

# Circulación y Control de Pozo



## Objetivos del Aprendizaje

Aprenderá la importancia de la velocidad de bombeo.

- Aprenderá la relación de presiones.
- Aprenderá los cálculos básicos necesarios para el control de pozo:
  - Capacidad
  - Volumen
  - Emboladas

## Compendio

Bombas; son los equipos básicos en el control de pozo.

- Se usan para circular fluidos invasor fuera del pozo
- Se usan para circular fluido de control dentro del pozo.
- Se usan para bombear cemento, píldoras, tapones, etc.
- Normalmente, se mide en emboladas por minuto, bbls/min.
- Cambios pequeños en la velocidad de bombeo pueden afectar la presión dentro del pozo.
  - En el control de pozo, para mantener la presión del fondo del pozo constante, la velocidad de bombeo se tiene que controlar con cuidado.

# Circulación y Control de Pozo

Velocidad  
De Control

Presión Final  
De Circulación

Circulación Total  
Emboladas  
Tiempo

Presión de  
Velocidad  
de Control

Tiempo  
Emboladas  
Superficie  
A Bit

Presión Inicial  
De Circulación

Volumen  
Anular

Velocidad de control es la velocidad reducida de circulación, usada durante las operaciones de control de pozo.

- Disminuye la fricción de circulación.
- Permite que el fluido de control se mantenga durante la operación de control.
- Disminuye el esfuerzo en las bombas.
- Permite más tiempo para reaccionar a los problemas.
- Permite que los estranguladores ajustables trabajen dentro del rango del orificio.

# Velocidad de Control

---

La velocidad del bombeo es crítica porque afecta la presión del bombeo.

- *Cualquier cambio en la velocidad puede drásticamente afectar la presión de circulación.*

Normalmente, se toma en el  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{3}$  y  $\frac{1}{2}$  de la velocidad de circulación

- A veces se usa 20, 30 y 40 emb/min.
- A veces es basado en la velocidad que toma alcanzar cierta presión.
- A veces es basado en bbls/min (e.g., 2 – 5 bbls/min).

# Presión de la Velocidad de Control

---



Presión de velocidad de control es la presión circulante a la velocidad de bombeo.

Esta presión se tiene que tomar cuando:

- Hay cambio en la densidad del fluido o características reológicas del fluido
- Hay cambio en la broca o en el jet
- Cambio en el BHA, herramienta o sarta
- Por cada 500 pies que se perforan
- Cada turno
- Después de reparar la bomba

# Presión de la Velocidad de Control

- Idealmente, la presión de control del pozo se tiene que tomar en el manifold y través del estrangulador.
  - Luego limpiar el manifold y el estrangulador.
  - Normalmente se toma con la BOP abierta.
- Un cambio pequeño en la velocidad puede afectar la circulación de presión.
  - Este se puede calcular matemáticamente.
  - La presión de bombeo y la velocidad se necesitan.
  - Las propiedades de los fluidos tienen que ser iguales.
  - Es mejor obtener la presión actual que calcularla.

$$- \quad P_2 = P_1 \times (SPM_2^2 \div SPM_1^2)$$

where

- $P_1$  = presión original de bombeo a  $SPM_1$ , psi
- $P_2$  = presión o bombeo deseada  $SPM_2$ , psi
- $SPM_1$  = velocidad de bombeo original, stks/min
- $SPM_2$  = reducción o cambio en la velocidad de bombeo, stks/min



# Presión de Circulación Inicial (ICP)

---

Presión de Circulación Inicial (ICP) es la combinación de la presión del cierre de la tubería de perforación mas la presión necesaria para circular el fluido a una velocidad dada.

- **$ICP = KRP + SIDPP$**

- donde

- **$ICP$**  = Presión de Circulación Inicial, psi

- **$KRP$**  = presión de control, psi

- **$SIDPP$**  = presión del cierre de la tubería de perforación, psi

# Presión de Circulación Inicial (ICP)

---



ICP es la presión circulación usada cuando la bomba llega a la velocidad de control.

- Si no se usa fluido de control, esta es la presión de circulación necesaria para mantener el BHP constante, o un poquito mas alto, Presión de Formación.
- Si fluido de control es bombeado, ICP se tiene que dejar caer al tiempo que el fluido de control llena la sarta, incrementado la presión hidrostática y matando la presión deficiente.

# Presión de Circulación Final

- Presión Circulación Final (FCP)
- Cuando el fluido de control llena la sarta la presión circulación se refiere como la Presión Circulación Final (FCP). Este cambio en la presión circulación se puede calcular:
  - $FCP = KRP \times (KWM \div OMW)$ 
    - Donde:
    - $FCP$  = presión circulación final, psi
    - $KRP$  = presión de control, psi
    - $KWM$  = peso de lodo de control, ppg
    - $OMW$  = peso de lodo original, ppg

- El numero de emboladas para bombear un fluido, como fluido de control desde la superficie al final de la sarta es critico para un control de pozo exitoso y para mantener el BHP constante.
- También, el tiempo para bombear de superficie a la broca es importante.
- Para calcular las emboladas, el volumen dentro de la sarta se tiene que calcular. Este es la combinación total de:
  - Volumen de la tubería de producción o la tubería de perforación
  - Volumen de BHA
  - Adicionalmente, la cantidad de emb/tiempo para bombear la línea de superficie se tiene que saber también

- Para calcular el volumen de la sarta y emboladas para desplazarla:
- Volumen  $_{bbls} = \text{Capacidad}_{bbl/pie} \times \text{Longitud}_{pie}$ 
  - Este es para cada sección de la sarta (ej. Tubería, lastra-barrenas o tubería extra-pesadas)
- El volumen total es la sumatoria de cada sección.
- Para calcular el volumen de BHA y emboladas para desplazarla:
- Emboladas =  
Volumen Total de la sarta  $_{bbl} \div \text{Desplazamiento de la Bomba}_{Bbl/pie}$
- Nota: Volumen = capacidad multiplicado por largo. Capacidad de tubería se puede encontrar en cuadros y tablas.

- Si no tiene una tabla disponible, para calcular las capacidades cilíndricas de las diferentes secciones como, pozo abierto, revestidor, tubería, BHA, línea de estrangulador/matado en bbl/pie:
- **Capacidad**  $_{bbl/pie} = \text{Diámetro}^2 \div 1029.4$ 
  - Nota: 1029.4 es el factor de conversión entre un área cilíndrica y el volumen.

# Volúmenes Anulares

- El calculo del volumen anular es similar a la de capacidad, pero se resta el desplazamiento de los tubulares en el pozo.
- Puede haber diferentes secciones annulus con diferente capacidad bbl/pie.
  - Basado en la geometría del pozo y donde esta la tubería
  - Cada sección se tiene que calcular individualmente.
    - Tubería de producción/DP en tubería de revestimiento, liner, pozo abierto, y/o reiser.
    - Tubería extra pesada, el revestimiento, liner, pozo abierto, y/o reiser.
    - BHA/DC en revestimiento, liner, pozo abierto, y/o reiser.

$$Ch = (OD^2 - ID^2) \div 1029.4$$

Donde:

**$C_h$**  = volumen de secciones, bbls/emb

**$ID$**  = DI de pozo abierto, pulgadas

**$OD$**  = DE de sección tubular, pulgadas

Nota: 1029.4 es el factor de conversión entre un área cilíndrica y el volumen. Cuando se conocen los volúmenes, emboladas a la superficie y tiempo para que se fondo arriba se puede calcular fácilmente.

# Volúmenes Anulares

- Si no tiene una tabla disponible, para calcular las capacidades de las diferentes secciones el calculo puede hacerse:

$$\text{Capacidad}_{bbf} = (DE^2 - DI^2) \div 1029.4$$

Donde:

**DI** = DI de pozo abierto, pulgadas

**DE** = DE de sección tubular, pulgadas

Nota: 1029.4 es el factor de conversión entre un área cilíndrica y el volumen. Cuando se conocen los volúmenes, emboladas a la superficie y tiempo para que se fondo arriba se puede calcular fácilmente.



# Total de Emboladas y Tiempo de Circulación

---



Solo sumando los volúmenes de cada sección, el volumen total, emboladas, y tiempo de circulación de un vuelta completa se puede calcular.

- Sumando los distintos volúmenes de la superficie, o del fondo de la sarta, también se puede calcular el volumen, emboladas, y tiempo de circulación de:
  - Final de la sarta o la broca hasta el zapato del revestidor
  - Estrangulador y línea de control
  - Cualquier secciones individuales o combinados

## Objetivos de Aprendizaje

- Ha aprendido la importancia de velocidad de bombeo.
- Ha aprendido la relación de presiones.
- Ha aprendido los cálculos básicos necesarios para el control de pozo:
  - Capacidad
  - Volumen
  - Emboladas