

**REGIONE
PIEMONTE**

Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione

Quaderno n. 17

**CARATTERIZZAZIONE DEI FENOMENI DI MOBILIZZAZIONE RAPIDA
DELLA COLTRE SUPERFICIALE MEDIANTE INDAGINI DI TERRENO:
PROPOSTA DI STUDIO E APPLICAZIONE AD UN CASO REALE**



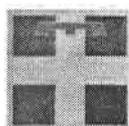
**SETTORE STUDI E RICERCHE GEOLOGICHE
SISTEMA INFORMATIVO PREVENZIONE RISCHI**

Ottobre 2002

In copertina: località Rif. Arvogno (alta Val Vigezzo – Val d'Ossola). Nicchie di distacco caratterizzate da un grado di rimodellamento basso, ubicate a valle di una netta rottura di pendenza.

PUBBLICAZIONE IN DISTRIBUZIONE GRATUITA PRESSO IL SETTORE STUDI E
RICERCHE GEOLOGICHE - SISTEMA INFORMATIVO PREVENZIONE RISCHI
C. SO UNIONE SOVIETICA, 216 – 10139 (TEL. 011- 3169337).

Stampato presso il Centro Stampa della Giunta Regionale



**REGIONE
PIEMONTE**

Direzione Servizi Tecnici di prevenzione

Quaderno n. 17

**CARATTERIZZAZIONE DEI FENOMENI DI
MOBILIZZAZIONE RAPIDA DELLA COLTRE
SUPERFICIALE MEDIANTE INDAGINI DI TERRENO:
PROPOSTA DI STUDIO E APPLICAZIONE AD UN CASO
REALE**

Ferruccio FORLATI, Barbara CÖRAGLIA, Ermes FUSETTI

Contributo al Progetto Interreg II Italia - Svizzera 1994-99 ("Collegamento delle reti di rilevamento e condivisione delle esperienze e delle conoscenze per la gestione del rischio idrogeologico") - Azione 3 "Definizione di una metodologia per la valutazione della pericolosità dei versanti in relazione a processi inerenti la coltre superficiale, impiegando parametri ideologici, geotecnici e morfologici e da sperimentarsi in alcuni bacini campione".

SOMMARIO

1	PREMESSA	1
2	RILEVAMENTO DI TERRENO	1
3	SCHEDA DI RILEVAMENTO	2
4	CARATTERIZZAZIONE DEI PROCESSI E ANALISI STATISTICA	8
4.1	Generalità	9
4.1.1	<i>Grado di rimodellamento della nicchia di distacco</i>	9
4.1.2	<i>Esposizione media del pendio</i>	9
4.1.3	<i>Uso del suolo</i>	9
4.2	Accumulo/zona di transito	9
4.2.1	<i>Massa mobilizzata (tipo di accumulo)</i>	9
4.2.2	<i>Granulometria</i>	10
4.2.3	<i>Tipologia Movimento</i>	10
4.2.4	<i>Presenza di erosione</i>	10
4.3	Nicchia di distacco	10
4.3.1	<i>Altezza nicchia di distacco</i>	10
4.3.2	<i>Inclinazione superficie di rottura</i>	11
4.3.3	<i>Collocazione superficie di rottura</i>	11
4.3.4	<i>Potenza dell'orizzonte di suolo osservato</i>	12
4.3.5	<i>Potenza dell'orizzonte di colluvium osservato</i>	12
4.3.6	<i>Potenza dell'orizzonte di deposito fluviale/fluvio-glaciale osservato</i>	12
4.3.7	<i>Potenza dell'orizzonte di deposito glaciale osservato</i>	12
4.3.8	<i>Potenza complessiva dei depositi coinvolti nel dissesto</i>	13
4.3.9	<i>Presenza substrato</i>	13
4.3.10	<i>Giacitura discontinuità</i>	13
4.4	Contesto morfologico	14
4.4.1	<i>Profilo longitudinale</i>	14
4.4.2	<i>Profilo trasversale</i>	14
4.4.3	<i>Tipo di terrazzo</i>	14
4.4.4	<i>Pendio continuo</i>	14
4.4.5	<i>Inclinazione tratto AX</i>	15
4.4.6	<i>Inclinazione del tratto BX</i>	15
4.4.7	<i>Angolo α</i>	15
4.4.8	<i>Inclinazione del tratto AB</i>	16
5	FOTOINTERPRETAZIONE	16
5.1	Modalità operative	16
6	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	17
6.1	Modalità operative	17
6.2	Classificazione geotecnica dei materiali	17
7	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	19
8	BIBLIOGRAFIA	19
9	RINGRAZIAMENTI	20
	ALLEGATI	21

1 PREMESSA

Nell'ambito del Progetto Interreg II Italia Svizzera 1994-99, Azione 3, *Definizione di una metodologia per la valutazione della pericolosità dei versanti in relazione a processi inerenti la coltre superficiale, impiegando parametri ideologici, geotecnici e morfologici e da sperimentarsi in alcuni bacini campione*, è stata definita una metodologia di lavoro per la valutazione dell'instabilità dei versanti in relazione ai processi di mobilitazione rapida della coltre superficiale. La metodologia prevede l'applicazione di un modello meccanico-idrologico (Montgomery & Dietrich, 1994) in grado di individuare, in funzione della quantità di pioggia prevista, le aree a maggior propensione al dissesto. Per valutare l'efficacia previsionale del modello era necessario comparare lo scenario previsto con quello effettivamente verificatosi durante un evento alluvionale. Come area campione è stata scelta la testata del torrente Melezzo Orientale (Val Vigezzo, Ossola) (Figura 1), interessata da numerosi fenomeni di mobilitazione rapida della coltre superficiale durante l'evento alluvionale del 7-8 Agosto 1978. Uno di questi fenomeni, investì un'abitazione danneggiandola gravemente e causando una vittima (Figura 2).

Il rilevamento dei dissesti è stato realizzato sia tramite fotointerpretazione (*Volo Alluvione Ossola 1978, Regione Piemonte*), sia tramite sopralluoghi di terreno ed è stato effettuato di pari passo con i rilevamenti *Geologico del Quaternario e Pedologico* eseguiti da tecnici incaricati dal CNR-IRPI di Torino nell'ambito del progetto, con i quali è stato possibile confrontarsi e scambiare opinioni, dati ed informazioni.

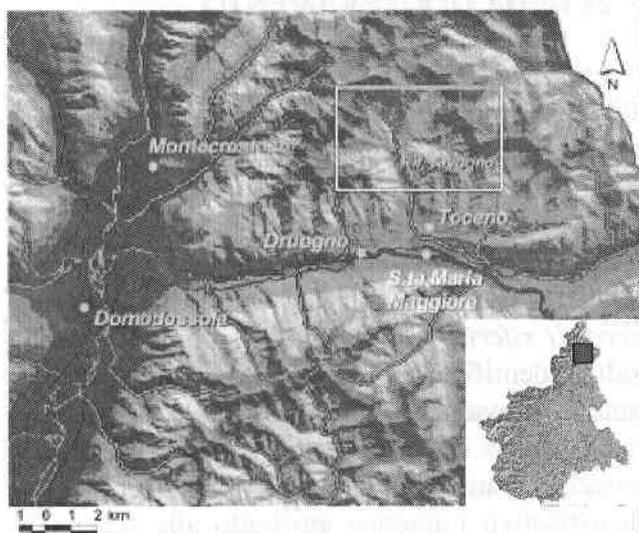


Figura 1 – Inquadramento dell'area di indagine.

Il rilevamento di terreno dei dissesti è stato l'occasione per mettere a punto una metodologia di studio e di raccolta dati, specifica delle frane di mobilitazione rapida della coltre superficiale in ambiente alpino. Tale metodologia, sintetizzata in una scheda di terreno, risponde alla necessità di effettuare un'analisi "a posteriori" del dissesto (cioè nel caso in esame a circa venti anni di distanza dall'evento) considerando i processi di rimodellamento intercorsi tra la data dell'evento e l'osservazione attuale.

La scheda è stata applicata a 276 casi (su circa 550 frane rilevate) e i dati raccolti sono stati analizzati da un punto di vista statistico.



Figura 2 – Edificio in località Arvoglio investito da una colata rapida della coltre superficiale. Il processo ha causato una vittima e ha gravemente danneggiato l'edificio (attualmente smantellato). Sullo sfondo sono visibili gli interventi di sistemazione del versante.

2 RILEVAMENTO DI TERRENO

Nel quadro generale del progetto *Interreg II Italia Svizzera 1994-99, Azione 3*, il contributo del rilevamento di terreno dei dissesti è stato:

- individuare le situazioni tipo;
- individuare i parametri morfologici, geometrici e tipologici significativi del dissesto (inclinazione versante, altezza della nicchia, contesto morfologico, contesto geologico, caratterizzazione dei depositi coinvolti, etc.);
- classificare i dissesti sulla base di un'analisi statistica;

- implementare il Sistema Informativo Geologico della Regione Piemonte, mediante creazione di strati informativi di tipo geografico (archi, poligoni e punti) e alfanumerico (*database* associati).
- fornire il supporto necessario per la fase di taratura del modello meccanico - idrologico.

Il rilevamento di terreno si è svolto nel periodo autunno 1999-estate 2000 ed è stato eseguito alla scala 1:5.000 utilizzando come supporto cartografico l'ingrandimento della C.T.R. 1:10.000 n. 052020 "Melezze Orientale".

Da un'analisi visiva della distribuzione areale delle nicchie/scarpate cartografate (Allegato 1) è possibile individuare settori caratterizzati da una differente densità di dissesti. In particolare è stato osservato che nei versanti esposti a nord la densità di dissesti rilevati è minore rispetto ai versanti con diversa esposizione. Tale affermazione è da ritenersi valida anche se il numero di dissesti verificatosi nei settori esposti a nord è in realtà maggiore di quello cartografato: infatti le caratteristiche peculiari di questi versanti nell'area in esame (pendenze elevate, fitta copertura boschiva di conifere, substrato roccioso sub-affiorante, carenza di sentieri) hanno reso problematico l'accesso all'area e il rilevamento dei dissesti. Inoltre la fotointerpretazione, strumento generalmente utile per acquisire informazioni sulle aree poco accessibili, non è stata in grado di fornire un maggior contributo a causa della fitta copertura boschiva e della insufficiente luminosità dei fotogrammi a disposizione.

La scheda di rilevamento utilizzata per censire i fenomeni (Allegato 6) è scaturita da un'attenta analisi della letteratura disponibile e sulla base di integrazioni effettuate sul terreno in fase di collaudo. Accanto ad informazioni di carattere generale (anagrafica, danni, uso del suolo, fonti) la scheda raccoglie informazioni dettagliate di tipo geologico-geomorfologico e si rivolge pertanto ad un rilevamento di questo tipo. La scheda è stata redatta appositamente per l'analisi dei dissesti in un contesto morfologico e geologico ben preciso (testata del torrente Melezze Orientale) e permette di effettuare una descrizione dei dissesti in questo settore sufficientemente esaustiva.

La scheda di rilevamento è stata applicata a 276 situazioni su un campione di più di 550 dissesti rilevati (Allegato 1). Le frane censite sono

state scelte in base alla necessità del progetto di disporre di un campione sufficientemente distribuito nell'area indagata e rappresentativo della densità e dei diversi contesti (morfologia, vegetazione, esposizione, *etc.*) in cui si sono sviluppati i dissesti.

Le frane con stile di movimento "multiplo" sono state considerate singolarmente (intendendo con stile di movimento "multiplo" la "*molteplice ripetizione dello stesso tipo di movimento, che causa un ampliamento della superficie di rottura; la nuova massa spostata è in contatto con la massa spostata precedentemente e spesso condivide con essa la superficie di rottura*") (Amanti M. *et al.*, 1996).

Durante il rilevamento di terreno sono stati prelevati 136 campioni "disturbati" relativi ai diversi orizzonti affioranti in corrispondenza di scarpate di frana significative (per l'ubicazione dei campioni prelevati vedi Allegato 2).

Su 14 campioni sono state effettuate analisi granulometriche (per via umida e per sedimentazione), sono stati valutati gli indici plastico e liquido e, sul passante al setaccio n° 10, il peso specifico; inoltre su 3 provini ricostruiti con materiale passante al setaccio n° 20, è stata eseguita, previa fase di consolidazione, una prova di taglio diretto e sono stati valutati i parametri di resistenza al taglio. Sui restanti campioni sono state eseguite analisi granulometriche di tipo speditivo a due setacci (n° 10 e n° 200) che hanno permesso di caratterizzare i campioni secondo macro classi granulometriche. Nell'Allegato 3 sono riportati i risultati delle analisi di laboratorio.

3 SCHEDE DI RILEVAMENTO

La scheda di rilevamento frane (Allegato 6) è suddivisa in otto sezioni principali, ciascuna delle quali può essere costituita da uno o più ordini di sotto-sezioni.

La sezione "**generalità**" comprende dati generali relativi all'anagrafica della scheda: il *numero di riferimento* (campo alfanumerico) è un codice identificativo inserito dal compilatore durante il rilevamento che serve da collegamento tra la scheda e la geometria associata; il *codice processo* (campo numerico) invece è un codice identificativo numerico attribuito alla frana (*ID frana*) nella fase di fotointerpretazione (*cfr. in-*

fra) con la funzione di collegamento tra la scheda di rilevamento, la cartografia e il *database* della fotointerpretazione.

In questa sezione sono inoltre riportati:

- *data* del rilevamento (campo *data*);
- nome del *rilevatore* (campo di testo);
- *comune* in cui è ubicata la frana (campo di testo);
- *località* (campo di testo);
- base topografica di riferimento (campo di testo) (*Tav 1:25.000 IGM, Sez. C.T.R.*);
- *uso attuale del suolo*: si intende fornire un'indicazione di massima del tipo di vegetazione attualmente esistente nei pressi della nicchia/scarpata. L'indicazione quindi non si riferisce al contesto in cui si svilupparono i dissesti nel 1978. Si tratta di un campo a scelta tra le voci *prato* (sia incolto sia pascolo e sia utilizzato a foraggio), *coltivo*, *bosco* e *arbusteto*. Dal confronto tra i voli pre- e post-evento alluvionale, è possibile osservare che laddove le aree boscate sono state coinvolte nel dissesto i versanti sono caratterizzati da un'esposizione all'incirca verso sud; in questo caso i dissesti hanno coinvolto ampie porzioni del versante esumando il substrato roccioso. Il movimento in questo caso è avvenuto principalmente lungo piani di discontinuità del substrato roccioso (paralleli alla foliazione), la cui giacitura risulta essere circa a franapoggio meno inclinata del pendio (a differenza di quelli con esposizione nord, con giacitura a reggipoggio);
- *esposizione del pendio* (campo numerico); il termine "pendio" è qui utilizzato con l'accezione di porzione o sotto-unità geomorfologica di un versante, per un intorno considerato significativo della nicchia di distacco/scarpata. Nello studio di questi fenomeni, si intende per intorno significativo un campo di osservazione racchiuso in un raggio di alcune decine di metri intorno alla nicchia. Nel caso in cui non sia possibile assegnare una direzione univoca, (ad esempio una scarpata con estensione di diverse decine di metri) si indica un'esposizione media prevalente;
- *grado di rimodellamento* (campo a scelta): la scheda considera i processi evolutivi intercorsi tra la data dell'evento e la

data di osservazione. Il termine "grado di rimodellamento" è stato utilizzato con l'accezione di misura qualitativa di quanto la forma originaria è stata modificata (ad esempio a causa dei processi di arretramento della nicchia innescatasi successivamente all'evento alluvionale dell'agosto 1978¹). Una nicchia caratterizzata da un grado di rimodellamento *basso* indica una scarpata la cui forma è rimasta sostanzialmente invariata rispetto a quella della nicchia originaria: generalmente la scarpata è caratterizzata da una vegetazione pioniera stabile, non sono evidenti processi di ruscellamento diffuso o concentrato e non sono visibili apporti recenti. Un grado di rimodellamento *alto* è stato attribuito invece alle nicchie evolutesi per processi di arretramento in scarpate attive: in questo caso i depositi affiorano completamente. Tali scarpate sono caratterizzate da frequenti distacchi di materiale e da evidenti segni di ruscellamento diffuso o incanalato. In questo caso non è più possibile osservare le dimensioni e la posizione originaria della nicchia, ma è possibile ricavare importanti informazioni sui depositi. Il grado di rimodellamento *medio* rappresenta una situazione intermedia ed è attribuibile a quelle nicchie la cui forma originaria è ancora riconoscibile o interpretabile; sono visibili apporti detritici recenti, vegetazione rada e non consolidata, tracce di ruscellamento diffuso ed una buona o parziale esposizione dei depositi di nicchia.

In questa sezione si indicano inoltre i riferimenti ad eventuali *riprese fotografiche*, immagini digitali e *campioni* prelevati (campo di testo). Ciascun campione è siglato secondo lo schema dei rapporti stratigrafici illustrato nel Capitolo 6 relativo al campionamento (Figura 35).

La sezione "danni" riporta la valutazione della gravità del danno subito da opere antropiche (*edifici, viabilità, manufatti, altro*) sia in conseguenza dell'evento alluvionale (colonna *A*) e sia

¹Il termine "rimodellamento" indica l'azione di un fenomeno morfogenetico che interviene su corpi e forme modificandone l'aspetto originario. Generalmente il termine "grado di rimodellamento", cioè la misura qualitativa di quanto una forma legata ad uno specifico agente modellante è stata modificata, è utilizzato per indicare l'evidenza della forma originaria.

in seguito ai processi di rimodellamento post-evento (colonna B), come ad esempio danni ad edifici causati dall'arretramento di originarie nicchie di frana (Figura 3).



Figura 3 – Edifici a rischio a causa dell'arretramento della scarpata: sulla sinistra si osservano i resti di un edificio distrutto ed al centro uno gravemente danneggiato.

Per ciascuna infrastruttura è possibile indicare, dal punto di vista qualitativo, la gravità del danno: *gravemente danneggiata* (la funzionalità della struttura è compromessa), *parzialmente danneggiata* (la struttura ha subito danni anche consistenti ma di entità tale da non influire sulla funzionalità) o *interessata* (l'infrastruttura coinvolta nel dissesto non ha subito danni o ha subito danni lievi). La fotointerpretazione pre- e post-evento e l'analisi di terreno hanno permesso di riconoscere danni ad infrastrutture non segnalati (Allegato 4).

In questa sezione, sono inoltre riportate le informazioni relative ai danni alle persone, in termini di numero di *vittime* e numero di *feriti*.

Sezione "tempi": si riportano in questa sezione le informazioni relative all'*innesco* e alla comparsa di *segni premonitori* del processo analizzato e la *fonte* dell'informazione (*giornali, pubblicazioni, testimonianze orali, documenti*). È possibile indicare la *data* e l'*ora*, oppure riportare un'informazione *generica* (mattinata, serata, al tramonto, ecc). Si fornisce inoltre una valutazione sull'*attendibilità della fonte* (distinta in *alta, media e bassa*), espressa sulla base della qualità dell'informazione e dell'eventuale riscontro tra fonti diverse.

Sezione "accumulo/zona di transito": le informazioni relative alla zona di accumulo e alla zona di transito sono state trattate unitamente in quanto i processi analizzati, sulla base dei dati

disponibili, non permettono di operare una distinzione (spesso non si forma una vera e propria zona di accumulo). Per la massa mobilizzata (campo a scelta) sono state definite cinque situazioni ritenute esaustive della casistica osservata nell'area indagata:

- *la massa mobilizzata si presenta integra o debolmente scomposta*; in questo caso il movimento è stato di lieve entità ed essenzialmente di tipo traslativo. L'area coinvolta nel movimento è caratterizzata da ondulazioni del terreno, sovrascorrimenti della massa mobilizzata sul piano campagna sia al piede sia lateralmente;
- *la massa mobilizzata è caratterizzata dalla presenza di zolle integre disunite*; in questo caso, il movimento è stato più accentuato rispetto al precedente ma non sufficiente a destrutturare totalmente la massa mobilizzata. L'area coinvolta nel movimento è caratterizzata dalla presenza di zolle integre isolate, generalmente meglio conservate in prossimità della nicchia;
- *la massa mobilizzata, totalmente destrutturata e in parte dispersa lungo il versante, forma un accumulo ben definito*; in questo caso, la fluidificazione del materiale è tale da destrutturare interamente la massa coinvolta e il materiale si muove con velocità e meccanismi diversi secondo le caratteristiche del sedimento, della morfologia e della quantità d'acqua presente. Parte della massa si disperde lungo la zona di transito (che può anche essere un canale di erosione) e parte si accumula alla base del versante o in corrispondenza di una diminuzione della pendenza formando un accumulo ben definito;
- *la massa mobilizzata, totalmente destrutturata e dispersa lungo il versante non forma un accumulo definito*. La situazione è simile alla precedente ma le condizioni morfologiche e/o le caratteristiche del deposito coinvolto sono tali da non permettere la formazione di un accumulo;
- *la massa mobilizzata ha raggiunto il fondo-valle ed è stata asportata totalmente o parzialmente dal corso d'acqua*; il meccanismo di movimento è simile ai due casi precedenti. Parte del materiale può raggiungere il fondo-valle ed essere asportata dal corso d'acqua. In

alcuni casi è possibile osservare un accumulo parzialmente conservato.

Le informazioni ricavate sul terreno e riportate in questa sezione dovranno essere confrontate con le informazioni provenienti della fotointerpretazione, in modo da operare un controllo incrociato e integrare, o eventualmente correggere, le informazioni già dedotte.

Vengono inoltre indicate in questa sezione le informazioni generali relative alla *granulometria* (campo a scelta) della massa mobilizzata, distinguendo se si tratta di materiale *prevalentemente fine* (argilla, limo e sabbia) o *prevalentemente grossolana* (ghiaia, ciottoli e blocchi). La valutazione sulla granulometria si basa su osservazioni dedotte sia dai depositi affioranti nella nicchia/scarpata (zona sorgente del materiale), sia, ove possibile, dalla zona di transito e accumulo. I dati di terreno anche in questo caso sono stati confrontati con quelli della fotointerpretazione.

Si indica in questa sezione il tipo di *movimento* della massa mobilizzata (campo a scelta); è un'informazione di tipo morfologico e descrive la dinamica del materiale mobilizzato: *il materiale si è incanalato lungo depressioni, avvallamenti o incisioni* oppure *il materiale non si è incanalato*. Inoltre, vengono riportati gli *effetti del passaggio della massa in movimento* (campo a scelta), indicando se durante il movimento, la massa mobilizzata *non produce erosione* oppure *produce erosione* lungo la zona di transito; tali effetti dipendono dalla morfologia locale, dal tipo di movimento o dalle caratteristiche della massa mobilizzata. Nel caso in cui la massa in movimento abbia prodotto un'erosione, è indicata con ht_{med} l'altezza media del canale (Figura 4).



Figura 4 – La massa mobilizzata ha prodotto un canale di erosione.

Nella sezione è possibile elencare le informazioni relative allo *stato attuale* della zona di accumulo/transito (campo a scelta multipla); Le caratteristiche elencate non sono riconducibili al movimento gravitativo originario ma ai processi di rimodellamento successivi: è possibile indicare se la zona è sede di un' *incisione* prodotta dalla concentrazione del flusso delle acque ruscellanti, se sono visibili *fenomeni di ruscellamento* areali, se sono visibili *apporti recenti* di materiale gravitativi, se nella zona è in atto un processo naturale di *inerbimento* o *rimboschimento*, oppure se nella zona sono stati effettuati *interventi di stabilizzazione*. In quest'ultimo caso è possibile indicare il tipo di intervento scegliendo tra opere di *terrazzamento*, posa di *geotessili*, opere di *ingegneria naturalistica* e *opere di drenaggio*.

La sezione **“nicchia di distacco/scarpata in arretramento”** fornisce indicazioni sugli elementi che caratterizzano la nicchia di distacco e sui processi di evoluzione della scarpata.

Vengono descritti inoltre i caratteri relativi alla superficie di scivolamento/rottura e ai litotipi osservati. Come precedentemente sottolineato, numerose nicchie di distacco nel settore d'indagine sono tuttora interessate da processi evolutivi che concorrono a modificarne la forma originaria (in particolare un progressivo arretramento delle nicchie) (Figura 5).



Figura 5 – Originarie nicchie di distacco interessate da processi di arretramento.

Vengono quindi considerati i processi che concorrono a determinare l'arretramento delle scarpate (processi *traslativi di piccole zolle*, *crollo di detrito dalla scarpata*, *processi di ruscellamento*). Tali processi hanno in taluni casi modificato notevolmente la nicchia, mentre in altri casi

si sono manifestati con minore intensità modificando leggermente la forma originaria (Figura 6).



Figura 6 – Esempio di nicchia di distacco ben preservata.

In questa sezione si riportano l'*altezza massima* (campo numerico) della nicchia/scarpatata misurata verticalmente e la posizione geografica (*quota e coordinate geografiche X e Y* nel sistema UTM misurate sul punto più alto del coronamento).

Si riportano inoltre indicazioni sulla presenza di segni di instabilità a monte della nicchia/scarpatata (lacerazioni della cotica erbosa, fratture aperte, presenza di altre nicchie/scarpatate a monte).

Secondo la maggior parte degli Autori, la presenza di un livello superficiale di potenza dell'ordine del metro in contatto con un livello inferiore caratterizzato da una minore permeabilità (talvolta rappresentato dal substrato roccioso) rappresenta la condizione più ricorrente per i processi di fluidificazione rapida della coltre superficiale. Tale assunto è anche alla base dell'applicabilità del modello meccanico-idrologico utilizzato nell'area campione nell'ambito del *Progetto Interreg II Italia Svizzera 1994-99, Azione 3*. Le osservazioni di terreno hanno confermato i presupposti su cui si basa il modello, attestando che i processi di mobilizzazione rapida della coltre superficiale sono avvenuti in situazioni caratterizzate da un contrasto di permeabilità tra un orizzonte superiore più permeabile ed uno inferiore meno permeabile. La superficie che separa gli orizzonti a permeabilità diversa spesso coincide con la superficie di scivolamento/rottura. Nell'area in esame, la *superficie di scivolamento* (campo a scelta multipla) è stata riconosciuta al contatto *tra suolo organico e depositi quaternari*, oppure *tra suolo organico e substrato roccioso*, o *tra depositi quaternari di*

natura diversa, o ancora *tra deposito quaternario e substrato roccioso*; in alcuni casi la superficie di scivolamento si è impostata lungo discontinuità presenti all'interno di un singolo deposito quaternario (variazioni stratigrafiche, granulometriche, di densità). La *superficie di rottura/scivolamento* (campo a scelta multipla) può essere *esposta* (generalmente substrato affiorante), *coperta da materiale fine* o *coperta da detrito*. Si indica inoltre l'eventuale *presenza di zolle integre recenti* o la *presenza di zolle rimodellate*. Inoltre è indicata l'*inclinazione della superficie di scivolamento* (campo numerico) misurata con clinometro. Nel caso di frane con stile multiplo si indica una *inclinazione media*.

È possibile descrivere gli orizzonti osservati mediante un semplice *schema grafico* che risulta necessario qualora i depositi osservati fossero costituiti da una complessa alternanza di depositi di natura diversa, o fossero presenti all'interno di un singolo deposito discontinuità, livelli o situazioni particolari non riconducibili alla scheda. In quest'ultimo caso, la descrizione particolareggiata della situazione osservata sarà trattata nella sezione osservazioni.

Nelle nicchie/scarpatate non inerbite è possibile effettuare osservazioni sugli orizzonti coinvolti; la descrizione dei *depositi osservati* è sintetica e qualitativa; un maggior dettaglio in questo senso è stato raggiunto nell'ambito del *Progetto Interreg II* con lo studio geologico del Quaternario e lo studio pedologico eseguiti da tecnici specialisti. Le voci riportate nella scheda sono caratteristiche dell'ambiente alpino e sono esaustive dei depositi riconosciuti durante il rilevamento. È possibile definire per ciascun orizzonte:

- *sequenza stratigrafica* (campo numerico): numero d'ordine calcolato partendo dalla superficie;
- *depositi osservati* (campo a scelta multipla): nell'area indagata i depositi osservati sono costituiti da *suolo organico, colluvium, deposito fluviale/fluvio-glaciale, detrito, deposito glaciale, depositi gravitativi* e *orizzonte regolitico*;
- *altezza verticale* dell'orizzonte (campo numerico): la potenza reale è invece funzione del tipo di deposito e dell'inclinazione del versante;
- *granulometria prevalente* (campo a scelta): analisi qualitativa - visiva in cui si distingue tra sedimento fine (*F*, costituito

prevalentemente da argilla, limo e sabbia), sedimento grossolano (*G*, costituito da ghiaia, ciottoli e blocchi prevalenti); oppure sedimento fine-grossolano (*FG*) se le componenti si equivalgono;

- *grado di addensamento* (campo a scelta): si distingue in alto (*A*), medio (*M*) e basso (*B*) sulla base di osservazioni qualitative e tramite l'utilizzo del pocket penetrometer (*cf. infra*);
- *permeabilità* (campo a scelta): distinta in alta (*A*), media (*M*) e bassa (*B*), sulla base di valutazioni qualitative (granulometria e addensamento del deposito). Sono considerati a bassa permeabilità gli orizzonti, generalmente addensati, che internamente si presentano asciutti o poco umidi anche in seguito ad eventi piovosi prolungati (come è stato possibile constatare sul terreno). La presenza di venute d'acqua al contatto tra orizzonti caratterizzati da permeabilità diversa permette di riconoscere la superficie lungo la quale è ipotizzabile sia avvenuta la rottura/scivolamento e la successiva mobilizzazione del materiale.
- *pedog.* (campo a scelta); si indica in questa colonna l'eventuale presenza di processi pedogenetici in atto nell'orizzonte osservato.

Quando il dissesto analizzato è in relazione al *substrato* roccioso, è possibile indicarne il *litotipo* (campo di testo), il *sistema di giunti principali* (*stratificazione, scistosità, sistema di fatturazione*) e la sua giacitura (*Dip/Dip Direction*); è possibile indicare inoltre l'*assetto* della discontinuità in relazione al pendio (*frana poggio più o meno inclinato del pendio, reggipoggio, parallelo al pendio, traverspoggio o orizzontale*) e fornire una valutazione qualitativa globale delle caratteristiche dell'ammasso roccioso (*integro, variamente fratturato, allentato, disarticolato/allentato o con caratteristiche fissili*). Le informazioni sulla nicchia/scarpatà si completano con le osservazioni relative alla presenza di *sorgenti*, alla loro ubicazione (*a valle, a monte, internamente e lateralmente alla nicchia/scarpatà*), alla loro portata (*stillicidio, maggiore o minore di 1 l/s*), o alla presenza di eventuali zone di ristagno (*a valle, a monte o internamente alla nicchia*). Le indicazioni riportate nella sezione relativa alle acque superficiali sono valide alla data

dell'osservazione in quanto variabili in funzione degli eventi meteorici e della stagione. È possibile infine indicare le *condizioni di umidità* di ciascun orizzonte osservato e dei contatti stratigrafici (*Secco/Poco Umido, Umido, Acqua Visibile*). L'elenco comprende gli orizzonti elencati nella sezione "depositi osservati" e i contatti possibili tra i diversi orizzonti: *suolo organico, contatto tra suolo organico e deposito quaternario, contatto tra suolo organico e substrato roccioso, colluvium/orizzonte pedogenizzato, fluviale/fluvio-glaciale, detrito di versante/crollo, accumulo di frana, glaciale, contatto tra depositi quaternari di diversa natura, contatto tra deposito quaternario e substrato, orizzonte regolitico*. Il termine generico deposito/i quaternario/i indica uno dei seguenti depositi indifferenziati: Colluvium/Orizzonte pedogenizzato, Fluviale/fluvio-glaciale, Detrito di versante/frana di crollo, Accumulo di frana, Glaciale e Orizzonte regolitico.

La sezione "**contesto morfologico**" permette di inquadrare e di classificare il fenomeno analizzato sulla base della geometria del pendio in cui si è innescata la frana. In questa sezione sono riportati sia dati quantitativi sia dati qualitativi.

La prima distinzione è effettuata sulla base del *profilo longitudinale* del pendio: *pendio terrazzato/netta rottura di pendenza* e *pendio continuo* (Allegato 6). Si è scelto di optare per questa suddivisione in quanto è stato osservato l'importante ruolo svolto dalle rotture di pendenza nell'innescare fenomeni di mobilizzazione rapida della coltre superficiale. Nelle superfici subpianeggianti situate a monte delle rotture di pendenza il deflusso delle acque è generalmente rallentato, favorendo processi di infiltrazione e di saturazione della coltre superficiale. Le situazioni *A* (*Netta rottura di pendenza*), *C* (*Rottura di pendenza secondaria a valle di una primaria*) e *D* (*Contropendenza*) sono specifiche di un pendio caratterizzato da una netta e ben sviluppata rottura di pendenza (generalmente riconducibile ad orli di terrazzo glaciale, fluviale o a spalle glaciali). Il caso *A* rappresenta la situazione generale di una superficie terrazzata in cui la nicchia si è impostata nei pressi della rottura di pendenza. Il caso *C* è analogo al precedente, ma in questo caso la nicchia di distacco si è impostata in corrispondenza di una rottura di pendenza secondaria a valle della rottura di pendenza primaria. La rottura di pendenza secondaria si distingue da

quella primaria per il minor sviluppo ed estensione. Rientra in questa categoria anche il caso di una nicchia impostata in un versante caratterizzato da più ordini di rotture di pendenza secondarie a valle di una rottura di pendenza primaria (terrazzamento artificiale a valle di una rottura di pendenza principale). La situazione *D* è caratterizzata da una forma rilevata ed allungata che separa una superficie a debole pendenza da una superficie a pendenza maggiore (es. cordone morenico, scaricatore glaciale).

Le situazioni *E* (*Pendio continuo in senso stretto*), *B* (*Diffuso terrazzamento/pendio ondulato*) e *F* (*Dorsali spartiacque secondarie, zone di cresta*) sono invece caratteristiche di un *pendio continuo* senza variazioni significative di pendenza lungo il profilo longitudinale. In questo caso è possibile indicare se il pendio è *rettilineo*, *sub-verticale*, *concavo*, *convesso*, *concavo-convesso* (dall'alto), *convesso-concavo* (dall'alto). Nel caso *E* non si osservano variazioni significative della pendenza del pendio. Il caso *B* è tipico di versanti caratterizzati da terrazzamenti artificiali o ondulazioni del terreno. La nicchia generalmente si imposta in corrispondenza delle rotture di pendenza. Nella situazione *F* le nicchie si impostano in corrispondenza di dorsali spartiacque relative a corsi d'acqua di primo e secondo ordine o di dorsali di cresta.

Nei casi *B* e *C* si distingue se la *rottura di pendenza* è *naturale* o *artificiale* e, in quest'ultimo caso, se si tratta di un *terrazzamento agricolo*, di un *rilevato*, di uno *sbancamento* o *altro*.

In tutti i casi citati (*A*, *B*, *C*, *D*, *E* e *F*) è possibile indicare se il *profilo trasversale* del pendio è *rettilineo*, *concavo* o *convesso*.

La *sezione "pocket penetrometer"* è costituita da una tabella in cui sono inseriti, per ciascun orizzonte indagato, i valori registrati dallo strumento e il diametro della punta utilizzata. Nell'ambito del presente studio il pocket penetrometer non è stato utilizzato con l'intento di valutare i parametri fisico-meccanici² degli orizzonti, ma per ottenere una valutazione "semi-quantitativa" del grado di addensamento del deposito osservato. Nell'area indagata, il grado di

addensamento è il parametro che maggiormente influenza la permeabilità degli orizzonti indagati in quanto la granulometria o la natura litologica dei clasti non mostrano variazioni significative (come emerso dall'analisi geotecnica sui campioni prelevati, *cfr. infra*): due orizzonti sovrapposti caratterizzati da un diverso grado di addensamento, sono quindi caratterizzati anche da una permeabilità diversa. La lettura del valore è stata effettuata utilizzando la punta di diametro minore (0.64 cm). Nei terreni indagati, prevalentemente grossolani, la punta è stata applicata nella matrice fine (limo, sabbia e ghiaia fine) previa pulizia dell'affioramento. Nonostante questi accorgimenti spesso i valori ricavati sono risultati fuori scala, specie nei depositi glaciali o fluvio-glaciali indifferenziati (sia a causa dell'elevato grado di addensamento, sia per la diffusa presenza di clasti grossolani). Per i valori compresi tra 0 kg e 3 kg (secondo la scala dello strumento) è stato attribuito un grado di addensamento *Basso*, tra 4 kg e 9 kg, *Medio* e maggiore di 10 kg o *N* (*N* = fuori scala) *Alto*. Il grado di addensamento, per ciascun orizzonte, è stato attribuito nel modo seguente: per ogni orizzonte sono state effettuate cinque misure e il valore di riferimento preso in considerazione è stato la media dei valori escluso il valore maggiore e minore; quando sono stati misurati almeno due valori di *N* (rifiuto) il grado di addensamento è stato considerato comunque *Alto*.

Nella *sezione "osservazioni"* sono infine riportate tutte le informazioni/dati non contemplati nella scheda di rilevamento e ritenuti utili dal rilevatore ai fini della descrizione del processo.

4 CARATTERIZZAZIONE DEI PROCESSI E ANALISI STATISTICA

L'analisi statistica è stata eseguita sui parametri considerati significativi per la caratterizzazione tipologica dei processi. Tra i dati contenuti nelle 276 schede di rilevamento, sono stati analizzati solo quelli relativi a variabili che conducano ad una caratterizzazione dei fenomeni secondo classi di frequenza (circa 5800 dati). I dati sono stati elaborati con uno specifico software statistico (*Statistica*[®]) e su ogni variabile è stata effettuata un'analisi statistica univariata. I risultati per ciascuna delle trenta variabili considerate sono riportati di seguito in forma di istogrammi

²Nel caso in esame, la determinazione dei parametri fisico-meccanici degli orizzonti analizzati tramite l'utilizzo del pocket penetrometer è risultata impossibile a causa della granulometria grossolana dei terreni.

di frequenza. I grafici sono suddivisi, in riferimento alla scheda di rilevamento, in quattro sezioni principali (*generalità, accumulo/zona di transito, nicchia di distacco/scarpata di rimodellamento, contesto morfologico*).

4.1 GENERALITÀ

4.1.1 Grado di rimodellamento della nicchia di distacco

Il grado di rimodellamento fornisce in sintesi una misura qualitativa dell'entità della variazione della forma originaria della nicchia in seguito ai processi esogeni che hanno agito successivamente all'evento del 1978. Nel 31% circa dei casi il grado di rimodellamento è risultato alto, nel 49% circa medio e nel 20% basso.

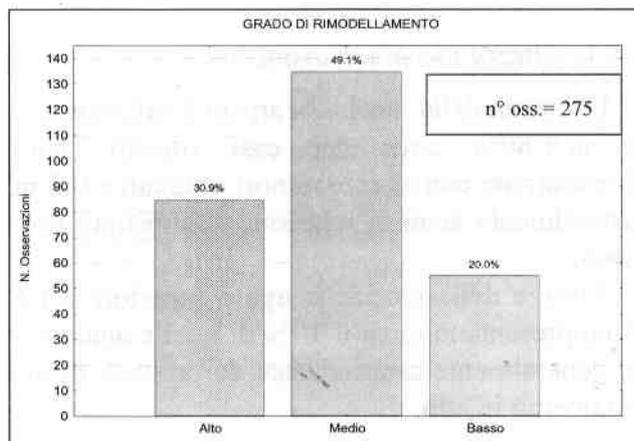


Figura 7 – Grado di rimodellamento della nicchia.

4.1.2 Esposizione media del pendio

Quasi il 30% dei pendii in cui si sono innescate le frane hanno un valore di esposizione medio compreso tra 150°N e 200°N. In particolare il grafico mostra una distribuzione normale e un valore medio di circa 186°N.

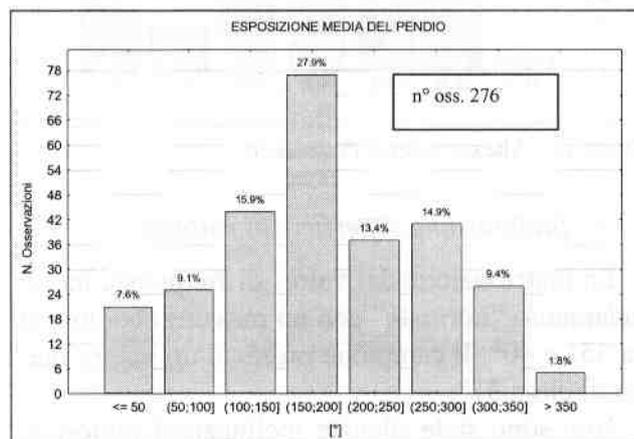


Figura 8 – Esposizione media del pendio.

4.1.3 Uso del suolo

Le aree di innesco delle frane rilevate sono caratterizzate dal seguente uso del suolo: prato nel 56% circa dei casi, aree boscate nel 30% circa e aree arbustive nel 14%.

Le nicchie rilevate in corrispondenza di aree boscate sono generalmente ubicate in incisioni su pendii caratterizzati da una pendenza elevata.

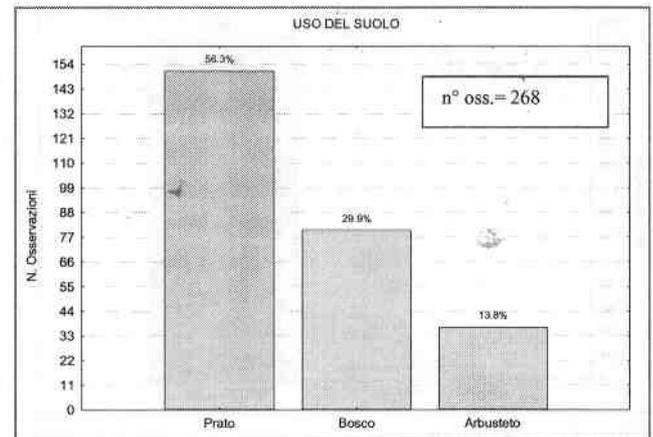


Figura 9 – Uso del suolo.

4.2 ACCUMULO/ZONA DI TRANSITO

4.2.1 Massa mobilizzata (tipo di accumulo)

Nel 95% circa dei casi osservati (3+4+5) l'accumulo si presenta completamente destrutturato e disperso lungo il versante.

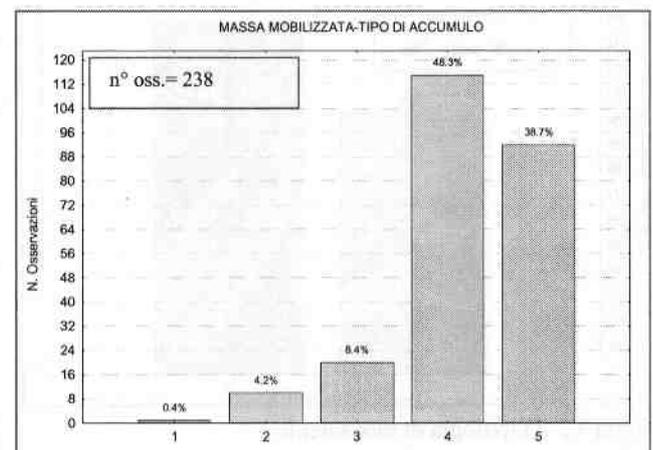


Figura 10 – Massa mobilizzata – tipo di accumulo.

- 1= La massa mobilizzata si presenta integra o debolmente scomposta;
- 2= La massa mobilizzata è caratterizzata dalla presenza di zolle integre disunite;
- 3= La massa mobilizzata, totalmente destrutturata e in parte dispersa lungo il versante, forma un accumulo definito;
- 4= La massa mobilizzata, totalmente destrutturata e dispersa lungo il versante non forma un accumulo definito;
- 5= La massa mobilizzata ha raggiunto il fondovalle ed è stata asportata totalmente o parzialmente dal corso d'acqua.

4.2.2 Granulometria

Nella quasi totalità dei casi analizzati il materiale osservato nella zona di transito/accumulo risulta in prevalenza grossolano (ciottoli e blocchi in matrice sabbioso-ghiaiosa). L'analisi visiva sul terreno è stato in seguito confermata dalle analisi di laboratorio.

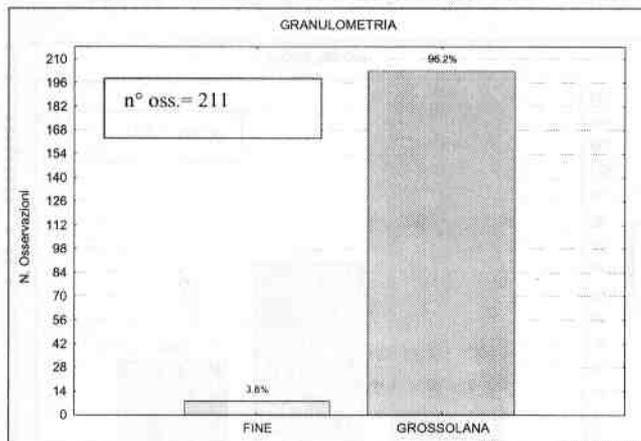


Figura 11 – Granulometria.

4.2.3 Tipologia Movimento

Il dato sul tipo di movimento fornisce indicazioni sull'influenza della morfologia nell'evoluzione del fenomeno. Dal grafico si osserva che la percentuale di casi attribuiti ad ognuno dei due processi è paragonabile.

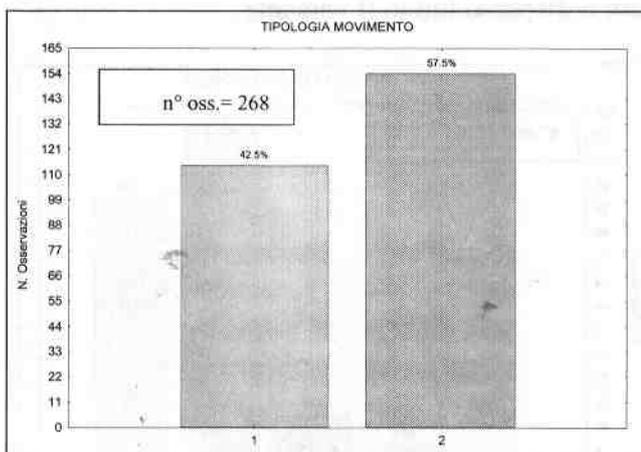


Figura 12 – Tipologia di movimento.

- 1= Il materiale si è incanalato lungo depressioni, avvallamenti o incisioni;
- 2= Il materiale non si è incanalato;

4.2.4 Presenza di erosione

Nel 74 % dei casi analizzati, il movimento della massa mobilizzata non ha prodotto erosione lungo la zona di transito.

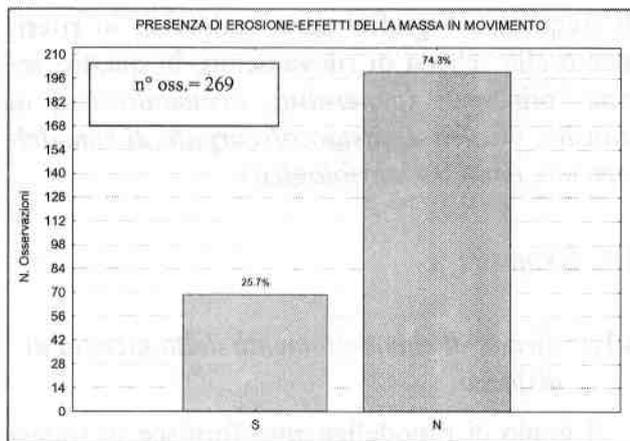


Figura 13 – Presenza di erosione – effetti.

- N= non produce erosione;
- S= produce erosione.

4.3 NICCHIA DI DISTACCO

4.3.1 Altezza nicchia di distacco

L'altezza della nicchia/scarpata è inferiore a 1 m nell'80% circa dei casi rilevati. Nicchie/scarpate con altezze minori o uguali a 0.2 m generalmente sono in relazione al substrato roccioso.

Altezze delle nicchie/scarpate superiori a 1.5 m rappresentano circa il 10% di quelle analizzate, generalmente caratterizzate da processi di arretramento in atto.

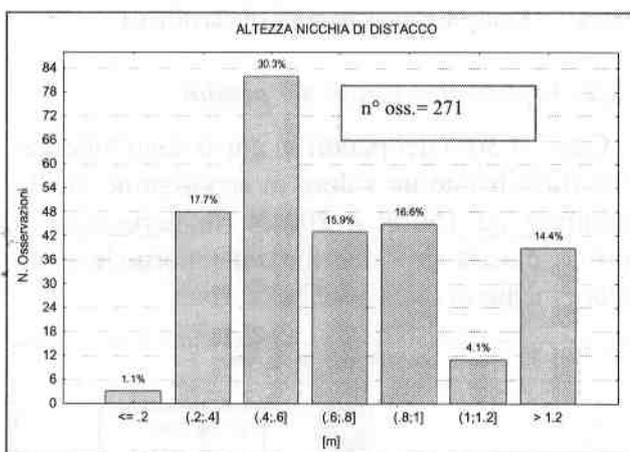


Figura 14 – Altezza nicchia di distacco.

4.3.2 Inclinazione superficie di rottura

La distribuzione dei valori di frequenza ha un andamento "normale" con un massimo compreso tra 35° e 40°. Il campione presenta un valore medio di circa 37°.

Non sono state rilevate inclinazioni minori di 25° e solo in due casi i valori superano i 45°. Nel

67% dei casi l'inclinazione della superficie di rottura è compresa in un intervallo di 10° (tra 30° e 40°); estendendo l'intervallo di osservazione a 20° si osserva che circa nel 98% dei casi l'inclinazione è compresa tra 25° e 45°.

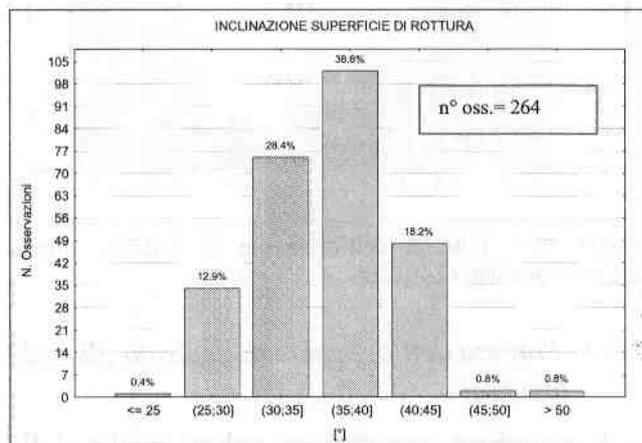


Figura 15 – Inclinazione superficie di rottura.

4.3.3 Collocazione superficie di rottura

Nel 45% dei casi, la superficie di rottura è collocata in corrispondenza del contatto tra depositi quaternari di natura diversa e nel 35% al contatto tra questi ed il substrato roccioso.

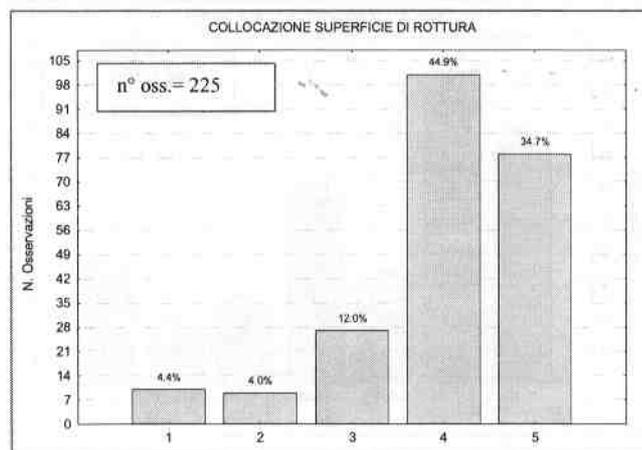


Figura 16 – Collocazione superficie di rottura.

- 1= Tra suolo organico e depositi quaternari;
- 2= Tra suolo organico e substrato roccioso;
- 3= All'interno di un singolo deposito quaternario;
- 4= Tra depositi quaternari di natura diversa;
- 5= Tra deposito quaternario e substrato.

In particolare, nel 76% circa dei casi rilevati (Figura 17), la superficie di scivolamento è impostata alla base o all'interno dell'orizzonte colluviale. Il grafico che individua nel dettaglio la collocazione della superficie di rottura mette in evidenza due massimi principali in corrispondenza rispettivamente del contatto tra l'orizzonte di

colluvium e quello glaciale (34% circa) e in corrispondenza di quello tra il colluvium e il substrato roccioso (30% circa). In entrambe le situazioni si evidenzia l'importanza del contrasto di permeabilità tra orizzonti differenti nell'innescare dei processi.

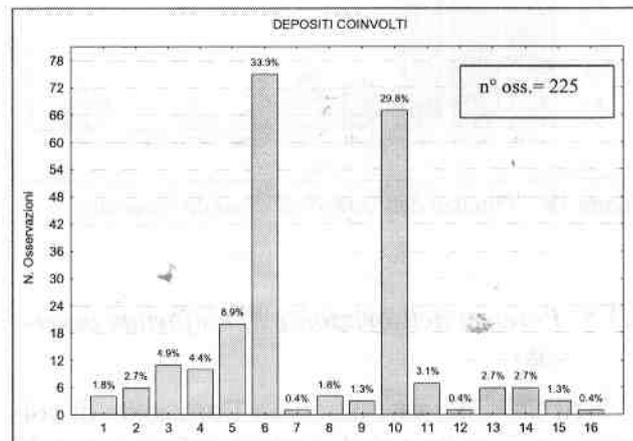


Figura 17 – Depositi coinvolti.

- 1= Tra suolo e fluviale/fluvioglaciale;
- 2= Tra suolo e glaciale;
- 3= Tra suolo e substrato roccioso;
- 4= All'interno del colluvium;
- 5= Tra colluvium e fluviale/fluvioglaciale;
- 6= Tra colluvium e glaciale;
- 7= Tra colluvium e detrito;
- 8= All'interno della coltre detritica;
- 9= Tra detrito e substrato;
- 10= Tra colluvium e substrato roccioso;
- 11= All'interno del deposito fluviale/fluvioglaciale;
- 12= Tra deposito fluviale/fluvioglaciale e substrato roccioso;
- 13= All'interno del deposito glaciale;
- 14= Tra deposito glaciale e substrato roccioso;
- 15= All'interno della coltre regolitica superficiale alterata del substrato roccioso;
- 16= Tra suolo e detrito.

4.3.4 Potenza dell'orizzonte di suolo osservato

I dati analizzati sono poco dispersi e nell'88% circa dei casi lo spessore è inferiore a 0.2 m; il valore medio è di 0.17 m. Si tenga presente che è stata riportata la potenza osservata e non quella effettiva, con il significato quindi di potenza minima. Infatti, in molti casi non è stato possibile osservare la superficie basale di appoggio del deposito e il valore riportato sulla scheda indica la potenza del deposito affiorante.

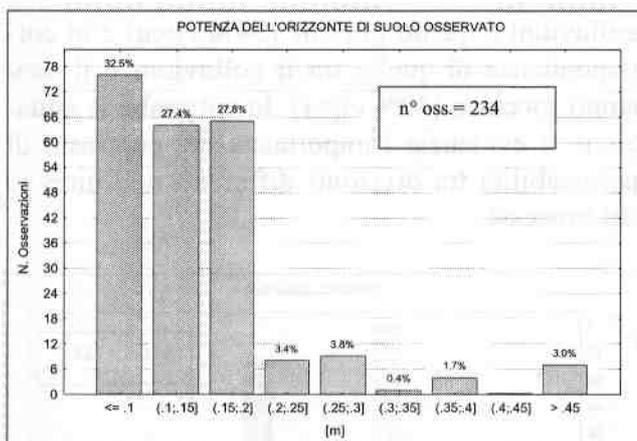


Figura 18 – Potenza dell'orizzonte di suolo osservato.

4.3.5 Potenza dell'orizzonte di colluvium osservato

Nell'82% dei casi osservati l'orizzonte di colluvium coinvolto nel dissesto è inferiore a 0.45 m. Si tenga presente che è stata riportata la potenza osservata e non quella effettiva, con il significato quindi di potenza minima. Infatti, non è stato sempre possibile osservare la superficie basale di appoggio del deposito e il valore riportato sulla scheda indica la potenza del deposito affiorante.

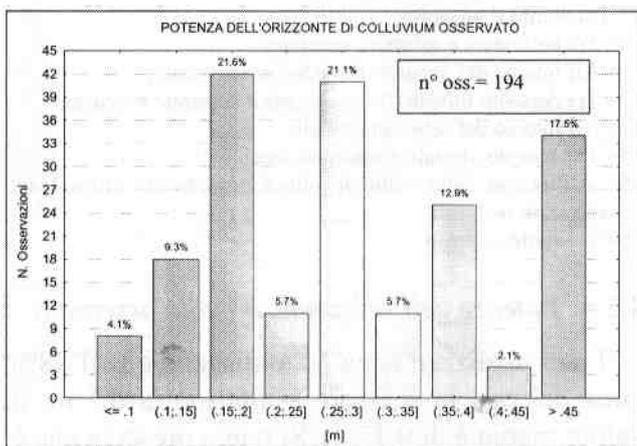


Figura 19 – Potenza dell'orizzonte di colluvium osservato.

4.3.6 Potenza dell'orizzonte di deposito fluviale/fluvio-glaciale osservato

Nel 60% dei casi la potenza osservata è inferiore a 0.45 m. Si tenga presente che è stata riportata la potenza osservata e non quella effettiva, con il significato quindi di potenza minima. Infatti, non è stato sempre possibile osservare la superficie basale di appoggio del deposito e il valore riportato sulla scheda indica la potenza del deposito affiorante.

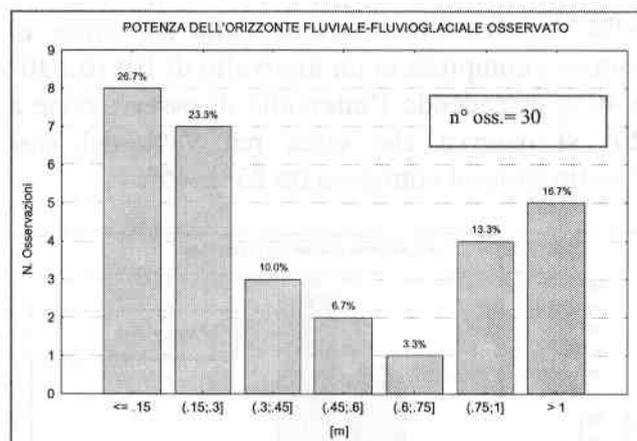


Figura 20 – Potenza dell'orizzonte di deposito fluviale/fluvio-glaciale osservato.

4.3.7 Potenza dell'orizzonte di deposito glaciale osservato

Il campione presenta un valore medio della potenza osservata di 0.5 m. Si tenga presente che è stata riportata la potenza osservata e non quella effettiva, con il significato quindi di potenza minima. Infatti, non è stato sempre possibile osservare la superficie basale di appoggio del deposito e il valore riportato sulla scheda indica la potenza del deposito affiorante.

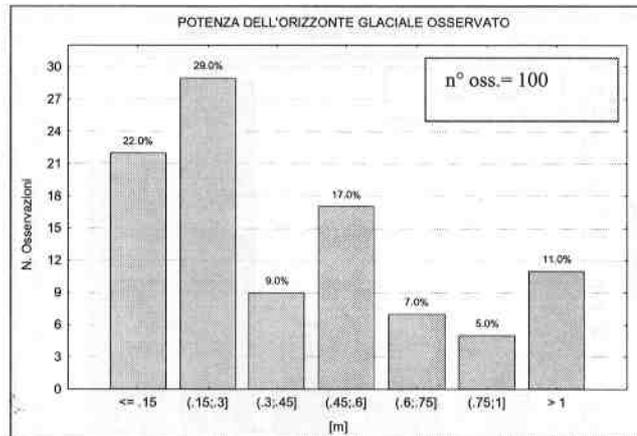


Figura 21 – Potenza dell'orizzonte di deposito glaciale osservato.

4.3.8 Potenza complessiva dei depositi coinvolti nel dissesto

Il campione risulta poco disperso e caratterizzato da un valore medio di 0.4 m. Nel 96% circa dei casi osservati la potenza complessiva dei depositi coinvolti nel dissesto risulta essere inferiore a 1 m.

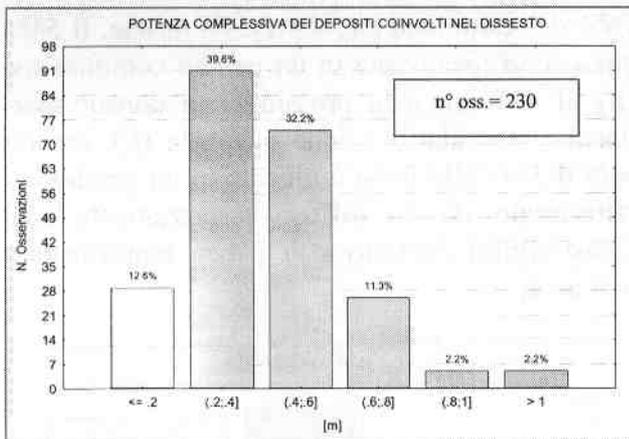


Figura 22 - Potenza complessiva dei depositi coinvolti nel dissesto.

4.3.9 Presenza substrato

Solo nel 29% circa dei casi rilevati i dissesti sono in relazione al substrato roccioso (S).

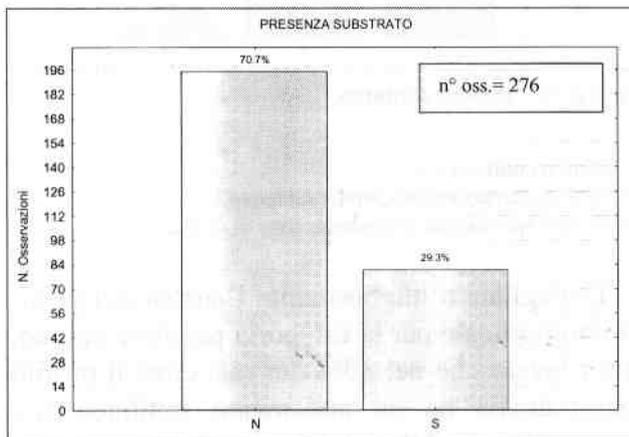


Figura 23 - Presenza substrato cristallino.

S= frana in relazione al substrato roccioso
N= frana non in relazione con il substrato roccioso

4.3.10 Giacitura discontinuità

Sono state analizzate le frane caratterizzate dalla presenza o in relazione al substrato roccioso che costituiscono il 29% circa del campione; si è cercato quindi di definire il ruolo svolto dalla discontinuità principale, rappresentata in questo settore dalla foliazione. All'interno del campione si osserva che nel 55% dei casi la giacitura della discontinuità rispetto alla giacitura del versante è a traverpoggio (E). Nel 19% circa dei casi invece la giacitura è di tipo reggipoggio (C), mentre nel restante 26% circa a franapoggio (A+B+D).

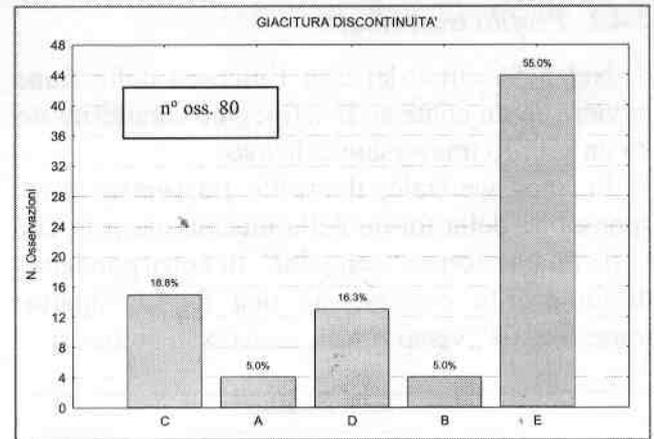


Figura 24 - Giacitura discontinuità.

A= Franapoggio più inclinato del pendio
B= Franapoggio meno inclinato del pendio
C= Reggipoggio, orizzontale
D= Parallelo al pendio
E= Traverpoggio

4.4 CONTESTO MORFOLOGICO

4.4.1 Profilo longitudinale

Nel 75% dei casi analizzati le nicchie/scarpare sono localizzate su pendii continui e nel 24% circa in corrispondenza di una netta e ben sviluppata rottura di pendenza (terrazzi, spalle). È comunque necessario sottolineare che la densità di dissesti osservati in corrispondenza di profili terrazzati è molto alta. Si può quindi ipotizzare che la presenza di un versante con profilo terrazzato, pur non essendo una condizione necessaria per l'innescò di frane di mobilitazione rapida della coltre superficiale rappresenta un contesto morfologico caratterizzato da un'elevata propensione al dissesto.

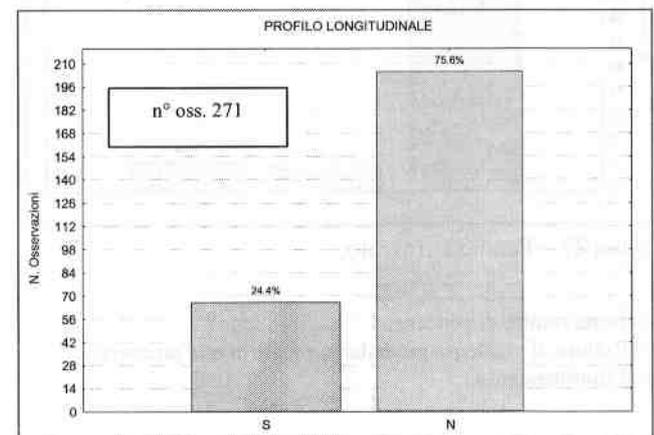


Figura 25 - Profilo longitudinale.

S= Profilo longitudinale: pendio terrazzato/netta rottura di pendenza;
N= Profilo longitudinale: pendio continuo.

4.4.2 Profilo trasversale

Nel 57% circa dei casi l'innescò delle frane avviene in un contesto morfologico caratterizzato da un profilo trasversale concavo.

In linea generale, il profilo trasversale è responsabile della forma della nicchia/scarpatà che varia da una forma "concoide" in corrispondenza di un profilo concavo ad una forma "aperta-trapezoidale" verso profili trasversali convessi.

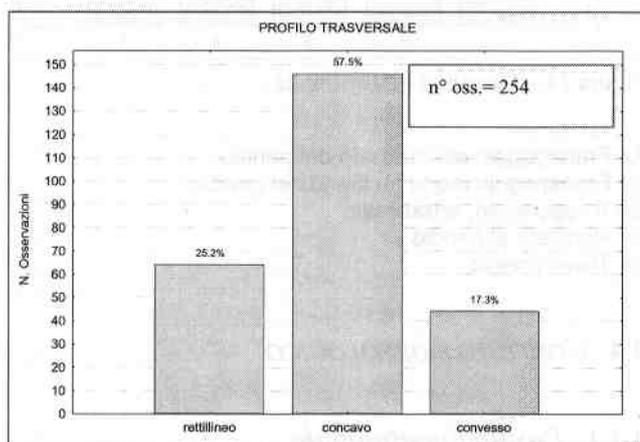


Figura 26 – Profilo trasversale.

4.4.3 Tipo di terrazzo

Più in dettaglio, per quanto riguarda il contesto morfologico caratterizzato da una netta rottura di pendenza (24% circa del campione), l'86% dei casi è riconducibile alla classe A.

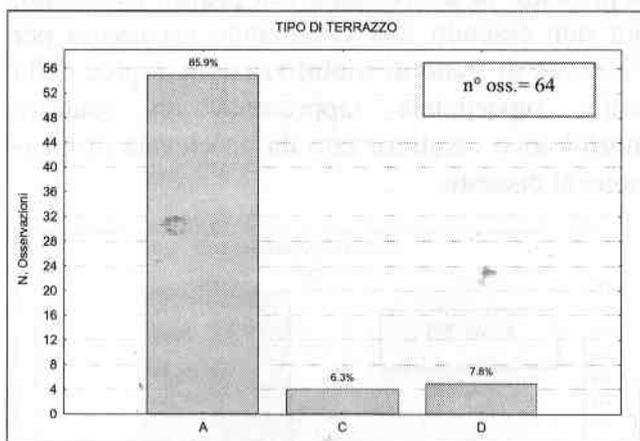


Figura 27 – Pendio terrazzato.

- A= Netta rottura di pendenza;
- C= Rottura di pendenza secondaria a valle di una primaria;
- D= Controtendenza.

4.4.4 Pendio continuo

Nel grafico sono analizzate le nicchie/scarpatate localizzate in contesti morfologici caratterizzati da pendii continui in senso longitudinale (circa il

76% del campione *cf.* 4.4.1). Di queste, il 54% circa sono localizzate in un pendio continuo s.s. (E), il 43% circa in prossimità di dorsali spartiacque secondarie e zone di cresta (F), mentre solo il 3% delle frane è ubicato in un pendio caratterizzato da un diffuso terrazzamento (B). Quest'ultimo contesto non è ben rappresentato nell'area.

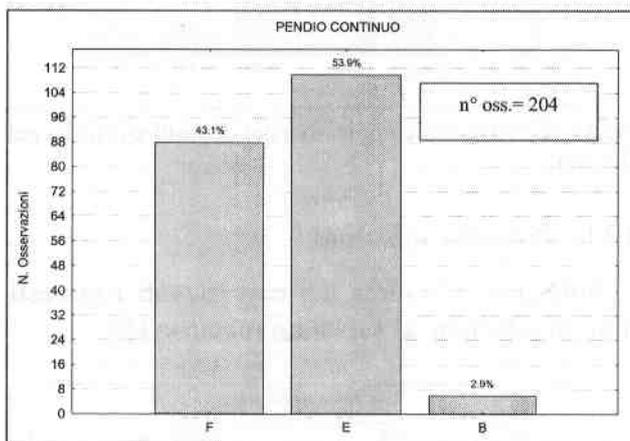


Figura 28 – Pendio continuo.

- E= Pendio continuo s.s.;
- B= Diffuso terrazzamento/pendio ondulato;
- F= Dorsali spartiacque secondarie, zone di cresta.

Dettagliando ulteriormente l'analisi del profilo longitudinale per la categoria pendio continuo, si è rilevato che nel 30% dei casi circa il profilo longitudinale ha un andamento rettilineo (1), convesso nel 24% dei casi (4) e concavo-convesso nel 21% circa dei casi (5).

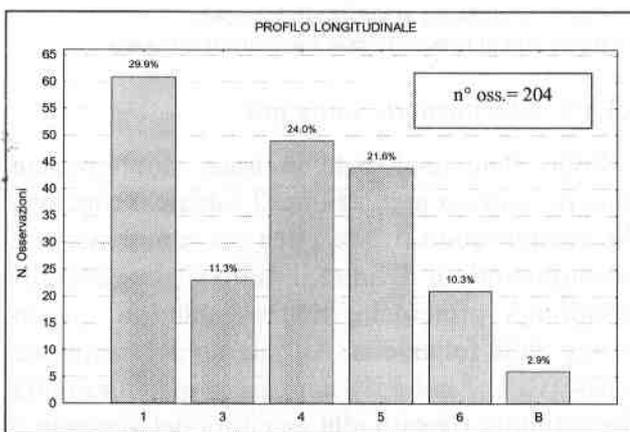


Figura 29 – Profilo longitudinale.

- 1= rettilineo;
- 2= rettilineo sub-verticale;
- 3= concavo;
- 4= convesso;
- 5= concavo-convesso;
- 6= convesso-concavo;
- B= terrazzamento diffuso.

4.4.5 Inclinazione tratto AX

La superficie sub-pianeggiante a monte di una netta rottura di pendenza, denominata AX (Allegato 6) ha valori di inclinazione compresi tra un minimo di 0° e un massimo di 32°. Il dato più rappresentativo (49% dei casi) è compreso nella classe costituita dall'intervallo 0°-5°.

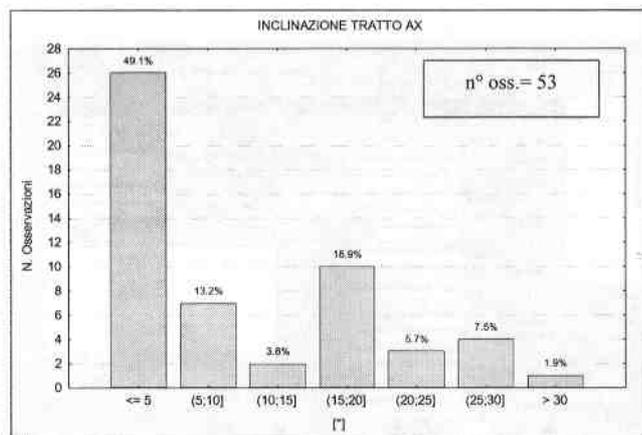


Figura 30 – Inclinazione del tratto AX.

4.4.6 Inclinazione del tratto BX

L'inclinazione del tratto di versante BX (Allegato 6) situato a valle della rottura di pendenza, sede dell'innescò del fenomeno franoso, mostra una distribuzione dei valori di tipo "normale" con un massimo in corrispondenza dell'intervallo 35°-40° (41% dei casi) e un valore medio di circa 38°. I valori di inclinazione minimo e massimo registrati sono rispettivamente 25° e 60°.

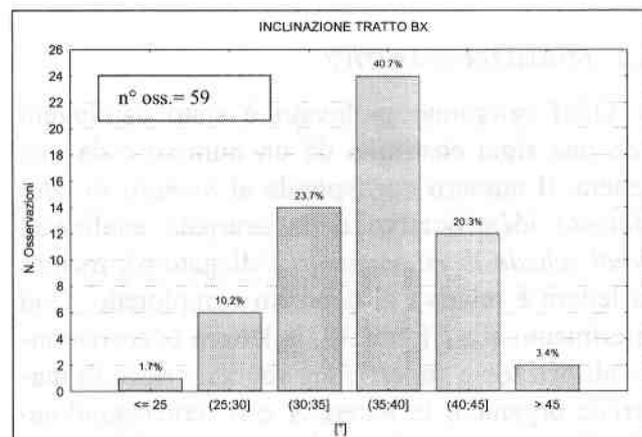


Figura 31 – Inclinazione del tratto BX.

4.4.7 Angolo α

L'angolo α , definito dall'intersezione dei piani AX e BX (Allegato 6), ha un valore medio di circa 153°; l'istogramma mostra due massimi relativi in corrispondenza degli intervalli

140°÷150° e 160°÷170°. Il valore minimo registrato è 120°, quello massimo 172°.

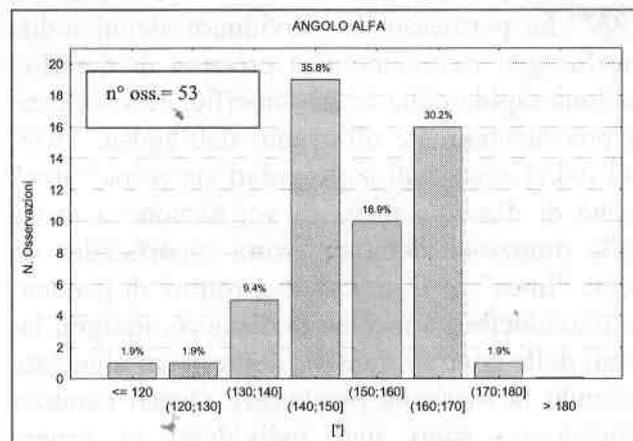


Figura 32 – Angolo α .

4.4.8 Inclinazione del tratto AB

L'inclinazione del tratto di versante AB, sede dell'innescò del fenomeno franoso (Allegato 6), mostra una distribuzione dei valori di tipo normale con un massimo in corrispondenza dell'intervallo 35°÷40° (42% dei casi) e un valore medio di circa 38°. I valori di inclinazione minimo e massimo registrati sono rispettivamente 25° e 60°.

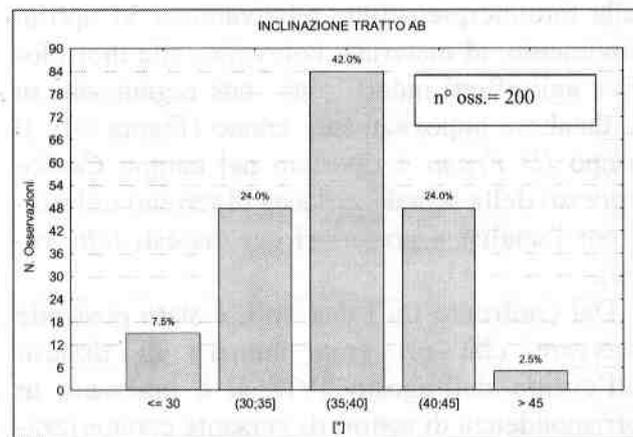


Figura 33 – Inclinazione del tratto AB.

5 FOTOINTERPRETAZIONE

La fotointerpretazione è stata eseguita sui fotogrammi del volo "post alluvione Ossola" relativo ai giorni immediatamente successivi all'evento del 7 Agosto 1978 e sui fotogrammi del volo "Ferretti" del luglio 1977. Dalla comparazione dei due voli è stato possibile effettuare considerazioni sulle aree di innescò dei fenomeni, sulla modificazione del paesaggio e ricono-

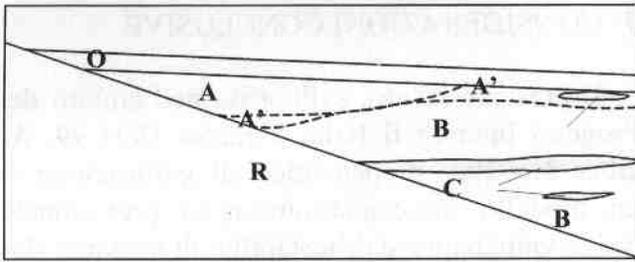


Figura 35 – Schema dei rapporti stratigrafici.

6.2 CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA DEI MATERIALI³

Sono stati prelevati in tutto 136 campioni disturbati dai diversi orizzonti riconosciuti *in situ*. L'analisi granulometrica completa per via umida e per sedimentazione è stata eseguita su un numero limitato (14) di campioni, mentre per i restanti campioni (122) si è optato per una classificazione speditiva, consistente nella prova per setacciatura con i soli setacci 10 ($d = 2$ mm) e 200 ($d = 0.074$ mm) ASTM. In particolare, con riferimento allo schema dei rapporti stratigrafici di Figura 8, sono stati analizzati 62 campioni appartenenti all'orizzonte A, 50 all'orizzonte B, 7 all'orizzonte C e 3 all'orizzonte O. Nella maggioranza dei casi, la superficie di scivolamento è stata individuata al contatto tra l'orizzonte A e l'orizzonte B o tra l'orizzonte A e il substrato cristallino. Le analisi granulometriche, svolte nel Laboratorio Geotecnico della Direzione Regionale Servizi Tecnici di Prevenzione della Regione Piemonte, Settore Prevenzione Territoriale del Rischio Geologico-Indagine Geotecniche ed Idrogeologiche, mettono in luce un assortimento granulometrico del tutto confrontabile tra la granulometria dell'orizzonte A e quella dell'orizzonte B (considerato substrato nell'indagine pedologica). Tale aspetto conferma che le differenti permeabilità valutate per la coltre superficiale (orizzonte A) e per lo strato sottostante (orizzonte B) sono da attribuire al differente grado di addensamento.

In Figura 36 è riportata a titolo di esempio la curva granulometrica relativa ad uno dei 14 campioni analizzati per via umida e per sedimentazione.

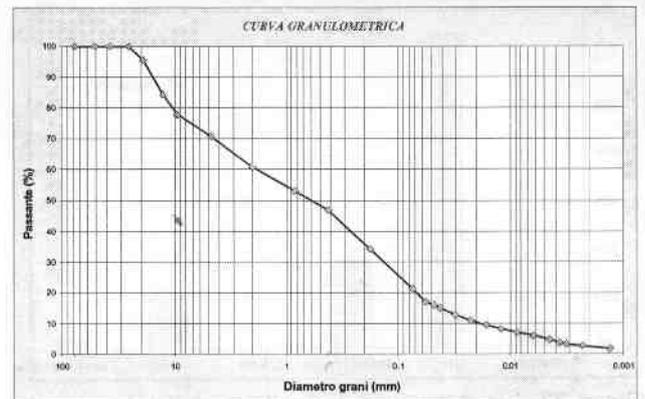


Figura 36 – Curva granulometrica completa del campione 03 A prelevato dalla coltre detritica superficiale.

I valori del peso specifico dei grani determinati mediante picnometro sui 14 campioni risultano:

$$G_s = 2.64 \div 2.70$$

Per una valutazione d'insieme dei depositi incontrati, si è fatto ricorso ad una classificazione sulla base dei risultati ottenuti nelle già citate analisi granulometriche speditive effettuate su 122 campioni. In particolare la terminologia di riferimento è quella delle norme ASTM. È tuttavia stato necessario assumere il limite tra sabbia e ghiaia in corrispondenza del setaccio 10 per il loro utilizzo adattato al limitato numero dei dati disponibili. L'assenza di informazioni generali sui limiti di Atterberg per la frazione fine ha altresì imposto di accorpare i gruppi; pertanto vengono individuate le 6 categorie seguenti:

- GW-GP
- GM-GC
- GW-GP-GM-GC
- SW-SP
- SM-SC
- SW-SP-SM-SC

Particolare attenzione è stata posta ai risultati delle analisi riguardanti i 55 campioni appartenenti all'orizzonte A, in quanto questo rappresenta l'orizzonte generalmente coinvolto nei dissesti collocato al di sopra della superficie di scivolamento; la distribuzione di frequenza delle classi granulometriche ricavate secondo il metodo sopra descritto è rappresentata dagli istogrammi riportati in Figura 37.

³ a cura di Herbert Sarri, C.S.I.-Piemonte, Settore Ambiente.

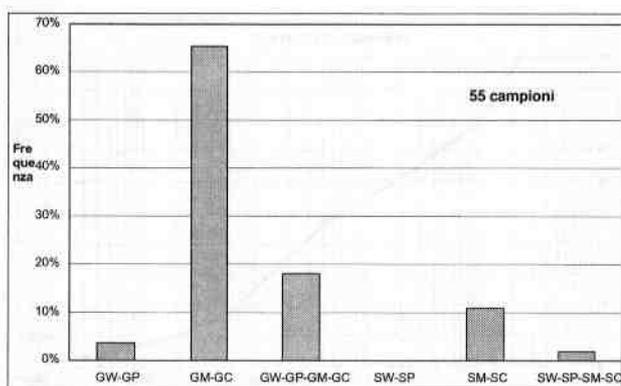


Figura 37 – Distribuzione di frequenza delle classi granulometriche per l'orizzonte A.

Sulla frazione fine di 2 dei 14 campioni sottoposti ad analisi granulometrica completa sono state eseguite la determinazione dei limiti di Atterberg e prove di taglio diretto drenato: la determinazione dei limiti di Atterberg è risultata difficoltosa ed è stato possibile ricavare un solo valore del limite liquido pari al 28%. Le prove di taglio diretto sono state eseguite su provini di lato 60 mm e di altezza 20 mm ricostituiti con materiale avente le seguenti caratteristiche (sono riportati i valori medi per i 6 provini utilizzati nella prova):

$\gamma_{iniziale} =$	18.0 kN/m ³	(peso dell'unità di volume iniziale);
$\gamma_{secco} =$	13.9 kN/m ³	(peso dell'unità di volume della parte solida);
$w_{iniziale} =$	28.7 %	(contenuto d'acqua iniziale);
$w_{finale} =$	26.9 %	(contenuto d'acqua finale).

I risultati delle prove e i conseguenti valori dei parametri di resistenza al taglio sono riportati in Tabella 1.

Provino	σ_n [kPa]	τ_{picco} [kPa]	$\tau_{residuo}$ [kPa]
1	50	55.9	45.5
1b	50	52.3	46.0
2	100	92.6	82.0
2b	100	91.5	80.1
3	150	126.7	113.1
3b	150	135.9	120.1
	c'_{picco}	[kPa]	15.3
	$c'_{residuo}$	[kPa]	10.0
	ϕ'_{picco}	[°]	38.2
	$\phi'_{residuo}$	[°]	35.8

Tabella 1 – Risultati delle prove di taglio diretto sul passante al setaccio 200.

7 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il presente lavoro, sviluppato nell'ambito del Progetto Interreg II Italia Svizzera 1994-99, Azione 3, è stato propedeutico all'applicazione di un modello meccanico-idrologico previsionale per la valutazione dell'instabilità di versante dovuta a fenomeni di mobilizzazione rapida della coltre superficiale. Il contributo richiesto era di fornire indicazioni qualitative e quantitative sui dissesti al fine di verificare la correttezza di alcune ipotesi di lavoro proprie del modello di calcolo adottato (Montgomery & Dietrich, 1994).

In particolare si richiedeva al lavoro di terreno e fotointerpretativo di verificare l'esistenza di un contrasto di permeabilità decrescente con la profondità tra l'orizzonte superficiale mobilizzato e quelli sottostanti. Inoltre si è riuscito a caratterizzare dal punto di vista quantitativo una serie di variabili e parametri morfologici e tipologici che risultano tipici di questo tipo di fenomeni, almeno nella zona di indagine:

- la potenza della copertura superficiale coinvolta nel dissesto è risultata inferiore ad 1 m nell'80% circa dei casi;
- la superficie di scivolamento è stata riconosciuta nel 76% dei casi alla base o all'interno dei depositi colluviali; nel 39% circa dei casi essa è stata riconosciuta al contatto tra depositi superficiali e substrato roccioso;
- i dissesti si sono innescati lungo pendii con un'inclinazione media di 38°, con il 90% dei casi compresi tra 30° e 45°;
- l'inclinazione della superficie di scivolamento nel 67% dei casi ha un valore compreso tra 30° e 40°; valori inferiori a 25° sono stati riconosciuti nello 0,4% dei casi mentre valori superiori a 45° nel 1,6% dei casi.
- un fattore importante anche se non determinante nell'innescarsi dei fenomeni franosi è il profilo trasversale del versante, che nel 58% dei casi è risultato di tipo concavo, mentre nel 25% rettilineo e solo nel 17% di tipo convesso.

Gli strati informativi realizzati (coperture geografiche dei dissesti realizzati in ambiente ArcView®, database associato riguardante la fase di fotointerpretazione e database creato durante il rilevamento di terreno) sono relativi all'evento alluvionale del 7-8 Agosto 1978 ed utilizzati per valutare le capacità predittive del modello meccanico-idrologico.

Inoltre il rilevamento di terreno è stato l'occasione per mettere a punto una metodologia di studio e di raccolta dati specifica delle frane di mobilitazione rapida della coltre superficiale in ambiente alpino.

8 BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. (1996): *Landslides Investigation and Mitigation, Special Report 247* - Transportation Research Board, National Research Council. National Academy Press Washington.
- AA.VV. (1996): *Landslide recognition. Identification, Movement and Causes*. International Association of Geomorphologists, Publication n° 5, J. Wiley e sons. Edited by R. Dikau, D. Brunsten, L. Schrott, M. Ibsen.
- AA. VV. (1978): *Ossola, agosto millenovecentosettantotto*. Estratto da "Novara", n°5, 1978, rivista bimestrale della Camera di Commercio Industria Artigianato Agricoltura di Novara.
- AA. VV. (2002): *Progetto Interreg II - Italia Svizzera 1994-1999. Collegamento delle reti di rilevamento e condivisione delle esperienze e delle conoscenze per la gestione del rischio idrogeologico*, Regione Piemonte, Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione - Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana, Istituto Scienze della Terra.
- AMANTI M., CASAGLI N., CATANI F. D'OREFICE & MOTTERAN G., (1996): *Guida al censimento dei fenomeni franosi ed alla loro archiviazione*. Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali - Servizio Geologico. Miscellanea VII: Roma, 1996 (Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato).
- ANSELMO V. (1979): *L'alluvione del 7 agosto 1978 in Val d'Ossola. Aspetti idrologici del nubifragio e considerazioni sui metodi d'intervento*. Lions Clubs International, Domodossola.
- ASSOCIAZIONE GEOTECNICA ITALIANA (1994): *Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio*.
- BAGGIO P., CARRARO F., GIANOTTI F. & GIARDINO M. (1998): *La raccolta e l'organizzazione dei dati nel rilevamento delle formazioni superficiali*. C.N.R.-Centro di Studi sulla Geodinamica delle Catene Collisionali, Memoria Interna, 98/1
- BAGGIO P., FIORASO G. & GIARDINO M. (1998): *La raccolta e l'organizzazione dei dati nel rilevamento dei fenomeni gravitativi*. C.N.R.-Centro di Studi sulla Geodinamica delle Catene Collisionali, Memoria Interna, 98/1.
- BERAMINI T. (1978): Alluvione in Ossola, 7 Agosto 1978. *Oscellana*, Anno 8, n°3, 1978.
- CAMPBELL R.H. (1975): *Soil Slips, Debris Flows, and Rainstorms in the Santa Monica Mountains and Vicinity, Southern California*. U.S. Geological Survey Professional Paper 851, 51 pp.
- CAMPUS S., FORLATI F., SUSELLA G. & TAMBERLANI F. (1998): Frane per mobilitazione delle coperture detritiche. *Eventi alluvionali in Piemonte. 2-6 novembre 1994, 8 luglio 1996, 7-10 ottobre 1996*, p. 266-287. Regione Piemonte Direzione dei Servizi Tecnici di Prevenzione (1999). L'artistica Savigliano.
- CARRARO F., DAL PIAZ G.V., GOVI M. & SACCHI L. (1970): Il dissesto idrogeologico del 2 novembre 1968 nel bacino dello Strona a monte di Cossato, in *C.R.P.E. PIEMONTE: Studi geologici nel vercellese e nella Valle Strona*, 143-182.
- C.N.R.-I.R.P.I. & GRUPPO NAZIONALE DIFESA CATASTROFI IDROGEOLOGICHE (1999): *Eventi alluvionali e frane nell'Italia Settentrionale, periodo 1975-1981*. L'artistica Savigliano, 279 pp.
- ELLEN S.D. & R.W. FLEMING (1987): Mobilization of Debris Flows from Soil Slips, San Francisco Bay Region, California. In *Debris Flows/Avalanches: Process, Recognition and Mitigation* (J.E. Costa and G.F. Wieczorek, eds.), Reviews in Engineering Geology, Vol. 7, Geological Society of America, Boulder, Colo., pp.31-40.
- ESRI 1998. ArcView 3.1. Redlands CA.
- FONTAN D. & SORZANA P. (1998): *Guida al censimento dei fenomeni franosi. Progetto speciale CARG evento alluvionale 1994 in Piemonte, 1° stato di avanzamento*, Torino, 17 dicembre 1998 (inedito), pp. 84.
- GANDINO E., LAVAZZA F. & MASSAZZA G. (1981): *I dissesti nei bacini dei torrenti Melezzo, Fenecchio e basso Isorno*. Regione Piemonte, Servizio Geologico, Carta alla scala 1:25.000.
- GOVI M., MORTARA G. & SORZANA P.F. (1985): Eventi idrologici e frane. *Geol. Applicata e Idrogeol.* 20 (2), 359-375.
- MONTGOMERY D.R. & DIETRICH W.E. (1994): A physically based model for the topographic control of shallow landsliding. *Water Resources Research* 30; 1153-1171.
- REGIONE PIEMONTE-DIPARTIMENTO ORGANIZZAZIONE E GESTIONE DEL TERRITORIO (1978): *L'evento alluvionale del 7 Agosto 1978: prime valutazioni*. Fascicolo I, Torino, Agosto 1978.
- REGIONE PIEMONTE-UFFICIO DOCUMENTAZIONE. *Alluvione nell'Ossola 7/8/1978*. Rassegna stampa.
- REGIONE PIEMONTE E C.N.R.-I.R.P.I. (1990): *Evento alluvionale 5/6-11-1994. Scheda di rilevamento frane*

per la saturazione e fluidificazione dei terreni sciolti superficiali.

REGIONE PIEMONTE-ASSESSORATO ALLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE, SERVIZIO GEOLOGICO (1981). I dissesti nei bacini dei torrenti Melezzo, Fenechchio e Basso Isorno; studio effettuato a seguito dell'evento alluvionale del 7 agosto 1978 nelle valli dell'Ossola)- scala 1:25.000. S.E.L.C.A. s.r.l.

REGIONE PIEMONTE-ASSESSORATO ALLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE, SERVIZIO GEOLOGICO (1981). Carta Geolitologica delle Valli Vigezzo, Fenechchio e Basso Isorno; studio effettuato a seguito dell'evento alluvionale del 7 Agosto 1978 nelle valli dell'Ossola)- scala 1:25.000. S.E.L.C.A. s.r.l.

REGIONE PIEMONTE-DIREZIONE SERVIZI TECNICI DI PREVENZIONE (1998): Regione Campania, emergenza idrogeologica del 5 Maggio 1998. Rilievo geologico e geomorfologico dei versanti sovrastanti gli abitati di Sarno, Quindici, Siano e Bracigliano. *Collana informativa tecnico scientifica, Quaderno n. 11*, Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione.

REGIONE PIEMONTE (1977): volo "Ferretti" a colori, strisciate n° 70 e 71 (scala 1:13.500 circa).

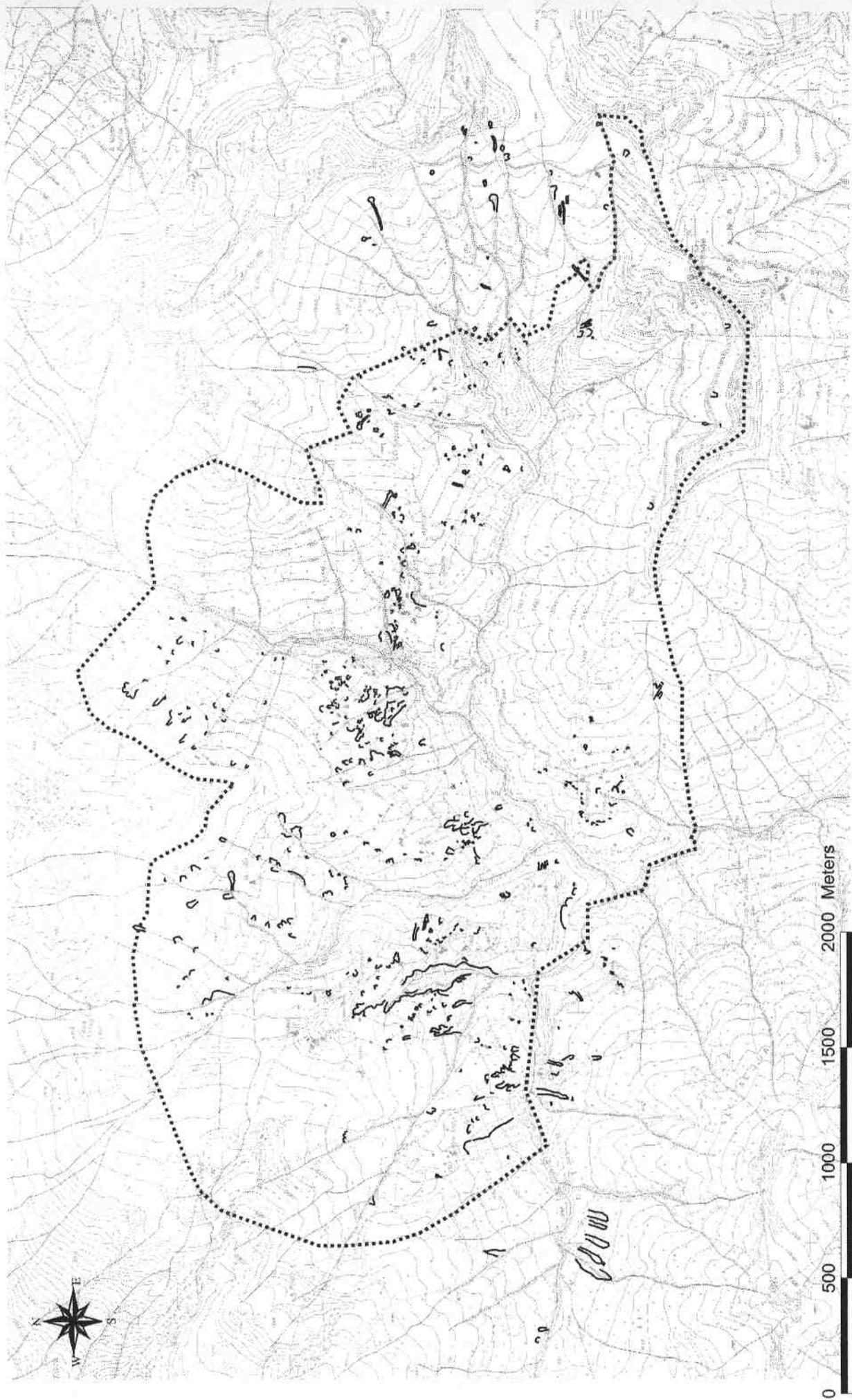
REGIONE PIEMONTE (1978): volo "Post alluvione Ossola Agosto 1978" B/N, strisciate n° 26, 27 (scala 1:16.000 circa) e 28 (scala 1:11.000 circa).

STATSOFT, *Statistica 5.0*, Tulsa OK

TURNER A.(1996): Coluvium and Talus. In *Lanslides investigation and mitigation. Special Report 247* - Transportation Research Board, National Research Council. National Academy Press Washington D.C.Keith Turner A. and Robert L. Schuster Ed. pp. 525-554.

9 RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia l'ing. Stefano Campus per la revisione critica del testo e per i preziosi consigli e il sig. Guido Gennaro per la collaborazione e disponibilità nella conduzione delle prove di laboratorio.



Limite area di indagine
Frane rilevate

Allegato 1



300 0 300 600 900 1200 Meters

Limite area di indagine
Ubicazione campioni

Allegato 2

Allegato 3

Elenco campioni e riepilogo analisi granulometriche speditive

REGIONE PIEMONTE

Settore Prevenzione territoriale del rischio geologico
Area di Torino, Novara e Verbania
Indagini geotecniche ed idrogeologiche

LABORATORIO
GEOTECNICO

RIEPILOGO ANALISI GRANULOMETRICHE SPEDITIVE

Numero campione	Comune	Località	Peso secco iniziale	Peso trattenuto setaccio 10	Percentuale trattenuto setaccio 10	Percentuale passante setaccio 10	Peso trattenuto setaccio 200	Percentuale trattenuto setaccio 200	Percentuale passante setaccio 200	Peso passante setaccio 200	Percentuale totale trattenuto	Percentuale totale passante
65 A	TOCENO (VB)	BORGA VERZASCO	740,10	378,10	51,09	48,91	274,50	37,09	11,82	87,50	88,18	11,82
65 O	TOCENO (VB)	BORGA VERZASCO	336,70	246,80	73,30	26,70	58,90	17,49	9,21	31,00	90,79	9,21
59 A	TOCENO (VB)	BORGA VERZASCO	476,10	221,70	46,57	53,43	164,20	34,49	18,95	90,20	81,05	18,95
60 A	TOCENO (VB)	BORGA VERZASCO	479,00	182,90	38,00	62,00	218,10	45,53	16,47	78,90	83,53	16,47
60 B	TOCENO (VB)	BORGA VERZASCO	1421,30	786,80	55,36	44,64	465,20	32,73	11,91	169,30	88,09	11,91
66 B	TOCENO (VB)	BORGA VERZASCO	439,30	97,70	22,24	77,76	295,20	67,20	10,56	46,40	89,44	10,56
71 A	TOCENO (VB)	BORGA VERZASCO	576,90	306,70	53,16	46,84	143,30	24,84	22,00	126,90	78,00	22,00
74 A	TOCENO (VB)	BORGA VERZASCO	426,00	177,40	41,64	58,36	141,00	33,10	25,26	107,60	74,74	25,26
75 A	TOCENO (VB)	BORGA VERZASCO	355,60	104,60	29,42	70,58	135,20	38,02	32,56	115,80	67,44	32,56
77 A	TOCENO (VB)	BORGA VERZASCO	492,00	183,60	37,32	62,68	181,70	36,93	25,75	126,70	74,25	25,75
77 B	TOCENO (VB)	BORGA VERZASCO	566,70	236,30	41,70	58,30	196,80	34,73	23,58	133,60	76,42	23,58
81 B	TOCENO (VB)	BORGA VERZASCO	769,10	403,20	52,42	47,58	324,65	42,21	5,36	41,25	94,64	5,36
83 A	TOCENO (VB)	BORGA VERZASCO	666,60	510,60	76,60	23,40	127,90	19,19	4,22	28,10	95,78	4,22
83 B	TOCENO (VB)	BORGA VERZASCO	733,30	417,20	56,89	43,11	193,70	26,41	16,69	122,40	83,31	16,69
89 A	TOCENO (VB)	BORGA VERZASCO	495,50	309,80	62,52	37,48	122,60	24,74	12,73	63,10	87,27	12,73
89 B	TOCENO (VB)	BORGA VERZASCO	498,40	264,90	53,15	46,85	166,10	33,33	13,52	67,40	86,48	13,52
84 B	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO	639,80	366,30	57,25	42,75	215,20	33,64	9,11	58,30	90,89	9,11
84 C	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO	331,60	3,70	1,12	98,88	262,10	79,04	19,84	65,80	80,16	19,84
94 A	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO	475,80	231,40	48,63	51,37	150,20	31,57	19,80	94,20	80,20	19,80
94 B	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO	542,10	345,40	63,72	36,28	160,40	29,59	6,70	36,30	93,30	6,70

REGIONE PIEMONTE
Settore Prevenzione territoriale del rischio geologico
Area di Torino, Novara e Verbania
Indagini geotecniche ed idrogeologiche

**LABORATORIO
 GEOTECNICO**

RIEPILOGO ANALISI GRANULOMETRICHE SPEDITIVE

Numero campione	Comune	Località	Peso secco iniziale	Peso trattenuto setaccio 10	Percentuale trattenuto setaccio 10	Percentuale passante setaccio 10	Peso trattenuto setaccio 200	Percentuale trattenuto setaccio 200	Percentuale passante setaccio 200	Peso passante setaccio 200	Percentuale totale trattenuto	Percentuale totale passante
95 A	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO	671,00	348,90	52,00	48,00	204,40	30,46	17,54	117,70	82,46	17,54
95 B	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO	525,90	253,90	48,28	51,72	220,50	41,93	9,79	51,50	90,21	9,79
99 A	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO	559,80	334,80	59,81	40,19	144,60	25,83	14,36	80,40	85,64	14,36
99 B	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO	747,60	517,90	69,28	30,72	177,50	23,74	6,98	52,20	93,02	6,98
100 A	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO	609,60	415,30	68,13	31,87	121,80	19,98	11,89	72,50	88,11	11,89
59 A	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO	588,40	349,10	59,33	40,67	176,50	30,00	10,67	62,80	89,33	10,67
101 A	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO	493,80	322,70	65,35	34,65	113,50	22,99	11,66	57,60	88,34	11,66
101 B	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO	619,10	460,00	74,30	25,70	147,40	23,81	1,89	11,70	98,11	1,89
103 A	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO	704,50	450,60	63,96	36,04	190,80	27,08	8,96	63,10	91,04	8,96
71 A	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO	412,80	202,20	48,98	51,02	137,60	33,33	17,68	73,00	82,32	17,68
74 A	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO	486,30	201,10	41,35	58,65	242,80	49,93	8,72	42,40	91,28	8,72
75 A	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO	615,90	480,90	78,08	21,92	118,40	19,22	2,70	16,60	97,30	2,70
110 A	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO	495,60	360,90	72,82	27,18	64,00	12,91	14,27	70,70	85,73	14,27
113 A	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO	518,60	319,60	61,63	38,37	148,50	28,63	9,74	50,50	90,26	9,74
81 B	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO	593,40	374,30	63,08	36,92	159,00	26,79	10,13	60,10	89,87	10,13
83 A	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO	593,20	315,90	53,25	46,75	160,30	27,02	19,72	117,00	80,28	19,72
83 B	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO	586,00	302,30	51,59	48,41	190,90	32,58	15,84	92,80	84,16	15,84
115 B	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO	504,20	297,20	58,94	41,06	151,90	30,13	10,93	55,10	89,07	10,93
115 C	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO	437,50	115,40	26,38	73,62	188,40	43,06	30,56	133,70	69,44	30,56
123 A	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO	479,90	311,80	64,97	35,03	105,10	21,90	13,13	63,00	86,87	13,13

REGIONE PIEMONTE

Settore Prevenzione territoriale del rischio geologico

Area di Torino, Novara e Verbania

Indagini geotecniche ed idrogeologiche

**LABORATORIO
GEOTECNICO**

RIEPILOGO ANALISI GRANULOMETRICHE SPEDITIVE

Numero campione	Comune	Località	Peso secco iniziale	Peso trattenuto setaccio 10	Percentuale trattenuto setaccio 10	Percentuale passante setaccio 10	Peso trattenuto setaccio 200	Percentuale trattenuto setaccio 200	Percentuale passante setaccio 200	Peso passante setaccio 200	Percentuale totale trattenuto	Percentuale totale passante
172 A	TOCENO/SM MAGG	BORGA VERZASCO	453,20	192,20	42,41	57,59	182,70	40,31	17,28	78,30	82,72	17,28
173 A	TOCENO/SM MAGG	BORGA VERZASCO	364,70	176,60	48,42	51,58	112,00	30,71	20,87	76,10	79,13	20,87
174 A	TOCENO/SM MAGG	BORGA VERZASCO	378,10	178,40	47,18	52,82	125,30	33,14	19,68	74,40	80,32	19,68
174 B	TOCENO/SM MAGG	BORGA VERZASCO	647,60	417,50	64,47	35,53	174,30	26,91	8,62	55,80	91,38	8,62
175 A	TOCENO/SM MAGG	BORGA VERZASCO	601,90	394,00	65,46	34,54	150,70	25,04	9,50	57,20	90,50	9,50
59 A	TOCENO/SM MAGG	BORGA VERZASCO	1'225,80	484,40	39,52	60,48	120,80	9,85	50,63	620,60	49,37	50,63
176 A	TOCENO/SM MAGG	BORGA VERZASCO	479,30	174,50	36,41	63,59	212,40	44,31	19,28	92,40	80,72	19,28
178 A	TOCENO/SM MAGG	BORGA VERZASCO	474,60	290,40	61,19	38,81	113,20	23,85	14,96	71,00	85,04	14,96
178 B	TOCENO/SM MAGG	BORGA VERZASCO	625,40	402,10	64,29	35,71	169,80	27,15	8,55	53,50	91,45	8,55
71 A	TOCENO/SM MAGG	BORGA VERZASCO	350,90	181,40	51,70	48,30	100,80	28,73	19,58	68,70	80,42	19,58
74 A	TOCENO/SM MAGG	BORGA VERZASCO	438,30	200,10	45,65	54,35	153,80	35,09	19,26	84,40	80,74	19,26
75 A	TOCENO/SM MAGG	BORGA VERZASCO	694,60	528,70	76,12	23,88	115,80	16,67	7,21	50,10	92,79	7,21
195 A	TOCENO/SM MAGG	BORGA VERZASCO	490,40	241,50	49,25	50,75	142,20	29,00	21,76	106,70	78,24	21,76
195 B	TOCENO/SM MAGG	BORGA VERZASCO	458,10	239,60	52,30	47,70	125,60	27,42	20,28	92,90	79,72	20,28
81 B	TOCENO/SM MAGG	BORGA VERZASCO	365,90	116,70	31,89	68,11	142,00	38,81	29,30	107,20	70,70	29,30
83 A	TOCENO/SM MAGG	BORGA VERZASCO	630,50	442,10	70,12	29,88	156,80	24,87	5,01	31,60	94,99	5,01
83 B	TOCENO/SM MAGG	BORGA VERZASCO	629,80	373,30	59,27	40,73	209,40	33,25	7,48	47,10	92,52	7,48
219 A	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO/CORTIN	486,90	194,50	39,95	60,05	189,10	38,84	21,22	103,30	78,78	21,22
219 B	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO/CORTIN	539,00	231,70	42,99	57,01	215,20	39,93	17,09	92,10	82,91	17,09
221 A	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO/CORTIN	417,80	229,90	55,03	44,97	109,10	26,11	18,86	78,80	81,14	18,86

REGIONE PIEMONTE

*Settore Prevenzione territoriale del rischio geologico
Area di Torino, Novara e Verbania
Indagini geotecniche ed idrogeologiche*

**LABORATORIO
GEOTECNICO**

RIEPILOGO ANALISI GRANULOMETRICHE SPEDITIVE

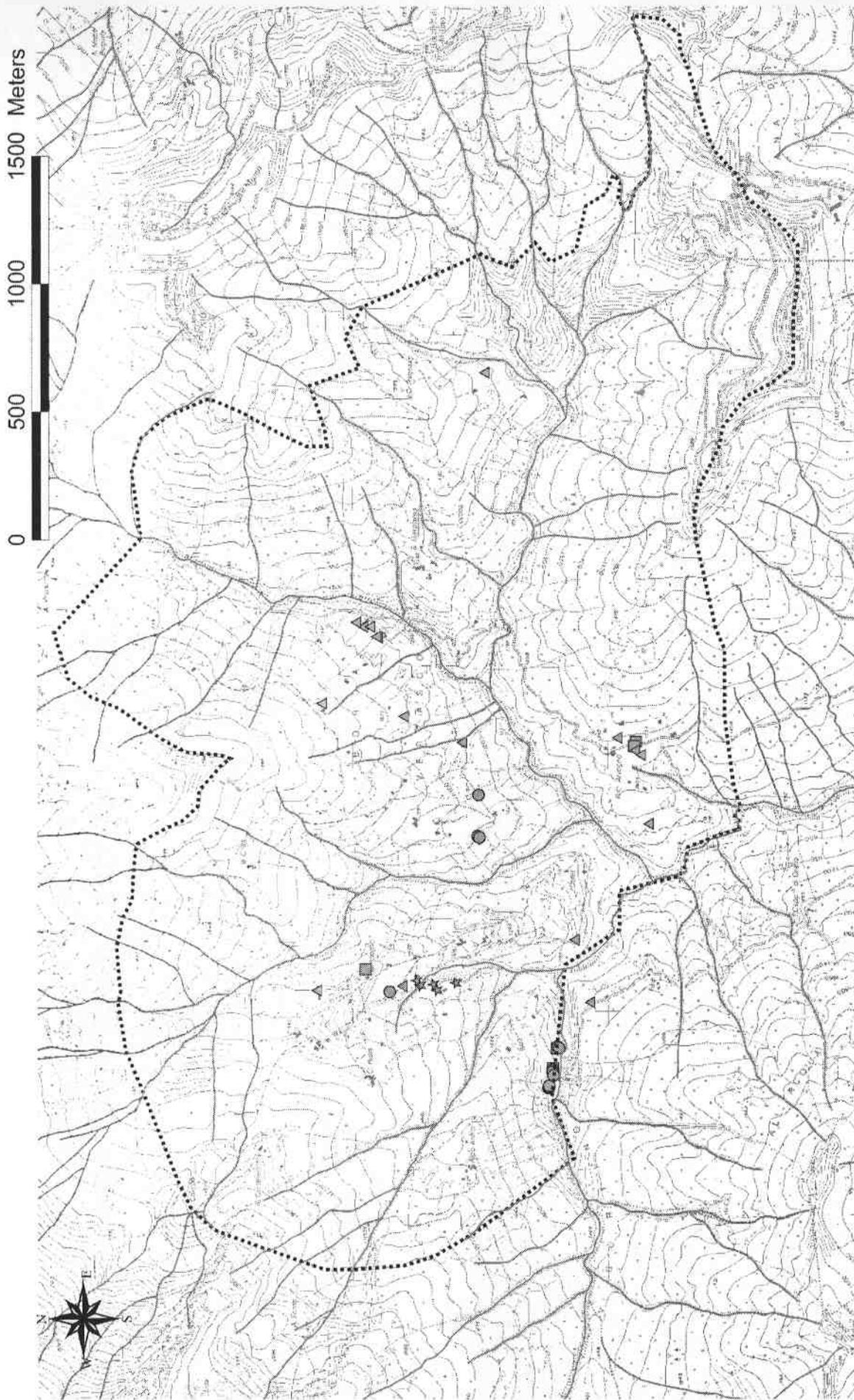
Numero campione	Comune	Località	Peso secco iniziale	Peso trattenuto setaccio 10	Percentuale trattenuto setaccio 10	Percentuale passante setaccio 10	Peso trattenuto setaccio 200	Percentuale trattenuto setaccio 200	Percentuale passante setaccio 200	Peso passante setaccio 200	Percentuale totale trattenuto	Percentuale totale passante
244 A	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO/CORTIN	476,40	207,40	43,53	56,47	178,10	37,38	19,08	90,90	80,92	19,08
244 B	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO/CORTIN	639,90	414,90	64,84	35,16	167,40	26,16	9,00	57,60	91,00	9,00
247 A	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO/CORTIN	605,00	355,60	58,78	41,22	194,20	32,10	9,12	55,20	90,88	9,12
247 B	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO/CORTIN	679,00	418,70	61,66	38,34	201,30	29,65	8,69	59,00	91,31	8,69
248 A	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO/CORTIN	519,10	285,20	54,94	45,06	160,90	31,00	14,06	73,00	85,94	14,06
59 A	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO/CORTIN	526,80	264,00	50,11	49,89	159,10	30,20	19,68	103,70	80,32	19,68
249 B	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO/CORTIN	548,90	315,10	57,41	42,59	145,30	26,47	16,12	88,50	83,88	16,12
250 B	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO/CORTIN	447,80	265,10	59,20	40,80	127,40	28,45	12,35	55,30	87,65	12,35
250 C	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO/CORTIN	458,70	163,80	35,71	64,29	131,50	28,67	35,62	163,40	64,38	35,62
71 A	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO/CORTIN	339,80	92,10	27,10	72,90	131,50	38,70	34,20	116,20	65,80	34,20
74 A	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO/CORTIN	583,40	240,50	41,22	58,78	195,50	33,51	25,27	147,40	74,73	25,27
75 A	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO/CORTIN	536,90	346,70	64,57	35,43	151,30	28,18	7,25	38,90	92,75	7,25
257 B	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO/CORTIN	514,00	204,60	39,81	60,19	187,80	36,54	23,66	121,60	76,34	23,66
258 A	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO/CORTIN	512,60	245,60	47,91	52,09	186,70	36,42	15,67	80,30	84,33	15,67
81 B	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO/CORTIN	533,80	383,80	71,90	28,10	111,50	20,89	7,21	38,50	92,79	7,21
83 A	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO/CORTIN	470,00	25,20	5,36	94,64	82,40	17,53	77,11	362,40	22,89	77,11
83 B	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO/CORTIN	483,60	232,80	48,14	51,86	156,00	32,26	19,60	94,80	80,40	19,60
259 B	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO/CORTIN	608,30	369,00	60,66	39,34	147,20	24,20	15,14	92,10	84,86	15,14
265 A	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO/CORTIN	422,10	150,20	35,58	64,42	159,00	37,67	26,75	112,90	73,25	26,75
265 B	TOCENO/SM MAGG	ARVOGNO/CORTIN	609,70	393,50	64,54	35,46	137,40	22,54	12,92	78,80	87,08	12,92

CLASSIFICAZIONE GRANULOMETRICA

Percentuale trattenuto setaccio 10	Percentuale trattenuto setaccio 200	Percentuale passante setaccio 200	Codice campione	Classe granulometrica	Unità pedologiche cartografate
44,26	33,16	22,58	227 A	GM-GC	A2
69,29	22,91	7,80	227 B	GW-GP-GM-GC	A2
27,10	38,70	34,20	254 A	SM-SC	A2
41,22	33,51	25,27	254 B	GM-GC	A2
48,63	31,57	19,80	94 A	GM-GC	B2
63,72	29,59	6,70	94 B	GW-GP-GM-GC	B2
63,96	27,08	8,96	103 A	GW-GP-GM-GC	B2
25,85	40,94	33,21	128 C	SM-SC	C1
48,42	30,71	20,87	173 A	GM-GC	C1
47,18	33,14	19,68	174 A	GM-GC	C1
64,47	26,91	8,62	174 B	GW-GP-GM-GC	C1
65,46	25,04	9,50	175 A	GW-GP-GM-GC	C1
39,52	9,85	50,63	175 B	Fine	C1
36,41	44,31	19,28	176 A	SM-SC	C1
61,19	23,85	14,96	178 A	GM-GC	C1
64,29	27,15	8,55	178 B	GW-GP-GM-GC	C1
70,12	24,87	5,01	212 A	GW-GP-GM-GC	C1
59,27	33,25	7,48	212 B	GW-GP-GM-GC	C1
55,03	26,11	18,86	221 A	GM-GC	C1
45,85	29,95	24,20	221 B	GM-GC	C1
67,02	30,65	2,33	229 A	GW-GP	C1
51,44	32,33	16,23	229 B	GM-GC	C1
54,6	29,16	16,24	233 A	GM-GC	C1
49,49	29,52	21,00	233 B	GM-GC	C1
54,94	31,00	14,06	248 A	GM-GC	C1
50,11	30,20	19,68	249 A	GM-GC	C1
57,41	26,47	16,12	249 B	GM-GC	C1
47,91	36,42	15,67	258 A	GM-GC	C1
71,90	20,89	7,21	258 B	GW-GP-GM-GC	C1
5,36	17,53	77,11	258 C	Fine	C1
45,78	29,10	25,12	267 A	GM-GC	C1
70,22	18,30	11,48	267 B	GW-GP-GM-GC	C1
57,25	33,64	9,11	84 B	GW-GP-GM-GC	C2
1,12	79,04	19,84	84 C	SM-SC	C2
53,25	27,02	19,72	114 A	GM-GC	C2
51,59	32,58	15,84	114 B	GM-GC	C2
64,97	21,90	13,13	123 A	GM-GC	C2
56,45	23,52	20,03	123 B	GM-GC	C2
72,96	21,07	5,97	125 A	GW-GP-GM-GC	C2
60,66	25,39	13,95	125 B	GM-GC	C2
53,82	30,57	15,60	138 A	GM-GC	C2
66,36	24,17	9,47	138 B	GW-GP-GM-GC	C2
60,71	26,97	12,32	141 A	GM-GC	C2
46,03	33,13	20,83	141 B	GM-GC	C2
49,8	36,84	13,36	158 A	GM-GC	C2
57,67	40,9	1,44	158 B	GW-GP	C2

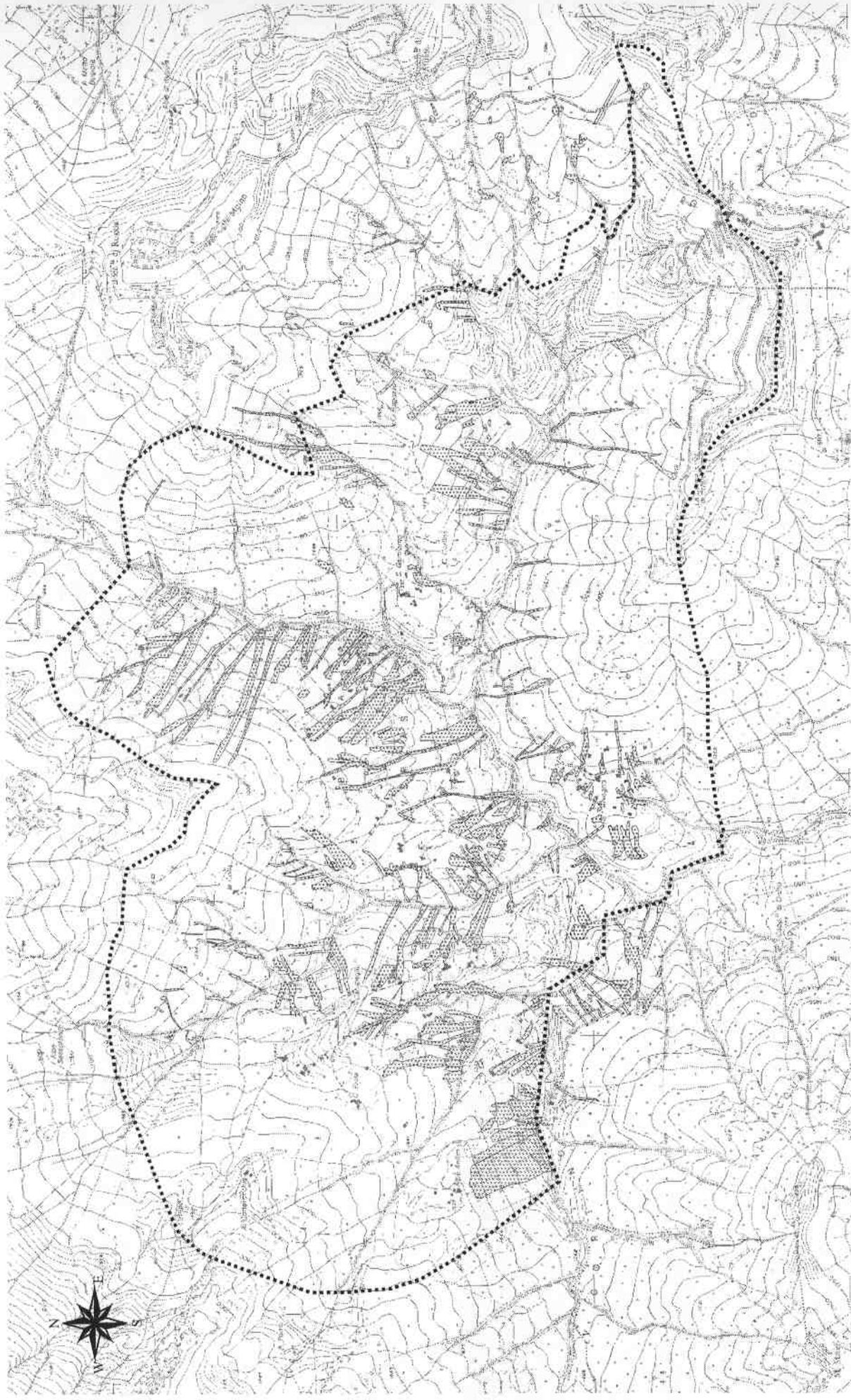
Percentuale trattenuto setaccio 10	Percentuale trattenuto setaccio 200	Percentuale passante setaccio 200	Codice campione	Classe granulometrica	Unità pedologiche cartografate
61,42	20,07	18,51	160 A	GM-GC	C2
48,48	33,45	18,07	160 B	GM-GC	C2
41,64	33,10	25,26	74 a	GM-GC	C3
29,42	38,02	32,56	75 a	SM-SC	C3
37,32	36,93	25,75	77 A	GM-GC	C3
41,70	34,73	23,58	77 B	GM-GC	C3
59,81	25,83	14,36	99 A	GM-GC	C3
69,28	23,74	6,98	99 B	GW-GP-GM-GC	C3
68,13	19,98	11,89	100 A	GW-GP-GM-GC	C3
59,33	30,00	10,67	100 B	GW-GP-GM-GC	C3
65,35	22,99	11,66	101 A	GW-GP-GM-GC	C3
74,30	23,81	1,89	101 B	GW-GP	C3
58,94	30,13	10,93	115 B	GW-GP-GM-GC	C3
26,38	43,06	30,56	115 C	SM-SC	C3
45,84	37,57	16,59	143 A	GM-GC	C3
64,35	20,65	14,99	143 B	GM-GC	C3
45,8	34,24	19,96	152 A	GM-GC	C3
53,88	28,08	18,04	154 A	GM-GC	C3
58,94	25,77	15,29	163 A	GM-GC	C3
46,68	33,88	19,43	163 B	GM-GC	C3
42,41	40,31	17,28	172 A	GM-GC	C3
45,65	35,09	19,26	184 A	GM-GC	C3
76,12	16,67	7,21	184 B	GW-GP-GM-GC	C3
51,70	28,73	19,58	184 O	GM-GC	C3
49,25	29,00	21,76	195 A	GM-GC	C3
52,30	27,42	20,28	195 B	GM-GC	C3
31,89	38,81	29,30	208 A	SM-SC	C3
39,95	38,84	21,22	219 A	GM-GC	C3
42,99	39,93	17,09	219 B	GM-GC	C3
48,14	32,26	19,60	259 A	GM-GC	C3
60,66	24,20	15,14	259 B	GM-GC	C3
35,58	37,67	26,75	265 A	SM-SC	C3
64,54	22,54	12,92	265 B	GM-GC	C3
46,57	34,49	18,95	59 a	GM-GC	C4
38,00	45,53	16,47	60 A	SM-SC	C4
55,36	32,73	11,91	60 B	GW-GP-GM-GC	C4
51,09	37,09	11,82	65 A	GW-GP-GM-GC	C4
73,30	17,49	9,21	65 O	GW-GP-GM-GC	C4
22,24	67,20	10,56	66 B	SW-SP-SM-SC	C4
53,16	24,84	22,00	71 a	GM-GC	C4
52,42	42,21	5,36	81 b	GW-GP-GM-GC	C4
76,60	19,19	4,22	83 a	GW-GP	C4
56,89	26,41	16,69	83 b	GM-GC	C4
62,52	24,74	12,73	89 A	GM-GC	C4
53,15	33,33	13,52	89 B	GM-GC	C4
72,82	12,91	14,27	110 A	GM-GC	C4
61,63	28,63	9,74	113 A	GW-GP-GM-GC	C4
63,08	26,79	10,13	113 B	GW-GP-GM-GC	C4
43,53	37,38	19,08	244 A	GM-GC	C5
64,84	26,16	9,00	244 B	GW-GP-GM-GC	C5
58,78	32,10	9,12	247 A	GW-GP-GM-GC	C5

Percentuale trattenuto setaccio 10	Percentuale trattenuto setaccio 200	Percentuale passante setaccio 200	Codice campione	Classe granulometrica	Unità pedologiche cartografate
61,66	29,65	8,69	247 B	GW-GP-GM-GC	C5
64,57	28,18	7,25	257 A	GW-GP-GM-GC	C5
39,81	36,54	23,66	257 B	GM-GC	C5
52,00	30,46	17,54	95 A	GM-GC	D1
48,28	41,93	9,79	95 B	GW-GP-GM-GC	D1
41,35	49,93	8,72	105 A	SW-SP-SM-SC	D1
78,08	19,22	2,70	105 B	GW-GP	D1
48,98	33,33	17,68	105 O	GM-GC	D1
56,5	30,73	12,77	224 A	GM-GC	D3
72,16	21,8	6,05	224 B	GW-GP-GM-GC	D3
60,42	31,48	8,10	224 C	GW-GP-GM-GC	D3
46,08	30,04	23,88	232 A	GM-GC	Ext
63,83	27,42	8,76	236 A	GW-GP-GM-GC	Ext
85,53	15,13	1,34	236 B	GW-GP	Ext
67,61	20,93	11,46	237 A	GW-GP-GM-GC	Ext
66,45	17,79	15,75	239 A	GM-GC	Ext
52,54	41,83	5,63	241 A	GW-GP-GM-GC	Ext
29,21	68,19	2,60	241 B	SW-SP	Ext
73,84	22,79	3,36	243 A	GW-GP	Ext
50,17	43	6,83	243 B	GW-GP-GM-GC	Ext
67,71	31,37	0,92	243 C	GW-GP	Ext
61,87	26,73	11,39	145 A	GW-GP-GM-GC	N
44,2	47,65	8,15	145 B	SW-SP-SM-SC	N
59,20	28,45	12,35	250 B	GM-GC	N
35,71	28,67	35,62	250 C	GM-GC	N



Danni ad edifici in conseguenza dell'evento del 7-8/8/78

Allegato 4



0 400 800 1200 1600 Meters

Limite area di indagine

Fotointerpretazione evento 7-8/8/1978

Allegato 5

Allegato 6

SCHEDA DI RILEVAMENTO FRANE PER MOBILIZZAZIONE DELLA COLTRE SUPERFICIALE

GENERALITA'

N° di riferimento: [] Codice processo: [] Data: []
 Rilevatore: []
 Comune: [] Tav. 25.000 []
 Località: [] Sez. C.T.R. []

Grado di rimodellamento: Basso
 Medio
 Alto

Rif. Fotografie/Immagini: []
 Rif. Campioni: []

Esposizione media del pendio: []°

Uso attuale del suolo: PRATO COLTIVO BOSCO ARBUSTETO

DANNI

[Durante l'evento del 7/8/78 (A) In seguito ai processi di rimodellamento (B)]

	Interessati		Parz. Danneggiati		Gravemente danneggi.		Vittime <input type="text"/>	Feriti <input type="text"/>
	A	B	A	B	A	B		
Edifici	<input type="checkbox"/>							
Viabilità	<input type="checkbox"/>							
Manufatti	<input type="checkbox"/>							
Altro	<input type="checkbox"/>							

TEMPI

Segni premonitori data [] ora: [] Generico [] Sconosciuta []
 Innesco data [] ora: [] Generico [] Sconosciuta []

Fonti: 1 giornali 2 pubblicazioni 3 testim. orali 4 documenti
 Attendibilità della fonte: Alta Media Bassa

ACCUMULO / ZONA DI TRANSITO

Massa mobilizzata
 Si presenta integra o debolmente scomposta
 Caratterizzata dalla presenza di zolle integre disunte
 La massa mobilizzata, totalmente destrutturata e in parte dispersa lungo il versante, forma un accumulo definito
 La massa mobilizzata, totalmente destrutturata e dispersa lungo il versante non forma un accumulo definito
 Ha raggiunto il fondo valle ed è stata asportata totalmente o parzialmente dal corso d'acqua

Granulometria prevalentemente fine
 prevalentemente grossolana

Movimento: il materiale si è incanalato lungo depressioni, avvallamenti o incisioni
 il materiale non si è incanalato

Effetti del passaggio della massa in movimento: non produce erosione
 produce erosione $ht_{med} = [] m$

Stato attuale
 Incisione
 Apporti recenti
 Fenomeni ruscellamento
 Inerbimento
 Bosco recente
 Azione antropica di stabilizzazione terrazzamenti
 geotessili
 Ingegneria naturalistica
 Opere di drenaggio

NICCHIA DI DISTACCO / SCARPATA IN ARRETRAMENTO

Nicchia/ scarpata: quota [] m s.l.m.
Coordinate U.T.M.: X [] Y []

Altezza nicchia/scarpata: [] m

Tipologia dei processi di arretramento della scarpata:

- Coltre superficiale interessata da fenomeni traslativi
Coltre superficiale interessata da fenomeni rotazionali
Coltre superficiale interessata da fenomeni di crollo
Processi di ruscellamento incanalato
Processi di ruscellamento diffuso

Superficie di rottura/scivolamento originaria:

- Esposta
Coperta da detrito
Coperta da materiale fine
Presenza di zolle integre recenti
Presenza di zolle rimodellate

Inclinazione sup. scivolamento
(inclinazione media se multiplo): []°

Esistenza di segni di instabilità a monte della nicchia/scarpata: Si No

Lacerazioni cotica erbosa: Fratture aperte: Presenza di una nicchia / scarpata in arretramento:

Collocazione della superficie di scivolamento/rottura:

- Tra suolo organico e depositi quaternari.
Tra suolo organico e substrato roccioso
All'interno di un singolo deposito quaternario
Tra depositi quaternari di natura diversa
Tra deposito quaternario e substrato

Disegno schematico

Depositi osservati	Sequenza verticale	Altezza verticale h (m)	Granulometria prevalente			Addensamento			Permeabilità			Pedog.
			[F]	[G]	[FG]	[B]	[M]	[A]	[A]	[M]	[B]	
<input type="checkbox"/> Suolo organico	<input type="checkbox"/>	[]	<input type="checkbox"/>									
<input type="checkbox"/> Colluvium/Orizzonte pedog.	<input type="checkbox"/>	[]	<input type="checkbox"/>									
<input type="checkbox"/> Fluviale/fluvio-glaciale	<input type="checkbox"/>	[]	<input type="checkbox"/>									
<input type="checkbox"/> Detrito di versante / crollo	<input type="checkbox"/>	[]	<input type="checkbox"/>									
<input type="checkbox"/> Glaciale	<input type="checkbox"/>	[]	<input type="checkbox"/>									
<input type="checkbox"/> Coltre regolitica	<input type="checkbox"/>	[]	<input type="checkbox"/>									
<input type="checkbox"/> Accumulo di frana	<input type="checkbox"/>	[]	<input type="checkbox"/>									

Substrato:	Litotipo: []*	Struttura: Integro <input type="checkbox"/>
Sistema giunti principale	Assetto sistema di giunti:	debolmente fratturato <input type="checkbox"/>
Stratificazione <input type="checkbox"/>	A(franap. + incl. del pendio) <input type="checkbox"/>	fratturato <input type="checkbox"/>
Scistosità <input type="checkbox"/>	B(franap. - incl. del pendio) <input type="checkbox"/>	intensamente fratturato <input type="checkbox"/>
Fratturazione <input type="checkbox"/>	C(reggip) <input type="checkbox"/>	allentato <input type="checkbox"/>
	D(parallelo al pendio) <input type="checkbox"/>	disarticolato/alterato <input type="checkbox"/>
DipDir/Dip [] / []	E(traverpoggio) <input type="checkbox"/>	Fissile <input type="checkbox"/>
	F(orizzontale) <input type="checkbox"/>	

ACQUE SUPERFICIALI:

Sorgenti:	a valle della nicchia <input type="checkbox"/>	Portate		Zone di ristagno:	
	a monte della nicchia <input type="checkbox"/>	Stillicidio <input type="checkbox"/>		a valle della nicchia <input type="checkbox"/>	
	lateralmente alla nicchia <input type="checkbox"/>	< 1 l/s <input type="checkbox"/>		a monte della nicchia <input type="checkbox"/>	
	internamente alla nicchia <input type="checkbox"/>	> 1 l/s <input type="checkbox"/>		internamente alla nicchia <input type="checkbox"/>	

CONDIZIONI DI UMIDITA'

	1 Secco/poco Umido	2 Umido	3 Acqua visibile
Suolo organico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Contatto tra suolo organico e deposito quaternario	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Contatto tra suolo organico e substrato	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Colluvium/Orizzonte pedogenizzato	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fluviale/fluvio-glaciale	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Detrito di versante/crollo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Accumulo di frana	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Glaciale	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Contatto tra depositi quaternari di diversa natura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Contatto tra deposito quaternario e substrato	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Orizzonte regolitico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

POCKET PENETROMETER

ORIZZONTE	VALORI POCKET (Kg)							Diametro punta (cm)

Osservazioni

OSSERVAZIONI

Area reserved for detailed observations and notes.

DIREZIONE REGIONALE SERVIZI TECNICI DI PREVENZIONE

QUADERNI

Collana informativa tecnico – scientifica

Quaderni pubblicati:

- n° 1 - 1995 ottobre: **Evento alluvionale del 23/25/9/1993 Fiume Dora Baltea tratto Carema - Ivrea.**
Struttura Studi e Ricerche Banca Dati Geologica - Torino
- n° 2 - 1995 novembre: **Evento alluvionale del 23/25/9/1993 Torrente Orco tratto Cuorgnè - Chivasso.**
Struttura Studi e Ricerche Banca Dati Geologica - Torino
- n° 3 - 1996 marzo: **Comune di Casale Monferrato: alcune informazioni inerenti il dissesto ricavate dagli archivi della Banca Dati Geologica.**
Struttura Studi e Ricerche Banca Dati Geologica - Torino
- n° 4 - 1996 giugno: **Evento alluvionale del 5-6/ 11/1994 processi di dissesto ed effetti indotti nell'area delle "Valli Monregalesi" (T. Ellero, T. Maudagna, T. Corsaglia medio - superiore) con integrazioni relative a processi precedenti o posteriori a tale data.**
Struttura Studi e Ricerche Banca Dati Geologica - Mondovì ESAURITO
- n° 5 - 1996 giugno: **Evento alluvionale del 5-6/ 11/1994 processi di dissesto ed effetti indotti nell'area delle "Valli Monregalesi" (T. Casotto, T. Mongia, T. Corsaglia inferiore) con integrazioni relative a processi precedenti o posteriori a tale data.** ESAURITO
Struttura Studi e Ricerche Banca Dati Geologica - Mondovì
- n° 6 - 1996 agosto: **L'attività di studio e ricerca sui vincoli di natura fisica in Piemonte nell'ottica della prevenzione e della gestione territoriale a scala regionale.**
Struttura Studi e Ricerche Banca Dati Geologica - Torino.
- n° 7 - 1997 gennaio: **Esame di alcuni dati storici relativi ad eventi alluvionali e fenomeni di instabilità naturale nelle valli dei torrenti Orco e Soana, Alto Canavese, Provincia di Torino.**
Struttura Studi e Ricerche Banca Dati Geologica - Torino
- n° 8 - 1997 agosto: **Analisi comparata dell'evoluzione storica dell'alveo del Fiume Sesia e delle piene del novembre 1968 e del settembre 1993, finalizzata alla prevenzione degli effetti indotti da eventi alluvionali.**
Struttura Studi e Ricerche Banca Dati Geologica - Biella
- n° 9 - 1997 settembre: **5 - 6 Novembre 1994: la piena del Belbo.**
Struttura Studi e Ricerche Banca Dati Geologica - Torino
- n° 10 - 1997 novembre: **Il dissesto idrogeologico nelle fonti storiche: l'esempio del comune di Pietramarazzi in provincia di Alessandria.**
Servizio Prevenzione Territoriale per la provincia di Alessandria.
- n° 11 - 1998 agosto: **Regione Campania, emergenza idrogeologica del 5 maggio 1998. Rilievo geologico e geomorfologico dei versanti sovrastanti gli abitati di Sarno, Quindici, Siano e Bracigliano.**
Settore Prevenzione Territoriale del Rischio Geologico - Area di Torino, Novara e Verbania - Indagini Geotecniche ed Idrogeologiche.
- n° 12 - 1998 novembre: **Ricostruzione storica degli eventi alluvionali nelle Valli di Lanzo tra il 1400 ed il 1990.**
Settore Studi e Ricerche Geologiche - Sistema Informativo Prevenzione Rischi, Università degli Studi di Torino.
- n° 13 - 1999 ottobre: **Ricostruzione storica degli eventi alluvionali del torrente Orco tra Cuorgnè e la confluenza nel Po.**
Settore Studi e Ricerche Geologiche - Sistema Informativo Prevenzione Rischi, Università degli Studi di Torino.
- n° 14 - 1999 ottobre: **Alluvioni in Valsesia (dal Medio Evo ai giorni nostri).**
Settore Studi e Ricerche Geologiche - Sistema Informativo Prevenzione Rischi - Biella.
- n° 15 - 1999 dicembre: **Raccolta e analisi dei dati storici per la prevenzione del rischio geologico nella piana alessandrina.**
Settore Prevenzione Territoriale del Rischio Geologico - Area di Alessandria
- n° 16 - 2001 dicembre: **I campeggi turistici nella Regione Piemonte. Identificazione degli ambiti e indicazioni sulla compatibilità ambientale nei confronti della pericolosità geologica, catasto dei dati, testo delle raccomandazioni.** *Settore Studi e Ricerche Geologiche - Sistema Informativo Prevenzione Rischi, sede di Mondovì.*