

POROSIDAD MÉTODO BOYLE

OBJETIVO

Determinar la porosidad efectiva de una muestra de roca (plug), usando el porosímetro (método de Boyle).

PRINCIPIOS BÁSICOS

Este método permite calcular el volumen de grano de una muestra de roca (plug), medido por el desplazamiento de gas (Helio, Nitrógeno o Aire) usando el porosímetro, el cual se rige por la ley de Boyle, “cuando la temperatura permanece constante, el volumen de una masa dada de gas ideal varía inversamente con su presión absoluta”¹.

La práctica consiste en el desplazamiento de Helio a través de la muestra de roca; el Helio entra en una celda de referencia con volumen conocido a presión predeterminada, luego al Matrix Cup el cual tiene en su interior la muestra de roca (plug), dando lugar a una menor presión de equilibrio, de la cual es calculado el volumen de grano.

Para calcular el volumen poroso, se resta del volumen total de la muestra, el volumen de grano y a partir de este se determina la porosidad.

¹ AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE. Recommended practices for core analysis. Recommended practice 40. Op. cit.

Tabla 1. Volumen discos MATRIX CUP

N° DISCO	1"	1.5"
1	14.314	43.293
2	11.337	28.96
3	6.462	21.76
4	6.434	7.282
5	4.899	
6	1.739	
TOTAL	45.185	101.295

Fuente: Manual de Operaciones del equipo porosímetro Core Pet.

Tabla 2. Volumen conexiones externas porosímetro

VOLUMEN CONEXIONES EXTERNAS	
V1	40.66 cm ³
V3	7.7 cm ³

Fuente: Manual de Operaciones del equipo porosímetro Core Pet.

USO PRÁCTICO

La porosidad es una medida de la capacidad de almacenamiento de fluidos que posee una roca, que la convierte en factor determinante para establecer el accionar de un proyecto de interés petrolero. “La recuperación total de petróleo de un yacimiento es función directa de la porosidad, ya que ella determina la cantidad de petróleo presente para cualquier porcentaje de saturación de petróleo dado”²

² PARIS DE FERRER. Op. cit.

EQUIPOS ELEMENTOS Y ACCESORIOS

- Porosímetro.
- Bomba de vacío.
- Pie de Rey.

Figura 1. Porosímetro de Boyle



PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Tomar 4 medidas de longitud y diámetro a la muestra de roca (plug) con ayuda del pie de rey (para obtener una medida correcta, la muestra se debe ubicar transversal a la medida que se desee realizar) y realizar un promedio para cada una de ellas.
2. Abrir la válvula del cilindro de Helio.
3. Encender el equipo e introducir la muestra de roca (plug) utilizando los discos necesarios para cubrir el Matrix Cup; referenciar en el formato de datos los discos no utilizados y el volumen de estos (V_{DNU}).

NOTA: Tener en cuenta que los discos deben ir en el fondo del MATRIX CUP y sobre ellos la muestra.

4. Verificar que la válvula 1 este en posición MATRIX CUP, pasar la válvula 3 a VACUUM y encender la bomba.
5. Cuando el transductor de presión se estabilice y marque 3 valores iguales de presión, este valor se establece como presión de vacío (P_v).

NOTA: Permitir alrededor de 30 segundos para que haya equilibrio en la presión.

6. De manera simultánea llevar a posición OFF las válvulas 1 y 3 y apagar la bomba de vacío.

7. Girar la válvula 3 a la posición HELIUM (se da entrada al Helio).

NOTA: Observar como la presión del manómetro de Helio al igual que la temperatura aumentan.

8. Registrar la presión inicial (P_i) cuando el transductor de presión marque tres valores iguales.

NOTA: Permitir alrededor de 30 segundos para que haya equilibrio en la presión.

9. Cerrar la válvula 3.

10. Pasar la válvula 1 a posición MATRIX CUP (el gas se expande dentro de la cámara de muestras), esperar hasta que el transductor se estabilice y marque tres valores iguales de presión, registrar la presión final (P_f).

11. Aliviar presión girando la válvula 1 de la posición MATRIX CUP a CORE HOLDER varias veces.

CÁLCULOS

1. Registrar los valores de presión:

- Presión de Vacío (P_V).
- Presión absoluta del volumen de referencia inicial (P_i).
- Presión absoluta expandida (P_f).

2. Volumen total de la muestra de roca:

$$V_T = \frac{\pi * D^2 * L}{4}$$

3. Volumen conexiones externas:

$$V_2 = \frac{[P_f * (V_1 + V_3)] - [P_i * (V_1 + V_3)]}{P_V - P_f}$$

$$X = \frac{V_2(P_V - P_f) + [(V_1 + V_3) * (P_i - P_f)]}{P_f - P_V}$$

4. Volumen de grano:

$$V_G = V_{DNU} - X$$

5. Porosidad Efectiva de la muestra:

$$\phi = \left[1 - \frac{V_G}{V_T}\right]$$

6. Llenar el formato de datos (Anexo H) con las medidas y cálculos correspondientes.