

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI
“FEDERICO II”**



FACOLTÀ DI INGEGNERIA

**CORSO DI LAUREA
IN INGEGNERIA PER L'AMBIENTE ED IL TERRITORIO**

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA IDRAULICA, GEOTECNICA ED AMBIENTALE

ABSTRACT

**SCALE DI DEFLUSSO IN ALVEI A FONDO MOBILE IN
PRESENZA DI DUNE**

Relatore
Ch.mo Prof. Massimo Greco

Candidato
Alessia Patrone
Matr.518/199

Anno Accademico 2009 – 2010

ABSTRACT

Premessa

Nel presente elaborato ci si propone di determinare, mediante un'applicazione numerica, le alterazioni nelle scale di deflusso in alvei naturali a fondo mobile a causa della possibile formazione di dune.



Alvei a fondo fisso e mobile

In particolare, ci si soffermerà su differenti approcci risolutivi per la determinazione delle scale di deflusso confrontando i risultati ottenuti e analizzando poi le eventuali differenze, per poter caratterizzare in modo più rigoroso il fenomeno.

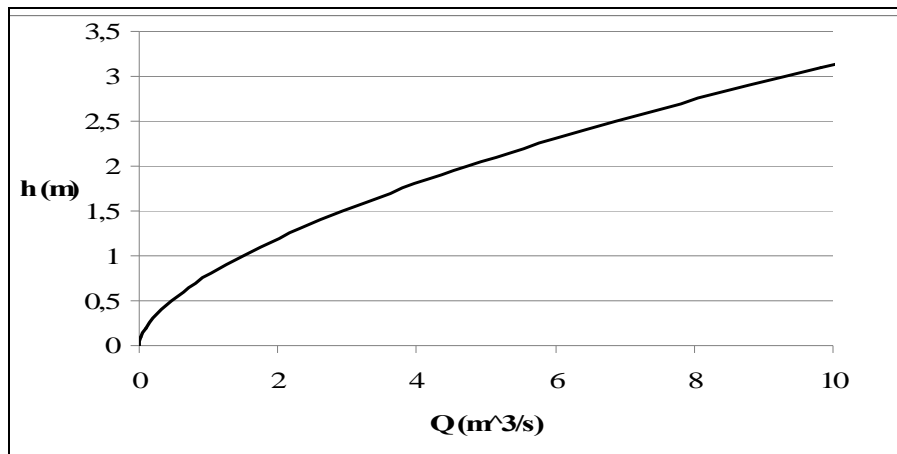
L'esperienza mostra che una corrente fluente in un alveo mobile può determinare un movimento anche del materiale solido, il quantitativo del materiale solido trasportato è influenzato dall'entità della velocità. Piccole velocità, inizialmente, comportano il moto solo di poche particelle, le più piccole e leggere che dopo essersi spostate di un certo tratto, si fermano in una nuova posizione; al crescere della velocità aumenterà il numero di particelle in movimento.

Ipotesi al contorno

Ci si limiterà alla trattazione di ipotetici alvei rettangolari larghissimi ($R=h$) rettilinei, sufficientemente larghi da rendere irrilevanti gli effetti delle pareti laterali, in condizioni di moto uniforme. Gli alvei naturali a fondo mobile che si è scelto di studiare sono tre, stante l'ipotesi di alveo rettangolare larghissimo. Le particelle granulari costituenti il fondo degli alvei sono state ritenute monogranulari.

Definizioni

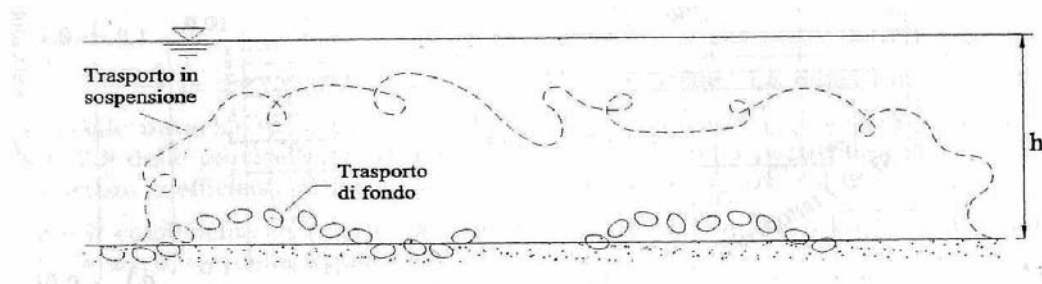
Con il termine scale di deflusso si definiscono, in generale, le relazioni che intercorrono tra la portata Q e il tirante idrico h . Tale legame è definito tramite formule di resistenza e dipende da vari fattori tra i quali la geometria del canale e la scabrezza. La determinazione delle scale di deflusso è stata largamente trattata in letteratura per gli alvei per i quali non ci sia trasporto solido (Gauckler-Strickler), c'è da considerare infatti che, alvei naturali che mantengano indefinitamente inalterata la propria forma nel tempo sono rari e assolutamente eccezionali; la regola naturale è costituita non da alvei fissi ma da alvei mobili, le cui configurazioni (bed forms) si modificano di continuo, in conseguenza dei processi di erosione, trasporto e deposito dei sedimenti. In essi, quindi, le scale di deflusso sono soggette in generale a modificarsi col tempo.



esempio di scala di deflusso

Il fenomeno del trasporto solido è stato studiato attraverso la teoria di Shields (1936) la quale prevede la necessità del superamento di una soglia critica per l'inizio del moto, valore di soglia ottenuto da numerose prove sperimentali.

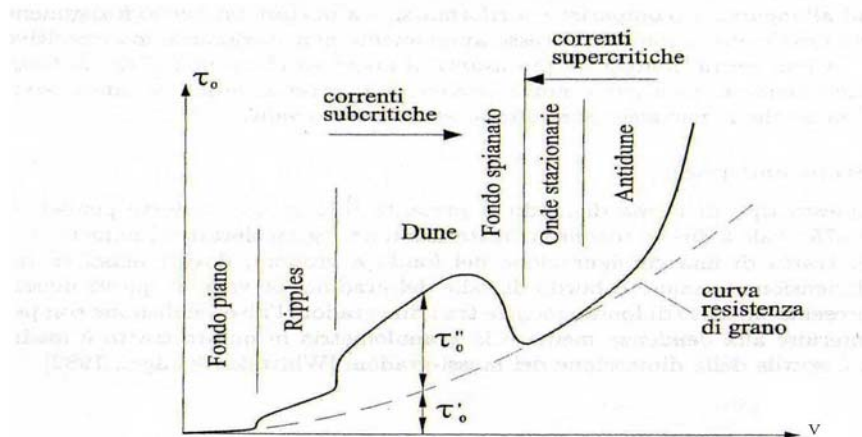
Nel momento in cui il materiale si mette in movimento, esso può continuare il suo moto secondo due modalità, il moto di fondo e moto in sospensione.



Schema di trasporto di fondo e di trasporto sospensione

Il trasporto solido di fondo induce sulla superficie dell'alveo (quindi fondo e pareti della corrente) delle strutture organizzate dette "forme di fondo" con forme che dipendono dal

regime idrico della corrente e dalla velocità e che costituiscono una scabrezza aggiuntiva e determinano quindi una forza resistente per unità di superficie τ_0'' ulteriore rispetto quella prodotta dai grani τ_0' . Nelle correnti subcritiche si formano le increspature (ripples, rides) e le dune (associate in genere al regime inferiore), nelle correnti supercritiche e vicine allo stato critico le ondulazioni fisse (standing waves) e le antidune (associate in genere al regime superiore).



Andamento dello sforzo medio al fondo al variare della velocità media del corso d'acqua

Tali alterazioni dell'alveo insieme al trasporto solido, influiscono sulla corrente idrica, contribuendo a determinarne profili idrici, velocità medie e la alterazione dei caratteri dell'agitazione turbolenta.

Applicazione numerica

Utilizzando le ipotesi citate nella premessa, vedremo come utilizzando i metodi di Engelund (valido sia nel regime inferiore cioè in presenza di dune che nel regime superiore) e van Rijn (valido solo in presenza di dune), avremo differenze significative nella stima previsionale dei tiranti idrici. Gli alvei naturali a fondo mobile che si è scelto di studiare sono tre, il primo si sviluppa con pendenza pari allo $I=0,05\%$, il secondo con pendenza pari a $I=0,1\%$ e l'ultimo con pendenza pari a $I=0,8\%$; stante l'ipotesi di alveo rettangolare larghissimo.

Le particelle granulari costituenti il fondo degli alvei sono state ritenute monogranulari con diametro caratteristico rispettivamente:

1. $d_{35}(mm)=d_{50}(mm)=d_{65}(mm)=d_{90}(mm)=[0,5; 1; 2,5]$ e $I=0,05\%$
2. $d_{35}(mm)=d_{50}(mm)=d_{65}(mm)=d_{90}(mm)=[0,5; 1; 2,5]$ e $I=0,1\%$
3. $d_{35}(mm)=d_{50}(mm)=d_{65}(mm)=d_{90}(mm)=[1; 2,5; 5]$ e $I=0,8\%$

Analisi delle differenze con i valori: $I=[0,05\%$ e $0,1\%]$ e $d=[0,5; 1; 2,5]mm$

Questa applicazione denota che le divergenze al crescere della portata aumentano proporzionalmente all'incremento del diametro nei due metodi relativi al trasporto solido (Engelund e van Rijn) ad eccezione per il caso $d=0,5$ mm dove van Rijn sovrastima Engelund.

Analisi delle differenze con i valori: I=0,8% e d=[1; 2,5; 5]mm

In quest'ultimo caso data la forte pendenza solo il metodo di van Rijn evidenzia delle differenze con il caso di fondo piatto (G-S) e queste differenze si attenuano all'aumentare della granulometria e della portata.

Analisi delle differenze con i valori: I=[0,05%; 0,1%] e d=0,5mm

Con questi valori numerici corrispondenti a materiale più sottile, il coefficiente di Chezy KCH si riduce progressivamente fino al superamento della zona delle dune presentando un andamento tipico di alveo "schiacciato".

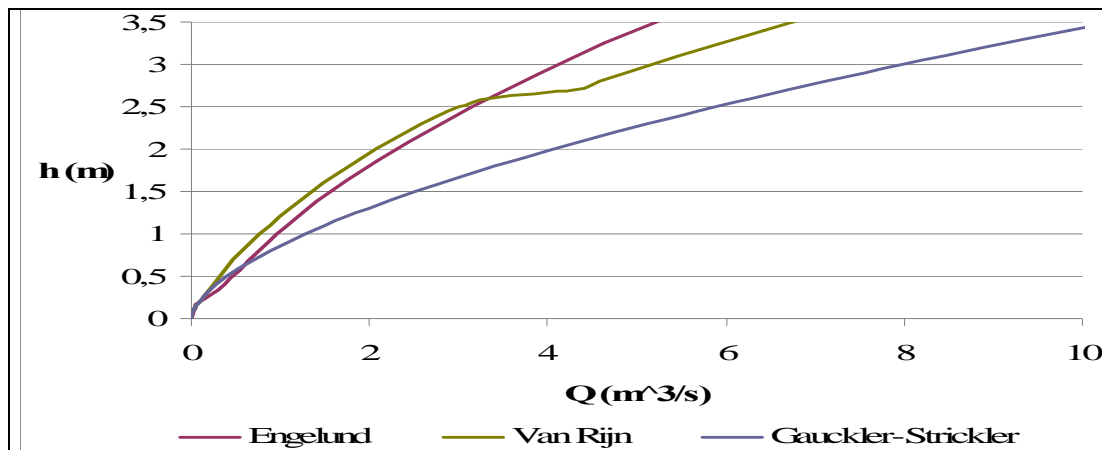
Analisi delle differenze con i valori: I=[0,05%; 0,1%; 0,8%] e d=2,5mm

A parità di diametro del grano si evince dal confronto dei diagrammi che per pendenze piccole (sempre in relazione alla granulometria) a pari portata Q il criterio che sovrastima il tirante nella zona delle dune è sicuramente Engelund. Mentre all'aumentare della pendenza (I=0,8%) diventa più appropriato il metodo di van Rijn. Ovviamente la sovrastima permette di poter prevedere eventuali opere di regimentazione dell'alveo ed evitare condizioni gravose di esercizio dell'asta fluviale.

Esempio di scale di deflusso con i metodi di Engelund, van Rijn e Gauckler-Strickler e schema della tabella del foglio di calcolo utilizzato.

Scala di deflusso con Engelund							Scala di deflusso con Gauckler-Strickler con $K_{GS}=75$	
h' (m)	v (m/s)	τ'	θ'	θ	h (m)	Q (m ³ /s)	h (m)	Q_{GS} (m ³ /s)
0	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0	0
1,000	1,628	4,905	0,625	0,625	1,000	1,628	1	1,67470
2,000	2,474	9,810	1,250	1,430	2,288	5,661	2	5,31686
3,000	3,153	14,715	1,875	6,651	10,642	33,555	3,0	10,4506
3,100	3,215	15,206	1,938	16,040	25,664	82,518	3,5	13,5119

Scala di deflusso con van Rijn												
h (m)	V (m/s)	$K'Ch$	I'	$\tau\theta'$	T	δ/l	δ	KF	K	Kch	$\Delta V/V$	Q (m ³ /s)
0												0
1	1,044	70,256	0,000221	2,167	4,579	0,028	0,206	0,115	0,116	36,250	-28,83508	0,81056
2	1,616	75,674	0,000228	4,472	10,510	0,018	0,263	0,105	0,106	42,367	-20,59902	2,67951
3	3,143	78,844	0,000530	15,587	39,119	-0,016	-0,343	0,179	0,181	41,377	-96,11459	4,80761
3,5	3,252	80,049	0,000471	16,186	40,659	-0,016	-0,423	0,238	0,239	40,402	-92,384	5,91541



I=0,05% e d=2,5mm

Conclusioni

Questo elaborato ha avuto come obiettivo fornire una chiave di lettura al problema del tracciamento delle scale di deflusso in alveo a fondo mobile.

Dei numerosi metodi presenti in letteratura quelli su cui abbiamo soffermato l'attenzione sono stati i metodi di Engelund e van Rijn, che confrontati a loro volta con i dati ottenuti dal metodo di Gauckler-Strickler, hanno permesso di valutare l'andamento delle scale di deflusso al variare di pendenze e granulometrie.

- ◆ In definitiva si può concludere che i due metodi non danno risultati confrontabili eccetto per coppie pendenza/granulometria pari a $I=0,05\%$ e $d=[1; 2,5]mm$ e $I=0,1\%$ e $d=2,5 mm$ per i quali Engelund da una sovrastima rispetto a van Rijn pari a circa 1,2.
- ◆ Nei restanti casi affrontati, eccetto quelli in cui non si attivano le dune, ovvero per pendenze alte ($I=0,8\%$ escluso per $d=1mm$) risulta che il metodo che sovrastima il tirante a pari portata è quello di van Rijn con livelli di sovrastima massimi contenuti in un campo non superiore a circa 1,5.

Dunque, è possibile immaginare di progettare eventuali argini di alvei per mettere in sicurezza le strutture e infrastrutture limitrofe utilizzando a seconda dei casi riscontrati il metodo che permette di prevedere con maggiore margine di sicurezza eventuali fenomeni di piena.