



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

“CEMENTACIÓN PRIMARIA DEL POZO JAME”

Ubicado en el Campo Mina del Oriente Ecuatoriano

TESINA DE GRADUACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

TECNOLOGO EN PETRÓLEO

Presentado por:

Aizprúa Borbor Jeiko Ali

Quinde Mero Maria Estefania

GUAYAQUIL - ECUADOR

2014

AGRADECIMIENTO

A Dios por bendecirme y hacer posible mis estudios.

A mis padres, hermanos, y cada miembro de mi familia,
por su apoyo incondicional.

A la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
por darme la oportunidad de estudiar y ser un
profesional.

A mi director de tesina, Ing. Alberto Galarza por su
dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia,
y su paciencia ha logrado que pueda terminar mis
objetivos con éxito.

Jeiko Aizprúa

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer primeramente a Dios por haber tenido la bendición de estudiar y de poder terminar mis estudios como Tecnóloga Petrolera con felicidad.

Agradezco a mis padres, quienes me han sabido orientar, guiar, brindarme su respaldo y dedicación en esta etapa de mi vida, también al Ing. Alberto Galarza que nos ayudaron con la terminación de nuestra tesina.

María Quinde

DEDICATORIA

A Dios quién supo darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a no desfallecer en el intento.

A mi madre Frescia Borbor por su apoyo incondicional, sabiduría y brindarme los recursos necesarios para estudiar. Me ha enseñado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

Jeiko Aizprúa

DEDICATORIA

A Dios por brindarme la oportunidad y la dicha de la vida, al brindarme los medios necesarios para continuar mi formación como profesional, y siendo un apoyo incondicional para lograrlo ya que sin él no hubiera podido.

A mi familia por acompañarme en cada momento en mi vida profesional. A mis padres, por todo lo que me han dado en esta vida, especialmente por sus sabios consejos y por estar a mi lado en los momentos difíciles.

A mi hermano José, quien me acompañó en todo para cumplir mis metas. A mi “Mamá” Maura quien con su cariño me ha ayudado a salir adelante. A mi “Padre” Santos por estar siempre dispuestos a ayudarme.

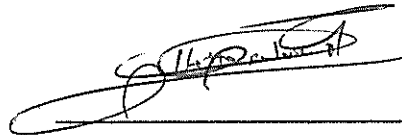
María Quinde

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Heinz Terán Mite

DECANO DE LA FICT

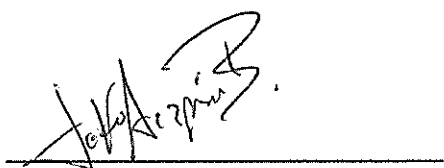


Ing. Alberto Galarza

DIRECTOR DE TESINA

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesina de Seminario, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL".



Jeiko Ali Aizprúa Borbor



Maria Estefania Quinde Mero

RESUMEN

El desarrollo de este trabajo consiste en el programa de cementación de un pozo petrolero que nos permitió determinar los volúmenes de lechada de cola, de relleno y desplazamiento necesarios para la ejecución del mismo, y los aditivos que se incluyeron en la lechada.

Se inició esta tesina determinando los objetivos que se pretende alcanzar con este trabajo.

Se describe detalladamente la introducción a la cementación, características y componentes del cemento. También detallamos las herramientas que se utilizan en una cementación primaria.

En esta sección se detalla la descripción y aspectos generales del Pozo JAME en el Campo MINA. También se realiza los respectivos cálculos de las lechadas de cemento para cada sección del pozo, con su respectiva secuencia operacional.

El último capítulo comprende el análisis correspondiente a los resultados de los cálculos de las lechadas de cemento, y si nuestro programa de la cementación resulto favorable.

SUMMARY

The development of this work consists of the program of cementing an oil well that allowed us to determine the volume of grout's tail, necessary for the execution of the same, and the additives included in the grout filling and displacement.

Started this thesis by determining the objectives it is intended to achieve with this work.

Descriptions in detail to the introduction to cementation, characteristics and components of the cement are provided. We also detail the tools that are used in a primary cementing process.

This section details the description and general aspects of well JÁME in the field MINA. The respective calculations of the grout for each section of the well, with their respective operational sequence is also performed.

The last chapter includes analysis corresponding to the results of the calculations of the grout, and if our program of cementation resulted favorably.

ÍNDICE GENERAL

ABREVIATURAS	XIV
OBJETIVO GENERAL	XVI
Objetivos Específicos	XVI
INTRODUCCIÓN	XVII
CAPÍTULO 1.....	1
1. CEMENTACIÓN DE POZOS PETROLEROS	1
1.1. Objetivos de la Cementación de Pozos	1
1.2. Procedimiento de una Cementación de Pozos	2
1.3. Tipos de Cementación.....	3
1.3.1. Cementación Primaria.....	3
1.3.1.1. Cementación en Una Etapa.....	4
1.3.1.2. Cementación en Dos Etapas	4
1.3.1.3. Cementación del Liner.....	5
1.3.2. Cementación Secundaria o Squeeze.....	6
1.4. Cemento	7
1.4.1. Clasificación del Cemento según su grado API	8
1.4.2. Aditivos del Cemento	8
1.5. Dispositivos y Herramientas que se Utilizan en una Cementación	9
1.5.1. Revestidor	9
1.5.2. Zapata Guía	10
1.5.3. Zapata Diferencial.....	11
1.5.4. Collar de Desplazamiento	11
1.5.5. Colgador de Liner	12
1.5.6. Dardo de Desplazamiento.....	13
1.5.7. Tapón de Desplazamiento del Liner	14
1.5.8. Diverter Tool o DV Tool.....	15
1.5.9. Centralizadores.....	16
1.5.10. Raspadores.....	18
1.5.11. Cabezal de Cementación.....	18
1.5.12. Tapones de Cementación	19
1.6. Espaciadores y Lavadores	20
1.7. Equipos que se Utilizan en una Cementación	21
1.7.1. Unidades de Cementación y Bombeo.....	21
1.7.2. Unidades de Mezclado o Batch Mixer.....	21
1.7.3. Unidades de Almacenamiento de Cemento Seco.....	22

CAPÍTULO 2.....	23
2. GENERALIDADES DEL CAMPO.....	23
2.1. Ubicación.....	23
CAPÍTULO 3.....	25
3. GENERALIDADES DEL POZO.....	25
3.1. Información General del Pozo	25
3.2. Programa de Cementación.....	26
3.2.1. Cementación Tubería Revestimiento Sección 20', L-1	31
3.2.1.1. Cálculos de Volúmenes Sección 20', L-1	31
3.2.1.2. Secuencia Operacional.....	32
3.2.2. Cementación Tubería Revestimiento Sección 16", L-1.....	33
3.2.2.1. Cálculos de Volúmenes Sección 16", L-1	34
3.2.2.2. Secuencia Operacional.....	36
3.2.3. Cementación Tubería Revestimiento Sección 12 1/4", L-1	38
3.2.3.1. Cálculos de Volúmenes Sección 12 1/4", L-1	39
3.2.3.2. Secuencia Operacional.....	42
3.2.4. Cementación Tubería Revestimiento Sección 8 1/2", L-1	44
3.2.4.1. Cálculos de Volúmenes Sección 8 1/2", L-1	45
3.2.4.2. Secuencia Operacional.....	47
3.2.5. Cementación Tubería Revestimiento Sección 8 1/2", L-2.....	50
3.2.5.1. Cálculos de Volúmenes Sección 8 1/2", L-2	50
3.2.5.2. Secuencia Operacional.....	52
3.2.6. Cementación Tubería Revestimiento Sección 6", L-2.....	55
3.2.6.1. Cálculos de Volúmenes Sección 6", L-2	55
3.2.6.2. Secuencia Operacional.....	57
CAPITULO 4.....	60
4. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	60
4.1. Análisis de Resultados	60
4.2. Resultados de Cementación.....	63
4.2.1. Análisis de Resultados Sección de 26" (L-1)	64
4.2.2. Análisis de Resultados Sección de 16" (L-1)	64
4.2.3. Análisis de Resultados Sección de 12 1/4" (L-1)	65
4.2.4. Análisis de Resultados Sección de 8 1/2" (L-1)	65
4.2.5. Análisis de Resultados Sección de 8 1/2" (L-2)	65
4.2.6. Análisis de Resultados Sección de 6" (L-2)	65

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	66
CONCLUSIONES	66
RECOMENDACIONES	67
BIBLIOGRAFÍA	68
APÉNDICES	69

INDICE DE TABLAS

Tabla I: Clasificación de Cemento según API.....	8
Tabla II: Clasificación de Aditivos para el Cemento.....	9
Tabla III: Datos del Pozo Jame.....	26
Tabla IV Aditivos utilizados en el Programa de Cementación.....	27
Tabla V: Datos Utilizados en los Cálculos de Cementación	31
Tabla VI: Resultados de Cálculos de Cementación.....	63

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Zapata Guía.....	11
Figura 2: Zapata Diferencial.....	11
Figura 3: Colgador de Liner	13
Figura 4: Dardo de Desplazamiento	14
Figura 5: Tapón de Desplazamiento del Liner	15
Figura 6: Diverter Tool o DV Tool	16
Figura 7: Centralizador	18
Figura 8: Raspadores	18
Figura 9: Cabezal de cementación	19
Figura 10: Unidad de cementación on-shore.....	21
Figura 11: Unidad de mezcla o batch mixer.....	22
Figura 12: Programa Cementación	28
Figura 13: Diagrama Casing Conductor 20"	33
Figura 14: Diagrama Casing 13 3/8".....	38
Figura 15: Diagrama Casing 9 5/.....	44
Figura 16: Diagrama Liner 7" L-1.....	49

Figura 17: Diagrama Liner 7" L-2.....	54
Figura 18: Diagrama Liner 5" L-2.....	59
Figura 19: Esquema Mecánico L-1	61
Figura 20: Esquema Mecánico L-2	62

INDICE DE MAPAS

Mapa I: Mapa del Ecuador Ubicación del Campo	24
Mapa II: Ubicación del Campo Mina	24

ABREVIATURAS

API	American Petroleum Institute.
BHA	Bottom Hole Assemble
Bls	Barril
Bls/pie	Barriles por Pie
BPDO	Barriles por día de operación
BPPD	Barriles de Petróleo Por Día.
BSW	Porcentaje de Agua y Sedimentos
BWOC	Por peso de Cemento
CSG	Casing (Tubería de Revestimiento)
EDC	Densidad de circulación equivalente
Gal	Galones
GOR	Relación Gas – Petróleo
Gpm	Galones por Minutos
ID	Diámetro Interno
Kg	Kilogramos
Km	Kilómetros
Km ²	Kilómetros cuadrados
KOP	Kick Off Point
LCM	Material de pérdida de circulación
Lb	Libras
MD	Profundidad Medida
md	Mili Darcy

OD	Diámetro Externo
PDC	Brocas de Compactos de Diamante Policristalino
PPM	Partes Por Millón
Psi	Libra por Pulgada cuadrada
Psia	Libra por Pulgada Cuadrado Absoluta
SCF	Pies Cúbicos Estándar
STB	Stock Tank barrel
Sxs	Sacos de cemento
TP	Tubería de perforación
TR	Tubería de Revestimiento
TVD	Profundidad Vertical Verdadera

OBJETIVO GENERAL

Analizar los trabajos de cementación primaria del Casing 13 3/8" en el Pozo JAME ubicado en el Campo Mina del Oriente Ecuatoriano.

Objetivos Específicos

- Calcular el volumen de la lechada de cemento de cola, de relleno y desplazante para la sección de 16".
- Analizar los resultados obtenidos y constatar que el programa sea aplicable.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo se basa en la cementación de un pozo petrolero, en el cual se realizó un programa de cementación .

Se detallo cada uno de los procesos y las herramientas que se utilizo, tambien se determino tanto la ubicación del pozo como las características del campo en el cuál se encuentra y se especifico cada una de las profundidades de las diferentes zonas de interés.

Despues se describio la clase de cemento según su API y los aditivos necesarios que se utilizo durante la lechada, los equipos necesarios para la trasportacion del cemento.

Luego se describio las generalidades del pozo con el que se trabajará y se realizo los cálculos para determinar los volúmenes de cemento que se necesitara en cada una de las secciones, el numero de sacos que se utizo en el proceso. Se describio la secuencia operacional de cada una de las secciones.

Finalmente se analizo cada uno de los resultados de cada seccion.

CAPÍTULO 1

1. CEMENTACIÓN DE POZOS PETROLEROS

La cementación es un proceso que consiste en mezclar cemento seco y ciertos aditivos con agua, para formar una lechada que es bombeada al pozo a través de la sarta de revestimiento y es colocado en el espacio anular entre el hoyo y el diámetro externo del revestidor.

El volumen a bombear es predeterminado para alcanzar las zonas críticas (alrededor del fondo de la zapata, espacio anular, formación permeable, hoyo desnudo, etc.). Luego se deja fraguar y endurecer, formando una barrera permanente e impermeable al movimiento de los fluidos detrás del revestidor.

1.1. Objetivos de la Cementación de Pozos

Las funciones principales del proceso de cementación son las siguientes:

- Aislar zonas de diferentes fluidos.

- Aislar zonas de agua superficial y evitar la contaminación de las mismas por el fluido de perforación o por los fluidos del pozo.
- Evitar problemas de pérdida de circulación y pega de tuberías.
- Reparar pozos por problemas de canalización de fluidos.
- Reparar fugas en el revestidor.
- Proteger y asegurar la tubería de revestimiento en el hoyo.
- Proteger el hoyo de un colapso.

1.2. Procedimiento de una Cementación de Pozos

El proceso de cementación es uno de los más importantes en la construcción de pozos para la industria petrolera. De este depende, en muchos casos, que la vida productiva del pozo se alargue, y, por consiguiente, un aumento en los beneficios económicos.

Este procedimiento se realiza una vez perforada la formación e introducido en el agujero el casing, para darle estabilidad al mismo.

La cementación es un aspecto integral ya que el cemento se utiliza para asegurar el casing y aislar las zonas para los propósitos de producción, así como para solucionar varios problemas del

agujero. Un programa correctamente previsto del cemento es fundamental para que se realice una perforación con éxito. La planeación de la cementación toma en cuenta varias características, las cuales incluyen:

- Las condiciones del agujero, por ejemplo: temperatura, tamaño, etc.
- La evaluación de las propiedades y características del lodo.
- La selección del equipo como centralizadores, de raspadores, y cuando existe carencia del equipo flotador.
- De las técnicas de colocación.

1.3. Tipos de Cementación

1.3.1. Cementación Primaria

Se realiza al cementar los revestidores del pozo (conductor, superficial, intermedio, producción, etc.) durante la perforación. La cementación primaria es un procedimiento importante dentro del proceso de construcción de pozos. La cementación proporciona un sello hidráulico que establece el aislamiento zonal, lo que impide la comunicación de los fluidos entre las zonas productivas del pozo y bloquea el escape de los fluidos hacia la superficie. Además, la cementación produce el anclaje y la sustentación de la sarta de

revestimiento y protege la tubería de revestimiento de acero contra la corrosión producida por los fluidos de formación.

1.3.1.1. Cementación en Una Etapa

Básicamente es la más sencilla de todas, la lechada de cemento es ubicada en su totalidad en el espacio anular desde el fondo hasta la profundidad deseada, para esto se requerirá de presiones de bombeo altas lo que implica que las formaciones más profundas deban tener presiones de formación y fractura altas y no permitir que se produzcan pérdidas de circulación por las mismas.

Usualmente esta técnica es usada en pozos poco profundos o para cementar la Tubería de Revestimiento superficial, y el equipo de fondo será el básico para la cementación.

1.3.1.2. Cementación en Dos Etapas

Esta cementación consiste en ubicar la lechada de cemento primero en la parte inferior del espacio anular Tubería de Revestimiento-formación, y luego la parte superior de la lechada a través de un dispositivo desviador.

Este tipo de técnica se utiliza cuando:

- Las formaciones de fondo de pozo no soportan las presiones hidrostáticas ejercidas por la columna de cemento.

- Zonas de interés están muy separadas entre sí y es necesario cementarlas.
- Zonas superiores a ser cementadas con cementos no contaminados.
- Pozos profundos y calientes requieren lechadas diferentes de acuerdo a las características propias de un nivel determinado.

Tres técnicas estándar de cementación en varias etapas son comúnmente empleadas:

- Cementación regular de dos etapas.
- Cementación continua de dos etapas.
- Cementación en tres etapas.

1.3.1.3. Cementación del Liner

Una sarta de liner usualmente incluye una zapata y un collar flotador, junto con una tubería de revestimiento más larga y un colgador de liner, colocado hidráulicamente o mecánicamente, para asegurar la parte superior, todo el ensamble es corrido con tubería de perforación y luego se coloca el colgador a unos 300 a 500 pies dentro de la tubería de revestimiento anterior.

1.3.2. Cementación Secundaria o Squeeze

La cementación secundaria o llamada también “Squeeze”, es el proceso de forzamiento de la lechada de cemento en el pozo, que se realiza principalmente en reparaciones/reacondicionamientos o en tareas de terminación de pozos. Puede ser: Cementaciones Forzadas y Tapones de Cemento.

Los objetivos principales de esta cementación son:

- Reparar trabajos de cementación primaria deficientes.
- Reducir altas producciones de agua y/o gas.
- Reparar filtraciones causadas por fallas del revestidor.
- Abandonar zonas de pérdidas de circulación.
- Proteger la migración de fluido hacia zonas productoras.

Las cementaciones secundarias pueden definirse como procesos de bombear una lechada de cemento en el pozo, bajo presión, forzándola contra una formación porosa, tanto en las perforaciones del revestidor o directamente el hoyo abierto. Por lo que las cementaciones secundarias pueden ser: forzadas y/o tapones de cemento.

1.4. Cemento

El cemento es una mezcla compleja de caliza (u otros materiales con alto contenido de carbonato de calcio), sílice, fierro y arcilla, molidos y calcinados, que al entrar en contacto con el agua forma un cuerpo sólido. Esta mezcla de ingredientes se muele, se calcina en hornos horizontales con corriente de aire y se convierte en clinker, el cual contiene todos los componentes del cemento, excepto el sulfato de calcio, que se le agrega como ingrediente final.

El primer tipo cemento usado en un pozo petrolero fue el llamado cemento Portland, el cual fue desarrollado por Joseph Aspdin en 1824, era un material producto de una mezcla quemada de calizas y arcillas.

1.4.1. Clasificación del Cemento según su grado API

Cemento	Profundidad	Temperatura	Agua de mezcla	Densidad
A	6000 pies	80 – 170° F.	5,2 gl/sxs	15, 6 lb/gal
B	6000 pies	80 – 170° F.	5,2 gl/sxs	15, 6 lb/gal
C	6000 pies	80 – 170° F.	6,3 gl/sxs	14,8 lb/gal
D	6000 – 10000 pies	170 - 230° F.	4,3 gl/sxs	16, 4 lb/gal
E	10000 – 14000 pies	170 - 230° F.	4,3 gl/sxs	16,4 lb/gal
F	10000 – 16000 pies	230 - 320° F.	4,3 gl/sxs	16,4 lb/gal
G Y H	8000 pies	80 - 200° F.	5 gl/sxs	15,8 y 16,4 lb/gal

Tabla I: Clasificación de Cemento según API

Elaborado por: Jeiko Aizprúa – María Quinde, 2014

1.4.2. Aditivos del Cemento

Los aditivos tienen como función adaptar los diferentes cementos petroleros a las condiciones específicas del trabajo a realizar.

Pueden ser sólidos y líquidos.

Pueden ser requeridos para:

- Variar la densidad de la lechada
- Cambiar la fuerza de compresión
- Acelerar o retardar el tiempo de asentamiento
- Controlar la filtración y la pérdida de fluido
- Reducir la viscosidad de la lechada

Las cantidades de aditivos secos normalmente son expresados en términos de porcentaje por peso de cemento (% BWOC). Los aditivos líquidos son expresados en términos de volumen por peso de cemento (gal/sx).

Entre ellos tenemos:

Aceleradores	Reducir el tiempo de fraguado.
Retardadores	Prolongar el tiempo de fraguado.
Extendedores	Para reducir la densidad del cemento.
Densificantes	Incrementar la densidad del cemento.
Dispersantes	Reducir la viscosidad de las lechadas de cemento.
Controladores de Filtrado	Controlan la pérdida de la fase acuosa del sistema cementante frente a una formación permeable. Previenen la deshidratación prematura de la lechada.
Antiespumantes	Ayuda a controlar la formación de espuma en las lechadas de cemento.

Tabla II: Clasificación de Aditivos para el Cemento
Elaborado por: Jeiko Aizprúa – María Quinde, 2014

1.5. Dispositivos y Herramientas que se Utilizan en una Cementación

1.5.1. Revestidor

Es una tubería de acero diseñada en función de su peso, diámetros y longitud con la finalidad de asegurar una sección perforada en un pozo.

Tipos de revestimientos:

- **Casing Conductor.**- Su diámetro varía entre 20" a 36" aproximadamente.
- **Casing Superficial.**- Su diámetro es de 7 5/8" a 20" o mayores.
- **Casing Intermedio.**- Esta comprende entre 6 5/8" a 20" de diámetro.
- **Casing de Producción.**-Una tubería de producción varía de 4 1/2", 5 1/2" y 7" de diámetro.
- **Liner.**- Su diámetro varía entre 5" y 7", cumple la misma función que el casing de producción. Consiste en entubar una sarta de casing en la fracción de pozo abierto perforado y colgarlo del último casing instalado, esto conlleva una reducción de costos.

1.5.2. Zapata Guía

Es una herramienta que se coloca en la parte inferior del primer tubo, para permitir una libre introducción de la tubería en el hoyo. Su forma esférica en la parte inferior hace que el contacto con la pared del hoyo sea lo más suave posible y permita la bajada del revestidor.



Figura 1: Zapata Guía

Fuente: Programa de Entrenamiento Acelerado
Para Supervisores – Schlumberger

1.5.3. Zapata Diferencial

Sirve de zapata guía y de flotador. Tienes un dispositivo que permite el llenado de la tubería, de esta forma ejerce una flotación y ayuda con el peso de la tubería, este dispositivo interno puede convertirse en una válvula de retención.

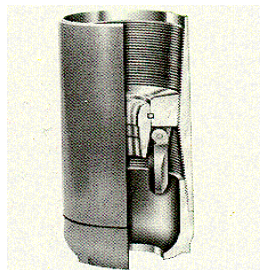


Figura 2: Zapata Diferencial

Fuente: Programa de Entrenamiento Acelerado
Para Supervisores – Schlumberger

1.5.4. Collar de Desplazamiento

Usualmente localizado 2 o 3 juntas sobre la Zapata y actúa como un alto para los tapones de cemento. El cuello flotador asegura que

habrá cemento sellando las últimas juntas de la tubería de revestimiento cuando cese el bombeo, es decir, cuando el tapón sea golpeado. Algunos programas de perforación permiten un desplazamiento adicional hasta un máximo de la mitad de la pista de la zapata, en un intento por corregir un error de eficiencia de bombeo y observar un golpe de tapón. Esto también minimiza el volumen de cemento a ser perforado después.

El cuello flotador también contiene una válvula de bola, la cual previene que el cemento que se encuentra en el espacio anular fluya de regreso a la tubería de revestimiento, cuando el desplazamiento haya terminado. Una prueba de flujo (o flujo de retorno) es conducida después de bombear, para confirmar el soporte correcto. Cuando se corre la tubería de revestimiento y ya que el flotador prevendrá el flujo de retorno, es usual el tener que llenar periódicamente la tubería de perforación (cada 5 juntas). En caso de que esto no se haga se podría llegar a colapsar la tubería de revestimiento completa.

1.5.5. Colgador de Liner

Es una herramienta que se coloca en la parte superior de la tubería de liner y tiene como objetivo fijarlo al revestidor previo colgándolo ya sea hidráulica o mecánicamente.

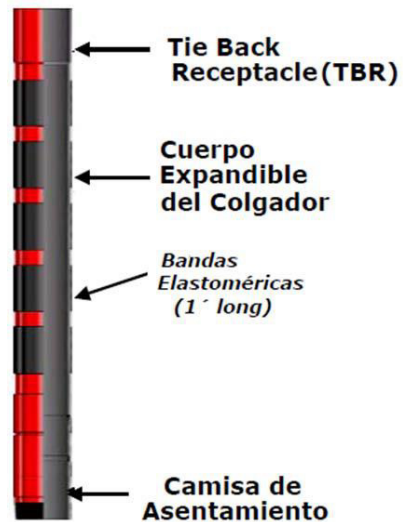


Figura 3: Colgador de Liner

Fuente: Programa de Entrenamiento Acelerado
Para Supervisores – Schlumberger

1.5.6. Dardo de Desplazamiento

Es un accesorio que se utiliza para separar las fases entre los fluidos de perforación y desplazamiento, y la lechada de cemento cuando se cementa un liner. Este es lanzado desde la superficie desde la cabeza de cementación luego de haber bombeado el cemento, el dardo va viajando entre el cemento y el fluido de desplazamiento limpiando la tubería de perforación, hasta llegar al tapón de desplazamiento que se encuentra en la herramienta fijadora.



Figura 4: Dardo de Desplazamiento
Fuente: Programa de Entrenamiento Acelerado
Para Supervisores – Schlumberger

1.5.7. Tapón de Desplazamiento del Liner

Es un accesorio de cementación que se utiliza para separar las fases entre los fluidos de perforación desplazamiento, y la lechada de cemento en el interior de la cañería nueva cuando se cementa un liner.

El tapón de desplazamiento está pinado en la herramienta fijadora del Hanger Liner y posee un receptáculo donde se encastrará el dardo, el cual cortará los pines y ambos viajarán juntos hasta el tapón de encastre, desplazando de esta manera el cemento del interior del liner.



Figura 5: Tapón de Desplazamiento del Liner
Fuente: Programa de Entrenamiento Acelerado
Para Supervisores – Schlumberger

1.5.8. Diverter Tool o DV Tool

El conjunto Diverter Tool es una herramienta utilizada en cementaciones multietapas o para colocar tapones de cemento en una profundidad requerida en pozo abierto, con el efecto de aislar zonas, controlar pérdidas de circulación, abandono de pozos u otras aplicaciones como asiento para cuñas de desviación.

Su diseño incluye la utilización de un tapon separador (Dardo) los que permiten la no contaminación de la lechada con los fluidos del pozo y de desplazamiento.

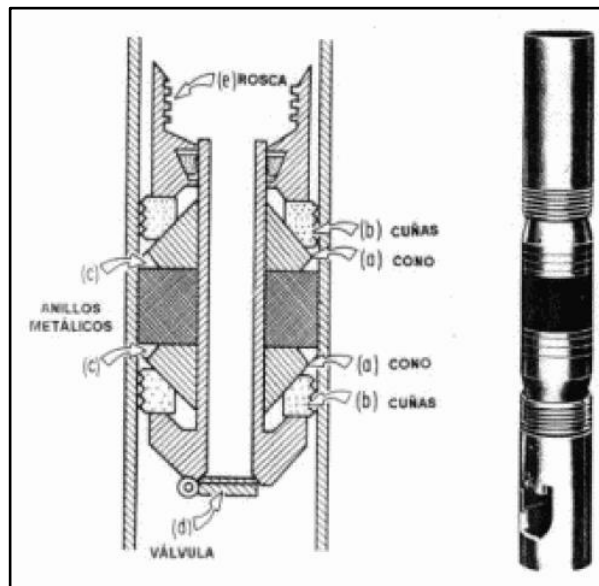


Figura 6: Diverter Tool o DV Tool

Fuente: Dowell Schlumberger Cementing

1.5.9. Centralizadores

El centralizador es una herramienta, adosada a la parte externa de la tubería de revestimiento con la finalidad básica de centrarla y asegurar una buena cementación alrededor de la misma. Pueden ser ya sea de tipo de fleje con bisagra o sólidos de tipo espiral o rígido.

Las funciones de una tubería centralizada son las siguientes:

- Disminuir los problemas de resistencia al bajar la cañería al pozo.
- Centrar la cañería de revestimiento.
- Minimizar problemas de pegamiento por presión diferencial.

- Reduce los problemas de canalización del cemento.

Los centralizadores se requieren particularmente en pozos desviados, donde la cañería tiende a quedarse sobre la parte baja de dichos pozos. Los canales de lodo tienden a formarse en estas partes bajas, evitando un buen trabajo de cementación. El espaciamiento de los centralizadores varía dependiendo de los requerimientos de cada operación de cementación. En zonas críticas y lugares en el pozo con desviación elevada, se deben espaciar estrechamente, mientras que pueden no ser necesarias en otras partes de la sarta de cañerías.

Las Ventajas de una tubería centralizada son las siguientes:

- Mejora la eficiencia de desplazamiento (excentricidad mínima)
- Reduce el riesgo diferencial de atrapamiento
- Previene problemas clave de asentamiento
- Reduce el arrastre en pozos direccionales



Figura 7: Centralizador

Fuente: Programa de Entrenamiento Acelerado
Para Supervisores – Schlumberger

1.5.10. Raspadores

Son cepillos de acero que pueden ser amordazados a la tubería de revestimiento y aseguradas con collares de parada. Utilizados para remover físicamente el revoque, lodo gelificado y escombros.

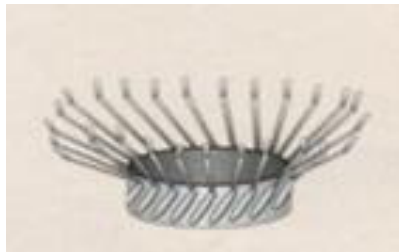


Figura 8: Raspadores

Fuente: Programa de Entrenamiento Acelerado
Para Supervisores – Schlumberger

1.5.11. Cabezal de Cementación

Los cabezales de cementación son usados en la mayor parte de operaciones de unión con cemento para facilitar el fluido de

bombeo en la cubierta y también sostener y liberar cemento en el tiempo apropiado. Este permite la introducción de un bache de cemento delante del segundo tapón.

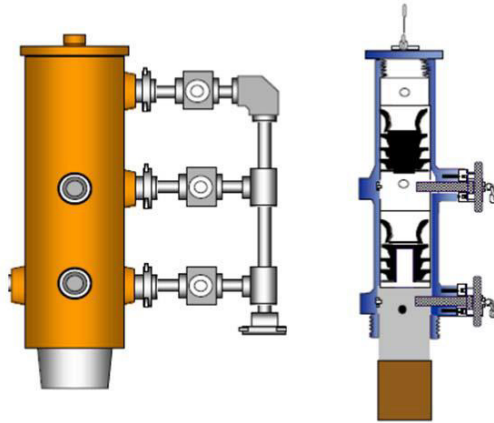


Figura 9: Cabezal de cementación
Fuente: Programa de Entrenamiento Acelerado
Para Supervisores - Schlumberger

1.5.12. Tapones de Cementación

Son herramientas que sirven para desplazar y aislar la lechada de cemento del lodo y las píldoras de lavado, según su posición se tiene:

- **Tapón Inferior:** Separa la mezcla agua cemento del fluido en el pozo y limpia la pared de la tubería del fluido en el pozo, está diseñado de manera que a presiones de 300 a 400 psi se rompe un diafragma y permite la continuación del flujo de cemento al llegar al cuello flotador.

- **Tapón Superior:** Separa la mezcla de cemento con el fluido desplazante reduciendo al mínimo la contaminación. A diferencia del tapón inferior, son insertados detrás de la mezcla de cemento y se sella contra el tapón inferior. Cuando el tapón superior alcanza el tapón inferior obstruye el flujo, observando un aumento de presión, esto indica el final de trabajo de cementación.

1.6. Espaciadores y Lavadores

Se necesita el uso de Espaciadores y Preflujos diseñados, para separar el fluido de perforación de la lechada de cemento y/o lavar o diluir el fluido de perforación en el hoyo y acondicionarlo para la lechada de cemento respectivamente. Las Características que los fluidos presentan son los siguientes:

- Compatibilidad de Fluidos.
- Separación de Fluidos.
- Mejora la Eficiencia de Desplazamiento de Lodo.
- Protección de Formación.
- Suspensión de Sólidos.

1.7. Equipos que se Utilizan en una Cementación

1.7.1. Unidades de Cementación y Bombeo

Son equipos con sistemas mecánicos, electrónicos y de flujo que están diseñados para mezclar y bombear la lechada de cemento en el pozo; estos proveen toda potencia hidráulica, eléctrica, neumática y mecánica que se necesita durante una operación.

El diseño de estas unidades tienen un sistema de líneas de flujo de fluidos; para la succión, para la descarga y para la recirculación de cualquier tipo de fluido. Todo está controlado con válvulas.



Figura 10: Unidad de cementación on-shore

Fuente: BJ Services

1.7.2. Unidades de Mezclado o Batch Mixer

Estas unidades son un tipo de compartimentos de mezcla donde se puede preparar una lechada de cemento que será homogénea y que tendrá las respectivas propiedades de diseño. La mezcla se logra utilizando energía centrífuga, que se logra recirculando el

fluido que se encuentra en los compartimentos con una bomba centrífuga; y a su vez accionada hidráulicamente mediante la fuerza mecánica de un motor de combustión interna.



Figura 11: Unidad de mezcla o batch mixer

Fuente: BJ Services

1.7.3. Unidades de Almacenamiento de Cemento Seco

Son unidades con compartimentos que se utilizan para almacenar el cemento seco. Su funcionamiento es bastante sencillo, simplemente utilizando un compresor de aire se procede a presurizar el compartimento donde se encuentra el cemento con unos +/-28 Psi, es así que cuando se descarga, el aire presurizado empuja al cemento al punto de menor presión; esto sería en la línea de recirculación justo en el punto donde se une el cemento con el fluido de mezcla.

CAPÍTULO 2

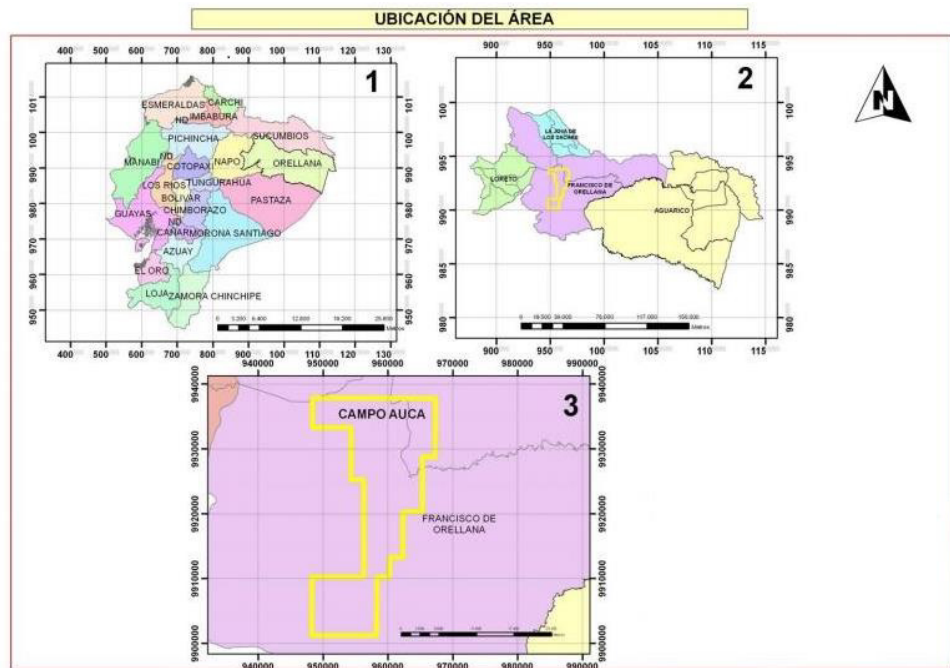
2. GENERALIDADES DEL CAMPO

En este capítulo se describirá las generalidades que presenta el campo Mina.

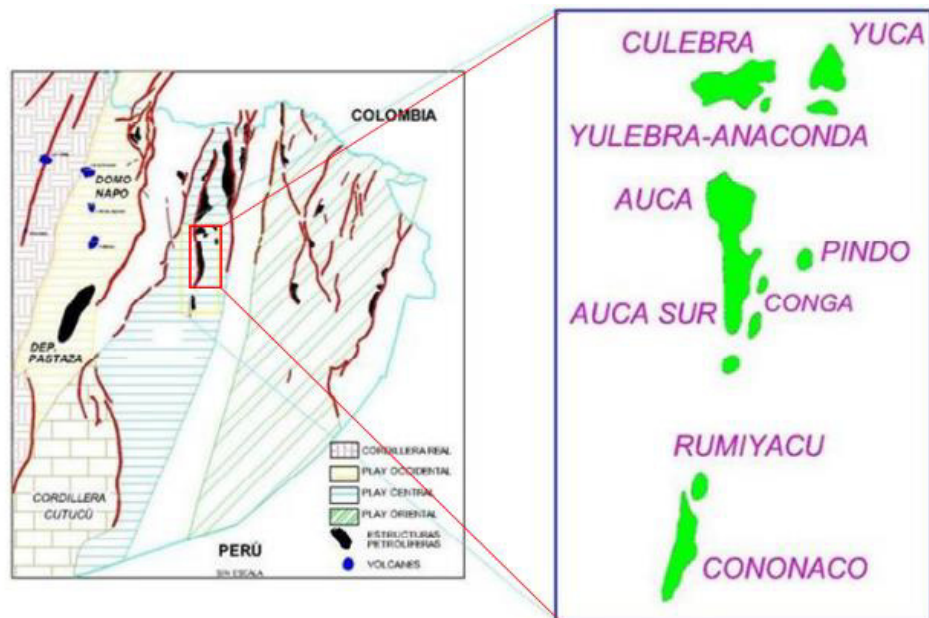
2.1. Ubicación

El campo Mina se encuentra ubicado en la parte ecuatoriana de la Cuenca Oriente, 260 Km. al Sur de la frontera con Colombia, pertenece al Corredor Sacha-Shushufindi y está rodeado por los Campos Sacha, Culebra – Yulebra y Yuca, al Norte; Cononaco al Sur, Pindo al Este y Puma al Oeste. El campo está ubicado dentro de las coordenadas geográficas siguientes:

- Latitud: entre 0° 34' S y 0° 48' S
- Longitud: entre 76° 50' W y 76° 54' W



Mapa I: Mapa del Ecuador Ubicación del Campo
Fuente: Programa de Perforación Baker Hughes



Mapa II: Ubicación del Campo Mina
Fuente: Programa de Perforación Baker Hughes

CAPÍTULO 3

3. GENERALIDADES DEL POZO

El pozo JAME Multilateral 1, es un pozo de desarrollo que se espera incorpore nuevas reservas a la producción del campo MINA. Se planea perforar 2 pozos con un perfil direccional tipo “J” denominados L-1 y L-2, cuyo objetivo primario es la Arenisca “T” Inferior a 10160’ TVD (L-1) y 10180 TVD (L-2) con un hoyo de 8½”.

3.1. Información General del Pozo

Pozo	Jame
Elevación del terreno	953.07 psnm
Elevación de la mesa rotaria	989.07 psnm
Coordenadas de Superficie: Zona UTM Norte Este Latitud	9910842.17 m 290276.94 m 0°488’22.285” S 76°53’04.190” W
Coordenadas de llegada L-1 Norte Este	9911703.12 m 291636.16 m
Coordenadas de llegada L-2 Norte Este	9911095.67 m 291696.13 m

Pozo	Jame
Perfil Direccional/Radio de tolerancia	Tipo J/25 pies en Objetivos (L-1, L-2)
Inclinación máxima L1	47.5°
Inclinación máxima L2	37.68°
Azimut L-1	28.08°
Azimut L-2	136.02°
Sección Vertical L-1	5277.93'
Sección Vertical L-2	4729.15'
Profundidad del Objetivo L-1	Arenisca "T" inferior. (objetivoPrimario) @ 11882.29' MD/10160' TVD
Profundidad del Objetivo L-2	Arenisca "U" inferior. (Objetivo Primario) @ 11693.18 MD/10180" TVD
Profundidad Total L-1	12317 MD/10519.07' TVD
Profundidad Total L-2	12103 MD/10539.07' TVD
Días estimados	68.5 (SettingTool en superficie del L-2)

Tabla III: Datos del Pozo Jame

Fuente: Programa de Perforación Baker Hughes
Elaborado por: Jeiko Aizprúa – María Quinde, 2014

3.2. Programa de Cementación

El programa de cementación constará de 6 secciones, que se desarrollarán luego de cada una de las perforaciones.

Se utilizara cemento clase A para el casing de 20" L-1 y 13 3/8" L-1.

En el casing 9 5/8" L-1, Liner 7" L-1, Liner 7" L-2, y Liner 5" L-2; se usara cemento clase G.

Los aditivos usados son: GW-22, R-8, CD-33, A-7L, A-3L, FP-6L, MPA-3, BA-10, EC-1, FL-52.

Los espaciadores utilizados son: Mud Clean, MCS-W Spacer, Agua Tratada, Sure Bond.

Aditivos Utilizados en el Programa de Cementación	
CD-33	Aditivo dispersante para controlar la viscosidad de las lechadas de cemento.
FP-6L y FP-12L	Aditivo antiespumante usado para minimizar la formación de espuma durante el mezclado
GW-22	Es un gelificante
R-8	Aditivo retardador que prolonga el tiempo de fraguado
A-7L y A-3L	Aditivos aceleradores que reducen el tiempo de fraguado
BA-10B	Aditivo para mejorar la adherencia del cemento a las paredes de la formación y del Casing
FL-54	Aditivo para evitar la pérdida de agua o líquido por filtrado a la formación y promover una sedimentación o deshidratación de la lechada
MPA-33	Aditivo multipropósito para dar más estabilidad a las lechadas de cemento
EC-1	Aditivo expansivo

Tabla IV: Aditivos utilizados en el Programa de Cementación

Elaborado por: Jeiko Aizprúa – María Quinde, 2014

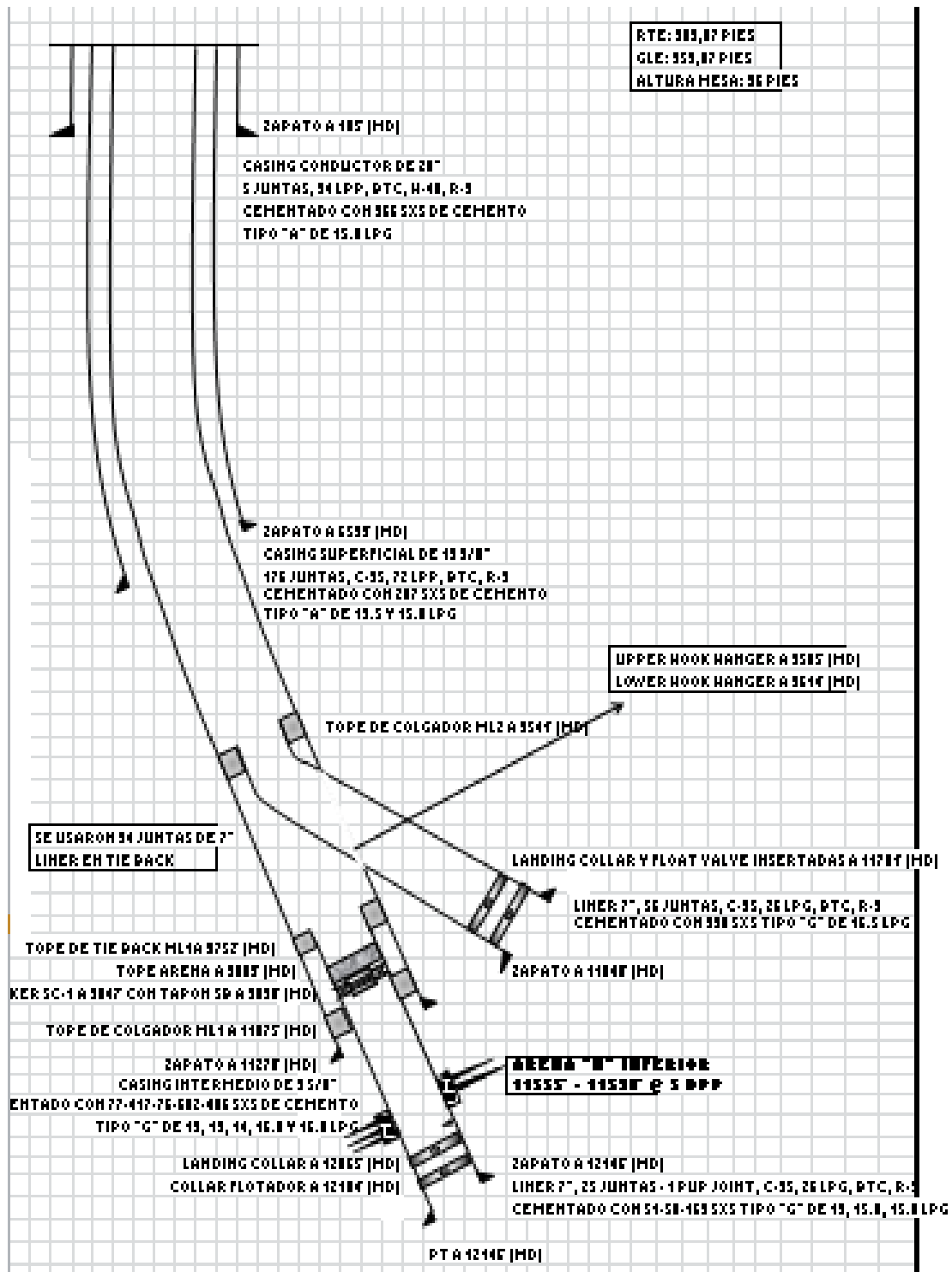


Figura 12: Programa Cementación

Fuente: Programa de Perforación Baker Hughes

Datos Utilizados en los Cálculos

	DAT OS	VALOR	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
CASING 20" (Conductor)	D ₁	26 (ID)	pulg.	Diametro interno de la Broca
	D ₂	20 (OD)	pulg.	Diametro externo de la tubería de revestimiento Conductor
	D ₃	19,124 (ID)	pulg.	Diametro interno de la tubería de revestimiento Conductor
	H ₁	180	Pies	Longitud del Conductor
	R ₁	1,33	pies ³ /Sxs	Rendimiento de la Lechada de cola
CASING 13 3/8" (Superficial)	D ₃	19,124(ID)	pulg.	Diametro interno de la tubería de revestimiento Conductor
	D ₄	16(ID)	pulg.	Diametro interno de broca
	D ₅	13.375	pulg.	Diametro externo de la tubería de revestimiento. Intermedia 1
	D ₆	12.347(ID)	pulg.	Diametro interno de la tubería de revestimiento intermedia 1
	H ₁	180	Pies	Longitud de la tubería de revestimiento Conductor
	H ₂	5912	Pies	Longitud del tope del cemento de relleno tubería de revestimiento Intermedia 1
	H ₃	500	Pies	Longitud del pozo
	H ₄	6550	Pies	Longitud hasta el collar flotador
	R ₂	1,35	pies ³ /Sxs	Rendimiento de lechada de cola
	R ₃	1,98	pies ³ /Sxs	Rendimiento de lechada de relleno
CASING 9 5/8" Segunda Etapa	D ₇	12,9(ID)	pulg.	Diametro de broca Diametro
	D ₈	9,625(OD)	pulg.	Diametro externo de la tubería de revestimiento Intermedia 2
	D ₉	8,681(ID)	pulg.	Diametro interno de la tubería de revestimiento Intermedia 2
	H ₅	2680	Pies	Longitud del tope del cemento de relleno tubería de revestimiento Intermedia 2
	H ₆	1000	Pies	Longitud de la lechada de cola
	H ₉	11212	Pies	Longitud hasta el collar flotador
	R ₄	1,82	pies ³ /Sxs	Rendimiento de lechada de relleno

	DATOS	VALOR	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
Primera Etapa	R ₅	1,22	pies ³ /Sxs	Rendimiento de lechada de cola
	D ₇	12,9(ID)	Pulgadas	Diametro de broca
	D ₈	9,625(OD)	Pulgadas	Diametro externo de la tuberia de revestimiento Intermedia 3
	H ₇	200	Pies	Longitud de la lechada de relleno
	H ₈	1054	Pies	Longitud de la lechada de cola
	R ₆	1,22	pies ³ /Sxs	Rendimiento de lechada de relleno
	R ₇	1,22	pies ³ /Sxs	Rendimiento de lechada de cola
Liner 7" L-1	D ₁₀	8,5(ID)	pulg.	Diametro de la seccion 8 ½"
	D ₁₁	9(ID)	pulg.	Diámetro de la broca
	D ₁₂	7(OD)	pulg.	Diametro externo del Liner
	D ₁₃	6,276(ID)	pulg.	Diametro interno del Liner.
	D ₁₄	4,276(ID)	pulg.	Diametro interno de la T.P.
	H ₉	1352	Pies	Longitud de la lechada de Relleno
	H ₁₀	1012	Pies	Longitud de la lechada de cola.
	H ₁₁	89	Pies	Longitud desde el collar hasta el zapato
	H ₁₂	9802	Pies	Longitud del tope del liner
	H ₁₃	2425	Pies	Longitud del tope de liner hasta collar flotador
	R ₈	1.27	pies ³ /Sxs	Rendimiento de lechada relleno
	R ₉	1,27	pies ³ /Sxs	Rendimiento de lechada de cola
Liner 7" L-2	D ₁₀	8,5(ID)	pulg.	Diametro de la seccion 8 ½"
	D ₁₁	9(ID)	pulg.	Diámetro de la broca
	D ₁₂	7(OD)	pulg.	Diametro externo del Liner
	D ₁₃	6,276(ID)	pulg.	Diametro interno del Liner.
	D ₁₄	4,276(ID)	pulg.	Diametro interno de la T.P.
	H ₁₄	300	Pies	Longitud de la lechada de Relleno
	H ₁₅	2241	Pies	Longitud de la lechada de cola
	H ₁₆	89	Pies	Longitud desde el collar hasta el zapato
	H ₁₇	9332	Pies	Longitud del tope del liner
	H ₁₈	2452	Pies	Longitud del tope de liner hasta collar flotador

	DATOS	VALOR	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
	R ₁₀	1.27	pies ³ /Sxs	Rendimiento de lechada relleno
	R ₁₁	1,27	pies ³ /Sxs	Rendimiento de lechada de cola
LINER 5" L-2	D ₁₂	7(ID)	pulg.	Diametro interno del Liner
	D ₁₅	5(OD)	pulg.	Diametro externo del Liner
	D ₁₁	9(ID)	pulg.	Diámetro de la broca
	D ₁₄	4,276(ID)	pulg.	Diametro interno de la T.P.
	H ₁₉	250	Pies	Longitud de la lechada de Relleno
	H ₂₀	179	Pies	Longitud de la lechada de cola.
	H ₂₁	90	Pies	Longitud Toc Tail hasta el collar flotador
	H ₂₂	12102	Pies	Longitud del zapato flotador
	R ₁₂	1.27	pies ³ /Sxs	Rendimiento de lechada relleno
	R ₁₃	1,27	pies ³ /Sxs	Rendimiento de lechada de cola

Tabla V: Datos Utilizados en los Cálculos de Cementación

Elaborado por: Jeiko Aizprúa – María Quinde, 2014

3.2.1. Cementación Tubería Revestimiento Sección 20', L-1

El revestidor de 20" está asentado a +/-180' MD.

3.2.1.1. Cálculos de Volúmenes Sección 20', L-1

Capacidad Anular

$$\text{Capacidad} = \frac{D_1^2 - D_2^2}{1029.4}$$

$$\text{Capacidad} = \frac{(26)^2 - (20)^2}{1029.4}$$

$$\text{Capacidad} = 0.2681173499 \frac{\text{bbl}}{\text{ft}}$$

Volumen de Lechada de Cola

$$\text{Volumen} = \text{Capacidad} \times \text{Altura}$$

$$\text{Vol} = C \times H_1$$

$$\text{Vol} = (0.2681173499) \frac{\text{bbl}}{\text{ft}} \times 180 \text{ ft}$$

$$\text{Vol} = 48.26 \text{ bbl}$$

Volumen de Desplazamiento

$$\text{Volumen de desplazamiento} = \frac{D_3^2}{1029.4} \times H_1$$

$$\text{Vol de desplazamiento} = \left(\frac{(19.124)^2}{1029.4} \right) \frac{\text{bbl}}{\text{ft}} \times 180 \text{ ft}$$

$$\text{Vol de desplazamiento} = 63.95 \text{ bbl}$$

Sacos de Lechada

$$\text{Sacos de lechada} = \frac{\text{Volumen} \times 5.615}{\text{Rendimiento}}$$

$$S_x = \frac{\text{Vol} \times 5.615}{R_1}$$

$$S_x = \frac{48.26 \text{ bbl} \times 5.615}{1.33 \text{ ft}^3/\text{Sxs}}$$

$$S_x = 204 \text{ Sxs}$$

3.2.1.2. Secuencia Operacional

- Con T.R. en el fondo circular con bombas del taladro hasta obtener retornos limpios.
- Instalar cabezal de cementación.

- Llenar y probar líneas a 2000 psi por 5 minutos para verificar que no existen ningún tipo de fugas.
- Bombear 10 bbls de agua tratada.
- Soltar tapón inferior flexible (Hembra).
- Mezclar y bombear 48.26 bbls de lechada de cola a 15.6 lb/gal.
- Soltar tapón de tope.
- Bombear 2.5 bbls de agua atrás del tapón de tope.
- Desplazar 63.95 bbls con bombas del taladro.

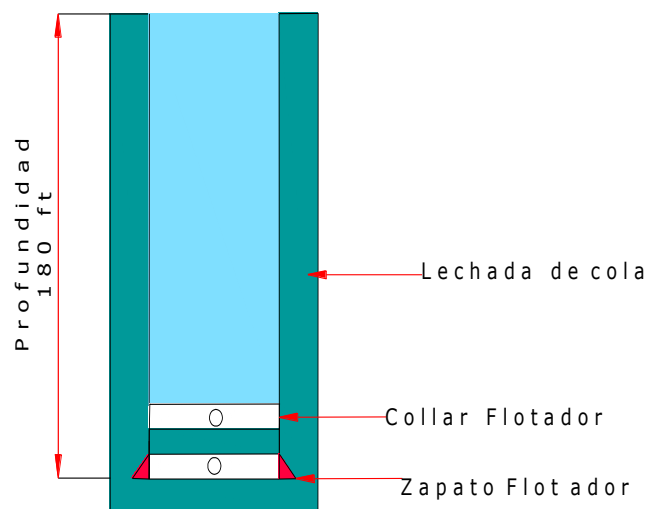


Figura 13: Diagrama Casing Conductor 20"

Elaborado por: Jeiko Aizprúa – María Quinde, 2014
Fuente: Programa de Cementación Baker Hughes

3.2.2. Cementación Tubería Revestimiento Sección 16", L-1

El revestidor de 13 3/8" será asentado a 6592' MD.

3.2.2.1. Cálculos de Volúmenes Sección 16", L-1

Volumen de Lechada de Relleno

$$\text{Capacidad 1} = \frac{D_3^2 - D_5^2}{1029.4}$$

$$\text{Capacidad 1} = \frac{(19.124)^2 - (13.375)^2}{1029.4}$$

$$\text{Capacidad 1} = 0.1815006324 \frac{\text{bbl}}{\text{ft}}$$

$$\text{Vol 1} = C \times H_1$$

$$\text{Vol 1} = 0.1815006324 \frac{\text{bbl}}{\text{ft}} \times 180 \text{ ft}$$

$$\text{Vol 1} = 33 \text{ bbls}$$

$$\text{Capacidad 2} = \frac{D_4^2 - D_5^2}{1029.4}$$

$$\text{Capacidad 2} = \frac{(16)^2 - (13.375)^2}{1029.4}$$

$$\text{Capacidad 2} = 0.07490710608 \frac{\text{bbl}}{\text{ft}}$$

$$\text{Vol 2} = C \times H_2$$

$$\text{Vol 2} = 0.07490710608 \frac{\text{bbl}}{\text{ft}} \times 5912 \text{ ft}$$

$$\text{Vol 2} = 442 \text{ bbls}$$

$$\text{Vol 3} = V1 + V2$$

$$\text{Vol 3} = 33\text{bbls} + 442\text{bbls}$$

$$\text{Vol 3} = 475 \text{ bbls}$$

Volumen con Exceso

$$\text{Vol total} = V_3 + (V_3 \times \text{Exceso})$$

$$\text{Vol total} = 475 \text{ bbls} + (475 \text{ bbls} \times 10\%)$$

$$\text{Vol total} = 522 \text{ bbls}$$

Cantidad de Sacos Lechada de Relleno

$$S_x = \frac{\text{Vol} \times 5.615}{R}$$

$$S_x = \frac{522 \times 5.615}{1.98}$$

$$S_x = 1480 \text{ Sxs}$$

Volumen de Lechada de Cola

$$\text{Capacidad} = \frac{D_4^2 - D_5^2}{1029.4}$$

$$\text{Capacidad} = \frac{(16)^2 - (13.375)^2}{1029.4}$$

$$\text{Capacidad} = 0.07490710608 \frac{\text{bbl}}{\text{ft}}$$

$$\text{Vol} = C \times H_3$$

$$\text{Vol} = 0.07490710608 \frac{\text{bbl}}{\text{ft}} \times 500 \text{ ft}$$

$$\text{Vol} = 38 \text{ bbls}$$

Volumen con Exceso

$$\text{Vol total} = V + (V \times \text{Exceso})$$

$$\text{Vol total} = 38 \text{ bbls} + (38 \text{ bbls} \times 10\%)$$

$$\text{Vol total} = 42 \text{ bbls}$$

Cantidad de Sacos Lechada de Cola

$$S_x = \frac{\text{Vol} \times 5.615}{R}$$

$$S_x = \frac{522 \times 5.615}{1.35}$$

$$S_x = 175$$

Volumen de Desplazamiento

$$\text{Vol} = \frac{D_6^2}{1029.4} \times H_4$$

$$\text{Vol} = \left(\frac{(12.34)^2}{1029.4} \right) \frac{\text{bbl}}{\text{ft}} \times 6550\text{ft}$$

$$\text{Vol} = 969 \text{ bbls}$$

3.2.2.2. Secuencia Operacional

- Con casing en fondo y Fill-Up Packer circular con bombas del Rig a 500 GPM hasta obtener retornos limpios
- Instalar cabeza de cementación. Circular con bombas del Rig a 420 GPM.
- Llenar y probar líneas a 3000 psi por 5 minutos.
- Bombear 10 bbl de agua tratada.
- Bombear 50 bbl de Spacer a 11,5 ppg.
- Bombear 10 bbl de agua tratada.
- Soltar Tapón Inferior Flexible.

- Mezclar y bombear 522 bbl de lechada de relleno a 13,5 lb/gal.
- Mezclar y bombear 48 bbl de lechada de cola a 15,8 lb/gal.
- Soltar Tapón de Tope (utilizar testigo).
- Bombear 10 bbls de agua atrás del tapón de tope (Unidad de Cementación).
- Desplazar con bombas del taladro 969 bbl de lodo.
- Asentar tapón con 500 psi sobre la presión final. Mantener la presión durante 5 minutos.
- Revisar el contraflujo, verificar funcionamiento de equipo de flotación.
- WOC 12 horas.

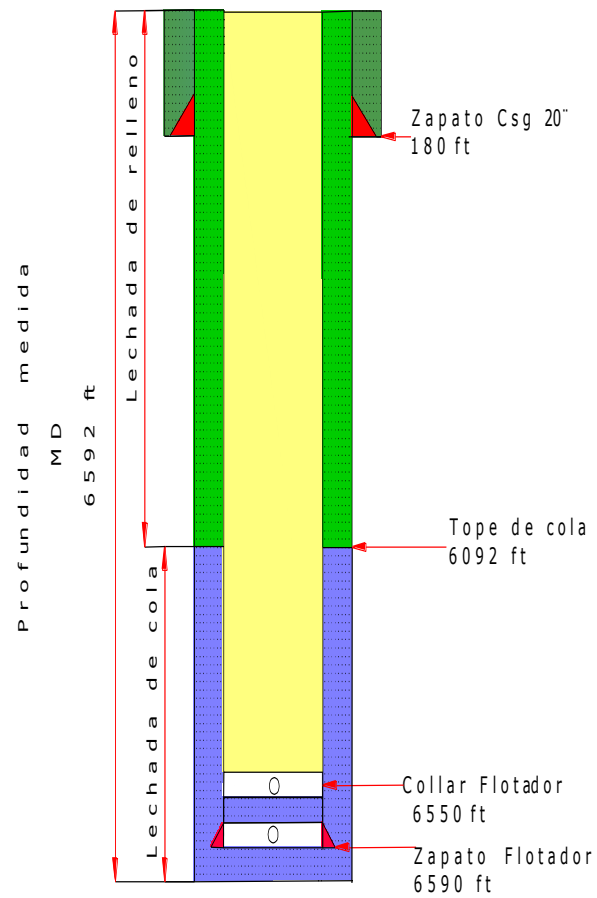


Figura 14: Diagrama Casing 13 3/8"

Fuente: Programa de Cementación Baker Hughes

3.2.3. Cementación Tubería Revestimiento Sección 12 1/4", L-1

El revestidor de 9 5/8" será asentado a 11254' MD.

3.2.3.1. Cálculos de Volúmenes Sección 12 ¼", L-1

Segunda Etapa

Volumen de Lechada de Relleno

$$\text{Capacidad} = \frac{D_7^2 - D_8^2}{1029.4}$$

$$\text{Capacidad} = \frac{(12.9)^2 - (9.625)^2}{1029.4}$$

$$\text{Capacidad} = 0.07166249757 \frac{\text{bbl}}{\text{ft}}$$

$$\text{Vol 1} = C \times H_4$$

$$\text{Vol 1} = 0.07166249757 \frac{\text{bbl}}{\text{ft}} \times 2608 \text{ ft}$$

$$\text{Vol 1} = 187 \text{ bbls}$$

Volumen con exceso

$$\text{Vol total} = V + (V \times \text{Exceso})$$

$$\text{Vol total} = 187 \text{ bbls} + (187 \text{ bbls} \times 15\%)$$

$$\text{Vol total} = 215 \text{ bbls}$$

Cantidad de sacos Lechada de relleno

$$S_x = \frac{\text{Vol} \times 5.615}{R}$$

$$S_x = \frac{215 \times 5.615}{1.82}$$

$$S_x = 633$$

Volumen de lechada de cola

$$\text{Capacidad} = \frac{D_7^2 - D_8^2}{1029.4}$$

$$\text{Capacidad} = \frac{(12.9)^2 - (9.625)^2}{1029.4}$$

$$\text{Capacidad} = 0.07166249757 \frac{\text{bbl}}{\text{ft}}$$

$$\text{Vol} = C \times H_6$$

$$\text{Vol} = 0.07166249757 \frac{\text{bbl}}{\text{ft}} \times 1000\text{ft}$$

$$\text{Vol} = 72 \text{ bbls}$$

Volumen con exceso

$$\text{Vol total} = V + (V \times \text{Exceso})$$

$$\text{Vol total} = 72 \text{ bbls} + (72\text{bbls} \times 15\%)$$

$$\text{Vol total} = 83 \text{ bbls}$$

Cantidad de sacos Lechada de cola

$$Sx = \frac{\text{Vol} \times 5.615}{R}$$

$$Sx = \frac{83 \times 5.615}{1.22}$$

$$Sx = 382$$

Primera etapa

Volumen de lechada de relleno

$$\text{Capacidad} = \frac{D_7^2 - D_8^2}{1029.4}$$

$$\text{Capacidad} = \frac{(12.9)^2 - (9.625)^2}{1029.4}$$

$$\text{Capacidad} = 0.07166249757 \frac{\text{bbl}}{\text{ft}}$$

$$\text{Vol} = C \times H_7$$

$$\text{Vol} = 0.07166249757 \frac{\text{bbl}}{\text{ft}} \times 200\text{ft}$$

$$\text{Vol} = 14 \text{ bbls}$$

Volumen con exceso

$$\text{Vol total} = V + (V \times \text{Exceso})$$

$$\text{Vol total} = 14 \text{ bbls} + (14\text{bbls} \times 15\%)$$

$$\text{Vol total} = 16 \text{ bbls}$$

Cantidad de sacos Lechada de relleno

$$S_x = \frac{\text{Vol} \times 5.615}{R}$$

$$S_x = \frac{16 \times 5.615}{1.22}$$

$$S_x = 73$$

Volumen de lechada de cola

$$\text{Capacidad} = \frac{D_7^2 - D_8^2}{1029.4}$$

$$\text{Capacidad} = \frac{(12.9)^2 - (9.625)^2}{1029.4}$$

$$\text{Capacidad} = 0.07166249757 \frac{\text{bbl}}{\text{ft}}$$

$$\text{Vol} = C \times H_8$$

$$\text{Vol} = 0.07166249757 \frac{\text{bbl}}{\text{ft}} \times 1054\text{ft}$$

$$\text{Vol} = 80 \text{ bbls}$$

Volumen con exceso

$$\text{Vol total} = V + (V \times \text{Exceso})$$

$$\text{Vol total} = 80 \text{ bbls} + (80 \text{ bbls} \times 15\%)$$

$$\text{Vol total} = 92 \text{ bbls}$$

Cantidad de sacos Lechada de cola

$$S_x = \frac{\text{Vol} \times 5.615}{R}$$

$$S_x = \frac{92 \times 5.615}{1.22}$$

$$S_x = 423$$

Volumen de Desplazamiento

$$\text{Vol} = \frac{D_g^2}{1029.4} \times H_g$$

$$\text{Vol} = \frac{(8.681)^2}{1029.4} \times 11212 \text{ft}$$

$$\text{Vol} = 821 \text{ bbls}$$

3.2.3.2. Secuencia Operacional

- Con casing en el fondo circular con bombas del Rig a 420 GPM hasta obtener retornos limpios.
- Instalar cabeza de cementación. Circular con bombas del Rig a 420 GPM.
- Reunión de Seguridad y Pre-Operacional.
- Prueba de líneas con agua tratada a 3000 psi por 5 minutos.
- Bombear 10 bbl de Agua Tratada.
- Bombear 50 bbl de Mud Clean.
- Bombear 10 bbl de Agua Tratada.

- Bombear 60 bbl de MCS W Spacer.
- Bombear 10 bbl de Agua Tratada.
- Bombear 20 bbl de Mud Clean.
- Bombear 10 bbl de Agua Tratada.
- Bombear 30 bbl de Sure Bond.
- Bombear 10 bbl de Agua Tratada.
- Soltar Tapón Inferior Flexible.
- Mezclar y bombear 215 bbl de lechada de relleno a 16,8 lb/gal.
- Mezclar y bombear 83 bbl de lechada de cola de 16,8 lb/gal.
- Soltar Tapón (utilizar testigo).
- Bombear 10 bbls de agua para desplazar Tapón de Tope.
- Desplazar con bombas del Rig 821 bbl de lodo.
- Asentar tapón con 500 psi sobre la presión final. Mantener la presión durante 5 minutos.
- Revisar contraflujo, verificar funcionamiento de equipo de flotación.
- Soltar esfera para abrir DV-Tool para realizar la cementación de la Primera Etapa (relleno 16 bbls y cola 92 bbls).

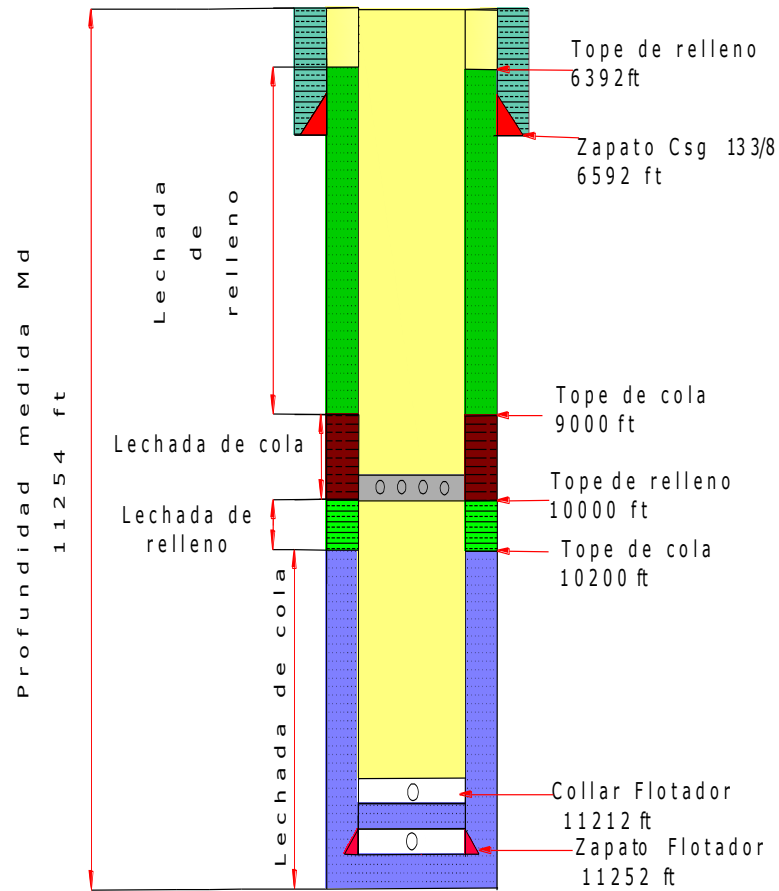


Figura 15: Diagrama Casing 9 5/8"
 Elaborado por: Jeiko Aizprúa – María Quinde, 2014
 Fuente: Programa de Cementación Baker Hughes

3.2.4. Cementación Tubería Revestimiento Sección 8 1/2", L-1

El liner de 7" será asentado a +/-12316' MD.

El estado mecánico final del Pozo L-1 será:

- Huevo de 16" hasta 6592' MD, revestidor de 13 3/8".
- Huevo de 12 1/4" hasta 11255' MD, revestidor de 9 5/8".

- Huevo de 8 1/2" hasta 12317' MD, Liner de 7", (+/-1452' OverLap).

3.2.4.1. Cálculos de Volúmenes Sección 8 1/2", L-1

Volumen de lechada de relleno

$$\text{Capacidad} = \frac{D_{10}^2 - D_{12}^2}{1029.4}$$

$$\text{Capacidad} = \frac{(8.5)^2 - (7)^2}{1029.4}$$

$$\text{Capacidad} = 0.02258597241 \frac{\text{bbl}}{\text{ft}}$$

$$\text{Vol} = C \times H_9$$

$$\text{Vol} = 0.02258597241 \frac{\text{bbl}}{\text{ft}} \times 1352 \text{ ft}$$

$$\text{Vol} = 31 \text{ bbls}$$

Volumen con exceso

$$\text{Vol total} = V + (V \times \text{Exceso})$$

$$\text{Vol total} = 31 \text{ bbls} + (31 \text{ bbls} \times 10\%)$$

$$\text{Vol total} = 34 \text{ bbls}$$

Cantidad de sacos Lechada de relleno

$$Sx = \frac{\text{Vol} \times 5.615}{R}$$

$$Sx = \frac{34 \times 5.615}{1.27}$$

$$Sx = 150$$

Volumen de lechada de cola

$$\text{Capacidad} = \frac{D_{11}^2 - D_{12}^2}{1029.4}$$

$$\text{Capacidad} = \frac{(9)^2 - (7)^2}{1029.4}$$

$$\text{Capacidad} = 0.03108606956 \frac{\text{bbl}}{\text{ft}}$$

$$\text{Vol1} = C \times H_{10}$$

$$\text{Vol 1} = 0.03108606956 \frac{\text{bbl}}{\text{ft}} \times 1012 \text{ ft}$$

$$\text{Vol 1} = 32 \text{ bbls}$$

$$\text{Vol 2} = \frac{D_{13}^2}{1029.4} \times H_{11}$$

$$\text{Vol 2} = \frac{(6.276)^2}{1029.4} \frac{\text{bbl}}{\text{ft}} \times 89 \text{ ft}$$

$$\text{Vol 2} = 3 \text{ bbls}$$

$$\text{Vol 3} = \text{V1} + \text{V2}$$

$$\text{Vol 3} = 32\text{bbls} + 3\text{bbls}$$

$$\text{Vol 3} = 35\text{bbls}$$

Volumen con exceso

$$\text{Vol total} = V + (V \times \text{Exceso})$$

$$\text{Vol total} = 35 \text{ bbls} + (35\text{bbls} \times 10\%)$$

$$\text{Vol total} = 38 \text{ bbls}$$

Cantidad de sacos Lechada de cola

$$Sx = \frac{\text{Vol} \times 5.615}{R}$$

$$Sx = \frac{38 \times 5.615}{1.27}$$

$$Sx = 168$$

Volumen de desplazamiento

$$\text{Vol 1} = \frac{D_{14}^2}{1029.4} \times H_{12}$$

$$\text{Vol 1} = \frac{(4.276)^2 \text{ bbl}}{1029.4 \text{ ft}} \times 9802\text{ft}$$

$$\text{Vol 1} = 174 \text{ bbls}$$

$$\text{Vol 2} = \frac{ID^2}{1029.4} \times H_{13}$$

$$\text{Vol 2} = \frac{(6.276)^2 \text{ bbl}}{1029.4 \text{ ft}} \times 2425\text{ft}$$

$$\text{Vol 2} = 93\text{bbls}$$

$$\text{Vol total} = V 1 + V2$$

$$\text{Vol total} = 174 + 93$$

$$\text{Vol total} = 267\text{bbls}$$

3.2.4.2. Secuencia Operacional

- Realizar prueba de abastecimiento de lodo hacia la unidad de bombeo.
- Con el liner en el fondo circular a través de la cabeza de cementación a 8 bpm con RIG hasta obtener retornos limpios.

- Conectar líneas de cementación hasta la cabeza de cementación.
- Llenar líneas con 3 bbl de agua.
- Realizar prueba de líneas con 6000 psi.
- Bombear 10 bbls de Agua Tratada.
- Bombear 40 bbls de Mud Clean.
- Bombear 10 bbls de Agua Tratada.
- Bombear 50 bbls de MCS-W Spacer (Densificado con CaCO₃ de PPR).
- Bombear 10 bbls de Agua Tratada.
- Bombear 20 bbls de Mud Clean.
- Bombear 10 bbls de Agua Tratada.
- Bombear 20 bbls de Sure Bond.
- Bombear 10 bbls de Agua Tratada.
- Bombear 34 bbls de Lechada Retardada a 16.5 lb/gal (B.M.).
- Bombear 38 bbls de Lechada de Cemento Principal a 16.5 lb/gal (B.M.).
- Soltar Pump Down Plug. Desplazar con 267 bbls.
- Asentar tapón con 500 psi sobre la presión final de desplazamiento.
- Chequear contraflujo. Verificar funcionamiento de Equipo de Flotación.

- Levantar hasta sacar SettingTool del BHA de Fondo.
- Circular con agua a alto caudal, recíproque la tubería.
Reportar retornos de lavadores y cemento.
- Bajar a limpiar a las 48 horas y espesar 72 horas para registrar.

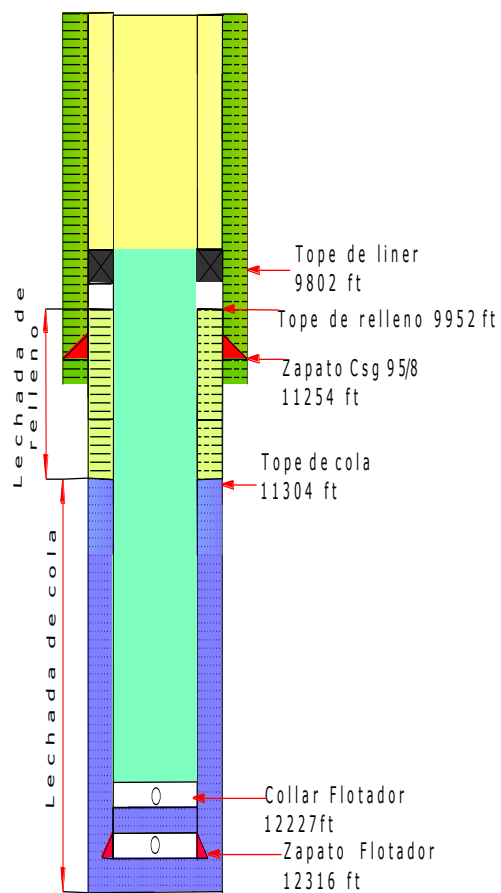


Figura 16: Diagrama Liner 7" L-1

Elaborado por: Jeiko Aizprúa – María Quinde, 2014
Fuente: Programa de Cementación Baker Hughes

3.2.5. Cementación Tubería Revestimiento Sección 8 1/2", L-2

El liner de 7" será asentado a 12124.82' MD.

El estado mecánico final del Pozo L-2 será:

- Hueco de 8 1/2" hasta 11873' MD, Liner de 7" (+/-1922' OverLap).
- Hueco de 6" hasta 12103'MD, Liner de 5" (+/-100' OverLap).

3.2.5.1. Cálculos de Volúmenes Sección 8 1/2", L-2

Volumen de lechada de relleno

$$\text{Capacidad} = \frac{D_{10}^2 - D_{12}^2}{1029.4}$$

$$\text{Capacidad} = \frac{(8.5)^2 - (7)^2}{1029.4}$$

$$\text{Capacidad} = 0.02258597241 \frac{\text{bbl}}{\text{ft}}$$

$$\text{Vol} = C \times H_{14}$$

$$\text{Vol} = 0.02258597241 \frac{\text{bbl}}{\text{ft}} \times 300 \text{ ft}$$

$$\text{Vol} = 7 \text{ bbls}$$

Volumen con exceso

$$\text{Vol total} = V + (V \times \text{Exceso})$$

$$\text{Vol total} = 7 \text{ bbls} + (7\text{bbls} \times 20\%)$$

$$\text{Vol total} = 8 \text{ bbls}$$

Cantidad de sacos Lechada de Relleno

$$S_x = \frac{\text{Vol} \times 5.615}{R}$$

$$S_x = \frac{8 \times 5.615}{1.27}$$

$$S_x = 35$$

Volumen de lechada de cola

$$\text{Capacidad} = \frac{D_{11}^2 - D_{12}^2}{1029.4}$$

$$\text{Capacidad} = \frac{(9)^2 - (7)^2}{1029.4}$$

$$\text{Capacidad} = 0.03108606956 \frac{\text{bbl}}{\text{ft}}$$

$$\text{Vol 1} = C \times H_{15}$$

$$\text{Vol 1} = 0.03108606956 \frac{\text{bbl}}{\text{ft}} \times 2241\text{ft}$$

$$\text{Vol 1} = 70 \text{ bbls}$$

$$\text{Vol 2} = \frac{D_{13}^2}{1029.4} \times H_{16}$$

$$\text{Vol 2} = \frac{(6.276)^2 \text{ bbl}}{1029.4 \text{ ft}} \times 89\text{ft}$$

$$\text{Vol 2} = 3 \text{ bbls}$$

$$\text{Vol 3} = V_1 + V_2$$

$$\text{Vol 3} = 70\text{bbls} + 3\text{bbls}$$

$$\text{Vol 3} = 73\text{bbls}$$

Volumen con Exceso

$$\text{Vol total} = V_3 + (V_3 \times \text{Exceso})$$

$$\text{Vol total} = 73 \text{ bbls} + (73\text{bbls} \times 20\%)$$

$$\text{Vol total} = 87 \text{ bbls}$$

Cantidad de sacos Lechada de cola

$$S_x = \frac{\text{Vol} \times 5.615}{R}$$

$$S_x = \frac{87 \times 5.615}{1.27}$$

$$S_x = 385$$

Volumen de Desplazamiento

$$\text{Vol 1} = \frac{D_{14}^2}{1029.4} \times H_{17}$$

$$\text{Vol 1} = \frac{(4.276)^2 \text{ bbl}}{1029.4 \text{ ft}} \times 9332\text{ft}$$

$$\text{Vol 1} = 166 \text{ bbls}$$

$$\text{Vol 2} = \frac{D_{13}^2}{1029.4} \times H_{18}$$

$$\text{Vol 2} = \frac{(6.276)^2 \text{ bbl}}{1029.4 \text{ ft}} \times 2452\text{ft}$$

$$\text{Vol 2} = 94\text{bbls}$$

$$\text{Vol total} = V_1 + V_2$$

$$\text{Vol total} = 166 + 94$$

$$\text{Vol total} = 260 \text{ bbls}$$

3.2.5.2. Secuencia Operacional

- Con el Liner en el fondo circular a través de la cabeza de cementación a 8 bpm con RIG hasta obtener retornos limpios.

- Conectar líneas de cementación hasta la cabeza de cementación.
- Llenar líneas con 3 bbl de agua.
- Realizar prueba de líneas con 6000 psi.
- Bombear 10 bbls de Agua Tratada.
- Bombear 40 bbls de Mud Clean.
- Bombear 10 bbls de Agua Tratada.
- Bombear 50 bbls de MCS-W Spacer (Densificado con CaCO₃ de PPR).
- Bombear 10 bbls de Agua Tratada.
- Bombear 20 bbls de Mud Clean.
- Bombear 10 bbls de Agua Tratada.
- Bombear 20 bbls de Sure Bond.
- Bombear 10 bbls de Agua Tratada.
- Bombear 8 bbls de Lechada Retardada a 16.8 lb/gal (B.M).
- Bombear 87 bbls de Lechada Principal a 16.8 lb/gal (B.M).
- Soltar Pump Down Plug.
- Desplazar con 260 bbls.
- Asentar tapón con 500 psi sobre la presión final de desplazamiento.
- Chequear contraflujo. Verificar funcionamiento de Equipo de Flotación.

- Levantar hasta sacar SettingTool del BHA de fondo.
- Circular con agua a alto caudal, recíproque la tubería.
Reportar retornos de lavadores y cemento.
- Bajar a limpiar a las 48 horas y esperar 72 horas para registrar.

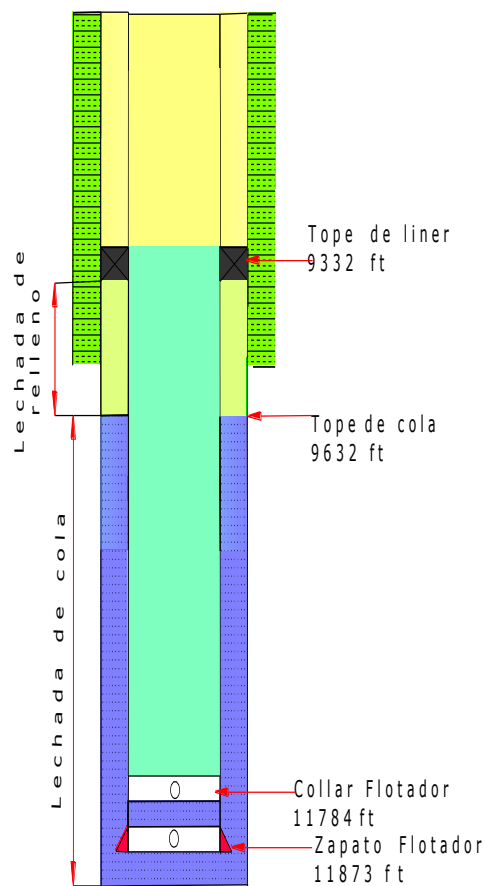


Figura 17: Diagrama Liner 7" L-2

Elaborado por: Jeiko Aizprúa – María Quinde, 2014
Fuente: Programa de Cementación Baker Hughes

3.2.6. Cementación Tubería Revestimiento Sección 6", L-2

3.2.6.1. Cálculos de Volúmenes Sección 6", L-2

Volumen de lechada de relleno

$$\text{Capacidad} = \frac{D_{12}^2 - D_{15}^2}{1029.4}$$

$$\text{Capacidad} = \frac{(7)^2 - (5)^2}{1029.4}$$

$$\text{Capacidad} = 0.02331455217 \frac{\text{bbl}}{\text{ft}}$$

$$\text{Vol} = C \times H_{19}$$

$$\text{Vol} = 0.02331455217 \frac{\text{bbl}}{\text{ft}} \times 250\text{ft}$$

$$\text{Vol} = 5 \text{ bbls}$$

Volumen con exceso

$$\text{Vol total} = V + (V \times \text{Exceso})$$

$$\text{Vol total} = 5 \text{ bbls} + (5 \text{ bbls} \times 10\%)$$

$$\text{Vol total} = 5.5\text{bbls}$$

Cantidad de sacos Lechada de relleno

$$S_x = \frac{\text{Vol} \times 5.615}{R}$$

$$S_x = \frac{5.5 \times 5.615}{1.27}$$

$$S_x = 24$$

Volumen de lechada de cola

$$\text{Capacidad} = \frac{D_{11}^2 - D_{15}^2}{1029.4}$$

$$\text{Capacidad} = \frac{(9)^2 - (5)^2}{1029.4}$$

$$\text{Capacidad} = 0.05440062172 \frac{\text{bbl}}{\text{ft}}$$

$$\text{Vol 1} = C \times H_{20}$$

$$\text{Vol 1} = 0.05440062172 \frac{\text{bbl}}{\text{ft}} \times 179 \text{ ft}$$

$$\text{Vol 1} = 10 \text{ bbls}$$

$$\text{Vol 2} = \frac{D_{14}^2}{1029.4} \times H_{21}$$

$$\text{Vol 2} = \frac{(4.276)^2}{1029.4} \frac{\text{bbl}}{\text{ft}} \times 90 \text{ ft}$$

$$\text{Vol 2} = 1 \text{ bbls}$$

$$\text{Vol 3} = V_1 + V_2$$

$$\text{Vol 3} = 10 \text{ bbls} + 1 \text{ bbls}$$

$$\text{Vol 3} = 11 \text{ bbls}$$

Volumen con exceso

$$\text{Vol total} = V + (V \times \text{Exceso})$$

$$\text{Vol total} = 11 \text{ bbls} + (11 \text{ bbls} \times 10\%)$$

$$\text{Vol total} = 12 \text{ bbls}$$

Volumen de Desplazamiento

$$\text{Vol} = \frac{D_{14}^2}{1029.4} \times H_{22}$$

$$\text{Vol} = \frac{(4.276)^2}{1029.4} \frac{\text{bbl}}{\text{ft}} \times 12013 \text{ ft}$$

$$\text{Vol} = 213 \text{ bbls}$$

3.2.6.2. Secuencia Operacional

- Realizar prueba de abastecimiento de todo hacia la unidad de bombeo.
- Con el liner en el fondo circular a través de la cabeza de cementación a 8 bpm con RIG hasta obtener retornos limpios.
- Conectar líneas de cementación hasta la cabeza de cementación.
- Llenar líneas con 3 bbls de agua.
- Realizar prueba de líneas con 6000 psi.
- Bombear 5 bbls de Agua Tratada.
- Bombear 30 bbls de Mud Clean.
- Bombear 5 bbls de Agua Tratada.
- Bombear 40 bbls de MCS-W Spacer (densificado con CaCO₃ de PPR).
- Bombear 5 bbls de Agua Tratada.
- Bombear 10 bbls de Mud Clean.
- Bombear 5 bbls de Agua Tratada.
- Bombear 10 bbls de Sure Bond.
- Bombear 10 bbls de Agua Tratada.
- Bombear 5.5 bbls de Lechada Retardada a 16.8 lb/gal (B.M).

- Bombear 12 bbls de Lechada de Cemento Principal a 16.8 lb/gal (B.M).
- Soltar Pum Down Plug.
- Desplazar con 214 bbls.
- Asentar tapón con 500 psi sobre la presión final de desplazamiento.
- Chequear contraflujo. Verificar funcionamiento de Equipo de Flotación.
- Levantar hasta sacar SettingTool del BHA de fondo.
- Circular con agua a alto caudal, recíproque la tubería. Reportar retornos de lavadores y cemento.
- Bajar a limpiar a las 48 horas para registrar.

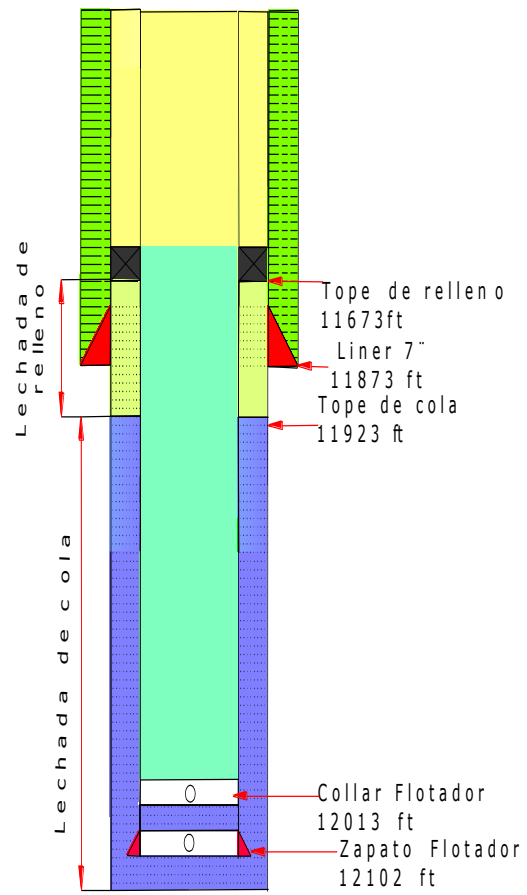


Figura 18: Diagrama Liner 5" L-2

Elaborado por: Jeiko Aizprúa – María Quinde, 2014

Fuente: Programa de Cementación Baker Hughes

CAPITULO 4

4. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis de Resultados

El análisis de los resultados del pozo "JAME", se realizará en base a la comparación de cada una seccion del pozo realizada como un proyecto de cementación primaria. Se calculo cada volumen; tanto de lechada de cola, como el de lechada de relleno fundamentada en cálculos matemáticos utilizados en el área petrolera.

Los desplazamiento de volúmenes se determina con los datos del casing y tubing.

El programa del esquema mecanico del pozo utiliza los siguientes parámetros:

- Tubería de revestimiento Superficial de 20".
- Casing de 13 3/8"
- Casing de 9 5/8".
- Liner de Producción de 7" L-1.
- Liner de Producción de 7" L-2.

- Liner de Producción de 5" L-2.

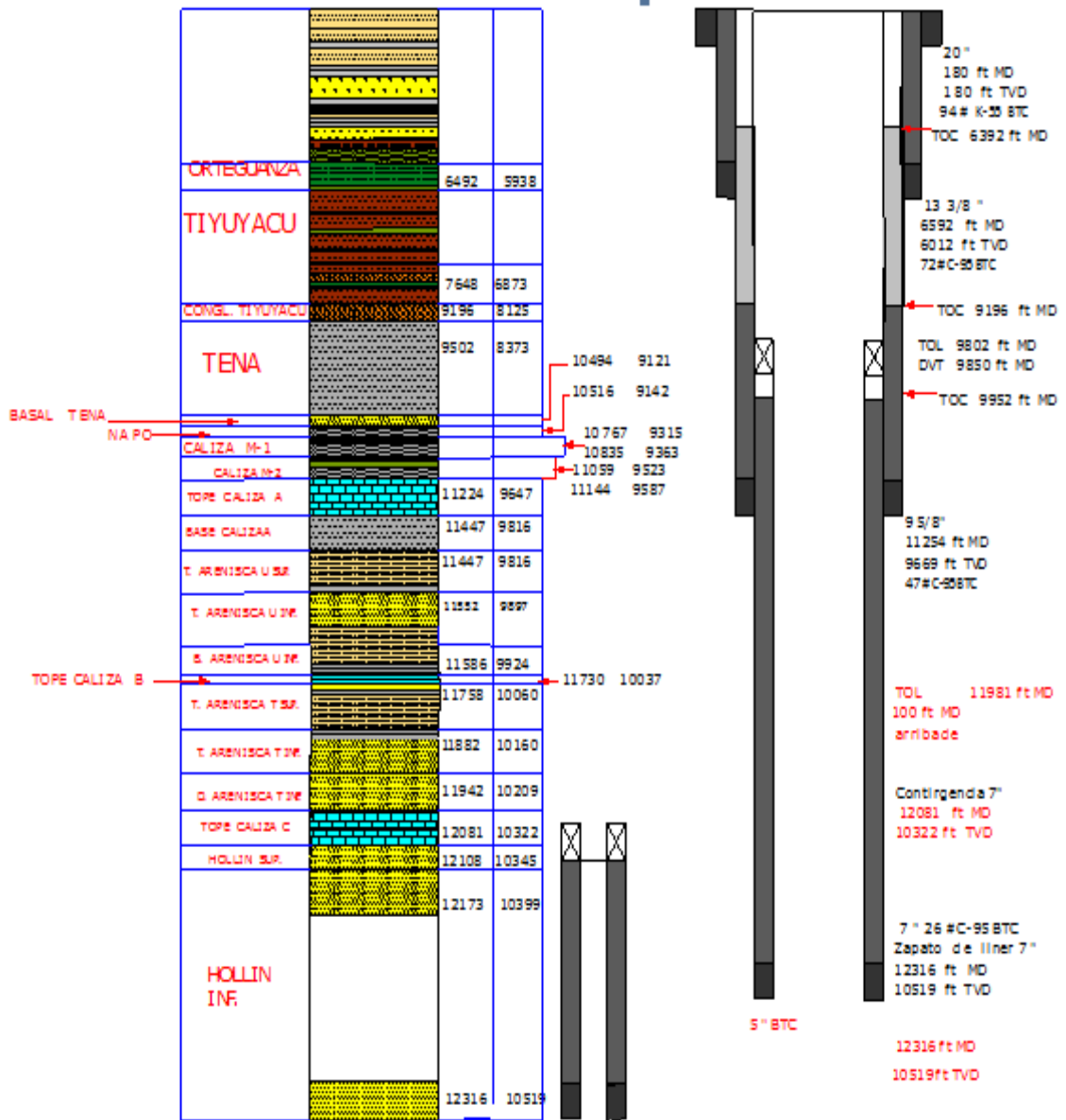


Figura 19: Esquema Mecánico L-1

Elaborado por: Jeiko Aizprúa – María Quinde, 2014

Fuente: Programa de Cementación Baker Hughes

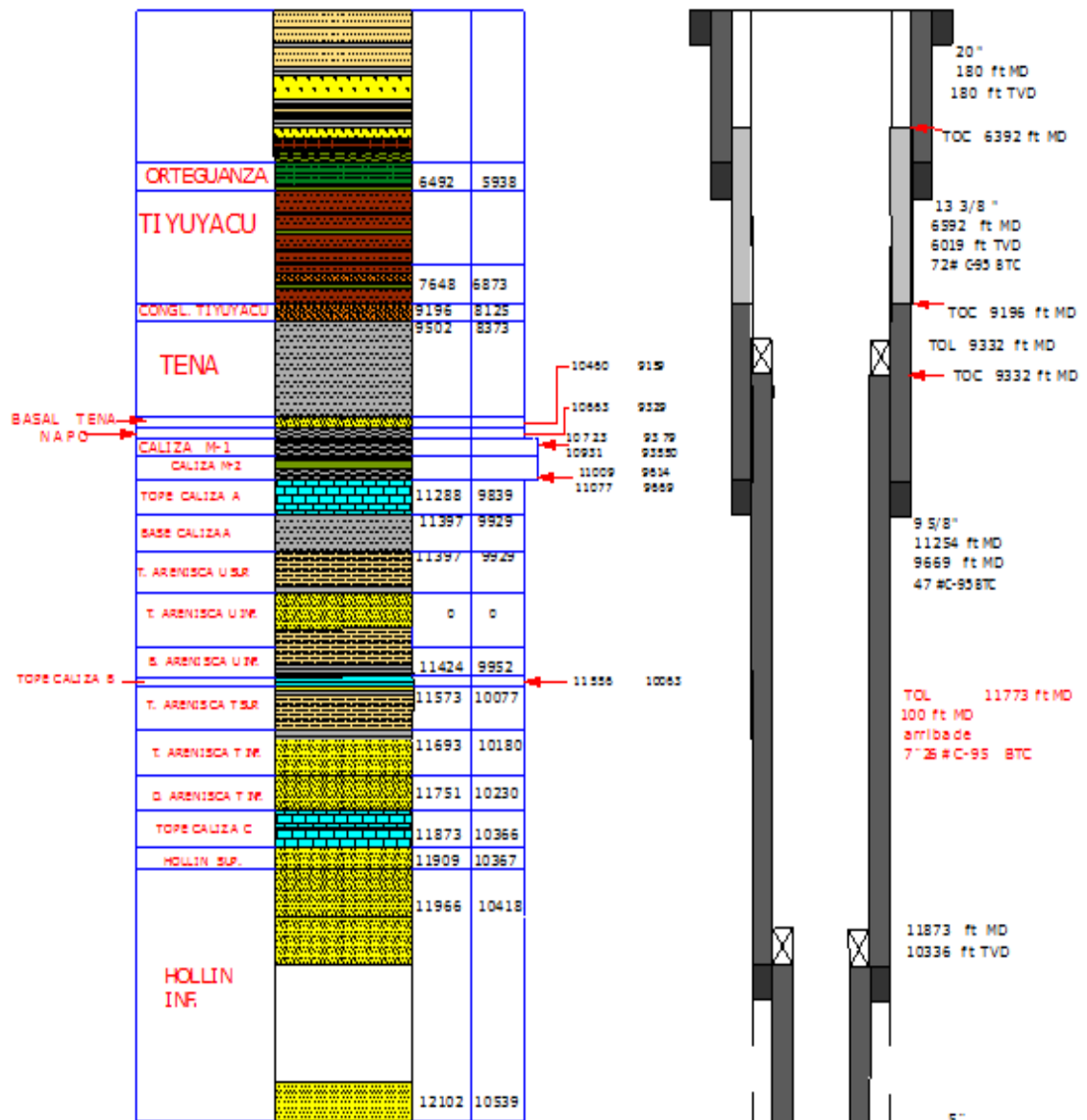


Figura 20: Esquema Mecánico L-2
 Elaborado por: Jeiko Aizprúa – María Quinde, 2014
 Fuente: Programa de Cementación Baker Hughes

4.2. Resultados de Cementación

En la tabla continuación se muestra los datos obtenidos del resultado de nuestro programa de cementación primaria, donde se detalla los volúmenes de lechada de cola y de relleno en cada sección del pozo.

También se visualiza los volúmenes con excesos del 10% en las lechadas del casing de 13 3/8", 15% en el casing 9 5/8", 10 % liner 7" L-1, 20% liner 7" L-2, y 10% en el liner 5" L-2.

			Resultados						
			Superf	Inter. 1	Inter. 2		Liner 1	Liner 2	Liner 3
					1-E	2-E			
Volúmenes	Lechada Cola	Sin Exceso (bbl)	48.26	38	80	72	35	73	11
		Con Exceso (bbl)	-	42	92	83	38	87	12
		Sacos (Sxs)	204	175	423	382	168	385	53
	Lecha Relleno	Sin exceso (bbl)	-	475	14	187	31	7	5
		Con Exceso (bbl)	-	552	16	215	34	8	5.5
		Sacos (Sxs)	-	1480	73	633	150	35	24
	Desplazamiento	(bbl)	63.95	969	821		267	260	213

Tabla VI: Resultados de Cálculos de Cementación

Elaborado por: Jeiko Aizprúa – María Quinde, 2014

En la presentación observamos que los cálculos se realizan con diferentes parámetros ya que aún usando los mismos datos los resultados son distintos.

4.2.1. Análisis de Resultados Sección de 26" (L-1)

Realizado el cálculo procedemos a elaborar la mezcla del fluido a fraguar en la que se obtiene 48.26 bbls de volumen de la lechada de cola que fue bombeada a una profundidad de 180 pies de los cuales fueron desplazados por 969 bbls de lodo.

4.2.2. Análisis de Resultados Sección de 16" (L-1)

En la sección 16" la cementación tuvo las mayores diferencias en cuanto al volumen de lechada de relleno y la lechada de cola, estas diferencias se deben a la profundidad del pozo.

En el programa que se diseñó para el pozo, la tubería de revestimiento de 13 3/8" llega hasta superficie y la cementación se realizó desde la superficie.

La lechada de relleno va desde superficie hasta 6092 pies, que es el tope de cola. La lechada de cola va desde 6092 ft hasta 6592 pies como MD.

En la ejecución de la cementación se mezcló y se bombeó 522 bbls de lechada de relleno a 13.5 ppg y 42 bbls de lechada de cola a 15.8 ppg y todo esto fue desplazado con bombas de taladro 969 bbls de lodo.

4.2.3. Análisis de Resultados Sección de 12 1/4" (L-1)

En la siguiente sección (casing 9 5/8") se bombeara tres tipos de cemento que son: lechada removedora, lechada de relleno y lechada de cola.

En la segunda etapa se mezcló 215 bbls de lechada de relleno y por ultimo 83 bbls de lechada de cola.

En la primera etapa se mezcló 16 bbls de lechada de relleno y 92 bbls de lechada de cola.

Todo esto fue desplazado con bombas de taladro 821 bbls de lodo.

4.2.4. Análisis de Resultados Sección de 8 1/2" (L-1)

Este liner esta colgado a 1452 pies (del casing 9 5/8"). Tenemos en la lechada de cola 38 bbls y de relleno 34 bbls.

Todo esto fue desplazado con bombas de taladro 267 bbls de lodo.

4.2.5. Análisis de Resultados Sección de 8 1/2" (L-2)

Este liner esta colgado a 1922 pies (del casing 9 5/8"). Tenemos en la lechada de cola 87 bbls y de relleno 8 bbls.

Todo esto fue desplazado con bombas de taladro 260 bbls de lodo.

4.2.6. Análisis de Resultados Sección de 6" (L-2)

Este liner esta colgado a 100 pies (del liner 7" L-2). Tenemos en la lechada de cola 12 bbls y de relleno 5,5 bbls.

Todo esto fue desplazado con bombas de taladro 214 bbls de lodo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- 1.** Se realizó satisfactoriamente los cálculos de los volúmenes de cemento que se requieren para cumplir un programa de cementación.
- 2.** Estudiamos los resultados y comprobamos que el programa presentado es aplicable.
- 3.** Finalmente se alcanzó los objetivos esperados de este proyecto basados en el estudio del mismo.

RECOMENDACIONES

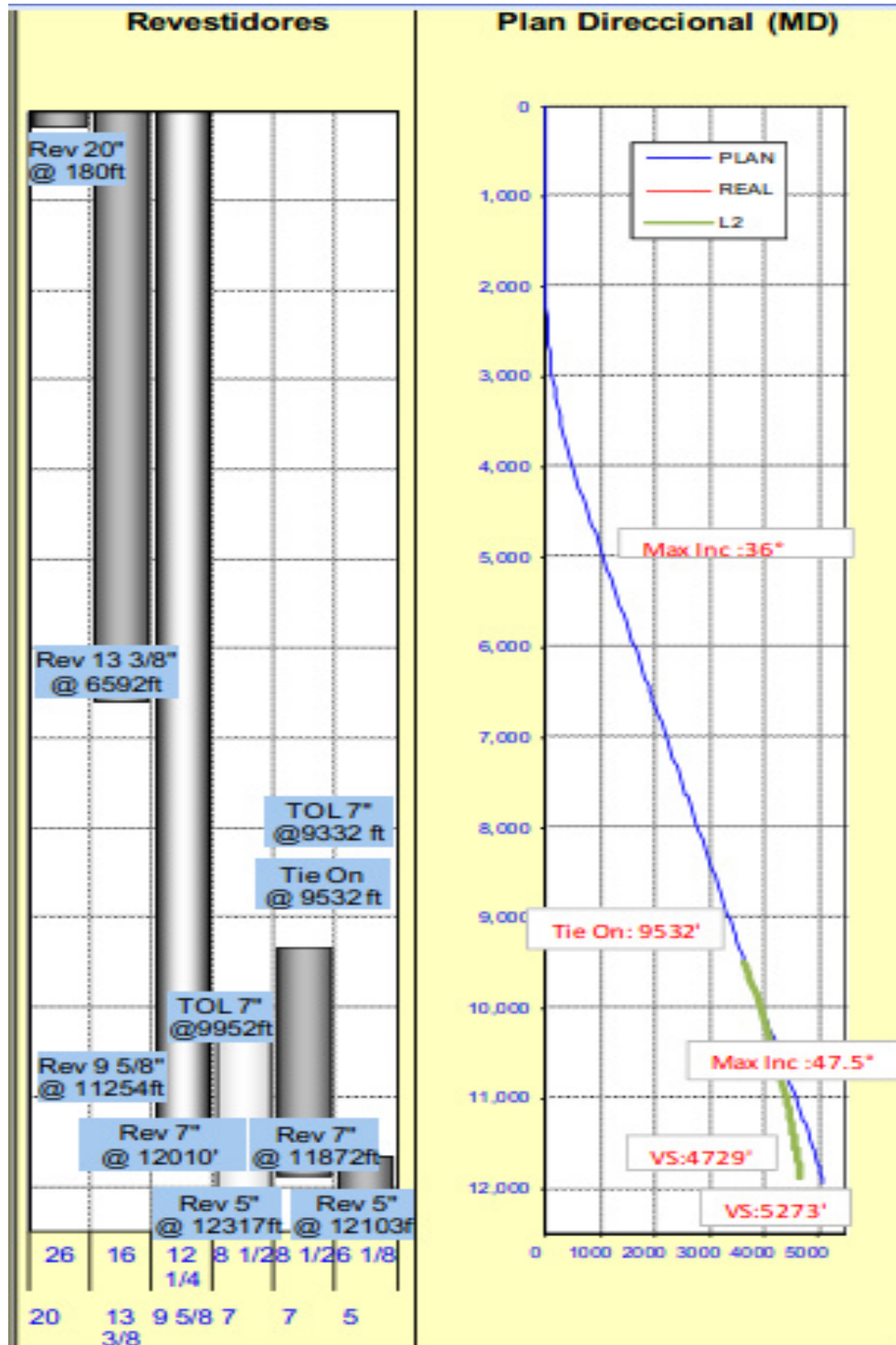
- 1.** Inspeccionar todas las herramientas y equipos (diámetro interior, conexiones, tipo de rosca, tipo de centralizadores, raspadores, etc.) que se van a usar durante la cementación.
- 2.** Verificar la ejecución correcta de cada uno de los pasos de la secuencia operativa.

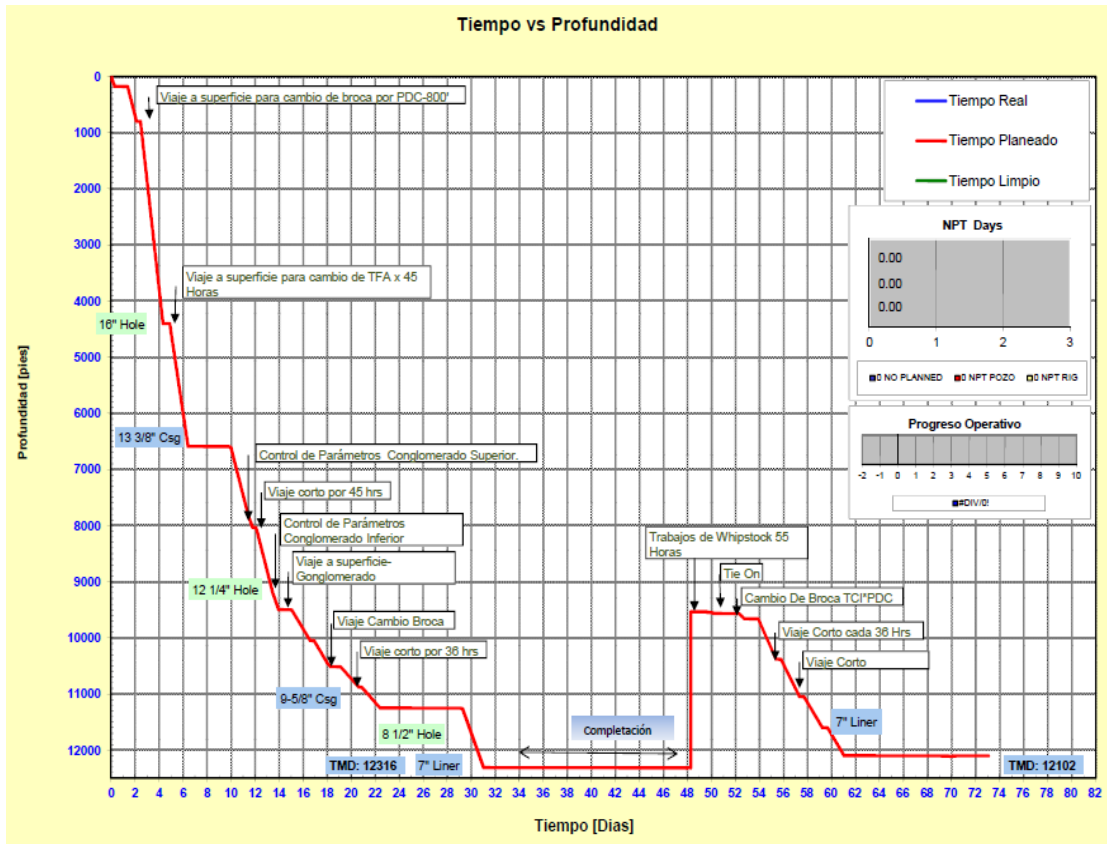
BIBLIOGRAFÍA

1. Arévalo, F., Barzolla, D., & Roberto, G. (2010). Metodología en Operaciones de Cementación Primaria y Forzada Utilizando Nuevas Tecnologías”. Guayaquil - Ecuador.
2. Ávila, M., & Tovar, G. (2006). Análisis del Comportamiento Mecánico del Sistema Formación – Cemento – Tubería en Pozos Petroleros Utilizando el Método de Elementos Finitos. Caracas - Venezuela.
3. Castro, C. (2012). Programa de Cementación Auca Sur 13 Multilateral. Quito - Ecuador: Bakers Hughes.
4. Guerrero, A., & Valencia, P. (2010). Ubicación y Prognosis de Pozos a Perforar en los Campos Auca – Auca Sur. Quito - Ecuador.
5. Rodriguez, J. (2012). Programa de Perforación Auca Sur 13 Multilateral. Quito - Ecuador: Baker Hughes.
6. Schlumberger. (s.f.). Programa de Entrenamiento Acelerado para Supervisores . Quito - Ecuador: Schlumberger.
7. Tixi, L. (2009). Estudio de una Lechada de Cemento Aplicado en el Pozo Edén – Yuturi F.74. Quito - Ecuador.

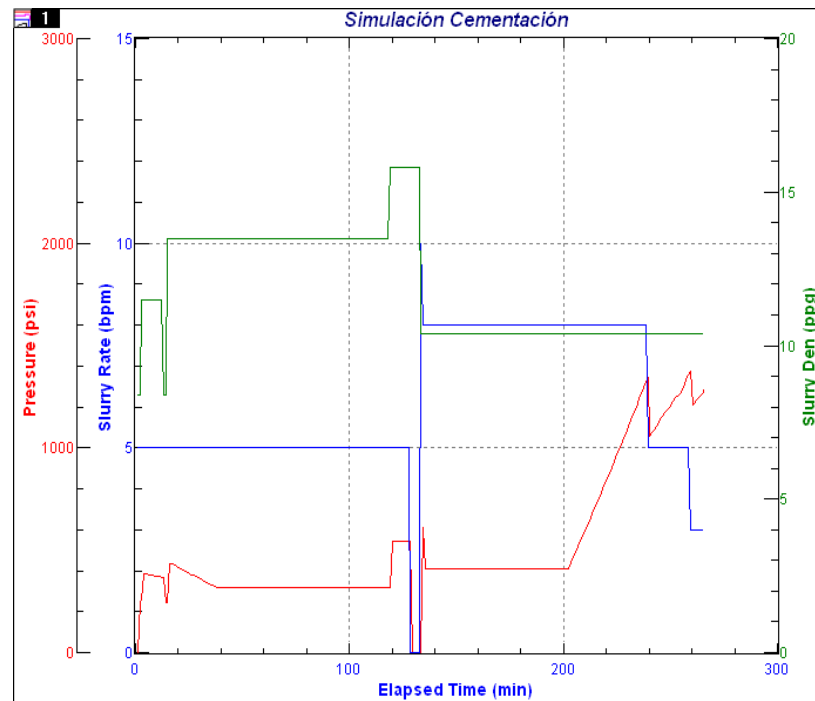
APÉNDICES

Apéndice A: Programa de Cementación





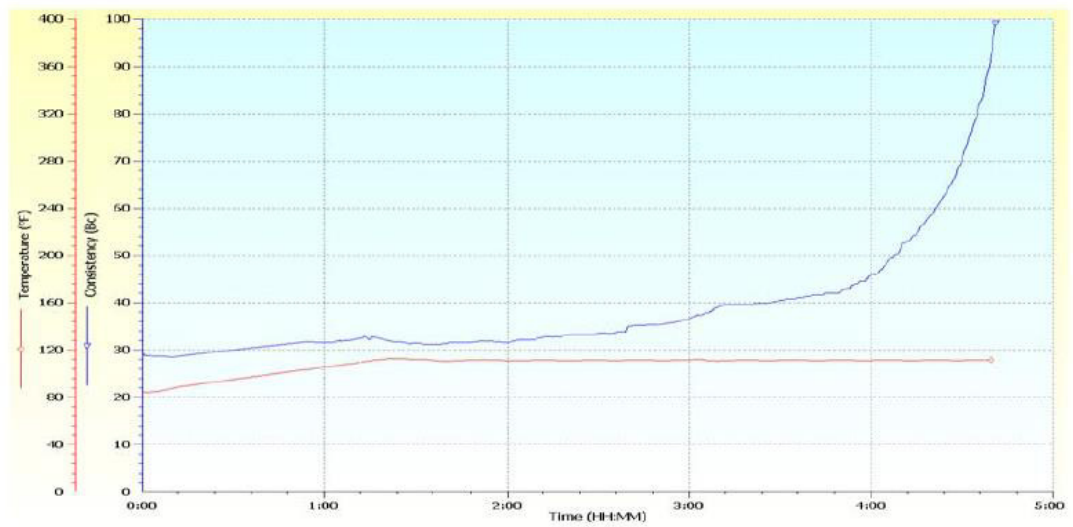
Apéndice B: Casing 13 3/8" Simulación de Cementación



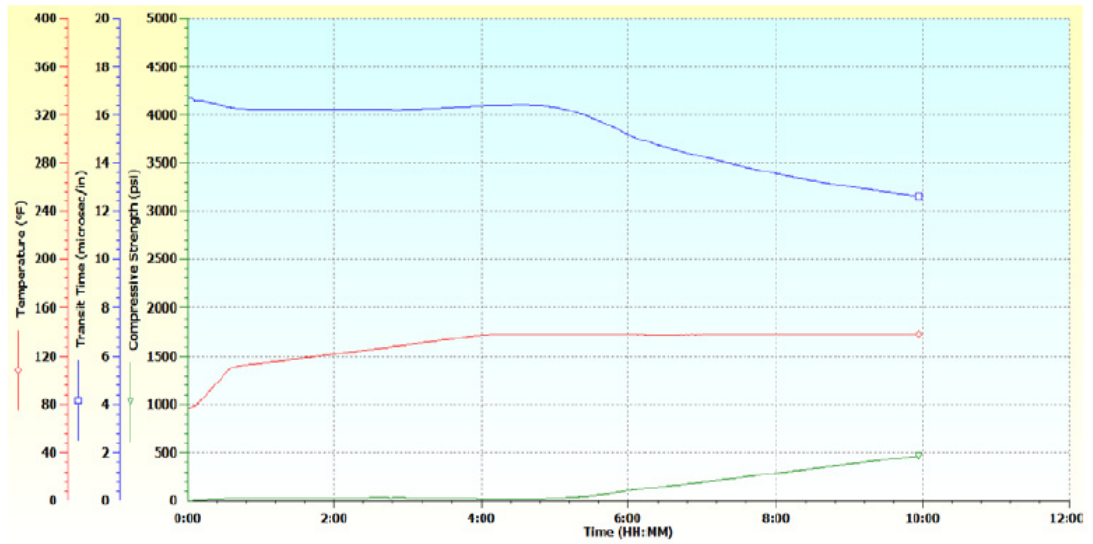
Lead - Pruebas Piloto - T.T.: 5:10 Hrs @ 70 Bc



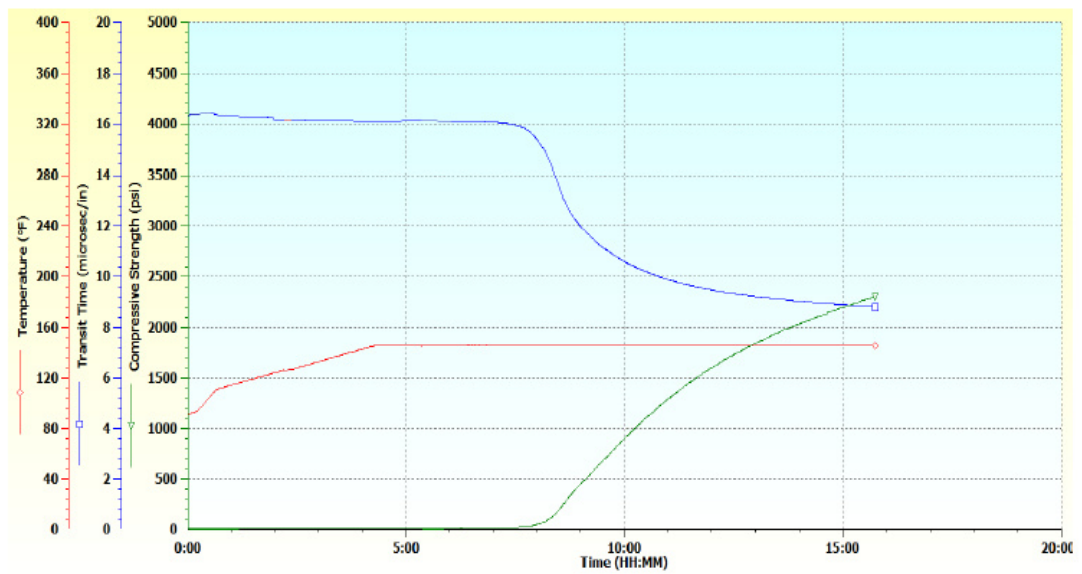
Tail - Prueba Piloto - T.T.: 4:30 Hrs @ 70 Bc



Lead: Compressive Strength - 10h 1000 PSI

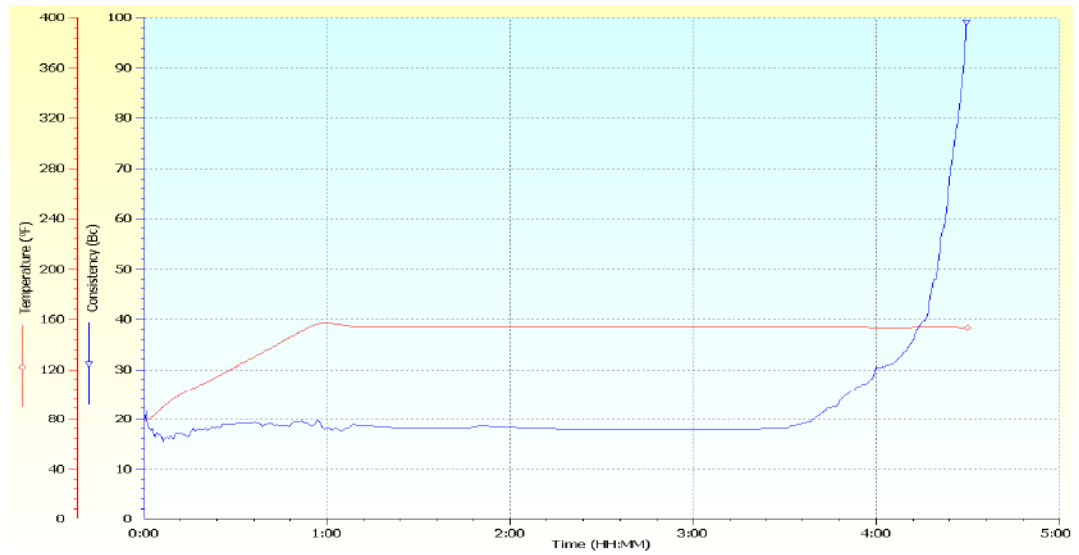


Tail: Compressive Strength - 16h

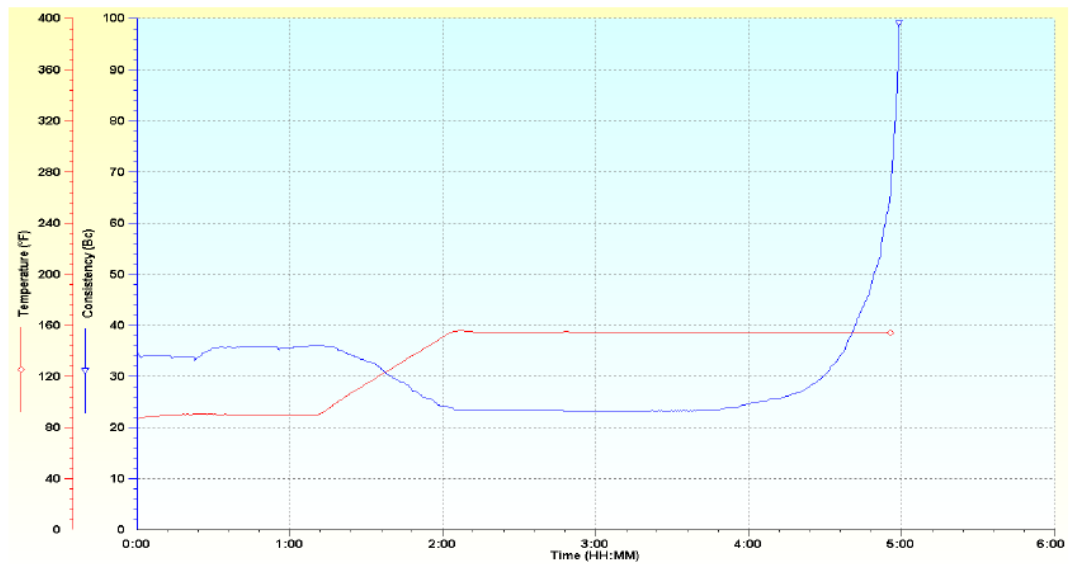


Apéndice C: Casing 9 5/8"

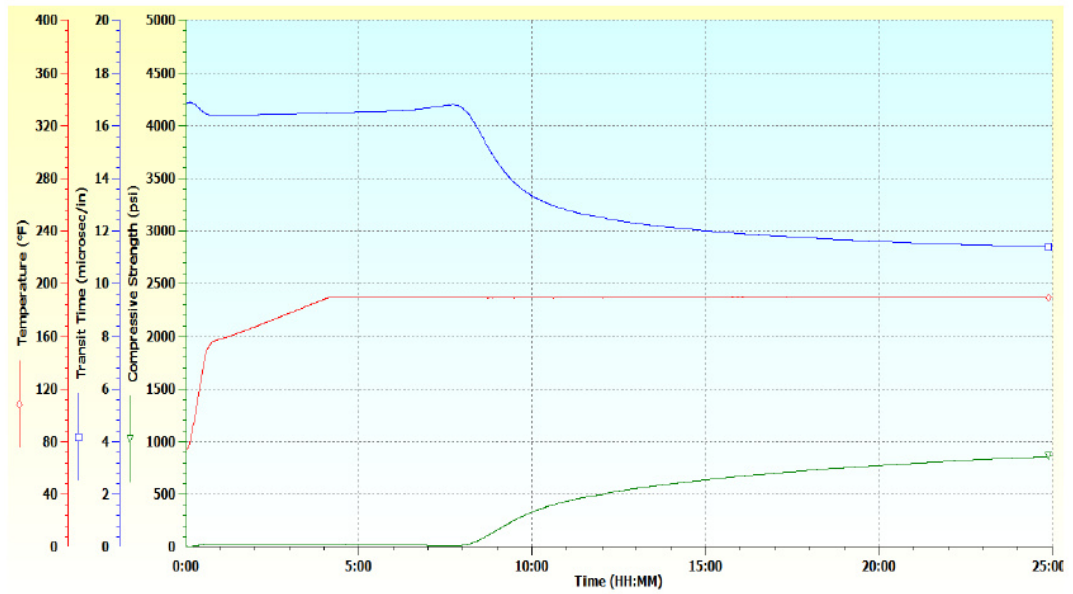
Lead - Pruebas Piloto - T.T.: 5:30 Hrs @ 70 Bc



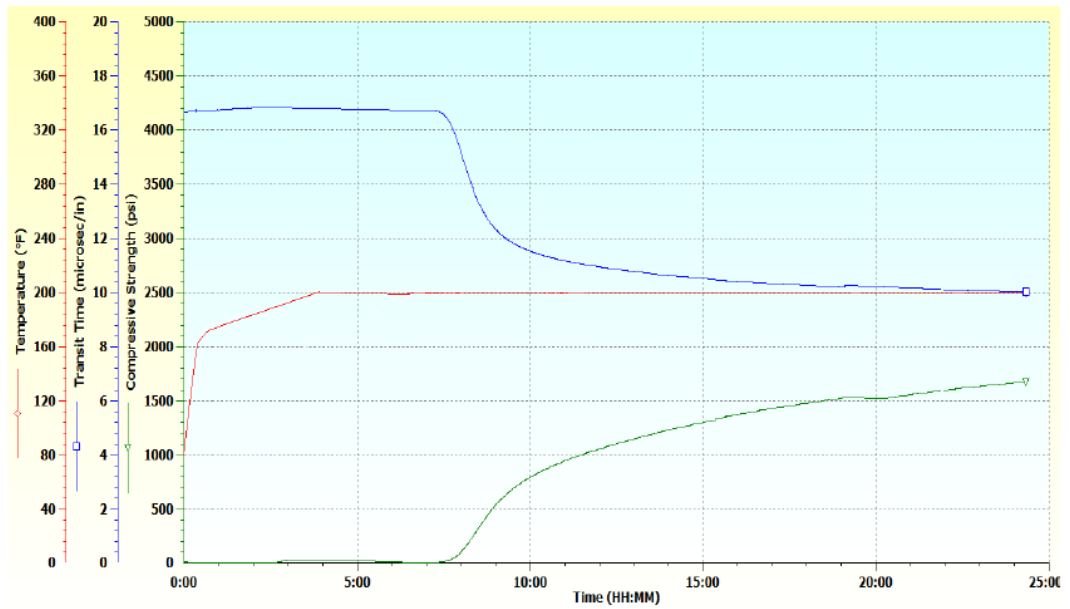
Tail: T.T.: 4:00 Hrs @ 70 Bc



Lead: Compressive Strength – 24h 900 PSI

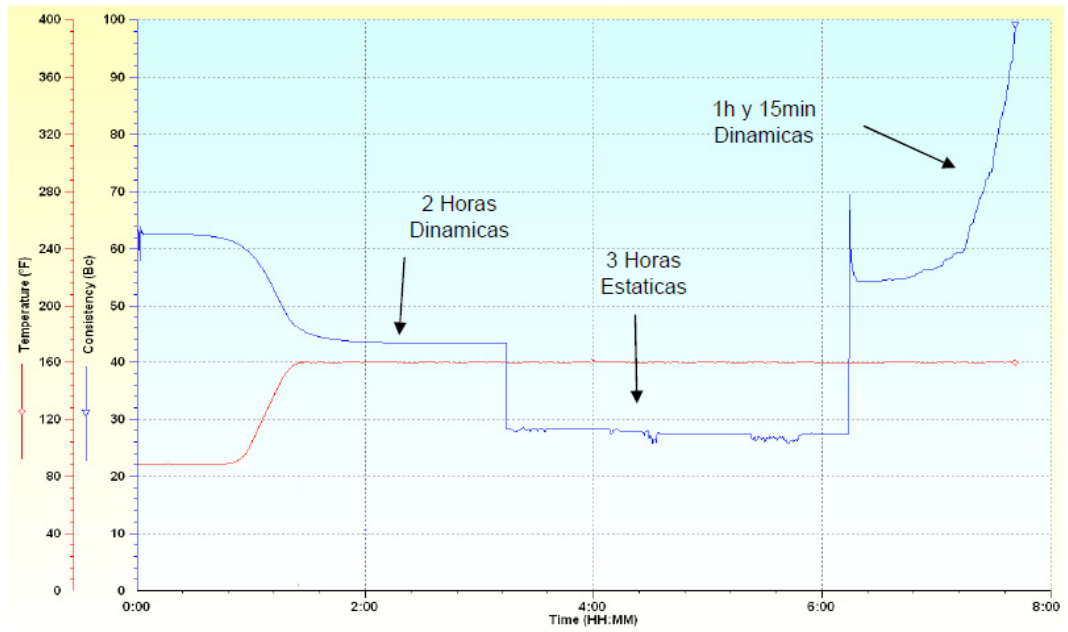


Tail: Compressive Strength – 24h 1700 PSI

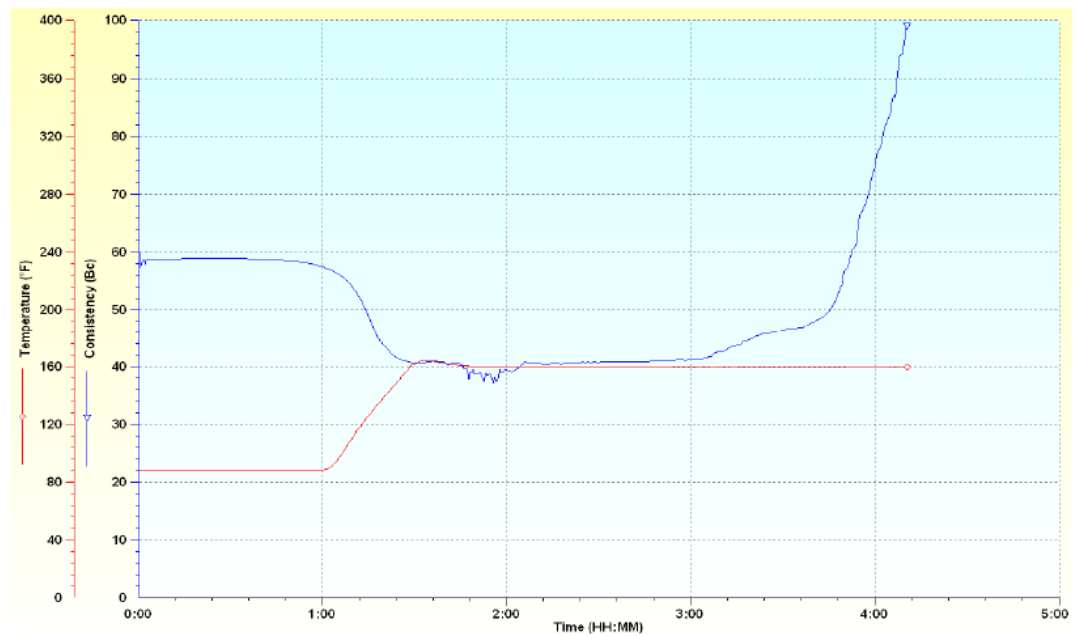


Apéndice D: Liner 7"

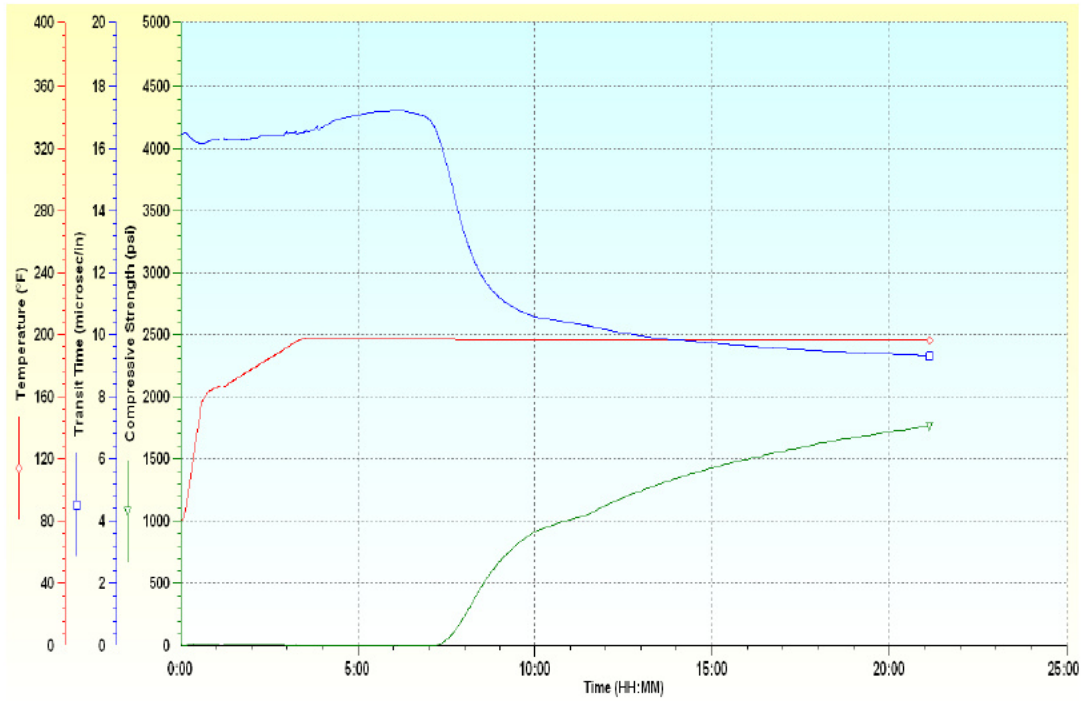
Lead - Pruebas Piloto - T.T.: 6:15 Hrs @ 70 Bc



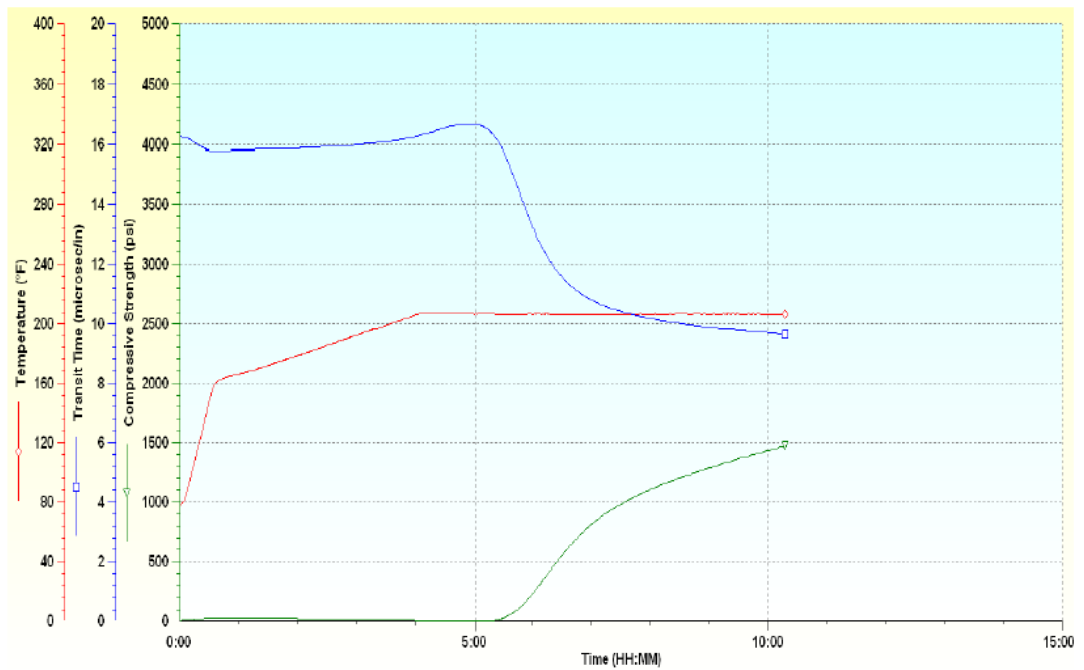
Tail: T.T.: 3Hrs @ 70 Bc



Lead: Compressive Strength – 20h 1700 PSI

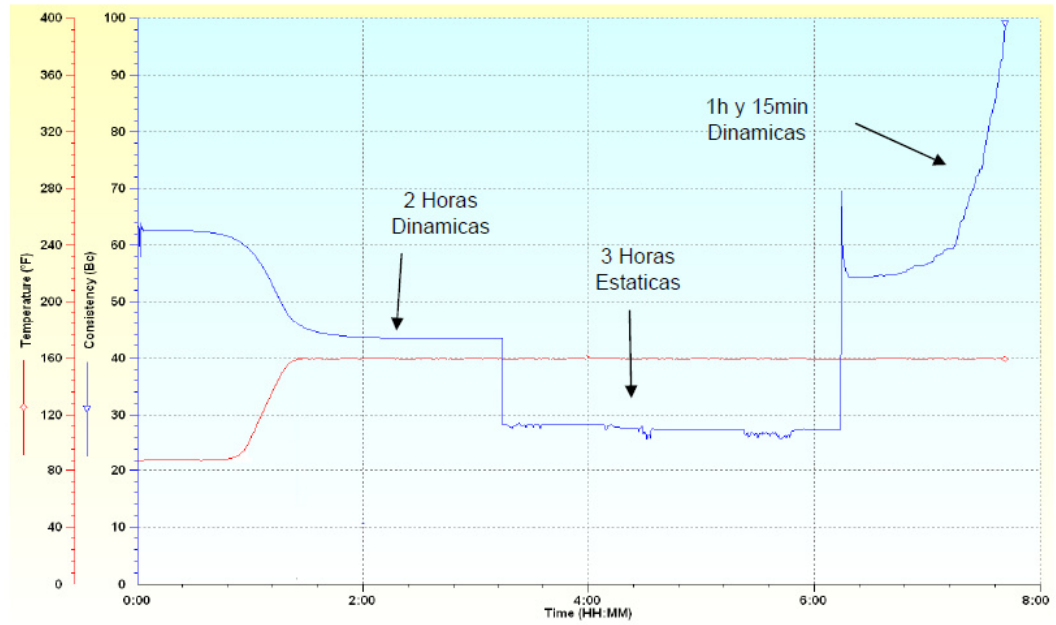


Tail: Compressive Strength - 08h 1100 PSI

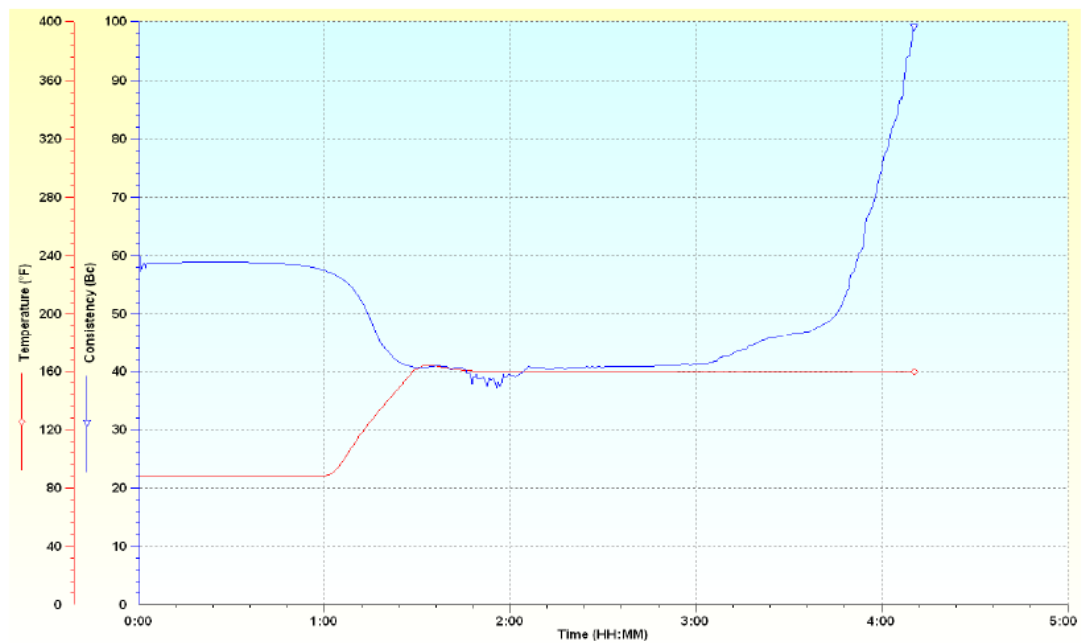


Apéndice E: Liner 7"

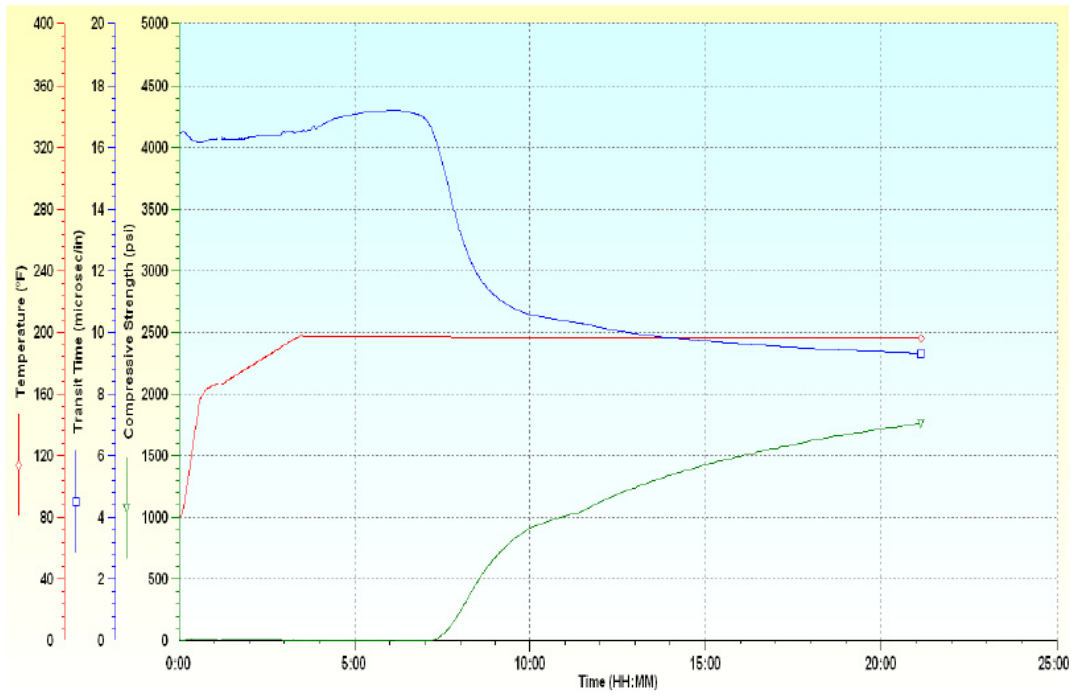
Lead - Pruebas Piloto - T.T.: 6:15 Hrs @ 70 Bc



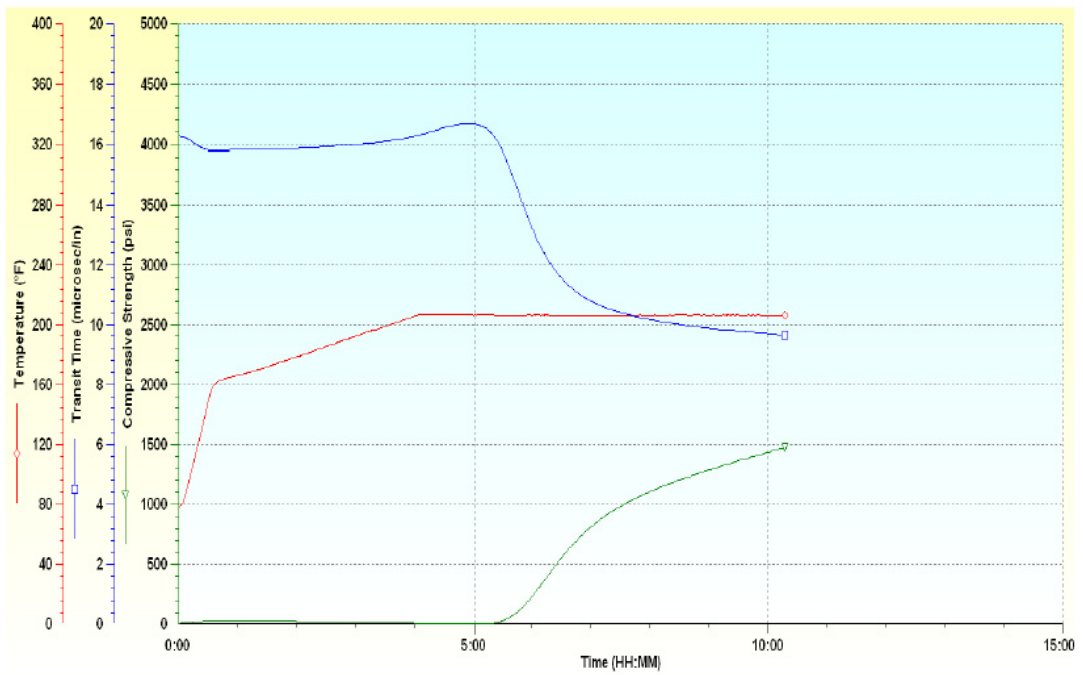
Tail: T.T.: 3Hrs @ 70 Bc



Lead: Compressive Strength – 20h 1700 PSI

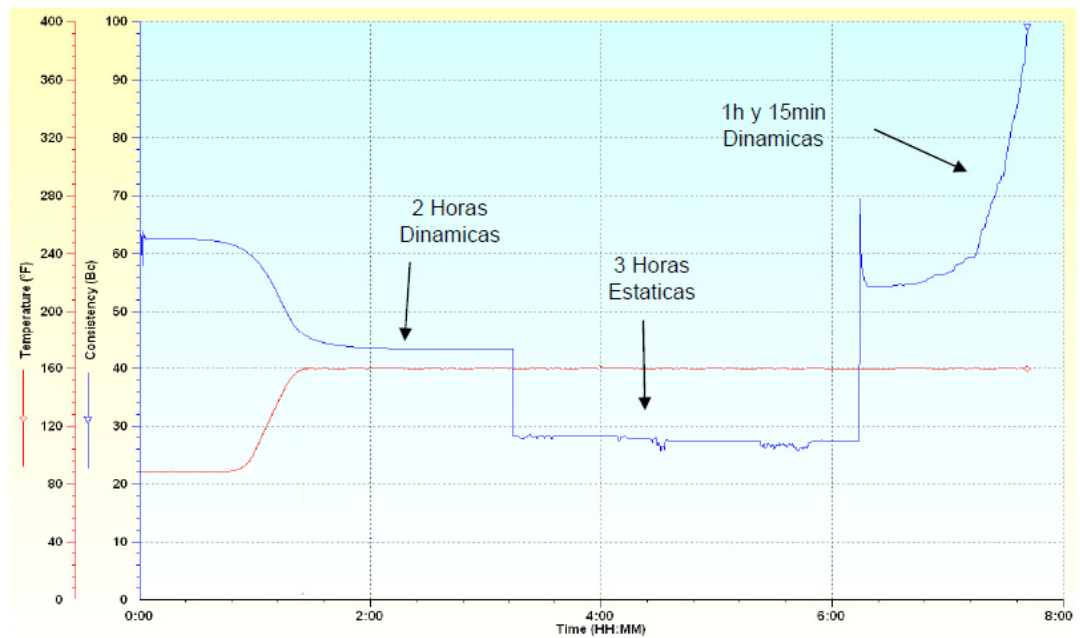


Tail: Compressive Strength – 08h 1100 PSI

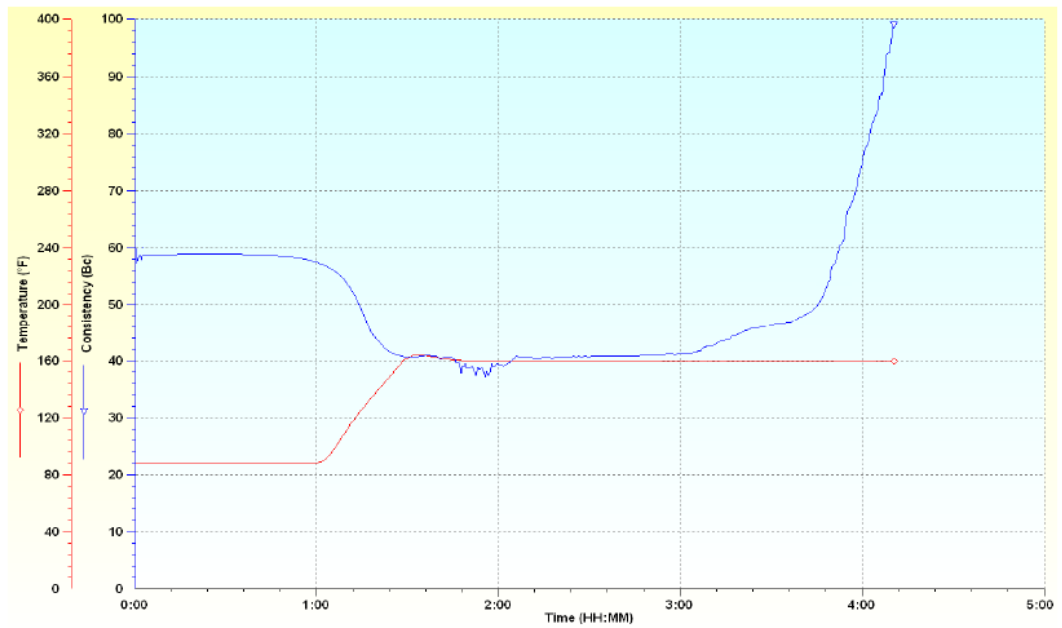


Apéndice F: Liner 5"

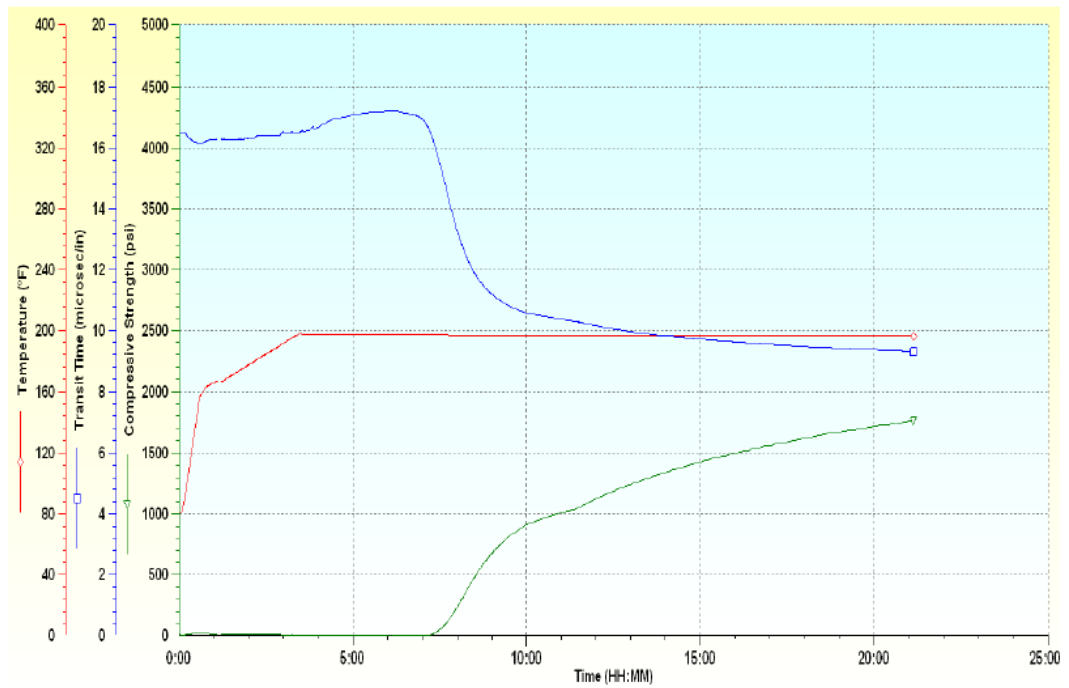
Lead - Pruebas Piloto - T.T.: 5:00 Hrs @ 70 Bc



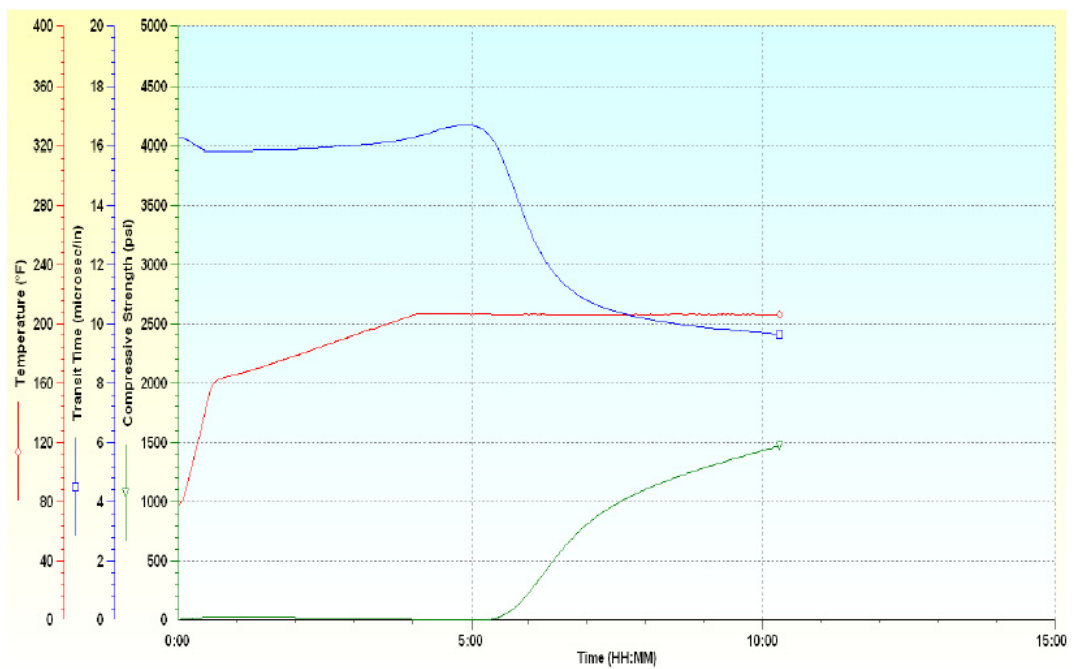
Tail: T.T.: 2:30Hrs @ 70 Bc



Lead: Compressive Strength – 20h 1700 PSI



Tail: Compressive Strength – 08h 1100 PSI



Apéndice G: Costos del Casing 13 3/8"

Ref.	Qty.	Unit	Description	Unit Price USD	Total Price USD
1.1.01-101	-	Kmt	Viaje de ida por unidad de bombeo	3,131	0,00
1.1.01-104	1,00	Und	Primeras 4 horas o fracción, cargo básico por unidad de bombeo	2455,884	2455,88
1.1.01-105	-	Hrs	Cada hora adicional o fracción de trabajo, por unidad de bombeo	148,489	0,00
1.1.01-107	6.592,00	Pie	Cargo por profundidad, hasta 7.000 pies.	0,021	138,43
1.1.01-109	1,00	Und	Cabeza de cementación, más de 7 pulgadas hasta 13 3/8 "	170,357	170,36
1.1.01-115	13.476,52	Tn - Kmt	Mov. Cemento y adit.:Ton-Km Viaje de ida,(incluido manipuleo)	1,051	14163,82
1.1.01-116	1.992,77	Ft3	Mezcla cemento + adit. , por cada cuft de material seco proporcionado por la cor	0,682	1359,07
1.2.01-210	19.665,25	Gls	Mezcla de colchones, aditivos en el agua de mezcla, bentonita, etc. por volumen	0,120	2359,83
1.1.01-118	2,00	Und	Compresor de aire, por trabajo	235,873	471,75
1.1.01-120	2,00	Und	Silo de almacenamiento de campo de 1001-1.500 cuft por trabajo	524,163	1048,33
2.1.02-111	1,00	und	Tanque de almacenamiento de 140 barriles	262,081	262,08
1.1.01-122	1,00	Und	Tanque de fractura de 500 barriles, por primeros 3 días o fracción	784,132	784,13
1.1.01-124	290,00	Kmt	Kilometraje por transporte de silos x km. x No. silos, solo ida	1,962	568,98
1.1.01-125	1,00	Und	Recirculador de lechada, por trabajo	262,081	262,08
1.2.01-230	1,00	Und	Unidad COMPU-VAN o equivalente, por trabajo	1357,870	1357,87
2.1.02-117	145	Kmt	Kilometraje transporte tanques por Km. solo ida	1,962	284,49
SUB TOTAL:				USD	25.687,10
Personal					
A130	2	día	SUPERVISOR-DAILY CHARGE	850,000	1700,00
A131	2	día	EQUIPMENT OPERATOR-DAILY RATE	755,000	1510,00
A137	6	día	HELPER-DAILY RATE	200,000	1200,00
K988	2	Und	TECHNICAL FIELD REP 1ST 8 HOURS	750,000	1500,00
J391	145	Kmt	VEHICLE WEIGH TON OR LESS	2,670	387,15
				USD	6.297,15
Descuento 25%					1574,29
SUBTOTAL					4722,86
Ref.	Qty.	Unit	Description	Unit Price	Total Price
21043	1.675,00	SX	CEMENTO A, Nacional, saco de 110 lbs	9,00	15075,00
22018	2,00	GL	GBW-16C	219,79	439,58
100015	1.392,00	LB	R - 8	3,29	4579,68
22002	179,00	LB	GW-22	31,16	5577,64
21004	236,00	GL	A-7L	15,57	3674,52
21002	480,00	GL	A-3L	9,07	4353,60
21037	55,00	GL	MCS-AG	45,57	2506,35
23004	4,00	GL	CLAYMASTER 5C	64,21	256,84
21026	62,00	GL	FP-6L	45,96	2849,52
10034	1,00	EA	Float Shoe 13-3/8" 48.0# & Heavier Buttress Box	1.209,19	1209,19
10061	1,00	EA	Collar Flotador 13-3/8" 61-98# Buttress Box Up x 13-3/8" 61-98# Buttress Pin Dc	1.627,94	1627,94
10106	14,00	EA	Centralizer 13-3/8"	177,22	2481,08
10159	14,00	EA	Hinged Hammer-Lok Stop Ring 13-3/8"	79,26	1109,64
10093	1,00	EA	Top Plug 13-3/8"	700,57	700,57
10099	1,00	EA	Bottom Plug 13-3/8"	760,20	760,20
10149	2,00	EA	Formula Thread-Locking Compound 8 Oz. Kit	39,21	78,42
SUB TOTAL				USD	47.279,77
COSTOS TOTALES DEL TRABAJO					
Cargo por personal					4722,86
Cargo por servicios					25.687,10
Cargo por materiales					47.279,77
TOTAL:				USD	77.689,73

Apéndice H: Costos del Casing 9 5/8"

Ref.	Qty.	Unit	Description	Unit Price USD	Total Price USD
1.2.01-204	2	Und	Primeras 4 horas o fracción, cargo básico por unidad de bombeo	2455,884	4911,77
1.2.01-205	0	Hrs	Cada hora adicional o fracción de trabajo, por unidad de bombeo	147,078	0,00
1.2.01-207	11254	Pie	Cargo por prof. x pie hasta hasta 12.000 pies. Primera etapa, ubicación del zapato	0,074	832,80
1.2.01-210	28575	Gls	Mezcla de colchones, aditivos en el agua de mezcla, bentonita, etc. por volumen	0,120	3429,04
1.2.01-213	1	Und	Cabeza de cementación más de 7 pulgadas hasta 13 3/8", por trabajo	170,357	170,36
1.2.01-217	14199,23	Tn - Kmt	Mov. Cemento y adit.:Ton-Km Viaje de ida,(incluido manipuleo)	1,051	14923,39
1.2.01-218	2189,60	Ft3	Mezcla cemento + adit.,por cada cuft de material seco proporcionado por la contrata	0,682	1493,30
1.2.01-220	3	Und	Compresor de aire, por trabajo	235,873	707,62
1.2.01-222	2	Und	Silo de almacenamiento de campo de 1001 a 1.500 cuft, por trabajo.	524,163	1048,33
1.1.01-122	2	Und	Tanque de fractura de 500 barriles, por primeros 3 días o fracción	784,132	1568,26
1.2.01-225	2	Und	Recirculador de lechada por trabajo	234,215	468,43
1.2.01-230	1	Und	Unidad COMPU-VAN o equivalente, por trabajo	1357,870	1357,87
1.1.01-112	2	Und	Batch mixer de 100 barriles por trabajo	872,132	1744,26
2.1.02-111	2	und	Tanque de almacenamiento de 140 barriles	262,081	524,16
2.2.02-225	2	Und	Tanque para tratamiento de 140 barriles	803,600	1607,20
1.1.01-126	145	Kmt	Kilometraje del Batch mixer o fractank x km, solo ida	2,202	319,29
2.2.02-220	145	Kmt	Kilometraje transportes de tanques solo ida	2,116	306,82
SUB TOTAL:				USD	35.412,90

Ref.	Qty.	Unit	Description	Unit Price	Total Price
21044	1553	SX	CEMENTO G, API importado, saco de 94 lbs	16,60	25779,80
22002	285	LB	GW-22	31,16	8880,60
22067	29197	LB	MPA - 3	1,20	35036,16
21016	1168	LB	BA-10A	7,91	9239,45
21015	438	LB	FL-52	11,34	4968,64
21024	537	LB	CD-33	13,52	7256,02
100015	205	LB	R - 8	3,29	674,70
21026	50	GL	FP-6L	45,96	2298,00
23004	10	GL	CLAYMASTER 5C	64,21	642,10
21037	110	GL	MCS-AG	45,57	5012,70
21039	4200	GL	MUD CLEAN	2,19	9198,00
21006	17600	LB	A-9	0,93	16367,70
21002	660	GL	A-3L	9,07	5986,20
23053	440	GL	HCL 33 - 34%	4,75	2090,00
23044	110	GL	PARAVAN 25	51,74	5691,40
10032	1	EA	Float Shoe 9-5/8" 36.0# & Heavier Buttress Box	992,76	992,76
10058	1	EA	Collar Flotador 9-5/8" 36-53.5# Buttress Box Up X 9-5/8" 36-53.5# Buttress Pin Dov	1110,38	1110,38
10091	1	EA	Top Plug 9-5/8"	357,19	357,19
10097	1	EA	Bottom Plug 9-5/8"	370,68	370,68
10104	40	EA	Centralizer 9-5/8"	125,47	5018,80
10157	40	EA	Hinged Hammer-Lok Stop Ring 9-5/8"	50,18	2007,20
10149	2	EA	Formula Thread-Locking Compound 8 Oz. Kit	39,21	78,42
SUB TOTAL				USD	149.056,90
Personal					
A130	2	día	SUPERVISOR-DAILY CHARGE	850,00	1700,00
A131	2	día	EQUIPMENT OPERATOR-DAILY RATE	755,00	1510,00
A137	6	día	HELPER-DAILY RATE	200,00	1200,00
K988	2	Und	TECHNICAL FIELD REP 1ST 8 HOURS	750,00	1500,00
J391	145	Kmt	VEHICLE WEIGHT TON OR LESS	2,67	387,15
Descuento 25%				USD	6.297,15
SUBTOTAL					1574,29
COSTOS TOTALES DEL TRABAJO					4722,86
Cargo por servicios					35.412,90
Cargo por personal					4.722,86
Cargo por materiales					149.056,90
TOTAL:				USD	189.192,66

Apéndice I: Costos del Liner 7" L-1

Ref.	Qty.	Unit	Description	Unit Price USD	Total Price USD
1.2.01-201	145	Kmt	Viaje de ida por Unidad de Bombeo	3,131	454,00
1.2.01-204	1	Und	Primeras 4 horas o fracción, cargo básico por unidad de bombeo	2455,884	2455,88
1.2.01-207	12316	Pie	Cargo por prof. x pie hasta hasta 12.000 pies. Primera etapa, ubicación del zapato flotador	0,074	911,38
1.2.01-210	9811	Gls	Mezcla de colchones, aditivos en el agua de mezcla, bentonita, etc. por volumen total de	0,120	1177,36
1.2.01-211	1	Und	Batch mixer de 100 barriles por trabajo	872,132	872,13
1.2.01-225	1	Und	Recirculador de lechada por trabajo	234,215	234,22
1.2.01-230	1	Und	Unidad COMPU-VAN o equivalente, por trabajo	1357,870	1357,87
1.2.01-217	4033,69	Tn - Kmt	Mov. Cemento y adit.:Ton-Km Viaje de ida,(incluido manipuleo)	1,051	4239,41
1.2.01-218	562,96	Ft3	Mezcla cemento + adit.,por cada cuft de material seco proporcionado por la contratista	0,682	383,94
1.2.01-220	2	Und	Compresor de aire, por trabajo	235,873	471,75
2.2.02-220	145	Kmt	Kilometraje transportes de tanques solo ida	2,116	306,82
1.2.01-226	1	Und	Tanque de fractura de 500 barriles, por primeros 3 días o fracción	784,132	784,13
1.3.01-326	145	Kmt	Movilización de batch mixer, solo ida	2,202	319,29
1.2.01-221	1	Und	Silo de almacenamiento neumático. de campo , por encima de 1501 cuft por trabajo.	524,163	524,16
2.2.02-225	2	Und	Tanque para tratamiento de 140 barriles	803,600	1607,20
SUB TOTAL:				USD	16.099,54
Personal					
A130	2	día	SUPERVISOR-DAILY CHARGE	850,000	1700,00
k988	2	Und	TECHNICAL FIELD REP 1ST 8 HOURS	750,000	1500,00
A131	2	día	EQUIPMENT OPERATOR-DAILY RATE	755,000	1510,00
A137	6	día	HELPER-DAILY RATE	200,000	1200,00
J391	145	Kmt	VEHICLE WEIGTH TON OR LESS	2,670	387,15
				USD	6.297,15
				Descuento 25%	1574,29
SUB TOTAL					4722,86
21044	396	SX	CEMENTO G, API importado, saco de 94 lbs	16,60	6573,60
22067	7445	LB	MPA - 3	1,20	8933,52
21016	298	LB	BA-10A	7,91	2353,57
21024	227	LB	CD-33	13,52	3075,48
21015	111	LB	FL-52	11,34	1261,05
21006	9790	LB	A-9	0,93	9104,70
21026	15	GL	FP-6L	45,96	689,40
21039	2520	GL	MUD CLEAN	2,19	5518,80
21002	275	GL	A-3L	9,07	2494,25
21037	65	GL	MCS-AG	45,57	2962,05
22002	105	LB	GW-22	31,16	3271,80
23053	275	GL	HCL 33 - 34%	4,75	1306,25
23044	55	GL	PARAVAN 25	51,74	2845,70
23003	6	GL	CLAYTREAT 3C	31,09	186,54
10103	12	EA	Centralizer 7"	96,20	1154,40
10156	24	EA	Hinged Hammer-Lok Stop Ring 7"	39,21	941,04
10149	2	EA	Formula Thread-Locking Compound 8 Oz. Kit	39,21	78,42
100015	31	LB	R - 8	3,29	103,46
	162	lbs	EC-1	0	0,00
SUB TOTAL				USD	52.854,03
COSTOS TOTALES DEL TRABAJO					
Cargo por servicios					16.099,54
Cargo por personal					4.722,86
Cargo por materiales					52.854,03
TOTAL:				USD	73.676,43

Apéndice J: Costos del Liner 7" L-2

Ref.	Qty.	Unit	Description	Unit Price USD	Total Price USD
1.2.01-201	145	Kmt	Viaje de ida por Unidad de Bombeo	3,131	454,00
1.2.01-204	1	Und	Primeras 4 horas o fracción, cargo básico por unidad de bombeo	2455,884	2455,88
1.2.01-207	11873	Pie	Cargo por prof. x pie hasta hasta 12.000 pies. Primera etapa, ubicación del zapato flotador	0,074	878,60
1.2.01-210	25021	Gls	Mezcla de colchones, aditivos en el agua de mezcla, bentonita, etc. por volumen total de s	0,120	3002,56
1.2.01-211	1	Und	Batch mixer de 100 barriles por trabajo	872,132	872,13
1.2.01-225	1	Und	Recirculador de lechada por trabajo	234,215	234,22
1.2.01-230	1	Und	Unidad COMPU-VAN o equivalente, por trabajo	1357,870	1357,87
1.2.01-217	4805,96	Tn - Kmt	Mov. Cemento y adit.:Ton-Km Viaje de ida,(incluido manipuleo)	1,051	5051,07
1.2.01-218	687,12	Ft3	Mezcla cemento + adit.,por cada cuft de material seco proporcionado por la contratista	0,682	468,62
1.2.01-220	2	Und	Compresor de aire, por trabajo	235,873	471,75
2.2.02-220	145	Kmt	Kilometraje transportes de tanques solo ida	2,116	306,82
1.2.01-226	1	Und	Tanque de fractura de 500 barriles, por primeros 3 días o fracción	784,132	784,13
1.3.01-326	145	Kmt	Movilización de batch mixer, solo ida	2,202	319,29
1.2.01-221	1	Und	Silo de almacenamiento neumático. de campo , por encima de 1501 cuft por trabajo.	524,163	524,16
2.2.02-225	2	Und	Tanque para tratamiento de 140 barriles	803,600	1607,20
SUB TOTAL:				USD	18.788,30
Personal					
A130	2	día	SUPERVISOR-DAILY CHARGE	850,000	1700,00
k988	2	Und	TECHNICAL FIELD REP 1ST 8 HOURS	750,000	1500,00
A131	2	día	EQUIPMENT OPERATOR-DAILY RATE	755,000	1510,00
A137	6	día	HELPER-DAILY RATE	200,000	1200,00
J391	145	Kmt	VEHICLE WEIGH TON OR LESS	2,870	387,15
				USD	6.297,15
				Descuento 25%	1574,29
SUB TOTAL					4722,86
21044	497	SX	CEMENTO G, API importado, saco de 94 lbs	16,60	8250,20
22067	8385	LB	MPA - 3	1,20	10061,52
21016	374	LB	BA-10A	7,91	2954,73
21024	293	LB	CD-33	13,52	3967,80
21015	140	LB	FL-52	11,34	1589,91
21006	9790	LB	A-9	0,93	9104,70
21026	18	GL	FP-6L	45,96	827,28
21039	2520	GL	MUD CLEAN	2,19	5518,80
21002	275	GL	A-3L	9,07	2494,25
21037	55	GL	MCS-AG	45,57	2506,35
22002	105	LB	GW-22	31,16	3271,80
23053	275	GL	HCL 33 - 34%	4,75	1306,25
23044	60	GL	PARAVAN 25	51,74	3104,40
23003	6	GL	CLAYTREAT 3C	31,09	186,54
10103	12	EA	Centralizer 7"	96,20	1154,40
10156	24	EA	Hinged Hammer-Lok Stop Ring 7"	39,21	941,04
10149	2	EA	Formula Thread-Locking Compound 8 Oz. Kit	39,21	78,42
100015	35	LB	R - 8	3,29	116,62
	209	lbs	EC-1	0	0,00
SUB TOTAL				USD	57.435,01
COSTOS TOTALES DEL TRABAJO					
Cargo por servicios					18.788,30
Cargo por personal					4.722,86
Cargo por materiales					57.435,01
TOTAL:				USD	80.946,17

Apéndice K: Costos del Liner 5" L-2

Ref.	Qty.	Unit	Description	Unit Price USD	Total Price USD
1.2.01-201	145	Kmt	Viaje de ida por Unidad de Bombeo	3,131	454,00
1.2.01-204	1	Und	Primeras 4 horas o fracción, cargo básico por unidad de bombeo	2455,884	2455,88
1.2.01-207	12102	Pie	Cargo por prof. x pie hasta hasta 12.000 pies. Primera etapa, ubicación del zapato flotador	0,074	895,55
1.2.01-210	5871	Gls	Mezcla de colchones, aditivos en el agua de mezcla, bentonita, etc. por volumen total de	0,120	704,49
1.2.01-211	1	Und	Batch mixer de 100 barriles por trabajo	872,132	872,13
1.2.01-225	1	Und	Recirculador de lechada por trabajo	234,215	234,22
1.2.01-230	1	Und	Unidad COMPU-VAN o equivalente, por trabajo	1357,870	1357,87
1.2.01-217	1486,70	Tn - Kmt	Mov. Cemento y adit.:Ton-Km Viaje de ida,(incluido manipuleo)	1,051	1562,52
1.2.01-218	175,38	FT3	Mezcla cemento + adit.,por cada cuft de material seco proporcionado por la contratista	0,682	119,61
1.2.01-220	2	Und	Compresor de aire, por trabajo	235,873	471,75
2.2.02-220	145	Kmt	Kilometraje transportes de tanques solo ida	2,116	306,82
1.2.01-226	1	Und	Tanque de fractura de 500 barriles, por primeros 3 días o fracción	784,132	784,13
1.3.01-326	145	Kmt	Movilización de batch mixer, solo ida	2,202	319,29
1.2.01-221	1	Und	Silo de almacenamiento neumático, de campo , por encima de 1501 cuft por trabajo.	524,163	524,16
2.2.02-225	2	Und	Tanque para tratamiento de 140 barriles	803,600	1607,20
SUB TOTAL:				USD	12.669,62
Personal					
A130	2	día	SUPERVISOR-DAILY CHARGE	860,000	1700,00
K988	2	Und	TECHNICAL FIELD REP 1ST 8 HOURS	750,000	1500,00
A131	2	día	EQUIPMENT OPERATOR-DAILY RATE	766,000	1510,00
A137	6	día	HELPER-DAILY RATE	200,000	1200,00
J391	145	Kmt	VEHICLE WEIGH TON OR LESS	2,670	387,15
				USD	6.297,15
				Descuento 25%	1574,29
SUB TOTAL					4722,86
21044	133	SX	CEMENTO G, API importado, saco de 94 lbs	16,60	2207,80
22067	1786	LB	MPA - 3	1,20	2142,72
21016	100	LB	BA-10A	7,91	787,39
21024	62	LB	CD-33	13,52	844,68
21015	37	LB	FL-52	11,34	421,89
21006	5720	LB	A-9	0,93	5319,60
21026	7	GL	FP-6L	45,96	321,72
21039	1680	GL	MUD CLEAN	2,19	3679,20
21002	165	GL	A-3L	9,07	1496,55
21037	55	GL	MCS-AG	45,57	2506,35
22002	90	LB	GW-22	31,16	2804,40
23053	165	GL	HCL 33 - 34%	4,75	783,75
23044	55	GL	PARAVAN 25	51,74	2845,70
23003	3	GL	CLAYTREAT 3C	31,09	93,27
10103	10	EA	Centralizer 7"	96,20	962,00
10156	20	EA	Hinged Hammer-Lok Stop Ring 7"	39,21	784,20
10149	2	EA	Formula Thread-Locking Compound 8 Oz. Kit	39,21	78,42
100015	10	LB	R - 8	3,29	34,37
	44	lbs	EC-1	0	0,00
SUB TOTAL				USD	28.114,01
COSTOS TOTALES DEL TRABAJO					
Cargo por servicios					12.669,62
Cargo por personal					4.722,86
Cargo por materiales					28.114,01
TOTAL:				USD	45.506,49

Apéndice L: Aditivos de las Lechadas

Casing 13 3/8"

SLURRY DESCRIPTIONS:	SLURRY BLENDS:
LEAD	"A" + 0.06% GW-22 + 0.75% R-8 + 15 GHS A-7L + 30 GHS A-3L + 2 GHS FP-6L
TAIL	"A" + 0.2%CD-33 + 0.3% R-8 + 2 GHS FP-6L

Casing 9 5/8"

SLURRY DESCRIPTIONS:	SLURRY BLENDS:
REMOVEDORA	"G" + 0,25%GW-22 + 0,8% BA-10 + 0,3% FL-52 + 20% MPA-3 + 0,1% R-8 + 2 GHS FP-6L
LEAD	"G" + 0,1%GW-22 + 0,8% BA-10 + 0,3% FL-52 + 20% MPA-3 + 0,1% R-8 + 2 GHS FP-6L
TAIL	"G" + 0,8% BA-10 + 0,3% FL-52 + 20% MPA-3 + 0,7% CD-33 + 0,5%EC-1 + 0.15% R-8 + 2 GHS FP-6L

Liner 7" L-1

SLURRY DESCRIPTIONS:	SLURRY BLENDS:
SCAVENGER	G + 0.8% BA-10 + 0.3% FL-52 + 20% MPA-3 + 0,1% R-8 + 3 GHS FP-6L (0,2% R-8, AL AGUA DE MEZCLA)
LEAD	G + 0.5% EC-1 + 0.8% BA-10 + 0.7% CD-33 + 0.3% FL-52 + 20% MPA-3 + 0,1% R-8 + 2 GHS FP-6L (0.7% CD-33, 0,1% R-8, AL AGUA DE MEZCLA + EC-1 A LA LECHADA)
TAIL	G + 0.5% EC-1 + 0.8% BA-10 + 0.7% CD-33 + 0.3% FL-52 + 20% MPA-3 + 0,07% R-8 + 2 GHS FP-6L (0.7% CD-33, 0,07% R-8, AL AGUA DE MEZCLA + EC-1 A LA LECHADA)

Liner 7" L-2

SLURRY DESCRIPTIONS:	SLURRY BLENDS:
SCAVENGER	G + 0.8% BA-10 + 0.3% FL-52 + 20% MPA-3 + 0,1% R-8 + 3 GHS FP-6L (0,2% R-8, AL AGUA DE MEZCLA)
LEAD	G + 0.5% EC-1 + 0.8% BA-10 + 0.7% CD-33 + 0.3% FL-52 + 20% MPA-3 + 0,1% R-8 + 2 GHS FP-6L (0.7% CD-33, 0,1% R-8, AL AGUA DE MEZCLA + EC-1 A LA LECHADA)
TAIL	G + 0.5% EC-1 + 0.8% BA-10 + 0.7% CD-33 + 0.3% FL-52 + 20% MPA-3 + 0,07% R-8 + 2 GHS FP-6L (0.7% CD-33, 0,07% R-8, AL AGUA DE MEZCLA + EC-1 A LA LECHADA)

Liner 5" L-2

SLURRY DESCRIPTIONS:	SLURRY BLENDS:
SCAVENGER	G + 0.8% BA-10 + 0.3% FL-52 + 20% MPA-3 + 0,1% R-8 + 3 GHS FP-6L (0,2% R-8, AL AGUA DE MEZCLA)
LEAD	G + 0.5% EC-1 + 0.8% BA-10 + 0.7% CD-33 + 0.3% FL-52 + 20% MPA-3 + 0,1% R-8 + 2 GHS FP-6L (0.7% CD-33, 0,1% R-8, AL AGUA DE MEZCLA + EC-1 A LA LECHADA)
TAIL	G + 0.5% EC-1 + 0.8% BA-10 + 0.7% CD-33 + 0.3% FL-52 + 20% MPA-3 + 0,07% R-8 + 2 GHS FP-6L (0.7% CD-33, 0,07% R-8, AL AGUA DE MEZCLA + EC-1 A LA LECHADA)