

# Evaluación de la tortuosidad geométrica de medios porosos generados digitalmente en 3D teniendo en consideración la distribución del tamaño de los poros y el algoritmo A-star

## PROBLEMA

La tortuosidad es una medida de la complejidad de los caminos que atraviesan un medio poroso y es importante para comprender y predecir el flujo de fluidos, la difusión de especies y otros procesos en estos medios. Sin embargo, la estimación precisa de la tortuosidad en medios porosos tridimensionales puede ser computacionalmente intensiva y requiere considerar tanto el tamaño de los poros como el tamaño del medio en sí. Este estudio busca abordar estas consideraciones y establecer correlaciones entre la tortuosidad, la porosidad y la distribución de tamaños de poros para mejorar la comprensión y predicción de los procesos en medios porosos tridimensionales.

## OBJETIVO GENERAL

Establecer correlaciones entre la tortuosidad y la porosidad, así como la distribución de tamaños de poros en medios porosos tridimensionales, y determinar cómo estas variaciones afectan los resultados según el tamaño del medio y los métodos de estimación utilizados

## PROPUESTA

Se generan imágenes digitales mediante programación para representar medios porosos tridimensionales.

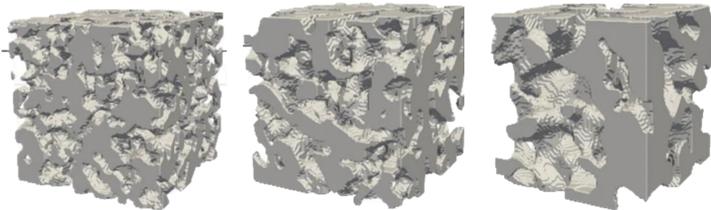


Fig. 1. Muestras de medios porosos generados

Se utiliza dos métodos para medir tamaños de poros: porosimetría y Local Thickness.

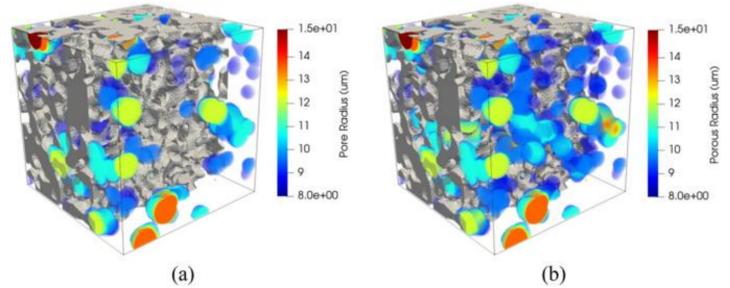


Fig. 3. Renderizado 3D MIP simulado (a) y Local Thickness Method (b)

Se calculó la función de densidad de probabilidad (PDF) para ambos métodos

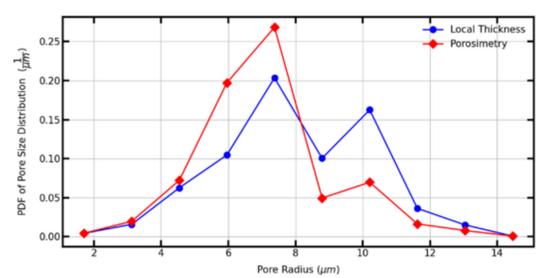


Fig. 4. PDF de la distribución de tamaños de poro para los métodos de Local Thickness y porosimetría

Para obtener la tortuosidad dentro de la fase porosa del medio se usa el algoritmo de búsqueda de caminos A, y el método de Pore Centroid.

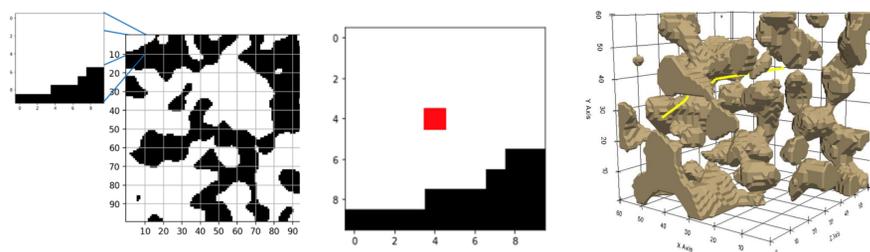


Fig. 2. Elementos involucrados en el algoritmo

## RESULTADOS

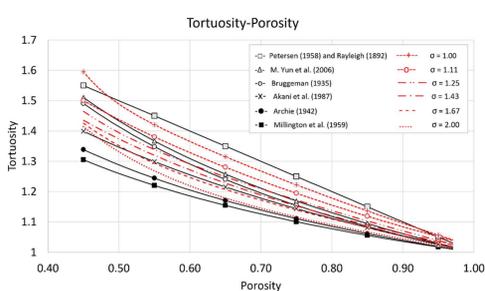


Fig. 5. Comparación entre las correlaciones entre tortuosidad y porosidad

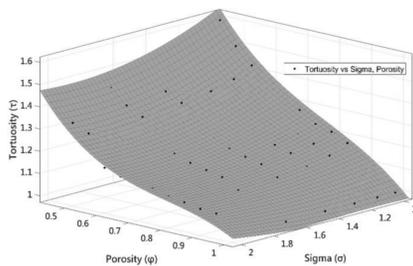


Fig. 6. Comportamiento superficial que representa los valores de tortuosidad como función de la porosidad y sigma.

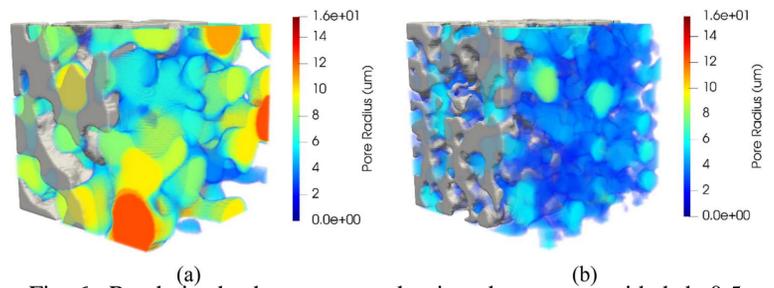


Fig. 6. Renderizado de muestras seleccionadas con porosidad de 0.5 y sigma de 2.0 (a) y 1.0 (b), mostrando tamaños locales de poros calculados por MIP

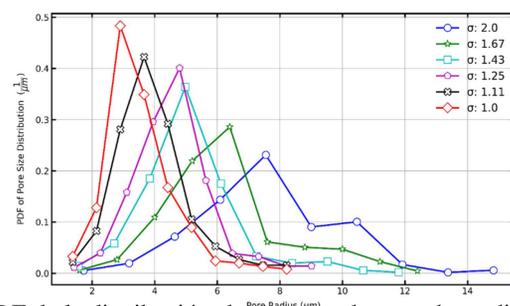


Fig. 7. PDF de la distribución de tamaños de poro de medios porosos con sigma de 1.0 a 2.0.

## CONCLUSIONES

- La tortuosidad geométrica de los medios porosos depende de la porosidad, la distribución del tamaño de los poros y el tamaño del medio.
- El algoritmo A-star es adecuado para un análisis detallado, pero puede ser limitado en medios porosos más grandes. El método del centroide del poro es una alternativa eficiente para estimar la tortuosidad en estos casos.

## RECONOCIMIENTOS

Los autores expresan su sincera gratitud por el apoyo financiero brindado a través del proyecto FIMCP-33-2022. Agradecemos enormemente los recursos físicos y computacionales proporcionados por la ESPOL, que han sido fundamentales para nuestro trabajo. Además, valoramos profundamente el apoyo del Decanato de Investigación, cuyas ayudantías de Investigación han jugado un papel crucial en el desarrollo de este proyecto.