

## Descripción Breve

AIRY (del inglés **St**ANDARD **D**IGITAL **R**OCK **Ph**YSICS) es nuestra solución de modelo numérico. Genera y/o consume imágenes tomográficas 3D reconstruidas obtenidas con tomógrafos de Rayos-X y microscopios FIB/SEM. Mediante simulaciones numéricas avanzadas y modelos de redes de poros (PNM) los fenómenos físicos se recrean en los modelos digitales para imitar los protocolos reales de laboratorio para obtener las propiedades de la roca.

## Beneficios

- Puntos de propiedades múltiples por muestra (hasta  $10^2$ ) comparada con un solo punto utilizado en métodos convencionales.
- Al estar el producto completamente desplegado los tiempos para grandes campañas de SCAL se pueden reducir hasta en un 70%.
- La incertidumbre de las propiedades puede abordarse al poder condicionarse las simulaciones numéricas para varios escenarios de probabilidad.
- No solo se reportan escalares. Cuando es viable la caracterización completa tensor/multipunto se puede obtener analizando el comportamiento en todas direcciones de los modelos.

## Características Diferenciales

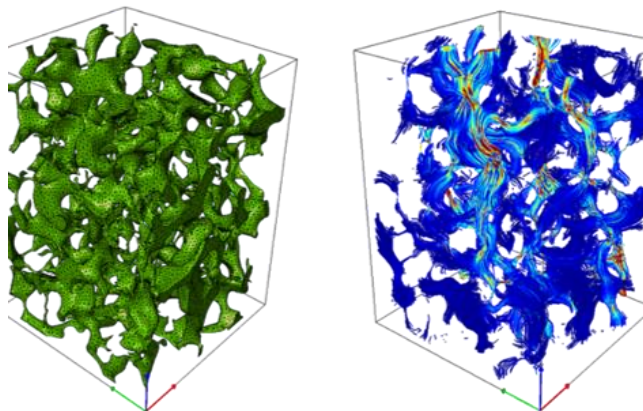
- Nuevas aplicaciones desarrolladas de PNM pueden acelerar permeabilidades absolutas y relativas junto con cálculos de Pc de horas a minutos por muestra.
- Se pueden adquirir propiedades nuevas, no accesibles usando protocolos convencionales de laboratorio, para modelos físicos mejorados de rocas.
- Herramientas avanzadas de análisis categórico de Repsol mejoran fuertemente la caracterización espacial y la propagación de propiedades numéricas estimadas para obtener mejores modelos del terrestres.

## Entregable

Análisis REV, Porosidad y Permeabilidad multipuntos y correlaciones. Presión capilar y permeabilidad relativa puntos-finales o curvas completas.

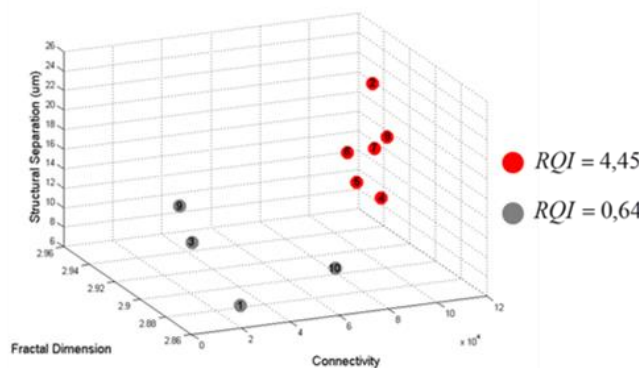
Se pueden implementar, si se requieren, familias de rocas y análisis categórico para mejorar el conocimiento de la heterogeneidad

Formato de entregable: suma de imágenes TIFF + informe técnico + archivos .csv y .las (si se necesita el perfil de profundidad)



Izquierda: Red de Alta Resolución (escala de voxel  $\mu\text{m}$ ) del espacio poroso.

Derecha: Simulación de flujo de fluidos de un sistema siliciclástico mojable al agua (coloreado velocidad del fluido, rojo la más alta). La permeabilidad se puede medir por la tasa de flujo en cada dirección del modelo. Modelo digital mostrado en torno a  $3 \times 3 \times 6 \text{mm}$ .



Caracterización del comportamiento de propiedades en el yacimiento en varios pozos usando propiedades nuevas extraídas mediante cálculos avanzados en el modelo digital 3D generado, esto es: Dimensión Fractal, Conectividad y separación estructural de los poros. (Campo de Trinidad y Tobago)



## Requisitos

- Se necesitan muestras de roca. Alternativamente se pueden usar también imágenes 3D tomográficas o de FIB/SEM previamente adquiridas por el cliente (bajo guía de Repsol y con estándares de calidad)
- Las muestras de roca necesitan ser de calidad y tamaño apropiado para taladrar dependiendo de la resolución necesaria y de las necesidades de campo de visión (FOV).
- Este material de roca debería venir del testigo, SWC o cualquier otra recuperación con suficiente volumen para generar un cilindro apropiado.

## Consideraciones

- Para resultados más precisos se aconseja la calibración de los resultados usando modelos [TechLab] desarrollados internamente o datos convencionales de RCAL de algunas muestras análogas
- Las capacidades de imagen actuales no están recomendadas para tamaños de poro por debajo de 0,1 micras.
- El contraste de la imagen tomográfica y la proporción señal/suido deberían ser suficientemente buenas para una segmentación de imagen correcta.

## El Producto en Profundidad

El producto comienza con un conjunto de imágenes 3D apropiadas de tomógrafos de rayos-X (principales tamaños de poro por encima de 1µm) o instrumentación FIB/SEM (tamaños de poros sub micra). El espacio poroso y la fase sólida del modelo se separan mediante la segmentación de la imagen. Una vez que los poros y los granos están correctamente definidos, estas fases se pueden modelar mediante un método numérico basado en mallas (esto es Elementos Finitos, Diferencias Finitas) o métodos numéricos sin mallas (esto es Lattice Boltzmann o métodos Hidrodinámicos de Suavizado de Partícula). También se pueden implementar algunas aproximaciones numéricas como el Modelo de Red de Poro para acelerar la entrega final. Cada imagen se procesa para observar el Volumen Elemental Representativo (REV) apropiado. Si este REV es menor la imagen actual se pueden llevar a cabo múltiples experimentos numéricos en una muestra proporcionando un número de datos de puntos más abundante y mejor conocimiento de la incertidumbre. Al ser llevados a cabo todos los experimentos en un dominio digital las condiciones de límite y las direcciones de campo se pueden modificar completamente (algo que no puede hacerse en el laboratorio) para obtener análisis de probabilidad y comportamiento completo del tensor si se requiere.

## Algunos Casos de Uso / Modelos

Caso de Uso/Modelo	Cliente	Usuario	Coste (K€)	Tiempo (m)
<i>Golfo de Méjico ( Pozo Leon 2, ~30 muestras). Análisis completo RCAL/SCAL (2016).</i>	• Golfo de Méjico	• Petrofísicos • Ingenieros de yacimiento	80	4
<i>Trinidad y Tobago. Calidad del Yacimiento y análisis de laboratorio de permeabilidad (~20 muestras) debido a las dimensiones físicas de las muestras (2018-2019).</i>	• Trinidad y Tobago	• Petrofísicos • Ingenieros de yacimiento	33	1