



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

FACOLTÀ DI SCIENZE MM. FF. NN.

Dipartimento di Geoscienze

TESI DI LAUREA TRIENNALE IN SCIENZE GEOLOGICHE

**Studio sulle caratteristiche geologiche che predispongono alla  
franosità nell'area di Roveglia (Recoaro Terme, VI)**

*Relatore: Prof. Mario Floris*

*Correlatore: Prof. Dario Zampieri*

*Laureando: Antonio Cortina*

ANNO ACCADEMICO 2010 / 2011

## **Sommario**

<a href="#"><u>Introduzione</u></a>	<a href="#"><u>3</u></a>
<a href="#"><u>Inquadramento geologico</u></a>	<a href="#"><u>5</u></a>
<a href="#"><u>Fenomeni franosi</u></a>	<a href="#"><u>11</u></a>
<a href="#"><u>Analisi e discussione dei dati</u></a>	<a href="#"><u>14</u></a>
<a href="#"><u>Conclusioni</u></a>	<a href="#"><u>18</u></a>
<a href="#"><u>Bibliografia</u></a>	<a href="#"><u>19</u></a>

Allegato 1. Carta Geologica.

Allegato 2. Sezione Geologica A-B.

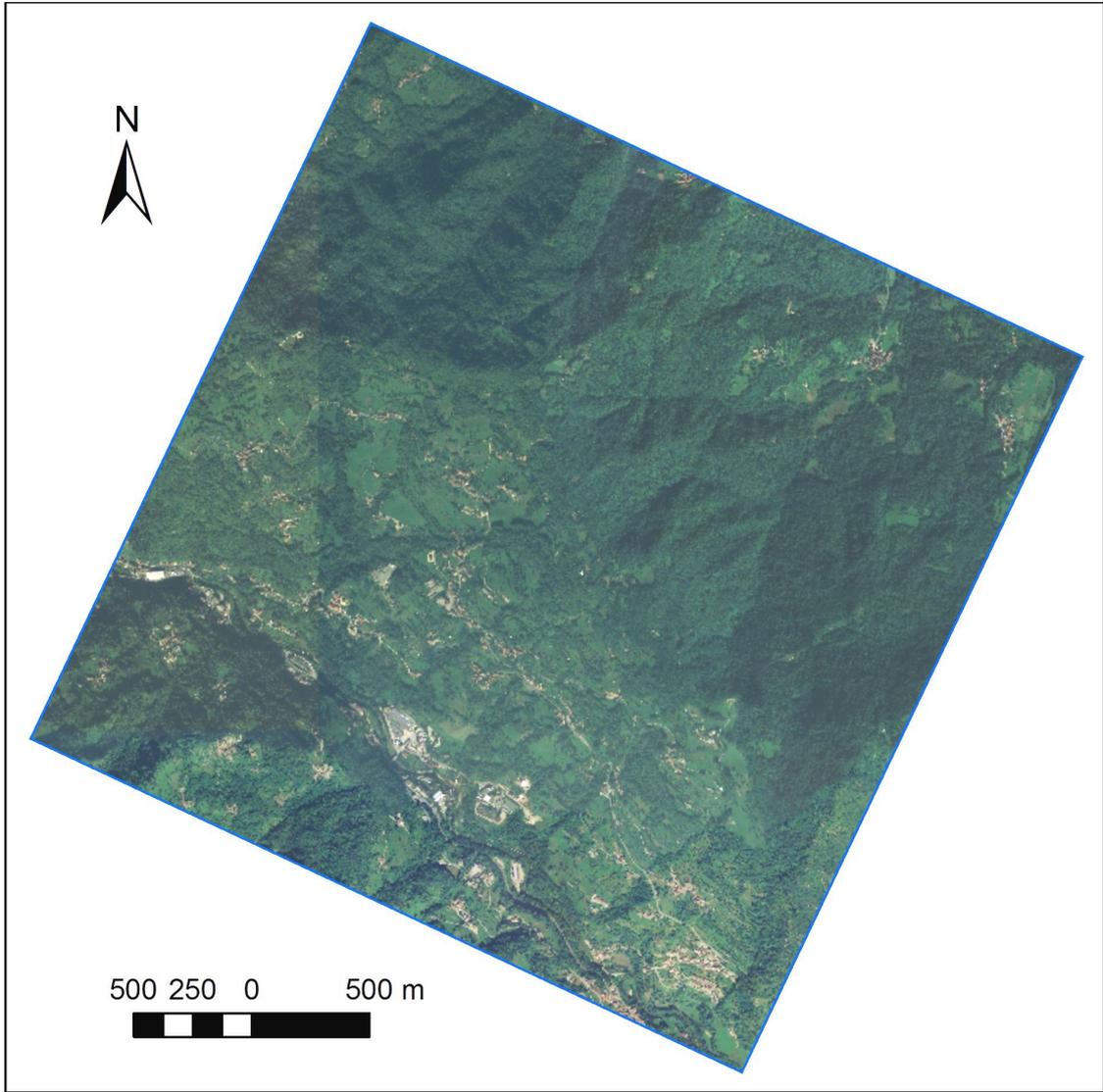
Allegato 3. Sezione Geologica C-D.

## **Introduzione**

Il presente lavoro ha come oggetto di studio le caratteristiche geologiche che predispongono alla franosità nella zona di Roveglia (Recoaro terme, Vi) (Fig. 1). L'area di studio è caratterizzata da fenomeni franosi, di varie tipologie e dimensioni, connessi con la tipologia dei depositi detritici di copertura presenti, con le condizioni giaciture dei corpi geologici e con la natura litologica del substrato.

Attraverso la consultazione e analisi di tutti i documenti preesistenti pubblicati e non (relazioni professionali e carte geologiche), dell'Inventario Fenomeni Franosi Italiani (IFFI, <http://www.mais.sinanet.apat.it/cartanetiffi/>), dei dati di interferometria satellitare a disposizione nel portale del Ministero dell'Ambiente ed a seguito di indagini in sito e l'analisi delle foto aeree, è stato possibile:

- a) descrivere i parametri che legano la particolare struttura geologica con la franosità presente nell'area, considerando sia rapporti stratigrafici tra litologie presenti e versante considerato, nonché le caratteristiche litologiche stesse, come, ad esempio, strutture che determinano scarse proprietà di resistenza dei terreni;
- b) correlare gli strumenti, i dati a disposizione, le relazioni geologiche precedenti e ciò che è stato osservato in campagna con la geologia che caratterizza l'area e identificare le caratteristiche che predispongono alla franosità;
- c) implementare in ambiente GIS una banca di dati spaziali che raccoglie in modo organico e facilmente fruibile tutte le informazioni territoriali disponibili.



**Figura 1. Veduta aerea dell'area in studio.**

## **Inquadramento geologico**

La zona di Recoaro costituisce la porzione più meridionale del Sudalpino, dove affiora il basamento cristallino come testimonianza del ciclo orogenico Ercinico, di età Paleozoica. Al di sopra di questo è presente una potente successione prevalentemente sedimentaria, che documenta con sostanziale continuità il periodo che va dal Permiano superiore al Miocene inferiore. Una delle caratteristiche più importanti di quest'area è la possibilità di osservare le oscillazioni eustatiche avvenute durante il Triassico. Durante questo periodo infatti il Recoarese si trovava in condizioni tropicali di mare poco profondo, ed ha potuto registrare le cadute e le risalite del livello del mare, producendo una serie di discordanze erosive che interrompono momentaneamente la continuità delle successioni (Mietto e Zampieri, 2005).

Dal punto di vista tettonico (fig.2) la zona si trova nella catena a pieghe e sovrascorrimenti del Sudalpino. Questa zona si è sollevata principalmente nel Neogene, a causa della collisione tra placca Africana ed Europea, ed è separato dal cuneo collisionale alpino tramite il Lineamento Periadriatico. Questa collisione ha generato un raccorciamento del margine settentrionale della microplacca Adria, avvenuto tramite sviluppo di sovrascorrimenti sudvergenti (e più rari nordvergenti) secondo una sequenza di tipo piggy back, dove l'età di formazione di questi sovrascorrimenti diminuisce dall'interno della catena verso l'esterno. I sovrascorrimenti principali in ordine di formazione sono: la Linea della Valsugana, la Linea di Belluno e la Linea di Bassano.

In particolare nell'area studiata, sono presenti le seguenti strutture:

- un'ampia anticlinale con asse immergente a WSW, al cui nucleo viene a giorno il Basamento Cristallino, che fa parte di una vasta gamma di pieghe ad



superiore-Giurassica oppure anche Paleogenica. Alternativamente, o in aggiunta, la componente verticale può derivare da movimenti di tipo strike-slip contemporanei o successivi al raccorciamento alpino (Neogenico-Attuale) che hanno interessato rocce a giacitura inclinata.

La zona di studio comprende le seguenti unità stratigrafiche, (Barbieri et al., 1980; Mietto e Zampieri, 2005), di cui si forniscono sinteticamente le caratteristiche litologiche.

**Filladi** (Pre-Permiano). Costituiscono la parte superiore del basamento cristallino. Le filladi sono rocce derivate dal metamorfismo di depositi argillosi, e rappresentano la base della sequenza stratigrafica. Si osservano nella zona a nord ovest dell'area in studio, e sul versante destro del torrente Agno. Composizione: quarzo, albite, mica bianca, clorite, e in misura minore biotite.

**Arenarie di Val Gardena** (Permiano medio e inferiore). Depositi clastici di colore rosso, grigio o giallastro, essenzialmente arenarie quarzoso-feldspatiche e siltiti che poggiano in discordanza sul basamento cristallino. Le arenarie sono prevalenti alla base, mentre al tetto vengono sostituite da siltiti.

**Formazione a Bellerophon** (Permiano superiore). Unità evaporitica, costituita da dolomie scure spesso cariate, marne, evaporiti (gesso e anidriti) e calcari molto fossiliferi (Bellerophon, gasteropode). Deposta in condizioni di mare poco profondo (lagunare) alla base, va via via ad approfondirsi nella parte più alta e rappresenta depositi di mare più aperto, testimoniando una tendenza trasgressiva.

**Formazione di Werfen** (Scitico). Successione sedimentaria del triassico inferiore, costituita da depositi carbonatici, terrigeni e misti, in prevalenza da siltiti rossastre fittamente laminate, con laminazione piano parallela. Il

contatto alla base con la formazione a Bellerophon è netto-non erosivo, e testimonia il passaggio a condizioni di mare poco profondo. Lo ritroviamo a ovest di contrada Fracassi e a Est di contrada Cappellazzi.

**Dolomia del Serla inferiore:** (Anisico inf.-Scitico sup.?). Dolomie grigio-biancastre, ben stratificate deposte in condizioni di piana tidale a bassa profondità. Il passaggio con la sovrastante formazione a Gracilis è graduale, segnato da un incremento della componente terrigena.

**Vulcaniti Terziarie** (Ladinico). Masse vulcaniche equiparabili a laccoliti o grandi sill, intrusi a bassa profondità. Presenti prodotti acidi, rioliti, riodaciti e daciti, legati ad una fase iniziale, mentre nella fase finale il chimismo si sposta verso prodotti più basici, fino ad arrivare ai basalti.

**Formazione a Gracilis** (Pelsonico-Anisico inferiore). Successione carbonatico-terrigena, dove la componente terrigena varia dalla base al tetto. Troviamo infatti progressivamente siltiti e marne argillose, calcari siltosi e marnosi e infine gessi e argilliti gessifere. Affiora abbondantemente nell'area centrale della zona studiata e nei pressi del passo della Camoda.

**Calcare di Recoaro** (Pelsonico). Calcari, calcari marnosi e calcari dolomitici, a volte inquinati da una componente pelitica. Si rinviene nella parte più elevata della zona e spesso è presente sotto forma di grandi corpi di frana in massa.

**Calcare di monte Spitz** (Fassanico-illirico superiore). Formazione di piattaforma carbonatica costituita da calcari massicci, localmente stratificati di colore bianco-grigiastro. Si ritrova a Nord di contrada Cappellazzi.

**Coperture detritiche.** Presenti in tutta l'area studiata, rappresentano il materiale maggiormente soggetto a movimenti superficiali. Sono costituite da

materiale rossastro sabbioso-argilloso (fig. 3), con presenza di clasti da centimetrici a metrici spigolosi o leggermente arrotondati. Localmente è presente inoltre un detrito a grossi massi che probabilmente influenza la morfologia superficiale. In queste zone infatti si osservano numerosi dossi, avvallamenti e cambi di pendenza, caratteristiche riconducibili a questa tipologia di depositi (figg. 4-5).

**Figura 3. Copertura detritica sabbioso-argillosa presso il Passo della Camoda.**

**Figura 4. Dossi e avvallamenti superficiali nei pressi di contrada Branchi.**

**Figura 5. Detrito a grossi massi presso contrada Branchi.**

## Fenomeni franosi

Le principali informazioni sui fenomeni franosi sono state desunte dall'archivio IFFI, il quale costituisce un ottimo strumento di conoscenza dei dissesti in Italia, realizzato dall'ISPRA, dalle regioni e dalle province autonome. Attualmente comprende un database di circa 485.000 fenomeni franosi che coprono un'area di 20.721 Km<sup>2</sup> del territorio italiano. Tali informazioni sono state verificate ed integrate durante i rilievi di campagna e l'analisi delle foto aeree.

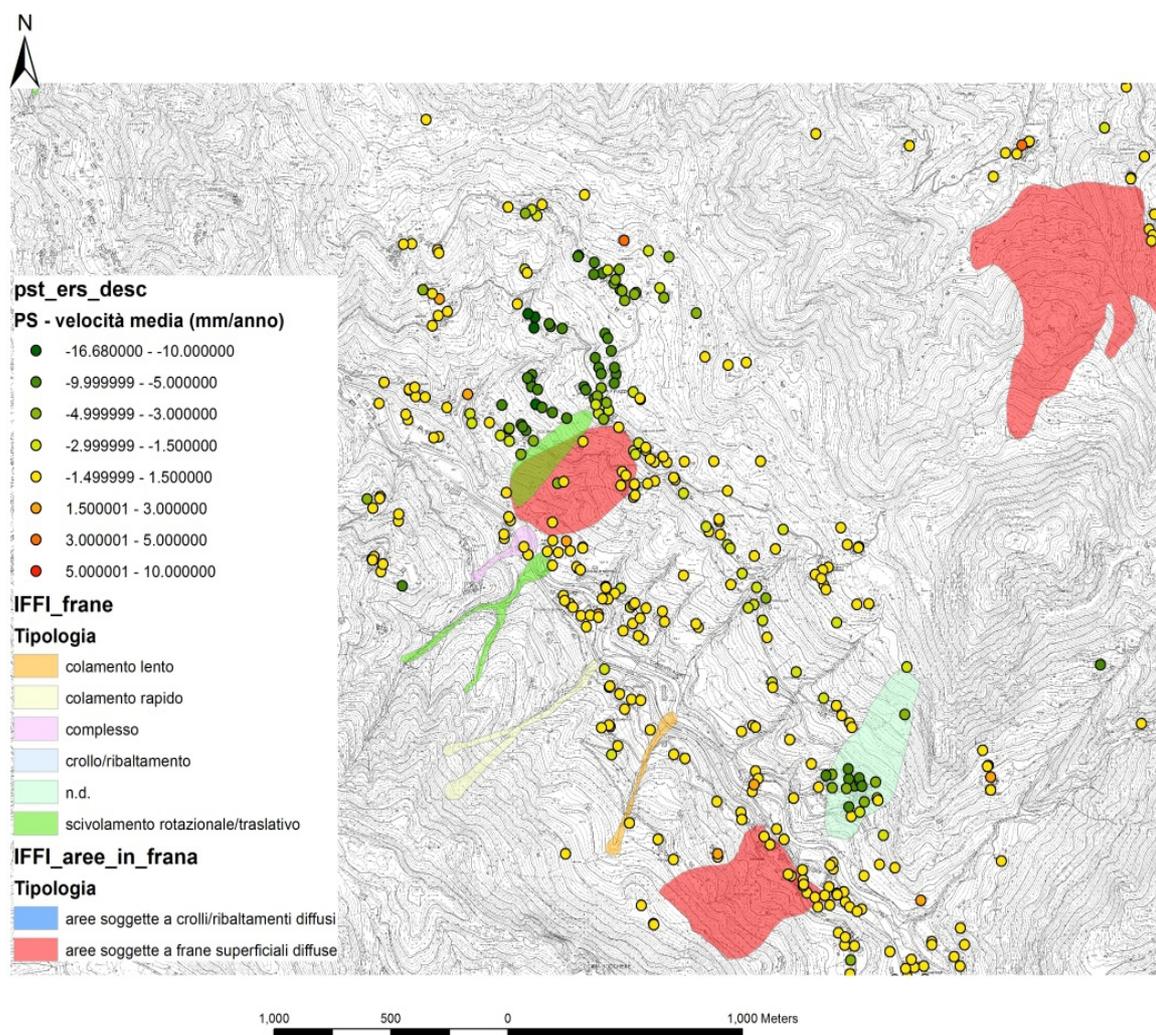


Figura 6. Fenomeni franosi e dati interferometrici nell'area in studio.

Come si vede in figura 6, la zona di Recoaro è interessata da molteplici tipologie di movimenti franosi. Quelle che interessano l'area studiata sono riconducibili a fenomeni superficiali diffusi e ad una frana di scorrimento localizzati presso contrada Piazza, e ad un movimento non determinato presso contrada Cappellazzi. Quest'ultimo, a seguito dei rilievi in sito e all'analisi delle foto aeree disponibili è riconducibile ad un movimento di tipo scorrimento roto-traslazionale.

Lo stato di attività dei fenomeni franosi è in parte desumibile dai dati di interferometria satellitare. In figura 6 sono riportati i risultati ottenuti da un'analisi svolta attraverso la tecnica dei PS (*Permanent Scatterers Technique* - PSInSARTM), sviluppata recentemente dal Politecnico di Milano. Questa tecnica utilizza serie temporali di immagini radar satellitari e costituisce un efficace metodo di monitoraggio ad alta precisione di fenomeni di deformazione superficiale. Attraverso i radar satellitari si può infatti misurare la distanza tra il satellite e il bersaglio misurando il tempo che impiega il segnale ed arrivare e ad essere retro-diffuso. I bersagli, o Ps, sono generalmente strutture metalliche, manufatti e rocce esposte, che avendo un profilo irregolare restituiscono al sensore una porzione importante e costante nel tempo dell'energia incidente in virtù delle proprie caratteristiche elettromagnetiche.

La caratteristica periodicità di queste misurazioni è fondamentale in quanto consente di confrontare nel tempo i movimenti superficiali, di solito ad intervalli mensili, e quindi di valutare l'entità dei fenomeni deformativi.

Il primo passo consiste nell'individuare il dataset di immagini più idoneo alla zona di interesse, all'interno degli archivi ERS (Agenzia Spaziale Europea, ESA), Envistat (ESA) o Radarsat (Agenzia Spaziale Canadese, CSA),

selezionando l'immagine che verrà denominata *master* e che costituirà il riferimento temporale e geometrico per tutte le altre immagini, chiamate *slave*. Successivamente bisogna individuare i cosiddetti PS (Permanent Scatterers), attraverso i quali è possibile stimare e rimuovere il disturbo atmosferico di ciascuna immagine. Infine si passa alla stima degli spostamenti, attraverso lo studio di due diverse geometrie di acquisizione: ERS modalità Discendente, ed ERS modalità ascendente. L'utilizzo di queste due modalità è necessario visto la tipologia di acquisizione e misurazione propria dello strumento. I movimenti misurati dai satelliti infatti non sono altro che la proiezione degli spostamenti del punto lungo la congiungente sensore-bersaglio, questo perché i satelliti acquisiscono dati lungo una direzione inclinata di un angolo  $\theta$  (circa  $23^\circ$  rispetto alla verticale), denominata linea di vista. Poiché gli spostamenti possono essere sia verticali che orizzontali, la misura risulta essere una combinazione dei 2 fenomeni, perciò utilizzando una sola misurazione non è possibile distinguere i 2 contributi.

Come è possibile osservare in figura 6, le aree soggette a maggior spostamento e instabilità superficiale sono proprio quelle segnate dall'IFFI. Queste aree in particolare mostrano uno spostamento negativo (un allontanamento dal satellite, e quindi un movimento verso il basso) di circa 5-16 mm/anno.

## **Analisi e discussione dei dati**

Al fine di definire le principali caratteristiche geologiche che predispongono alla franosità nell'area in studio è stata informatizzata ed opportunamente modificata la “Carta Geologica di Recoaro alla scala 1:20.000, (Barbieri et al., 1980) (Allegato 1). Sono state elaborate, inoltre, due sezioni geologiche nelle zone caratterizzate da instabilità maggiore, una nei pressi di contrada Cappellazzi (sez. A-B, Allegato 2) e l'altra nei pressi di contrada Piazza (sez. C-D, Allegato 3), la prima orientata in direzione NNE-SSW, la seconda orientata in direzione NE-SW. Attraverso queste è possibile analizzare i rapporti tra la litologia e le instabilità di versante.

Come si vede dalle sezioni geologiche i versanti considerati sono caratterizzati da strati a franapoggio, cioè con immersione circa parallela al pendio. Questa caratteristica fa sì che la zona sia predisposta ad instabilità del tipo scivolamento traslazionale. Situazione opposta avviene nel versante situato più a Nord, dove gli strati a reggipoggio non sono soggetti a simile fenomeni. Inoltre, è evidente che la litologia responsabile di questi fenomeni è la Formazione a Gracilis (figg. 7-8). Si tratta infatti di una formazione composta da arenarie e siltiti, intervallate da livelli marnosi e gessi, con scarse proprietà di resistenza, facilmente disgregabile (anche con le mani). Inoltre sono presenti strutture quali laminazioni e stratificazioni piano-parallele, perlopiù parallele al pendio, che ne diminuiscono di molto la resistenza, e quindi la stabilità del sistema considerato.

**Figura 7. Vista dall'alto della Formazione a Gracilis affiorante presso il Passo della Camoda.**

**Figura 8. Vista in sezione della Formazione a Gracilis affiorante presso il Passo della Camoda.**

In superficie è presente una coltre superficiale costituita da detrito di versante spessa 3-8m con frammenti di roccia in scarsa matrice sabbioso-limosa.

All'interno di questa è di rilevante importanza per l'instabilità la presenza, localmente, di sottili livelli argillosi che possono indurre fenomeni superficiali di scivolamento (Darteni, 2005).

In tutto il versante, quindi, si osservano fenomeni superficiali che si sviluppano anche su pendenze lievi. Tali movimenti non sono facilmente localizzabili, ma sono evidenti gli effetti sui muri delle costruzioni e sulle strade, dove si osservano fessure più o meno accentuate (figg. 9-10-11), e sui tronchi degli alberi che manifestano una tipica curvatura ad “uncino” dovuta allo spostamento verso il basso della prima porzione di terreno.

**Figura 9. Estesa fessurazione nel muro a bordo strada in località Caneva di Sotto.**

**Figura 10. Particolare di una fessura nel muro di contenimento a lato strada in località Caneva di Sotto.**

**Figura 11. Particolare di una fessura nel muro a bordo strada in località Caneva di Sotto.**

## **Conclusioni**

In conclusione, a seguito dei risultati ottenuti è possibile affermare che nell'area di Rovegliana (Recoaro Terme, VI) è presente una predisposizione alla franosità influenzata da molteplici fattori.

Un fattore importante è costituito dalla presenza di una diffusa copertura detritica superficiale di origine eluvio-colluviale e franosa, spessa fino ad una decina di metri, composta da clasti di dimensioni variabili in matrice sabbioso-argillosa soggetta a fenomeni superficiali di scivolamento, talora indotti dalla presenza di sottili strati argillosi.

Il substrato roccioso ha una struttura a franapoggio, come si evince dalle sezioni, ed è predisposto a fenomeni profondi di scivolamento traslazionale. Infatti, grazie all'elaborazione dei due profili geologici affiancati dal rilevamento di campagna, si deduce che la predisposizione alla franosità è legata anche alla litologia presente nella porzione immediatamente al di sotto delle coperture detritiche. Questa litologia è la Formazione a Gracilis che è costituita da materiale facilmente disgregabile, presenta strutture quali stratificazioni e laminazioni che possono fungere da superfici di discontinuità e si trova, rispetto al versante considerato, in condizioni di franapoggio.

Quindi la condizione di instabilità in cui si trova il versante studiato dipendono sia dalla tipologia di coperture superficiali, responsabili dei diffusi movimenti superficiali, sia dalla particolare litologia presente nell'immediato sottosuolo e dalle sue condizioni giaciture. A questo bisogna aggiungere l'effetto dell'intensa tettonizzazione dell'area che ha provocato un elevato grado di danneggiamento ai materiali, il quale certamente, pur in assenza di dati quantitativi, ha ridotto sensibilmente le proprietà di resistenza.

## **Bibliografia**

Barbieri G., De Zanche V., Di Lallo E., Mietto P. e Sedea R. (1980). Profili e Note illustrative della Carta geologica dell'area di Recoaro. *Memorie di Scienze Geologiche*, 34, 23-52.

Darteni G. F. (2005): Indagine geologica per la sistemazione e l'ampliamento di strada Cappellazzi in Comune di Recoaro Terme (Vi).

Mietto P. e Zampieri D. (2005). Geologia. In: Dal Lago A., Latella L. (eds). *Il Monte Summano. Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona-Geologia*: (9-26)

Morbin F. (2008/2009). Monitoraggio presso il dissesto geologico di C. da Cappellazzi nel Comune di Recoaro Terme (VI). Recoaro T.

Zampieri D. e Massironi M. (2007). Evolution of a poly-deformed relay zone between fault segments in the eastern Southern Alps, Italy. *Geological Society, London, Special Publications 2007*; v. 290; p. 351-366.

Zampieri D., Massironi M., Sedea R. e Sparacino V. (2003). Strike-slip contractional stepovers in the Southern Alps. *Eclogae geol. Helv.*, 96, 115-123.