



CARACTERÍSTICAS PETROFÍSICAS DE LOS ESQUISTOS

Kashy Aminian

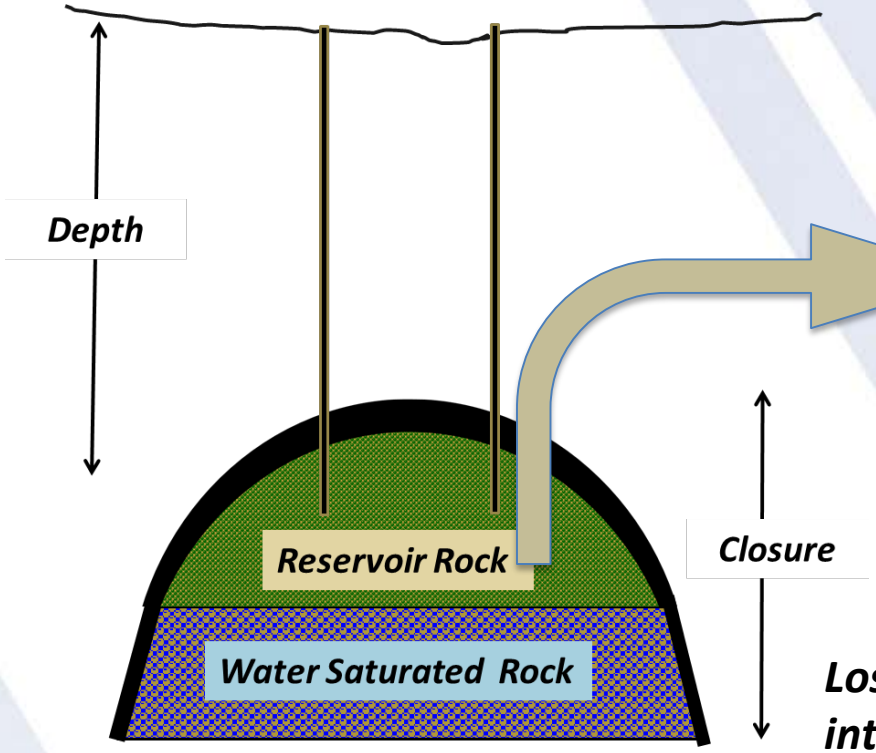
Petroleum & Natural Gas Engineering

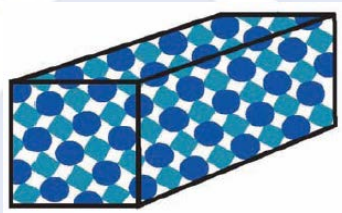
West Virginia University

INFUSE

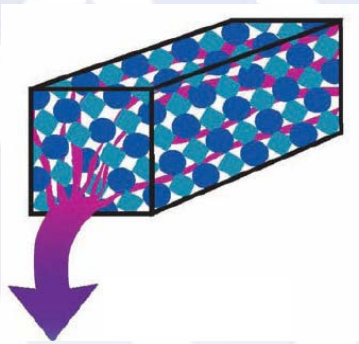
February 29, 2016

CARATERISTICAS CLAVES DEL RESERVORIO





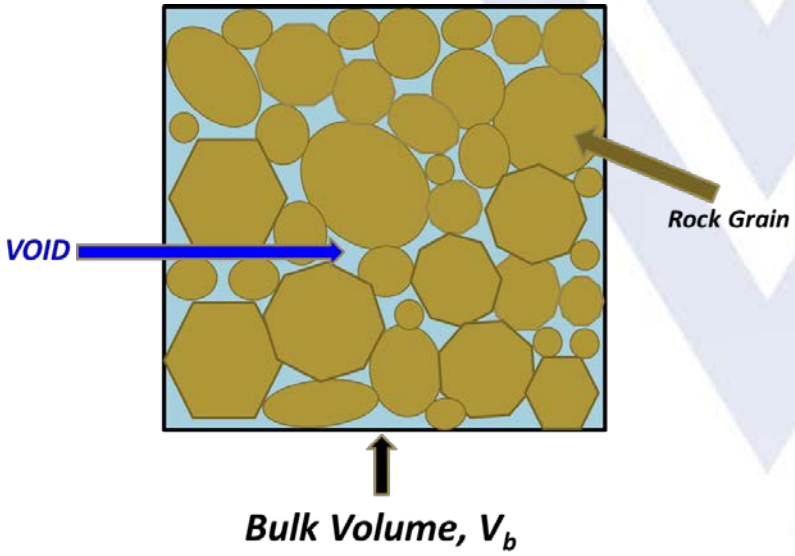
Porosidad



Permeabilidad

Los reservorios tienen un sistema 3D de poros interconectados que permiten el almacenamiento y la transmisión de fluidos.

POROSIDAD



$$\phi = \frac{V_p}{V_b}$$

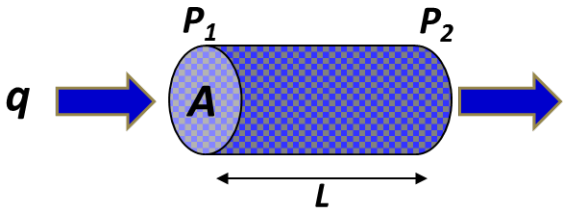
$$V_b = Bulk\ Volume$$

$$V_p = Pore\left(Void\right)\ Volume$$

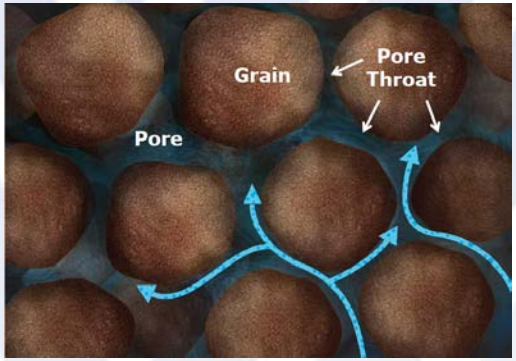
POROS: EL ESPACIO ENTRE LOS GRANOS CREADO DURANTE LA SEDIMENTACION

PERMEABILIDAD

LA PERMEABILIDAD SE DEFINE CON LA ECUASION DE HENRY DARCY:



$$k = \frac{q\,\mu\,L}{A\left(p_1 - p_2\right)}$$



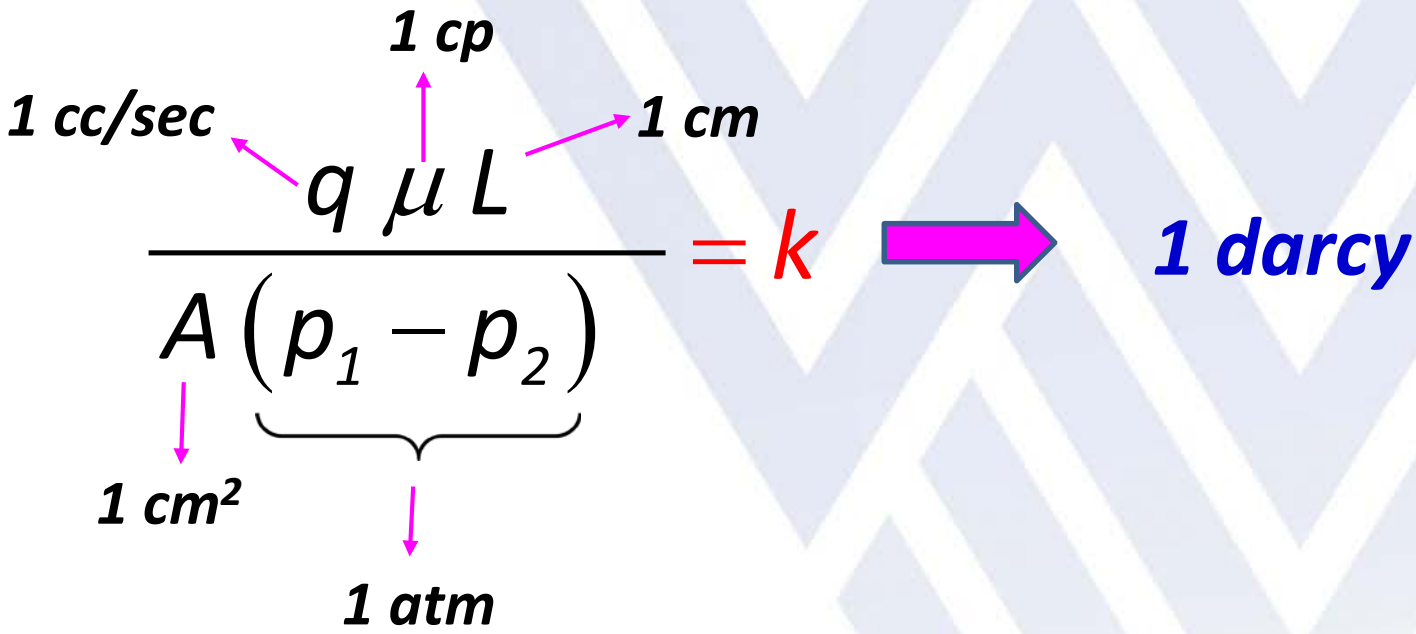
q = Tasa de flujo a travez del medio poroso

A = Area a travez de la cual el flujo pasa

μ = Viscosidad del fluido

L = Longitud del medio poroso

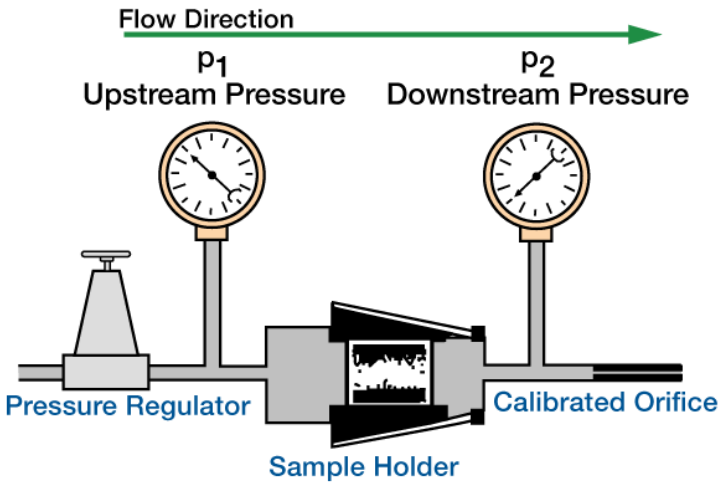
UNIDADES DE PERMEABILIDAD



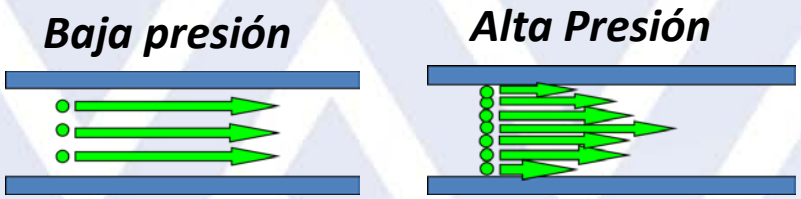
1 Darcy es una permeabilidad muy alta. Es más común usar ***milidarcy*** **(*md*).**

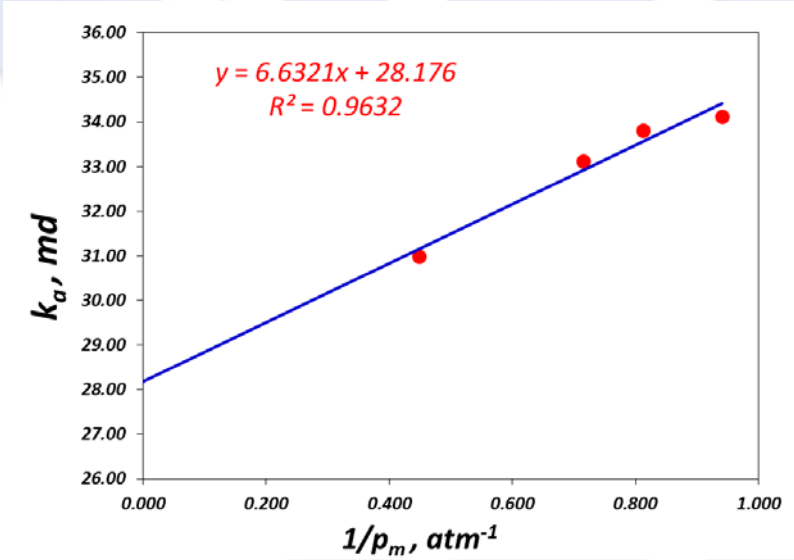
1 darcy = 1000 md

MEDICIÓN DE LA PERMEABILIDAD

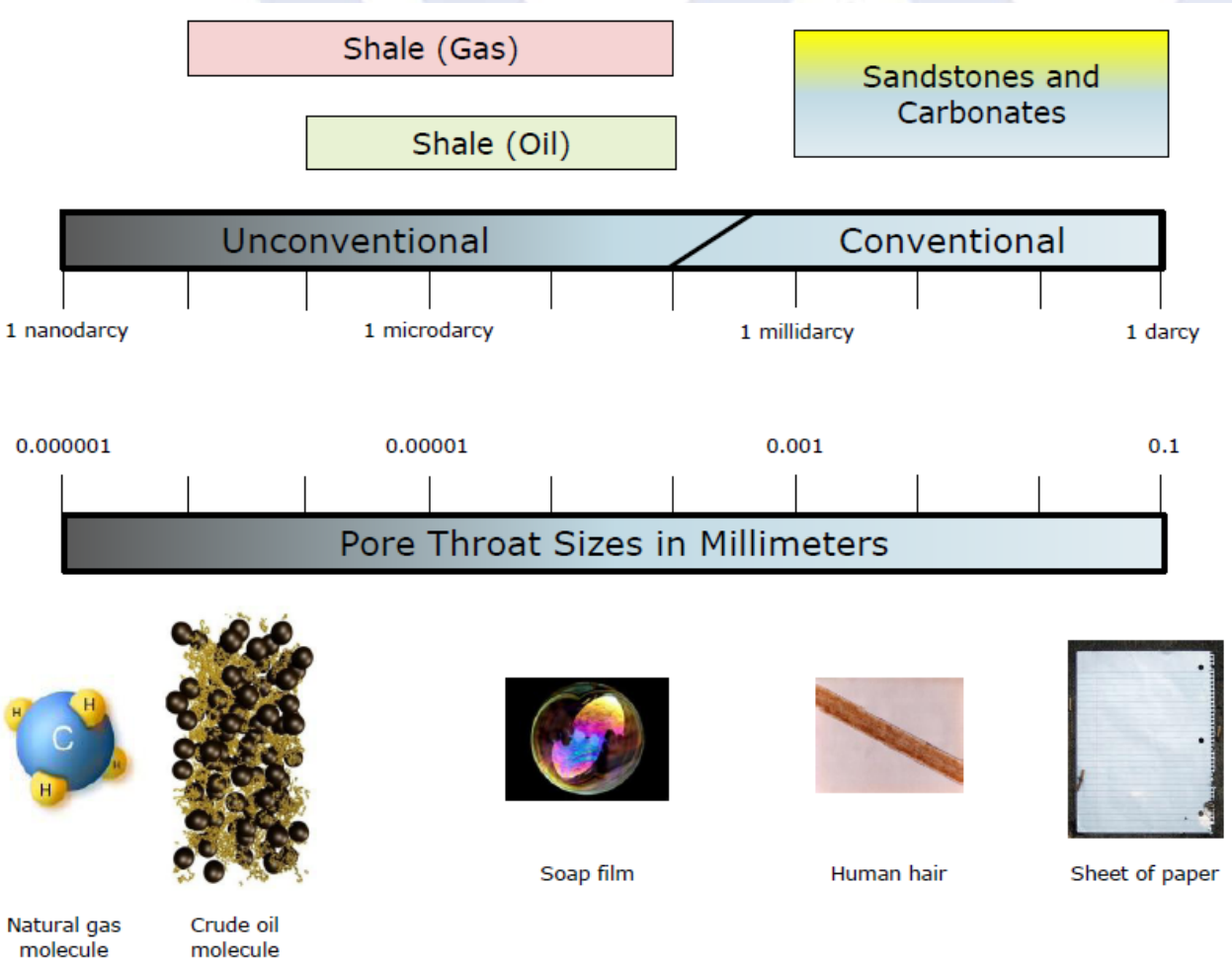


DESLIZAMIENTO DE GAS

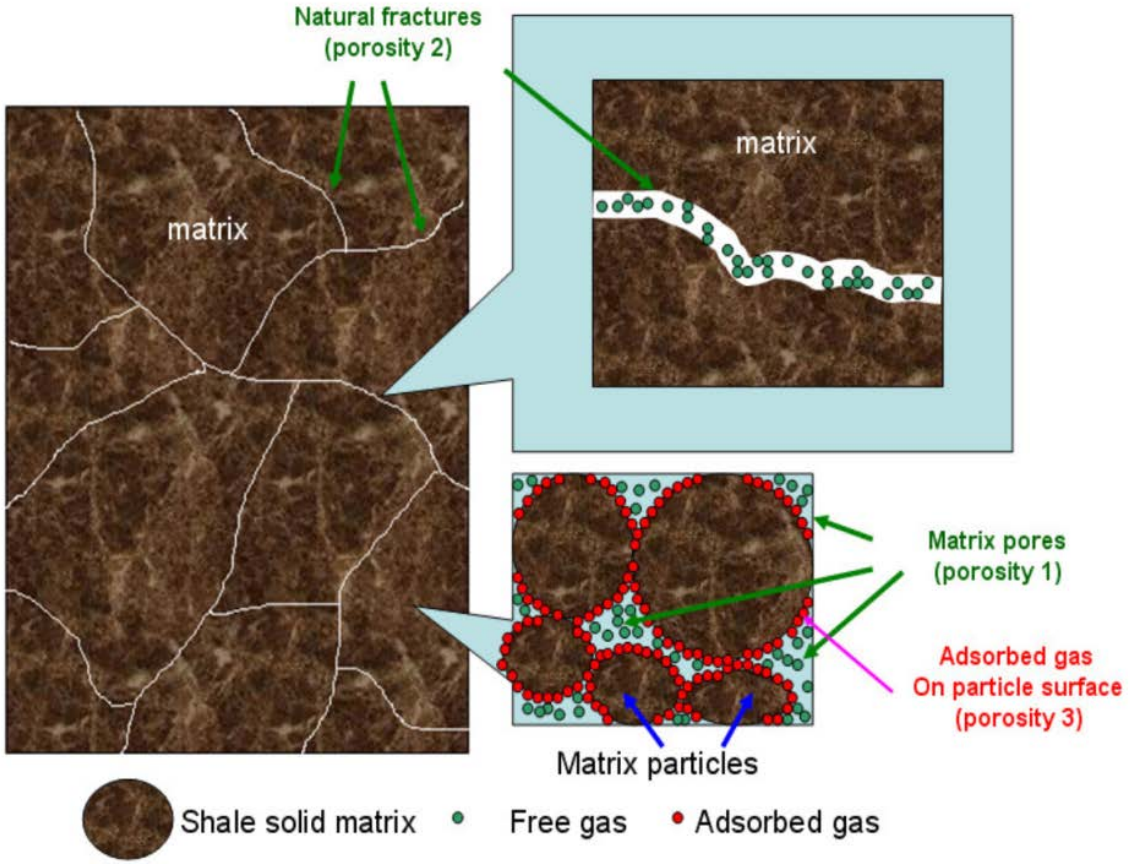




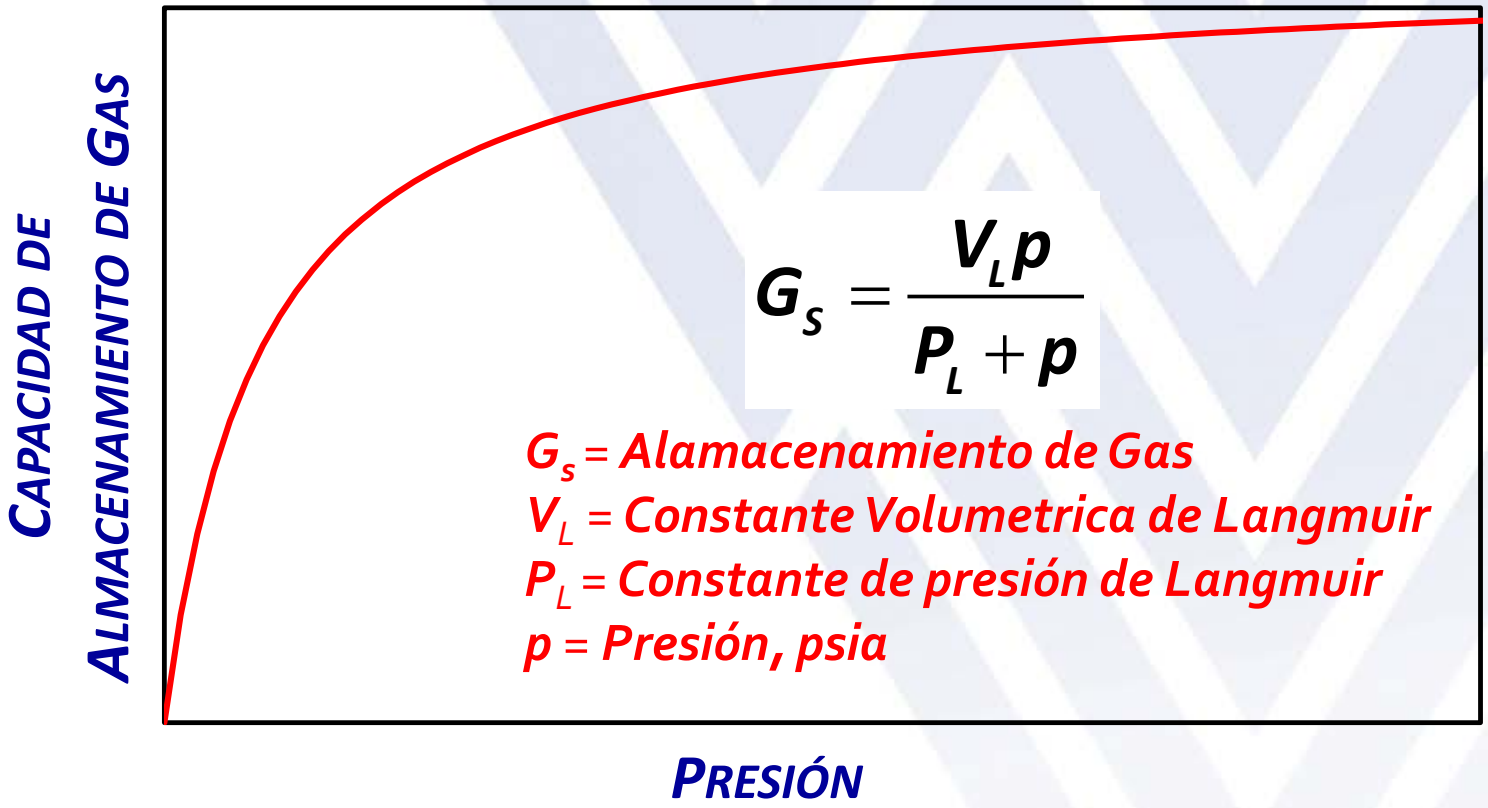
RESERVORIOS NO CONVENCIONALES



RESERVORIOS DE ESQUISTOS DE GAS



Isotermo de Langmuir



$$G_s = \frac{V_L p}{P_L + p}$$

G_s = Alamacenamiento de Gas
V_L = Constante Volumetrica de Langmuir
P_L = Constante de presión de Langmuir
p = Presión, psia

Determnación de las Propiedades Petrofíscas de los Esquistos

Volumen de Poros

- Picnometría de baja presión
- Inyección de Mercurio a alta presión
- Adsorción a baja temperatura

Permeabilidad

- Método GRI
- Caída de pulsos de presión

Tamaño de los Poros

- MICP
- NMR
- SEM/STEM
- Adsorción a baja temperatura

Adsorpcion

- Gravimetria
- Volumetria

Shale Permeability Measurement

- It is not practical to measure the permeability of shale by conventional (steady-state) techniques because of low permeability.

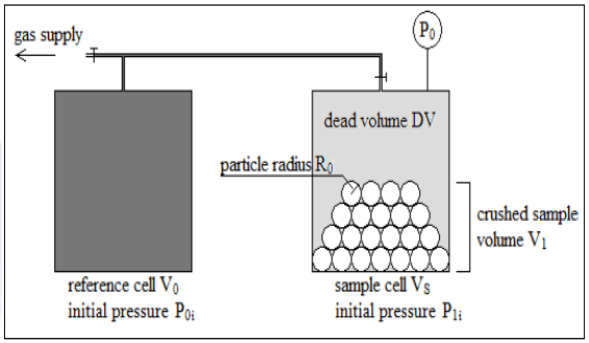
- Unsteady-State Methods
  - GRI Method (Crushed Sample)
  - Pressure Pulse Decay

Permeabilidad de Muestras Machacadas

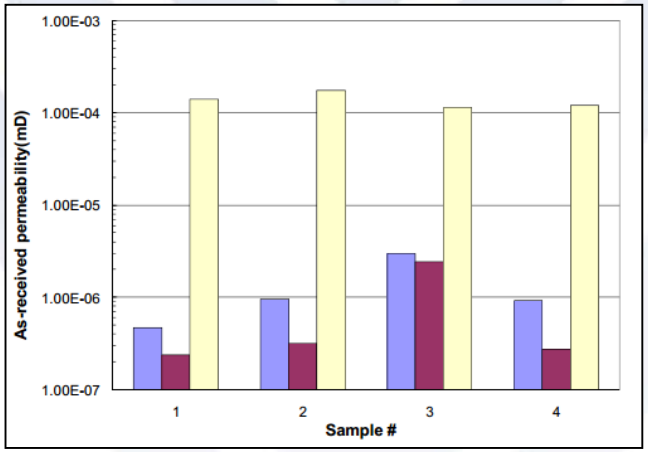
Desarrollado por Gas Research Institute y conocido como el metodo "GRI"

Roosevelt Dime = 17.9 mm

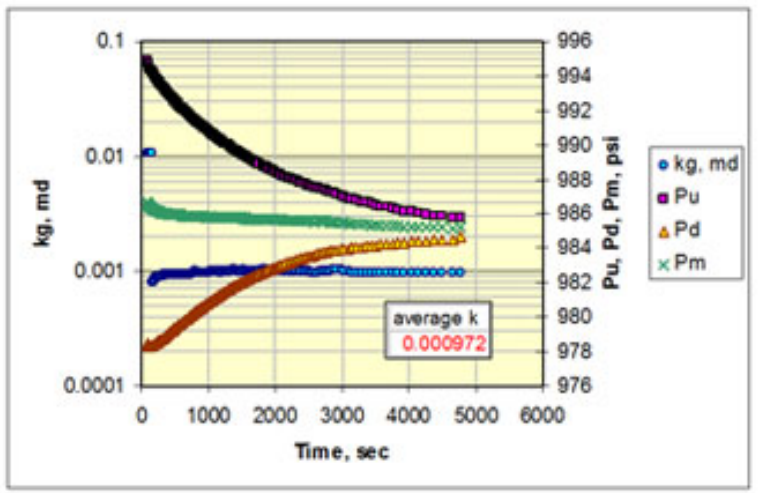
Particulas entre 0.85 y 0.5mm

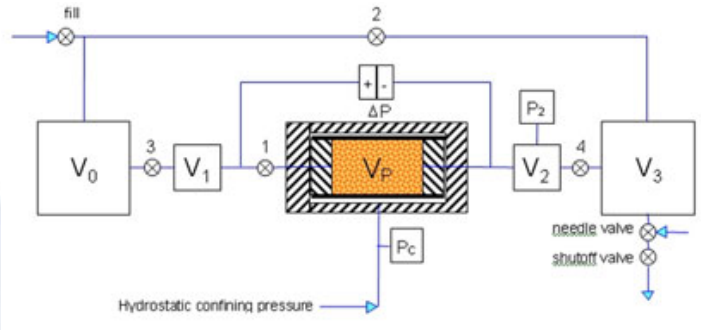


- ✓ ***No hay un protocol standard***
- ✓ ***Resultados Inconsistentes***



CAIDA DE PULSOS DE PRESION



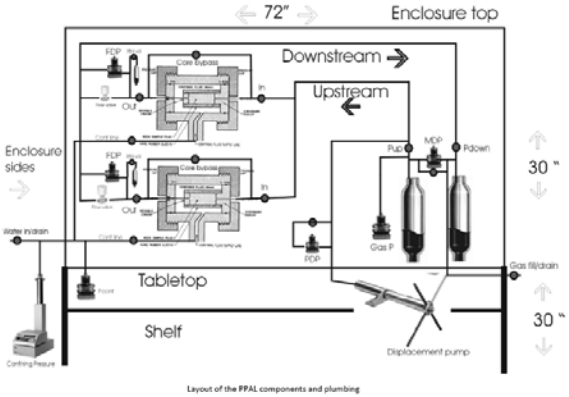


- ✓ *INTERPRETACIONES DIFERENTES*
- ✓ *REQUIRE CALCULOS COMPLICADOS*

PROBLEMAS

- CORREGIR EL DESLIZAMIENTO DE GAS
- CORREGIR EL IMPACTO DE LA ADSORCIÓN
- CORREGIR EL EFECTO DE LOS ESFUERZOS

Laboratoris de Analisis Petrofísico de Precisión (PPAL) en WVU



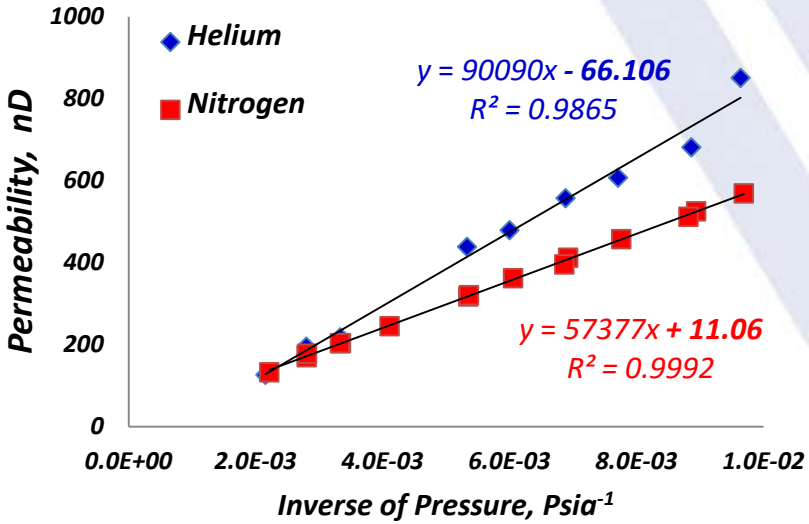
Layout of the PPAL components and plumbing

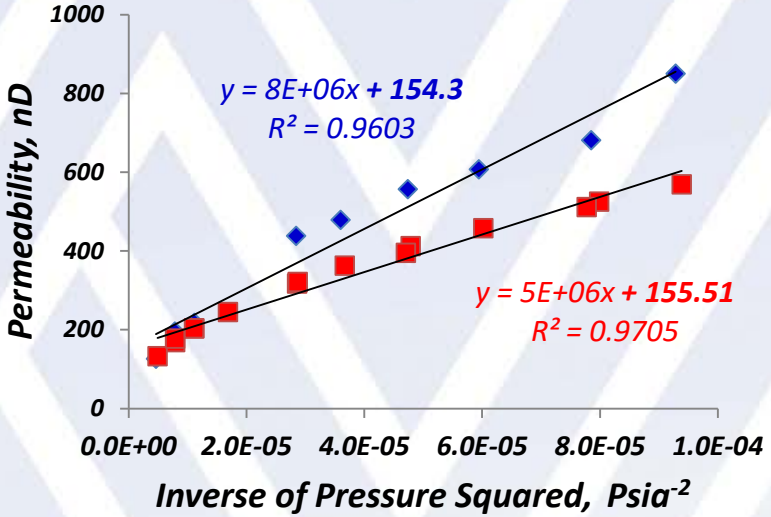
Capacidad de medición

- Permeabilidad (nano-darcy).
- Volumen de poros (precision de 0.1%).
- Permeabilidad Absoluta (Con corrección de presion de gas)
- Efecto de Stress (Condiciones de Reservorio).
- Efecto de la adsorción
- Caracterización de la presión en los poros

Accurate, Consistent, and Repeatable Results

PERMEABILIDAD ABSOLUTA

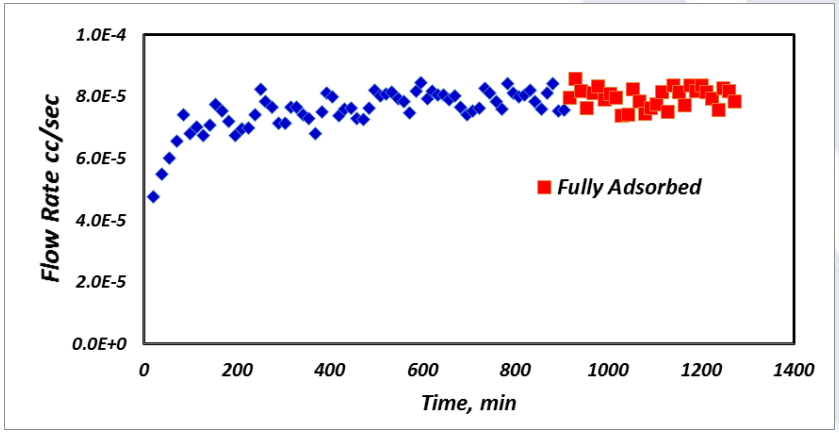


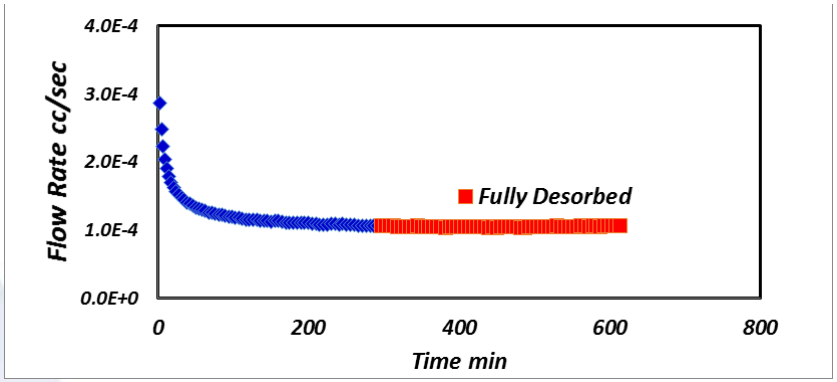


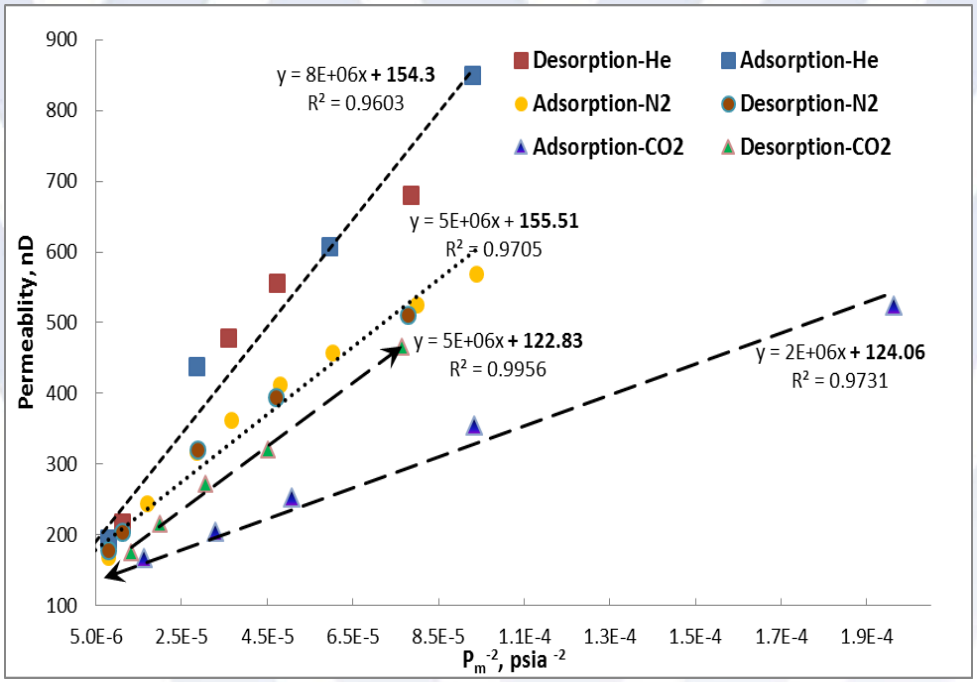
Análisis Tradicional de Klinkenberg
Deslizamiento de Gas

Análisis Modificado de Klinkenberg
Deslizamiento Doble de Gas

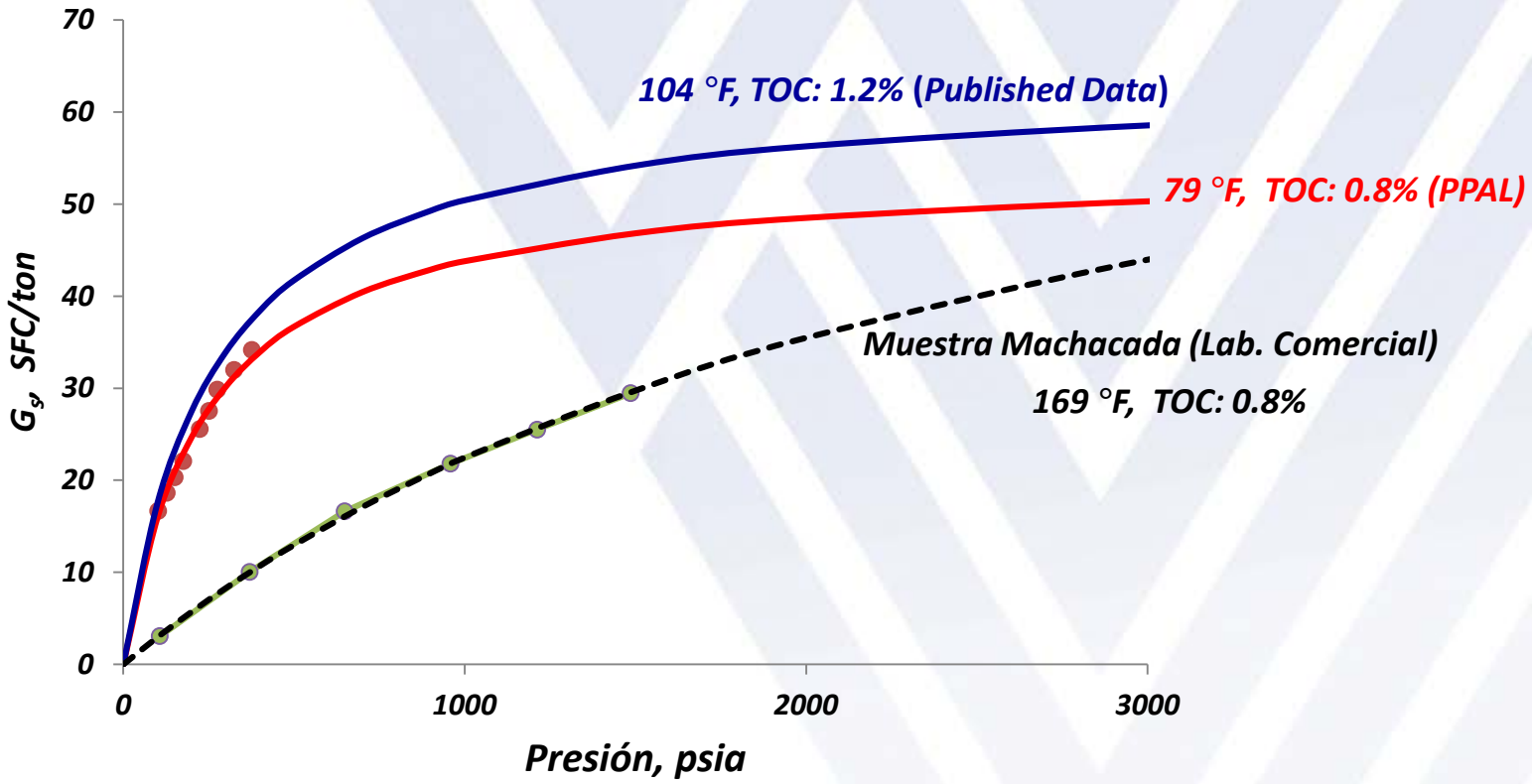
ADSORCIÓN


Flow Rate cc/sec
1.0E-4
8.0E-5
6.0E-5
4.0E-5
2.0E-5
0.0E+0
0
200
400
600
800
1000
1200
1400
Time, min
Fully Adsorbed

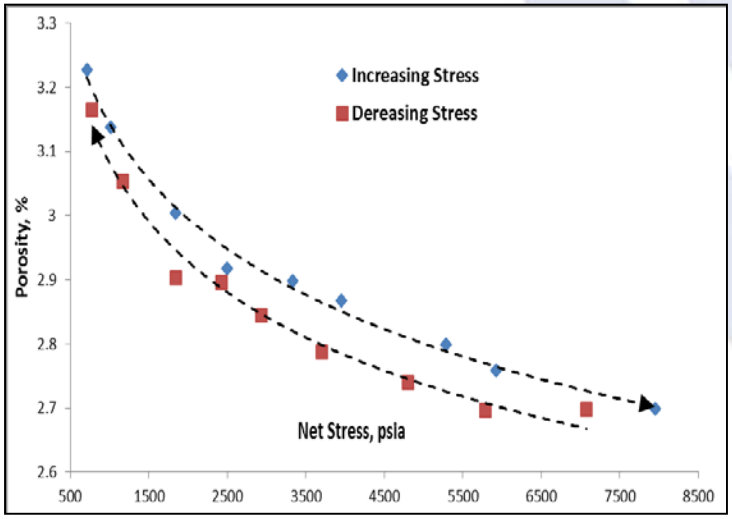

Flow Rate cc/sec
4.0E-4
3.0E-4
2.0E-4
1.0E-4
0.0E+0
0
200
400
600
800
Time min
Fully Desorbed

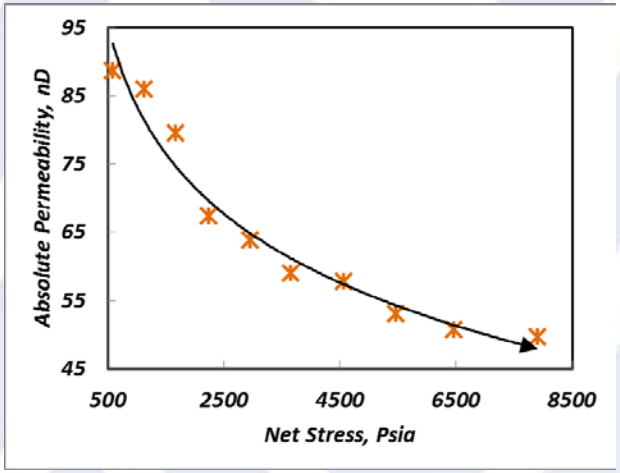

Permeablity, nD
900
800
700
600
500
400
300
200
100
5.0E-6
2.5E-5
4.5E-5
6.5E-5
8.5E-5
1.1E-4
1.3E-4
1.5E-4
1.7E-4
1.9E-4
Pm-2, psia -2
y = 8E+06x + 154.3
R² = 0.9603
y = 5E+06x + 155.51
R² = 0.9705
y = 5E+06x + 122.83
R² = 0.9956
y = 2E+06x + 124.06
R² = 0.9731
Desorption-He
Adsorption-He
Adsorption-N2
Desorption-N2
Adsorption-CO2
Desorption-CO2

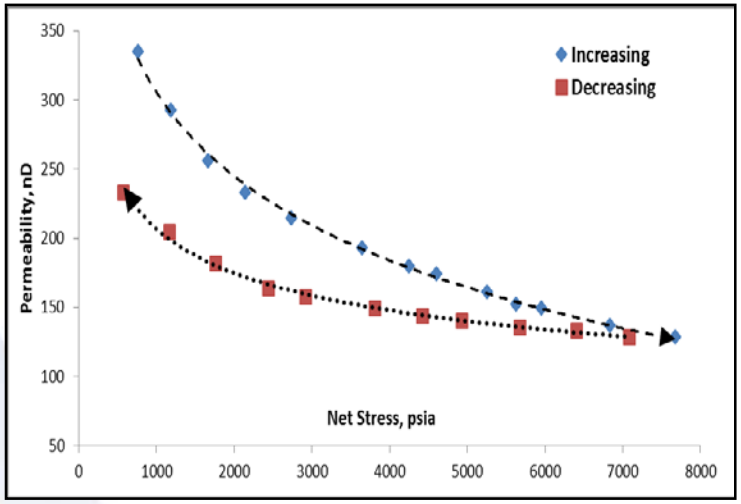
ADSORCIÓN ISOTERMAL

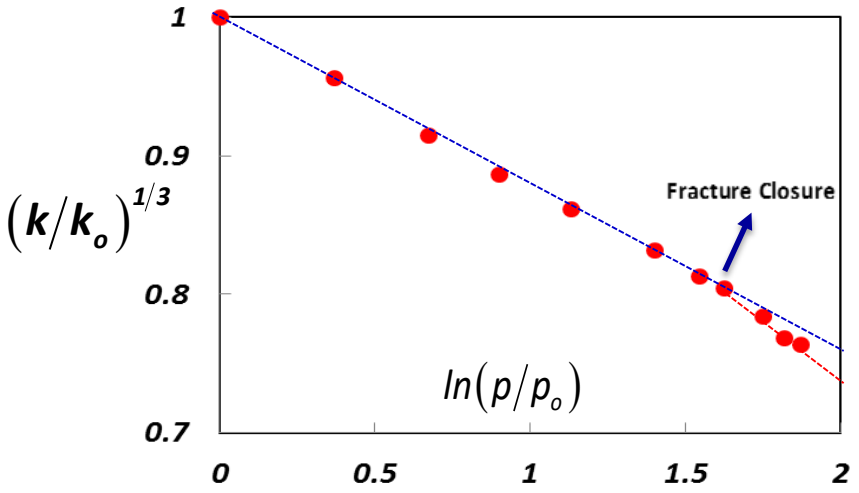


EFECTO DE ESFUERZO (STRESS)

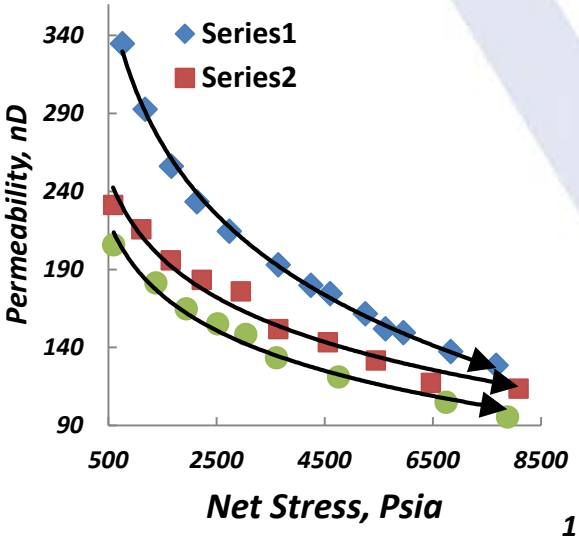


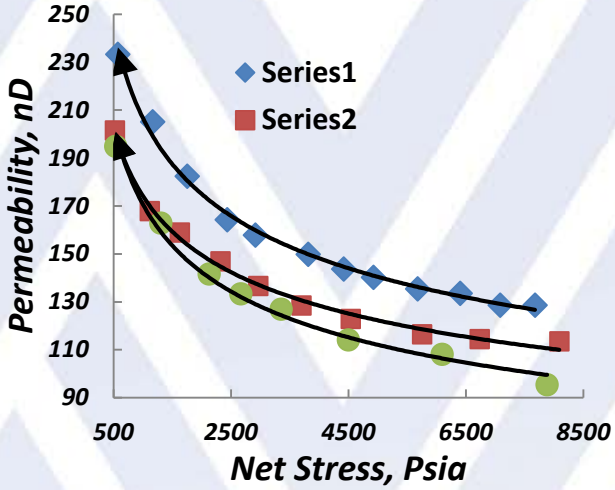


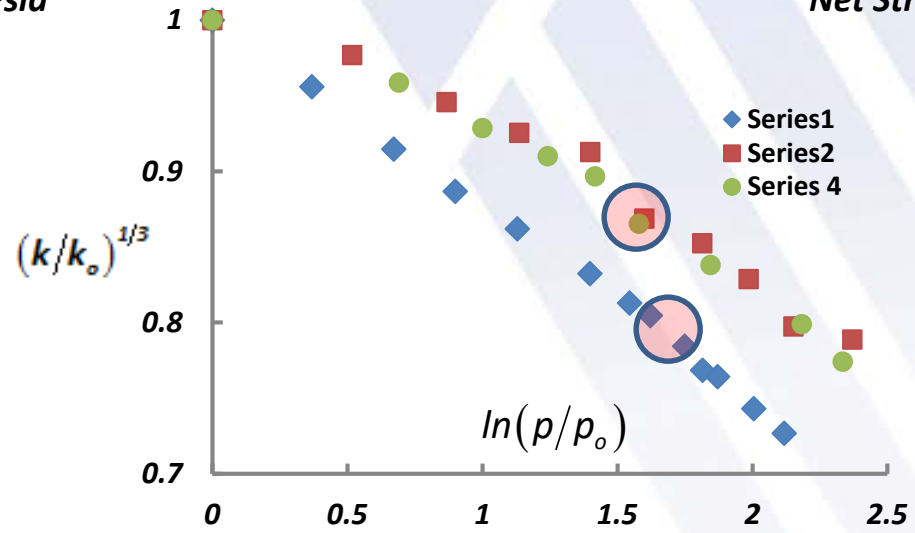




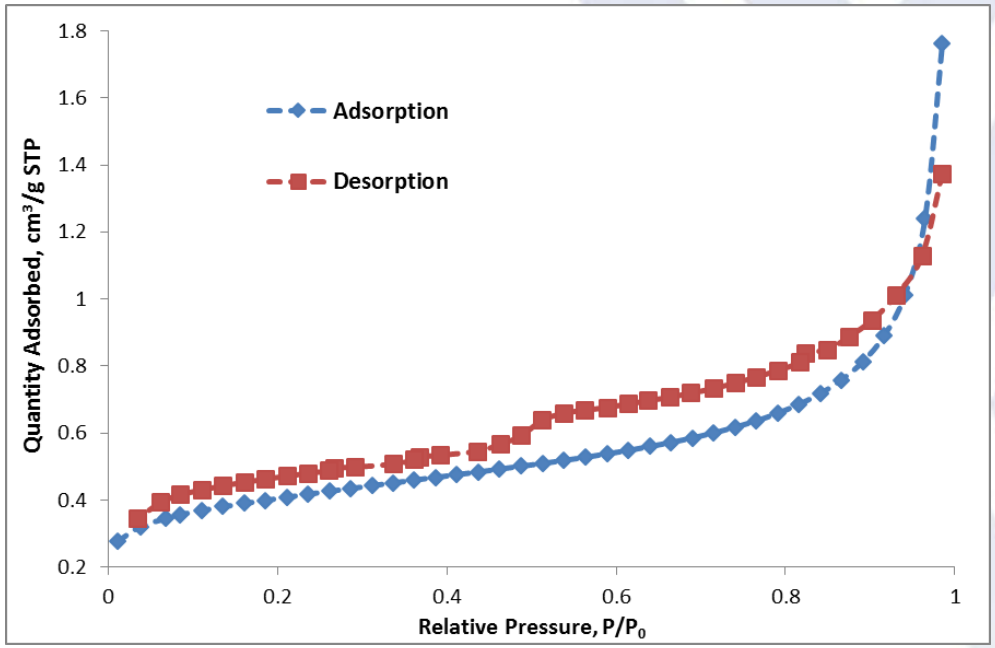
SEQUENCIAS DE ESFUERZOS







ADSORCIÓN ISOTERMAL



- ✓ *Adsorción por multiples capas*
- ✓ *Poros en forma de ranuras*

Micromeritics ASAP 2020

Adsorción de Nitrógeno a baja temperatura