

Centro Regionale di Competenza  
Analisi e Monitoraggio del Rischio Ambientale

Dipartimento di Scienze della Terra – Dipartimento di Ingegneria Chimica  
Università degli Studi di Napoli Federico II

# FLUIDPiro

Fluidizzazione di miscele piroclastiche



*Manuale tecnico a cura di:*

Lucio Lirer  
Piero Salatino  
Antonio Marzocchella  
Paola Petrosino  
Teresita Gravina



Centro Regionale di Competenza  
Analisi e Monitoraggio del Rischio Ambientale

Dipartimento di Scienze della Terra – Dipartimento di Ingegneria Chimica  
Università degli Studi di Napoli Federico II

# FLUIDPiro

Fluidizzazione di miscele piroclastiche

*Manuale tecnico a cura di:*

Lucio Lirer  
Piero Salatino  
Antonio Marzocchella  
Paola Petrosino  
Teresita Gravina

Centro Regionale di Competenza  
Analisi e Monitoraggio del Rischio Ambientale  
Polo delle Scienze e delle Tecnologie  
Dipartimento di Scienze Fisiche  
C/o Facoltà di Ingegneria - Via Nuova Agnano, 11 - III Piano  
80125 - Napoli - Italy  
[www.amra.unina.it](http://www.amra.unina.it)  
[ambiente@na.infn.it](mailto:ambiente@na.infn.it)  
Telefono +39 081 76-85125/124/115  
Fax. +39 081 76-85144

*Autori*

Lucio Lirer, Piero Salatino, Antonio Marzocchella,  
Paola Petrosino, Teresita Gravina  
*Dipartimento di Scienze della Terra – Dipartimento di Ingegneria Chimica*

*Coordinamento editoriale*

**doppiavoce**  
[www.doppiavoce.it](http://www.doppiavoce.it)

Copyright © 2005 Università degli Studi di Napoli Federico II – CRdC-AMRA

Tutti i diritti riservati  
È vietata ogni riproduzione

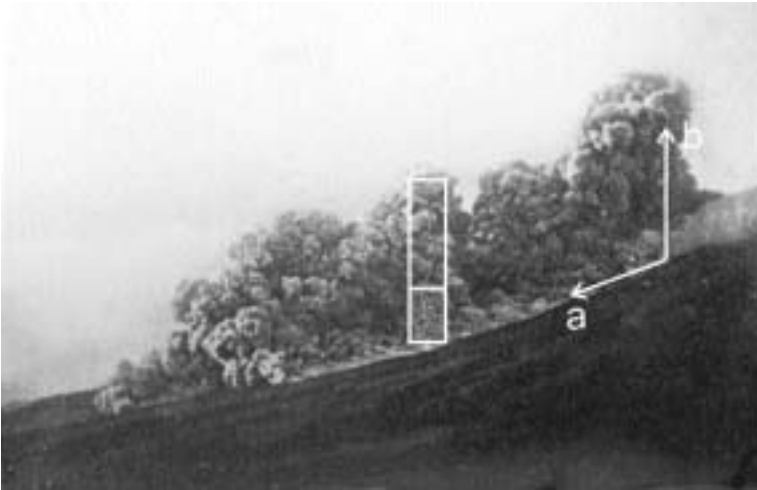
# Indice

Introduzione	5
Materiali e metodi	7
Sviluppi e prospettive future	12
Bibliografia	14



# Introduzione

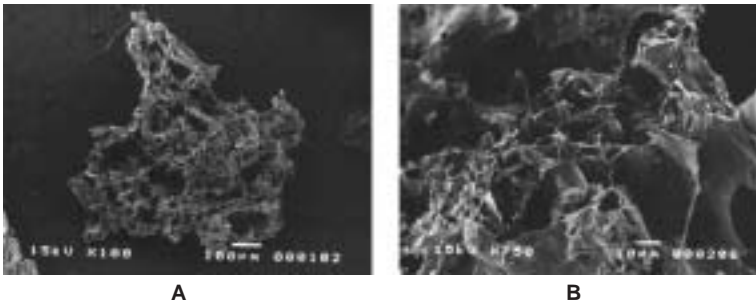
Nell'ambito dei dinamismi eruttivi a carattere esplosivo nelle aree di vulcanismo attivo, le correnti piroclastiche (pyroclastic flow e pyroclastic surge), assumono carattere di pericolosità che, considerando il valore esposto, generano un elevato rischio nell'area. Una corrente piroclastica può essere definita come una miscela bifasica, composta di un insieme di particelle solide (juvenile e non juvenile) disperse in una fase gassosa (prevalentemente da vapor d'acqua e minori quantità di monossido e biossido di carbonio). Il meccanismo deposizionale di queste correnti avviene a elevata velocità (circa 100 km/h), per la quale è difficile poter stabilire tutte le condizioni di equilibrio necessarie per il movimento della corrente. La letteratura vulcanologia più recente riguardante i flussi piroclastici offre una notevole quantità di informazioni sui tipi di depositi e i relativi processi deposizionali, ma appare piuttosto carente per quel che riguarda la conoscenza dei fenomeni che controllano il moto dei flussi e distribuzione del discontinuo solido sia durante il movimento della corrente sia dopo il suo arresto. Da diversi anni è in corso una collaborazione scientifica tra il Dipartimento di Ingegneria Chimica e il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Napoli Federico II per lo studio del ruolo dei fenomeni caratteristici della fluidizzazione nei flussi piroclastici (Figura 1). L'attività di ricerca sulle dinamiche interne delle correnti piroclastiche sta continuando nell'ambito delle attività del Centro Regionale di Competenza per l'Analisi e il Monitoraggio del Rischio Ambientale. In questo manuale vengono descritte le apparecchiature a disposizione del laboratorio di "Dinamica Eruttiva ed Impatto sulle Strutture" e le loro possibili applicazioni.



**Fig. 1.** Ideale cilindro di controllo immerso nel flusso piroclastico. Assumendo per i flussi piroclastici un meccanismo di movimento tipo *plug flow*, è possibile disaccoppiare il moto verticale delle particelle sostenuto dai gas, da quello orizzontale della corrente piroclastica (foto del flusso piroclastico Lacroix, 1904).

## Materiali e metodi

Durante la sperimentazione sono stati utilizzati due tipi diversi di miscele piroclastiche. I materiali sono stati prelevati da un deposito di pomici da caduta dell'eruzione di Avellino (Figura 2) e da un deposito di flusso piroclastico dell'eruzione del Tufo Giallo Napoletano.

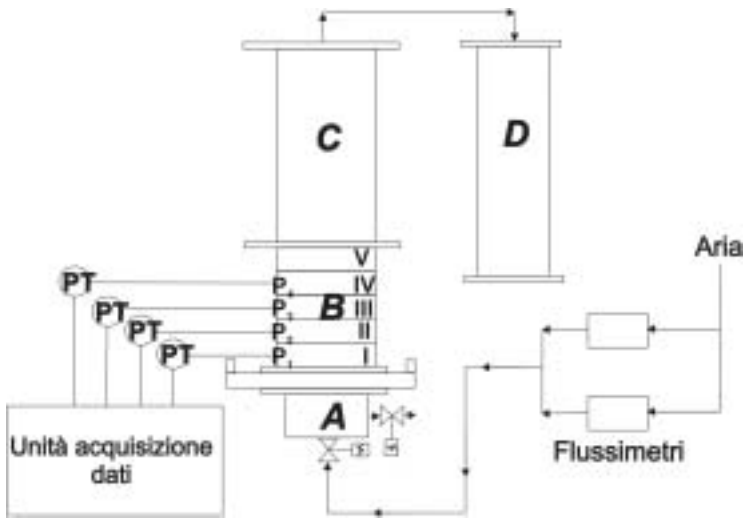


**Fig. 2.** Foto al S.E.M. dei campioni di pomice. **A.** Frammento di pomice di dimensioni 680-1000  $\mu\text{m}$  (ingrandimento 100x). **B.** Particolare di un frammento di pomice di dimensioni 500-680  $\mu\text{m}$  (ingrandimento 750x).

Le densità delle particelle vetrose vescicolate (pomice) che formano le due miscele piroclastiche sono state determinate mediante l'utilizzo della bilancia elettronica digitale mod. EG 220-3NM di costruzione Kern.

Si tratta di una bilancia a elevata precisione, che presenta il vantaggio della compattezza (235 x 185 x 165 mm) con un tempo di stabilizzazione circa 2 sec. I pesi misurati sono visualizzati sul monitor LCD con indicatore ottico di portata, le pesate posso essere visualizzate in molte unità di misura (g, ct, oz, lb, ozt). L'apparecchio si può collegare a PC oppure a una stampante. Il peso di calibrazione è interno e ad azionamento manuale tramite il pannello laterale. La bilancia Kern mod. EG 220-3NM presenta, inoltre, la funzione contapezzi con riferimenti 10, 30, 50, 100 pezzi, ed è possibile la determinazione

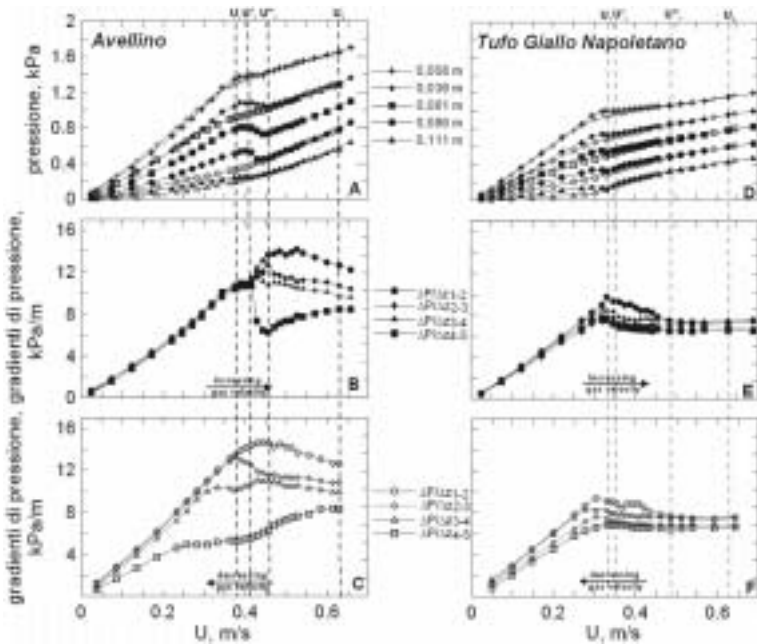
percentuale. La bilancia Kern mod. EG 220-3NM è stata munita del kit per la determinazione della densità dei solidi porosi. La caratterizzazione fluidodinamica delle miscele piroclastiche naturali è stata eseguita utilizzando un impianto a letto fluido, riportato in Figura 3. L'impianto è equipaggiato con una colonna di fluidizzazione di 120 mm di diametro, costituita da una serie di segmenti cilindrici sovrapposti, ciascuno del diametro di 12 cm e 2,5 cm di altezza. La colonna è realizzata in Plexiglass ed equipaggiata con prese di pressione disposte in parete. L'impianto è munito di un filtro a manica per la captazione del particolato solido elutriato ed è equipaggiato con due elettrovalvole, una posta alla base del windbox e l'altra alla metà di questo ultimo. Il sistema di misura della pressione è costituito da quattro trasduttori di pressione preamplificati. I tra-



**Fig. 3.** Schema semplificato dell'impianto di fluidizzazione. L'apparato sperimentale è composto da, windbox (A), una colonna di fluidizzazione da 120 mm di diametro (B), freeboard (C) filtro a manica (D). I dati sono acquisiti tramite un sistema di rilevamento della pressione lungo la colonna, collegato a dei trasduttori di pressione (PT).

sduttori sono connessi alle prese di pressione disposte lungo la colonna e i segnali sono inviati all'unità di acquisizione per la successiva elaborazione. L'aria di fluidizzazione è immessa al fondo della colonna attraverso un distributore a setto poroso di teflon. Il gas di fluidizzazione è aria a condizioni di temperatura e umidità ambiente. La portata d'aria inviata alla colonna è regolata mediante valvole e misurata mediante due flussimetri a diverso fondo-scala.

In Figura 4 sono riportati i risultati ottenuti della caratterizzazione fluidodinamica dei materiali naturali in esame.



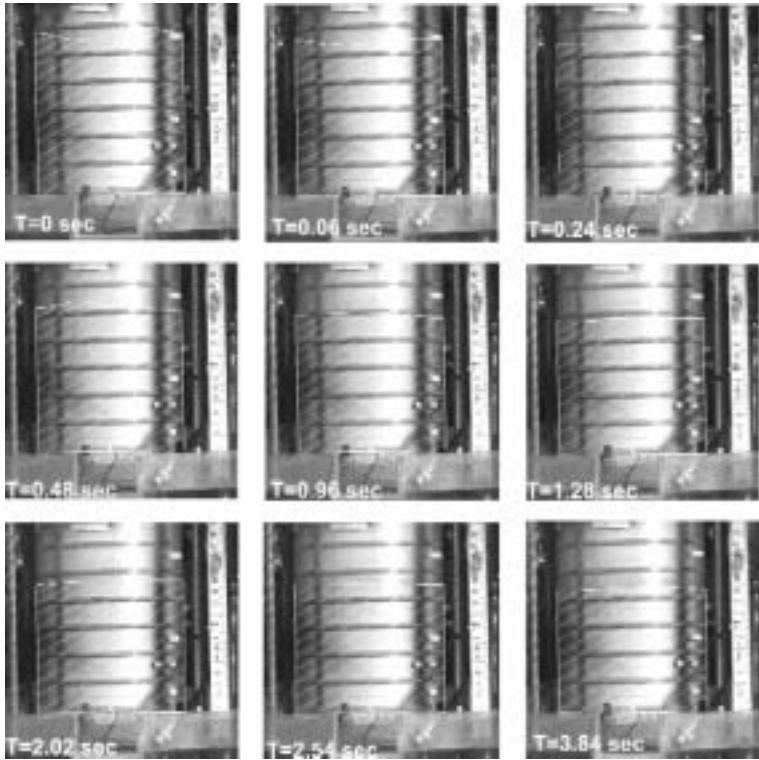
**Fig. 4.** Caratterizzazione fluidodinamica dei campioni di Avellino e di Tufo Giallo Napoletano di dimensioni 680-800  $\mu\text{m}$ . **A e D:** curve di fluidizzazione; **B ed E:** gradienti di pressione registrati durante la fase di aumento della velocità dei gas; **C e F:** gradienti di pressione registrati durante la fase di diminuzione della velocità dei gas (da Gravina et. al, 2004, modificato).

Durante la sperimentazione la colonna di fluidizzazione è stata ripresa con la telecamera Photron FASTCAM-Ultima APX (low motion) che ha ripreso il dinamismo del letto fluido permettendo di analizzare sequenze digitalizzate di immagini relative a fenomeni che durano pochi secondi.

La videocamera Photron FASTCAM-Ultima APX ha una risoluzione di 1024 x 1024 pixel e può riprendere fino a 2000 frame al secondo (fps) che possono diventare 120.000 fps se si adottano risoluzioni spaziali più limitate. Alla massima risoluzione la videocamera può girare filmati di 1' sec, a 1000 fps si può girare fino a 6 secondi. La camera può essere controllata con un telecomando e può essere collegata al computer attraverso la porta firewire. Il computer interfacciato alla videocamera è stato dotato di un software per l'analisi delle immagini che permette di elaborare le immagini registrate. L'apparecchiatura di video-ripresa è completata da un registratore a nastro magnetico e un sistema di illuminazione formato da due lampade quarzo 220V - 1000W/3100°K.



**Fig. 5.** Telecamera Photron FASTCAM-Ultima APX.



**Fig. 6.** Foto prelevate dal filmato eseguito con la telecamera Photron FAST-CAM-Ultima APX durante una prova di collasso eseguita sulla miscela di Tufo Giallo Napoletano.

## Sviluppi e prospettive future

Le strumentazioni che sono a disposizione del laboratorio di "Dinamica Eruttiva ed Impatto sulle Strutture" possono essere utilizzate per un'ampia gamma di sperimentazioni. La videocamera Photron FASTCAM-Ultima APX viene utilizzata durante i crash testing fatti su autoveicoli e nel campo degli studi sulla combustione. L'utilizzo di una low motion è di grande utilità negli studi balistici, nelle analisi sugli spray e in studi di microscopia biologica e chimica. La bilancia elettronica digitale mod. EG 220-3NM trova varie applicazioni in disparate sperimentazioni, in particolare può risultare particolarmente utile per la determinazione delle densità di materiali porosi. La prossima fase della sperimentazione sulle miscele piroclastiche prevede l'aggiunta all'impianto, in precedenza descritto, di un agitatore meccanico (Figura 7), che servirà a riprodurre la componente di flusso di scorrimento attiva nei flussi piroclastici. Saranno eseguite delle prove di fluidizzazione per caratterizzare dal punto di vista fluidodinamico le miscele piroclastiche meccanicamente agitate nonché prove cosiddette di collasso. Al termine e all'inizio delle prove saranno eseguite delle analisi granulometriche volte a verificare eventuali cambiamenti nella distribuzione granulometrica delle miscele in esame.

La sperimentazione riveste un particolare interesse nell'ambito della prevenzione del rischio ambientale. Dalle conoscenze acquisite sulle caratteristiche fluidodinamiche delle miscele piroclastiche si otterranno indicazioni per creare possibili scenari di propagazione delle correnti piroclastiche, informazioni utili per le attività di pertinenza della Protezione Civile.



**Fig. 7.** Foto dell'impianto di fluidizzazione equipaggiato con l'agitatore meccanico.

## Bibliografia

- Di Pastena. Aspetti fluidodinamici dei pyroclastic flow. Università degli studi Federico II di Napoli, Dottorato di Ricerca in Geofisica e Vulcanologia, 1997; pag. 92.
- Druitt TH, Bruni G, Lettieri P, Yates JG. The fluidization behaviour of ignimbrite at high temperature and with mechanical agitation. *Geophysical Research Letters* 2004;31:L02604, doi:10.1029/2003GL018593.
- Gravina T, Lirer L, Marzocchella A, Petrosino P, Salatino P. Fluidization And Attrition Of Pyroclastic Granular Solids. *Journal Volcan. and Geother Research* 2004;138:27-42.
- Marzocchella A, Salatino P, Di Pastena V, Lirer L. Fluidization in pyroclastic flow. *Fluidization IX*, by LS Fan and TM Knowlton, Engineering Foundation, New York 1998; 389-96.
- Marzocchella A, Salatino P, Pelliccia A, Donisi D, Di Pastena V. Particle segregation in fluidized beds of dissimilar solids. *Sixth International Conference Multiphase Flow in Industrial Plants*, Milan (Italy) September 24-25, 1998;387.
- Marzocchella A, Salatino P, Di Pastena V, Lirer L. Transient fluidization and segregation by size difference of binary mixtures of particles. *AIChE Journal*, 2000;46(11):2175-82.
- Roche O, Gilbertson M, Phillips J, Sparks S. Experiments on deaerating granular flows and implications for pyroclastic flow mobility. *Geophysical Research Letters* 2002;29-16:1-4.
- Salatino P. Assessment of motion-induced fluidization of dense pyroclastic gravity currents, *Annals of Geoph.* 2004; in press.



Finito di stampare nel mese di giugno 2005  
presso Officine Grafiche Francesco Giannini & Figli S.p.A. – Napoli

