

Diseño de un medidor de permeabilidad para materiales porosos

PROBLEMA

La permeabilidad de los suelos es altamente estudiada para aplicaciones petroleras, construcciones en zonas de alto riesgo y filtraciones subterráneas, sin embargo, casi no se refiere a ella cuando se trata de permeabilidad en material sólidos compactos cuando esta propiedad es esencial para el análisis de pérdidas en tuberías.

OBJETIVO GENERAL

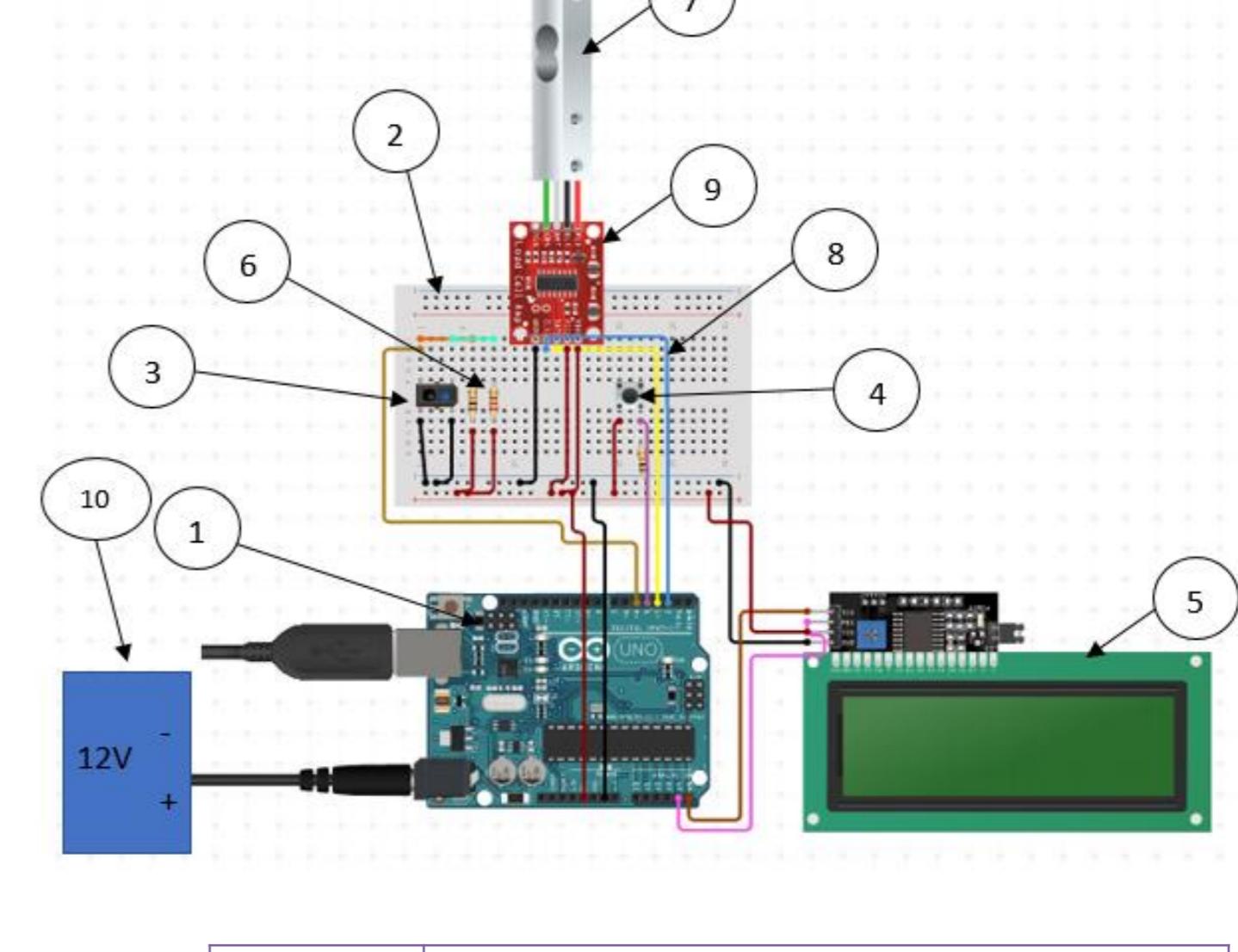
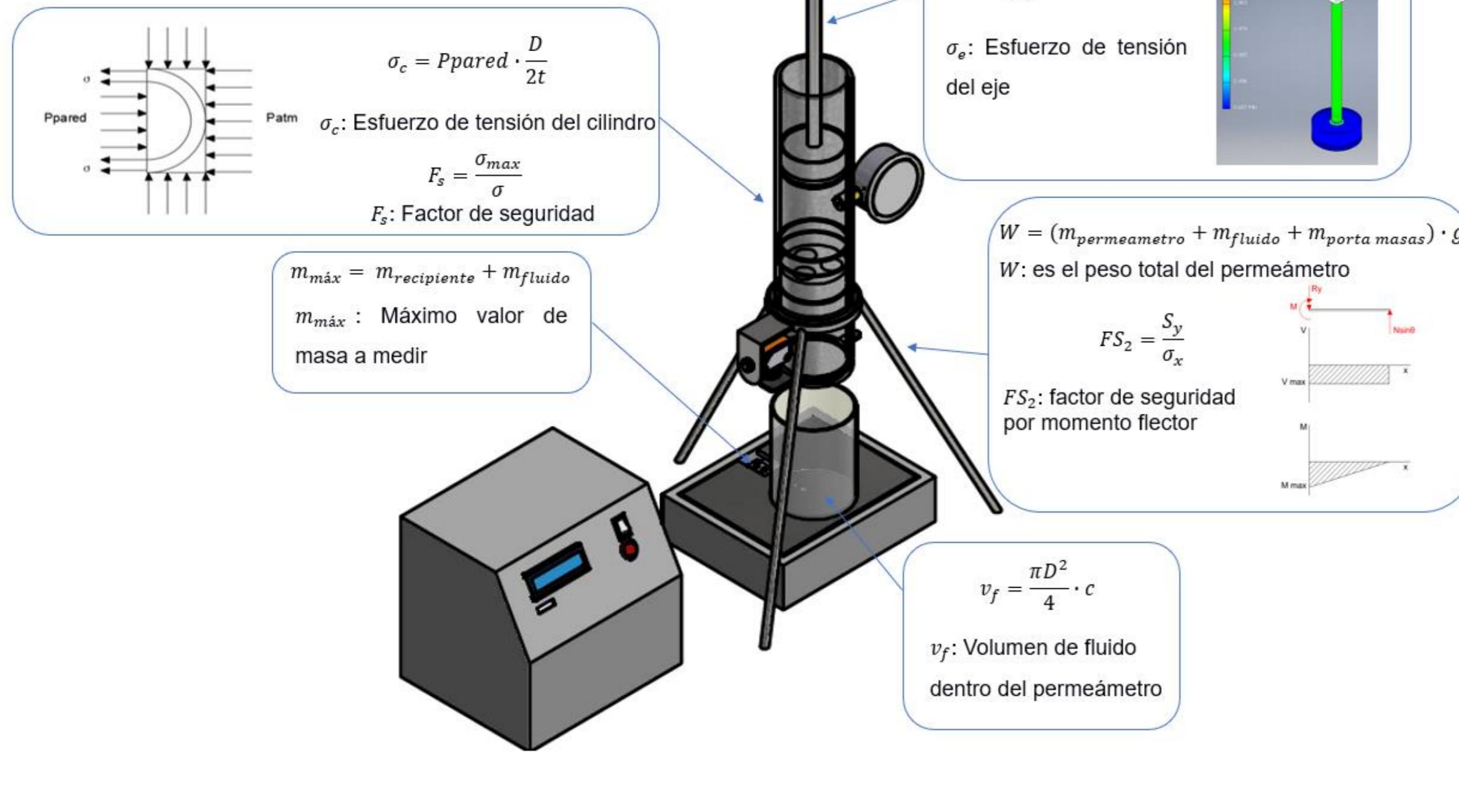
Diseñar un medidor de permeabilidad mediante mediciones hidráulicas que pueden relacionarse a la ley física de permeabilidad establecida por Henry Darcy que permita cuantificar la propiedad en materiales porosos.



PROPUESTA

El prototipo diseñado es un medidor de permeabilidad de carga variable al cual se le adaptó un sistema de medición para el cálculo de la permeabilidad de forma automática, y un pistón para agregar mayor presión al fluido de trabajo.

Este prototipo fue diseñado en Autodesk Inventor 2020.



Nº	Parte
1	Arduino Uno - R3
2	Protopboard
3	Sensor Reflectivo IR
4	Interruptor tipo Botón
5	Monitor LCD 20x4 I2C
6	Resistencias 220 Ohm / 10k Ohm
7	Celda de carga 2Kg
8	Cables de Interconexión
9	Amplificador
10	Fuente de alimentación 12V

RESULTADOS

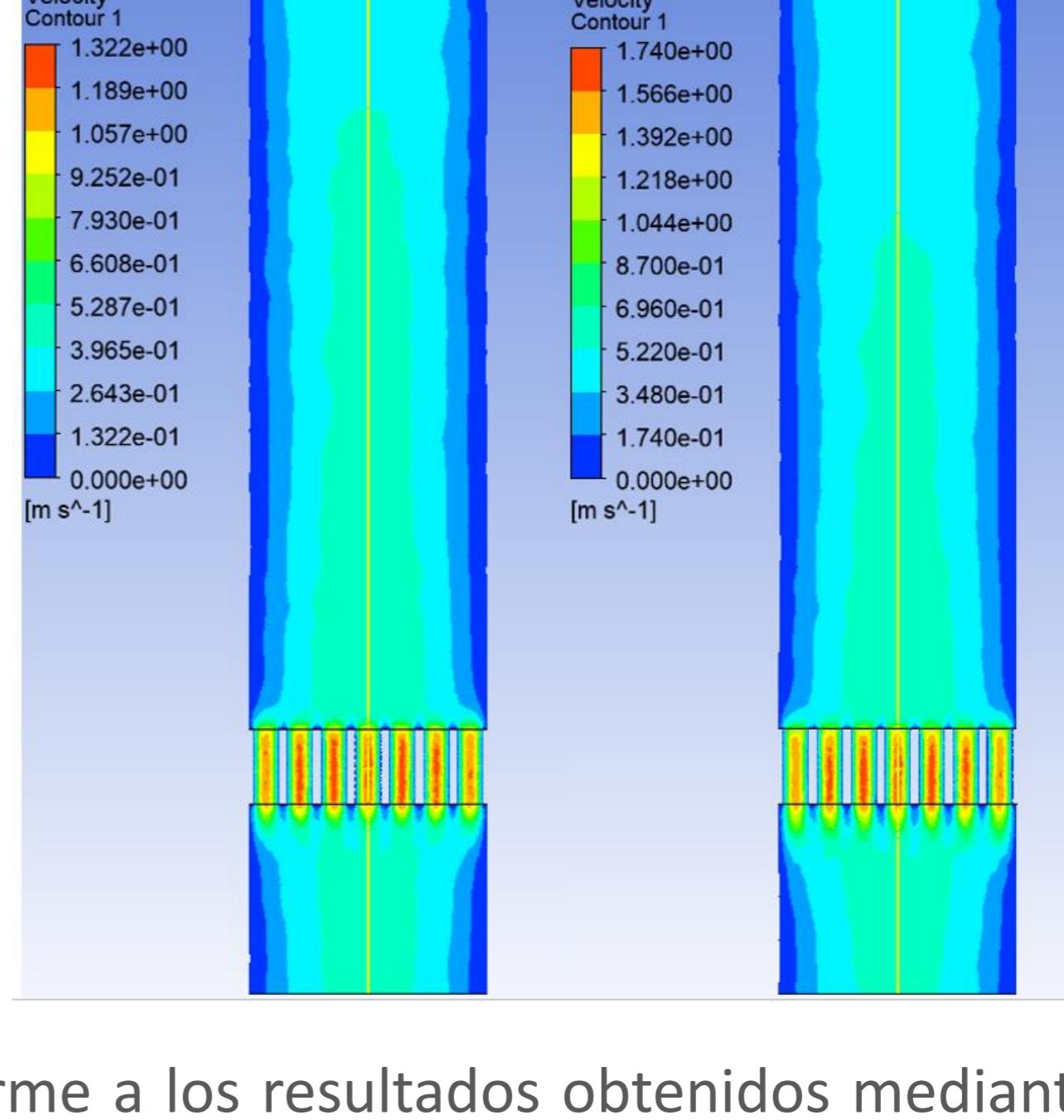
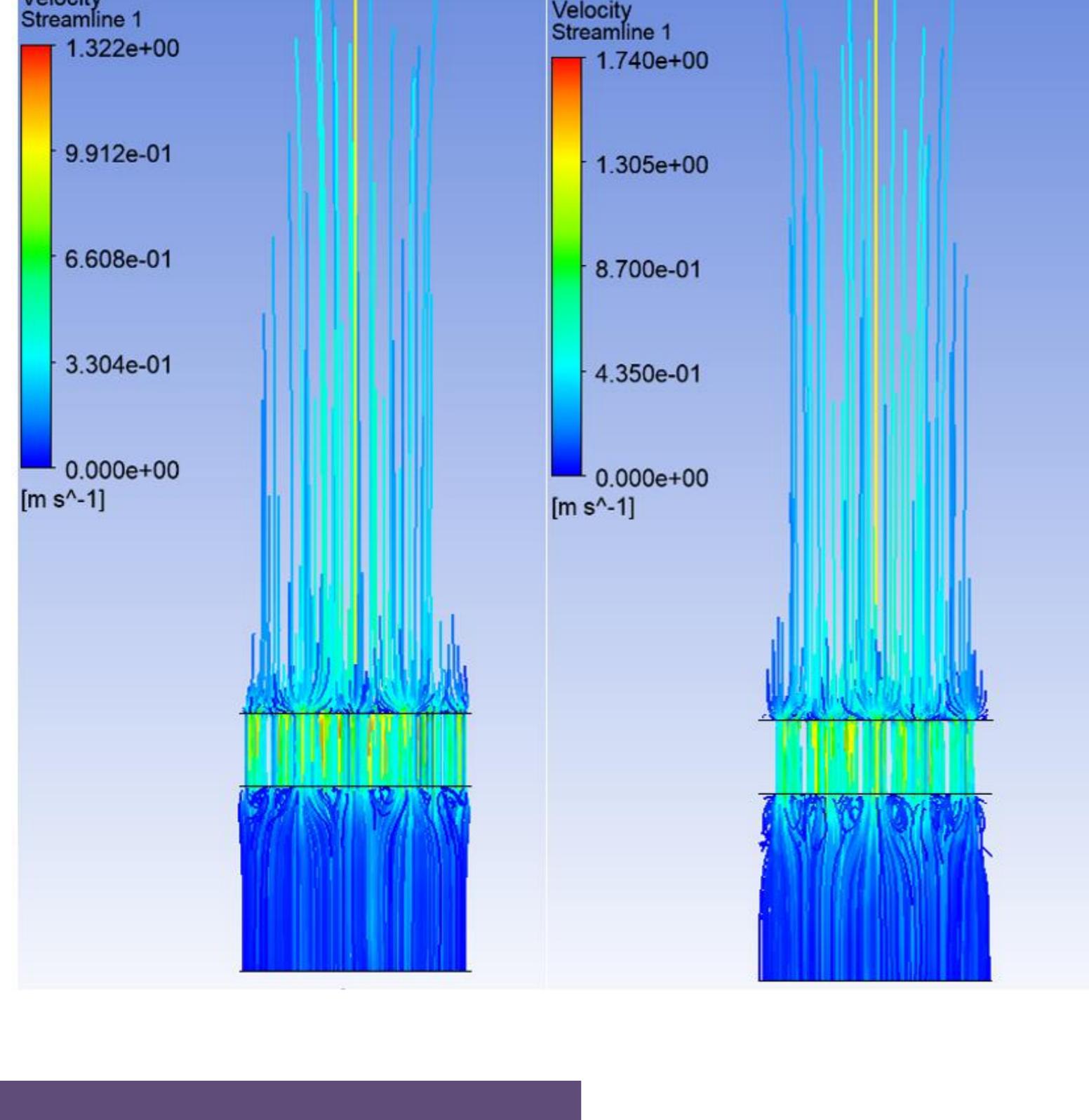
Se realizó la simulación CFD en ANSYS Academic 2020, se realizaron pruebas con 3 probetas, con el mismo espesor pero con diferente diámetro y número de poros. En esta simulación se pudo observar las líneas de flujo en donde se verificó que el flujo era laminar al pasar por los poros. Los fluidos con los que se simuló son Aceite de Girasol y SAE90.

De la simulación se obtuvo los siguientes resultados:

Masa	0.93 kg		1.13 kg		1.53 kg	
	Fluido	Aceite de Girasol	Aceite SAE90	Aceite de Girasol	Aceite SAE90	Aceite de Girasol
PROBETA 1						
○	6.47E-08	4.53E-07	5.07E-08	3.55E-07	4.63E-08	3.24E-07
○	6.33E-08	3.65E-07	5.33E-08	3.14E-07	4.98E-08	2.96E-07
PROBETA 2						
○	9.28E-08	6.49E-07	7.28E-08	5.10E-07	6.64E-08	4.65E-07
○	1.48E-07	7.80E-07	1.26E-07	6.83E-07	1.17E-07	6.47E-07
PROBETA 3						
○	4.22E-08	2.96E-07	3.31E-08	2.32E-07	3.02E-08	2.12E-07
○	4.51E-08	4.15E-07	4.35E-08	3.90E-07	4.27E-08	3.79E-07

○ Permeabilidad intrínseca teórica k [m^2]

○ Permeabilidad intrínseca simulada k [m^2]



CONCLUSIONES

- El permeámetro diseñado permite cuantificar la permeabilidad de materiales sólidos compactos de hasta 50% de porosidad, cumpliendo las condiciones para analizar los resultados mediante la ley de Darcy y basándose en la norma ASTM D5084.
- Conforme a los costos de materiales y servicios necesarios para la construcción del medidor de permeabilidad, se infiere que es viable la construcción local del diseño propuesto.
- Conforme a los resultados obtenidos mediante simulación con flujo laminar, se tiene que la permeabilidad intrínseca disminuye a medida que se incrementa la masa aplicada, por lo tanto, la permeabilidad intrínseca varía en materiales porosos compactos con diferentes presiones y fluidos.
- En base a los resultados obtenidos, se puede concluir que la permeabilidad intrínseca incrementa proporcionalmente según el número de poros en la probeta.