

Acoplamiento Multi-escala/Fase por Modelamiento y Experimentación en Celdas de Combustible

PROBLEMA

Las celdas de combustible son dispositivos de conversión de energía química-eléctrica con cero emisiones, correspondientes a una tecnología de gran potencial para afrontar la demanda energética. No obstante, existen barreras que impiden su completo despliegue a escala comercial relacionadas con el elevado costo de producción en masa. El posicionamiento de esta tecnología requiere grandes esfuerzos de investigación y desarrollo en temáticas como la evaluación del “Comportamiento de una Celda de Combustible de Electrolito Polímero (PEFC) desde un Punto de Vista Estadístico Basado en el Análisis de Datos” y la optimización de componentes mediante “Una Metodología Alternativa para Calcular la Tortuosidad Geométrica en Medios Porosos 2D Utilizando el Algoritmo A-Star Pathfinding”.

OBJETIVO GENERAL

Proponer correlaciones empíricas que describan y predigan la densidad de corriente en función de otros parámetros medidos en una Celda de Combustible (FC, en inglés) tales como la densidad de potencia, el voltaje, el flujo anódico y el flujo catódico.

Diseñar un algoritmo computacional de fácil implementación para la obtención de la tortuosidad geométrica en medios complejos bidimensionales generados digitalmente que representen medios porosos presentes en las Celdas de Combustible.

PROPUESTA

1. Obtención de 130 observaciones a partir de pruebas experimentales.
2. Variables seleccionadas: densidad de corriente, densidad de potencia, voltaje, flujo anódico y flujo catódico.
3. Simplificación del sistema según el índice Kaiser Meyer Olkin (KMO) > 0.6.
4. Reducción de dimensionalidad a través del Análisis de Componentes Principales (ACP), considerando tres niveles de temperatura (T): 60°C, 70°C y 80°C.
5. Aplicación del modelo de regresión polinomial.
6. Contraste de rendimiento con el modelo de regresión múltiple polinomial.

Enfoque computacional - modelamiento

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

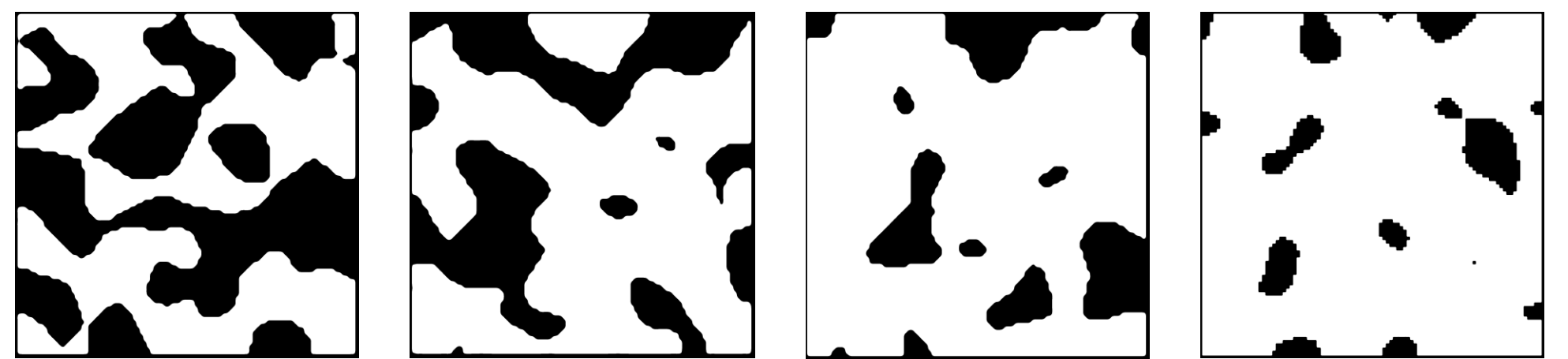


Fig. 1. Muestras de medios porosos generados

Para obtener la tortuosidad dentro de la fase porosa del medio se usa el algoritmo de búsqueda de caminos A*.

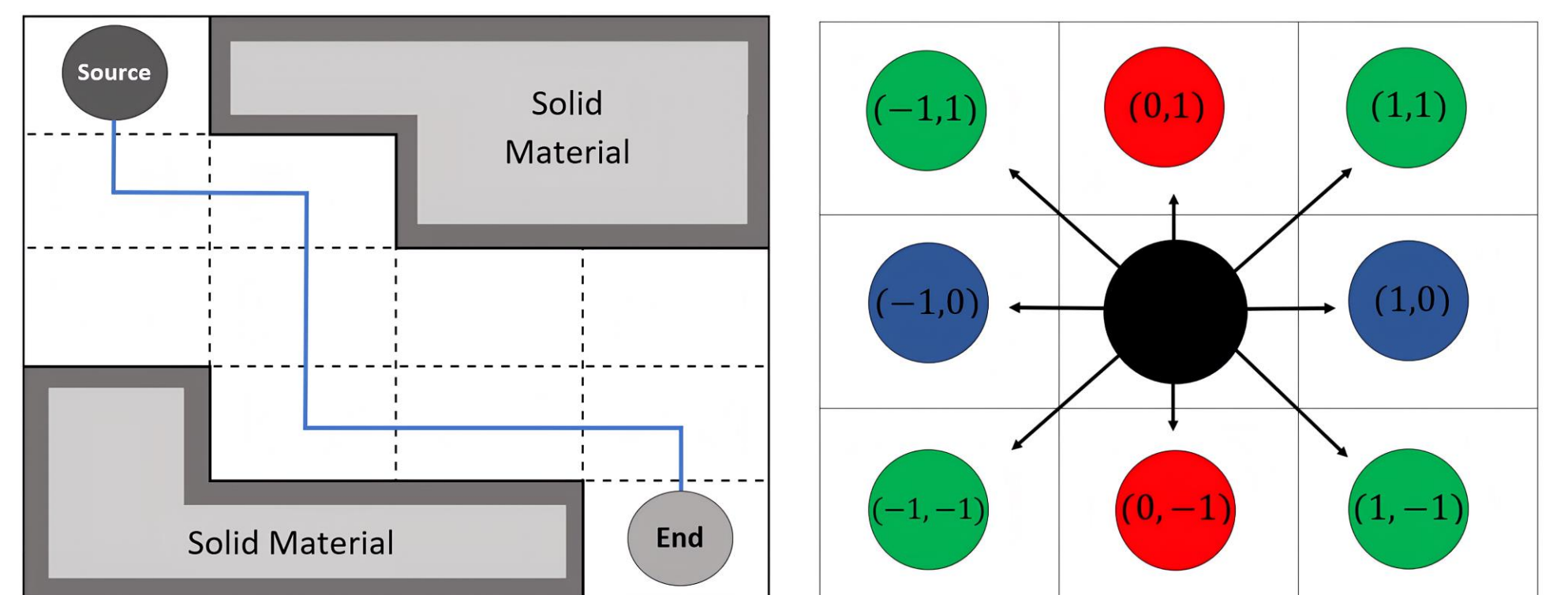


Fig. 2. Elementos involucrados en el algoritmo

RESULTADOS

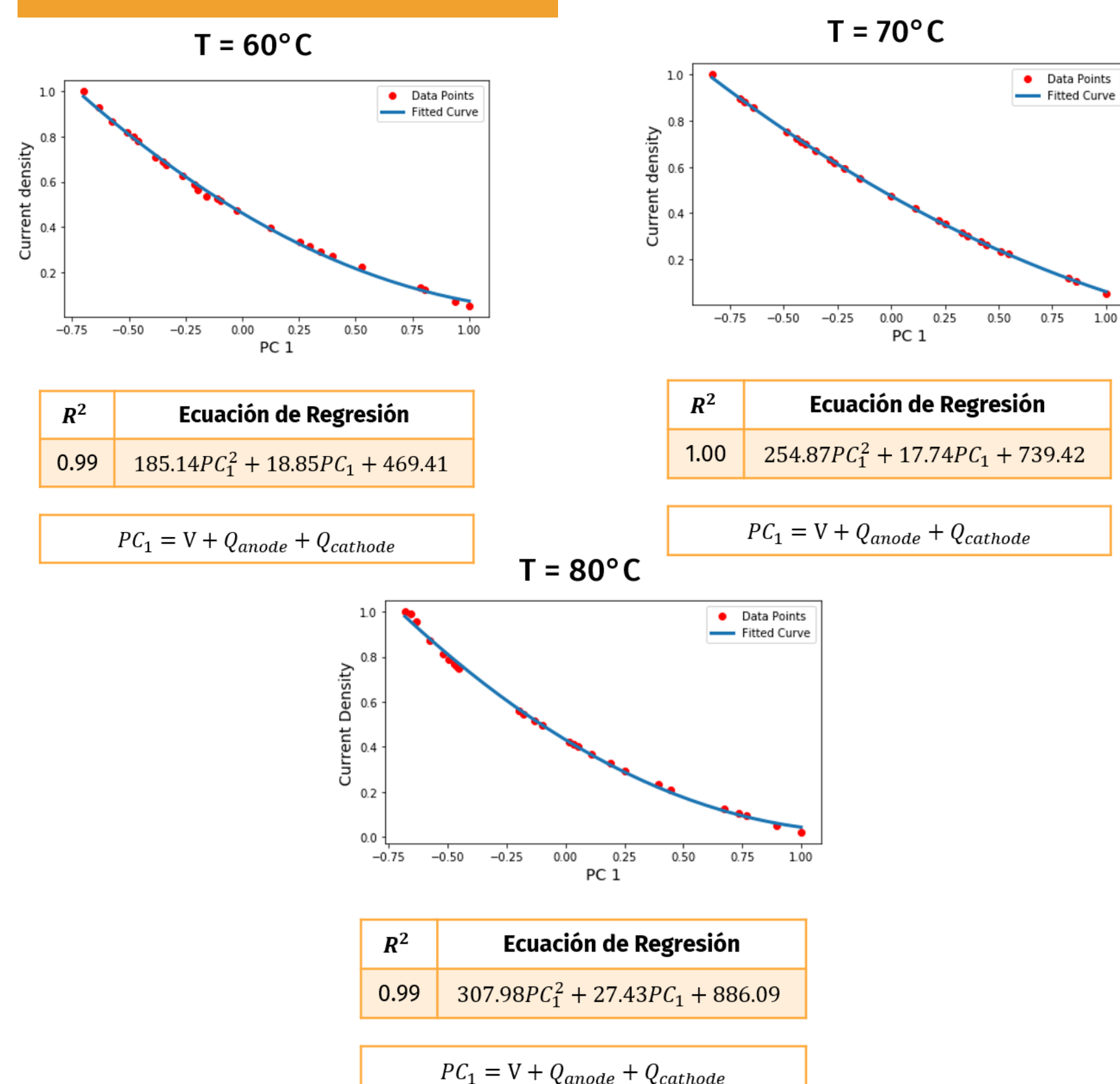


Fig. 2 Resultados de la regresión polinomial según la temperatura.

Se analizaron 540 muestras de medios porosos generados aleatoriamente con porosidades de 0.45 a 0.90.

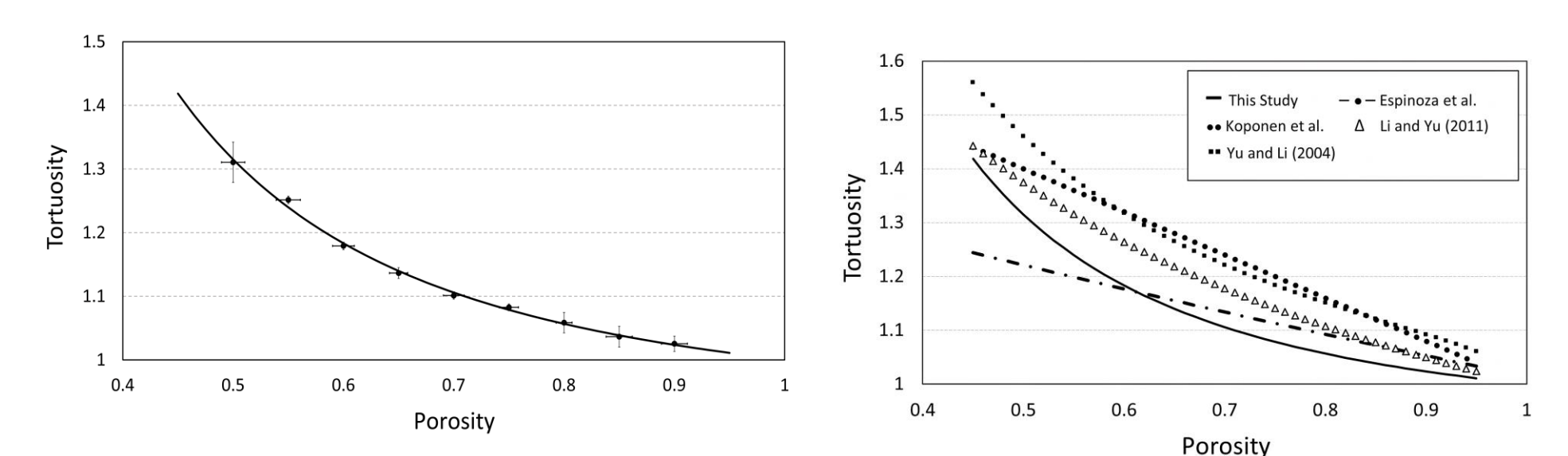


Fig. 3. Tortuosidad relacionada con la porosidad

Se comparó con el método de Lattice Boltzmann.

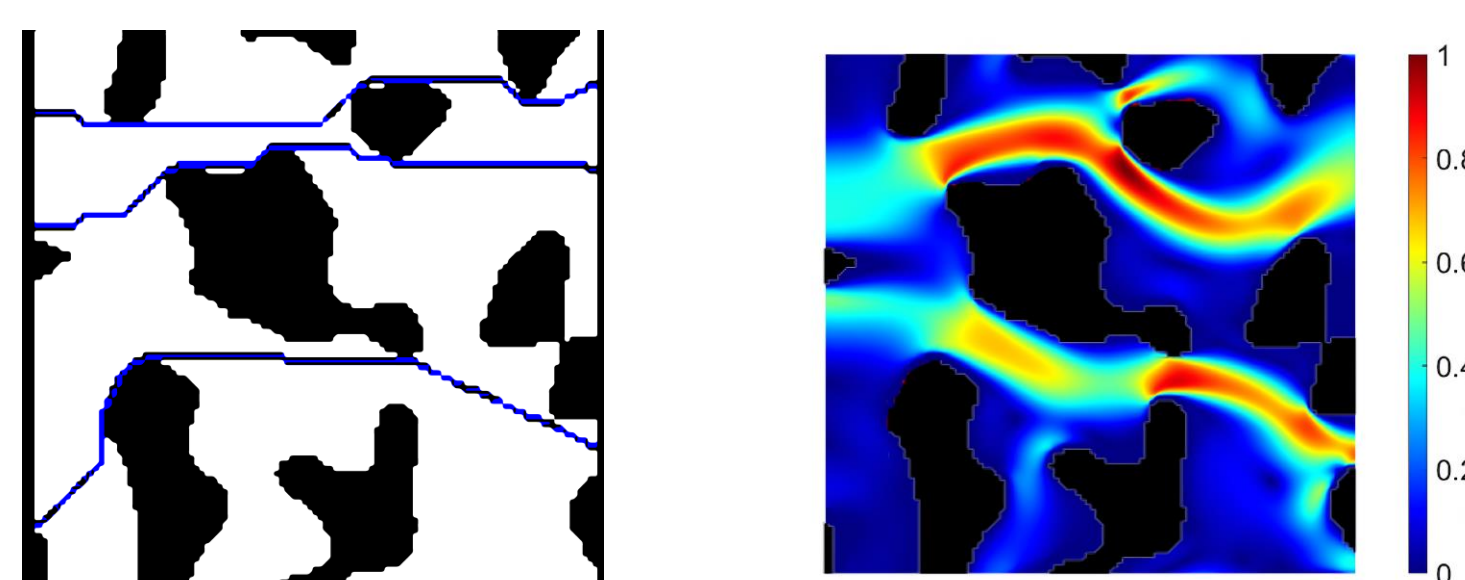


Fig. 4. Comparación con un método de simulación de fluidos

CONCLUSIONES

- Este estudio muestra la factibilidad de describir el comportamiento de una PEFC con variables simplificadas. Para las correlaciones propuestas, el R² ajustado se sitúa en torno a 0.99 con 95% de confianza.
- Los valores de tortuosidad obtenidos muestran concordancia con la teoría y una desviación máxima del 10.69% con otros algoritmos computacionales.

RECONOCIMIENTOS

- Los autores agradecen el apoyo financiero del proyecto FIMCP-CERA-05-2017. También se agradecen los recursos físicos y computacionales proporcionados por la ESPOL. El apoyo de parte de Decanato de Investigación para las ayudantías de Investigación forma parte importante en el desarrollo del presente proyecto.