

DISEÑO DE PERFORACIÓN CON TECNOLOGÍA CASING DRILLING DE POZO PARA ELIMINAR AGUA ORIGINADA EN LA PRODUCCIÓN DE GAS

PERFORATION DESIGN WITH CASING DRILLING WELL TECHNOLOGY TO DISPOSAL WATER ORIGINATED IN THE GAS PRODUCTION

URIA ARTEAGA, E. A.

RESUMEN

El principal problema es la limitación de inyección de agua que presenta el pozo MWD-1, ya que solo tiene capacidad para abastecer 8640 bbl/día de los 15000 bbl/día que el pozo MGR-X2 necesita inyectar, debido al estado mecánico que muestra el pozo MWD-1. La técnica de Casing Drilling, elimina el uso de la tubería de perforación (Drill Pipe), así como la extrapesada (HWDP) y el ensamblaje de fondo (BHA). Perforar con cañería de revestimiento rango 3, reducirá el tiempo de armado y desarmado de la misma durante la perforación y mejora en buena forma el ritmo de penetración (ROP). El diseño de la perforación del pozo MWD-2 con la aplicación de la tecnología Casing Drilling cuenta con 3 etapas: superficial, intermedia y producción o liner. Permite el ahorro del +/-20% en los tiempos operativos diarios comparado con la técnica convencional utilizada en el pozo MWD-1. El procedimiento que se utilizó es la aplicación de la tecnología Casing Drilling, la cual hace referencia a perforación con cañerías de revestimiento, tiene la ventaja de disminuir tiempo y costos operativos en aproximadamente un 7% a diferencia de una perforación convencional. A partir de la recopilación de los datos del pozo MWD-1 y con cálculos convencionales se diseñó las cañerías de revestimiento, las presiones de Estallido y Colapso, y de las cargas axiales y biaxiales mediante método carga máxima diseño de la perforación con Casing Drilling que incluye la: sarta de perforación, la cementación e hidráulica de la cañería (Liner). El pozo MWD-1 se diseñó en un tiempo de 45 días y sus costos de perforación fueron de \$us 6,198,994. El lapso estimado del diseño de perforación del pozo MWD-2 aplicando la tecnología de Casing Drilling es de 38 días y un costo de \$us 5,165,397, teniendo una diferencia en ahorro de \$us 1,033,597 y 7 días de tiempo. Con el diseño propuesto y mediante la aplicación de la tecnología Casing Drilling, el pozo MWD-2 tendrá la capacidad de abastecer todo el volumen, 15000 barriles diarios, de agua de formación que produce el pozo MGR-X2. No siendo necesario transportarlo hasta el campo de depletado "Camiri", donde solía ser transportado debido a que el pozo MWD-1 no tenía la capacidad para el total el volumen

ABSTRACT

The main problem is the limitation of water injection presented by the MWD-1 well, since it only has the capacity to supply 8,640 bbl / day of the 15,000 bbl / day that the MGR-X2 well needs to inject, due to the mechanical state it shows. the MWD-1 well. The Casing Drilling technique eliminates the use of Drill Pipe, as well as extra heavy (HWDP) and bottom assembly (BHA). Drilling with rank 3 casing will reduce assembly and disassembly time during drilling and improves the rate of penetration (ROP) in good shape. The design of the drilling of the MWD-2 well with the application of Casing Drilling technology has 3 stages: surface, intermediate and production or liner. It allows savings of +/- 20% in daily operating times compared to the conventional technique used in the MWD-1 well. The procedure that was used is the application of Casing Drilling technology, which refers to drilling with casing pipes, has the advantage of reducing time and operating costs by approximately 7%, unlike conventional drilling. Based on the compilation of the data from the MWD-1 well and with conventional calculations, the casing pipes, burst and collapse pressures, and axial and biaxial loads were designed using the maximum load design method of drilling with Casing Drilling that It includes: drill string, cementing and pipe hydraulics (liner). The MWD-1 well was designed in 45 days and its drilling costs were \$ us 6,198,994. The estimated design time for drilling the MWD-2 well using Casing Drilling technology is 38 days and costs US \$ 5,165,397, with a difference in savings of US \$ 1,033,597 and 7 days time. With the proposed design and through the application of Casing Drilling technology, the MWD-2 well will have the capacity to supply the entire volume, 15,000 barrels per day, of formation water produced by the MGR-X2 well. Not being necessary to transport it to the "Camiri" depleting field, where it used to be transported because the MWD-1 well did not have the capacity for the total volume.

PALABRAS CLAVE

PERFORACIÓN, CASING DRILLING, DISPOSICIÓN DE AGUA, COSTO

KEYWORDS

PERFORACIÓN, CASING DRILLING, DISPOSICIÓN DE AGUA, COSTO.

INTRODUCCIÓN

La aplicación de la técnica de perforación con Casing Drilling, elimina el uso de la tubería de perforación (Drill Pipe), así como la extra pesada (HWDP) y el ensamblaje de fondo (BHA). Perforar con Cañería de Revestimiento rango 3, reduce el tiempo de armado y desarmado de la cañería durante la perforación y mejora en buena forma el ritmo de penetración (ROP).

La perforación con mayor energía en el trépano perforador, así también reduce los problemas de viaje con las presiones de surgencia y pistoneo ocurrido comúnmente con la perforación convencional con maniobras con sondeo. La aplicación de la tecnología Casing Drilling en Bolivia fue aplicada por la primera vez en noviembre del año 2013 en el pozo CBR-5 del área norte en una operación de tres días y un objetivo de 400 metros en una fase de perforación de 16 in, operado por la compañía de YPFB Andina.

La principal aplicación de esta tecnología radica en la posibilidad de perforar de manera segura y en la reducción de las pérdidas de circulación. Esto se obtiene gracias al uso de la cañería de revestimiento como sarta de perforación, para proteger la integridad del hueco perforado y en segundo lugar al efecto plastering.

La principal característica que contribuye a mejorar la geometría del hueco y minimizar las pérdidas de circulación es el efecto plastering o efecto frisado (fortalecimiento de las paredes del pozo). Este efecto se traduce en el empaquetado de los cortes de perforación que salen por el anular contra la pared del pozo logrando mejorar el revoque del lodo.

El efecto plastering es una característica inherente y exclusiva de la perforación con Casing Drilling que fortalece al pozo, evita la pérdida de circulación y mitiga el daño a la formación. Los cortes son trabajados continuamente por la fricción de los acoplamientos del revestimiento al rotar contras las paredes del pozo formando un nuevo tipo de revoque de resistencia alta, impermeable y de difícil ruptura, haciendo las paredes del pozo resistentes a la exposición causada por el tiempo, la invasión de fluidos y ayudando a la minimización de pérdidas de circulación y mejorando los resultados de los trabajos de cementación. (Ballesteros y Moreno, 2012)

El BHA permite realizar trabajos tales como, perforación direccional, toma de registros en tiempo real, entre otros. Al alcanzar el punto de casing planeado, se procede a bajar con tubería de perforación o con cable, dentro del casing para recuperar el BHA, cuando este se encuentra en superficie, la sección del pozo queda terminada para iniciar la fase de cementación.

La tecnología Casing Drilling básicamente se ha desarrollado en dos métodos, una alternativa recuperable y una alternativa no recuperable. El primero consiste en un sistema para llevar a cabo operaciones direccionales con un conjunto de fondo (BHA) recuperable ajustado dentro del Casing; el segundo consiste en un sistema de rotación del Casing desde superficie, al cual se adapta una zapata perforadora y perforarle, que permite la cementación inmediata.

El método recuperable Casing Drilling, utiliza un BHA convencional de perforación en cualquier configuración (Broca, Motor, MWD, LWD, RSS, Coring), con broca tricónica o PDC, un conjunto de brazos ensanchadores de hueco y las herramientas direccionales que se requiera emplear, este BHA está unido a la primera junta del revestimiento.

Un arreglo no recuperable, o fijo, puede ser utilizado para perforar pozos con cañerías de revestimiento cortas (liner) o con sartas de revestimiento completas. Una broca va conectada directamente al revestimiento para lo cual es posible usar un zapato perforador perforarle (DrillShoe) o un trépano convencional. El trépano puede permanecer en la cañería de revestimiento y cementarse en su lugar o puede soltarse y dejarse caer en el fondo del pozo para posibilitar la adquisición de registros. (Ballesteros y Moreno, 2012)

El pozo MWD-1 (Margarita Water Disposal) se inició el 16 de septiembre del año 2010 está ubicado en la provincia O'Connor, departamento de Tarija, Estado Plurinacional de Bolivia. Cuenta con una profundidad de 2960 metros y tiene la característica de ser un pozo inyector de agua.

La ejecución de la perforación del pozo fue de 45 días y su costo de operación fue un total \$us 6198994. La perforación de este pozo se realizó utilizando la técnica convencional. El objetivo de este pozo fue llegar a la formación Cangapi para poder inyectar agua y emplear el reservorio como zona de almacenaje de agua de formación.

La fase de terminación no fue suficiente para abastecer la cantidad de agua de formación producida del campo Margarita X-2, es decir que es necesario la perforación de un segundo pozo para poder inyectar la cantidad de agua que el pozo MWD-1 no tiene la capacidad de inyectar, debido a su estado mecánico subsuperficial y de esta manera no trasladar la cantidad de agua excedente hasta el campo depletado "Camiri" la cual incrementa los costos de transporte en cisternas en aproximadamente 10 \$us/Bbl y eleva el riesgo operativo del campo Margarita.

El diseño de la perforación del pozo MWD-2 con la aplicación de la tecnología Casing Drilling cuenta con 3 etapas: superficial, intermedia y producción o liner, mediante la ingeniería de perforación, permite el ahorro del +/-20% en los tiempos operativos diarios de perforación comparado con la técnica de perforación convencional utilizado en la perforación del pozo MWD-1.

Una formación o formación geológica es una unidad litoestratigráfica formal que define cuerpos de rocas caracterizados por unas propiedades litológicas comunes, composición y estructura, que las diferencian de las adyacentes. Es la principal unidad de división litoestratigráfica. Pueden asociarse en unidades mayores (grupos), subdividirse (miembros) o diferenciarse unidades menores significativas (capas). (Vera Torres, 1994).

Una columna estratigráfica es la forma de representar gráficamente los rasgos más relevantes de la secuencia geológica expuesta o del subsuelo. Representa los distintos tipos de rocas y ciertos fenómenos geológicos en orden cronológico.

Cada unidad estratigráfica es caracterizada mediante una simbología gráfica conforme a su litología, textura, estructuras primarias y diagenéticas, contenido fosilífero, espesor de sus estratos, color, relaciones estratigráficas, espesor de la unidad y expresión morfológica. Una típica columna estratigráfica muestra una secuencia de rocas sedimentaria, con las rocas más antiguas en la parte inferior y las más recientes en la parte superior.

La selección apropiada de las cañerías de revestimiento es uno de los aspectos más importantes en la programación, planificación y operaciones de perforación de pozos. La capacidad de la sarta de revestimiento seleccionada para soportar las presiones y cargas para una serie dada de condiciones de operación, es un factor importante en la seguridad y economía del proceso de perforación y en la futura vida productiva del pozo.

El objetivo es diseñar un programa de revestidores que sea confiable, sencillo y económico. (Navea, 2017)

Existen 3 elementos principales del costo de perforación. Sin importar el servicio producto usado, siempre recae en los siguientes tres elementos:

Costos del equipo de perforación estos abarcan el alquiler de la torre de perforación y los equipos asociados. Constituye hasta un 70% del costo de perforación de un pozo. El costo del equipo depende enteramente de los días programados para la perforación, usualmente se expresa en \$US/día.

Esta relación depende de: el tipo o torre de equipo, las condiciones del mercado, la amplitud de tiempo del contrato los días de perforación, la movilización del equipo, la supervisión.

Tangibles este ítem se refiere a los productos utilizados en el pozo, incluyen: cañerías de revestimiento, tubería, equipo de completación, accesorios de cabeza de pozo, trépanos, productos de cemento, productos para fluidos de perforación, control de sólidos, combustibles, otros materiales y suplementos.

Servicios este grupo de costo se refiere a los servicios requeridos en el pozo, incluyen comunicación, posicionamiento del equipo de perforación, Logging (Wireline) costo de correr o tomar registros con cable (Wireline), en pozo abierto o revestido.

La metodología consiste recopilación de datos, seleccionar materiales a utilizar, analizar la información, calcular por métodos convencionales los parámetros importantes y procesar para el diseño del pozo en estudio.

El objetivo principal es el diseño de perforación del pozo MWD-2, con la técnica de perforación con Casing Drilling, se logrará abastecer completamente el volumen de agua producido por el pozo MGR-X2, la cual debido a su estado mecánico el pozo MWD-1 no tiene la capacidad de abastecer.

MÉTODOS Y MATERIALES

El pozo MWD-1 (Margarita Water Disposal) está ubicado en el departamento de Tarija, Provincia O'Connor, bloque Caipipendi, del campo Margarita. La ubicación del pozo MWD-

2 estará ubicado a un kilómetro de distancia de la planta de Procesamiento de Gas del campo Margarita. Cuyas coordenadas son Y 7,650,629.80 m Norte X 419,949.00 m Este UTM Zona 20 S/PSAD 56.

MÉTODOS

El procedimiento que se utilizó es la aplicación de la tecnología Casing Drilling, la cual hace referencia a perforación con cañerías de revestimiento, al ser una tecnología tiene la ventaja de disminuir tiempo y costos operativos en aproximadamente un 7% a diferencia de una perforación convencional.

A partir de la recopilación de los datos del pozo MWD-1 y con cálculos convencionales se diseñó las cañerías de revestimiento, las presiones de diseño de Estallido y Colapso, y de las cargas axiales y biaxiales mediante método carga máxima, diseño de la perforación con Casing Drilling que incluye: Diseño de la sarta de perforación, Cementación, Hidráulica de la cañería (Liner).

RESULTADOS

A partir del informe de perforación del pozo MWD-1 las características y descripción de las formaciones geológicas que se van a atravesar al realizar la perforación del pozo se muestran en la tabla.1.

Tabla.1. Características y descripción de las formaciones que se van a atravesar

Edad	Formación	Profundidad TVD en metros
		0
Neógeno	Tariquía	90
	Petaca	1250
	Tacurú Superior	1331
Triásico	Tacurú Medio	1570
	Tacurú Inferior	1691
	Ipaguazú	1835
Pérmico	Vitiacua	2231
	Cangapi	2279
Carbonífero	San Telmo	2603
	Profundidad Final	2750

En la tabla 2 se muestra el efecto del límite de adherencia en la curva de diseño superior. Los parámetros para la cañería superficial fueron: Superficie 0 m. Zapato de cañería 90 m. Gradiente del gas 0.115 psi/pie. Densidad de los fluidos nativos 9 Ppg. Diámetro externo de la cañería, OD, 13 3/8 in.

Gradiente de fractura 9,8 ppg. Densidad del lodo 9,5 ppg. La lechada principal del cemento de la cañería superficial densidad 9,5 ppg y 90 m de longitud. A partir de estos datos del pozo MDW-1 se calculó y estableció que la cañería superficial

DISEÑO DE PERFORACIÓN CON TECNOLOGÍA CASING DRILLING DE POZO PARA ELIMINAR AGUA ORIGINADA EN LA PRODUCCIÓN DE GAS

Tabla 2. Efecto del límite de adherencia diferencial

Edad	Formación	TVD m	Gradiente de poro		Gradiente de fractura		Presión diferencial psi	Curva Inferior MW min ppg	Curva superior MW max ppg
			GPp ppg	Pp psi	GFr ppg	Pfr psi			
Neógeno	Tariquía	90	6,8	0	9,8	0	0	7,8	9,5
	Petaca	1250	6,8	32	9,8	46	14	7,8	9,5
	Tacurú Superior	1331	6,8	442	12,0	780	338	7,8	11,7
Triásico	Tacurú Medio	1570	8,5	588	13,0	900	311	9,5	12,7
	Tacurú Inferior	1691	8,5	666	14,0	1097	431	9,5	13,7
	Ipaguazú	1691	8,5	747	14,2	1249		9,5	13,9
Pérmico	Vitiacua	1835	8,5	811	14,3	1365		9,5	14,0
	Cangapi	2231	8,5	986	14,6	1694		9,5	14,3
Carbonífero	San Telmo	2279	8,5	1007	14,6	1730		9,5	14,3
	Profundidad Final	2603	8,5	1151	14,9	2017		9,5	14,6
		2750	8,5	1216	14,9	2131		9,5	14,6

seleccionada debería tener los siguientes indicadores: OD 13,375 in, peso 48 lb/pie, grado H-40, diámetro interno de la tubería, ID, 12,715 in, tramo 0 a 90 m, presión interna y externa 1730 psi. Peso 14173,92 lb, Empuje -1728,96 lb. Suma de fuerzas 12444,96 lb. Esfuerzos Biaxiales de Tensión 5 % Presión de estallido y 5 % presión de colapso. Esfuerzos Biaxiales de Compresión 2 % Presión de estallido y 1 % presión de colapso
Los parámetros para la cañería intermedia fueron: Superficie 0 m.

Zapato de cañería 1570 m. Gradiente liner densidad 13,8 ppg y 1293 m de longitud. La lechada de relleno del cemento de la cañería liner densidad 11,5 ppg y 1070 m de longitud. A partir de estos datos del pozo MDW-1 se calculó y estableció del gas 0,115 Psi/Pie.

Densidad de los fluidos nativos 9 Ppg. OD 9 5/8 in. Gradiente de fractura 9,8 ppg.

Densidad de fluidos nativos 9 ppg. Densidad de fluidos de empaque 10 ppg. Presión de fondo 5000 psi. La lechada principal del cemento de la cañería intermedia densidad 13,8 ppg y 500 m de longitud.

La lechada de relleno del cemento de la cañería intermedia densidad 11,5 ppg y 1070 m de longitud. A partir de estos datos del pozo MDW1 se calculó y estableció que la cañería intermedia seleccionada debería tener los siguientes indicadores: OD 9,625 in, peso 43.5 lb/pie, grado N-80, diámetro interno de la tubería, 8,755 in, tramo 0 a 1570 m, presión interna 3810 psi y presión externa 6330 psi, Presión de estallido 5750 psi, Presión de colapso 5750 psi, Esfuerzos Biaxiales de Tensión 5 % Presión interna y 5 % presión de colapso. Esfuerzos Biaxiales de Compresión 2 % Presión de estallido y 1 % presión de colapso.

Los parámetros para la cañería liner fueron: Superficie 0 m. Zapato de cañería 2750 m. Gradiente del gas 0,115 Psi/Pie.

Densidad de los fluidos nativos 9 ppg. OD7 in. Gradiente de fractura 9,8 ppg.

Densidad de fluidos nativos 9 Ppg. Densidad de fluidos de empaque 10 Ppg.

Presión de fondo 5000 psi. La lechada principal del cemento de la cañería que la cañería liner seleccionada debería tener los siguientes indicadores: OD 7 in, peso 23 lb/pie, grado N-80, ID, 6,3665 in, tramo 0 a 2750 m, presión interna 3830 psi y presión externa 6340 psi.

EL DISEÑO DE LA SARTA DE PERFORACIÓN DE LA CAÑERÍA SUPERFICIAL

Zapato perforador Tipo PDC Diámetro 17 in, 6 Boquillas 14/32. TFA 0,90 in². HSI 2,5 hp/in².

Densidad lodo 8,7 ppg. Factor de flotación 0,86 Hidráulica de perforación Caudal mínimo 919 gpm. Caudal máximo 1778 gpm. Caudal trabajo 1000 gpm. Desplazamiento de la bomba triplex 5,2 Gal/Stk.

Presión en superficie 1558 psi. Caída de presión en el sistema 575 psi. Caída de presión en el zapato 973 psi.

Equipo 2000 hp. Diseño de sarta de perforación de la cañería superficial.

Zapato perforador, tipo II, 3 aletas, Collar flotador 13 3/8 in, 48 lb/pie, H-40, c/anillo de torque toqueado c/ soldadura plástica, OD 17 in, Conexión BTC (BOX), longitud 0,790 m. Cañería 13 3/8 in, 48 lb/pie, H-40, wall 0,33", OD 13 3/8 in, ID, 12,715 in,

Conexión BTC (PIN*BOX), longitud 12,50 m. 12,715 in, OD 13 3/8 in, ID, 12,715 in, Conexión BTC (PIN*BOX), longitud 0,40 m. Cañería 13 3/8 in, 48 lb/pie, H-40, wall 0,33 in, c/anillo de torque 12,715 in diámetro externo de la cañería 13 3/8 in, ID, 12,715 in, Conexión BTC (PIN*BOX), longitud 12,5 m.

Centralizador de cañería 13 3/8 in (tipo rigid), c/anillo de torque 12,715 in, OD 13 3/8 in, ID, 12,715 in, Conexión BTC (PIN*BOX), longitud 0,50 m.

Cañería 9 5/8 in, 48 lb/pie, H-40, wall 0,33 in, c/anillo de torque

12,715 in OD 9 5/8 in, ID 8,835 in, Conexión BTC (PIN*BOX), longitud 12,50 m.

Centralizador de cañería 9 5/8 in (tipo rigid), c/anillo de torque 12,715 in, OD 9 5/8 in, ID 8,835 in, Conexión BTC (PIN*BOX), longitud 0,50 m.

Cañería 9 5/8 in, 48 lb/pie, H-40, wall 0,33 in, c/anillo de torque 12,715 in, OD 9 5/8 in, ID 8,835 in, Conexión BTC (PIN*BOX), longitud 50,31 m.

Balance de materiales de la lechada principal, para la cañería superficial: Cemento clase G 110,230 lb, Agua dulce 51,039 lb, Cloruro de calcio 1,653 lb, D- air 3000L 0,100 lb, Total 163,02 lb. Tiempo operativo de cementación de la cañería superficial: Caudal 5 bbl/min, volumen 226,4 bbl tiempo 110,61 min.

EL DISEÑO DE LA SARTA DE PERFORACIÓN DE LA CAÑERÍA INTERMEDIA:

Zapato perforador Tipo PDC Diámetro 12 1/4 in. 3 Boquillas 14/32 y 1 Boquilla 13/32. TFA 0,58 in². HSI 3,5 hp/ in²

Densidad lodo 9,5 ppg. Factor de flotación 0,85.

Hidráulica de perforación Caudal mínimo 506 gpm. Caudal máximo 844 gpm. Caudal trabajo 650 gpm. Desplazamiento de la bomba triplex 3,7 Gal/Stk. Presión en superficie 2685 psi.

Caída de presión en el sistema 1597 psi. Caída de presión en el zapato 1088 psi. Equipo 2000 hp.

DISEÑO DE SARTA DE PERFORACIÓN DE LA CAÑERÍA SUPERFICIAL.

Zapato perforador, tipo II, 4 aletas, toqueado c/ soldadura plástica, OD 12 1/4 in, Conexión BTC (BOX), longitud 0,790 m.

Cañería 9 5/8 in, 43,5 lb/pie, N-80, wall 0,33 in, OD 9 5/8 in, ID, 8,755 in, Conexión BTC (PIN*BOX), longitud 12,50 m. Collar flotador 9 5/8 in, 48 lb/pie, N-80, c/anillo de torque 8,755 in, OD 95/8 in, ID, 8,755 in, Conexión BTC (PIN*BOX), longitud 0,40 m.

Cañería 9 5/8 in, 43,5 lb/pie, N-80, wall 0,33in, OD 9 5/8 in, ID, 8,755 in, Conexión BTC (PIN*BOX), longitud 12,50 m.

Centralizador de cañería 95/8 in (tipo rigid), c/anillo de torque 8,755 in, OD 9 5/8 in, ID 8,755 in,

Conexión BTC (PIN*BOX), longitud 0,50 m.

Cañería 9 5/8 in, 43,5 lb/pie, N-80, wall 0,33 in, OD 9 5/8 in, ID, 8,755 in,

Conexión BTC (PIN*BOX), longitud 12,50 m.

Centralizador de cañería 9 5/8 in (tipo rigid), c/anillo de torque 8,755in, OD 9 5/8 in, ID 8,755 in, Conexión BTC (PIN*BOX), longitud 0,50 m.

Cañería 9 5/8 in, 43,5 lb/pie, N-80, wall 0,33 in, OD 9 5/8 in, ID, 8,755 in,

Conexión BTC (PIN*BOX), longitud 1467,31 m. Longitud final 1570

Balance de materiales de la lechada principal, para la cañería intermedia: Cemento clase G 110,230 lb, Agua dulce 50,263 lb, HR5(0,36% BWOC) 0,397 lb, D- air 3000L 0,100 lb, Total 160,760 lb.

Balance de materiales de la lechada de relleno, para la cañería intermedia: Cemento clase G 110,230 lb, Agua dulce 117,852 lb, HR5(0,36% BWOC) 0,275 lb, D- air 3000L 0,100 lb, Bentonita (3% BWOC) 3,306 lb, Total 231,763 lb.

Tiempo operativo de cementación de la cañería superficial: Caudal 5 bbl/min, volumen 611,76 bbl tiempo 152,35 min

EL DISEÑO DE LA SARTA DE PERFORACIÓN DE LA CAÑERÍA LINER:

Trépano PDC 8 1/4 in, Tipo MSi716, 6 Boquillas 8/32 y 1 Boquilla 12/32. TFA 0,406 in². HSI 3,5 hp/in²

Densidad lodo 9,5 ppg. Factor de flotación 0,85.

Hidráulica de perforación Caudal mínimo 296 gpm. Caudal máximo 698 gpm. Caudal trabajo 400 gpm. Desplazamiento de la bomba triplex 3,06 Gal/Stk. Presión en superficie 2472 psi.

Caída de presión en el sistema 1621 psi. Caída de presión en el zapato 851 psi. Equipo 2000 hp
Bit PDC 6in, OD6 pul Conexión 4 1/2 Reg (P), longitud 0,25 m

Motor de Fondo 4 3/4 in; 0 AKO; 8 3/8 in, STB, OD 4 3/4 in, Conexión 4 1/2 Reg (B) x NC46 (B), longitud 10,37 m.

Estabilizador 6 1/8 in OD 4 1/2 in, ID 2,50 in, Conexión NC 46 (P) x 4 1/2 FH (B), longitud 1,67m LSS, OD 4 7/8 in, ID 3,50 in, Conexión 4 1/4 FH (P x B), longitud 0,37 m. Crossover, OD 6 1/4 in, ID 2,50 in,

Conexión NC 46 (B) x NC50 (B), longitud 0,50 m.
3 HWDP 5 in, 41 lb/pie, OD 5 in, ID 3 in, Conexión NC 50 (P x B), longitud 28,17 m.

Drilling Jar 6 5/8 in, OD 6 5/8 in, ID 2,15 in, Conexión NC 46 (P x B), longitud 9,39 m.

3 HWDP 5 in, 41 lb/pie, OD 5 in, ID 3 in, Conexión NC 50 (P x B), longitud 28,17 m.

Cañería Liner 7 in, N-80, 23 lb/pie, c/Shoe Reamer 7 in, OD 7 in, ID 6,366 in, Conexión BTC (Px B), longitud 1293 m.

Crossover, Conexión BTC (P) x NC-50 (B), longitud 0,45 m.

DP 5 in, 19,5 lb/pie, S-135, OD 5 in, ID 4,276 in, NC 50 (P x B), longitud 1419,13m. Longitud total 2887 m.

Balance de materiales de la lechada principal, para la cañería intermedia: Cemento clase G 110,230 lb, Agua dulce 50,555 lb, HR-5(0,36% BWOC) 0,110 lb, D- air 3000L 0,100 lb, HALAD 22 (0,3% BWOC) 0,331 lb, Gas Stop HT (0,6% BWOC) 0,661 lb, Total 160,760 lb.

Tiempo operativo de cementación de la cañería liner: Caudal 5 bbl/min, volumen 458 bbl tiempo 110,93 min.

DISCUSIÓN

DISEÑO DE PERFORACIÓN CON TECNOLOGÍA CASING DRILLING DE POZO PARA ELIMINAR AGUA ORIGINADA EN LA PRODUCCIÓN DE GAS

En la tabla 3, se puede apreciar los días acumulados de maniobras que se realizaron en la perforación convencional del pozo MWD-1 y la perforación con Casing Drilling del pozo MWD-2 en los tres tramos de 17½ pulgadas a 95 m de profundidad, 12¼ pulgadas a 1575 m de profundidad y 8½ pulgadas a 2755 m de profundidad.

En la tabla 3, se compara la evaluación económica del proyecto de diseño de perforación del pozo MWD-2 con la aplicación de la tecnología Casing Drilling con de los montos de inversión del pozo MWD-1 perforado mediante la técnica convencional.

El pozo MWD-1 se diseñó en un tiempo de 45 días y sus costos de perforación total fueron de \$us 6,198,994. Sin embargo, el lapso estimado del diseño de perforación del pozo MWD-2 aplicando la tecnología de Casing Drilling es de 38 días y un costo total de \$us 5165397, teniendo una diferencia en ahorro de dinero de \$us 1033597 y de 7 días en tiempo.

Tabla. 3. Comparación del tiempo de perforación y costos

	Pozo MWD-1 mediante la técnica convencional	Pozo MWD-2, mediante la técnica de perforación con Casing Drilling
Tiempo fase superficial horas/días	132.00/5.50	96.50/4
Tiempo fase intermedia horas/días	432.00/18.00	355.5/14.0
Tiempo fase linier horas/días	528.00/22.00	481.0/20.0
Tiempo total días	45	38
Total costo Sus	6,198,994.00	5,165,397.00

El diseño de perforación con Casing Drilling ha demostrado ser una técnica más competitiva y conveniente a comparación de la perforación con la técnica convencional.

Para las 3 fases de perforación: superficial, intermedia y liner del pozo MWD-2 se realizan cálculos de hidráulica y cementación, seleccionando los accesorios de cementación y zapato perforador, el diseño de la sarta de perforación y la secuencia operativa

La tabla 4, muestra los cálculos de hidráulica y cementación para las 3 fases de del pozo MWD-2. Con el diseño propuesto y mediante la aplicación de la tecnología Casing Drilling, el pozo MWD-2 tendrá la capacidad de abastecer todo el volumen 15000 barriles Longitud final 90,00 diarios de agua de formación que produce el pozo MGR-X2, y no será necesario transportarlo hasta el campo de depletado "Camiri", donde solía ser transportado debido a que el pozo MWD-1 no tiene la capacidad de abastecer todo el volumen

Tabla. 4. Hidráulica y cementación para el pozo MWD-2

	Hidráulica		
	Superficial	Intermedia	liner
Presión en superficie, psi	1558	2685	2472
Área de las boquillas plg. ²	0.907	0.583	0.406
	Cementación		
Sacos de cemento	347	555	538
Materiales	Cloruro de calcio D-Air 3000L	HR-5 HALAD 22 D-Air 3000L	HR-5 HALAD 22 D-Air 3000L Gas Stop HT
Tiempo min	110.61	152.35	110.3

Con la presión y el caudal que alcanza el pozo MGR-X2, el pozo MWD1 al llegar a su límite y no lograr abastecer todo el volumen de agua producido. La necesidad realizar la perforación de un segundo pozo, la cual es el propuesto que vendría a ser el MWD-2 con un diseño diferente al del pozo MWD-1, que tiene la caracter

REFERENCIAS

- Ballesteros, J. A., Moreno, G. Hernán Perforación de Pozos de Petróleo con la técnica no Convencional Casing Drilling, Universidad Industrial de Santander, 2012, Colombia.
 Vera Torres, J.I. Estratigrafía. Principios y métodos. Editorial Rueda. 806 págs. 1994. Madrid ISBN 84-7207-074-3
 Navea G. Carla- Geología General I. Introducción a la Geología y su rol en el Mundo Minero. <https://www.slideshare.net/faustoquezada/geologia-general-i-unidad>, 2017

