

## Treball final de grau

**Estudi:** Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials

**Títol:** Estudi comparatiu de diferents metodologies utilitzades en dinàmica de fluids computacional per calcular la pèrdua de càrrega de medis porosos en filtres pressuritzats.

**Document:** Resum

**Alumne:** Pau Herrera i Bosque

**Tutor:** Toni Pujol Sagaró

**Departament:** Enginyeria Mecànica i de la Construcció Industrial

**Àrea:** Mecànica de Fluids

**Convocatòria (mes/any):** Juny 2020



# ÍNDEX

Índex .....	3
1 Introducció .....	5
Equació d'Ergun .....	5
Equació de Darcy amb pèrdues inercials .....	6
Equació de Kozeny-Carman modificada.....	6
Equació de tipus potencial .....	6
2 Geometria .....	6
3 Resultats per a diferents medis.....	7
4 Discussió i conclusions.....	8



# 1 INTRODUCCIÓ

Els sistemes de filtració amb medi porós són molt utilitzats en agricultura de reg per degoters. D'aquí l'interès en millorar-ne el disseny mitjançant simulació amb dinàmica de fluids computacional (CFD). Però com que els models CFD disposen de diferents mètodes per avaluar les pèrdues de càrrega en el medi porós, és necessari un estudi comparatiu de les diferents metodologies per determinar la seva validesa quan s'apliquen a filtres reals.

L'experiment va consistir en realitzar uns assajos de filtració amb un filtre comercial a escala i amb diferents medis filtrants (sorra silícia (SSI), vidre reciclat (VEI), vidre tractat (AFM) i microesferes(ESF)). Es van fer circular diferents cabals compresos entre 0,4 i 1,1L/s pel filtre i alhora també es van variar les alçades de columna de medi filtrant per tal de registrar les pèrdues de càrrega en els diferents casos.

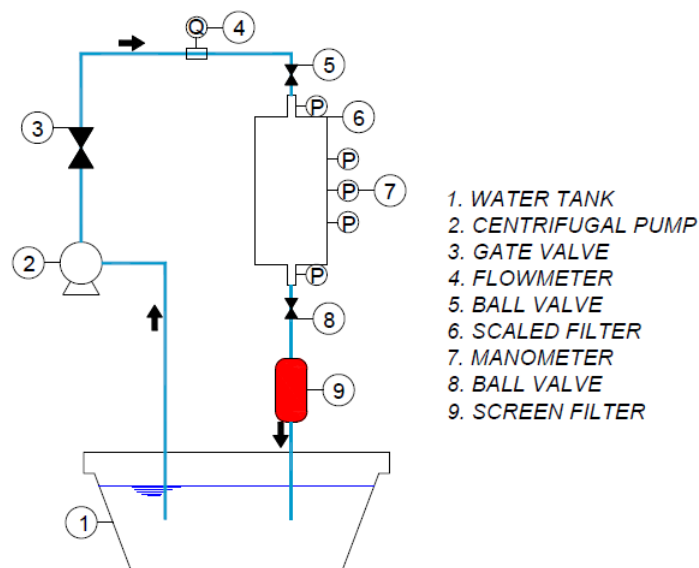


Figura 1: Muntatge experimental de l'estudi realitzat el 2015

Amb les dades experimentals obtingudes dels diferents casos que es van simular, s'han definit els paràmetres dels diferents mètodes que utilitzem per calcular la caiguda de pressió per unitat de longitud a la sorra. I que posteriorment necessitarem per introduir al ANSYS-Fluent que és el programari amb el que fem les simulacions.

Aquests mètodes són 4, i tenen tots com a variable la velocitat superficial  $v_s$  :

## Equació d'Ergun

$$\frac{\Delta p}{\Delta L} = 150 \frac{\mu v_s}{D_{eq}^2 \psi^2} \frac{(1 - \epsilon)^2}{\epsilon^3} + 1.75 \frac{\rho v_s^2}{D_{eq} \psi} \frac{(1 - \epsilon)}{\epsilon^3} \quad (1)$$

Equació de Darcy amb pèrdues inercials

$$\frac{\Delta p}{\Delta L} = \frac{\mu}{\alpha} v_s + \frac{C_2}{2} \rho v_s^2 \quad (2)$$

Equació de Kozeny-Carman modificada

$$\frac{\Delta p}{\Delta L} = 180 \frac{\mu v_s}{D_{eq}^2 \psi^2} \frac{(1 - \varepsilon)^2}{\varepsilon^3} \quad (3)$$

Equació de tipus potencial

$$\frac{\Delta p}{\Delta L} = C_0 v_s^{C_1} \quad (4)$$

L' ANSYS-Fluent treballa amb els paràmetres d' $\alpha$  i  $C_2$  o de  $C_0$  i de  $C_1$  per a simular els efectes del medi porós. Després de tractar els resultats dels assajos, s'obtenen els paràmetres a través de diversos ajustos experimentals a diferents models. En el cas de les equacions (1) i (3) s'obtenen a partir de les dades del medi que estan tabulades. Els de l'equació (2) i (4) s'han obtingut amb un ajust experimental a una equació de segon ordre i potencial respectivament.

A la següent taula es mostra un exemple de paràmetres calculats.

Taula 1: Resum de paràmetres  $1/\alpha$  i  $C_2$  de l'equació (2)

Medi	$1/\alpha$ (m <sup>-2</sup> )	$C_2$ (m <sup>-1</sup> )
SSI2	1.135.357.856,50	53.907,31
SSI3	1.426.866.416,00	67.809,71
VEI1	794.666.385,50	49.944,82
VEI2	1.043.068.813,00	74.554,78
VEI3	1.681.643.290,00	84.367,54
AFM2	1.585.056.433,50	51.025,81
AFM3	2.241.677.508,50	80.062,87
Esferes3	2.770.785.712,50	52.576,00

## 2 GEOMETRIA

El filtre estudiat presenta una geometria simètrica respecte l'eix longitudinal. Tant el cos del filtre (Figura 2) com la crepina que conté a l'interior s'han dissenyat com cossos de revolució respecte aquest eix. En el cas de la crepina, la cúpula té 45 esclatxes i el col·lector i la coberta inferior tenen plans de simetria a 90°. Això fa que només hi hagi un únic pla de simetria pel conjunt del filtre. Això ens permet estalviar temps de càlcul en les simulacions del programari Fluent ja que només simularem mig filtre.



Figura 2: Vista de l'interior del filtre

### 3 RESULTATS PER A DIFERENTS MEDIS

En aquest apartat del projecte s'estudien els resultats obtinguts en les simulacions per a diferents medis filtrants, amb diferents equacions i també a diferents cabals.

Es generen taules de resultats de les que podem extreure gràfiques i així podem comparar els valors més representatius de les simulacions com ho son la pressió a l'entrada del filtre, la pressió a la sortida, i l'imbalance o variació de cabal màssic.

Per exemple, a la següent figura , es mostra la caiguda de pressió del medi SSI3 amb els diferents mètodes estudiats.

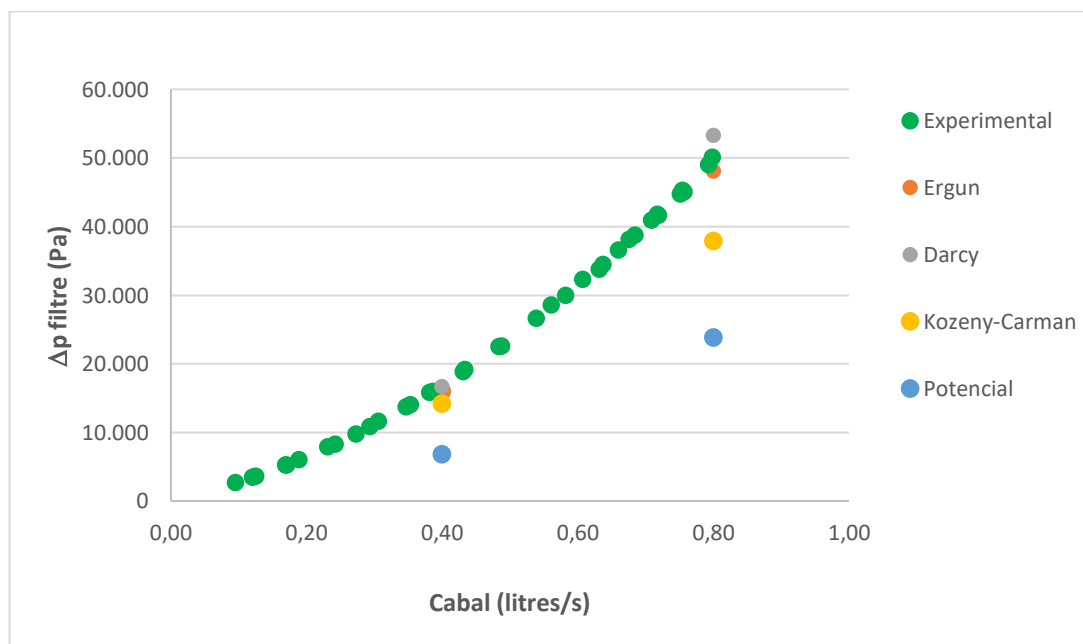


Figura 3: Caiguda de pressió del medi SSI3

## 4 DISCUSSIÓ I CONCLUSIONS

En aquest apartat s'han analitzat els resultats de les diferents modificacions simulades i podem confirmar que algunes modificacions no han influït en els resultats com per exemple modificar la geometria de les entrades del filtre. Altres modificacions com per exemple augmentar la qualitat de la malla amb més capes prismàtiques si que han tingut un efecte positiu en la simulació dels casos.

Amb l'ajuda de les gràfiques generades i les dades obtingudes, hem arribat a la conclusió que el model que millors resultats presenta en la majoria de configuracions és el model d'Ergun(Figura 4). Aquest és el que es recomana per estudiar el comportament de filtres de sorra mitjançant ANSYS-Fluent.

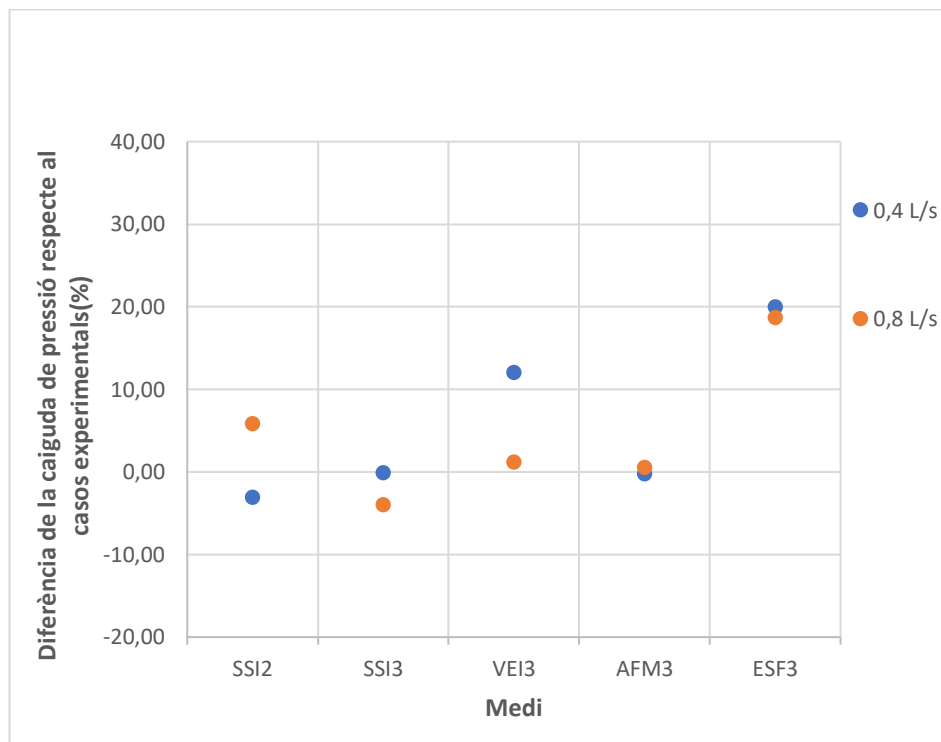


Figura 4: Diferència de la caiguda de pressió de cada medi respecte el seu cas experimental segons el mètode d'Ergun

Per altra banda, el model que presenta resultats més allunyats de la realitat(per tant, els menys recomanable) és el model de la llei potencial. A la Figura 5 podem veure que tots els resultats estan molt per sota dels valors experimentals, és a dir, aquest model subestima els valors reals.



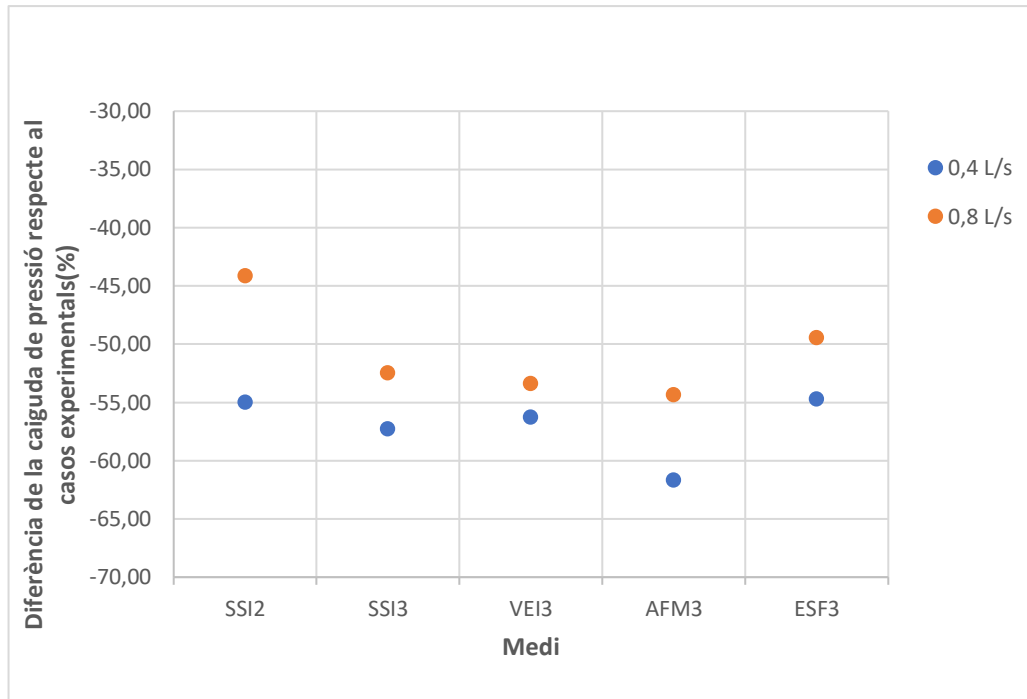


Figura 5: Diferència de la caiguda de pressió de cada medi respecte el seu cas experimental segons el mètode de la llei potencial