

Laureando/a: Stefano Zinna
Contatto: <http://www.linkedin.com/pub/stefano-zinna/5/611/786>
linkedin:
Laurea: Laurea Specialistica in Ing. Meccanica
AA: 2002-2003
Titolo: Analisi del moto a bassi numeri di Reynolds all'interno di mezzi porosi a geometria complessa.

Relatore: Prof. Marco Pilotti
Ambito: Moti di filtrazione
Approccio: Tesi numerica
Argomento: Oggetto della tesi è lo studio del moto all'interno di mezzi a geometria complessa, definiti mezzi porosi, in condizioni idrodinamiche caratterizzate da bassi numeri di Reynolds.

La maggior parte dei materiali solidi può essere considerata, seppure a diversi gradi, come un mezzo poroso. Di conseguenza, non stupisce che il moto dei fluidi al loro interno sia stato oggetto di innumerevoli studi, a partire dal lavoro fondamentale di Darcy [1856] in cui si introduce la permeabilità assoluta K . Tale quantità, ottenuta per via sperimentale, lega la portata di fluido che attraversa il mezzo alla perdita di energia meccanica del fluido stesso.

A dispetto della sua importanza, a causa della complessità della teoria fisica sottostante e della difficoltà di ottenere medie spaziali, appare tuttavia altamente improbabile che la permeabilità possa essere calcolata direttamente sulla base della conoscenza di quantità medie relative alla struttura porosa. Viceversa si va imponendo sempre più la convinzione che una sua stima possa venire essenzialmente dalla comprensione della dinamica fisica del processo. In questa direzione appaiono fondamentali quelle metodologie volte a fornire spunti di osservazione diretta del processo e le simulazione con i calcolatori.

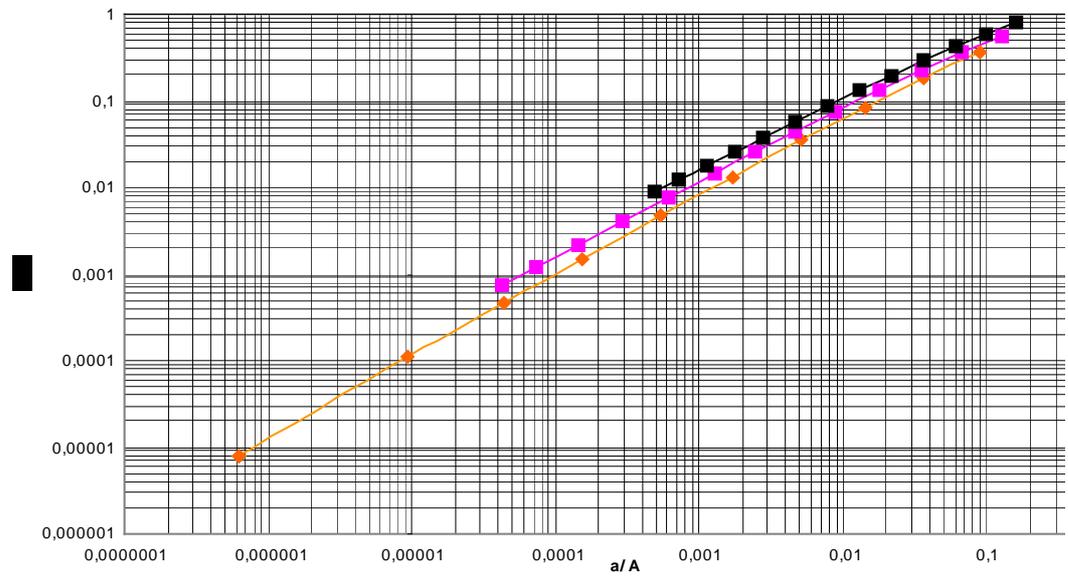
Parallelamente, negli ultimi anni, sono state sviluppate delle tecniche numeriche che consentono 1) di riprodurre mezzi porosi a geometria arbitrariamente complessa (Pilotti M.: 2000, Reconstruction of Clastic Porous Media , Transport in Porous Media 41: 359–364); 2) di risolvere le equazioni di Navier Stokes all'interno dello spazio da essi definita (Succi S. The Lattice-Boltzmann Equation for fluid Dynamics and Beyond, Clarendon press: Oxford, 2001). La tesi coniuga queste due tecnologie, precedentemente sviluppate, esplorando dal punto di vista numerico il campo di moto che si viene ad instaurare all'interno di campioni ricostruiti mediante sedimentazione di grani di forma sferica a distribuzione di crescente complessità.

Risultati: Nella tesi si è analizzato il campo di moto all'interno di tre mezzi porosi ottenuti per sedimentazione di miscele di sfere a distribuzione lognormale a crescente coefficiente di variazione: 1) dexter2 con $cv=0.236$, 2) dexter4 con $cv=0.41$, 3) dexter6 con $cv=0.44$.

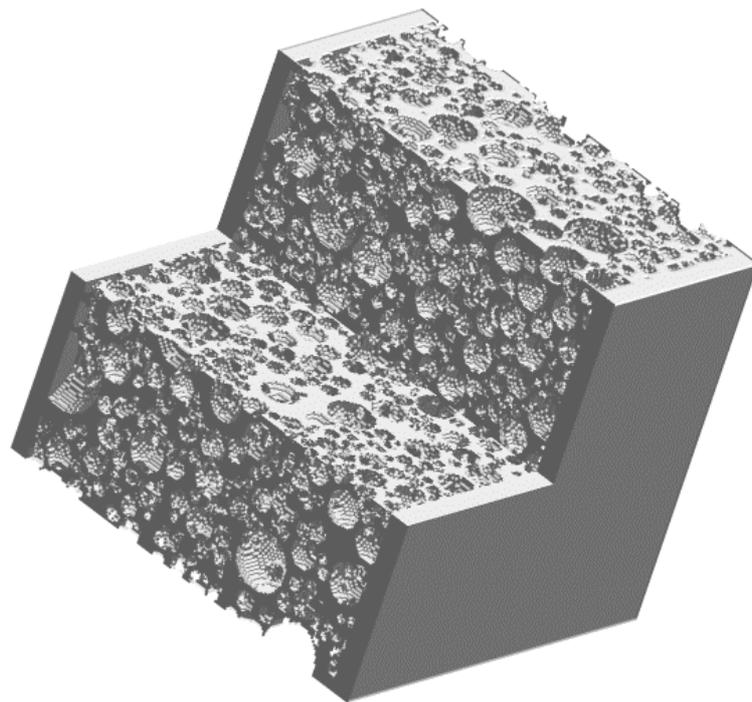
Dall'esame comparativo si può notare che le componenti di velocità tendono, sia per quanto riguarda la componente di tipo longitudinale che per quanto riguarda quella trasversale, ad un andamento di tipo esponenziale. Ciò tanto più chiaramente quanto più complessa è la struttura del dominio. Di particolare interesse ci sembra poi la concentrazione della portata sulla sezione retta del mezzo poroso. I calcoli mostrano che in una frazione assai esigua dell'area effettiva del mezzo poroso fluisce una larga parte della portata complessiva Q . Inoltre, la legge con la quale tale portata normalizzata (q/Q) si distribuisce sull'area è chiaramente di tipo potenza, con un esponente minore di uno, leggermente decrescente al crescere della complessità.

Si è poi riordinato il campo di moto ottenendo la distribuzione delle tortuosità, dei tempi di percorrenza delle traiettorie e la permeabilità complessiva. A livello interpretativo abbiamo mostrato che è possibile ottenere, mediante utilizzo della relazione di Kozeny-Carman, una ottima stima della permeabilità misurata.

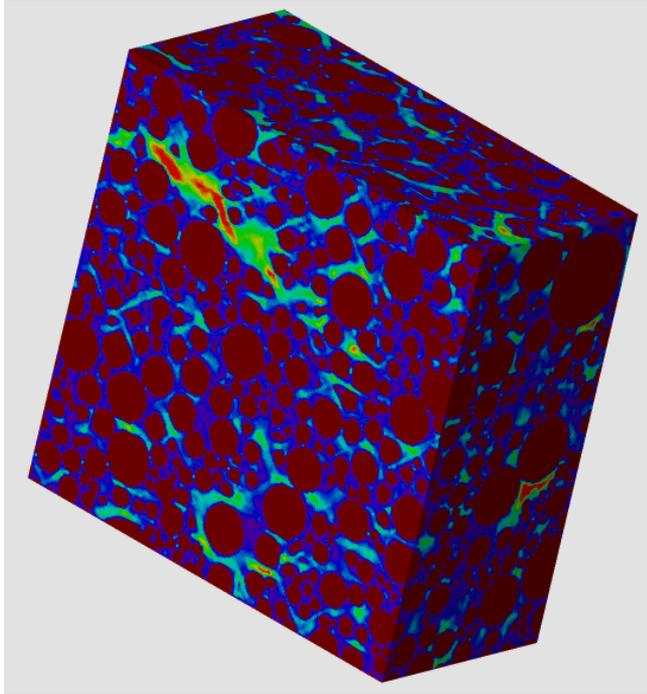
Immagini:



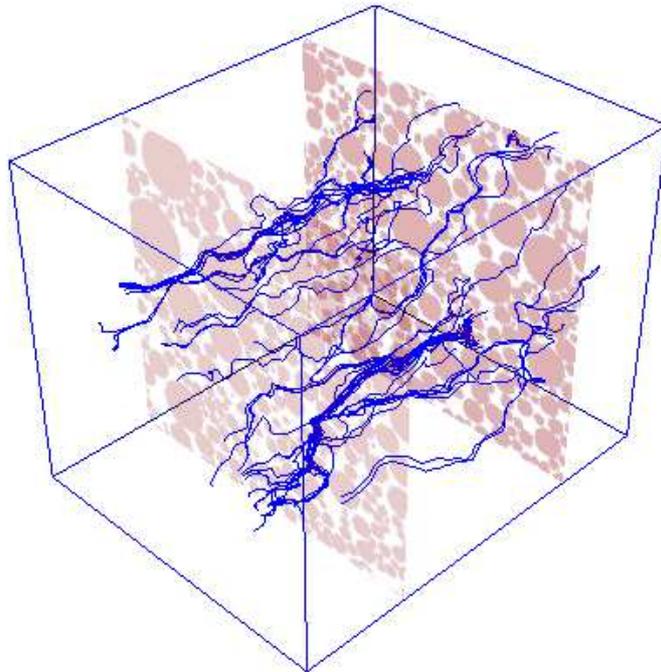
Concentrazione della portata mediata sulle sezioni rette dei campioni a crescente complessità: dexter2 (giallo) dexter4 (rosa) e dexter6 (blu)



Spazio intergranulare nel campione a maggiore complessità



Componente longitudinale u del campo di moto (blu: u basse; verde: u medie; rosso: u alte) nel campione a maggiore complessità



Traiettorie del campo di moto nel campione a maggiore complessità