



Por Anders Gustafsson,  
Director de Productos,  
Atlas Copco Craelius

Desde que a comienzos de 1970 se lanzaran los primeros equipos de perforación completamente hidráulicos no hubo avances significativos en perforación de exploración hasta que Atlas Copco puso computadoras en el sistema de control, en 1997. Siete años después, el ritmo de desarrollo es muy visible, especialmente en la creciente productividad con bajos costos operativos.

El método de perforación con circulación reversa ha ganado popularidad en superficie, especialmente para exploración de oro e identificación de mineral, pero la perforación de núcleo sigue dominando bajo tierra. Una razón son los equipos más livianos, fáciles de transportar en los pozos y de montar en áreas reducidas, y su habilidad para perforar hoyos más profundos en todas direcciones. Además, se obtiene información geológica más detallada de un núcleo que de una muestra de astilla.

Para obtener el mejor resultado posible, se deben tener en cuenta y optimizar los siguientes parámetros de perforación:

**TIEMPO**

Un típico ciclo de trabajo en una operación de perforación. La proporción de perforación real disminuye con el aumento de la profundidad del hoyo.



El Diamec U6 con la pantalla de control del APC.



# Nunca fue más fácil

## Perforación subterránea de exploración

**A medida que se recupera la economía mundial, aumenta el interés en la perforación de exploración subterránea. La disponibilidad de perforistas con grandes habilidades ya no es un requisito del éxito.**

- Elección de broca: hay una amplia variedad de tipos, aptos para diferentes condiciones de roca. En general la elección lógica es una broca impregnada.
- Rotación (rpm): la rotación de la broca hace que los diamantes se desgasten con los cortes del fondo del hoyo. La matriz de la broca debe desgastarse de manera que se expongan diamantes afilados y se desprendan los gastados. Cuando se elige un tipo correcto de broca y los parámetros son optimizados las brocas se afilan a sí mismas. En general, un aumento de las rpm da una tasa de penetración mayor. Para brocas impregnadas se recomienda una velocidad periférica de 2 a 5 m/s, mientras que 1 a 3 m/s da un mejor desempeño para brocas de superficie.
- Peso en la broca (WOB): el peso sobre la broca se aplica por la fuerza de avance ajustada por peso de los aceros

de perforación (hay que compensar el ángulo del hoyo y las pérdidas por fricción). Peso excesivo sobre la broca aumenta el desgaste de la broca, daña las barras y los tubos de núcleo y provoca la desviación del hoyo. Menos peso del adecuado provoca pérdida de producción al perder la broca su capacidad de autoafilado y queda pulida.

- El barrido con agua cumple las siguientes funciones:
  1. quitar los cortes
  2. enfriamiento de la broca
  3. lubricar los aceros de perforación
  4. prevenir el riesgo de vibraciones
  5. estabilizar las paredes del hoyo.

Las pruebas han demostrado que con un aumento del flujo de 10 a 15 l/s, la vida de la broca puede aumentar en 64 %. La cifra correspondiente es de 38 % cuando

**RESUMEN COMPARATIVO**

	NO COMPUTARIZADA	APC DE 3ª GENERACIÓN	COMENTARIOS
Vida de broca (m)	80	136	por la nueva tecnología de broca +30% por el APC +40%
Cambios de broca	4	2	
Tasa de penetración m/min	0.2	0.2	la misma
Juegos de barrenos	5	3	
Tiempo perdido debido a problemas de acople	15%	10%	CORAC
<b>Tiempo total de perforación</b>	<b>117 hs 7 min</b>	<b>105 hs 1 min</b>	<b>11% reducción</b> (mayor a más profundidad)
Tasa de recuperación de núcleos	85%	93%	

CONDICIONES: profundidad de hoyo 400 m, barra de núcleo de 1,5 m, largo de barra 2 x 1,5 m

se aumenta el flujo de 15 a 20 l/s.

Las vibraciones en los aceros de perforación deberían ser reducidos al mínimo pues pueden causar pérdidas de núcleo y daños a la broca, barra de núcleo y al mismo equipo de perforación.

Al perforar, hay muchas formas de lograr que la broca trabaje óptimamente: como ajustar la fuerza de avance o variar las revoluciones y el flujo de agua. Todo perforista con experiencia se enorgullece de conocer la forma de lograr la mejor penetración de la broca “sintiendo”, “oyendo” o con otras técnicas personales. Muchas veces la perforación se hace sin instrumentos ni indicadores. Especialmente en condiciones geológicas mixtas o imprevisibles, resulta difícil hacer ajustes rápidos para asegurar la mejor productividad y la vida útil de la broca más larga.

El ciclo de perforación incluye las siguientes actividades:

- perforación real
- manejo de barras
- manejo de núcleos
- bombeo de agua de barrido del hoyo
- tiempo no productivo (reparaciones, mantenimiento, etc.)

**Operación individual**

El nuevo Diamec U6 APC (Automatic Performance Control) de Craelius es la tercera generación de equipos computarizados. Incorpora la más nueva tecnología hidráulica y electrónica en un diseño moderno y compacto e incluye muchas funciones que ofrecen gran flexibilidad. La filosofía del sistema APC es que una tasa de penetración constante ofrece una vida útil más larga y mejor desempeño a las brocas. Por eso, todas las brocas están etiquetadas con la tasa de penetración recomendada.

Esta información es introducida en el tablero de mandos de la misma manera que se determina la velocidad de crucero en un automóvil. Peso de broca, peso de barra, velocidad de rotación y presión agua

son ajustados y optimizados automáticamente según las condiciones de roca y la profundidad del hoyo. Al entrar en fallas y zonas fracturadas, el sistema APC reacciona rápido y corta la fuerza de avance y/o cambia las rpm. Así, la perforación es pareja y sin riesgo de vibraciones lo que mejora la recuperación de núcleos. El mayor progreso se logra con la vida de la broca, que aumenta entre el 30 y el 100 %.

- Perforación sin vigilancia, con APC, la perforación se supervisa con una computadora, dando al perforista tiempo para vaciar núcleos, preparar brocas, etc. El APC detiene automáticamente la perforación al final de cada barra.
- El cabrestante del cable también es controlado por computadora
- El manejo mecanizado de barras implica que el perforista sólo tiene que cargar y descargarlas y apretar luego un pedal que ordena al APC hacerse cargo.

**Desarrollo de producto**

El SC 10 (Super Cutter 10) es una nueva generación de brocas de diamante impregnadas para perforación de núcleo en todo tipo de formaciones. Con el lanzamiento de la gama de brocas Super Cutter, se introdujo un nuevo sistema de clasificación. El nuevo estándar simplifica la elección de la broca Craelius adecuada para cada tipo de roca. (El nuevo sistema se basa en la escala de dureza de roca de Moh (de 1 a 10, siendo 10 la más dura). Los Super Cutters se identifican con una combinación de grupos de roca, en lugar de un nombre en una matriz, simplificando la elección.

El sistema de cable CORAC está disponible en los siguientes tamaños: A, B, B2, N, N2, N3 y H. Los principales beneficios son: diseño simple y fiable, pestillos multifunción para mayor seguridad; también se ofrece mayor seguridad con pestillos de alta calidad, una señal que confirma el bloqueo de la barra de núcleo, disparador fijo y baja presión de agua, una

**Técnicamente HABLANDO**

barra de núcleo fácilmente extensible y doble protección contra la sobrecarga y un cierre de cable incorporado y mejor estabilidad. Junto con la gama de barras TUFF, se obtiene un desempeño óptimo.

El diseño modular con menos componentes facilita el mantenimiento. Es fácil encontrar las fallas con el sistema CAN bus. Todo esto aumenta la disponibilidad y la productividad del equipo.

Todos los parámetros son ingresados y registrados continuamente, dando a los geólogos buen material de análisis. Los perforistas aprecian el panel de control con pantalla táctil que se usa como una PC. Seguir la información en la pantalla es mucho muy fácil. La presión del agua, por ejemplo, se cambia girando una perilla.

**Perspectivas futuras**

Desde el boom de la exploración en 1997, los gastos mundiales se han reducido mucho, de 5.000 millones de USD a menos de 2.000 millones de USD. Ahora hay signos de recuperación. Esto significa que se reclutarán perforistas de exploración nuevos y sin experiencia. Equipando nuestros equipos con la más moderna tecnología informática, similar a la usada en los equipos para perforación de barrenos de Atlas Copco, como las últimas generaciones del Simba o el Boomer, la aceptación por parte de los perforistas ha aumentado mucho.

Como proveedor del sistema de perforación completo, Atlas Copco desarrolla y diseña un paquete de componentes óptimo para la perforación de núcleo. **M&C1-04**

