

“Diseño, Corrida y Cementación de Liner de Producción del Pozo ESPOL X6D”

Autores:

Amaly Fernanda Palacios Quinto

Eduardo Ernesto Ocaña Cedeño

Jhonathan Isaac Vera Ubilla

Director de Materia de Graduación:

M.Sc. Xavier Ernesto Vargas Gutiérrez

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 Vía Perimetral

Guayaquil – Ecuador

Mails:

amfepala@espol.edu.ec

ederocan@espol.edu.ec

vevvera@espol.edu.ec

xevargas@espol.edu.ec

Resumen

En este informe nos enfocamos en la bajada del liner de 7”, que se desarrolla en la última etapa de perforación de un Pozo, denominado ESPOL X6D, en el cual cuyo programa se asentó un colgador expandible. Explicaremos el uso del colgador, el diseño previo a la operación con las determinadas características y condiciones del pozo, con los cálculos respectivos para el diseño del Liner, Corrida, Cementación. Tiene como objetivo proporcionar los criterios básicos para el diseño de un Liner, aplicando una metodología práctica que contempla los principales esfuerzos a los que se somete un colgador, antes de su proceso de asentamiento y colgada así mismo resumir los conceptos básicos que el diseñador debe considerar. Adicional a este informe, pretendemos a la vez que el diseñador mediante el uso de un software técnico, sea empleado conjuntamente con su criterio, siendo este instrumento un aporte directo para la construcción de las curva de tensiones para una mayor visualización del mismo.

Palabras clave: *Diseño de Liner, Corrida de Liner, Cementación de Liner, Criterios para el diseño del Liner.*

Abstract

This report focuses on the descent of Liner 7", which develops in the last stage of drilling a well, called ESPOL X6D, in which settled an expandable hanger, also explains important points such as the use of hanger, the previous design to the operation of hangers with certain characteristics and conditions of the well, which involves a drilling program of the section, as well as the respective calculations for the design of the Liner, Run, Cementation and Settlement. The report aims to provide the basic criteria for the design of a Liner, using a practical methodology that includes the main stress that are applied to a hanger, before settling process and hung, likewise resume the basic concepts that designer must consider. In addition to this, it is intended that the designer through the use of technical software, together with its option, uses this instrument as a direct contribution to building the tension curves, thus obtaining a best view.

Key words: *Designer of Liner, Cementation of Liner, Criteria for the design of Liner.*

1. Introducción

Un pozo de producción de petróleo es el único medio por el cual se puede extraer petróleo desde el

interior de un yacimiento hasta la superficie. El pozo es perforado, analizado mediante registros, completado y puesto a producir. El pozo es recubierto por tuberías de revestimiento llamados casing las cuales serán

selladas con un cemento a las paredes propias de las formaciones atravesadas durante la etapa de perforación.

La función de la tubería de revestimiento es soportar las paredes del pozo, brindar más seguridad y estabilidad en operaciones. Existen de varias clases: Conductores, Superficiales, Intermedios y Liner

El Liner es una tubería que no se extiende hasta la cabeza del pozo, sino que se cuelga de otra tubería que le sigue en diámetro y está hasta la boca del pozo. La tubería colgada permite reducir costos y mejorar la hidráulica en perforaciones más profundas.

Capítulo 1

2. Generalidades

2.1. Campo Auca

2.1.1. Ubicación del Campo. Está localizado en la Región Amazónica, provincia de Orellana. Cantón de Francisco de Orellana, Parroquia Dayuma.

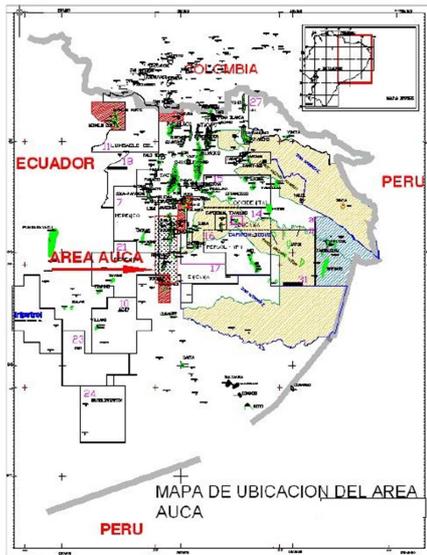


Figura 1. Ubicación Geográfica del Campo Auca

2.1.2. Geología del Campo. Las formaciones Napo T, U y una parte de Hollín fueron depositadas en ambientes variando de marino a estuario y dominado por un régimen de mareas.

2.1.3. Mecanismos de Empuje. En este campo, se encuentra el Empuje Hidrostático Lateral y Empuje Hidrostático de Fondo.

2.2. Información General del Pozo ESPOL X6D

El pozo ESPOL X6D, tipo “S” está ubicado en el campo Auca, es el quinto pozo a ser perforado donde

ya se encuentra un pozo vertical y tres direccionales. Objetivo principal es la Arena “T” Inferior.

Capítulo 2

3. Tuberías de Revestimiento

3.1. Función de Tuberías de Revestimiento

Las funciones de las tuberías de revestimiento son: evitar derrumbes y concavidades, prevenir la contaminación de los acuíferos, confinar la producción del intervalo seleccionado, dar un soporte para la instalación del equipo de control superficial y facilitar la instalación del equipo de terminación, así como los sistemas artificiales de producción.

3.2. Tubería de Revestimiento Superficial

La introducción de esta tubería tiene como objeto conexiones superficiales de control y al mismo tiempo proteger al agujero descubierto, aislando así flujos de agua y zonas de pérdida de lodo cercanas a la superficie del terreno.

3.2.1. Diseño de Tubería 13 3/8”. Con los cálculos realizados con los datos proporcionados del pozo, se puede concluir lo siguiente: la tubería no resiste al colapso, pero por no estar a gran profundidad, este factor no afectará al mismo. La tubería si resiste a la tensión y al estallido. Se determinó que 161 tubos, se utilizarán para esta sección.

3.2.2. Corrida de Tubería 13 3/8”. Se perfora zapato flotador del Conductor y se continúa hasta la profundidad deseada (6450’). Se toman parámetros de galonaje, presión, WOB, rpm. Se bombea píldora de limpieza y círculo. Se realiza corrida de casing superficial, se instala zapata guía, se baja tubería, se arma líneas de cementación en superficie y se intenta circular el pozo en directa.

3.2.3. Cementación de Tubería 13 3/8”. Con los cálculos realizados de acuerdo a los datos proporcionados del pozo, se puede concluir lo siguiente: se necesitan 1846 sacos para cementar la tubería superficial, en el cual, para la lechada Lead, se necesitan 434 bbl de volumen total y 301 bbl de requerimiento de agua, para la lechada de Tail, se necesitan 78 bbl de volumen total y 46 bbl de requerimiento de agua y para el desplazamiento de las lechadas Lead y Tail, se necesitan 949 bbl de lodo desplazante.

3.3. Tubería de Revestimiento Intermedio

Estas tuberías se introducen con la finalidad de aislar zonas que contengan presiones normales de formación, flujos de agua, derrumbes y pérdidas de

circulación, se utilizan como protección del agujero descubierto, que en la mayoría de los casos trata de incrementar la densidad de los fluidos de perforación y controlar las zonas de alta presión.

3.3.1. Diseño de Tubería 9 5/8". Con los cálculos realizados de acuerdo a los datos proporcionados del pozo, se puede concluir lo siguiente: la tubería si resiste al colapso, a la tensión y al estallido. Se determinó que 246 tubos serán utilizados para esta sección.

3.3.2. Corrida de Tubería 9 5/8". Se perfora zapato flotador del Superficial y se continúa hasta la profundidad deseada (9841'). Se toma parámetros de galonaje, presión, WOB, rpm. Se bombea píldora de limpieza y circulo. Se realiza corrida de casing intermedio, se instala zapata guía, se baja tubería, se arma líneas de cementación en superficie y se intenta circular el pozo en directa.

3.3.3. Cementación de Tubería 9 5/8". Con los cálculos realizados de acuerdo a los datos proporcionados del pozo, se puede concluir lo siguiente: se necesitan 2082 sacos para cementar la tubería Intermedia, en el cual, para la lechada Lead, se necesitan 501.36 bbl de volumen total y 340 bbl de requerimiento de agua, para la lechada de Tail, se necesitan 86 bbl de volumen total y 50 bbl de requerimiento de agua y para el desplazamiento de las lechadas Lead y Tail, se necesitan 694 bbl de lodo desplazante.

3.4. Tabla de Resultados de las Tuberías de Revestimiento

Tabla 1. Programa de Revestimiento y Cementación

Diseño de Tubería	Tubería de Revestimiento	Superficial	Intermedio
	Diámetro (in)	13 3/8	9 5/8
	Intervalos (ft)	0 - 6091	0 - 9450
	Grado	C - 95	C - 95
	Peso (lb/ft)	72	53.5
	Número de Tubos	161	246
Lechada de LEAD	Número de Sacos (sks)	1477	1666
	Volumen Total (bbl)	434	501
	Requerimiento de Agua (bbl)	301	340
Lechada de TAIL	Número de Sacos (sks)	369	416
	Volumen Total (bbl)	78	86
	Requerimiento de Agua (bbl)	46	50
Volumen de Desplazamiento (bbl)		949	694

3.5. Programa de Perforación

Sección 16"

Tabla 2. Datos Sección 16"

Diámetro	16"
Profundidad	6450' MD – 6091' TVD
Zapato Casing 13 3/8	5330'
Formaciones a atravesar	Orteguaza y Tiyuyacu

Perforar la sección de 16" hasta 6450', realizar corrida de casing de 13 3/8" hasta punto de casing. Realizar cementación según programa. Mantener las densidades para evitar influjos. Se realizara la construcción a partir de a 500' con 1.8° /100'. Se atraviesa la formación Orteguaza a 5790'. Esta sección se perfora verticalmente hasta el punto de casing de 6450' (MD)

Sección 12 1/4"

Tabla 3. Datos Sección 12 1/4"

Diámetro	12 1/4"
Profundidad	9841' MD – 9450' TVD
Zapato Casing 13 3/8	9841'
Formaciones a atravesar	Tiyuyacu, Tiyuyacu Inf., Tena, Basal Tena, Napo, Caliza M1, Caliza M2, U Sup., Caliza B.

El objetivo de este BHA es perforar sección de 12 1/4", manteniendo la verticalidad del pozo para interceptar el primer objetivo secundario, Basal Tena, con radio de tolerancia de 25ft, continuar perforando verticalmente hasta alcanzar punto de revestimiento de 9 5/8" a 9841' MD. Se debe utilizar los inhibidores para las arcillas de Tiyuyacu y Tena para evitar embolamientos o hinchamientos de arcilla.

Sección 8 1/2"

Tabla 4. Datos Sección 8 1/2"

Diámetro	8 1/2"
Profundidad	10688' MD – 10493' TVD
Zapato Casing 13 3/8	10658'
Formaciones a atravesar	Napo y Hollín

Continuar perforando la sección de 8 1/2" las formaciones Napo y Hollín, manteniendo verticalidad

por toda la sección interceptando los objetivos de las areniscas T inf. (Principal) y Hollín Sup. (Secundario). La profundidad total propuesta es 10688' (MD) donde se asentará el revestimiento de 7".

Es importante realizar los viajes de calibración en esta sección. Utilizar un fluido con uso de 100% de carbonato para densificar el sistema para poder reducir el daño de formación y reducir el daño de formación en caso que sea necesario.

Tabla 5. Profundidad estimada de asentamiento de Revestidores

Tipo Revestidor	Diámetro		Profundidad	
	Broca (In)	OD (in)	MD (ft)	TVD (ft)
Conductor	26	20	295	295
Superficial	16	13 3/8	6450	6091
Intermedio	12 1/4	9 5/8	9841	9450
Liner	8 1/2	7	10688	10493

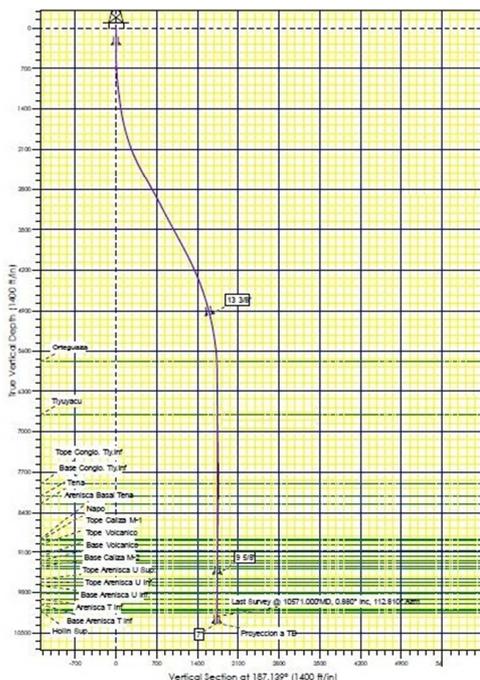


Figura 2. Diseño propuesto para el pozo ESPOL X6D

Capítulo 3

4. Liner de Producción

4.1. Definición de Liner de Producción

El liner es una sarta de revestimiento que no se extiende hasta la cabeza del pozo, sino que se cuelga de otra tubería, mediante un sistema de colgadores, que la sigue en diámetro y corrida hasta su

profundidad de asentamiento por medio de tubería de perforación (o drill pipe) hasta la boca del pozo.

4.1.1. Herramientas que conforman un Liner de Producción. El liner de Producción está conformado por las siguientes herramientas: Setting Tool, Colgador expandible más bandas elastómeras, camisa de asentamiento, liner de producción de 7" y equipo de flotación.

4.2. Funciones y Ventajas de Liner de Producción

Entre las funciones del Liner de Producción encontramos las siguientes:

- Revestir el Pozo y proporcionar protección al hoyo en forma segura, confiable y económica.
- Los Liners en Pozos de gran profundidad proporcionan adaptabilidad y fácil manejo que no ofrecen las sarts completas de tuberías de revestimiento.
- Pueden funcionar como tubería intermedia o de producción, normalmente cementada en toda su longitud.

Entre las ventajas del Liner de Producción encontramos las siguientes:

- Los costos de la sarta de producción se reducen así como el tiempo de corridas y su cementación
- La longitud de diámetro no se reduce, lo que permite completar el pozo con los tamaños óptimos de producción.

4.3. Tipos de Liner de Producción

Los tipos de Liners que podemos encontrar pueden ser:

- **Drilling Liner:** permiten los trabajos de perforación a mayor profundidad, se utilizan para aislar la pérdida de circulación.
- **Production Liner:** son corridos a través de las zonas de producción, para aislar las zonas productoras.
- **Tie-Back Liner:** es una sección de la sarta de revestimiento que proporciona integridad al pozo, se extiende hacia arriba desde la parte superior de un liner existente a la superficie.
- **Scab Liner:** es una sección de tubería de revestimiento que no llega a la superficie. Se lo utiliza para preparar secciones dañadas o desgastadas en el casing o liner existente.
- **Scab Tie-Back Liner:** es la misma Scab liner pero está si se cementa.

4.4. Detalles del Equipo Versaflex

Este equipo proporcionado por la compañía Halliburton, es un liner de producción que reúne las características básicas conjuntamente con el modelo de colgador expandible Versaflex.

La configuración de un equipo VersaFlex está dada de la siguiente forma:

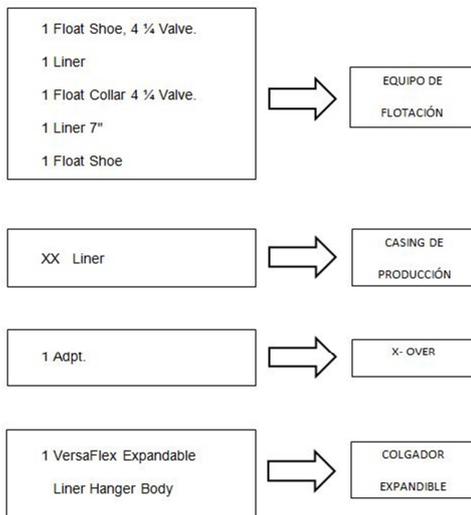


Figura 3. Configuración del Equipo Versaflex

4.5. Diseño de Liner de Producción

Previo al diseño del liner, es importante conocer las condiciones a las cuales vamos a trabajar en el Pozo

4.5.1. Parámetros para diseñar el Liner de Producción. Al ser colocada la herramienta dentro del pozo, el liner de producción estará sujeto a las siguientes tres fuerzas significantes:

- **Presión de Colapso:** se define como la fuerza mecánica capaz de deformar un tubo, haciendo que las presiones de formación ejerzan hacia el interior de la tubería
- **Presión a la Tensión:** originado por el peso que ejerce toda la tubería de revestimiento.
- **Presión de Estallido:** es la presión interna que se desarrolla debido al uso de fluidos dentro del liner haciendo que esta presión sea ejercida hasta el espacio anular casing-formación.

Se utilizará el método de ensayo y error con factor de flotación, por lo que se usarán los siguientes factores de seguridad:

- **Colapso:** 1.125
- **Tensión:** 2.0
- **Estallido:** 1.0

4.5.2. Cálculos para diseñar el liner de Producción.

Se calculan los factores que intervienen en el diseño:

a) Colapso:

- Cálculo de Presión hidrostática
$$P_h = 0.052 \times \rho \times D(TVD)$$
- Cálculo de Presión de Colapso
$$P_c = P_h \times FSC$$

b) Tensión

- Cálculo del peso total del revestimiento superficial:
$$W_{TR} = D(TVD) \times \text{Peso Nominal}$$
- Cálculo del Peso Máximo que resiste la Tensión

$$W_{m\acute{a}x} = \frac{Rt}{FST}$$

c) Estallido

- Cálculo de Presión de formación
$$P_f = G_f \times D(TVD)$$
- Cálculo de Presión de Estallido

$$P_e = \frac{R_e}{FSE}$$

Calculo para obtener los números de tubos:

$$\text{Número de Tubos} = \frac{D (MD)}{40 ft}$$

Con los cálculos realizados con los datos proporcionados del pozo, se puede concluir lo siguiente: la tubería si resiste al colapso, a la tensión y al estallido. Se determina que 21 tubos serán utilizados para esta sección.

4.6. Cementación de Liner de Producción

La cementación de pozos petroleros es el proceso mediante el cual se bombea una lechada de cemento al fondo del pozo a través de la tubería de revestimiento, con el propósito de obtener una buena adherencia entre las fases formación-cemento-tubería y asegurar el sello efectivo que aisle las capas geológicas y soporte la tubería.

4.6.1. Control durante la Operación en el Campo.

Ubicar los centralizadores a lo largo del liner una vez establecido su número a utilizar antes de ser corrida la tubería. Se debe registrar la densidad, presión, y caudal durante la operación, Controlar la densidad de la lechada.

4.6.2. Cálculos para obtener los Volúmenes de Cementación. Se calcula la cantidad de Sacos de Cemento que se usarán para Cementar:

- a) V_{Anular} en bbl

$$V_{Anular} = \text{Capacidad Anular} \times \text{Longitud Anular seleccionada}$$

$$\text{Capacidad Anular} = \frac{[(OD_{broca})^2 - (OD_{csg})^2]}{1029.4}$$

- b) $V_{Interno}$ en bbl
 $V_{Interno} = \text{Capacidad Interna} \times \text{Longitud Interna}$
 seleccionada

$$\text{Capacidad Interna} = \frac{(ID_{casing})^2}{1029.4}$$

- c) Volumen Total en ft^3
 $V_T = V_{Anular} + V_{Interno}$

- d) Numero de Sacos en sks
 $\# \text{ Sks} = \frac{V_T (ft^3)}{R_L (ft^3/sk)}$

- e) Exceso por Seguridad del 25%
 $\# \text{ Sks} \times \frac{(100\% + 25\%)}{100\%}$

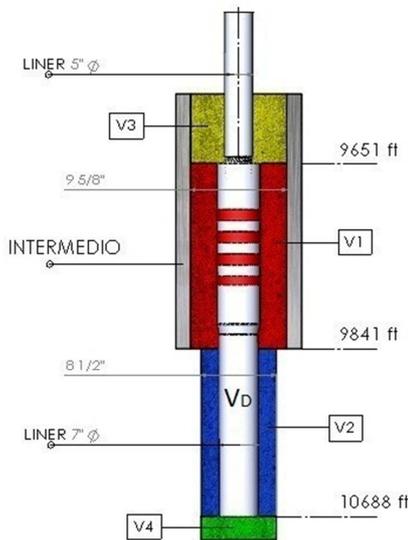


Figura 4. Volúmenes de Cementación para Revestimiento de Liner

Se determina el Volumen Total y Requerimiento Total de Agua para la Lechada LEAD
 Se sugiere utilizar el 80% de los sacos totales en la lechada LEAD

$$V_t = \frac{\# \text{ Sks} \times \text{Rendimiento}_{LEAD} (ft^3/sk)}{5.615 ft^3/bbl}$$

$$R_{T \text{ agua}} = \frac{\# \text{ sks} \times R_{\text{agua}} (gal/sks)}{42 gal/bbl}$$

Se determina el Volumen Total y Requerimiento Total de Agua para la Lechada TAIL
 Se sugiere utilizar el 20% de los sacos totales en la lechada TAIL

$$V_t = \frac{\# \text{ Sks} \times \text{Rendimiento}_{TAIL} (ft^3/sk)}{5.615 ft^3/bbl}$$

$$R_{T \text{ agua}} = \frac{\# \text{ sks} \times R_{\text{agua}} (gal/sks)}{42 gal/bbl}$$

Se calcula el Volumen de Desplazamiento necesario para desplazar la Lechada LEAD y TAIL

$$C = \frac{ID^2}{1029.4}$$

$$V_D = C \times \text{Prof. Collar Flotador}$$

Con los cálculos realizados de acuerdo a los datos proporcionados del pozo, se puede concluir lo siguiente: se necesitan 169 sacos para cementar la tubería del liner, en el cual, para la lechada Lead, se necesitan 31 bbl de volumen total y 19 bbl de requerimiento de agua, para la lechada de Tail, se necesitan 8 bbl de volumen total y 4 bbl de requerimiento de agua y para el desplazamiento de las lechadas Lead y Tail, se necesitan 405 bbl de lodo desplazante.

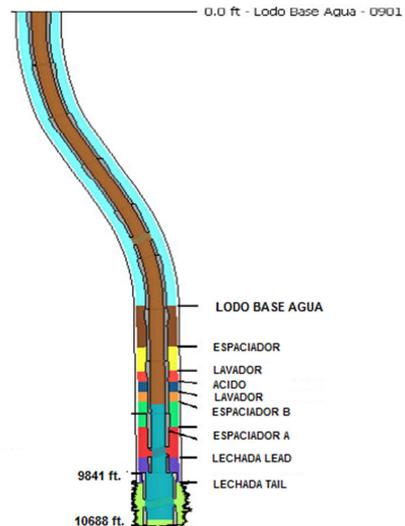


Figura 5. Programa de Cementación, Esquema del Pozo ESPOL X6D

4.7. Corrida de Liner de Producción

Esta operación corresponde a la bajada del liner que conforman equipos de flotación, tubería de liner de 7" y colgador expandible con la herramienta Setting Tool que es la encargada de bajar todo el equipo.

Inicialmente hay que chequear que el Shoe Track este en optimas condiciones para empezar la corrida. Se conectan las 21 paradas de tuberías del Liner con los centralizadores frente a las arenas productoras distribuidos en los intervalos de las arenas U, T y Hollín Sup.

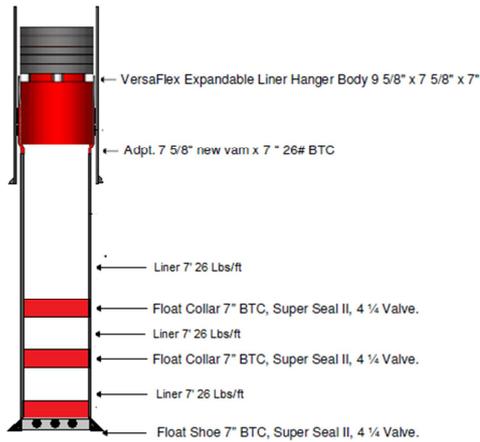


Figura 6. Configuración del Liner de Producción del Pozo ESPOL X6D

Cuando ya se completa el número de tuberías de Liner a utilizar y bajar, se procede a conectar al colgador expandible Versaflex y paradas de Heavy Weight según sea el caso, hasta el tope del zapato de 9 5/8", se toman parámetros tales como galonaje, presión y temperatura para saber cómo se está trabajando.

Se continúa bajando y conectando paradas de Drill Pipe en hueco abierto, llenando cada 10 paradas hasta la última junta con circulación. Se procede a conectar el ensamble de la cabeza de cementación y se baja hasta el TD y se continúa circulando para tomar parámetros de galonaje, presión, peso arriba y peso abajo (fondo).

4.8. Programa de Cementación y Asentamiento del Liner de Producción para el Pozo ESPOL X6D

Una vez bajada la sarta, colocar zapata de Liner 7" a 10688 ft en posición para colgar el Colgador Versaflex. Para efectuar correctamente esta operación se debe primero realizar la cementación y asentamiento del colgador.

4.8.1. Secuencia Operativa en la Cementación del Liner de Producción. Ya tomados los parámetros y conectada la cabeza de cementación se debe continuar circulando para romper geles y estabilizar presiones. Mezclar los espaciadores, lavadores y agua de mezcla del cemento. Prueban líneas de cementación con 6000 Psi.

Mezclan cemento y bombean lechada de cemento según programa, durante la cementación, se lanza dardo para desplazar el cemento. Se procede a lanzar la bola de asentamiento y se espera hasta por 50 min.

Durante este tiempo, se procede a la expansión, se debe observar la subida de presión que asegura la expansión del colgador. Se libera el Setting Tool, se desconecta del colgador. Se cambia el fluido por agua.

Finalizado el procedimiento, sacar a superficie el Setting Tool, el operador encargado debe observar la herramienta para verificar que se realizó el trabajo de manera óptima y eficiente.

4.9. Tabla de Resultados del Liner de Producción

Tabla 6. Programa de Revestimiento y Cementación del Liner de Producción

	Tubería de Revestimiento	Liner
Diseño de Tubería	Diámetro (in)	7
	Intervalos (ft)	9651 - 10688
	Grado	C - 95
	Peso (lb/ft)	26.0
	Número de Tubos	21
Lechada de LEAD	Número de Sacos (sks)	135
	Volumen Total (bbl)	31
	Requerimiento de Agua (bbl)	19
Lechada de TAIL	Número de Sacos (sks)	34
	Volumen Total (bbl)	8
	Requerimiento de Agua (bbl)	4
Volumen de Desplazamiento (bbl)		405

Capítulo 4

5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

- El objetivo del diseño es seleccionar tuberías de revestimiento con el grado, peso y junta que pueda resistir sin fallas las presiones a la que serán sometidas, es decir que garanticen la integridad del pozo durante la perforación y la terminación del mismo y que sean la más económica.
- La consideración de los factores de seguridad para el diseño de revestimiento de un pozo permite obtener, un diseño óptimo que cubra las necesidades dentro de restricciones realistas tanto técnicas, como económicas y ambientales.
- Un colgador de Liner expandible permite colgar el liner y el elemento de asentamiento

en un solo paso, haciendo de esta una operación eficiente tanto económica como operacionalmente.

- La tecnología del Liner con colgador expandible, brinda la facilidad de circular el cemento porque no hay restricción del flujo durante el proceso de la cementación.

5.2. Recomendaciones

- Usar Liner con colgador expandible, en vez de revestimiento de producción desde superficie, ya que constituye un ahorro de tubería y una disminución de los gastos de cementación.
- En el proceso de cementación y asentamiento del Liner en el pozo, cuando se realice la expansión del colgador, observar la subida de presión con los valores establecidos por la compañía encargada y luego la caída de presión para asegurarse de que el colgador se ha expandido.
- Asegurarse que la reología de espaciadores y lechadas de cemento es adecuada para 100% de remoción de lodo, pues asegura su buen fraguado.
- Es muy importante reducir la velocidad durante el desplazamiento de la lechada de cemento (previo a la profundidad de asentamiento del tapón) para evitar presiones excesivas.

6. Agradecimiento

Al Ing. Xavier Vargas por haber dirigido acertadamente el presente proyecto de titulación, por el tiempo invertido y a todos los docentes de la Facultad de Ciencias de la Tierra por impartir sus valiosos conocimientos.

7. Referencias

1. A. Fierro y A. Fraga, *ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE TASAS CRÍTICAS Y TASAS DE PRODUCCIÓN PARA EL CONTROL DEL AVANCE DE AGUA EN LOS YACIMIENTOS DE LOS CAMPOS AUCA Y CONONACO*, Tesis de Grado, UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, 2009
2. J. Gavilanes y L. Torres, *ACTUALIZACIÓN DE RESERVAS Y ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LOS CAMPOS AUCA Y ACUCA SUR*, Tesis de Grado, ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL, 2009

3. A. Guerreros y P. Valencia, *UBICACIÓN Y PROGNOSTICOS DE POZOS A PERFORAR EN LOS CAMPOS AUCA – AUCA*, Tesis de Grado, ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL, 2010
4. L. Lituma y W. Moran, *DISEÑO DE REVESTIMIENTO Y CEMENTACIÓN DE POZOS EN EL ORIENTE ECUATORIANO*, Materia de Graduación, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL, 2009
5. Tenaris Siderca, *MANUAL DE SELECCIÓN DE CASING*
6. Halliburton, *COLGADOR DE LINER VERSAFLEX CEMENTACIÓN & EXPANSIÓN*.