

APLICACIÓN DE RIMADORES CONCÉNTRICOS EN SECCIONES LATERALES EXTENDIDAS PARA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE MANIOBRA EN ARQUITECTURA SLIM

Gabriela Leal, MBP SRL, gleal@mbpsrl.com; Keynis Cupare, YPF, keynis.cupare@ypf.com

APLICACIÓN DE RIMADORES CONCÉNTRICOS EN SECCIONES LATERALES EXTENDIDAS PARA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE MANIOBRA EN ARQUITECTURA SLIM

Gabriela Leal, MBP SRL, gleal@mbpsrl.com; Keynis Cupare, YPF, keynis.cupare@ypf.com

Sinopsis

Los desafíos que presenta la perforación de ramas laterales extendidas en Vaca Muerta requieren el desarrollo de nuevas prácticas para minimizar los riesgos durante los viajes de herramienta dentro del pozo abierto. La calidad de la geometría del pozo está directamente relacionada con el diseño del BHA que se utiliza, generando tortuosidades, micro dogleg y en consecuencia aumentando el factor de fricción de la sarta.

La incorporación de un rimador concéntrico dentro del BHA de perforación contribuyó a la reducción del arrastre durante las maniobras, lo cual impactó directamente en los tiempos operativos reduciendo el costo pozo en la etapa de perforación con respecto a la perforación de pozos con alcance horizontal similar.

Los pilares donde se fundamentó el éxito fueron una robusta planeación de ingeniería y operacional, trabajo en equipo multidisciplinario, implementación de nuevas tecnologías, como así también la excelencia operativa.

Parte del pre estudio incluye la realización de simulaciones (torque, arrastre e hidráulicas) para evaluar el impacto de la incorporación de un punto de contacto en el comportamiento direccional del BHA, corroborando en los análisis post carrera el impacto de estos cambios en los parámetros de perforación.

Introducción

La cuenca no convencional Vaca Muerta requiere la perforación de tramos horizontales cada vez más extensos y la reducción de los tiempos no productivos de los equipos de perforación. Uno de los elementos claves en el desarrollo de un pozo direccional es el diseño del BHA (Bottom Hole Assembly) que se va a utilizar en cada sección, siendo la aislación el tramo con mayores desafíos técnicos.

El arreglo de herramientas que se utilizan para cada pozo debe tener la capacidad de alcanzar la extensión planificada, en el tiempo esperado y todas las maniobras asociadas deben completarse de acuerdo al plan del pozo. Los viajes de herramientas están directamente relacionados con la geometría del pozo y el BHA usado.

Rimadores concéntricos han sido ampliamente utilizados en el desarrollo de yacimientos convencionales en la perforación de pozo verticales y direccionales tipo S o J en el Golfo de San Jorge durante mas de 10 años, optimizando su uso y reduciendo ampliamente los tiempos de viajes asociados a maniobras de calibre y adecuación de la geometría del pozo, asegurando operaciones de perfil en pozo abierto OH (Open Hole), procesos de entubación y cementado de pozos.

En la búsqueda de la optimización de los tiempos de maniobra y la reducción de riesgos asociados a atrapamientos mecánicos de la sarta de perforación, se introduce la tecnología de rimadores concéntricos espiralados dentro del diseño del BHA de las secciones de aislación; siempre verificando que todos los parámetros de perforación se mantengan dentro del objetivo planificado.

APLICACIÓN DE RIMADORES CONCÉNTRICOS EN SECCIONES LATERALES EXTENDIDAS PARA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE MANIOBRA EN ARQUITECTURA SLIM

Gabriela Leal, MBP SRL, gleal@mbpsrl.com; Keynis Cupare, YPF, keynis.cupare@ypf.com

Los pozos de arquitectura SLIM requieren de sistemas direccionales rotativos para geo navegar en la zona de interés productivo, siendo este el principal objetivo de la perforación, ergo, cualquier cambio en el diseño debe aportar mejoras sin intervenir en la performance de los parámetros de perforación

Desarrollo

El desafío principal fue incorporar un rimador en el diseño de la sarta de perforación a utilizar. Para ello en conjunto con la compañía direccional se determinó el posicionamiento que asegure la mayor cantidad de metros de pozo rimado (lo mas cerca del trépano posible), y a su vez que no interfiera en el comportamiento del conjunto direccional al momento de realizar los trabajos de geo navegación con el sistema rotario.

El rimador propuesto posee cuatro aletas recubiertas con insertos de carburo de Tungsteno (TCI) por sus siglas en inglés, Tungsten Carbide Inserts, y cortadores de diamante tipo PDC (Polycrystalline diamond compact) en sus cuatro aletas, permitiendo operaciones de rimado y backreaming. El diámetro usado es 6 5/8" (0.168m), 1/8" (0.0031 m) por debajo del diámetro del trépano 6.75" (0.171m).

Luego del análisis se propone mantener el diseño completo del BHA direccional e incorporar el rimador en la unión número 10, a 39.51 m de la posición del trépano.

Para el presente trabajo se analizaron 6 pozos, donde 4 de ellos emplearon un rimador en diseño y utilizaron el BHA que se describe en la "Tabla 1: BHA Aislación 6.75" con rimador".

Item	Cantidad	Descripción	Longitud acumulada(m)
1	1	6.75" (.0171m) Trépano	0.31
2	1	Sistema Rotario	4.35
3	2	Telemetría	13.09
4	1	Reduccion	14.2
5	1	Valvula de seguridad	15.2
6	1	Prensa válvula	16.2
7	1	Filtro	18.03
8	1	Reduccion	18.53
9	2	Barra extrapesada	37.43
10	1	Rimador concentrico 6 5/8" (0.168m)	39.51
11	1	Barra extrapesada	48.96
12	377	Barra de sondeo	3440.46
13	28	Barra extrapesada	3695.61
14	304	Barra de sondeo	6428.19

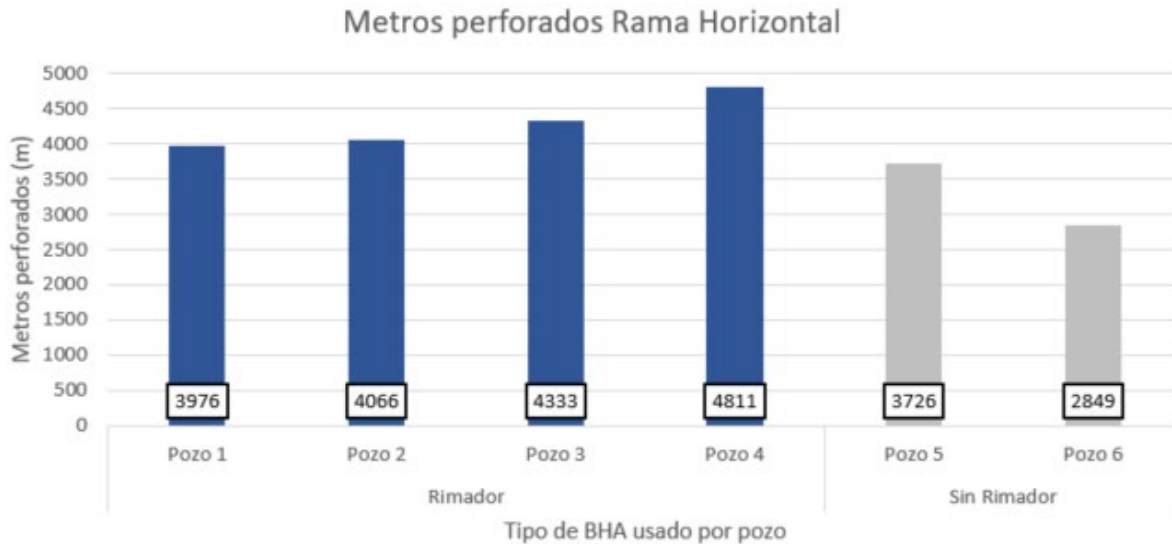
Tabla 1: BHA Aislación 6.75" con rimador

Se analizaron los datos extraídos del sistema de monitoreo de la operadora de los 6 pozos para realizar los análisis de resultados.

APLICACIÓN DE RIMADORES CONCÉNTRICOS EN SECCIONES LATERALES EXTENDIDAS PARA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE MANIOBRA EN ARQUITECTURA SLIM

Gabriela Leal, MBP SRL, galeal@mbpsrl.com; Keynis Cupare, YPF, keynis.cupare@ypf.com

En la “Gráfica 1: Metros perforados por pozo”, se muestran la cantidad de metros perforados de rama lateral en cada pozo, siendo del 1 al 4 aquellos que usaron rimador; y los 5 y 6, dos pozos de referencia que no usaron rimador.



Gráfica 1: Metros perforados por pozo

En promedio se perforaron 4126 m de rama lateral en cada pozo, siendo el pozo 4 aquel que alcanzo la mayor cantidad de metros perforados y su objetivo productivo dentro de Vaca Muerta fue el nivel La Cocina.

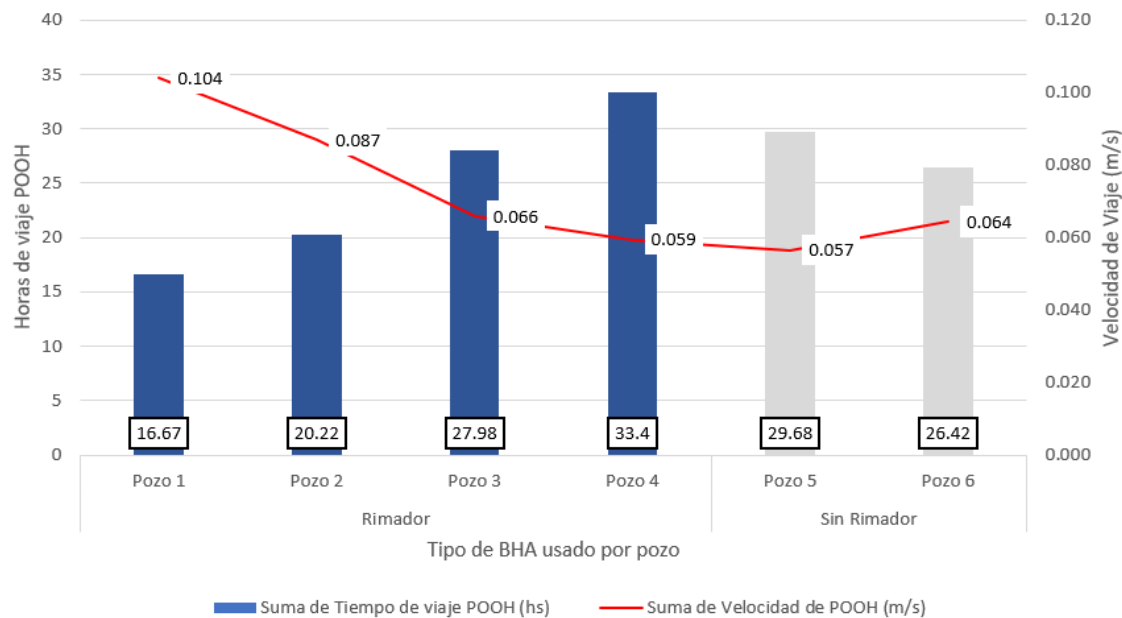
Se compararon en estas carreras los tiempos empleados para sacar el BHA del fondo de pozo, POOH (Pool Out of the Hole) por sus siglas en ingles. Este tiempo al tener variables asociadas a cantidad de metros, se tomo como parámetro de evaluación la velocidad de esos viajes en metros por hora para tener una medida comparable en todos los pozos.

En la “Grafica 2: Tiempos de viaje y velocidad” se observa que en los pozos 1,2 y 3 las velocidades de viaje fueron mayores que en los pozos 5 y 6, empleando menor cantidad de horas de equipo.

En cuanto al pozo 4, tiene una velocidad mejor que pozo 5 a pesar de tener una longitud de lateral 1085 metros menor.

APLICACIÓN DE RIMADORES CONCÉNTRICOS EN SECCIONES LATERALES EXTENDIDAS PARA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE MANIOBRA EN ARQUITECTURA SLIM

Gabriela Leal, MBP SRL, glead@mbpsrl.com; Keynis Cupare, YPF, keynis.cupare@ypf.com



Grafica 2: Tiempos de viaje y velocidad

Se analizan como parte de este trabajo los parámetros de aplicados durante los viajes de POOH en los 6 pozos, obteniendo la “Tabla 2: Parámetros comparativos durante la maniobra POOH”.

Pozo #	BHA	RPM (revoluciones por minuto)	Peso total (klb)	Torque (klb.ft)	Caudal (gpm)
Pozo 1	Rimador	37	153	7793	150
Pozo 2	Rimador	26	135	7011	140
Pozo 3	Rimador	19	128	8958	174
Pozo 4	Rimador	17	193	9346	124
Pozo 5	Sin Rimador	43	158	9278	181
Pozo 6	Sin Rimador	53	157	8353	163

Tabla 2: Parámetros comparativos durante la maniobra POOH

Los valores de peso total en superficie fueron menores en los pozos 1, 2 y 3 con el uso del rimador asociando este comportamiento a una geometría de pozo menor. De la misma manera la necesidad de aplicar caudal y rotación durante las maniobras de calibre fueron menores en estos pozos.

Como parte del análisis se comprobaron que los parámetros operativos de perforación se mantuvieran dentro de los valores esperados teniendo en cuenta los pozos 5 y 6 como offset.

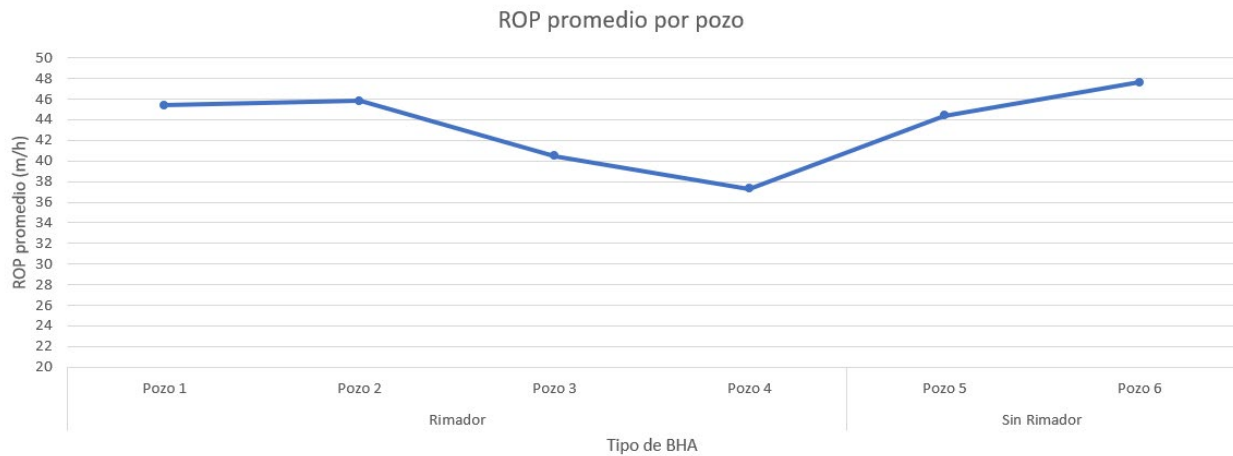
Uno de los principales indicadores de comportamiento en una la perforación de un pozo es el parámetro de velocidad de penetración o más comúnmente conocido como ROP (Rate of Penetration) por sus siglas en ingles. Este mide la cantidad de metros perforados en un intervalo de tiempo. Para los pozos donde se utilizó

APLICACIÓN DE RIMADORES CONCÉNTRICOS EN SECCIONES LATERALES EXTENDIDAS PARA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE MANIOBRA EN ARQUITECTURA SLIM

Gabriela Leal, MBP SRL, glead@mbpsrl.com; Keynis Cupare, YPF, keynis.cupare@ypf.com

el rimador (sin tener en cuenta el pozo 4 que tiene mas de 500metros de perforación en promedio que el resto), no se observan alteraciones significativas en este parámetro, teniendo un promedio de 43.9 m/h en los pozos con rimador y 46 m/h en los pozos sin rimador.

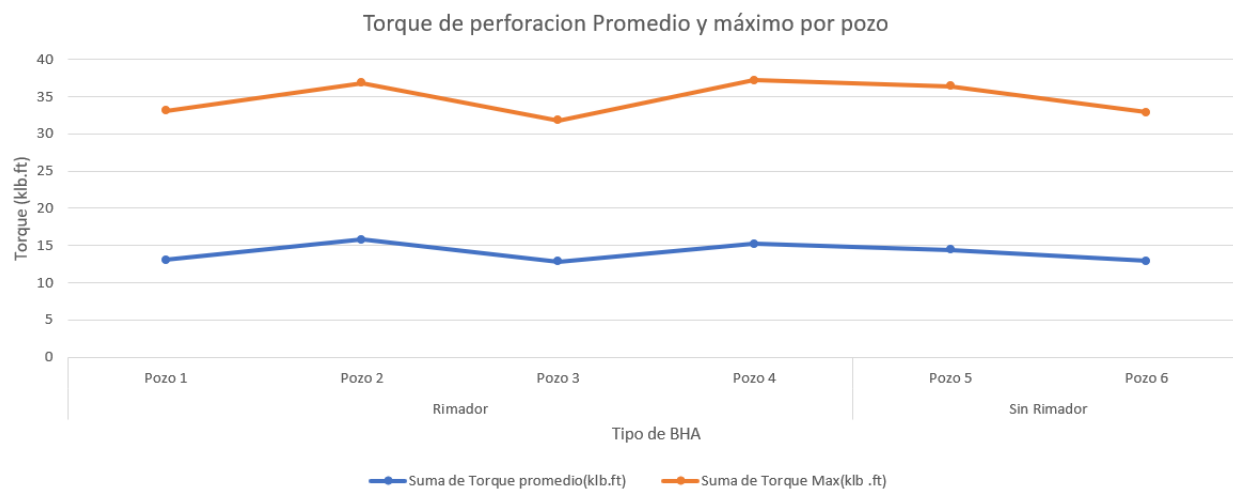
Esto puede observarse en la “Gráfica 3: ROP promedio por pozo”.



Gráfica 3: ROP promedio por pozo

Otro punto importante a evaluar es el torque durante la perforación de las secciones, ya que intuitivamente incrementar un punto de contacto en el BHA puede generar esfuerzos laterales que se traduzcan en un incremento de esta variable. En la “Gráfica 4: Torque de perforación Promedio y máximo por pozo” se observa que este parámetro no se ve afectado por la presencia del rimador.

La estructura de corte pasiva del rimador permite tenerlo dentro del BHA y no interactuar con la formación (incrementar el torque) a menos que se presente alguna imperfección en la geometría del pozo.



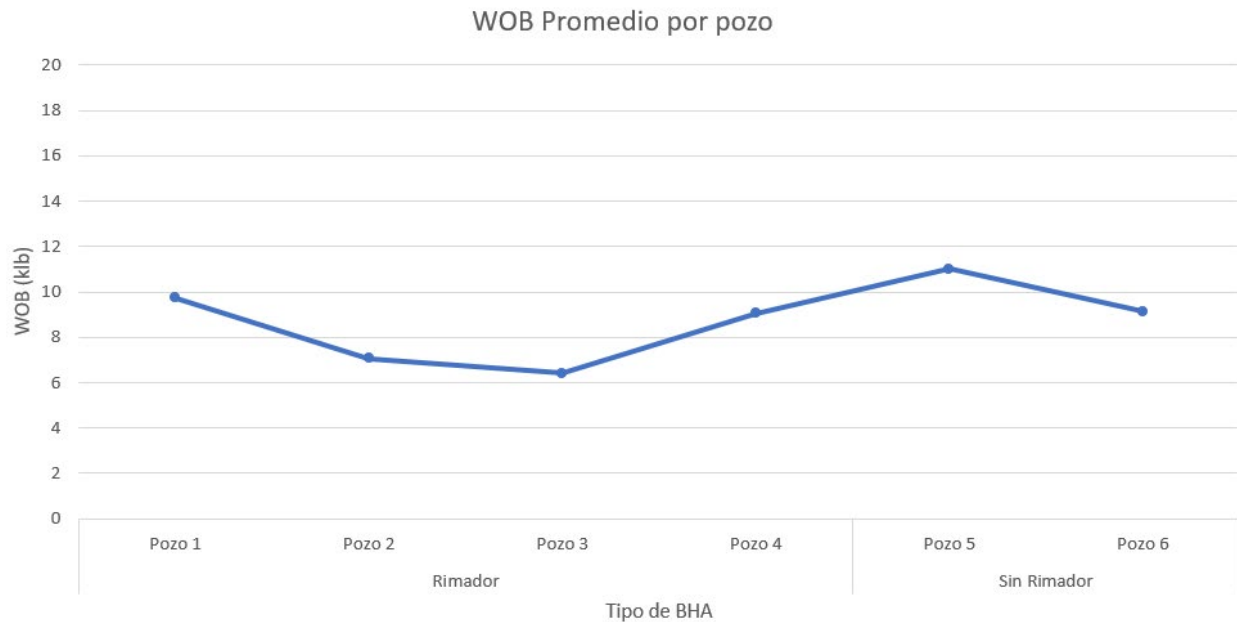
Gráfica 4: Torque de perforación Promedio y máximo por pozo

APLICACIÓN DE RIMADORES CONCÉNTRICOS EN SECCIONES LATERALES EXTENDIDAS PARA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE MANIOBRA EN ARQUITECTURA SLIM

Gabriela Leal, MBP SRL, glead@mbpsrl.com; Keynis Cupare, YPF, keynis.cupare@ypf.com

El peso sobre el trépano, WOB (Weight On Bit) por sus siglas en ingles también es un parámetro de vital importancia en el análisis de un pozo, y vinculado al diseño de BHA con rimador nos indica si la transferencia de peso se realiza de manera efectiva cuando es asociado con la ROP.

Para los pozos sin rimador (1,2,3 y 4) se utilizó un menor WOB comparado con aquellos donde no se uso rimador, indicando que la transferencia de peso fue adecuada y que la velocidad de penetración obtenida (ROP) puede mejorarse aplicando mayor peso en los pozos donde se usa rimador en el BHA, vemos como se comporta este parámetro en la “Grafica 5: WOB promedio por pozo”.



Grafica 5: WOB promedio por pozo

Si tenemos en cuenta los tiempos totales de pozo, detallados en la “Tabla3: Días por pozo” observamos que en promedio tanto en los pozos con y sin rimador el tiempo por pozo es de 20.4 días. Ahora si tenemos en cuenta las profundidades alcanzadas en cada pozo, calculando los metros por día de secciones de producción perforadas, los pozos donde se usaron rimadores tiene un promedio 26.8% mayor que en aquellos pozos donde no se utilizó el rectificador.

Pozo	Dias por pozo (dia)	Metros por dia (m/dia)
Pozo 1	20.08	198.01
Pozo 2	17.52	232.08
Pozo 3	19.86	218.18
Pozo 4	25.28	190.31
Pozo 5	18.6	200.32
Pozo 6	21.88	130.21

Tabla3: Dias por pozo

APLICACIÓN DE RIMADORES CONCÉNTRICOS EN SECCIONES LATERALES EXTENDIDAS PARA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE MANIOBRA EN ARQUITECTURA SLIM

Gabriela Leal, MBP SRL, glead@mbpsrl.com; Keynis Cupare, YPF, keynis.cupare@ypf.com

Conclusiones

El avance y desarrollo de la cuenca no convencional Vaca Muerta requiere la innovación en diseños de BHA que permitan alcanzar los objetivos geológicos y sean económicamente rentables. La extensión de las ramas laterales esta directamente relacionada con el tiempo necesario para perforar y sacar las herramientas del fondo del pozo.

El uso de un rimador o rectificador concéntrico dentro del BHA ha demostrado obtener mejoras de un **29.3 %** en la velocidad de maniobra POOH, y en algunos casos una mejora del 82% (pozo 1 versus 5). La reducción de horas de viaje se traduce en una mejora en los tiempos totales de un pozo de perforación.

Los parámetros de torque y peso total observados durante los viajes de herramienta indican que la geometría del pozo obtenido se encuentra en el calibre correcto y los microdogleg o tortuosidades han sido reducidas con el uso del rimador. Esta característica de un pozo en calibre genera una reducción en los riesgos asociados a atrapamientos mecánicos de las herramientas en el fondo de pozo, y por lo tanto una reducción de los riesgos de tener un evento de pérdida de herramienta dentro de pozo.

El análisis de los principales parámetros de perforación permite concluir que el uso del rimador dentro del BHA no genera una reducción de la velocidad de penetración, un aumento del torque o la necesidad de utilizar mayor peso sobre el trépano.

Por lo detallado en este trabajo se concluye que el uso de rimadores concéntricos en la sección aislación de Vaca Muerta no introduce cambios significativos en los parámetros de perforación de un pozo con un BHA con sistema rotario, y que aporta mejoras del 29.3% en la velocidad de maniobras de POOH.

Globalmente el impacto de los tiempos de maniobra significó mejoras del 26.8% en los tiempos generales en aquellos pozos donde si se utilizó un rimador en el BHA.

APLICACIÓN DE RIMADORES CONCÉNTRICOS EN SECCIONES LATERALES EXTENDIDAS PARA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE MANIOBRA EN ARQUITECTURA SLIM

Gabriela Leal, MBP SRL, glead@mbpsrl.com; Keynis Cupare, YPF, keynis.cupare@ypf.com

Bibliografía

<https://glossary.slb.com/>

Pason hub: Datos en base tiempo de los pozos analizados

Breve CV:

Sonia Gabriela Leal

Título y lugar de estudio: Ingeniera Química. Universidad Nacional de Tucumán

Trayectoria: Ingeniera de diseño de herramientas de perforación desde 2014 al 2020. Ingeniera de proyectos de automatización en líneas de producción 2021-2023.

Cargo actual en la empresa: Líder de Ingeniería de Perforación MBP SRL para Argentina y Brasil.

Keynis Cupare

Título y lugar de estudio: Ingeniero en Petróleo. Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada.

Trayectoria: Supervisor de Well Testing, Ingeniero Direccional, Líder de Ingeniería, Ingeniero de perforación Senior en NOC.

Cargo actual en la empresa: Superintendente de perforación en el RTIC de YPF SA.