

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Facoltà di Scienze MM. FF. NN.

Dipartimento di scienze geologiche

Direttore Prof. Domenico Rio

Tesi di Laurea TRIENNALE

**STUDIO SULL'INFLUENZA DEI MINERALI  
ARGILLOSI SUL FENOMENO FRANOSO IN  
LOCALITÀ GAMBÀ (MONTE DI MALO, VI)**

*Relatore: Prof. Mario Floris*

*Correlatore/i: Dott. Michele Secco*

*Prof. Gilberto Artioli*

*Laureando: Federico Saporito*

ANNO ACCADEMICO 2010 / 2011

## INDICE

### Introduzione

1. Inquadramento generale dell'area in studio
2. Rilievo geologico di dettagli
3. Descrizione del fenomeno franoso in località Gamba (Monte di Malo, Vi)
4. Caratterizzazione dei minerali argillosi
5. Conclusioni

### Bibliografia

### Allegati

## INTRODUZIONE

La presente tesi è finalizzata allo studio di un movimento franoso avvenuto nella provincia di Vicenza, in località Monte di Malo (Contrada Gamba). Il fenomeno è avvenuto nel novembre 2010 a seguito di un periodo con precipitazioni piovose eccezionalmente intense, da dati pluviometrici raccolti dall'ARPAV risulta che a partire dal 31 ottobre, nell'arco di ventiquattro ore successive siano caduti circa 500 mm di pioggia. Tale evento ha causato numerosi disagi in tutto il territorio vicentino, colpendo principalmente il centro storico e la parte nord-ovest di Vicenza, facendo rivivere ai cittadini l'esperienza dell'alluvione del novembre 1966. Nella parte pedemontana del territorio vicentino a seguito dell'evento alluvionale del novembre 2010 sono stati registrati circa 500 fenomeni franosi, prevalentemente di piccole e medie dimensioni, ma in alcuni casi, come la riattivazione della frana Rotolon (Recoaro Terme), di grandi dimensioni e di elevato impatto; si è trattato, quindi, di un evento alluvionale che ha fatto scattare un elevato allarme idrogeologico in tutta la provincia.

I principali obiettivi di questa tesi sono:

- a) la definizione della geologia e della geomorfologia di dettaglio dell'area in frana;
- b) la caratterizzazione del fenomeno franoso;
- c) la caratterizzazione dei minerali argillosi in corrispondenza del piano di scorrimento della frana ed il riconoscimento del loro ruolo nel fenomeno di instabilità,

## 1. INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA IN STUDIO

La zona in esame è situata nella zona centro-occidentale della provincia di Vicenza, nell'ambito del territorio comunale di Monte di Malo, più precisamente in località Gamba.

Il dissesto in esame coinvolge un'area a destinazione agricola di discrete dimensioni, e si è verificato nel novembre 2010 a seguito delle abbondanti precipitazioni che hanno colpito le provincie di Vicenza e Verona.

L'intera area di studio è situata all'interno del Sudalpino, parte a sud della catena Alpina e separata dell' Austroalpino dal lineamento Periadriatico.



Fig. 1. Estratto della carta geologica del veneto

La geologia generale del territorio è stata dedotta dalla consultazione della *carta geologica del Veneto a scala 1:250000* (fig.1) e può essere schematizzata come segue, ordinata dai termini più antichi a quelli più recenti :

- CRETACICO SUPERIORE : Scaglia rossa: calcari più o meno argillosi rosei o più spesso rossi, con frattura a scaglia
- CRETACICO SUPERIORE-OLIGOCENE: tufi e ialoclastiti basaltici, e accumuli esplosivi
- CRETACICO SUPERIORE-MIOCENE INFERIORE: lave basaltiche, basalti a pillows filoni basici e ultrabasici.
- EOCENE MEDIO: calcareniti grigio-chiare e brune, stratificate, con grandi nummuliti.

Da una ricerca più approfondita, si evince che il sito in esame è collocato principalmente nell'ambito dei Calcari a Nummuliti e delle Vulcanoclastiti terziarie.

Dal punto di vista strutturale (note illustrative foglio 36 Schio), come accennato in precedenza, l'area fa parte del dominio del Sudalpino e più precisamente sul tavolato dei colli Lessini che è una porzione strutturalmente rigida limitata verso ovest dal Fascio Giudicariense e verso est dalla Linea Schio-Vicenza; quest'ultima è responsabile della brusca interruzione dei colli verso est. Il territorio lessino si presenta come una grande monoclinale leggermente immergente verso sud-est, dislocato da faglie trans-pressive con piani sub-verticali parallele alla Linea Schio-Vicenza, e quindi con una direzione NNO-SSE.

Secondariamente è presente un sistema di faglie più antiche tagliate del sistema di faglie precedente.

L'area di studio coinvolge un'area agricola destinata a vigneto (fig.2), è contraddistinta da quote altimetriche comprese tra 240 e 261 m s.l.m..

Il dissesto in particolare interessa un rilievo collinare, caratterizzato da lievi pendenze dove sono presenti scarsi affioramenti in roccia i quali sono stati portati a giorno da azioni di rimaneggiamento del terreno.



Fig. 2. Immagine dell'area in frana

La morfologia del territorio è prettamente collinare con pendii non molto inclinati plasmati, nel corso del tempo dell'azione di corsi d'acqua impostati prevalentemente lungo direttrici a controllo tettonico, e da fenomeni gravitativi derivanti dell'instabilità del substrato roccioso in seguito all'alterazione.

## 2. RILIEVO GEOLOGICO DI DETTAGLIO

In questa sezione sono analizzate in dettaglio le unità geologiche che caratterizzano il territorio in esame. Per quanto riguarda il substrato roccioso la formazione più antica è rappresentata dalla Scaglia Rossa su cui poggiano le unità Vulcanoclastiche terziarie, i Calcari a Nummuliti ed infine delle lave basaltiche terziarie. Al di sopra di questi termini sono presenti depositi quaternari di origine prevalentemente colluviale. Tutte le litologie riscontrate sono state inserite in una carta geologica creata sulla base della CTR della zona (vedi allegato 1).

Di seguito vengono descritti in dettaglio i depositi riconosciuti nelle fasi di rilevamento.

### CALCARI NUMMULITICI (EOCENE)

Sono costituiti da una successione di rocce carbonatiche di colore biancastro e grigiastro, con un alto contenuto in fossili, soprattutto Nummuliti facilmente individuabili ad occhio nudo.

Dal punto di vista idrogeologico questa formazione è caratterizzata da un'elevata permeabilità secondaria, dovuta alla fessurazione e al carsismo, e costituisce l'acquifero della zona in esame.

I Calcari a Nummuliti si rinvencono entro i depositi vulcanoclastici e alla base delle colate basaltiche. Affiorano lungo la strada provinciale (fig.3), in particolare in uno scavo a ovest della contrada Gamba, all'interno dell'area si rinvencono nel settore est e a nord in vicinanza della cava.



Fig. 3. Affioramento di Calcari a nummuliti

## VULCANOCLASTITI E LAVE TERZIARIE (OLIGOCENE)

Fanno parte di manifestazioni vulcaniche di tipo basico che si sviluppano dal Cretaceo superiore all'Oligocene, nella zona dei Lessini sud-orientali, dei Berici e nella fascia pedemontana. A testimonianza di questi eventi si rinvengono facilmente in tutto il territorio affetto da questa attività vulcanica : camini di alimentazione, intrusioni sub-vulcaniche con formazione di lave a fessurazione colonnare, colate subaeree e subacquee, e una vasta gamma di prodotti piroclastici. Nel territorio rilevato sono state riconosciute delle colate laviche e delle vulcanoclastiti.

Le colate laviche si rinvengono nel settore occidentale e sono ben esposte in un'area di cava (fig. 4). Hanno composizione basaltica, possiedono una colorazione nerastra che tende al violaceo nelle aree di alterazione.

Le vulcanoclastiti si rinvengono nel settore centro-orientale. Queste rocce tendono ad alterarsi molto velocemente in superficie, generando spesse coltri argillose, di conseguenza i loro affioramenti sono assai sporadici. Esse costituiscono il substrato roccioso dell'area e la loro presenza è stata rilevata da un sondaggio a carotaggio continuo.



Fig. 4. Affioramento lave basaltiche



## DEPOSITI COLLUVIALI

Sono dei depositi eterogenei e incoerenti costituiti da frammenti di roccia e di suolo (fig. 5). Sono prodotti dall'azione combinata delle acque di ruscellamento superficiale e dal soliflusso e si depositano al piede del versante. Nell'area in esame sono costituiti da una matrice limoso-argillosa con rari clasti eterometrici e di composizione basaltica. Spessori anomali di questi depositi sono da imputarsi all'attività antropica legata alla movimentazione del terreno durante la fasi di lavorazione agricola.



Fig. 5. Depositi colluviali

### 3. DESCRIZIONE DEL FENOMENO FRANOSO IN LOCALITA' GAMBA (MONTE DI MALO)

Con l'attività di rilevamento geologico e dai dati geofisici raccolti durante le indagini svolte da uno studio geologico professionale ( relazione geologica E.Marcato) incaricato dalla provincia di Vicenza, è stato possibile effettuare una caratterizzazione dei dissesti avvenuti nell'area in esame.

In via preliminare il fenomeno franoso può essere suddiviso in tre settori A, B e C (vedi allegato 2).

Settore A (figura 6)

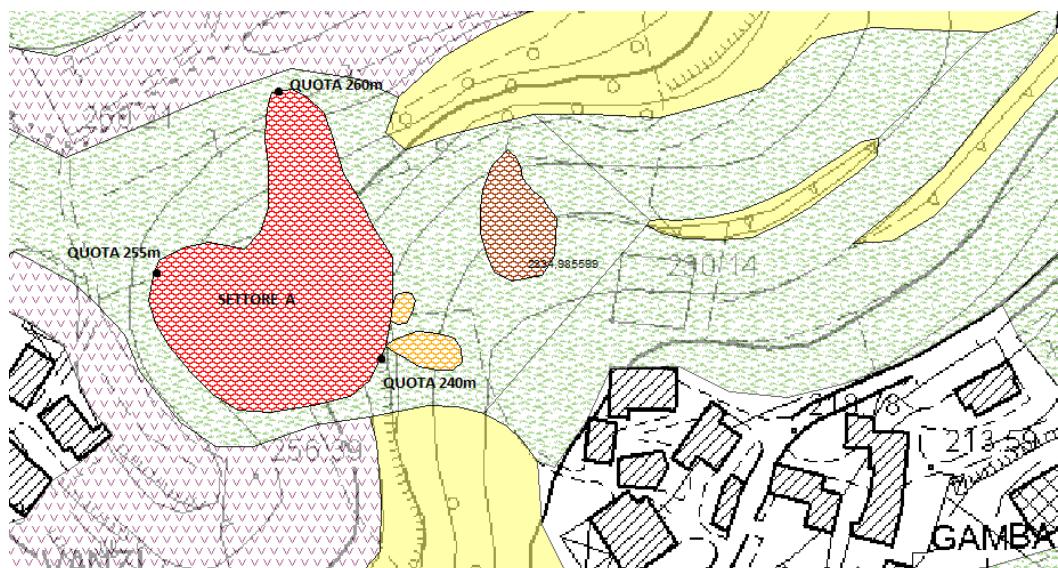


Fig. 6. Estratto della carta geologica, settore A

In questo settore il movimento di versante, è costituito da due nicchie di distacco separate, di forma arcuata e da due corpi di frana che scendendo verso valle si uniscono in un unico fronte. Il substrato roccioso è costituito dalle Vulcanoclastiti Terziarie, nella parte a monte, e dai Calcari Nummulitici nella parte inferiore.

La nicchia più piccola è ubicata a nord del sito e ha un'ampiezza di 25-30 m e con il ciglio superiore a una quota di 260 m.

La nicchia più estesa è spostata verso ovest e presenta un'ampiezza di 50 m con il ciglio superiore a una quota di 255 m.

Il piede della frana si trova a una quota di 240 m, e il dislivello complessivo è di circa 20 m; il volume stimato del corpo di frana è di circa 6230 m<sup>3</sup>.

L'evento è evidenziato dalla presenza di fratture sia nella parte superiore, intermedia e in quella basale, segnalate da piccole scarpate; la direzione di queste ultime è concorde con la direzione di movimento del corpo di frana secondo la massima pendenza del versante.



Fig. 7. Nicchia di distacco del settore A

La superficie di rottura è molto evidente nella parte sommitale del dissesto (fig.7), ma non si osserva nella parte inferiore. Sulla base di tale osservazione e dai dati geofisici raccolti (studio professionale E. Marcato) il movimento franoso presenta un spessore massimo di 3,5-4 m (vedi allegato 3), il movimento non si è ancora sviluppato del tutto e il suo moto risulta contrastato dalle resistenze della porzione di terreno ancora integra.

Il movimento del terreno colluviale nella parte mediana del corpo di frana risulta pertanto compensato dal rigonfiamento dello stesso settore, dando così origine a una morfologia bombata e potenzialmente riattivabile in quanto instabile.

Nel settore A il fenomeno franoso, utilizzando la classificazione di Cruden&Vernes, può essere descritto come uno scorrimento traslazionale (earth slide), perché coinvolge un'area relativamente grande con ma con una superficie di scorrimento a piccola profondità.

Settore B (figura 8)

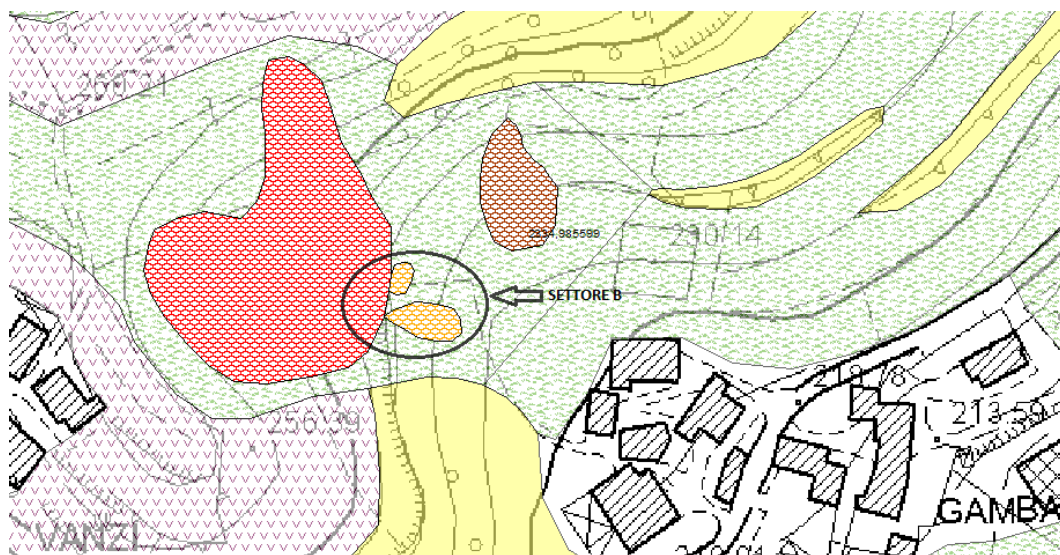


Fig. 8. Estratto carta geologica, settore B

In questo settore il fenomeno franoso è di più modesta entità rispetto al precedente e si presenta come una frana a forma di cono che si è staccata dal corpo di frana principale ed è evoluto come una colata di terra (fig. 9, vedi allegato 3). In questo momento il corpo di frana del settore B è stabile, ma non si può escludere la possibilità che un futuro movimento del settore A possa fornire nuovo materiale alimentando questo fenomeno. Leggermente più a lato rispetto a questo dissesto, se ne rinviene un altro (B1) con le stesse caratteristiche con l'unica differenza che questo non è ancora evoluto in una colata di terra (fig. 10).



Fig. 9. Immagine della colata nel settore B



Fig. 10. Immagine del settore B

### Settore C (figura 11)

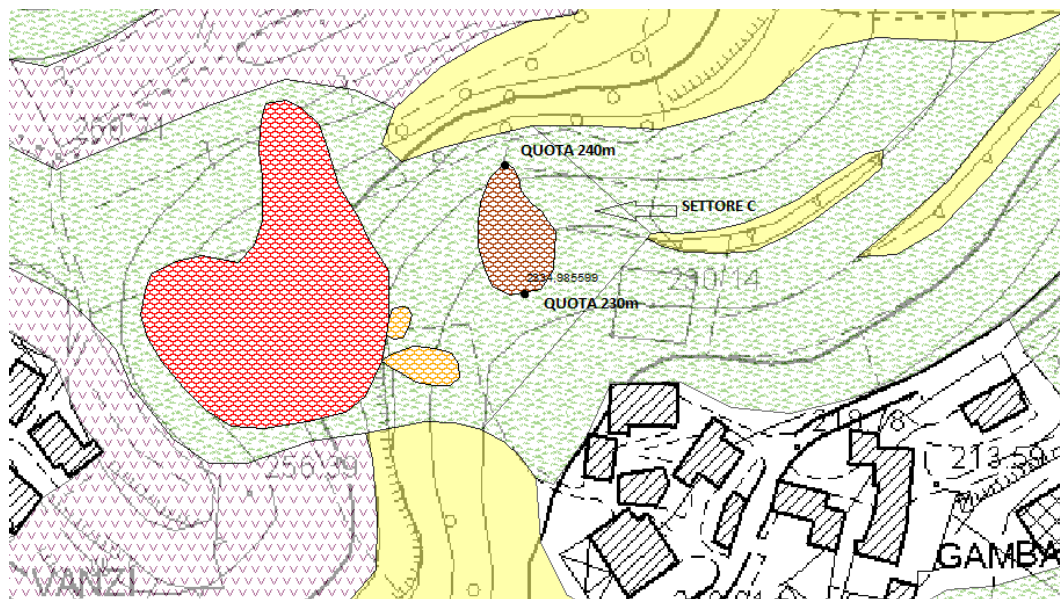


Fig. 11. Estratto carta geologica, settore C

Si tratta del versante più a est dell'area in esame, dove il substrato roccioso è costituito esclusivamente dai Calcari Nummulitici. Il corpo di frana si distingue perché ha prodotto un rigonfiamento anomalo del terreno portando alla traslazione dei filari di vite (fig.12).

Ha un'ampiezza di circa 20 m e una lunghezza di circa 50m, il ciglio superiore è posto a una quota di 240 m, mentre quello inferiore a una quota di 230 m.

Il dislivello complessivo è di 10 m e il volume del corpo è stimato in circa 360 m<sup>3</sup>. La sua delimitazione risulta complessa perché le uniche fratture ben visibili sono state riscontrate nella parte inferiore della frana, sono però sufficienti per affermare che la direzione di movimento è concorde con la massima pendenza del versante. Dai dati geofisici raccolti ( relazione geologica E.Marcato) è stato evidenziato che lo spessore massimo del corpo di frana non supera i 2 m.

Secondo la classificazione di Cruden&Varnes, il movimento franoso del settore C può essere definito come colamento superficiale lento (soli creep), successivamente però questo settore potrebbe evolvere come colata di terra.



Fig. 12. Immagine settore C

#### 4. CARATTERIZZAZIONE DEI MINERALI ARGILLOSI

Per la determinazione del substrato roccioso, nel corso dello studio professionale condotto dal geologo E. Marcato è stato eseguito un carotaggio continuo, nel corpo di frana (settore A), investigando una profondità di 10m. Da una prima osservazione delle carote estratte, si può notare che con l'aumento della profondità varia sia il grado di compattazione del materiale sia la sua composizione, ma da una certa profondità in poi il materiale, sembra acquisire caratteristiche più omogenee (fig. 13 e 14). Per questo motivo è stato deciso di campionare delle aliquote di materiale per lo studio della loro composizione mineralogica nei primi 1,5m ogni 30cm, poi da 1,5m a 5,5m ogni 50cm e infine da 5,5m si è campionato ogni metro fino a raggiungere la profondità massima. Con questa metodologia di campionamento sono stati raccolti diciotto campioni, che sono stati numerati in funzione della loro

profondità, partendo al campione 0 a livello superficiale fino al 950 corrispondente alla profondità massima di carotaggio.



Fig. 13. Cassetta di carotaggio da 0m a 5m



Fig. 14. Cassetta di carotaggio da 5m a 10m



L'interpretazione dei dati ottenuti dai diffrattogrammi, è stata eseguita attraverso il software dedicato X'Pert HighScore Plus 3.0, sfruttando il database ICDD per la determinazione qualitativa delle fasi mineralogiche presenti. Questo ha permesso di individuare le fasi mineralogiche all'interno dei campioni, attraverso lo studio dei riflessi diffrattometrici ottenuti e confrontandoli con PDF dei minerali contenuti nel database.

La tabella 1 riassume i risultati ottenuti, riportando in ascissa il numero del campione, e in ordinata le fasi mineralogiche individuate .

Campioni	Quarzo	Plagioclasio	Ematite	Clinopirosseno	Muscovite	Illite	Clorite	Smectite
0	x	X	x	x	x	x	x	x
30	x	X	x	x	x	x	x	x
60	x	X	x	x tr	x	x	x	x
90	x	X	x	x	x	x	x	x
120	x	X	x	x	x	x	x	x
150	x	X	x	x tr	x	x	x	x
200	x	X	x		x	x	x	x
250	x	X	x		x	x	x	x
300	x	X	x		x	x	x	x
350		X	x					x
400	x	X	x	x tr	x	x	x	x
450	x tr	x tr	x					x
500	x tr	x tr	x					x
550		x tr	x				x tr	x
650		x tr	x					x
750		x tr	x					x
850		X	x	x tr			x tr	x
950		X	x					x

Tabella 1. Fasi mineralogiche riscontrate per i campioni (tr = tracce)

La tabella fornisce un profilo della composizione mineralogica del terreno, e dalla sua lettura si possono facilmente individuare due zone, che si distinguono in base alla loro composizione.

La prima zona è quella più superficiale, dalla superficie del terreno fino a una profondità di 300 cm, e presenta un'associazione mineralogica data da predominante quarzo, associato a plagioclasio, ematite, clinopirosseno, muscovite, clorite, illite e smectite.

La seconda zona, più profonda, presenta un'associazione mineralogica meno articolata e data da predominante smectite, associata ad ematite e plagioclasio,

e meno quarzo clinopirosseno e clorite, ed è caratteristica dei sedimenti dai 350 cm fino alla profondità massima di carotaggio.

I minerali identificati, confermano la presenza di un substrato roccioso composto da vulcanoclastiti, queste però risultano molto alterate lungo tutta l'altezza investigata; questo ci può portare a supporre una coltre di alterazione nei primi 10m di profondità e al di sotto di questa sono presenti le vulcanoclastiti inalterate.

Si può assumere come minerale principale del gruppo delle smectiti la montmorillonite, in quanto il pattern sperimentale misurato trova buona congruenza con il pattern teorico della montmorillonite 15 Å.

Si può assumere che la zona di transizione sia posizionata a una profondità di circa 3 m, e si è scelto il campione 300 come rappresentativo di tale area; lo stesso è stato fatto per le altre due zone individuando il campione 90 come rappresentativo della zona superiore e il campione 950 come rappresentativo della zona inferiore. La scelta del campione 300 come rappresentativo della zona di transizione non è stata casuale, infatti come accennato nel capitolo in cui è stato descritto il settore A, a questa profondità dalle indagini geofisiche (studio professionale E.Marcato) era emerso un livello in cui cambiava sia la resistività del terreno che la velocità di propagazione delle onde sismiche, e a ragion veduta era stata collocata a quella profondità la superficie di scorrimento del fenomeno franoso.

Considerando questi tre campioni rappresentativi, si è proceduto a un confronto dei diffrattogrammi per osservare qualitativamente la variazione del contenuto di determinati minerali. Questa operazione è possibile perché le intensità dei riflessi caratteristici di un minerale, ad esempio quelli generati dalle sezioni basali, sono date dalla somma dei contributi di diffrazione di tutte le sezioni basali di quel minerale presenti all'interno del campione, di conseguenza maggiori sono le sezioni basali maggiore è la quantità di quello stesso minerale.

Nelle figure 15, 16 e 17 sono riportati i diffrattogrammi dei campioni 90, 300 e 950 con i relativi pattern delle fasi mineralogiche individuate.

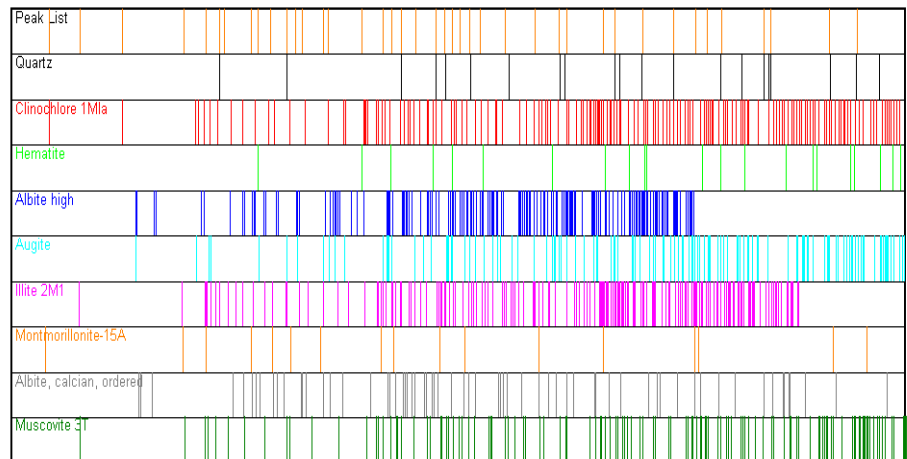
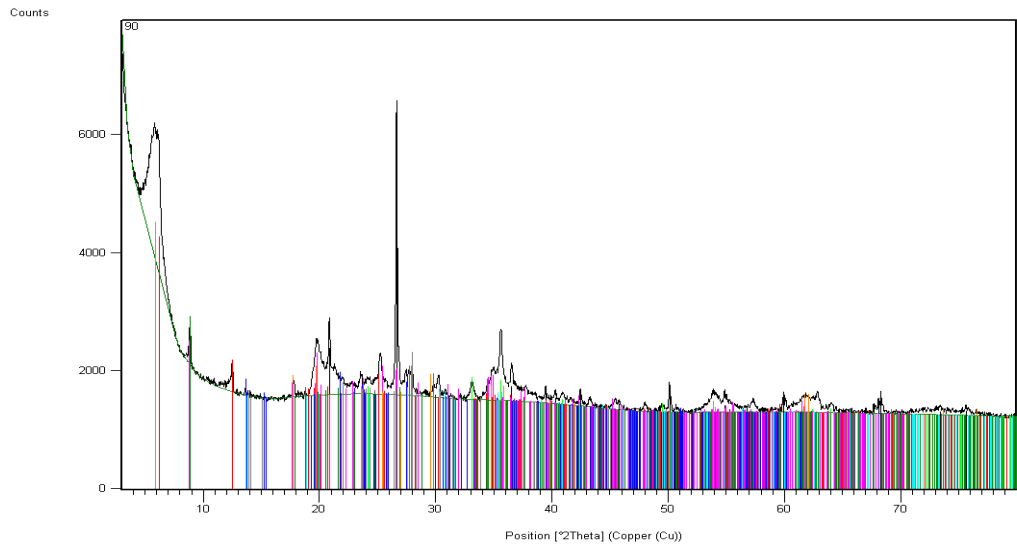


Fig. 15. Diffratogramma campione 90 e relativi pattern delle fasi mineralogiche individuate

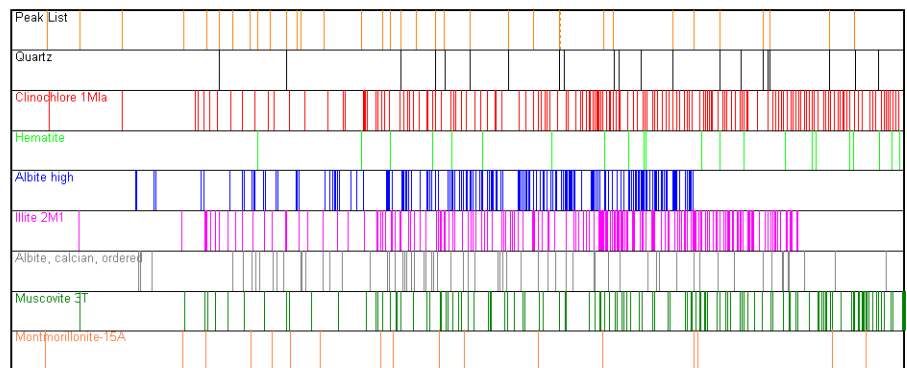
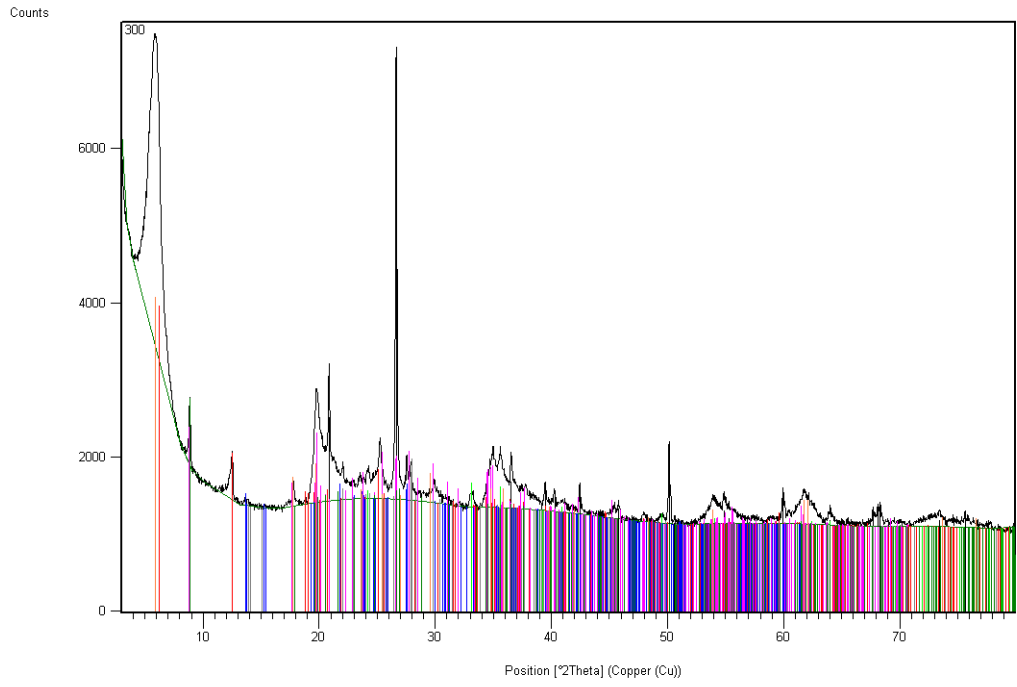


Fig. 16. Diffratogramma campione 300 e relativi pattern delle fasi mineralogiche individuate

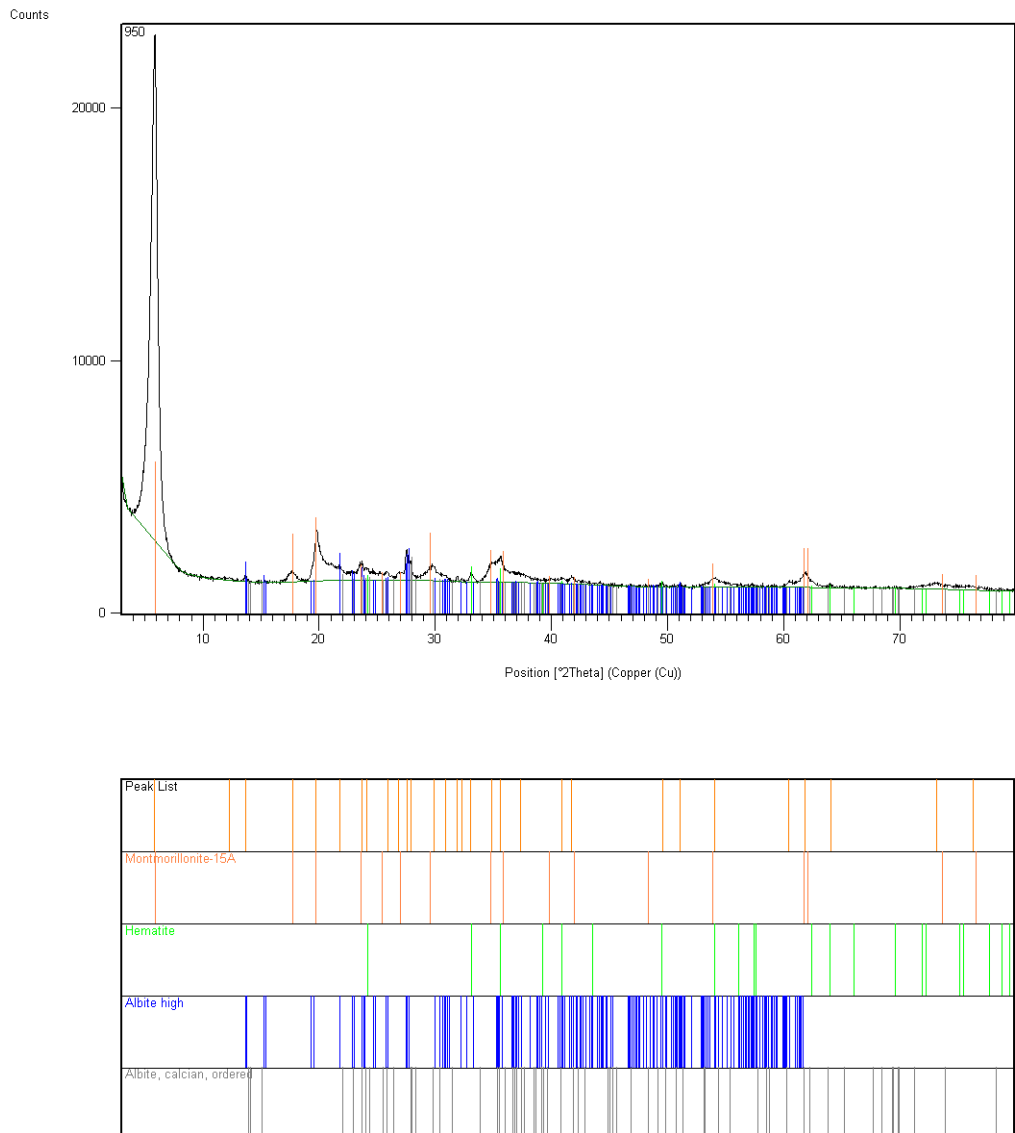


Fig. 17. Diffrattogramma campione 950 e relativi pattern delle fasi mineralogiche individuate

Dalla lettura dei tre diffrattogrammi, si nota in linea generale un aumento del contenuto in smectite all'aumentare della profondità del carotaggio, mentre clorite, illite, quarzo, e clinopirosseno diminuiscono con la profondità. L'ematite è presente in tutti i campioni esaminati e il plagioclasio, sebbene

presenti fluttuazioni nelle quantità relative a seconda del materiale in analisi, risulta anch'esso sempre presente.

Per mettere meglio in evidenza l'aumento del contenuto di smectite andando in profondità, è stato fatto un confronto in un campo ristretto di [ $^{\circ}2\theta$ ] tra  $0^{\circ}$  e circa  $12,5^{\circ}$ . E' stato scelto questo campo perché in esso cadono i riflessi principali di smectite, clorite ed illite.

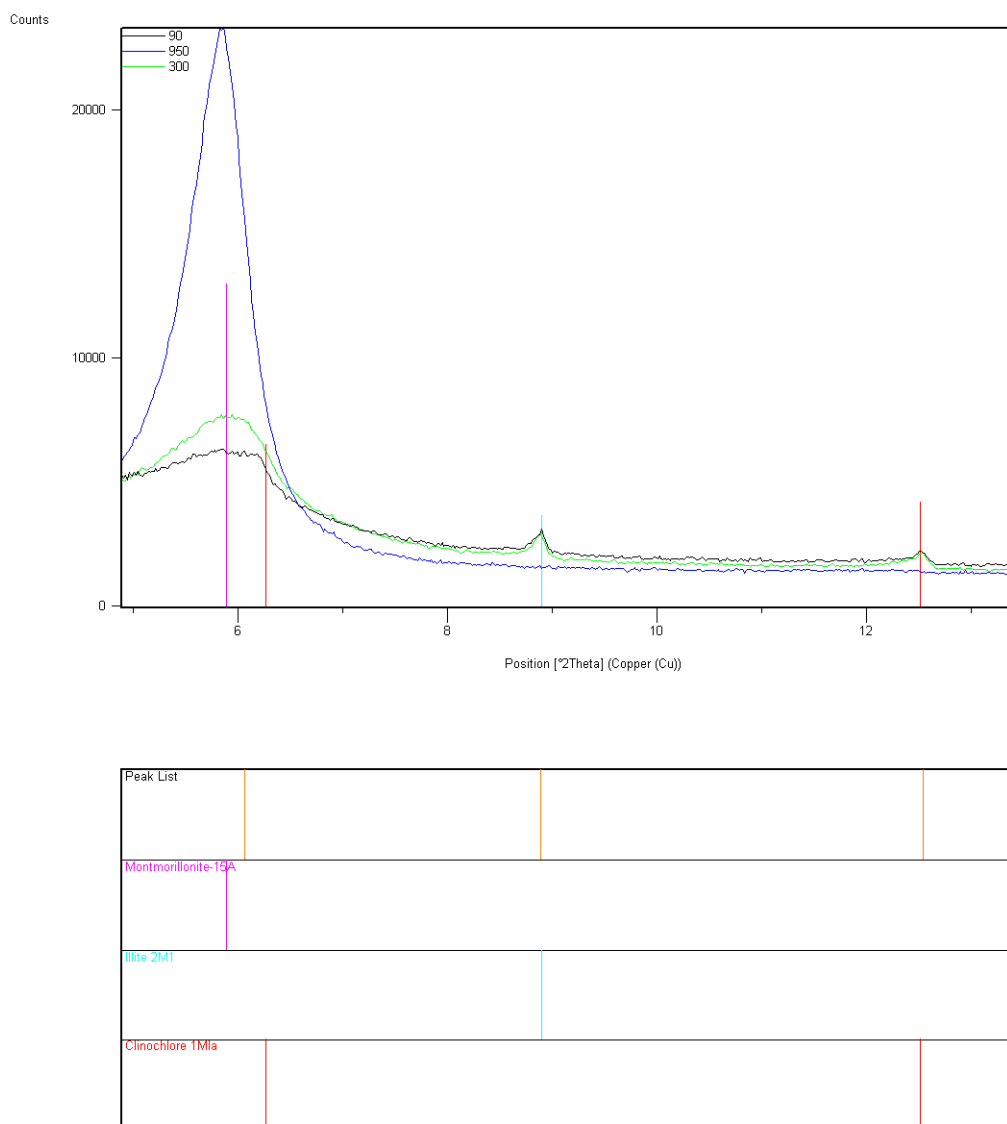


Fig. 18. Confronto tra le intensità relative dei riflessi principali delle fasi smectite, illite e clorite nei campioni 90, 300, 950

Dai dati ottenuti risulta evidente il forte aumento di intensità del riflesso principale della smectite, a  $5,80^{\circ} [2\theta]$ , dal campione più superficiale a quello più profondo; il dato suggerisce un aumento nelle concentrazioni relative di tale fase mineralogica in funzione della profondità di campionamento. Per quanto riguarda la clorite e l'illite, si nota una lieve diminuzione del loro contenuto dal campione 90 al 300, ed una totale assenza nel campione più profondo.

I campioni 300 e 950 sono stati in seguito preparati con la tecnica della levigatura ed analizzati in diffrattometria ai raggi x delle polveri, pre- e post-trattamento con glicole etilenico; i diffrattogrammi ottenuti sono stati confrontati al fine di valutare eventuali spostamenti dei riflessi basali dei minerali delle argille in funzione delle loro caratteristiche di espandibilità. I risultati ottenuti sono riportati nelle immagini 19 e 20.

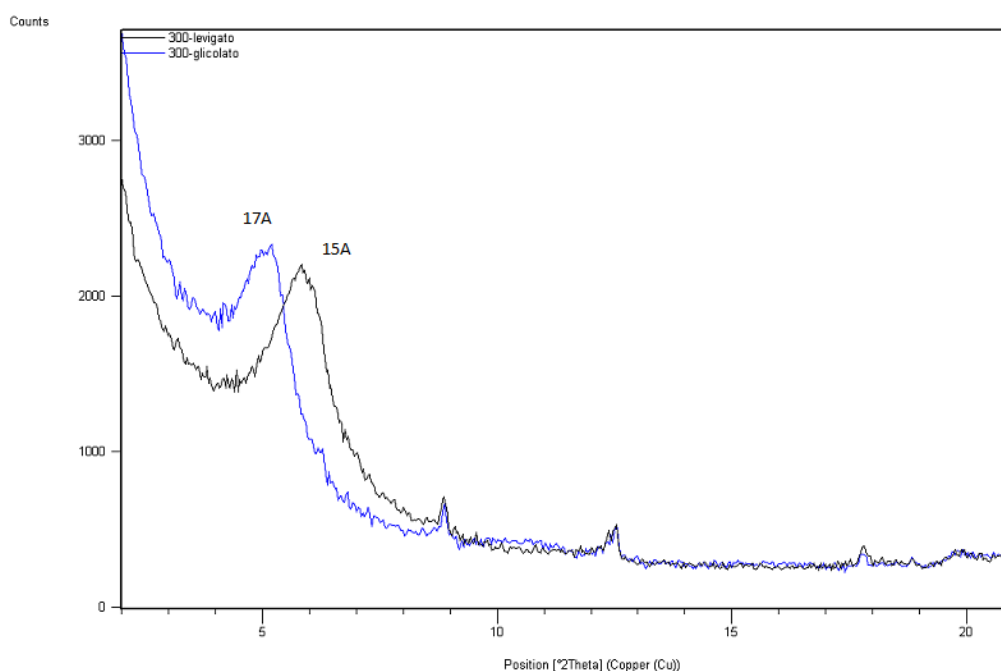


Fig. 19. Confronto tra i diffrattogrammi levigato e glicolato del campione 300

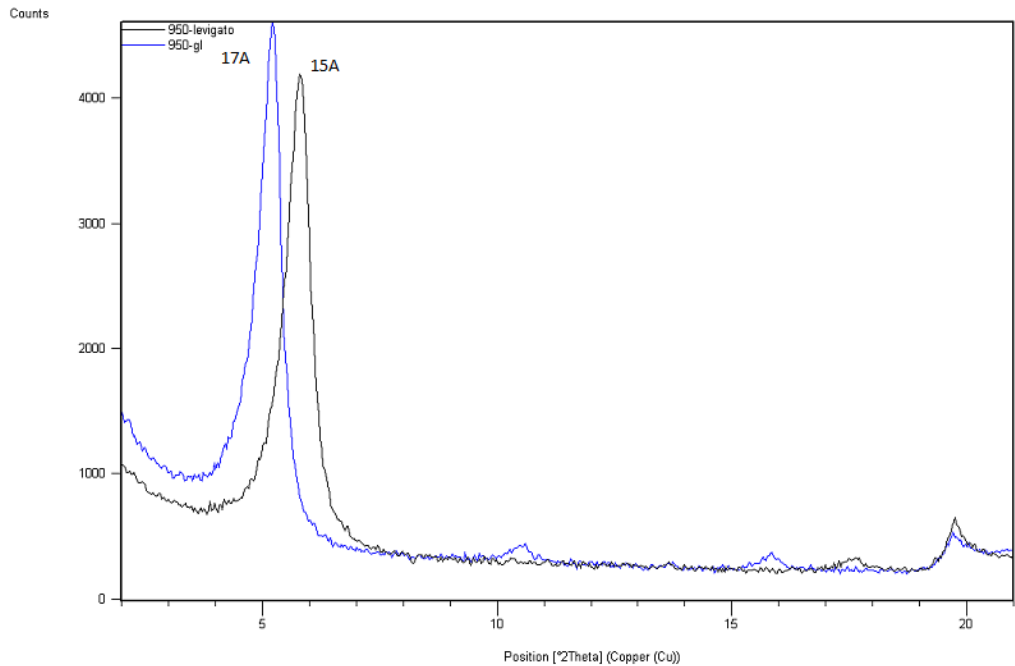


Fig. 20. Confronto tra i diffrattogrammi levigato e glicolato del campione 950

Da questi diffrattogrammi si nota come le posizioni dei riflessi di clorite ed illite rimangano invariate; ciò è dovuto al fatto che tali minerali delle argille, in quanto caratterizzati da comportamento espansivo basso o nullo, non incorporano la molecola organica nell'interstrato, con conseguente assenza di variazione di d-spacing dei piani basali. Diversamente la smectite, minerale fortemente espansivo, reagisce molto bene al trattamento al glicole, infatti nel diffrattogramma levigato il riflesso della sezione basale si registra ad un valore angolare di circa 5,80 [°2Th], corrispondente ad un d-spacing 15 Å, mentre nel diffrattogramma relativo al campione trattato al glicole il riflesso della sezione basale, risulta spostato ad un valore di 5,20[°2Th], indicativo di un aumento di spessore a 17 Å.

Dall'osservazione dei dati ricavati dai diffrattogrammi dei campioni trattati al glicole, si può confermare che la smectite presente nei campioni è montmorillonite, perché il rigonfiamento registrato dalla sezione basale è tipico di essa. Inoltre la montmorillonite risulta essere pura, in quanto se fosse stata



interstratificata, ovvero caratterizzata da intercalazioni di altri minerali di argille al suo interno con carattere espansivo minore, le variazioni di spessore della sezione basale avrebbero uno spostamento minore rispetto a quello registrato.

## 5. CONCLUSIONI

Dall'unione dei dati ottenuti, ricavati dal rilevamento geologico, geomorfologico e dalle analisi diffrattometriche dei campioni, si può ottenere una visione completa del fenomeno franoso in studio.

I dati derivanti dallo studio geologico ci indicano che il substrato roccioso del settore A, è formato dalle vulcanoclastiti; incrociando questo dato con quello mineralogico si ottiene una conferma della geologia del substrato roccioso.

Dall'interpretazione dei dati geofisici (relazione professionale E. Marcato), è stata individuata la presenza di una superficie in cui cambiano i parametri di resistività apparente del suolo e la velocità di propagazione delle onde sismiche. Tale interfaccia è collocata alla profondità di 3,5 m, e a ragion veduta su tale piano è stata posta la superficie di scorrimento del fenomeno franoso.

Tuttavia, come illustrato nei capitoli precedenti, anche gli studi mineralogici hanno permesso di individuare una superficie in cui, la composizione mineralogica e il contenuto di alcuni tipi di minerali (soprattutto i minerali delle argille, in particolar modo le smectiti) varia, individuando così un'interfaccia che permette di distinguere la parte superficiale da quella più profonda. Tale interfaccia è stata localizzata a una profondità di 3,5 m.

Grazie a questa congruenza tra i dati derivanti dal rilevamento classico, e dalle analisi diffrattometriche, è stato possibile dare una spiegazione mineralogica, oltre a quella geotecnica, del fenomeno franoso.

Lo strato superiore del terreno, fino a una profondità di 3,5 m, ha uno scheletro silicoclastico costituito dai seguenti minerali: quarzo, clinopirosseno plagioclasio, ematite e minerali delle argille scarsamente o per nulla espansive, come illite e clorite.

Lo strato sottostante è composto prevalentemente da predominante smectite (in particolar modo montmorillonite), associata ad ematite e plagioclasio, ed in minor misura quarzo, clinopirosseno e clorite. L'elevata capacità di adsorbimento di acqua da parte della montmorillonite ne determina il rigonfiamento che, come illustrato precedentemente, ne fa aumentare il d-spacing da 15 Å a 17 Å. Questo incremento di volume dovuto all'acqua presente all'interno del minerale, provoca un aumento della plasticità dello strato e come conseguenza si ha una diminuzione delle forze di resistenza.

A seguito delle forti precipitazioni avvenute nel novembre 2010, che hanno determinato un afflusso anomalo di acque superficiali e sotterranee nella zona in esame, i materiali argillosi del secondo strato hanno avuto la possibilità di adsorbire molta acqua aumentando così la loro plasticità con un conseguente incremento delle tensioni neutre, e facendo diminuire le tensioni efficaci.

Questo ha portato allo sviluppo di un fenomeno franoso classificabile come scorrimento traslazionale in cui lo strato superiore, che presenta un comportamento più rigido, è stato messo in movimento rispetto allo strato sottostante, che presenta un'elevata plasticità. La superficie di scorrimento è posta a una profondità di 3,5 m in corrispondenza del cambio di composizione mineralogica del terreno, all'interfaccia substrato roccioso-copertura detritica.

## BIBLIOGRAFIA

- Studio geologico professionale, E. Marcato 2010
- Monte di Malo aspetti geologici, P. Mietto 1992
- Geologia della provincia di Vicenza, M. Arcaro F. Cocco 2002
- Note illustrative della carta geologica d'Italia foglio 36 Schio
- Geingegneria, L. Gonzalez de Vallejo 2005



