

NUEVAS TECNOLOGIAS PARA LA PREVENCION Y CURA DE PERDIDAS DE CIRCULACION CUANDO SE PERFORA EN OVERBALANCE

**AUTORES: WILMERTH FIGUEREDO – MAYRA GUERRA
HALLIBURTON
VENEZUELA**

RESUMEN

La perforación en OVERBALANCE (Sobre Balance) puede incrementar el riesgo de Perdidas de Circulación, por la alta densidad que se requiere para controlar la presión de formación. Una nueva generación de materiales para control de perdidas han sido introducidos, los cuales tienen como función suministrar integridad a la formación y al mismo tiempo ir sellando las pérdidas de fluido a medida que se perfora. Estos ya han sido probados en el campo, rebasando las expectativas, logrando perforar zonas potenciales de perdidas y con una alta rata de penetración. Fue aplicado, en un pozo logrando perforar una sección de más de 500 pies (152m), reduciendo la perdida de fluido a menos de 900 bbls cuando se esperaba una perdida de más de 2000 bbls, perforando una zona con un diferencial de mas de 3000 psi. En pruebas de laboratorio se han realizado pruebas con diferenciales de hasta 2000 psi y temperaturas mayores de 300°F (149°C).

El primero de estos productos es un material obturante compuestos por mezclas de fibras, soluble en ácido, puede ser aplicado en zonas productoras, una de sus ventajas es sellar mientras perfora, cuando se adiciona como parte de la formulación del sistema. El segundo es un material obturante flexible, de doble composición, a base de carbono, que es un grafito, que permite sellar formaciones porosas y fracturadas, no es dañino a la formación y suministra integridad a la formación.

Estos productos pueden ser incorporados en la formulación original del fluido de manera preventiva. Se pueden usar en fluidos base agua, base aceite o sintéticos. También pueden ser utilizados de manera correctiva como píldoras para el control de perdidas.

Para la aplicación en el campo también se realizaron simulaciones de hidráulicas usando del sistema avanzado de Hidráulica DFG+, el cual nos brinda un cálculo más exacto de la densidad equivalente de circulación (ECD) y un mejor diseño de los parámetros de perforación, como el caudal y la tasa de penetración, minimizando los riegos de perdidas de circulación.

INTRODUCCIÓN

Uno de los retos de la perforación en la actualidad, es perforar zonas con presiones anormales, es decir que se tienen que atravesar secciones intercaladas de baja y alta presión, o zonas con gran permeabilidad o poca permeabilidad, zonas con fracturas, micro-fracturas, con fallas tectónicas, etc., lo que origina el incremento del riesgo de perdidas de circulación y a su vez generar problemas de pega de tubería.

En el pasado, las acciones para el control de perdidas eran en su mayoría correctivas y no preventivas. Ahora es posible ser preactivos, y brindar soluciones antes de que ocurran.

En este trabajo se estudiara la implementación de mejores practicas operacionales para la perforación de pozos con alto riesgo de perdida de circulación, mediante la utilización de productos de nueva

generación que hacen a los sistemas de fluido mas eficientes y efectivos, y la utilización de herramientas avanzadas de hidráulica que ayudan a una mejor planificación y control de los parámetros de perforación. Una mejor programación, preparación, y tener soluciones probables en la mano, puede ayudar a eliminar pérdidas substanciales de tiempo y dinero, haciendo al perforación mas rentable y aumentando la productividad de los pozos, minimizando el daño a la formación.

PERFORACION EN OVERBALANCE

La perforación de pozos en sobre-balance puede ser utilizada cuando es necesario atravesar alguna sección de hoyo abierto que contenga Lutitas reactivas y presurizadas que requieran alta densidad para impartir estabilidad. Esto podría complicarse cuando se perforan pozos direccionales, los cuales requieren densidades mayores para asegurar la estabilidad, lo que implica un incremento en la densidad equivalente de circulación (ECD) y presentan gradientes de fracturas bajos, lo que puede originar dependiendo de la formación la incidencia de la presencia de perdida de circulación o en su defecto pegas por diferencial. Un ejemplo tipo de perforación sobre-balance es la construcción de pozos con altas presiones o presiones subnormales con altas temperaturas donde se combinan formaciones de lutitas y arenas de reservorio.

PERDIDA DE CIRCULACION

Se puede definir como la perdida de retorno parcial o total de fluido a la formación como resultado de la presión anular ejercida por el fluido de perforación.

Las presiones pueden resultar de causa natural o inducida. En el caso de los pozos perforados en OVERBALANCE, estas perdidas son inducidas ya que se perfora con un ECD mayor al gradiente de fractura de la formación.

La pérdida de circulación es identificada por una reducción de la velocidad de retorno compara con la velocidad de bombeo de fluido hacia el pozo (**Flujo de Salida < Flujo de Entrada**). Al ocurrir esto se produce una disminución del volumen anular, lo que crea un impedimento en las operaciones de perforación.

En casos extremos las perdidas de circulación puede ocasionar problemas de control de pozos, incluyendo reventones o problemas de desestabilización por disminución de la columna hidrostática del fluido.

Las zonas potenciales de perdida son:

1. **Zonas altamente permeables:** Las perdidas en estas zonas pueden llegar a ser de un 100%, estas zonas están conformadas típicamente por arenas. Reservorios despresurizados también pueden ser considerados como zonas permeables.
2. **Formaciones naturalmente fracturadas:** Estas perdidas pueden ocurrir con sobre-balances muy bajos hasta de 50 psi. Este tipo de fracturas suelen ser frecuentemente encontradas en zonas estresadas tectónicamente. Estas pueden ser de un 100%.
3. **Formaciones Cavernosas:** Son fáciles de reconocer. Ocurre inmediatamente una perdida de 100% de retorno y una perdida de peso sobre la mecha. La oportunidad de conseguir retorno es

limitada. La solución mas factible es la de perforar ciego por debajo de la zona y luego bajar revestidor.

4. **Fracturas Inducidas:** Son el tipo de perdida mas común, estas pueden ser lentas, moderadas o completas a cualquier profundidad. Estas ocurren cuando el ECD excede el gradiente de fractura causando la ruptura de la formación. Estas rupturas también pueden ocurrir con presiones de pistoneo durante viajes y conexiones. También pueden ocurrir cuando se trata de matar un pozo debido a los incrementos de densidad. Es muy importante comprender las presiones de poro y gradiente de fractura versus la densidad equivalente de circulación y las presiones de pistoneo con las propiedades de lodo utilizadas en un área particular.¹

Clasificación de las perdidas:

1. **Filtración:** menor de 10%, típico de formaciones porosas y permeables.
2. **Parcial:** entre 10% - 50%, típico de formaciones de arena y grava no consolidada; pequeñas fracturas abiertas.
3. **Severa:** entre 50% - 95%, típico de largas secciones arenas no consolidadas/fracturadas.
4. **Total:** 100% - No hay retorno, Cavernas o grades fracturas.

Cuando se perfora pozos con altos diferenciales de presión el tipo de perdida comúnmente presentados es el originado por fracturas inducidas. En la actualidad es posible perforar pozos con altos sobrebalance debido a la incorporación en el fluido de aditivos de ultima generación que suministran integridad y reducen la perdida de fluido mientras se perfora. Al mismo tiempo se dispone de herramientas que permiten evaluar el diseño hidráulico de los pozos, reduciendo aun mas el nivel o la severidad de las perdidas.

Entre los aditivos de ultima generación para el control de perdida tenemos:

1. **LCM tipo 1:** que es una mezcla exclusiva de materiales de pérdida de circulación solubles en ácido, diseñada para ser usada en sistemas de fluidos no dañinos para la formación. Diseñado para sellar micro-fracturas y controlar la infiltración y pérdidas severas en zonas productivas. La mezcla penetra las gargantas porales y crear un puente a través de las micro-fracturas. Es compatible con fluidos base agua, sintéticos y base aceite.
2. **LCM tipo 2:** es un material flexible, de doble composición a base de carbono, capaz de permitir que partículas empacadas ajustadamente bajo compresión se expandan o contraigan en poros y/o fracturas, sin ser dislocadas o colapsadas debido a cambios en presiones diferenciales. Es un aditivo para pérdida de circulación utilizado en fluidos de perforación base aceite y sintéticos, ha sido finamente granulado para curar pérdidas en formaciones porosas y/o micro fracturadas. Es también eficaz en fluidos de perforación base agua como aditivo de pérdida de circulación y lubricante sólido para torque y arrastre. Otra de las ventajas de producto es que suministra integridad a la formación y no es dañino a la formación.

Prevención de Pérdidas de Circulación:

La prevención es la clave para evitar o reducir la posibilidad de que ocurra una pérdida de circulación. Se debe dar consideración a las causas potenciales de pérdida de circulación y la ubicación de las zonas de pérdida potencial. En muchos casos las zonas de pérdida no están en las zonas recientemente perforadas sino que están cerca del asiento del último revestidor. Típicamente esta es la zona expuesta con el menor gradiente de fractura.

Las pérdidas a zonas previamente perforadas, formaciones menos profundas son casi siempre inducidas y son resultado de sobre presiones hidrostáticas causadas por excesivo ECD, prácticas pobres de perforación/viajes, o aumentos no planeados de densidad.

Si se puede establecer de evidencia disponible si las pérdida son de formaciones porosas, cavernosas o fracturadas, un tratamiento apropiado puede ser recomendado. Si una reducción de la densidad de lodo o de las bombas no es posible o no se consiguen los resultados, entonces algún tipo de material de pérdida de circulación debe ser utilizado para ayudar a sellar la zona de pérdida.

EVALUACION DE NUEVAS TECNOLOGIAS PARA EL CONTROL DE PERDIDAS DE CIRCULACION

Para la evaluación de estas nuevas tecnologías se tomara como ejemplo el estudio realizado para la perforación de un pozo en OVERBALANCE que se perforo en la zona oriental de Venezuela, específicamente Norte de Monagas.

Objetivo

Estudio de la factibilidad de perforar la fase de 6 ½", hasta llegar a los 14800' (4511m) en un pozos ubicado en el Norte de Monagas - Venezuela, atravesando zonas de alta presión (marcador E2) y de baja presión (Naricual Superior), donde se espera encontrar un diferencial de 3080 psi, con la utilización de nuevas tecnologías de control de perdidas.

Programa de Técnico

El sistema recomendado para la perforación de este intervalo es un fluido de perforación 100% aceite mineral DRILL-IN, desarrollado especialmente para minimizar el daño a la formación. El sistema mantendrá una concentración óptima de material puenteante con el objeto de tapar los poros de las formaciones minimizando la invasión de filtrado.

La distribución del tamaño de partícula de estos sólidos está diseñado de tal manera que minimizan la invasión y proporcionan integridad a la formación.

Con el objeto de asegurar la integridad de la formación se han incorporado al sistema los materiales de control de pérdida de nueva generación.

Esquema del Pozo Ver **Figura 1**.

Pruebas de Laboratorio

Formulación y Diseño del Fluido (100% Aceite)

Tabla 1 - Formulaciones							
		Muestras					
Productos	Unidad	1	2	3	4	5	6
Aceite Mineral	m ³	0.116	0.116	0.116	0.116	0.116	0.116
Controlador de Filtrado	kg/m ³	17.12	17.12	17.12	17.12	17.12	17.12
Emulsificante	kg/m ³	17.12	17.12	17.12	17.12	17.12	17.12
Activador Polar	kg/m ³	14.27	14.27	14.27	14.27	14.27	14.27
Cal Hidratada	kg/m ³	22.83	22.83	22.83	22.83	22.83	22.83
Viscosificante	kg/m ³	17.12	8.56	17.12	8.56	17.12	8.56
Barita	kg/m ³	La Requerida	La Requerida	La Requerida	La Requerida	La Requerida	La Requerida
CaCO ₃ 70/75	kg/m ³	28.53	28.53	28.53	28.53	42.8	42.8
CaCO ₃ 30/35	kg/m ³	71.33	71.33	85.59	85.59	42.8	42.8
CaCO ₃ 40/45	kg/m ³	71.33	71.33	57.06	57.06	85.59	85.59
LCM tipo 2	kg/m ³	42.8	42.8	28.53	28.53	42.8	42.8
LCM tipo 3	kg/m ³	28.53	28.53	57.06	57.06	57.06	57.06
BDF-319	kg/m ³	-	7.13	-	7.13	-	7.13

Propiedades Recomendadas

Tabla 2 - Propiedades		
Propiedad	Unidad	Valor
Densidad	lpg	14.2 – 14.5 (1.7 – 1.74 SG)
Visc. Embudo	seg	45 - 55
Visc. Plastica	cP	25 - 30
Punto Cedente	lbs/100pies2	10 - 12
Geles 10seg/10min	lbs/100pies2	6/10 - 7/14
Filtrado HP/HT	cc/30min	<4
Exceso de Cal	ppm	>3
Est. Eléctrica	volt	>1500
SBG	% v/v	<=6
Lecturas 6/3	lbs/100pies2	8/6 - 9/7
Tau0	lbs/100pies2	6 - 8.5

Estudios Realizados

1. Pruebas convencionales

- Reología
- Estabilidad Eléctrica
- Alcalinidad
- Filtrado APAT
- Retorta

- 2. Ensayo de Taponamiento por partículas (PPT):** El aparato de taponamiento por partículas es un filtro prensa estático invertido APAT con un disco de cerámica como medio filtrante. Este ensayo estático mide la capacidad de taponamiento de poros de un fluido. Los resultados del PPT incluyen la pérdida instantánea inicial y la pérdida total de volumen en 30 minutos.
- 3. FANN70:** Viscosímetro APAT (alta presión, alta temperatura), se usa para determinar las propiedades reológicas de fluidos de perforación sujetos a temperaturas de hasta 500°F (260°C) y presiones de hasta 20,000 psi (137,895 kPa). Debido a que los aceites y ésteres son compresibles, la viscosidad de los fluidos preparados con estos fluidos base es afectada directamente por las presiones de operación.

Resultados Obtenidos

Tabla 3 - Propiedades Obtenidas							
		1	2	3	4	5	6
Densidad	lpg	14.5 (1.74 SG)	14.5 (1.74 SG)	14.5 (1.74 SG)	14.5 (1.74 SG)	14.5 (1.74 SG)	14.5 (1.74 SG)
Visc. Plastica	cP	27	20	27	23	29	24
Punto Cedente	lbs/100pies2	7	5	9	5	8	6
Geles 10seg/10min	lbs/100pies2	9/16	6/11	8/15	6/11	8/14	6/12
Filtrado HP/HT	cc/30min	5.4	6	5.6	5.6	4.2	5.4
Exceso de Cal	ppm	>3	>3	>3	>3	>3	>3
Est. Eléctrica	volt	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Lecturas 600/300	lbs/100pies2	61/34	45/25	64/36	51/28	65/36	54/30
Lecturas 200/100	lbs/100pies2	25/16	21/17	27/17	25/19	26/16	26/19
Lecturas 6/3	lbs/100pies2	8/7	6/5	8/7	6/5	8/7	6/5
Tau0	lbs/100pies2	7.90		7.28		7.28	

Taponamiento por partículas (PPT) Diso 10μ 3000 psi – 300°F (149°C)							
Spurt Loss	ml	4.7258	5.8345	3.262	4.356	3.6458	3.9832
Filtrado	ml	17.8	21.4	12.4	16.8	9	14.4
Velocidad de Filtración	ml/30min	2.2851	2.853	1.7628	2.035	1.1968	1.936

Taponamiento por partículas (PPT) Diso 20μ 3000 psi – 300°F(149°C)							
Spurt Loss	ml	3.3706	6.0523	2.7678	6.2522	3.9933	4.0251
Filtrado	ml	15.2	19.6	7.6	12.8	6.8	10.2
Velocidad de Filtración	ml/30min	2.0259	2.2535	0.9345	2.3721	0.5728	2.0841

Taponamiento por partículas (PPT) Diso 35μ 3000 psi – 300°F(149°C)							
Spurt Loss	ml	2.0534	2.5536	2.7076	2.1258	2.4967	1.9817
Filtrado	ml	12.4	14.8	8.4	9.8	6.8	8.8
Velocidad de Filtración	ml/30min	1.8342	1.9652	1.09	2.0547	0.8374	1.8325

Taponamiento por partículas (PPT) Diso 150μ 2000 psi – 300°F(149°C)							
Spurt Loss	ml	1.6188	1.8322	1.2791	1.6849	1.4819	1.5928
Filtrado	ml	8.4	10.2	5.6	8	4.4	6.4
Velocidad de Filtración	ml/30min	1.1654	1.3564	0.7245	1.2563	0.4875	0.8923

Se estudiaron 6 formulaciones haciendo uso de los aditivos anti-perdida, destacando tres formulaciones bajo el esquema convencional 100% Aceite (Drillin) y tres formulaciones bajo el esquema SEMI-POLIMERICO (Drill-in) , (ver **Tabla 1**).

De acuerdo a los resultados obtenidos para los ensayos realizados se determinó que la formulación que mejor se adaptó a las condiciones requeridas coincide con la identificada con el **número 5** , principalmente, en virtud, de que los ensayos de filtración estática por taponamiento de poros (Presión diferencial = 3000 psi y Temperatura = 300 F) en discos de aloxita de 10, 20, 35 y 150 micrones, resultaron con un menor volumen de filtrado, “spurt loss” y velocidad de filtración en comparación con el resto de las formulaciones.

Una vez seleccionada la formulación se realizó un ensayo de reología a condiciones de fondo (FANN-70) con presión de 11.500 psi a intervalos de temperatura de 150, 200, 250 y 300 F, respectivamente.

Resultados del Fann 70

REOLOGÍA A CONDICIONES DE FONDO (P= 11,500 PSI Y T=150, 200, 250 Y 300°F) FORMULACIÓN NRO 3									
Propiedades	Unidad	Condición 1		Condición 2		Condición 3		Condición 4	
		Temp. (°F)	Presión (psi)	Temp. (°F)	Presión (psi)	Temp. (°F)	Presión (psi)	Temp. (°F)	Presión (psi)
		150	11,500	200	11,500	250	11,500	300	11,500
Lectura 600	—	115.2		73.8		38.2		28.2	
Lectura 300	—	69.3		43.2		21.8		16.4	
Lectura 200	—	39.8		27.4		19.5		17.8	
Lectura 100	—	25.8		16.2		13.2		10	
Lectura 6	—	9.0		8.1		7.5		4.9	
Lectura 3	—	8.0		6.5		5.9		3.3	
Geles 10seg/10min	lbs/100pies ²	9,3/11,5		9,0/10,0		7,8/6,5		4,9/5,8	
Viscosidad Aparente	cP	57.6		36.9		19.1		14.1	
Viscosidad Plástica	cP	45.9		30.6		16.4		11.8	
Punto Cedente	lbs/100pies ²	23.4		12.6		5.4		4.6	

Resultados Ver **Figura 2**.

De acuerdo a los resultados arrojados por esta prueba el fluido presenta reologías de fondo optimas pues debemos trabajar con ECD mínimos ya que se perforara en OVERBALANCE.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Una vez abalizados se escogió como el fluido optimo para la perforación el Fluidos Drill-in (Muestra 5).

El cual proporcionaba reologías optimas para perforar esta sección, sumando a esto la capacidad de sellado.

Finalizada la fase de laboratorio se procedió a realizar el diseño Hidráulico.

DISEÑO DE HIDRÁULICA

Tamaño de la Mecha: 6.5"

Diámetro promedio del Hoyo: 6.5"

ROP: 4pph (1.2 mph)

Tipo de Lodo: 100% Vassa

Densidad: 14.5 lpg (1.74 SG)

(Se toma esta densidad como margen de seguridad para realizar las Pruebas)

Diámetro de los recortes: 0.25"

GPM: 150 (3.6 bpm)

Propiedades Reológicas (VG Meter Calculations)

Herschel Bulkley Model RF= 1

rpm	Dial
600	65
300	37
200	27
100	17
6	8
3	7

$$n = .977$$

$$K = .07050 (\text{lbf} \cdot \text{sec}^n / 100 \text{ ft}^2)$$

$$\text{Tau}_0 = 7.19 (\text{lbs} / 100 \text{ ft}^2)$$

$$\text{VP} = 28 \text{ cP}$$

$$\text{PC} = 9 (\text{lbs} / 100 \text{ ft}^2)$$

Sarta de Perforación

Revestidores		
OD, pulg	ID, pulg	Longitud
9 5/8	8.535	4564 (1391m)
7 5/8	6.710	9348 (2849m)
6.5	6.5	1188 (362m)

Sarta de Perforación		
OD, pulg	ID, pulg	Longitud
5	4.276	4500 (1372m)
4.5	3.640	9370 (2856m)
3.5	2.375	800 (244m)
4.75	2.25	130 (40m)

Análisis DrillAhead (150 gpm – 0.25 Diámetro de Ripios)**Ver Figura 3.****Simulación de Fondo Arriba****Ver Figura 4.**

Nota: Según los resultados de esta simulación se recomienda circular un fondo arriba cada 100' perforados, el bombeo de píldoras viscosas no es necesario y así se reduce el riesgo de un incremento excesivo del ECD.

Optimización DrillAhead**Drill Ahead Optimization data for annular section 6 - 14800.0 ft****ECD vs ROP vs Pump Rate**

gal/min 100.0 200.0 300.0 .0 .0

ROP ft/hr lb/gal

2.0	14.934	14.975	15.015	15.055	15.095
4.0	14.938	14.978	15.018	15.058	15.097
6.0	14.942	14.982	15.021	15.060	15.099
8.0	14.946	14.985	15.023	15.062	15.101
10.0	14.951	14.988	15.026	15.064	15.103

Según los resultados se puede perforar con un galonaje máximo de 200 gpm y un mínimo de 100 gpm, con una ROP máxima de 4 pph, generando un máximo de 0.9% de ripios y un ECD con ripios de 14.9

Effective Cuttings Load vs ROP vs Pump Rate

2.0	.059	.048	.039	.033	.030
4.0	.118	.090	.074	.062	.053
6.0	.174	.141	.113	.095	.082
8.0	.233	.183	.152	.124	.112
10.0	.292	.231	.185	.157	.141

Pump SPP

gal/min psi

100.	576.7
200.	1275.2
300.	2275.6

EQUIPOS DE CONTROL DE SÓLIDOS

Como se iba a utilizar material de perdida como parte de la formulación del sistema fue necesario también evaluar los equipos de control de sólidos para minimizar la perdida de aditivos por los mismos. Los resultados arrojados fueron:

Uso de mallas XR -125 y mallas XR-140 según el diámetro de partículas en micrones del agregado de CaCO₃ 70-75 , LCM tipo 2 el cual tienen un diámetro promedio 80 micrones y el LCM tipo 1 de 40 – 60 micrones.

Especificaciones técnicas de las mallas recomendadas de acuerdo al análisis de partícula

Mallas Mesh XR-125: Punto de corte 115 Micrones

Porcentaje descarte Carbonato de Calcio: 1% (Por degradación de partícula)

Porcentaje descarte LCM tipo 2: 20% (Por degradación de partícula)

Mallas Mesh XR-140: Punto de corte 108 Micrones

Porcentaje descarte carbonato de calcio: 1% (Por degradación de partícula)

Porcentaje descarte LCM tipo 2: 45% (Por degradación de partícula)

Prueba en Campo

Con la utilización de los material de control de perdida de nueva generación se logró perforar en una zona con un alto diferencial de presión (3087 psi) logrando reducir las pérdidas de circulación. Al iniciarse la perforación se perdieron inicialmente 591 bbls debido al alto diferencial, situación que requirió el bombeo de una píldora formulada con 80.0 lbs/bbl de LCM tipo 1 y 40.0 lbs/bbl de LCM tipo 2, esperó por 2 horas, controló pérdida y continuó perforando registrando pérdidas parciales de lodo a la formación, las cuales se contrarrestaron con el bombeo de 10 bbls de píldora sellante cada 50 pies perforados formulada con los LCM de nueva generación.

Se logró perforar 558' en 44 horas efectivas de perforación, lo que significó una ROP de 13 pph. Se perdieron un total de 1,600 bbls de lodo, aún cuando se estimaba que las pérdidas sobrepasaran los 2500 bbls. Lo que redujo en gran medida el costo del pozo. Con esto se logro demostrar que la utilización de estos productos beneficia en gran medida a la perforación con altos diferenciales, reduciendo el tiempo y costo del pozo.

Debido a los resultados operacionales obtenidos en este pozo y en otros pozos de la zona, el LCM tipo 1 y LCM tipo 2, se han convertido en la vanguardia para el control de perdidas de circulación.

RECOMENDACIONES PARA EL CONTROL DE PERDIDAS DE CIRCULACION

Preventivo en el Reservorio		
Permeabilidad	Formulación	Concentración Total
<500md	LCM TIPO 1	42.8 – 57.06 kg/m ³
>500md<1000md	LCM TIPO 1 + BARACARB 30/35 & 40/45	57.06- 71.33 kg/m ³
>1000md	LCM TIPO 1 + BARACARB 40/45 - 70/75	57.06 – 71.33 kg/m ³
-	LCM TIPO 1 + BARACARB 20/25 - 40/45 & 70/75	50.06 – 71.33 kg/m ³

Correctivo en el Reservorio		
Perdida <30%	Formulación	Concentración Total
1	LCM TIPO 1 + BARACARB 40/45	142.65 kg/m ³
2	LCM TIPO 1 + BARACARB 50 - 70/75	142.65 kg/m ³
Perdida >=30% & <60%	Formulación	Concentración Total
1	LCM TIPO 1 + BARACARB 50 + LCM tipo 2	142.65 – 171.18 kg/m ³
2	LCM TIPO 1 + BARACARB 50 & 150	142.65 - 171.18 kg/m ³
Perdida >=60% & <90%	Formulación	Concentración Total
1	LCM TIPO 1 + BARACARB 50 & 150 + LCM tipo 2	142.65 – 171.18 kg/m ³
2	LCM TIPO 1 + BARACARB 50, 150 & 600	142.65 – 171.18 kg/m ³
Perdida >=90%	Formulación	Concentración Total
1	LCM TIPO 1 + BARACARB 50, 150 & 600 + LCM tipo 2	171.18 – 228.24 kg/m ³

CONCLUSIONES

La utilización de nuevas tecnologías beneficia en gran medida el éxito de las operaciones durante la construcción de los pozos. En nuestro caso al incorporar tecnologías como los materiales control de perdidas de circulación de nueva generación y DFG DrillAhead, garantizamos la perforación de pozos mas seguros y económicos, bajo condiciones y en áreas donde anteriormente no se podía.

Estos nuevos aditivos de ultima generación para el control de perdidas, minimizan los costos del pozo en lo que respecta a fluidos, pues se consume menos volumen. También reducen el tiempo de perforación.

Estas tecnologías ya ha sido probadas mundialmente, teniendo record de perforación con diferenciales de hasta 4500 PSI.

También con la utilización de Herramientas avanzadas de Hidráulica nos garantizan la limpieza del hoyo, disminuyendo en consecuencia los valores de ECD altos, minimizando los riesgos de pérdida de circulación.

En fin una mejor planificación, preparación y el disponer de mejores practicas operacionales incluyendo tecnologías de avanzada, pueden ayudar a eliminar perdidas substanciales de tiempo y dinero.

CONTRIBUCIONES TÉCNICAS

1. Posibilidad de perforar en zonas de presiones sub-normales, con diferenciales de más de 2500 psi.
2. Capacidad de Suministrar integridad a la formación y capacidad de sello mientras se perfora.
3. Ir un pasó adelante pues gracias a la utilización de simuladores y a las pruebas de laboratorio se pueden diseñar modelos operacionales óptimos y seguros.
4. Se brinda la posibilidad de perforar pozos bajo condiciones de presión y temperaturas, y en areas que anteriormente no se podía.

5. Se replantea la teoría de perforación de pozos en OVERBALANCE

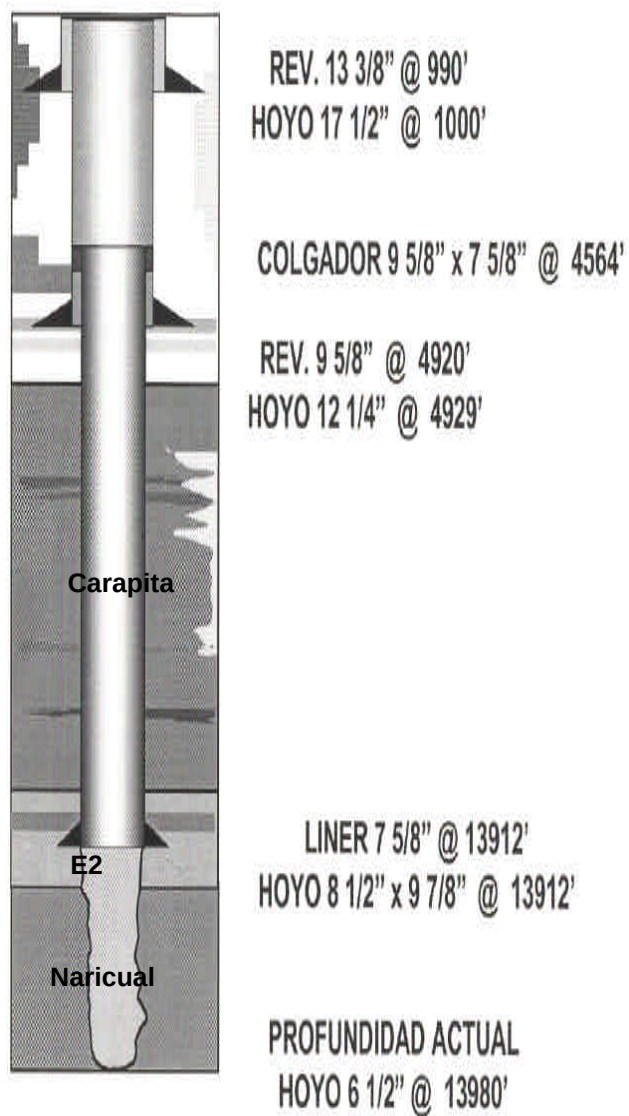
CONTRIBUCIONES ECONÓMICAS

1. Reducción en el costo Global del pozo.
2. Bajos costos en el lodo, debido a la reducción considerables de las pérdidas de circulación, aproximadamente un 36% menos.
3. Excelentes ratas de penetración, lo que reduce el tiempo de perforación (Costo/tiempo)

BIBLIGRAFIA

1. Whitfill, D. L. and Hemphill, T. "All Lost Circulation Materials and Systems Are not Created Equal," SPE 84319 presented at 2003 SPE Annual Technical Conference, October 5-8, Denver, Colorado.

ANEXOS (FIGURAS)



Longitud aprox. De

Naricual:

870

Pies

Fig. 1 Esquema del Pozo

Densidad para perforar E2:

14.5

Lpg

Densidad para perforar

Naricual:

10.5

Lpg

Presión Hidrostática con

14.5 lpg:

11159

Psi

Presión Hidrostática con

10.5 lpg:

8081

Psi

Diferencial de Presión

esperada:

3078

psi

Figura 1: Esquema del Pozo

Propiedades Reológicas Viscosidad Plástica Vs Punto Cedente

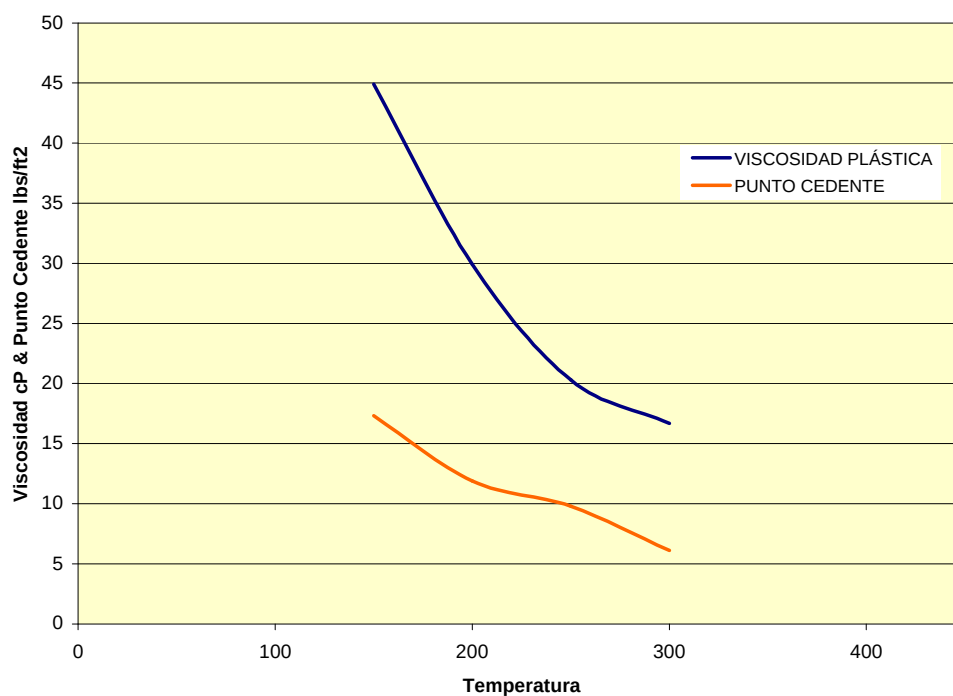


Figura 2: Reología Según FANN 70

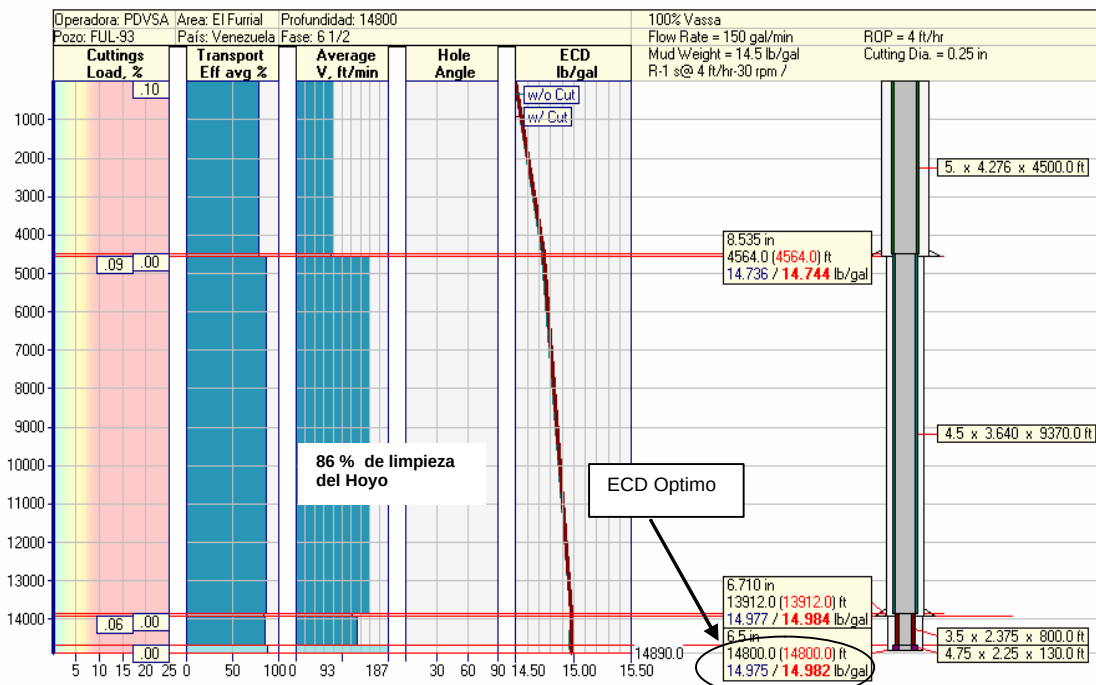


Figura 3: Análisis DrillAhead

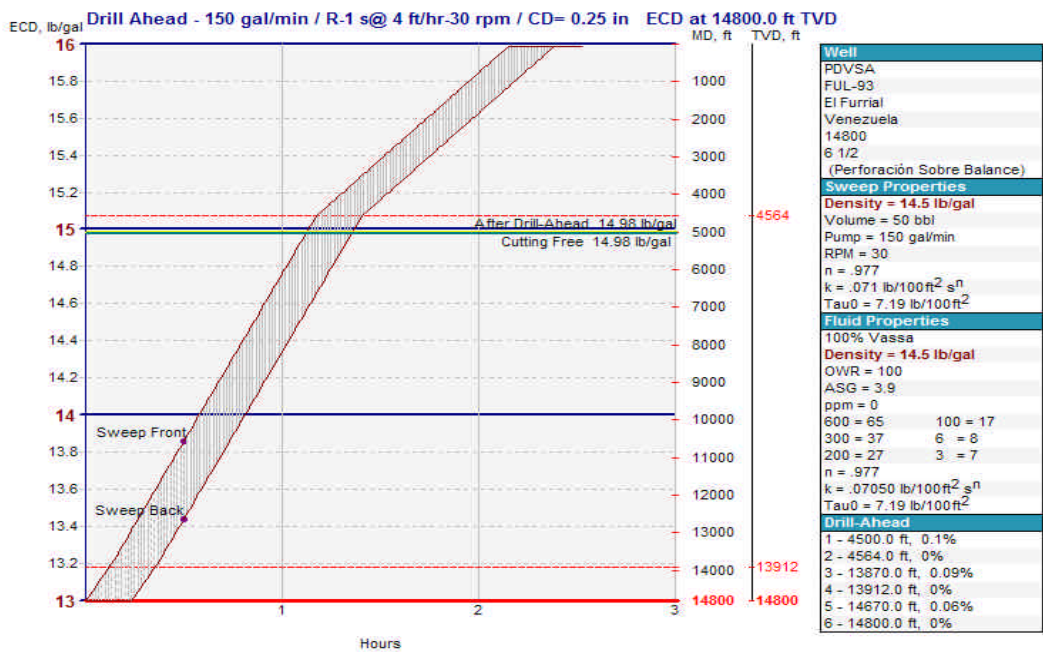


Figura 4: Simulación Fondo Arriba