonita prehidratada.

De observarse incrementos altos en la reología se utilizará Lignosulfonatos para controlar la progresividad de los Geles; es recomendable realizar pruebas pilotos para garantizar la dispersión - adelgazamiento adecuado del fluido; en caso de ser necesario podemos utilizar SAPP (pirofosfato ácido de sodio) como complemento de dispersión en una concentración 1.0 – 2.0 lpb con agua fresca.

4.1.2.1.2 CONTROL DE SÓLIDOS INTERVALO I

Las siguientes consideraciones fueron hechas para los cálculos de sólidos y volumétrica.

- El equipo de control de sólidos cubre el 85 % de eficiencia.

- Es primordial el uso de la centrífuga para el control de los sólidos y el peso del fluido. El uso de esta debe ser aprovechada sobre todo durante los viajes. Con esto nos permitimos mantener los sólidos en rango y evitar el incremento de la dilución.

- Es importante controlar el caudal durante los cambios de mallas, de esta manera evitamos las pérdidas de fluido por sobre carga de alguno de los equipos. Es

necesario coordinar estos cambios durante la perforación de manera que estas no se vean muy afectadas. Preferiblemente se deben realizar durante las conexiones y reciprocando la tubería de ser necesario.

4.1.2.1.3 EQUIPO DE CONTROL DE SÓLIDOS RECOMENDADO

El equipo que se recomienda para esta sección superficial es la siguiente:

Se utilizó 3 zarandas marca King Cobra de 4 paneles con un galonaje de 750 – 850 gpm, las mallas se alternaran de 110 y 210 micrones para reducir las pérdidas de fluido de perforación.

El Mud Cleaner consta de 16 x 4” conos y una zaranda de gran impacto con una malla de 250 micrones con un galonaje de 400 gpm y operará intermitentemente con una presión entre 50 – 55 psi.

Se utilizó 2 centrifugas con un galonaje de 120 gpm y se lo opera en secuencia si el ingeniero de fluidos de perforación lo requiere.

4.1.2.2 INTERVALO II: 12 ¼” SECCIÓN INTERMEDIA

PROFUNDIDAD:	5,969’ [ft] – 9,009’ [ft]
TIPO DE FLUIDO:	Alplex/Claytrol Densificado
MÁXIMA INCLINACIÓN:	6.16 [°]
BROCA:	PDC 12 1/4”
REVESTIMIENTO:	9 5/8 [in]
FORMACIÓN:	ORTEGUAZA – TIYUYACU – TENA

4.1.2.2.1 DISCUSIÓN DEL INTERVALO

El objetivo de este intervalo, es perforar la sección de 12 1/4" atravesando las formaciones, Orteguaza, Tiyuyacu, Tena y asentar el Revestidor de 9 5/8".

Se desplazará el sistema Agua-Bentonita por el sistema Alplex/Claytrol Densificado. Es recomendable realizar un tratamiento previo al sistema de fluido nuevo con Bicarbonato de Sodio para evitar posible contaminación de cemento e incrementos de pH. Se prevé en esta sección la inclinación de 27,51 grados caerá hasta cero grados por lo que es importante el monitoreo de las concentraciones del sistema Alplex / Claytrol, toda vez que en este tramo, las formaciones son enteramente arcillosas con alto grado de hidratación. Mientras se perfora esta sección, se estará aplicando PHPA para prevenir un incremento de la concentración de sólidos, mediante la encapsulación de los cortes de forma apropiada. Se mantendrá esta aplicación mientras se atraviese las formaciones Tiyuyacu y Tena.

Las formaciones, Ortegua, Tiyuyacu y Tena tienen una alta tendencia a hincharse, sin embargo para prevenir este tipo de problema debe mantenerse una concentración promedio de Alplex de 3.0 lpb y una concentración de surfactante entre 0.5 a 0.7 % v/v. El pH con la aplicación de Alplex será mantenido alrededor de 10.5 – 11.0 en todo momento; con este valor alcalino se logrará la formación de Aluminatos, los cuales ayudarán al sello de microfracturas dando estabilidad a la formación.

Antes de llegar a la formación Tiyuyacu, se reducirá los valores de filtrado API debajo de 10.0 cc. con adiciones de PAC, que será el principal agente controlador de este parámetro, de ser necesario se adicionará píldoras de Carbonato de Calcio tipo 100 al sistema para asegurar un sellamiento apropiado.

La capacidad de acarreo y propiedades de reología del sistema de lodo será ajustada con adiciones de PAC y en algunos casos de ser necesario se utilizará Goma Xántica para mejorar las lecturas de 6 y 3 rpm, igualmente el ingeniero de fluidos deberá estar en capacidad de planificar el bombeo de píldoras de baja y alta reología que permitan garantizar aún más la limpieza del hueco. Se utilizará los programas de hidráulica, aplicando nuestro sistema Advantage, junto a HCC para programar la reología adecuada.

4.1.2.2.2 CONTROL DE SÓLIDOS INTERVALO II

Para el cálculo de sólidos y dilución considere lo siguiente:

- Que los equipos de control de sólidos operan con una eficiencia del 85 %

- No By-Pass el lodo si se observa presencia de cemento blando no fraguado o cualquier otro agente contaminante.

- Es primordial el uso de la centrifuga para el control de los sólidos y el peso del fluido. El uso de esta debe ser aprovechada sobre todo durante los viajes. Con esto nos permitimos mantener los sólidos en rango y evitar el incremento de la dilución.

- Es importante controlar el caudal durante los cambios de mallas, de esta manera evitamos las pérdidas de fluido por sobre carga de alguno de los equipos. Es necesario coordinar estos cambios durante la perforación de manera que estas no se vean muy afectadas. Preferiblemente se deben realizar durante las conexiones y reciprocando la tubería de ser necesario.

4.1.2.2.3 EQUIPO DE CONTROL DE SÓLIDOS RECOMENDADO

El equipo que se recomienda para esta sección superficial es la siguiente:

Se utilizó 3 zarandas marca King Cobra de 4 paneles con un galonaje de 650 – 700 gpm, la malla de 140 micrones para reducir las pérdidas de fluido de perforación.

El Mud Cleaner utilizó un desarcillador con conos de 16” x 4” con un galonaje de 500 – 650 gpm y la malla de la zaranda de 250 micrones, 2 desarenador con conos de 2 x 12” con galonaje de 500 gpm.

Se utilizó 2 centrifugas con un galonaje de 150 - 160 gpm.

4.1.2.3 INTERVALO III: LINERS DE 7

PROFUNDIDAD:	9,009 [ft] – 10,427 [ft]
TIPO DE FLUIDO:	Claytrol-Xantham Gum / CO ₃ Ca
MÁXIMA INCLINACIÓN:	0 [°]
BROCA:	PDC 8 ½ ”
REVESTIMIENTO:	7 [in]
FORMACIÓN:	NAPO – HOLLÍN

4.1.2.3.1 DISCUSIÓN DEL INTERVALO

El objetivo en este intervalo es perforar la formación Hollín Superior, atravesando las arenas “U” Superior y “T” inferior, que son las productoras y asentar Liner de 7". Se perforará sosteniendo la inclinación dejada una vez atravesadas las formaciones Orteguaza, Tiyuyacu, Tena.

Por el diseño mecánico de la sección productora, se debe asegurar tanto la limpieza del hueco como la lubricidad del fluido. Mantener las lecturas de 3 rpm acorde a la configuración del hueco, donde se utilizará el software “**Advantage**” para obtener el óptimo valor de lectura de 3 rpm para asegurar una adecuada limpieza del hueco.

A fin de asegurar y mantener las concentraciones de los productos y para evitar el desperdicio de los mismos sobre las zarandas, se recomienda, premezclar y prehidratar los productos. Dentro de circunstancias normales, mantener el filtrado API menos de 6.0 cc/30 min para obtener una torta lo más compacta posible.

Como elemento constitutivo de nuestro Sistema de bajo sólidos, tenemos al Claytrol, el cual a una concentración de 1.5 ppb previene el hinchamiento de las intercalaciones de lutitas presentes en la formación Napo, controlando el filtrado API en menos de 6cc.. Se usará Carbonato de Calcio de granulometría variada para un puenteo adecuado y densificar el sistema, se agregará píldoras de asfalto mínimas necesarias para estabilizar las lutitas de la formación Napo.

4.1.2.3.2 CONTROL DE SÓLIDOS INTERVALO III

Las siguientes consideraciones fueron hechas para los cálculos de sólidos y volumétrica.

- El equipo de control de sólidos cubre el 85 % de eficiencia.
- El máximo permisible de control de sólidos es 6.0 % v/v

4.1.2.3.3 EQUIPO DE CONTROL DE SÓLIDOS RECOMENDADO

El equipo que se recomienda para esta sección superficial es la siguiente:

Se utilizó 3 zarandas marca King Cobra de 4 paneles con un galonaje de 750 – 850 gpm, las mallas se alternarán de 110 y 210 micrones para reducir las pérdidas de fluido de perforación.

El Mud Cleaner consta de 16 x 4” conos y una zaranda de gran impacto con una malla de 250 micrones con un galonaje de 400 gpm y operará intermitentemente con una presión entre 50 – 55 psi.

Se utilizó 2 centrifugas con un galonaje de 120 gpm y se lo opera en secuencia si el ingeniero de fluidos de perforación lo requiere.

TABLA 4.- TALY DE PERFORACIÓN DEL POZO SACHA 213

FORMACIONE-UNIDADES	Measured Depth (ft)	Inclination (°)	Azimuth (°)	TVD below System (ft)	Vertical Depth (ft)	Northing (m)		Dogleg Rate (°/100ft)	Vertical Section (ft)
						North	East		
	0	0.00	0.00	-923	0	9,971,925.21	296,438.66	0	0
	500	0.00	0.00	-423	500	9,971,925.21	296,438.66	0	0
	600	1.80	311.13	-323.016	599.984	9,971,925.53	296,438.30	1.8	1.571
	700	3.60	311.13	-223.132	699.868	9,971,926.47	296,437.22	1.8	6.281
	800	5.40	311.13	-123.444	799.556	9,971,928.05	296,435.42	1.8	14.127
	900	7.20	311.13	-24.052	898.948	9,971,930.25	296,432.90	1.8	25.1
	1,000.00	9.00	311.13	74.946	997.946	9,971,933.07	296,429.66	1.8	39.189
	1,100.00	10.80	311.13	173.453	1,096.45	9,971,936.52	296,425.72	1.8	56.381
	1,200.00	12.60	311.13	271.372	1,194.37	9,971,940.58	296,421.06	1.8	76.659
	1,300.00	14.40	311.13	368.604	1,291.60	9,971,945.26	296,415.70	1.8	100.003
	1,400.00	16.20	311.13	465.056	1,388.06	9,971,950.55	296,409.64	1.8	126.389
	1,500.00	18.00	311.13	560.632	1,483.63	9,971,956.45	296,402.89	1.8	155.792
	1,600.00	19.80	311.13	655.236	1,578.24	9,971,962.94	296,395.46	1.8	188.182
	1,700.00	21.60	311.13	748.777	1,671.78	9,971,970.03	296,387.34	1.8	223.528
	1,800.00	23.40	311.13	841.161	1,764.16	9,971,977.70	296,378.56	1.8	261.795
	1,900.00	25.20	311.13	932.298	1,855.30	9,971,985.95	296,369.11	1.8	302.945
	2,000.00	27.00	311.13	1,022.10	1,945.10	9,971,994.77	296,359.01	1.8	346.937
	2,028.76	27.52	311.13	1,047.66	1,970.66	9,971,997.41	296,355.99	1.8	360.107
	3,000.00	27.48	311.13	2,441.15	3,364.15	9,972,142.96	296,189.33	0.9	1,086.05
	3,700.00	26.58	311.13	2,530.22	3,453.22	9,972,152.07	296,178.90	0.9	1,131.50
	3,800.00	25.68	311.13	2,620.00	3,543.00	9,972,160.91	296,168.78	0.9	1,175.55
	3,900.00	24.78	311.13	2,710.46	3,633.46	9,972,169.45	296,159.00	0.9	1,218.18
	4,000.00	23.88	311.13	2,801.57	3,724.57	9,972,177.71	296,149.54	0.9	1,259.38
	4,100.00	22.98	311.13	2,893.32	3,816.32	9,972,185.69	296,140.41	0.9	1,299.15
	4,200.00	22.08	311.13	2,985.69	3,908.69	9,972,193.37	296,131.61	0.9	1,337.47
	4,300.00	21.18	311.13	3,078.65	4,001.65	9,972,200.76	296,123.15	0.9	1,374.33
	4,400.00	20.28	311.13	3,172.17	4,095.17	9,972,207.86	296,115.02	0.9	1,409.73
	4,500.00	19.38	311.13	3,266.24	4,189.24	9,972,214.66	296,107.23	0.9	1,443.66
	4,600.00	18.48	311.13	3,360.83	4,283.83	9,972,221.17	296,099.78	0.9	1,476.10
	4,700.00	17.58	311.13	3,455.91	4,378.91	9,972,227.37	296,092.68	0.9	1,507.06
	4,800.00	16.68	311.13	3,551.47	4,474.47	9,972,233.28	296,085.92	0.9	1,536.52
	4,900.00	15.78	311.13	3,647.49	4,570.49	9,972,238.88	296,079.50	0.9	1,564.47
	5,000.00	14.88	311.13	3,743.93	4,666.93	9,972,244.18	296,073.43	0.9	1,590.91
	5,100.00	13.98	311.13	3,840.77	4,763.77	9,972,249.18	296,067.71	0.9	1,615.83
	5,200.00	13.08	311.13	3,937.99	4,860.99	9,972,253.87	296,062.33	0.9	1,639.23
	5,300.00	12.18	311.13	4,035.57	4,958.57	9,972,258.26	296,057.31	0.9	1,661.10
	5,400.00	11.28	311.13	4,133.48	5,056.48	9,972,262.33	296,052.64	0.9	1,681.44
	5,500.00	10.38	311.13	4,231.70	5,154.70	9,972,266.10	296,048.33	0.9	1,700.23
	5,600.00	9.48	311.13	4,330.20	5,253.20	9,972,269.56	296,044.37	0.9	1,717.48
	5,700.00	8.58	311.13	4,428.96	5,351.96	9,972,272.71	296,040.77	0.9	1,733.18
	5,768.76	7.96	311.13	4,497.00	5,420.00	9,972,274.69	296,038.50	0.9	1,743.07
Ortegua	5,800.00	7.68	311.13	4,527.95	5,450.95	9,972,275.54	296,037.52	0.9	1,747.32
	5,900.00	6.78	311.13	4,627.15	5,550.15	9,972,278.07	296,034.63	0.9	1,759.91
13 3/8	5,968.76	6.16	311.13	4,695.47	5,618.47	9,972,279.62	296,032.85	0.9	1,767.67
	6,000.00	5.88	311.13	4,726.54	5,649.54	9,972,280.28	296,032.10	0.9	1,770.94
	6,100.00	4.98	311.13	4,826.09	5,749.09	9,972,282.18	296,029.92	0.9	1,780.41
	6,200.00	4.08	311.13	4,925.78	5,848.78	9,972,283.76	296,028.11	0.9	1,788.31
	6,300.00	3.18	311.13	5,025.58	5,948.58	9,972,285.03	296,026.65	0.9	1,794.65
Tiyuyacu	6,389.53	2.38	311.13	5,115.00	6,038.00	9,972,285.90	296,025.66	0.9	1,798.99
	6,400.00	2.28	311.13	5,125.46	6,048.46	9,972,285.99	296,025.56	0.9	1,799.42
	6,500.00	1.38	311.13	5,225.41	6,148.41	9,972,286.63	296,024.83	0.9	1,802.61
	6,600.00	0.48	311.13	5,325.40	6,248.40	9,972,286.96	296,024.45	0.9	1,804.24
	6,653.61	0.00	0.00	5,379.00	6,302.00	9,972,287.00	296,024.40	0.9	1,804.47
Conglomerado Tiyuyaco	7,625.61	0.00	0.00	6,351.00	7,274.00	9,972,287.00	296,024.40	0	1,804.47
Tena	8,160.61	0.00	0.00	6,886.00	7,809.00	9,972,287.00	296,024.40	0	1,804.47
9 5/8"	9,008.61	0.00	0.00	7,734.00	8,657.00	9,972,287.00	296,024.40	0	1,804.47
arenisca Basal Tena	9,066.61	0.00	0.00	7,792.00	8,715.00	9,972,287.00	296,024.40	0	1,804.47
Napo	9,108.61	0.00	0.00	7,834.00	8,757.00	9,972,287.00	296,024.40	0	1,804.47
tope Caliza M-2	9,644.61	0.00	0.00	8,370.00	9,293.00	9,972,287.00	296,024.40	0	1,804.47
tope Caliza A	9,744.61	0.00	0.00	8,470.00	9,393.00	9,972,287.00	296,024.40	0	1,804.47
Base Caliza A	9,798.61	0.00	0.00	8,524.00	9,447.00	9,972,287.00	296,024.40	0	1,804.47
tope U Superior	9,816.61	0.00	0.00	8,542.00	9,465.00	9,972,287.00	296,024.40	0	1,804.47
tope U Inferior	9,853.61	0.00	0.00	8,579.00	9,502.00	9,972,287.00	296,024.40	0	1,804.47
Base U Inferior	9,901.61	0.00	0.00	8,627.00	9,550.00	9,972,287.00	296,024.40	0	1,804.47
tope Caliza B	9,995.61	0.00	0.00	8,721.00	9,644.00	9,972,287.00	296,024.40	0	1,804.47
tope T Superior	10,015.61	0.00	0.00	8,741.00	9,664.00	9,972,287.00	296,024.40	0	1,804.47
tope T Inferior - 1	10,069.61	0.00	0.00	8,795.00	9,718.00	9,972,287.00	296,024.40	0	1,804.47
tope T Inferior-2	10,128.61	0.00	0.00	8,854.00	9,777.00	9,972,287.00	296,024.40	0	1,804.47
Hollin Superior	10,241.61	0.00	0.00	8,967.00	9,890.00	9,972,287.00	296,024.40	0	1,804.47
Hollin Inferior	10,282.61	0.00	0.00	9,008.00	9,931.00	9,972,287.00	296,024.40	0	1,804.47
TD at 10426.605MD	10,426.61	0.00	0.00	9,152.00	10,075.00	9,972,287.00	296,024.40	0	1,804.47

Fuente: Petroecuador

Elaborado por: Rodríguez Alex

REFERENCIAS:

- MANUAL DE CONTROL DE SÓLIDOS; BRANDT; AÑO 2005

- CURSO: “INGENIERÍA DE PERFORACIÓN, DISEÑOS Y CÁLCULOS”;
GUPICEMA, GRUPO UNO PARA INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN EN
ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE CÍA. LTDA.; AÑO 2007

- DRILLING MUD HANDBOOK; NL. BAROID; AÑO 1990

- MANUAL INGENIERÍA DE FLUIDOS; BAKER HUGHES INTEQ; AÑO 1998

CAPÍTULO V

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- En un equipo mecánico de control de sólidos es importante controlar su eficiencia de perforación, la paralización o no funcionamiento de cualquiera de estos equipos aumenta el porcentaje de sólidos consecuentemente aumenta los costos de químicos para mantener las propiedades reológicas del fluido de perforación, disminuye la rata de perforación y aumenta los días de perforación en un pozo.

- Se debe tratar de retirar la mayor cantidad de sólidos con el equipo de control que se tenga disponible en el taladro para no permitir que estos vuelvan al sistema y se degraden en partículas más pequeñas lo que hará difícil su separación.

- Es muy importante el uso de floculantes en el sistema de lodos lo que no permitirán que los ripios se degraden en tamaño antes de ser retirados.

- Una buena práctica es el uso de zarandas por ser indispensable para eliminar la mayor cantidad de de sólidos de gran tamaño.

- El equipo de Mud Cleaner tiene que ser sometido a un intenso mantenimiento para catalogar su rendimiento o remplazar por nuevos equipos, se debe tener stop permanente de repuestos y principalmente mallas para el Mud Cleaner.

- Una ayuda de mucha importancia es el uso de centrifugas para separar sólidos finos que son los que más problemas ocasionan en la reología de los lodos.

- Por no presentarse formaciones con problemas con índice de gas no es necesario de un desgasificador pero si debe mantenerse en la locación.

- Es importante que el ingeniero de lodos haga un permanente seguimiento de la eficiencia de operación de los equipos de control de sólidos para controlar su funcionalidad.

5.2 RECOMENDACIONES

- Dependiendo del sistema de lodos que se esté utilizando, se debe analizar los recortes de lodo para determinar si el contenido de sólidos indeseables es alto o no como se explica en el capítulo II.

- Si el contenido de sólidos indeseables es alto, se deben inspeccionar los diferentes equipos de control de sólidos de que se dispone, con el objeto de conocer si están o no trabajando eficientemente.

- Si los equipos de control de sólidos instalados en el taladro de perforación no están trabajando eficientemente o no están colocados en la secuencia apropiada, se deben hacer los correctivos adecuados ya que esto podría disminuir la eficiencia del lodo de perforación.

- Es muy importante ayudar en el control de sólidos usando floculantes por sus características propias de inhibir sólidos finos para su posterior separación facilitando a los equipos la rápida separación de estos sólidos.

- Es recomendable la correcta calibración de todos los componentes del Mud Cleaner puesto que su calibración es técnicamente mecánica.

- Se recomienda el mantenimiento periódico de todos los equipos que conforman el control de sólidos en tiempo de trasteos.

- Se recomienda por seguridad tener en operación el desgasificador con su instalación completa.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- CURSO BÁSICO DE FLUIDOS DE PERFORACIÓN; BRANDT, AÑO 2007

- CURSO DE CONTROL DE SÓLIDOS; BRANDT; AÑO 2005

- CURSO: “INGENIERÍA DE PERFORACIÓN, DISEÑOS Y CÁLCULOS”; GUPICEMA, GRUPO UNO PARA INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN EN ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE CÍA. LTDA.; AÑO 2007

- DRILLING MUD HANDBOOK; NL. BAROID; AÑO 1990

- MANUAL INGENIERÍA DE FLUIDOS ; BAKER HUGHES INTEQ; AÑO 1998

- QUIROGA KLEBER, PRUEBAS COMPLETACIONES Y REACONDICIONAMIENTOS DE POZOS PETROLÍFEROS, MANUAL, QUITO, ABRIL 1991

SITIOS WEB

_ www.weatherford.com

_ www.loganoiltools.com/Product-Quick-Select.php

_ www.osha.gov/SLTC/etools/oilandgas/illustrated_glossary.html

_ oilfield.tenaris.com/tcn/default.asp

_ www.gotco-usa.com

_ www.accessoiltools.com/products.htm

_ www.glossary.slb.com/default.cfm

CITAS BIBLIOGRÁFICAS

CITAS BIBLIOGRÁFICAS

- CORRALES PALMA MARCO, ETAPAS DE LA PERFORACIÓN, MANUAL DE PERFORACIÓN II, QUITO, AÑO 2006

- DRILLING MUD HANDBOOK; NL. BAROID; AÑO 1990

- MANUAL INGENIERÍA DE FLUIDOS; BAKER HUGHES INTEQ; AÑO 1998

- J. GUERRA.- CURSO DE GEOLOGÍA DEL PETRÓLEO – UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL, QUITO, 2005

- PETROPRODUCCIÓN, REPORTES DIARIOS DE PERFORACIÓN, POZO SACHA 188D Y 213 D, AÑO 2008

- QUIROGA KLEBER, PRUEBAS COMPLETACIONES Y REACONDICIONAMIENTOS DE POZOS PETROLÍFEROS, MANUAL, QUITO, ABRIL 1991

GLOSARIO

GLOSARIO

Absorción: Penetración de moléculas o iones de una o más sustancias en el interior de un sólido.

Acidez: Potencia ácida relativa de los líquidos, que se mide por medio del pH. Acidez implica un pH inferior a 7.0

Adhesión: Fuerza que mantiene juntas a moléculas diferentes.

Aditivos para lodos: Cualquier material que se añade a un lodo para lograr un propósito determinado.

Adsorción: Fenómeno de superficie exhibido por un sólido que le permite mantener o concentrar gases, líquidos o sustancias disueltas sobre su superficie; esta propiedad es debida a la adhesión.

Agente floculante: Sustancia, como la mayor parte de los electrolitos, polisacáridos, polímeros naturales o sintéticos, que causan aumento en la viscosidad de un lodo.

Aglomeración: Agrupamiento de partículas individuales.

Agregación: Formación de agregados. En los lodos, la agregación se produce cuando se acumulan plaquetas de arcilla, una arriba de otra, cara a cara.

Agua connata: Agua salada que probablemente se depositó y quedó atrapada con depósitos sedimentarios; esto la diferencia de las aguas migratorias que han entrado en los depósitos después que ellos se formaron.

Almidón: Grupo de hidratos de carbono que se encuentran en las células de muchas plantas.

Análisis de lodo: Prueba que se realiza a un lodo para determinar sus propiedades y sus condiciones físico-químicas.

Antiespumante: Sustancia que se emplea para impedir la espuma mediante la disminución de la tensión superficial.

Anular: Espacio entre la columna de perforación y la pared del pozo o revestimiento.

Arcilla: Dícese de aquella materia plástica, blanda, de varios colores, generalmente compuesta por silicato de aluminio, formada por la descomposición del feldespato y otros silicatos de aluminio.

Arcillas nativas: Son arcillas que se encuentran al perforar diversas formaciones.

Arena: Material granular suelto, resultante de la desintegración de las rocas. Está formado fundamentalmente por sílice.

Atapulguita: Arcilla coloidal compuesta por silicato hidratado de aluminio y magnesio utilizada en agua salada.

Barita: Sulfato de bario natural que se usa para aumentar la densidad de los fluidos de perforación. El mineral se manifiesta en depósitos de color gris, blanco, verdoso y/o rojizo, y en estructuras masivas de cristal.

Barril: Unidad volumétrica de medida empleada en la industria petrolera. Equivale a 42 galones.

Bentonita: Arcilla plástica, coloidal, constituida principalmente por Montmorillonita sódica, que es un silicato de aluminio hidratado.

Caudal de circulación: Velocidad del flujo del lodo circulante, en volumen, que generalmente se expresa en galones o barriles por minuto.

Cemento: Mezcla de aluminatos y silicatos de calcio que se produce combinando cal y arcilla, con calor. Contiene aproximadamente 62.5 % de hidróxido de calcio, el cual es la fuente más importante de dificultades cuando el lodo es contaminado por cemento.

Coagulación: En terminología de lodos, es un sinónimo de floculación.

Coalescencia: Combinación de glóbulos de una emulsión causada por la atracción molecular de las superficies.

Cohesión: Fuerza de atracción entre una misma clase de moléculas.

Contaminación: Presencia en un lodo de cualquier sustancia extraña que puede tender a producir efectos nocivos en sus propiedades.

Daño a la formación: Daño a la productividad de una formación como resultado de la invasión a la misma de fluido o partículas provenientes del lodo formaciones adyacentes.

Defloculación: Destrucción de las estructuras gelificadas (floculadas) por medio de dispersante.

Deshidratación: Acción de perder un compuesto el agua libre que contiene o el agua de mezcla.

Dispersante: Toda sustancia química que promueve la dispersión de la fase dispersa.

Falla: Término geológico que significa ruptura de la formación, hacia arriba o hacia abajo, en los estratos subterráneos.

Floculación: Asociación de partículas sin gran cohesión, en grupos ligeramente unidos por fuerzas electrolíticas en geometría perpendicular de las partículas.

Gelación: Asociación de partículas para formar una estructura continúa.

Gumbo: Cualquier formación de consistencia pegajosa , como las arcillas encontradas en la perforación de sedimentos marinos.

Hidratación: Acto por el cual una sustancia admite agua por medio de absorción y / o adsorción.

Humectación: Adhesión de un líquido a la superficie de un sólido.

Lutitas: Arcilla de origen rocoso, finamente granular, con clivaje tipo pizarra, que contiene a veces una sustancia orgánica parecida al petróleo.

Permeabilidad: Propiedad de los materiales a ser atravesados por fluidos.

Polímero: Sustancia formada por la unión de dos o más moléculas iguales, unidas extremo con extremo, dando por resultado una sustancia que posee los mismos elementos en la misma proporción que las moléculas originales, pero de mayor peso molecular y con diferentes propiedades físicas.

Porosidad: Espacio vacío en una roca de formación, que usualmente se expresa como el porcentaje de espacio vacío por el volumen total.

Reología: Ciencia que se ocupa de la deformación y el flujo de fluidos.

Tensión interfacial: Fuerza requerida para romper la superficie entre dos líquidos inmiscibles entre sí.

Tensión superficial: Fuerza que actúa en la interface entre un líquido y su propio vapor, y que tiende a mantener el área de esa superficie en un mínimo.

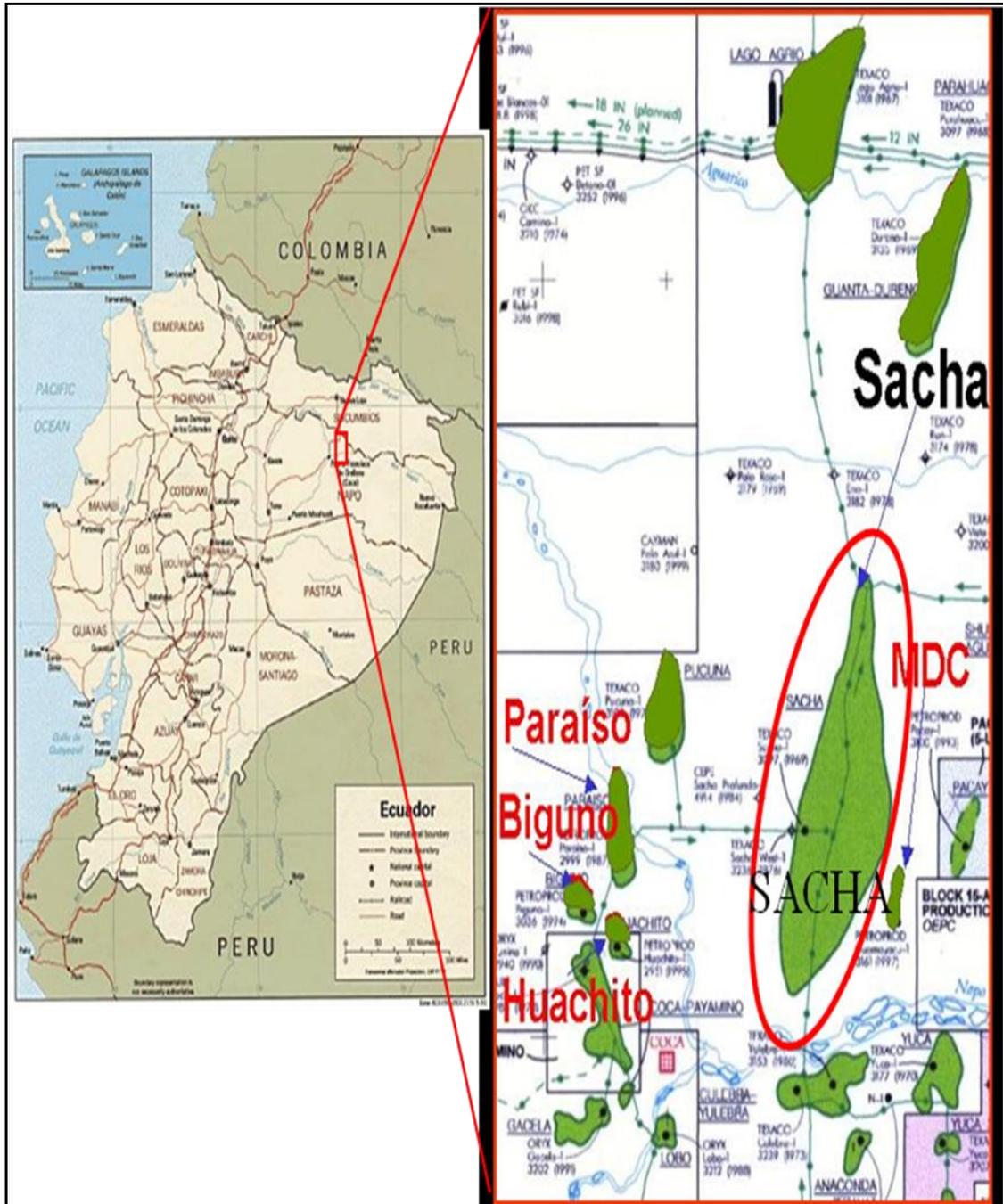
Viscosidad: Resistencia interna al flujo ofrecido por un fluido debido a atracciones entre moléculas.

Zona productora: Parte de la formación penetrada que contiene petróleo o gas en cantidades aprovechables comercialmente.

ANEXOS

ANEXO I

UBICACIÓN DEL CAMPO SACHA

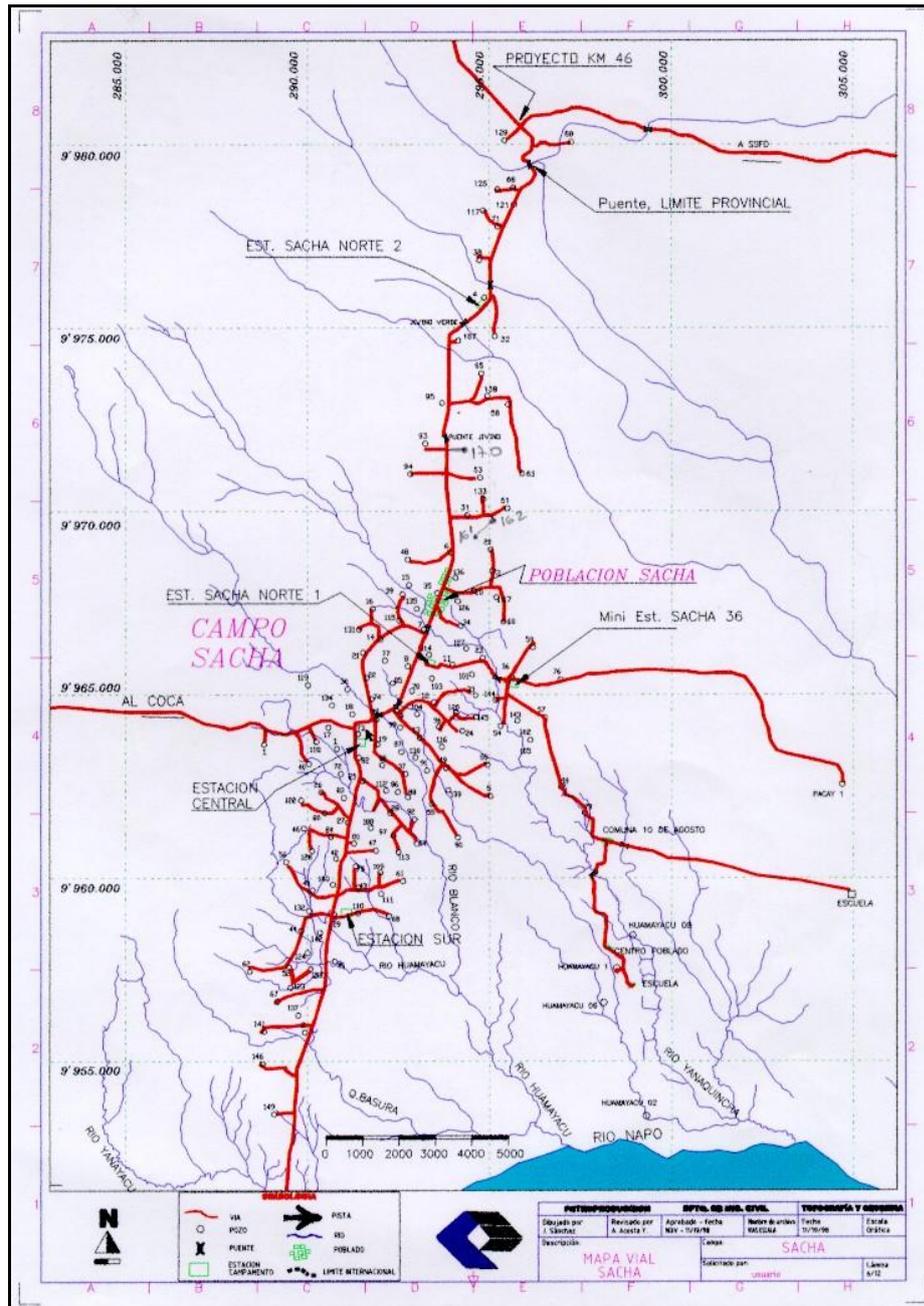


Fuente: Petroecuador

Elaborado por: Rodríguez Alex

ANEXO II

MAPA DE POZOS DEL CAMPO SACHA



Fuente: Petroecuador

Elaborado por: Rodríguez Alex

ANEXO III

TALADRO DE PERFORACIÓN DE SINOPEC RIG 191



Fuente: SINOPEC

Elaborado por: Rodríguez Alex

ANEXO IV

TALADRO DE PERFORACIÓN DE SINOPEC RIG 188



Fuente: SINOPEC

Elaborado por: Rodríguez Alex

ANEXO V

TOP DRIVE DEL TALADRO SINOPEC RIG 191



Fuente: SINOPEC

Elaborado por: Rodríguez Alex

ANEXO VI
EQUIPO DE CONTROL DE SÓLIDOS (ZARANDAS)



Fuente: BRANDT

Elaborado por: Rodríguez Alex

ANEXOS VII

EQUIPO DE CONTROL DE SÓLIDOS (MUD-CLEANER)



Fuente: BRANDT

Elaborado por: Rodríguez Alex

ANEXOS VIII

EQUIPO DE CONTROL DE SÓLIDOS (CENTRIFUGA)



Fuente: BRANDT

Elaborado por: Rodríguez Alex

ANEXOS IX
SISTEMA DE DEWATERING



Fuente: BRANDT

Elaborado por: Rodríguez Alex

ANEXOS X
HOJAS DE SEGURIDAD DE QUÍMICOS PARA DE WATERING

HOJA DE SEGURIDAD CAL VIVA

IDENTIFICACIÓN

Nombre del producto:	Cal viva
Número UN (United Nations)	No asignado
Clase de artículos peligrosos y riesgo secundario:	Clase 8. Sustancia corrosiva
Disposiciones especiales:	SP 106: Clasificada como peligrosa sólo para transporte aéreo.
Grupo de embalaje:	III. Baja peligrosidad
Uso:	La cal viva se utiliza como regulador de pH en la industria minera. Además se utiliza para producir cal hidratada, que se usa en la construcción. La cal viva se emplea también en la producción de oro para mantener alcalinas las soluciones de cianuro.

DESCRIPCION

Apariencia:	Polvo blanco/gris
Punto de ebullición/ punto de fusión:	Punto de fusión >2.500°C
Presión de vapor:	No aplicable
Gravedad específica:	3.200 – 3.400 kg/m ³
Punto de inflamación:	No aplicable
Límites de inflamabilidad:	No aplicable
Solubilidad en agua:	Moderadamente soluble en agua. NOTA: Reacciona fuertemente con agua, generando mucho calor y vapor. Solución pH 13.

OTRAS PROPIEDADES

Otras:	No es combustible, no es explosiva, no expele olor, reacciona fuertemente con ácidos o vapores ácidos.
---------------	--

COMPOSICIÓN QUIMICA

Nombre químico:	Número CAS (Chemical Abstracts Service):	Proporción:
Óxido de calcio (CaO)	1305-78-8	80 - 90 %
Dióxido de silicio (SiO ₂)	14808-60-7	0 - 8%
Óxido de magnesio (MgO)	1309-48-4	0 – 6%
Óxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	1377-28-1	0,4 – 1%
Óxido de hierro (Fe ₂ O ₃)		0,2 – 0,5%

INFORMACIÓN DE RIESGO PARA LA SALUD

EFFECTOS EN LA SALUD

Agudos: (los efectos pueden ocurrir inmediata o brevemente después de una única exposición).

General:	Corrosiva. Aplique las prácticas de trabajo seguro para evitar el contacto con los ojos y la piel, y la generación e inhalación de polvo.
Ingestión:	Corrosiva. La ingestión puede producir ulceración y ardor en la boca y garganta, náuseas, vómitos, dolor abdominal y diarrea.
Ojos:	Corrosiva. Irritación severa dependiendo del contacto. Una sobreexposición puede producir dolor, coloración roja, ardor de la córnea y ulceración con posible daño permanente.
Piel:	Corrosiva. El contacto prolongado y repetido con el material en forma de polvo o húmedo puede producir erupción cutánea y dermatitis.
Inhalación:	Corrosiva. La sobreexposición al polvo puede producir irritación severa de la membrana mucosa de la nariz y garganta, tos y bronquitis en alto grado. También puede contener algo de sílice respirable (< 7 μ).

PRIMEROS AUXILIOS

Ingestión:	No induzca el vómito. Lávese la boca y labios con abundante agua y beba gran cantidad de agua o leche. Busque atención médica urgente.
Ojos:	Lave la zona alrededor de los ojos para eliminar el polvo. Enjuague con abundante agua por 10 minutos. Retire todas las partículas accesibles de cal (el dolor puede impedir el lavado apropiado de los ojos, a menos que use un anestésico local). Busque ayuda médica urgente. Continúe lavándose los ojos hasta obtener ayuda médica.
Piel:	Sáquese inmediatamente toda la ropa contaminada, incluyendo los zapatos. Lave completamente las áreas afectadas con abundante jabón y agua. Si persiste algún efecto, busque atención médica.
Inhalación:	Deje el área polvorienta, lave con agua. Si asiste a una víctima, utilice un filtrador de partículas aprobado clase L. Evite convertirse en una víctima. Si la víctima no respira, déle respiración artificial. Busque atención médica urgente.
Instalaciones de primeros auxilios:	Se debe disponer de instalaciones para el lavado de ojos y duchas de seguridad.



PRECAUCIONES PARA EL USO

Recomendación del fabricante

Expóngase al polvo lo menos posible.

Si los niveles de polvo respirable se mantienen bajo los 2 mg/m³, los problemas de salud, tales como irritación cutánea, ocular y respiratoria se verán minimizados.

Los niveles de exposición a la sílice cristalina (cuarzo) respirable deben mantenerse bajo los 0,1 mg/m³ TWA.

Controles de polvo

Evite la generación de polvo. Todos los trabajos con cal viva se deben realizar de forma tal, que se minimice la exposición al polvo y el contacto cutáneo repetido. En lugares en que se pueda generar polvo, mientras se maneja cal viva, utilice un sistema de extracción o ventilación mecánica local en aquellas áreas, donde el polvo puede alcanzar el puesto de trabajo. Para distribución a granel, se recomiendan los sistemas de bombeo cerrados. Siga las instrucciones de protección personal señaladas más abajo si no cuenta con una ventilación de tubo de escape local. Las áreas de trabajo se deben aspirar regularmente. Si no se puede evitar la generación de polvo, observe las recomendaciones para protección personal señaladas a continuación.

Protección personal:

Piel: Use ropa de protección cómoda y suelta y botas impermeables.
Aplíquese crema protectora en las manos o use guantes (AS 2161).
Lávese completamente después del trabajo.
Lave regularmente la ropa de trabajo.

Ojos: Se recomienda usar gafas protectoras de polvo firmemente ajustadas.

Respiratoria: En caso de generación de polvo, utilice un filtrador de partículas de tipo P1 o P2 (AS/NZS 1715 y 1716). Use sólo filtradores que cumplan con las normas australianas y que estén correctamente ajustados. Considere que las personas con barba tendrán dificultad para proteger su cara completamente. Para alternativas, consulte *AS/NZS 1715: Selección y uso de dispositivos de protección respiratoria*.

Inflamabilidad: La cal viva no es inflamable, pero en contacto con agua o ácidos, puede producir calor suficiente para encender los materiales que están alrededor.



INFORMACIÓN DE MANEJO SEGURO

Almacenamiento y transporte

La cal viva debe permanecer seca, lejos de la humedad, vapor o ácidos. Los silos de acero y barras cerradas herméticas de camiones-tanques son formas comunes de almacenamiento y transporte.

El transporte a granel se debe realizar en camiones silos herméticos para un manejo seguro.

Las instalaciones de manejo y almacenamiento común no se deben usar para cal viva ni materiales que contengan agua de cristalización como alumbre, sulfato de cobre, etc.

Derrames y eliminación

Los derrames deben ser limpiados usando cualquier medio seco tal como escobilla, pala o aspiradora, por personal adecuadamente equipado. El material residual se debe vaciar a una cañería de desagüe con suficiente agua, preferentemente reciclada.

Riesgo de incendio/explosión

No es combustible, pero en contacto con agua puede generar calor suficiente para encender los materiales alrededor. NO USE AGUA para apagar un incendio, ya que ésta puede agravar la situación. USE PRODUCTOS QUÍMICOS SECOS O EXTINGUIDORES DE TIPO CO₂.

OTRA INFORMACIÓN

La cal viva no es combustible, pero reacciona fuertemente con anhídrido maleico, nitroetano, nitrometano, nitroparafina, nitropropano y fósforo.

Fumar: Fumar cigarrillos aumenta el riesgo de enfermedades respiratorias ocupacionales. Se recomienda que todas las áreas de trabajo y almacenamiento estén libres de humo.



CONTACTO

Para mayor información sobre este producto, contacte a:

CALCHILE

Fono: (02) 757 8000

Fax: (02) 757 8050

Nota :

Los datos contenidos en la presente hoja de seguridad fueron obtenidos de fuentes confiables. Sin embargo no implican una garantía expresa o implícita respecto de su exactitud o corrección. Las opiniones expresadas en el presente documento son de profesionales capacitados. Considerando que el uso de esta información y la manipulación del producto está fuera del control del proveedor, CALCHILE no sume responsabilidad alguna por este concepto. Determinar las condiciones de un uso seguro del producto es obligación del usuario.

PROQUIMSA

MSDS No: 76

Fecha de Revisión: 11- diciembre-2006

HOJA DE SEGURIDAD DE MATERIALES

TELEFONOS DE EMERGENCIA		NIVEL DE RIESGO, NFPA 704	
PROQUIMSA:	(593-4)2 893-220	Salud:	1
	09 9482937	Inflamabilidad:	0
	09-9500-081	Reactividad:	0

1. IDENTIFICACION DEL MATERIAL

Nombre Comercial: Sulfato de Aluminio Líquido tipo A
Nombre Químico: Sulfato de Aluminio, en solución libre de hierro
Uso: Tratamiento de Aguas, uso industrial.
Formula Química: $Al_2(SO_4)_3 \cdot n H_2O$
Nombre del Fabricante: PROQUIMSA
Dirección del Fabricante: Parque Industrial Ecuatoriano, Km 16.5 vía a Daule
 Av. Rosavin y Cobre

2. COMPOSICION / INFORMACION DE INGREDIENTES

Ingrediente(s) Peligroso(s)	%(p/p)	TLV
Alúmina	8 min.	2 mg/m ³

3. PROPIEDADES FISICAS

Apariencia y Color: Líquido viscoso amarillo claro
Densidad a 25 °C: 1.321 - 1.325
pH de la solución al 1%: 3.5 – 3.7

4. RIESGOS DE FUEGO

Por si solo no genera riesgos de fuego y Explosión. Sometido al fuego, puede generar gases irritantes y tóxicos, incluidos óxidos de azufre y óxido de aluminio. En caso de incendio, proceda a enfriar con agua los envases. Los recipientes cerrados al ser calentados pueden reventar por incremento de la presión interna.

Medio para extinguir el fuego: Use cualquier método adecuado para extinguir el fuego de los alrededores. (Agua, polvo químico, dióxido de carbono o espuma química).

Información Especial: Los bomberos deben colocarse el traje completo de protección: equipo de respiración autónoma, traje aislante impermeable.

5. RIESGOS PARA LA SALUD

Inhalación: Tensión y dolor en el pecho, tos, dificultad para respirar, dolor de garganta.

Ingestión: Náusea, vómito, irritación gastrointestinal.

Contacto con la piel: Irritación, enrojecimiento.

Contacto con los ojos: Irritación, enrojecimiento, ardor severo.

PRIMEROS AUXILIOS.

Inhalación: Si la víctima respira en forma acelerada, muévela hacia el aire fresco. Reposo y atención médica.

Ingestión: Dirigido por personal médico, inducir vómito inmediatamente. Lave la boca, dé abundante agua a beber, ó 1 litro de leche. Si la persona está inconsciente no administre nada por la boca.

Contacto con la piel: Lave la piel con una solución jabonosa y enjuague con abundante agua por lo menos durante 15 minutos. Enjuague completamente la ropa y zapatos antes de usarlos de nuevo.

Contacto con los ojos: Lave inmediatamente con abundante agua por lo menos durante 15 minutos, levante ocasionalmente los párpados superior e inferior. Solicite atención médica.

6. RIESGOS AMBIENTALES

La disolución en pequeñas masas de agua es moderadamente ácida.

No disponemos de datos cuantitativos sobre efectos ecológicos del producto.

En general para compuestos de Al con reacción ácida: efectos biológicos: tóxico para organismos acuáticos.

Peces: tóxico desde 0.55 g/l ; Crustáceos: Daphnia magna (tóxico desde 136 mg/l); Algas: Se cuadrada (tóxico desde 1.5 mg/l).

Para sulfatos en general: efectos biológicos en peces: tóxico > 7 g/l; en bacterias: tóxico > 2.5 g/l.

Manteniendo las condiciones adecuadas de manejo, no deben esperarse problemas ecológicos.

Producto no peligroso, según la Directiva 67/548/CEE.

(<http://chemdat.merck.de/documents/sds/emd/esp/es/1011/101100.pdf>, consultada el 15/Agosto/2006).

7. ESTABILIDAD

Estabilidad: Estable bajo condiciones normales de uso y almacenamiento, (temperatura ambiente, presión atmosférica, y libre de materiales contaminantes).

Peligros por descomposición: Oxidos de azufre, metales alcalis. La solución en agua es un medio fuertemente ácido.

Incompatibilidad: Agentes fuertemente oxidantes. Reacciona con alcalis y ataca a muchos metales en presencia de agua.

Condiciones a evitar: Materiales incompatibles y condiciones contaminantes.

8. PROCEDIMIENTO EN CASO DE DERRAMES

Aísle la zona, 25 metros alrededor. Recoja el material derramado usando un material absorbente como tierra, arena o aserrín. Evite contaminación de cursos de agua o alcantarillas. Lave la zona con solución jabonosa, si es necesario neutralice el suelo con bicarbonato de sodio o una solución de soda cáustica. Arroje abundante agua a la zona del derrame. Disponer el tratamiento final del material residual según la normativa local. El personal de la brigada de emergencia debe contar con el equipo de protección nivel C.

9. MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Mantenga los recipientes completamente cerrados en lugares frescos, secos y bien ventilados. Proteja los recipientes de daños físicos y aisle las sustancias incompatibles. Los recipientes vacíos de este material pueden ser peligrosos por cuanto pueden tener residuos.

10. MEDIDAS DE CONTROL DE HIGIENE INDUSTRIAL

Ventilación: Se recomienda un área ventilada o un sistema local de ventilación, que permita mantener el TLV con valores permisibles y a la vez controlar las emisiones contaminantes en la fuente misma, previniendo la dispersión general en el área de trabajo.

Respirador personal: Hasta 10 veces el TLV, use mascarilla con pantalla facial y cartuchos para gases ácidos. Para casos emergentes en que el nivel de exposición es desconocido, usar el equipo de respiración autónomo. Advertencia: Los respiradores de cartuchos no protegen a los trabajadores en atmósferas deficientes de oxígeno.

Protección de la piel: En condiciones normales de operación evitar contacto con la piel, usando trajes completos de tela impenetrable, incluyendo botas, chaqueta y casco protector. Para casos emergentes utilice trajes de PVC, botas y guantes de caucho nitrilo.

Protección de los ojos: Use gafas plásticas de seguridad. Y en lugares con riesgo de salpicaduras de soluciones o presencia de nieblas, usar mascarilla facial completa. Mantenga una ducha y un equipo para lavado de ojos en el lugar de trabajo.

11. INFORMACION SOBRE TOXICIDAD

Datos agudos o críticos: LD₅₀ (oral, rata) > 5000 mg/Kg

Características probables en base a consideraciones en relación con efectos estructurales:

Tras contacto con la piel: leve irritación

Tras contacto con los ojos: leve irritación

Tras ingestión: irritaciones de la mucosa en la boca, garganta, esófago. Tracto estómago-intestinal.

Característica/efecto especial: astrigente.

El producto debe manejarse con las precauciones apropiadas para los productos químicos

12. INFORMACION SOBRE TRANSPORTE

Descripción DOT : Sulfato de Aluminio, en solución
Clase Peligro DOT : Líquido Corrosivo / Clase 8
UN serie # : 1760
Información sobre incidentes: Guia de Respuesta a Emergencia GRE # 154
Ver Tarjeta de Emergencia.
Regulación Nacional : NTE INEN 2266: 2000
Ordenanzas Municipales
Régimen Nacional para la Gestión de Productos Químicos Peligrosos

13. OTRA INFORMACION

La información presentada aquí, se basa en nuestro estado actual de conocimiento y pretende describir el producto desde el punto de vista de los requisitos para el manejo seguro; podría resultar insuficiente a las circunstancias de algún caso particular, por tanto el uso de esta información y las condiciones de uso del producto es responsabilidad del Cliente. No aceptamos responsabilidad legal por cualquier pérdida o daño derivado del uso inadecuado, de prácticas inapropiadas o bien de peligros inherentes a la naturaleza del producto. Sin embargo nuestro personal técnico estará complacido en responder preguntas relacionadas con los procedimientos de manejo y uso seguro.

Elaborado Por:

Ing. Fernando Dolberg
Jefe de Seguridad, Salud y Ambiente
PROQUIMSA. S.A.
Teléfono celular: 099482937 - 593-4-2896709 Ext 27
e-mail: fdolberg@proquimsaec.com
dolbergf@hotmail.com