



**STIMA DEI PROFILI DI VELOCITA' DEI FLUSSI IPERCONCENTRATI: analisi di sensitività sui parametri dell'equazione di Bagnold.**

**A. Fichera<sup>(1)</sup>, D. Termini<sup>(2)</sup>, and F. Castelli<sup>(1)</sup>**

<sup>(1)</sup> *Facoltà di Ingegneria, Università di Enna Kore, Enna, Italia,  
antonio.fichera@unikore.it; francesco.castelli@unikore.it*

<sup>(2)</sup> *Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale, Aerospaziale e dei Materiali,  
Università di Palermo, Palermo, Italia, donatella.termini@unipa.it*

**SOMMARIO**

Nel presente lavoro l'attenzione è focalizzata sulla dinamica di propagazione delle colate detritiche, fenomeni naturali di elevata pericolosità e forza distruttiva.

Com'è noto, una colata detritica si verifica quando il materiale solido (sedimenti e materiale sciolto) di versanti caratterizzati da elevate pendenze viene destabilizzato dal deflusso di ingente volume d'acqua. Durante la propagazione della miscela acqua-sedimento, elementi anche di elevata dimensione (massi, alberi,..) possono essere mobilitati aumentando la forza distruttiva della colata con conseguenti possibili ingenti danni a edifici e infrastrutture, perdita di vite umane e ostruzioni (parziali o totali) dei corsi d'acqua interessati.

Diversi modelli numerici (come il FLO-2D di O'Brien, 1986; Armanini et al, 2005) sono stati sviluppati al fine di simulare, in modo più o meno accurato, la propagazione di una colata detritica. Essi si basano su ipotesi semplificative e, a causa della molteplicità dei parametri di input che entrano in gioco, richiedono un accurato processo di calibrazione.

Al fine di valutare correttamente i parametri reologici da adottate per la definizione dei processi meccanici che determinano il moto della colata è particolarmente importante la caratterizzazione cinematica del flusso. Tra le diverse teorie proposte in letteratura (Bagnold, 1954; Takahashi, 1977), la teoria di Bagnold (1954) è quella più citata ed utilizzata per la valutazione della distribuzione di velocità di una colata detritica. In particolare, la legge di Bagnold (1954) può essere scritta come segue:

$$u = \frac{2}{2d_p} \left[ \frac{g \cos \theta}{a_i \cos \alpha_i} C \left( 1 - \frac{\rho}{\sigma} \right) \right]^{1/2} \frac{1}{\lambda} \left[ h^{\frac{3}{2}} - (h-z)^{\frac{3}{2}} \right] \quad (1)$$

con  $u$  velocità media locale in direzione  $x$ ,  $d_p$  diametro delle particelle,  $g$  accelerazione di gravità,  $\theta$  inclinazione del canale,  $h$  profondità del flusso,  $z$  quota verticale nella direzione perpendicolare al fondo,  $\rho$  densità del fluido,  $\sigma$  densità delle particelle,  $a_i$  e  $\alpha_i$  coefficienti,  $\lambda = C^{1/3} / (c^{*1/3} - C^{1/3})$  essendo  $C$  la concentrazione volumetrica e  $c^*$  è la concentrazione di massimo impaccamento.

L'equazione (1) dipende dai parametri  $a_i$ ,  $C$  e  $c^*$  e si basa sull'ipotesi che la concentrazione  $C$  si mantenga costante lungo tutta la verticale. In realtà, come



evidenziato in letteratura (Iverson, 1997), la concentrazione  $C$  varia lungo la verticale, assumendo anche valori diversi nel tempo.

In questo contesto, nel presente lavoro è stata condotta l'analisi di sensitività della legge di Bagnold (1954) con i parametri  $a$ ,  $C$  e  $c^*$ . Rimuovendo l'ipotesi di concentrazione costante lungo la verticale si è verificata l'applicabilità della (1) nell'ipotesi di variazione lineare della concentrazione a partire dalla conoscenza della concentrazione in superficie e della concentrazione di massimo impaccamento al fondo. Lo studio è stato condotto utilizzando dati sperimentali sia appositamente raccolti che reperiti in letteratura (Lanzoni, 1993; Sanvitale et al, 2010; Sarno et al, 2013).

### **Bibliografia**

- Armanini, A., Capart, H., Fraccarollo, L. and Larcher, M. (2005). "Rheological Stratification in Experimental Free-Surface Flows of Granular-Liquid Mixtures". *J. Fluid Mech.* 532, 269–319.
- Bagnold, R. A. (1954). Experiments on a gravity-free dispersion of large solid spheres in a Newtonian fluid under shear. *Proc. R. Soc. London, A* 225: 49–63.
- Iverson, R. M. (1997). The physics of debris flows. *Rev. Geophys.* 35 pp. 245–296.
- Lanzoni S. (1993). Meccanica di miscugli solido-liquido in regime granulo-inerziale. PhD Thesis, Università degli Studi di Padova.
- O'Brien, J. S., (1986). Physical process, rheology and modeling of mudflows. PhD thesis, Colorado State University, Fort Collins, Colorado, 172 pp., 1986.
- Sanvitale N., Bowman E. T., Genevois R. (2010). Experimental measurements of velocity through granular-liquid flows. *Italian Journal of Engineering Geology and Environment – Book Casa Editrice Università La Sapienza* DOI: 10.4408/IJEGE.2011- 03.B-043.
- Sarno L., Papa M. N., Tai Y. C., Caravetta A., Martino R. (2013). A reliable PIV approach for measuring velocity profiles of highly sheared granular flows. *Latest Trends in Engineering Mechanics, Structures, Engineering Geology* ISBN: 978-960-474-376-6.
- Takahashi, T., (1977). A mechanism of occurrence of mud-debris flows and their characteristics in motion. *Annals, DPRI*, 20B–2: 405–435 (*in Japanese*).