# Stima dei volumi mobilitabili dalle colate incanalate estremamente rapide delle coperture piroclastiche campane

### Renato Del Prete, Filippo Bellini, Mario Del Prete

U.O. 2.37 GNDCI – C.I.R.F.E. Università degli Studi della Basilicata rendel@inwind.it, filbel@interfree.it, delprete@unibas.it

The estimation of the volumes of debris flow in the Campanian's pyroclastic coverings (SOUTHERN ITALY)

ABSTRACT: The estimation of the volumes of 1998 debris flow in Sarno (Campania) represents an important reference for the evaluation of the magnitude of these events. The right point of observation of this study is strictly linked with the landslides canalized as showed by the following geomorphological evidences: (a) the landslides have grown in the greatest part along the main ditches situated in Pizzo d'Alvano, starting from the ditches' roots until the valley where we find the lived resorts of Sarno, Quindici, Siano and Bracigliano; (b) save for some particular exceptions, the river-beds' ditches touched by the landslides have been completely bereaved by their filling materials which have chiefly caused the growth of the landslide. With these references the estimation of the volumes must take into account: (i) the materials contained in the main and secondary river-beds in the moment of mobilization (V1); (ii) the volumes mobilized, in the sides immediately contiguous to the river-bed, because of the erosion, caused by the mass coming rapidly from the upstream (V2); (iii) the volumes of the lateral landslides (V3). The total volume, for every basin, is:  $V \cot = \alpha * (V1 + V2) + V3$ where  $\alpha$ , changes between 0 and 1 in function of filling conditions of the network. Starting from the cartography available in scale 1:5000 vectorial, the mobilized volumes along the both sides of Sarno and Quindici May '98 have been calculated, analysing 60 sections of those ditches interested by the landslide. Following this system, it has been even possible to make the theoretical calculation of the volumes, introducing the medium statistic values in the equation: Vtot=  $\alpha * (V1 + V2) + V3$ with V1+V2 = Heq \* S \* L, where: Heq = the medium value of the equivalent height obtained from the 60 sections; S = themedium value of the width of the contiguous landslide and the river-bed; L = length of the contributor network. The results show the medium error of 16% with maximum one of 22% between the calculated volumes for the event in '98 and the volumes calculated theoretically for canalized landslides.

Key terms: Southern Italy, Campania, debris flow, intensity Termini chiave: Italia meridionale, Campania, debris flow, magnitudo

### Riassunto

La stima dei volumi mobilitabili dai processi di colata detritica estremamente rapida delle aree campane, rappresenta un riferimento di grande interesse per la valutazione della magnitudo di questi fenomeni.

La procedura, oggetto del presente lavoro, si riferisce esclusivamente alle colate incanalate e si basa sulle seguenti evidenze geomorfologiche:

- le frane si sono sviluppate nella quasi totalità lungo i valloni principali di Pizzo d'Alvano, dipartendosi dalle radici dei fossi per poi raggiungere il fondovalle su cui sorgono i centri abitati di Sarno, Quindici, Siano e Bracigliano;
- salvo particolari eccezioni, gli alvei dei valloni, interessati dalle frane, sono stati completamente denudati dei materiali di colmamento che hanno contribuito in modo prevalente all'alimentazione delle colate detritiche;
- le forme digitate rilevabili in corrispondenza delle radici dei valloni indicano anche il ruolo dei rami secondari nelle fasi di mobilitazione iniziale.

Con questi riferimenti, la valutazione dei volumi mobilitabili deve tener conto:

- dei materiali contenuti negli alvei principali e secondari al momento della mobilitazione (V1);
- dei volumi mobilitabili, nelle fasce immediatamente contigue all'alveo, per frane per scalzamento al piede, procurate dalla massa in discesa rapida da monte (V2);
- dei volumi delle frane laterali dovuti a cause particolari da individuare di volta in volta (V3).

Il volume totale, per ogni bacino, risulta pertanto essere:

$$Vtot = \alpha * (V1 + V2) + V3$$

dove  $\alpha$  è variabile tra 0 e 1 in funzione dello stato di colmamento del reticolo.

Partendo dalla cartografia disponibile in scala 1:5.000 vettoriale, è stata ottenuta una modellazione TIN dell'intera area e attraverso l'applicazione del metodo sono stati valutati i volumi mobilitati lungo i versanti di Sarno e Quindici nel maggio '98, analizzando 60 sezioni di valloni interessati da colamenti.

Seguendo tale metodo, si è poi proceduto al calcolo

teorico dei volumi mobilitabili ad alveo pieno, introducendo valori statistici medi nell'equazione:

$$Vtot = \alpha * (V1 + V2) + V3$$

con

$$V1+V2 = Heq * S * L$$

dove

Heq.= valore medio dell'spessore equivalente ottenuta dalle 60 sezioni;

S = valore medio della larghezza delle frane contigue e dell'alveo;

L = lunghezza del reticolo contributivo.

I risultati indicano un errore medio pari al 16%, con un errore massimo del 22 % tra i volumi calcolati per l'evento '98 ed i volumi calcolati teoricamente col metodo proposto che risulta pertanto utilizzabile in zone similari se soggette a processi di colate detritiche incanalate.

#### 1. Introduzione

Una vasta letteratura scientifica è stata prodotta per illustrare i processi d'innesco e le modalità cinematiche delle colate detritiche che, nel maggio '98, hanno colpito i centri abitati pedemontani di Sarno, Quindici, Bracigliano, Siano e S. Felice a Cancello (fig. 1).



Figura 1 – Area di studio. *Location of studied area* 

Le condizioni geologiche, geomorfologiche e climatiche in cui si verificano questi processi sono molto frequenti nella vasta area campana dove i depositi piroclastici provenienti dagli apparati vulcanici campani ammantano i ripidi versanti carbonatici.

Tra gli obiettivi di ricerca di maggiore interesse si annoverano indubbiamente le cause d'innesco e i parametri di magnitudo di questi particolari tipi di frana al cui rischio sono esposti centinaia di centri abitati e relative infrastrutture di connessione.

Le perimetrazioni delle aree a rischio e le scelte degli

interventi di consolidamento delle pendici e di difesa dei centri abitati sono condizionate dai risultati delle ricerche sui fenomeni attesi che devono chiarire dove e con che modalità questi fenomeni possono accadere e quali sono i due principali parametri di calcolo della loro magnitudo, individuabili nelle velocità di arrivo e nei volumi di materiale che impattano sul fondovalle.

La proposta di un metodo di calcolo per la previsione di volumi attesi è lo scopo del presente lavoro.

Essa è applicabile a tutte le aree soggette a fenomeni di colate detritiche incanalate, simili a quelle campane.

### 2. Quadro fenomenologico degli eventi franosi del '98 a Sarno e Ouindici

Nelle figure 2 e 3 sono indicati i principali aspetti geomorfologici che caratterizzano i punti d'innesco e i percorsi delle colate detritiche e fangose lungo i versanti che, dalle sommità del rilievo di Pizzo d'Alvano, hanno raggiunto il fondovalle, occupato dai centri abitati di Sarno - Episcopio e Quindici.

Oltre a queste situazioni, sono state anche ricostruite ed analizzate quelle relative a Siano, Bracigliano e San Felice a Cancello, comprendendo tutta l'area colpita nel 1998, con evidenze molto palesi della ripetitività delle situazioni d'innesco (Del Prete M. e Del Prete R., 1999; Guadagno F., 2000) e di sviluppo dei flussi in tutte le località colpite. Per quanto riguarda i punti d'innesco essi sono stati individuati alla sommità di scarpate naturali e artificiali ovvero con minor frequenza, lungo tratti sommitali di alvei torrentizi con inclinazione tra i 35° e i 40°. In tutti i casi si è trattato di scorrimenti o crolli di piccole masse iniziali, anche di qualche metro cubo di volume, che hanno successivamente impattato su materiali saturi determinandone processi di collasso strutturale e liquefazione in un processo di trasporto gravitativo a catena che si è sviluppato fino a raggiungere il fondovalle.

Lo sviluppo incanalato dei fenomeni appare subordinato alla condizione di saturazione dei materiali d'alveo, favorita dalla convergenza di acque superficiali e sotterranee identificabili nelle falde secondarie sospese presenti nella porzione superficiale più allentata del substrato calcareo (Del Prete et al., 2004).

Nella quasi totalità dei casi osservati si tratta di conseguenze di fenomeni incanalati che si sono sviluppati in corrispondenza dell'intero reticolo drenante delle singole unità bacinali, laddove sussistevano condizioni di colmamento.

La mobilitazione dei materiali d'alveo ha coinvolto anche le parti immediatamente adiacenti alle incisioni per processi di scalzamento al piede e trascinamento individuate in questo lavoro come frane contigue indotte, avvenute per fasce di ampiezza media grandemente assimilabile.

Nell'ambito dei bacini si sono verificate anche frane a sviluppo esteso costituendo eventi singoli qui individuati come frane laterali, a forma triangolare, determinate da situazioni d'innesco locali.

Specie nei rami alti dei bacini si sono registrati processi

di denudamento pressoché totale degli alvei con affioramento del substrato calcareo.

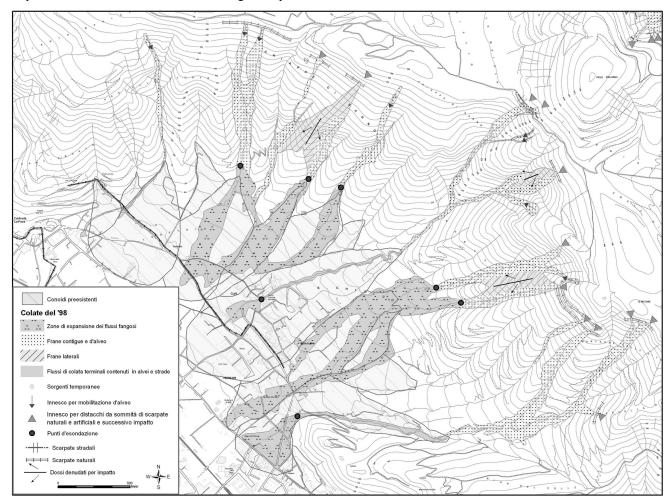


Figura 2 – Carta geomorfologica dei punti d'innesco e delle colate del maggio '98 del versante Sarno-Episcopio. Geomorphological map of triggering and expansion points of the landslides of Sarno-Episcopio

## 3. Procedura di calcolo dei volumi mobilitati nel maggio '98 a Sarno e Quindici

La valutazione dei volumi mobilitati per ogni bacino a Sarno e Quindici ha tenuto conto delle seguenti evidenze:

- le frane si sono attivate per processi locali di liquefazione causati da impatti di masse franate da monte su materiali saturi di colmamento dei rami alti degli alvei;
- le colate si sono sviluppate nella quasi totalità come processi incanalati ;
- i tratti montani degli alvei dei valloni interessati sono stati, nella maggior parte dei casi, completamente denudati dei materiali di colmamento che hanno contribuito in modo prevalente all'alimentazione delle colate detritiche;
- le forme digitate rilevabili in corrispondenza delle radici dei valloni indicano anche il ruolo dei rami secondari nei processi di alimentazione;
- i solchi iniziali e secondari interessati dai processi di innesco sono caratterizzati da inclinazioni comprese tra i

35° e i 43°, sensibilmente maggiori rispetto ai tratti di valle;

- lungo le incisioni principali di Pizzo d'Alvano sono presenti sorgenti a carattere perenne o temporaneo, attribuibili all'affioramento di falde sospese nella parte superiore del substrato calcareo che hanno determinato la saturazione dal basso di materiali di colmamento degli alvei;

Sulla base di queste evidenze, per la valutazione dei volumi mobilitati nel maggio '98 si deve tener conto per ogni bacino:

- dei volumi dei materiali contenuti negli alvei principali e secondari (V1);
- dei volumi nelle fasce immediatamente adiacenti all'alveo, mobilitati per erosione e scalzamento al piede da parte delle masse in movimento provenienti da monte (V2);
- dei volumi delle frane laterali, causate da situazioni locali che hanno favorito distacchi ed impatti su materiali saturi (V3).

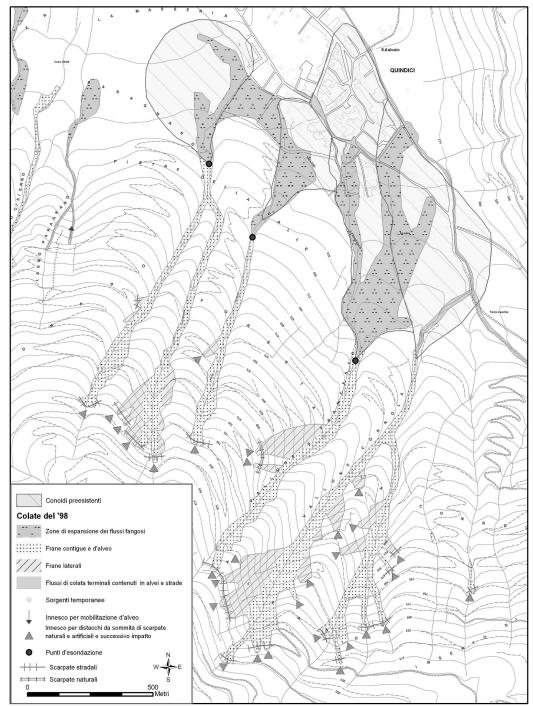


Figura 3 – Carta geomorfologica dei punti d'innesco e delle colate del maggio '98 del versante Quindici. Geomorphological map of triggering and expansion points of the landslides of Quindici.

Sulla base di queste preliminari considerazioni si sono assommati pertanto i seguenti volumi:

- V1, volume disponibile all'interno degli alvei del reticolo idrografico calcolato in base allo stato di colmamento degli alvei principali e secondari, ovvero del volume in essi cumulato in base alla loro lunghezza e geometria prima della mobilitazione del maggio '98;
- V2, volume delle frane "contigue", per la cui determinazione si sono stimati gli spessori delle coperture direttamente sovraincombenti sugli alvei e l'ampiezza della fascia contigua mobilitata nel maggio '98;
- V3, volume delle frane "laterali, ottenuto calcolando gli spessori e le estensioni delle singole frane laterali localizzate come da figg. 1 e 2.

Tabella 1 – Lunghezza del reticolo idrografico e superfici delle conoidi di ciascun vallone

Length of the idrographic network and the conoids' areas of every single basin.

Conoide	Area (m²)	Lunghezza (m) reticolo
Mare 1	15.973	1.493
Mare	316.510	2.487
Tuoro	700.213	5.361
Cantariello	373.390	5.696
Tuostolo - San Romano	303.229	4.267
Curti	174.069	1.149
Cortadonica	124.620	1.155
Licinatonda - Trave	343.619	3.388
Connola	242.430	4.568
San Francesco	244.091	1.406
Pietra della Valle 1	75.403	972
Pietra della Valle 2	151.183	2209

Tabella 2 Volumi delle colate incanalate del maggio '98. *Volumes of the canalized landslides on May '98.* 

Vallone	V1+V2	Coeff. α	V3	V. Fr max	H eq.	Sezione media	V3 / V.FR.
	m³		m <sup>3</sup>	m³	m	m	
San Francesco	72.154	1,0	40.434	112.589	1,3	69,7	36%
Connola	149253	1,0	46.691	195.945	1,4	64,5	24%
Pietra della valle 1	44.458	1,0		44.459	1,5	46	0%
Pietra della valle 2 dx	56.929	1,0		56.930	1,4	52	0%
Pietra della valle 2 sx	57.514	1,0		57.515	1,1	51	0%
Tuostolo	104.076	1,0		104.077	0,6	59	0%
Cortadonica	67.392	1,0	20.000	87.393	0,6	72	23%
Tuoro	62.690	0,7	20.550	64.433	1,0	40	32%
Mare	27.907	1,0		27.908	0,9	30	0%

Per valutare i volumi mobilitati si è assunto un fattore riduttivo  $\alpha$  da 0 a 1 in funzione dello stato di riempimento della rete al momento dell'innesco.

Il volume totale franato risulta pertanto essere:

$$V_a tot = \alpha * (V1 + V2) + V3$$

L'importanza della lunghezza dei reticoli per la valutazione dei volumi mobilitabili è confermata dalla buona correlazione tra le superfici delle conoidi preesistenti all'evento '98 e la lunghezza del reticolo idrografico dei rispettivi bacini di provenienza, tale correlazione è invece minore se si considerano le intere aree bacinali.

I volumi delle frane d'alveo e delle frane contigue sono stati calcolati analizzando 60 sezioni di valloni interessati da colamenti, partendo dalla cartografia disponibile in scala 1:5.000 vettoriale e tramite l'ausilio di una modellazione TIN dell'intera area. Per ciascuna sezione sono stati misurati:

- la larghezza della zona mobilitata (frana d'alveo + frana contigua);
- l'altezza in destra e sinistra orografica dei distacchi rispetto alla base della sezione;
- lo spessore delle coperture e dei depositi d'alveo valutati con la ricostruzione delle sezioni (fig. 5)

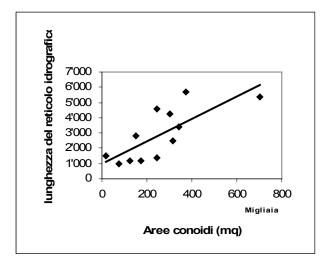


Figura 4 – Correlazione tra le aree delle conoidi e la lunghezza del reticolo idrografico dei bacini di provenienza.

Correlation between the conoids' areas and the length of the network of the basins.

Il contributo volumetrico dell'alveo (V1) e delle frane contigue (V2) è stato ottenuto moltiplicando l'area della sezione di frana di ciascuna incisione per la lunghezza del rispettivo reticolo idrografico interessato dai colamenti del maggio 1998. Si è ipotizzato nella situazione antecedente l'evento del 1998, un colmamento massimo dei fossi ad eccezione del Vallone Tuoro che presentava calcari affioranti nell'alveo, già prima del maggio 98. Per il predetto Vallone è stato applicato un coefficiente di riduzione α pari a 0,7.

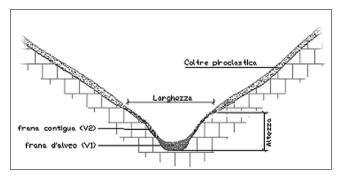


Figura 5 – Profilo di una sezione ricostruita. *Section of ditches* 

Tabella 3 Correlazione statistica esistente delle caratteristiche geometriche delle sezioni.

Statistical correlation of the geometrical peculiarities of every section.

	Area	Pendenza	Larghezza	Hm
Area	1,00			
Pendenza	-0,13	1,00		
Larghezza	0,57	0,12	1,00	
Hm	0,38	-0,08	0,74	1,00

La superficie delle frane laterali (V3) è stata misurata direttamente in ambiente Arc View, ed il relativo contributo volumetrico è stato ottenuto moltiplicando l'area della frana per lo spessore medio della copertura presente nei dintorni del perimetro di distacco.

Sommando i volumi V1 + V2 + V3 si è ottenuto il volume totale mobilitato (V.FR) nell'evento del maggio 1998, così come riportato nella tabella 2.

Dall'analisi statistica dei dati caratteristici di ciascuna sezione è stata individuata una buona correlazione tra la larghezza e l'altezza media della zona franata rispetto al fondo dell'alveo.

La funzione individuata che meglio rappresenta la relazione esistente tra i 2 parametri altezza e larghezza delle fasce franate in ciascuna sezione è:

$$y = 0.2229x + 2.5281$$

Un ulteriore parametro ottenuto da ciascuna sezione è rappresentato dall'altezza equivalente, ottenuto dal rapporto tra l'area franata di ciascuna sezione e la larghezza della frana. I risultati riportati in tab. 2 indicano un'altezza equivalente calcolata oscillante tra 0.65 metri e 1.5 metri. Il valore medio ottenuto risulta essere pari a 1,2 metri.

### 4. Calcolo dei Volumi Mobilitabili

I dati considerati oltre a definire l'evento del '98, possono essere utilizzati per la messa a punto di un criterio della stima dei volumi mobilitabili più generalmente applicabile in tutta l'area campana caratterizzata da rilievi carbonatici con coperture vulcanoclastiche.

In queste aree occorre considerare che:

- 1. l'evoluzione dei reticoli idrografici è grandemente assimilabile in quanto sviluppata su un paleorilievo rigido di calcari privi di coperture, successivamente ammantato e parzialmente ridefinito a seguito della deposizione dei materiali piroclastici;
- 2. rimane costante la struttura base del paleoreticolo nei calcari di base, ove si registrano e si sono registrati periodicamente processi di colmamento connessi da una parte alle fasi di emissioni vulcaniche note, dall'altra a normali processi di reinterrimento dovuti a trasporto di massa ovvero a movimenti gravitativi secondari;
- 3. a seguito di eventi piovosi di elevata intensità e durata, si verificano periodicamente i grandi fenomeni incanalati che interessano principalmente parti ben individuabili delle zone d'alveo dei fossi principali e dei

rami secondari e fasce contigue di ampiezze anch'esse grandemente assimilabili.

In base ai tre punti elencati il processo delle colate è legato a un sistema di alimentazione fisso in cui si può considerare variabile solo lo stato di colmamento degli alvei. Dal momento che si genera un rapporto di interdipendenza e di equilibrio tra le condizioni di colmamento ed i sovraincombenti materiali delle fasce contigue l'espressione si può semplificare assumendo:

$$Vtot = \alpha * (V1 + V2) + V3$$

dove in particolare si può calcolare:

$$V1 + V2 = Heq * S * L$$

dove

*Heq.*= valore medio dell'spessore equivalente ottenuta da 60 sezioni.

S = Valore medio della larghezza delle frane contigue più larghezza d'alveo

L = Lunghezza del reticolo contributivo

I risultati riportati in tabella 4 indicano una differenza media tra i volumi calcolati per sezioni e i volumi teoricamente stimati pari al 16%, con di scostamento massimo del 22%.

Nella predetta tabella i volumi V1 +V2 attesi sono calcolati considerando un coefficiente  $\alpha$  di riempimento pari a 1.

Il metodo è stato applicato anche all'attuale situazione di Sarno e Quindici considerando che:

- i valloni interessati dai colamenti nel versante Quindici presentavano successivamente all'evento franoso gli alvei in gran parte denudati, mentre nel versante di Sarno Episcopio risultavano maggiori residui dei materiali nei rami bassi dei valloni;
- a meno di emissioni vulcaniche, in via prudenziale, si può considerare il valore di 100 anni come periodo sufficiente per raggiungere il massimo valore di riempimento degli alvei.

Tabella 4 Confronto tra i volumi calcolati per l'evento '98 ed i volumi stimati ad alveo pieno applicando il metodo in via teorica con valori medi

Comparison with the calculated volumes for the event '98 and the volumes estimated by medium values

Vallone	V1+V2 Calcolato per sezioni	Heq.	s	L	V1+V2 Stimato	Diff. Volume
	m³	m	m	m	$m^3$	%
San Francesco	72.154	1,2	55	1.035	68.310	5%
Connola	149.253	1,2	45	2.314	124.956	16%
Pietra della valle 1	44.458	1,2	30	970	34.532	22%
Pietra della valle 2 dx	56.929	1,2	46	1.089	59.666	-5%
Pietra della valle 2 sx	57.514	1,2	40	1.120	53.780	6%
Tuostolo	104.076	1,2	60	1.764	127.008	-22%
Cortadonica	67.392	1,2	80	815	78.262	-16%
Tuoro	62.690	1,2	40	1.576	75.648	-21%
Mare	27.907	1,2	30	930	33.488	-20%

Pertanto, considerando velocità d'interrimento maggiori nei primi anni, si è ritenuto di assegnare coefficienti di riempimento dei valloni, dopo 10 anni dall'evento, compresi tra 0,1 e 0,2.

Tabella 5 Stima dei volumi mobilitabili nelle condizioni prevedibili di riempimento del reticolo a 10 anni di distanza dall'evento di maggio '98

Volumes mobilized in the condition of estimated filling of the network after 10 years from the event on May '98.

Vallone	V1+V2	coeff. α	V1+V2 Ridotto	Vtot atteso
	m³		m³	m³
San Francesco	68.310	0, 1	6.831	8.880
Connola	124.956	0, 1	12.496	16.244
Pietra della valle 1	34.532	0, 1	3.453	4.489
Pietra della valle 2 dx	59.666	0, 1	5.967	7.757
Pietra della valle 2 sx	53.780	0,1	5.378	6.991
Tuostolo	127.008	0,2	25.402	33.022
Cortadonica	78.262	0,2	15.652	20.348
Tuoro	75.648	0, 1	7.565	9.834
Mare	33.488	0,2	6.698	8.707

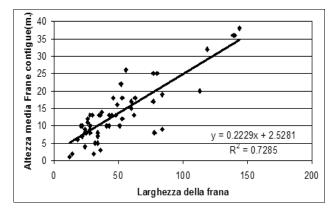


Figura 6 Correlazione tra altezza media delle frane contigue sull'alveo e larghezza media delle sezioni trasversali rette di frana. Correlation between the medium height of the contiguous landslides of the river-bed and the medium length of the transversal landslide section.

Per quanto riguarda la stima di V3, è stato calcolato un valore medio contributivo pari al 30% di V1+V2, dedotto dal rapporto massimo osservato tra i suddetti volumi durante l'evento del '98.

Il suddetto valore è stato applicato a tutti i valloni compresi quelli che non presentavano frane laterali nel maggio 1998.

Occorre tuttavia tener presente che dopo grandi eventi generalizzati, le aree critiche laterali sono già in gran parte state mobilitate quindi il contributo V3 tende ad assumere valori trascurabili.

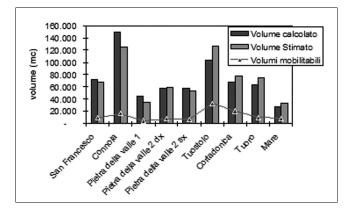


Figura 7 Confronto tra i volumi franati misurati per sezioni, volumi stimati assumendo valori medi dedotti statisticamente e volumi attesi dopo 10 anni.

Comparison between the volumes calculated for event '98, the volumes with the medium values statistically calculated and the estimated volumes after 10 years from the event on May '98.

#### 5. Conclusioni

Per la valutazione dei volumi attesi in aree campane esposte al rischio di colate detritiche incanalate, viene proposto un metodo di calcolo speditivo, basato sulla lunghezza del reticolo contributivo e sulle condizioni di colmamento dei valloni protagonisti di simili eventi.

L'affidabilità dei risultati dipende dall'accuratezza del rilievo delle sezioni dei valloni e dalla giusta valutazione degli spessori dei materiali d'alveo e delle sponde, considerando una fascia media movimentabile, di larghezza statisticamente individuata sulla base di eventi pregressi.

L'attendibilità del metodo risulta confortata dalle comparazione dei risultati ottenuti tra i volumi franati nel maggio '98 e quelli che si ottengono utilizzando in via teorica parametri medi di altezza equivalente, larghezza della fascia movimentabile e contributo medio delle frane laterali.

Il metodo può essere applicato in tutte le aree campane dove si ravvedono condizioni similari dal punto di vista geologico e geomorfologico e si prevedono attivazioni di colate detritiche estremamente rapide a sviluppo incanalato. Una più rigorosa valutazione degli spessori in gioco, in termini di altezze equivalenti, può essere ottenuta oltre che con rilievi accurati, anche con indagini di basso costo che prevedono uso della sismica a rifrazione e fiorettature che raggiungano il substrato calcareo, di norma soggiacente a piccole profondità nella parte alta dei bacini, costituenti la maggiore area d'alimentazione.

### Bibliografia

L., 2004. Primi risultati sulla ricostruzione del flusso idrico sotterraneo locale nel substrato calcareo fratturato ai fini della comprensione dei meccanismi d'innesco delle colate detritiche

dell'area di Quindici (AV). Acque sotterranee, fascicolo 87, 9-16.

Guadagno F.M., 2000. The landslides of 5th May 1998 in Campania, Southern Italy: natural

disaster or also man-induced phenomena? Journal of Nepal Geological Society, 22, 463-