

**REGIONE PIEMONTE  
CITTA' METROPOLITANA DI TORINO**

**COMUNE DI  
TRAUSELLA**

**PIANO REGOLATORE  
GENERALE INTERCOMUNALE**

**VERIFICHE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA  
ED IDROGEOLOGICA A SUPPORTO DELLO  
STRUMENTO URBANISTICO**

**STUDIO DEL CONOIDE  
RIO CASE PIAN FURMERA**

La presente nota intende rispondere alla richiesta avanzata dal Gruppo Interdisciplinare di Lavoro in occasione della chiusura dei Tavoli tecnici per la condivisione del quadro del dissesto relativo al Comune di Trausella (nota 13000/DB0809 del 11.04.2012) , reiterata nel Contributo tecnico formulato nel Parere Unico prot. n. A1813A della Direzione Opere Pubbliche , Difesa del Suolo , Montagna , Foreste , Protezione Civile , Trasporti e Logistica congiuntamente al Settore Tecnico regionale – Area metropolitana di Torino , redatto a seguito della prima seduta della prima conferenza di pianificazione sulla proposta tecnica di progetto preliminare della Variante Strutturale di adeguamento al PAI del PRGI della Valchiusella svoltasi in data 21.06.2018 .

I contenuti della nota riguardano gli aspetti di pericolosità e rischio del conoide del Rio di Case Pian Furmera , che consentano di redigere un cronogramma degli interventi di mitigazione del rischio degli edifici esistenti .

## **Rio Pian Furmera**

Il Rio Pian Furmera è un affluente di destra del T. Chiusella , il cui medio e alto bacino si estende nel territorio del Comune di Meugliano (Fraschella) sino alla dorsale che funge da spartiacque con i versanti che degradano a Sud verso Cima Bossola .

Il Rio appare scarsamente gerarchizzato , arrivando comunque alla confluenza come asta del III ordine ; il settore di testata si imposta attorno alle quote 1800 m slm , circa 200 m più in basso rispetto alla cresta di spartiacque .

Il ramo che assume maggiore lunghezza è la linea di deflusso che nasce intorno a tale quota , con una pendenza media da questo punto alla sezione di chiusura del 36 % .

## ***Caratteri del bacino***

### ***1. Aspetti geologici***

Tutto il bacino del Rio è impostato in corrispondenza degli ammassi rocciosi della *Zona Sesia* , che risultano sovente sub affioranti e possiedono una prevalente copertura legata a depositi detritici-colluviali . Solo intorno alla quota 1180 – 1200 si estende una modesta placca di materiali riconducibili a depositi glaciali , evidenziati da una particolare morfologia . Solamente sotto cresta si

osservano limitati areali di detrito di falda completamente stabilizzato , impostati su pendii con pendenza media intorno al 50 % .

La potenza dei depositi detritici colluviali che coprono la roccia in posto può essere stimata nell'ambito metrico , la potenza dei depositi glaciali può variare da plurimetrico a decametrico mentre la potenza delle falde detritiche è generalmente intorno a 1-2 metri .

Sulla base dei rilievi geologici e litotecnici eseguiti , le diverse percentuali areali di affioramento vengono determinate nel modo seguente :

Tipologia affioramento	% estensione areale
Depositi glaciali	2
Detrito di falda	2
Roccia in posto	15
Roccia sub affiorante con depositi detritici-colluviali	81

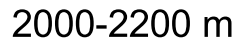
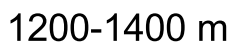
## 2 . *Aspetti topografici e morfologici*

L'applicazione delle formule per il calcolo delle portate di massima piena di un corso d'acqua richiede la migliore conoscenza possibile degli aspetti topografici e delle caratteristiche fitoidrogeologiche del bacino .

E' stato pertanto delimitato il bacino ad una scala opportuna (vedi tavola allegata - tav. 1) ed è stato eseguito il calcolo delle aree comprese tra isoipse predefinite per determinare la sommatoria dei volumi e delle aree parziali , dal cui rapporto si ottiene la quota dell'altitudine media del bacino

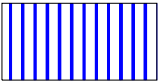
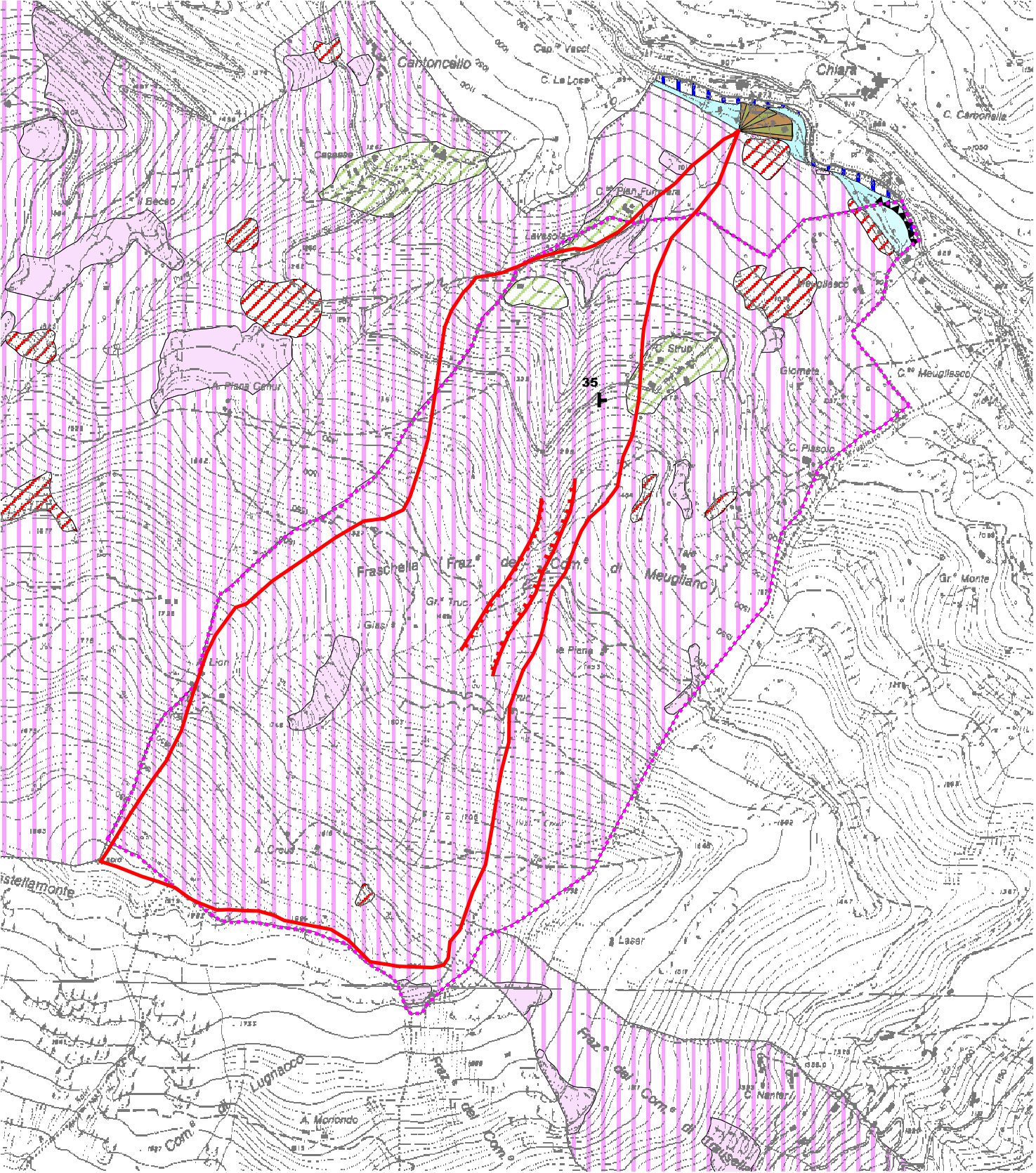
$\Delta_h$ isoipse	Aree (kmq)	Volumi (kmc)
800 - 1000	0.009623	0.0086607
1000 - 1200	0.110426	0.1214686
1200 - 1400	0.280033	0.3640429
1400 - 1600	0.403725	0.6055875
1600 - 1800	0.405718	0.6897206
1800 - 2000	0.296234	0.5628446
2000 - 2200	0.004176	0.0087696
$\Sigma$	1.509935	2.3610945

## SCALA 1 . 15000





SCHEMA GEOLOGICO  
BACINO RIO CASE PIAN FURMERA  
SCALA 1 : 15000



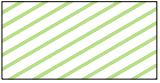
Depositi alluvionali attuali del T.Chiusella (Olocene)



Depositi alluvionali medio-recenti (Olocene)



Falda detritica (Olocene)

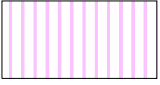


Depositi detritico - glaciali (Pleistocene medio)

**Zona Sesia-Lanzo**



Gneiss, micascisti e micascisti eclogitici (pre-Carbonifero)  
(a: affiorante; b: subaffiorante)



Giacitura della foliazione principale



Scarpata di erosione del reticolo minore



Bacino del Rio Case Pian Furmera

$$h_m = \frac{\sum \text{volumi}}{\sum \text{aree}} = \frac{2.3610945}{1.509935} = 1.564 \text{ km}$$

Gli altri parametri fisico - morfologici che caratterizzano il bacino sono direttamente ricavabili dalla carta topografica o da brevi elaborazioni :

quota massima del bacino	$h_{\max}$	=	2.010 m
quota della sezione di chiusura	$h_0$	=	900 m
Lunghezza dell'asta alla sezione di chiusura	$L$	=	2485 m
Pendenza media complessiva dell'alveo	$i$	=	34.2 %
Pendenza media dei versanti	$i_v$	=	46.6 %

determinata mediante la relazione 
$$i_v = \frac{\Delta_h \text{isoipse} * \sum \text{isoipse}}{\text{area} - \text{bacino}}$$

Sulla base di questi dati , seguendo le indicazioni della “*Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica*” – Allegato 7 Norme attuazione PAI , viene calcolata la massima piena con  $t_r = 100$  anni

### 3. Tempo di corrvazione

Il tempo di corrvazione -  $t_c$  - (tempo impiegato dalla particella d'acqua caduta nel punto più lontano del bacino ad arrivare alla sezione di chiusura) è stato calcolato utilizzando due diverse relazioni , i cui risultati appaiono abbastanza confrontabili tra loro :

#### ***Giandotti***

$$\tau = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m - H_0}}$$

#### ***Merlo***

$$\tau = 0.396 \frac{L}{\sqrt{i}} \left( \frac{S}{L^2} * \frac{\sqrt{i}}{\sqrt{i_v}} \right)^{0.72}$$

E' stata quindi assunta la media tra i valori determinati :

*Giandotti*     0.42

*Merlo*            0.55

**tc medio        0.485**

#### 4. Stima della portata di massima piena

Il calcolo della massima piena  $Q_{max}$  è stato eseguito mediante il metodo razionale , utilizzando i parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica presenti nell'allegato 3 "Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense" (riferite all'areale AX79) , che fanno riferimento diretto alla "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica" contenuta nel PAI

La  $Q_{max}$  si determina con la relazione

$$Q_{max} = C * \frac{1}{3.6} * i_{t_r, t_c} * A \quad ( 1 )$$

nella quale

$C$  = coefficiente di deflusso (adimensionale)

$i_{tr,tc}$  = altezza di pioggia (mm/h) con assegnato tempo di ritorno ( $t_r$ )  
e di durata pari al tempo di corrivazione  $t_c$

$A$  = superficie del bacino ( $kmq$ )

L'equazione che definisce l'altezza di pioggia caduta nel tempo " $t$ " è del tipo

$$h = a * t^n \quad ( 2 )$$

con  $a$  e  $n$  parametri caratteristici della funzione in dipendenza del tempo di ritorno .

Considerando un tempo di ritorno  $t_r = 100$  anni , i parametri considerati assumono valore

$$a = 62.77$$

$$n = 0.44$$

Pertanto , essendo

$$h = 62.77 * 0.485^{0.44} = 45.65 \text{ mm}$$

l'intensità di pioggia risulta

$$i_{tr,tc} = 45.65 \text{ mm} / 0.485 h = 94.12 \text{ mm/h} .$$

Il coefficiente di deflusso  $C$  , considerate le caratteristiche della copertura vegetazionale e del tipo di utilizzo del suolo , è stato valutato in modo alquanto cautelativo

$$C = 0.7$$

nel rispetto delle indicazioni presenti nel testo *Sistemazioni idraulico forestali* - G. Benini - UTET 1990 , per terreni compatti adatti al pascolo e pendenza  $> 10 \%$  .

E' possibile fornire un valore di CN (in funzione della tipologia di uso del suolo) compreso tra  $58 \div 66$  .

La portata al colmo per il tempo di ritorno considerato viene dunque stabilita in :

$$Q_{max} = 0.7 * 94.12 / 3.6 * 1.510 = \mathbf{27.63 \text{ mc/s}}$$

Il valore del contributo per  $\text{km}^2$  così determinato ( $18.3 \text{ mc/s} * \text{kmq}$ ) risulta essere superiore a quello calcolato per il settore vallivo e pedemontano delle Valli Canavesane nel corso degli ultimi eventi eccezionali ( $Q_{\text{specifica media}} = 9.5 \div 12 \text{ mc/s} * \text{kmq}$ ) ma ancora in linea con le portate teoriche previste per i bacini con dimensioni confrontabili .

Mediante la relazione di *Chezy* (rielaborata da *Manning*) è stato determinato un valore di riferimento della velocità media della corrente nella sezione di alveo considerata) , note le caratteristiche di pendenza dell'alveo (determinata per il tratto di 500 m precedente la sezione di chiusura) e di raggio idraulico :

$$v = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * J^{\frac{1}{2}} = 10.2 \text{ m/s}$$

con :

$$n = \text{indice di scabrezza} = 0.05$$

$$R = \text{raggio idraulico} = 0.72$$

$$J = \text{pendenza dell'alveo} = 0.40$$



La sezione minima di deflusso necessaria per lo smaltimento dell'ondata di piena vale dunque

$$S = Q/v = 27.63 \text{ mc/s} / 10.2 \text{ m/s} = 2.71 \text{ mq}$$

Tale sezione minima dell'alveo è garantita dall'apice all'unghia del conoide sino alla confluenza .



Foto n.1 – Veduta dell'alveo del Rio Case Pian Furmera sul conoide

### ***Caratteri del conoide***

Il conoide generato dal Rio Case Pian Furmera assume una superficie piuttosto modesta pari a circa 21.650 mq . Poiché il corpo del conoide si appoggia verosimilmente su una superficie terrazzata del corso d'acqua principale , la sua forma mostra un andamento anomalo e fortemente sbilanciato in direzione della pendenza dell'asse vallivo . Nelle fasi di costruzione , gli è stato dunque imposto un ampliamento verso il settore di valle (ESE) . Attualmente , a dispetto di ciò , in relazione alla velocità acquisita dalle acque nel tratto a monte della porzione apicale (dove l'alveo è impostato in roccia ed assume pendenze anche superiori al 40%) ,

il Rio lo attraversa con andamento rettilineo per una lunghezza di circa 70 m tra l'apice e la confluenza nel T. Chiusella .

Risultano in ogni caso evidenti delle ondulazioni radiali che dall'apice del conoide si propagano verso il settore di valle , a testimonianza di pregresse divagazioni del canale di scarico .



Foto n. 2 – Veduta dall'apice del conoide verso ESE . Si apprezzano le ondulazioni radiali originate da pregresse divagazioni del Rio e la presenza di alcuni massi isolati sulla sua superficie .

Attualmente , la porzione apicale del conoide è stata incisa dal Rio e risulta evidente - più in destra che in sinistra - la presenza di un argine naturale (circa 20 m di lunghezza e altezza stimata di circa 3 m) che limita l'alveo attivo del canale di scarico .

Tale rilevato arginale naturale si è dimostrato in grado di contenere gli ultimi episodi di debris flow , che si sono propagati solo al fianco del corso del Rio (foto n. 3 e n. 4) .

L'accumulo di debris mostra massi di pezzatura particolarmente omogenea caratterizzati da un certo arrotondamento della forma , a testimoniare che sono stati presi in carico quando già erano stati soggetti per un certo tempo ai processi di levigatura tipici delle acque fluenti .

L'assenza di materiali più fini o elementi eterometrici certifica che il debris non ha avuto origine da processi di dinamica di versante ma che si è sviluppato rimobilizzando materiali già presenti lungo l'alveo attivo .





Foto n.3 – Accumulo di debris flow lungo la destra idrografica del Rio



Foto n. 4 - Particolare dell'accumulo . Si osservi l'omometria ed il parziale arrotondamento dei blocchi



In relazione alla presenza di vegetazione solo su una parte dell'accumulo (foto n.3) , appare probabile che si tratti di due eventi distinti e successivi , reiteratisi in modo analogo .

Altra particolarità degna di nota è il fatto che l'accumulo si sia propagato solo lungo la destra idrografica e che non abbia interessato la sponda sinistra (vedi foto n.5) .

La volumetria dell'accumulo può essere stimata in alcune centinaia di metri cubi .

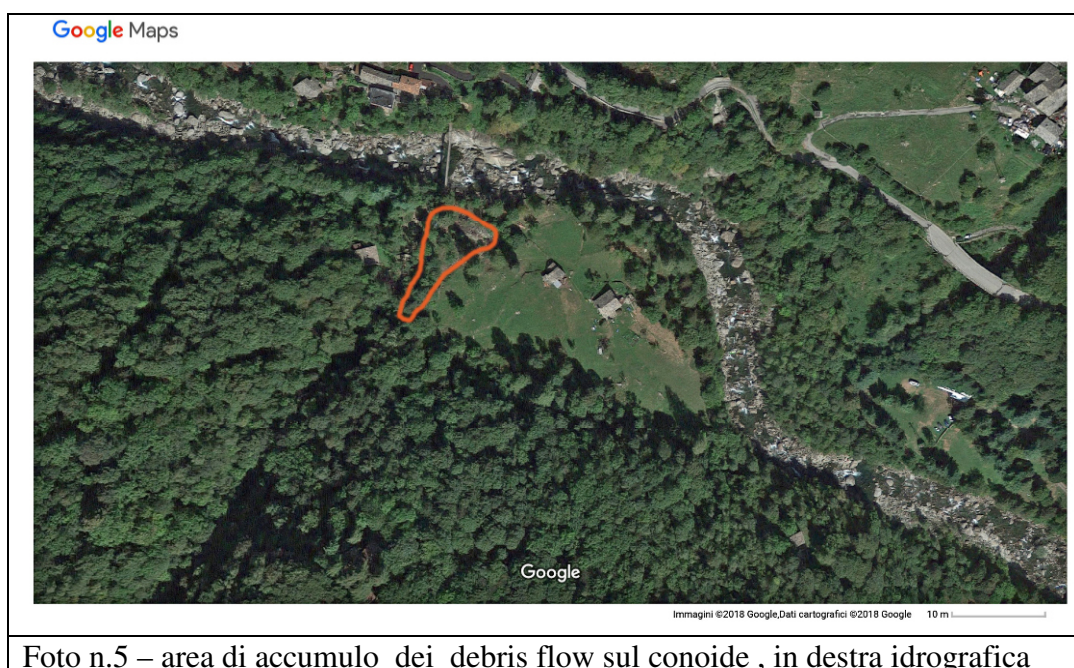


Foto n.5 – area di accumulo dei debris flow sul conoide , in destra idrografica

Assodato lo sviluppo di fenomeni di debris flow sul conoide , al fine di valutare la potenzialità di tali processi con portata solida sul conoide , sono stati determinati diversi parametri morfometrici che - combinati tra loro - consentono di esprimere un giudizio sulla possibilità di ulteriore sviluppo dei fenomeni attesi , sulla loro magnitudo potenziale e - di conseguenza - sulla pericolosità di tali eventi . Con tali dati a disposizione potranno essere avanzate ipotesi circa le eventuali opere di riduzione del rischio o sul mantenimento delle attività antropiche esistenti .

La metodologia seguita ha il riscontro nel criterio schematico di valutazione della severità e della ricorrenza dei processi torrentizi (Progetto Alcotra RiskNat)



L'area sviluppata dal conoide (determinata mediante GIS ArcView) misura

$$A_c = 0.021651 \text{ kmq}$$

e il rapporto tra l'area del conoide e del bacino (indicatore della quantità di materiale detritico trasportabile dal corso d'acqua che lo sottende) vale pertanto

$$A_r = A_c / A_b = 0.021651 / 1.510 = 0.014 = 1.4 \%$$

Poiché tale valore è compreso nell'intervallo  $1 \div 10$ , si assegna l'indice  $A_r2$ .

Il primo parametro calcolato è l'indice di Melton per il bacino, secondo la relazione

$$M_e = (H_{\max} - H_{\min}) * A_b^{-0.5} = 0.90$$

dove

$H_{\max}$  = quota massima del bacino (km slm)

$H_{\min}$  = quota minima del bacino (sezione chiusura – km slm)

$A_b$  = Area del bacino (kmq)

Un valore  $M_e > 0.5$  indica che sono attesi fenomeni di debris flow.

Incrociando il rapporto tra aree  $A_r2$  con l'indice di Melton  $M_e > 0.5$ , si ottiene l'indice morfometrico  $Im3$ .

Incrociando l'indice morfometrico  $Im3$  con la classe litologica del substrato prevalente (BCM) costituito da rocce metamorfiche, si ottiene il parametro Severità del Fenomeno atteso  $Fa3$ .

Per innescare il fenomeno, nel caso di substrato BCM (Bad Clay Maker), occorrono eventi pluviometrici severi con media giornaliera superiore a 150 mm e con picchi superiori a 30 mm/h. Per il bacino del T. Chiusella, assimilabile a quelli della valle Orco, il tempo di ritorno di un tale evento è pari a circa 50 anni.

Per valutare la tipologia di attività sul conoide, diversi Autori mettono in relazione la pendenza del conoide con l'indice di Melton. Il grafico seguente (tratto da Progetto RiskNat – attività B4-C4 – Piene e lave torrentizie – giugno 2012 – fig. 1) illustra le condizioni postulate da *DeMarchi et al.*, 1993 (linea continua nel diagramma) e *DeScally & Owens*, 1983 (linea tratteggiata).

La pendenza del conoide (determinata dall'apice all'unghia inferiore) misurata lungo la linea di massima pendenza (corrispondente al corso del Rio) vale  $\beta = 20^\circ$  ; se misurata lungo la direttrice di sviluppo dei debris flow vale  $14^\circ$  .

Tale condizione , secondo *DeMarchi et al* , pone in ogni caso il conoide in corrispondenza di ambiti di debris flow.

Anche secondo *DeSally & Owens* , la relazione tra indice di Melton e pendenza del conoide consente unicamente l'innescò di fenomeni di debris flow , senza possibilità di avviare fasi deposizionali con processi legati ai normali depositi torrentizi , senza sviluppo di colate .

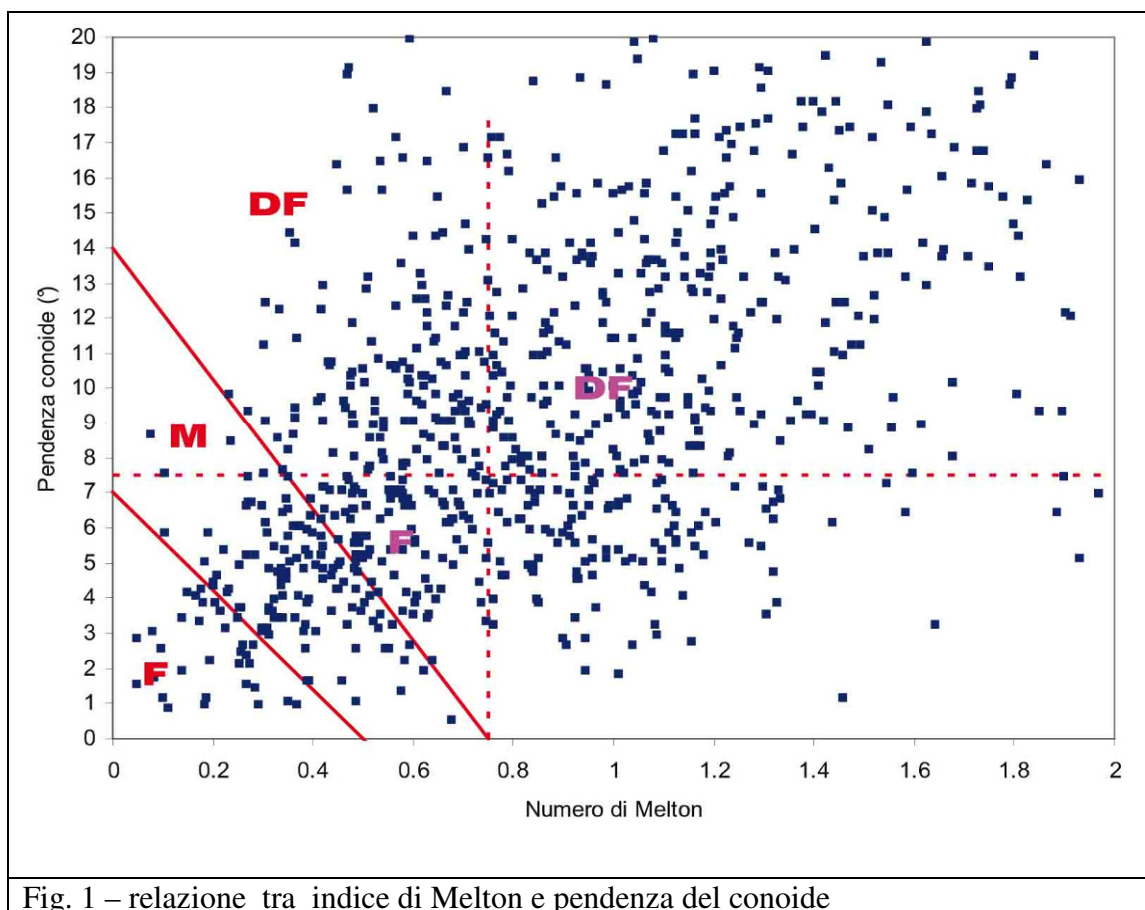


Fig. 1 – relazione tra indice di Melton e pendenza del conoide

Poiché appare chiaro come i processi evolutivi sul conoide siano definiti quasi esclusivamente attraverso colate detritiche , è stata determinata la potenziale volumetria del materiale mobilizzabile .

Tra i diversi metodi applicabili vi sono notevoli oscillazioni .

Ad esempio ,utilizzando la relazioni di *D'Agostino et al. (1996)* la magnitudo del fenomeno assume valore

$$M = 39 * Ab * i^{1.5} * I.G. * I.T.^{-0.3} = 53 \text{ mc} \quad \text{considerando :}$$

pendenza media dell'alveo  $i = 34.2\%$

indice geologico dei litotipi costituenti il bacino (rocce metamorfiche e coperture moreniche)  $I.G. = 4.5$

indice di trasporto basato sulla classificazione di Aulitzky  $I.T. = 1$

Risultato con valori confrontabili si ottengono dalla relazione di *Crosta , Ceriani , Frattini & Quattrini (2000)* , secondo i quali

$$M = 1000 * k * Ab * Mb^{0.8} * Scl\_c * I\_F^{-2} = 167 \text{ mc}$$

Con  $k$

$k = 5.4$  per fenomeni di debris flow

$Ab$  = area bacino (kmq)

$Mb$  = indice di Melton

$Scl\_c$  = pendenza del collettore sul conoide

$I\_F$  = indice di frana (3 per frane piccolo o assenti)

La relazione di *Bottino & Crivellari* , desunta dai dati di colate detritiche avvenute nel corso dell'evento 1993 entro i depositi glaciali dell'Anfiteatro morenico di Ivrea - e dunque in ambiente completamente differente rispetto al bacino in esame , consente di stimare valori completamente differenti , con una magnitudo

$$M = 21241 * A^{0.28} = 23839 \text{ mc}$$

Tale valore concorda come ordine di grandezza con la relazione di *Takei (1984)* , per la quale  $M = 13.600 * Ab^{0.61} = 17487 \text{ mc}$

La relazione di *Hungr et al. (1984)* prevede la stima delle colate sulla base dei volumi mobilizzabili riferiti alla lunghezza del collettore

$$M = 1 * \text{apporto detritico unitario} .$$

Suddividendo il bacino in due settori

$A$  = settore superiore impostato in roccia sub affiorante , con copertura detritica-colluviale di potenza metrica

lunghezza asta = 1535 m

$B$  = settore inferiore impostato in roccia in posto con assenza di fenomeni gravitativi

lunghezza asta = 950 m

Considerando per la lunghezza dell'asta superiore una classe A dei materiali (sottile strato di detrito o suolo su roccia sciolta) , l'apporto unitario è fissato in 0.5 mc/m (tale valore appare comunque sovrastimato) ; considerando invece per il settore inferiore una classe B (roccia in posto) è stato valutato un apporto detritico unitario di 0 mc/m.

La magnitudo risultante viene calcolata in

$$M = 1535 \text{ m} * 0.5 \text{ mc/m} = 768 \text{ mc}$$

Tra tutti i risultati ottenuti , questo valore parrebbe avere il riscontro più coerente considerando la tipologia del bacino e i suoi caratteri geologici e litologici , la possibile fonte di produzione di detrito , i caratteri del conoide e la natura e magnitudo degli eventi recenti rilevati in adiacenza del canale di scarico .

Una volta stimata la magnitudo , la sezione di deflusso è stata calcolata secondo la formula di *Schilling & Iverson* (1977) , utilizzando quest'ultimo valore , che appare il più verosimile :

$$A = 0.05 V^{2/3} \cong 0.05 * 768^{2/3} = 4.2 \text{ mq}$$

pienamente compatibile con la sezione dell'alveo e della fascia spondale compresa entro il rilevato arginale di cui si è detto , che contiene le lave torrentizie e non consente loro di divagare sul conoide ma di arrestarsi in destra idrografica ad alcune decine di metri dalla confluenza nel T. Chiusella .

A parere dello scrivente , il ripetersi delle colate detritiche lungo l'asta del Rio Case Pian Furmera è in forte dipendenza con la quantità di materiale residuo presente nell'alveo , dal momento che i riscontri del rilievo sul conoide hanno mostrato come i materiali frutto dell'accumulo successivo dei recenti debris flow mostrino caratteristiche morfometriche tipiche dei clasti parzialmente rimodellati ed arrotondati in acque fluenti .

Gli elementi introdotti nel presente studio riflettono comunque una metodologia di indagine che ha consentito di produrre dei risultati numerici ancora cautelativi , state il grado di incertezza delle variabili idrologiche , sedimentologiche e morfologiche coinvolte nel processo di formazione dei debris flow a causa delle disomogeneità presenti nel bacino .



## CONCLUSIONI

La difesa del territorio antropizzato dai debris flow comporta opere imponenti in relazione all'elevata energia esplicata dal fenomeno : nel caso in questione , i costi relativi alla loro esecuzione non sarebbero minimamente compensati dal valore esposto .

L'unico fabbricato esistente con funzione residenziale è quello posto in corrispondenza della parte più rilevata del conoide lungo la sinistra idrografica (ove non si registrano processi di accumulo - foto n.1) , che peraltro non è stato interessato dagli eventi più recenti . Gli altri due fabbricati presenti sull'unghia del conoide (foto n.2 e n.5 e n.6) non hanno funzione residenziale e non sono stati minimamente interessati dalle lave torrentizie recenti .



Foto n.6 – Veduta della porzione di conoide lungo la destra del Rio Case Pian Furmera . Si intravedono tra la vegetazione i due fabbricati adibiti ad uso non residenziale e si osservi l'assenza di processi

Il conoide risulta classificato CAe1 ; le porzioni inedificate sono in classe IIIa mentre i fabbricati esistenti sono inclusi in ambiti IIIb4 .

Considerata l'improponibilità di realizzare interventi estensivi lungo il versante o opere di difesa finalizzate al contenimento delle lave torrentizie in relazione al rapporto costi/benefici , il crono programma degli interventi dovrebbe dunque prevedere unicamente interventi di manutenzione/disalveo dell'alveo dall'apice del conoide allo sbocco nel T. Chiusella , mantenendo in vigore i divieti e le limitazioni d'uso imposte ai fabbricati esistenti .

Castellamonte , settembre 2018

