

Antonio DAL PRÀ, Eduardo DI LALLO, Alessandro PASUTO, Roberto SEDEA, Sandro SILVANO

LE FRANE NEI COLLI EUGANEI

Estratto da
MEMORIE DI SCIENZE GEOLOGICHE
Vol. 47



BIBLIOTECA DI
GEOSCIENZE
COLLI EUGANEI

554.

5325.

(21)

UNIV. DEGLI
STUDI DI PADOVA

PADOVA 1995



Le frane nei Colli Euganei

Antonio DAL PRÀ*, Eduardo DI LALLO*, Alessandro PASUTO**, Roberto SEDEA*, Sandro SILVANO**
con la collaborazione di G. BRUZZO e M. FERGNACHINO

* Dipartimento di Geologia, Paleontologia e Geofisica dell'Università, Via Giotto, 1, I - 35137 PADOVA (Italia).

** I.R.P.I. - C.N.R., C.so Stati Uniti, 4, I - 35127 PADOVA (Italia).

ABSTRACT - The Colli Euganei in the province of Padua (north-east Italy) rise in an isolated fashion from the Venetian alluvial plain, covering a surface area of about 120 km² and reaching an altitude of 600 m a.s.l.. A census of recent and current landslide movements and study of potential landslide risk of the slopes were carried out between 1986 and 1993. According to the geological features of the territory, the geotechnical characters of the materials and the distribution of landslides, a map of potential landslide risk was prepared, identifying danger areas on a 1:25,000 scale. The Colli Euganei are composed of sedimentary and eruptive rocks. The former are limestones and marls (formations of Rosso Ammonitico, Biancone, Scaglia Rossa and Euganean marls: upper Jurassic - lower Oligocene). The latter are basalts (lava flows and eruptive breccias), rhyolites, trachytes and latites, which gave rise to subvolcanic bodies of many varying types according to mechanism of formation. The age of the volcanic rocks ranges between upper Eocene and lower Oligocene. The Euganean marls and basalt formations are normally covered with layers of weathered clay materials, sometimes several metres thick. One hundred and forty areas of current or recent landslide movements were identified, covering about 4% of the total surface area of the hills. The most common deformations are plastic (flows) and rotational/translational slide movements. The materials usually involved in landslides are the clay covers of marly and volcanic substrates. Landslides in the area are neither very apparent nor very large. Movements are generally slow and shallow, typical of clay soils on gentle slopes in small hilly areas. The landslides have anthropic as well as natural causes, *e.g.*, due to quarrying and terracing for agricultural purposes. Some case of deep seated gravitational slope deformations were observed, involving masses of eruptive rocks which became detached from the original eruptive edifice moved downwards over marly substrates.

Key words: Landslides, landslide hazard map, Euganei Hills, NE Italy.

RIASSUNTO - I Colli Euganei, situati in Provincia di Padova (Italia Settentrionale), sorgono isolati nella pianura alluvionale veneta su un'area di circa 120 Km² raggiungendo l'altitudine di 600 m s.l.m. Negli anni 1986-1993 è stato eseguito un censimento dei movimenti franosi recenti e in atto, e lo studio della predisposizione al dissesto dei versanti. Sulla base dei caratteri geologici del territorio, dei caratteri geotecnici dei materiali e della diffusione dei fenomeni franosi è stata redatta una carta della franosità potenziale, individuando aree a differente predisposizione al dissesto e indicando 4 classi di franosità. I Colli Euganei sono costituiti da rocce sedimentarie e da rocce eruttive. Le prime sono rappresentate da calcari e marne (formazioni del Rosso Ammonitico, del Biancone, della Scaglia Rossa, delle Marne euganee; Giurassico superiore-Oligocene inferiore), le seconde da basalti (colate laviche e brecce eruttive), rioliti, trachiti e latiti, che hanno dato origine a corpi subvulcanici. L'età delle rocce vulcaniche è compresa tra l'Eocene superiore e l'Oligocene inferiore. Le Marne euganee e le formazioni basaltiche sono normalmente ricoperte da coltri di materiali argillosi di degradazione, che possono raggiungere spessori di alcuni metri. Sono state individuate 140 aree di frana attuale o recente, che coprono una superficie di circa il 4% dell'area totale dei Colli. Le deformazioni più comuni sono di tipo plastico (colamenti) e di tipo rotazionale/traslazionale. I materiali normalmente interessati da movimenti franosi sono quelli che costituiscono le coltri argillose di copertura di substrati marnosi e vulcanici. Le frane dei Colli Euganei non sono appariscenti né di grandi dimensioni. Normalmente i movimenti sono molto lenti e poco profondi, tipici delle frane in terreni argillosi su pendii poco acclivi in aree collinari. Oltre a cause naturali hanno agito anche cause artificiali: sbancamenti per attività estrattive di cava e per modellamento agrario. Sono stati individuati alcuni casi di deformazioni gravitative profonde di versante, che hanno coinvolto masse rocciose eruttive svincolatesi dall'apparato eruttivo originario e scese a valle sopra substrati marnosi.

Parole chiave: frane, carta delle franosità, Colli Euganei, Italia Settentrionale.

PREMESSA

Lo studio della franosità dei Colli Euganei è stato svolto in stretta collaborazione tra il Dipartimento di Geologia, Paleontologia e Geofisica dell'Università di Padova e

l'Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica del C.N.R. di Padova.

Gli Enti Locali hanno collaborato fornendo dati storici e notizie sugli eventi franosi: i comuni di Abano Terme, Arquà Petrarca, Baone, Battaglia Terme, Cinto Euganeo,

Este, Galzignano, Lozzo Atestino, Monselice, Montegrotto Terme, Rovolon, Teolo, Torreglia, Vò Euganeo; le stazioni del Corpo Forestale dello Stato; il Dipartimento per la Geologia della Regione del Veneto; il Genio Civile di Padova; l'Amministrazione Provinciale di Padova.

La gestione di un territorio collinare o montano richiede necessariamente, per una oculata amministrazione, la conoscenza del grado di franosità dei versanti.

I caratteri di stabilità dei pendii condizionano infatti tutta una serie di azioni che si svolgono sul territorio e la loro conoscenza consente di operare scelte idonee e interventi adeguati, inerenti l'uso e la conservazione del suolo quali:

- la realizzazione di opere di difesa preventiva contro le erosioni e le frane nelle aree ad elevata predisposizione al dissesto;
- la programmazione e la progettazione di opere (strade, edifici, ecc.) scegliendo aree stabili, esenti dal rischio di frana;
- la realizzazione di gradonate per uso agrario, di cave a cielo aperto, di scavi vari in zone che accettino gli sbancamenti senza particolari problemi statici;
- l'adeguamento dei progetti di costruzione o di sbancamento ai caratteri statici dei versanti nelle aree a rischio, in modo che vengano realizzati interventi di consolidamento e di sostegno idonei a garantire la stabilità del versante.

Lo studio della franosità dei Colli Euganei, che coprono una superficie di circa 120 Km² in provincia di Padova, raggiungendo quote massime di 400-600 m s.l.m. (Monte Venda 601 m s.l.m.), è stato svolto negli anni 1986-1993, durante i quali si è eseguito un dettagliato censimento delle frane attuali e recenti. Il prelievo di campioni di terreno ha consentito, con prove sperimentali di laboratorio, di caratterizzare dal punto di vista geotecnico il sottosuolo di varie aree instabili.

Sulla base dei caratteri geologici del territorio, della diffusione delle frane attuali e recenti e di alcuni caratteri geotecnici dei materiali è stata infine redatta la Carta della Franosità, alla scala 1:25.000. Essa consente di delimitare aree con differente predisposizione al dissesto, secondo classi di franosità individuate soprattutto sulla base delle caratteristiche litologiche del sottosuolo.

Infatti è il fattore litologico che, nei Colli Euganei, condiziona in modo determinante i caratteri di stabilità dei versanti, in ordine alla composizione dei materiali e alla loro alterabilità e degradabilità.

La litologia non solo conferisce ai versanti differenti gradi di predisposizione al dissesto ma anche condiziona il tipo di deformazione, determinando modalità diverse di evoluzione dei movimenti franosi.

Nei Colli Euganei la predisposizione alle frane è differente da zona a zona in relazione alla differente costituzione del sottosuolo e alle diverse caratteristiche geomorfologiche del rilievo. La diffusa instabilità su vaste aree viene determinata dalla presenza di formazioni geologiche costituite da litotipi a componente argillosa o a facile alterazione e degradazione verso prodotti argillosi. Le deformazioni dei versanti costituiti da questi litotipi avvengono generalmente in modo molto lento e possono continuare per decine di anni con movimenti periodici.

SITUAZIONE GEOLOGICA

Il gruppo collinare euganeo è formato in gran parte da rilievi vulcanici che si elevano sulle più dolci dorsali cir-

costanti costituite da rocce sedimentarie di origine marina (Piccoli *et al.*, 1981; De Vecchi *et al.*, 1974).

La serie dei terreni sedimentari affioranti comprende termini che vanno dal Giurassico superiore all'Oligocene inferiore.

Le rocce del Giurassico superiore sono rappresentate da calcari nodulari di colore rossastro nelle porzioni superiori, più compatti e con tonalità grigiastre in quelli inferiori, stratigraficamente riferibili alla formazione del Rosso Ammonitico. Esse affiorano con uno spessore valutabile sui 20-25 m, unicamente nei pressi di Fontanafredda su un'area molto ristretta sul lato occidentale dei Colli.

Fanno seguito i litotipi appartenenti alla formazione del Biancone, di età cretacea superiore - giurassica superiore, rappresentati da calcari a grana fine di colore biancastro a frattura concoide, regolarmente suddivisi in strati di spessore variabile da 5 a 15 cm, ricchi di noduli e lenti di selce nera. Nelle parti superiori, di età Cenomaniana, questi litotipi si presentano più fittamente stratificati con la comparsa di interstrati argilloso-bituminosi di spessore centimetrico e di colore grigio verdastro o nerastro, che localmente possono assumere forme lenticolari.

Tale porzione, di spessore superiore ai 70-80 m, costituisce buona parte degli affioramenti di questa formazione che è presente soprattutto nel settore settentrionale e centro-occidentale dei Colli Euganei.

La potenza del Biancone può essere valutata sull'ordine dei 250 m. Segue, con passaggio graduale, la Scaglia Rossa (Eocene inferiore *p.p.* - Cretaceo superiore). La parte cretacea risulta costituita da calcari rosei o biancastri a stratificazione regolare (spessore degli strati da 5 a 20 cm) nella porzione inferiore e media, e da calcari rossastri leggermente marnosi e con locali interstrati argillosi, in quella superiore, dove la stratificazione diventa molto fitta, tanto da conferire alla roccia un aspetto tipicamente fogliettato. La parte terziaria, ancora in facies di Scaglia Rossa, è costituita da calcari bianco-grigiastri a più elevata componente argillosa. Lo spessore complessivo si aggira sugli 80 m nella parte settentrionale degli Euganei per raggiungere i circa 130 m in quella meridionale. La Scaglia Rossa è la formazione maggiormente diffusa, soprattutto nella parte centro-meridionale dei Colli.

Alla Scaglia Rossa seguono, con passaggio graduale, le Marne euganee (Oligocene inferiore-Eocene inferiore *p.p.*), costituite da litotipi ad elevata componente argillosa e stratificazione poco distinta, con intercalazioni localmente frequenti di torbiditi tuffitiche. Il colore varia da azzurrino a grigio chiaro, a giallastro, con sfumature nocciola nella parte più elevata.

Tale formazione, la cui potenza media si aggira sui 40-50 m, trova diffusione soprattutto nella parte centrale e settentrionale degli Euganei.

Le formazioni sedimentarie sono spesso attraversate dai corpi eruttivi o sollevate a cupola per l'intrusione della lava lungo i piani di stratificazione; talora, come nel caso delle marne, sono invece intercalate da colate laviche e orizzonti di brecce di esplosione.

L'attività eruttiva che diede origine a gran parte dei rilievi euganei si è manifestata in un arco di tempo valutabile in circa 10 milioni di anni. Le prime eruzioni si manifestarono in ambiente sottomarino nel corso dell'Eocene superiore, con l'emissione di lave basaltiche e prodotti vulcanoclastici di analoga composizione. Questi litotipi sono ampiamente diffusi nel settore centro-settentrionale.

nale dei Colli, soprattutto nei dintorni di Castelnuovo, Teolo e Boccon.

Quando non sono alterati, i basalti si presentano come rocce dure, tenaci, di colore nero, mostranti a volte una tipica fessurazione colonnare (Calvino e Barrocu, 1965). I processi di alterazione operati dagli agenti atmosferici hanno spesso intensamente colpito queste rocce, dando luogo a coltri di alterazione argillosa. Le brecce basaltiche, per contro, sono rocce tenere e disaggregabili di colore brunastro, quasi sempre profondamente alterate e non di rado argillificate.

Nel corso dell'Oligocene inferiore si ebbe una forte ripresa dell'attività eruttiva caratterizzata da un radicale mutamento nel carattere del magmatismo che diede origine a corpi eruttivi costituiti da rioliti, trachiti e latiti quanto mai vari per meccanismo di formazione, strutture e dimensioni.

Si riconoscono infatti strutture domiformi (Monti Venda e Vendevolo, Monte Croce di Battaglia, Monte Ceva), apparati laccolitici (Fontanafredda, Monte Cecilia di Baone, Monte Peraro, Monte Brecale), laccoliti di eruzione (Monte Lozzo, Monte Cero), con maggiore frequenza, ammassi prevalentemente discordanti (Monte Lonzina, Monte Rua, Monte Orbieso, Monte Ricco, Monte Alto, Monte Orsara).

Frequenti sono anche i camini vulcanici, talora di notevoli dimensioni. Grossi filoni formano Rocca Pendice, Monte Bello e Montemerlo, Monte Brusà.

Molto rare sono le manifestazioni effusive; un po' più frequenti i prodotti vulcanoclastici (brecce riolitiche e latitiche).

Le vulcaniti acide sono generalmente interessate da una tipica fessurazione che dà origine a colonne prismatiche di dimensioni e giaciture molto variabili.

Nei Colli Euganei ampia distribuzione areale assumono i depositi quaternari, rappresentati soprattutto da coltri detritiche e coperture eluviali e colluviali; minore diffusione presentano invece i depositi alluvionali.

Coltri detritiche di spessore molto variabile (da qualche metro ad alcune decine di metri) sono presenti prevalentemente nei settori basali dei vari apparati eruttivi, ove danno luogo ad ampie fasce di raccordo morfologico tra i corpi vulcanici ad accentuata acclività ed il più dolce territorio circostante. Esse sono costituite da elementi vulcanici a pezzatura dalle ghiaie ai blocchi e da una ma-

trice prevalentemente sabbiosa. Coltri detritiche grossolane, talora a matrice argillosa, orlano le zone pedecollinari di affioramento delle formazioni calcaree cretache.

Ampiamente estese risultano le coperture eluviali e colluviali derivanti prevalentemente da marne e vulcaniti i cui spessori, pur variabili in relazione alle caratteristiche del substrato, risultano anche di vari metri.

I depositi alluvionali di fondovalle, in gran parte ghiaioso-sabbiosi, si localizzano lungo le parti apicali delle aste vallive che talora si addentrano profondamente nel rilievo euganeo. Le loro porzioni medio-inferiori sono generalmente occupate da sedimenti limoso-argillosi, talora torbosi, dovuti a fenomeni di sovralluvionamento ad opera dei fiumi Adige, Brenta e Bacchiglione.

L'assetto tettonico dei Colli Euganei può essere schematizzato in una larga anticlinale con asse diretto NE-SW. Le dislocazioni per frattura sono nettamente predominanti rispetto a quelle per piega, soprattutto se si prescindono dagli effetti vulcano-tettonici legati alla presenza degli ammassi subvulcanici (Conedera *et al.*, 1969).

Le formazioni sedimentarie presentano normalmente giaciture con modeste inclinazioni (10° - 15°) che, localmente, possono assumere valori più elevati (25° - 30°), qualora condizionate dall'intrusione dei corpi vulcanici.

CENSIMENTO DELLE FRANE

Sulla base dei rilevamenti di campagna e delle indagini condotte anche presso gli archivi comunali e di altri enti regionali e statali sono state cartografate, su tutto il territorio collinare, oltre 140 aree di frana recente e attuale.

La situazione di dissesto rilevata rappresenta lo stato attuale. Infatti tracce di frane non attuali sono talora non rilevabili a causa della continua sistemazione a cui è soggetto il territorio dei Colli Euganei.

Pertanto il numero di frane rilevato deve essere considerato come valore minimo.

Normalmente i movimenti franosi avvengono per deformazione plastica (colamento) o per taglio (scorrimento rotazionale/traslazionale) (Varnes, 1978). Tuttavia una delle caratteristiche più diffuse dei dissesti dei Colli Euganei è quella di presentare fenomenologie complesse che risultano dalla combinazione di più tipologie di deformazione. Frequentemente infatti uno scorrimento, sia rotazionale che traslazionale, evolve in un fenomeno di co-

Tab. 1 - Tabella riassuntiva della distribuzione e dell'estensione dei fenomeni franosi nei comuni dei Colli Euganei
Table showing distribution and extension of landslides in the municipalities of Colli Euganei

Comune	Estensione area collinare (km ²)	Estensione area in frana (km ²)	Rapporto area di frana/area collinare	n° di frane
ABANO TERME	0.29	0.002	0.68%	1
ARQUA' PETRARCA	9.80	0.109	1.11%	4
BAONE	17.94	0.316	1.76%	7
BATTAGLIA TERME	2.62	0.003	0.11%	3
CINTO EUGANEO	16.07	1.209	7.52%	26
ESTE	2.90	0.654	22.55%	2
GALZIGNANO TERME	10.67	0.640	6.00%	22
LOZZO ATESTINO	4.69	—	—	—
MONSELICE	3.19	0.040	1.25%	4
MONTEGROTTO TERME	4.66	0.304	6.52%	12
ROVOLON	7.93	0.413	5.21%	8
TEOLO	17.87	0.669	3.74%	38
TORREGLIA	10.46	0.338	3.23%	15
VO' EUGANEO	11.56	0.007	0.06%	6
TOTALE	120.63	4.704	3.90%	148

Tab. 2 - Distribuzione areale delle aree in frana per i diversi litotipi presenti nei Colli Euganei
 Landslides areal distribution with respect to the lithotypes outcropping in the Colli Euganei

Litotipo	Area litotipo (km ²)	% area litotipo su area collinare	Area di frana (km ²)	% area in frana su area litotipo
MARNE	8.05	6.88	0.27	3.35
BRECCE E BASALTI ALTERATI	5.31	4.51	0.88	16.57
DETRITO ARGILLOSO	11.48	9.71	0.81	7.05
DETRITO GHIAIOSO	27.08	23.04	0.41	1.51
CALCARI	29.66	25.25	0.75	2.53
VULCANITI ACIDE E BASALTI COMPATTI	35.92	30.60	1.58	4.40

lata per il progressivo rimaneggiamento e per l'imbibizione del materiale. Nella parte più elevata si possono così individuare i tipici indizi morfologici degli scorrimenti, quali fessure di trazione, scarpate, rigonfiamenti ecc., mentre nel settore inferiore il movimento assume i caratteri della colata.

La distribuzione areale delle frane nei vari comuni è riportata in tabella 1, mentre la tabella 2 riporta i dati numerici relativi alla estensione delle aree in frana per ciascun litotipo.

Per quanto riguarda le deformazioni gravitative profonde di versante (Soldati e Pasuto, 1990), esse occupano un'estensione di 3.34 km², dei quali 1.88 Km² riferibili ad un solo fenomeno (loc. Boccon di Vò), corrispondente al 2.76% dell'area collinare.

Degli oltre 140 eventi di dissesto individuati, il 48% è rappresentato da fenomeni di colamento, che comprendono tutte quelle deformazioni, sia superficiali sia profonde, lente o veloci, per le quali non sono individuabili dei piani di taglio ben definiti. Sono tipiche di materiali a prevalente componente argillosa come le coltri colluviali ed eluviali delle Marne euganee e delle brecce basaltiche.

Lo spessore del materiale coinvolto è generalmente di pochi metri e la velocità del movimento di norma non supera i pochi centimetri all'anno; non sono rari comunque i casi in cui, specialmente in occasione di eventi meteorici di una certa intensità, essa può superare il metro al giorno.

L'inclinazione del versante ove si innescano tali dissesti può essere anche inferiore ai 10°.

Il 33% dei casi individuati corrisponde a fenomeni di scorrimento, sia rotazionale che traslazionale. In quest'ultimo caso, a differenza di quello precedente, il movimento comporta uno spostamento per taglio lungo una o più superfici. Tale superficie di movimento si colloca generalmente nella zona di contatto tra il materiale alterato e il substrato roccioso.

Sono stati individuati inoltre alcuni rari fenomeni di crollo (4%), caratteristici di formazioni rocciose, quali ad esempio le trachiti.

Il 15% dei casi esaminati corrisponde infine ad aree franose caratterizzate da lenti movimenti di deformazione plastica o da diffusi dissesti di ridotte dimensioni; es-

se hanno generalmente una notevole estensione areale e dei limiti non ben definiti nel dettaglio.

Le frane dei Colli Euganei sono determinate da cause sia naturali che artificiali, che agiscono su un ambiente predisposto ai dissesti del suolo per la presenza e la rilevante estensione di materiali argillosi (coltri di degradazione di substrati marnosi e basaltici). Le cause naturali derivano generalmente da fattori climatici (episodi piovosi prolungati). Le cause artificiali, molto frequenti, derivano da sbancamenti operati per l'attività estrattiva di cava o per uso agrario, da attività agricole che spesso favoriscono l'infiltrazione idrica e dalla cattiva manutenzione della rete di deflusso superficiale.

Per presentare un quadro più completo delle informazioni raccolte e delle caratteristiche geologico-tecniche dei litotipi, ed in particolare delle loro coltri di degradazione, sono stati analizzati, dal punto di vista geotecnico, un centinaio di campioni prelevati in modo diffuso su tutto il territorio collinare. I risultati ottenuti sono stati utilizzati anche per una valutazione generale della predisposizione al dissesto dei Colli Euganei.

Per le diverse caratteristiche geotecniche che materiali litologicamente simili possono assumere in un'area così vasta, si è cercato di razionalizzare in qualche modo la raccolta dei campioni, prelevandoli sia all'interno di zone in frana che in aree considerate stabili, ad una profondità media di circa 50 centimetri, o da superfici fresche. E' stata data inoltre maggior importanza alle aree dove affiorano le Marne euganee e i loro materiali di degradazione, in quanto maggiormente interessate da dissesti.

I valori così ottenuti, pur presentando per ciascun litotipo un campo assai variabile, possono tuttavia essere considerati rappresentativi, anche con le dovute cautele, di tutta l'area esaminata.

Nelle tabelle 3 e 4 vengono riportate alcune proprietà fisiche dei materiali analizzati.

Per quanto riguarda le prove di taglio diretto, esse sono state eseguite su campioni di materiale passante al vaglio numero 40, rimaneggiato e portato ad un contenuto d'acqua prossimo al limite liquido e consolidati al carico di prova. I valori di Φ residuo ottenuti presentano tutta-

Tab. 3 - Peso specifico (gr/cm³)
 Specific weight (gr/cm³)

	MAX	MIN	MED
COLTRI DI DEGRADAZIONE DELLE MARNE	2.74	2.67	2.72
COLTRI DI DEGRADAZIONE DELLE BRECCE BASALTICHE	2.80	2.72	2.78
COLTRI DI DEGRADAZIONE DEI BASALTI	2.79	2.71	2.76
COLTRI DETRITICHE ARGILLOSE	2.76	2.59	2.71

Tab. 4 - Limiti di consistenza
Atterberg Limits

	Wl (%)	Wp (%)	Ip (%)
COLTRI DI DEGRADAZIONE DELLE MARNE	51.1 - 78.6	23.9 - 39.8	20.6 - 42.3
COLTRI DI DEGRADAZIONE DELLE BRECCIE BASALTICHE	61.6 - 87.5	32.4 - 52.2	21.2 - 46.4
COLTRI DI DEGRADAZIONE DEI BASALTI	46.5 - 74.3	29.2 - 48.7	23.6 - 43.8
COLTRI DETRITICHE ARGILLOSE	36.2 - 67.2	25.4 - 33.6	13.4 - 32.6

via una grande variabilità (da 12° a 48°) per la presenza, nello stesso litotipo, di campioni sia con prevalente componente argillosa che sabbiosa.

DEFORMAZIONI GRAVITATIVE PROFONDE DI VERSANTE

Un discorso a parte meritano quelle forme particolari individuate sui Colli Euganei e ricondotte per la prima volta a fenomeni di Deformazione Gravitativa Profonda di Versante (Soldati e Pasuto, 1990). Lo sviluppo di queste tipologie di dissesto è favorito sia dalla presenza di formazioni, quali quelle delle Marne euganee e delle vulcanoclastiti basaltiche, molto duttili, sia da un fitto reticolo di fratture di origine tettonica, lungo le quali si sono svincolate masse di rocce a comportamento più fragile quali le trachiti e le rioliti. Questa associazione tra litotipi plastici e litotipi rigidi è quindi un fattore altamente predisponente per lo sviluppo di queste particolari tipologie di fenomeni.

Allo stato attuale delle ricerche sono state individuate sei aree in cui potrebbero essere presenti questi fenomeni. La zona più interessante, sia per la rilevante estensione areale che per la varietà tipologica dei fenomeni presenti, è quella del versante settentrionale della dorsale Monte Vendevolo-Monte Venda in corrispondenza dell'abitato di Boccon.

In questo settore si hanno estesi affioramenti di rocce riolitiche prive del deciso risalto morfologico che normalmente mostrano in altre aree; queste rioliti inoltre presentano rapporti di concordanza con le sottostanti vulcaniti basaltiche, pur non appartenendo ad unità di colata; infine è possibile individuare la zona di provenienza delle masse dislocate, nella dorsale riolitica Monte Venda-Monte Vendevolo.

Dal punto di vista morfologico la zona si presenta co-

me un'ampia conca nella quale sono presenti masse riolitiche molto articolate e segmentate, che emergono appena rispetto alle breccie circostanti. Le direttrici tettoniche che possono avere svincolato le masse franate sono a direzione SW-NE. Il movimento a valle è avvenuto sotto forma di *block slide*, verso WNW sopra breccie basaltiche.

Fenomeni analoghi, anche se di più piccole dimensioni, sono stati individuati sul versante meridionale del Monte Vendevolo, a nord-est di Valnogaredo; sul versante occidentale del Monte Brecale, sul versante orientale del Monte Rua e del Monte Castello, sul versante orientale del Monte Grande ed infine sul versante settentrionale del Monte della Madonna in corrispondenza dell'abitato di S. Pietro.

Anche quest'ultimo caso riveste un certo interesse soprattutto per la presenza di un ripiano particolare (circa a quota 200 m s.l.m.) dal punto di vista morfologico. Tale ripiano è stato in passato interpretato (Schlarb, 1961) come un lembo di una paleosuperficie di erosione corrispondente ad un livello di base. Alla luce delle attuali conoscenze sembra però che tale forma possa rappresentare una ingente massa trachitica dislocata rispetto al corpo eruttivo principale che costituisce il rilievo del Monte della Madonna. La dislocazione sarebbe avvenuta lungo la direttrice SW-NE che si ritrova frequentemente nei Colli Euganei.

CARTA DELLA FRANOSITA'

Sulla base della distribuzione delle frane, delle osservazioni sul terreno, delle prove geotecniche sui campioni e soprattutto della composizione dei materiali costituenti i versanti è stata costruita una carta della predisposizione al dissesto definendo 4 classi di franosità: alta, media, bassa e bassissima.

- *Alta franosità*: aree a substrato di marne, di breccie basaltiche, di basalti alterati; coltri detritiche su substrati marnosi o su vulcaniti basaltiche. L'elevata franosità è determinata dalla natura argillosa delle coltri eluviali e colluviali che normalmente ricoprono tali substrati. Sono frequentissime le frane per colamento e scorrimento, tipiche dei materiali argillosi. Sono presenti aree franose in coperture detritiche grossolane poggianti su substrati marnosi.

- *Media franosità*: detrito grossolano di rocce vulcaniche (rioliti, trachiti, latiti) o calcaree (Biancone e Scaglia Rossa). Sono state individuate alcune frane di scorrimento.

- *Bassa franosità*: formazioni calcaree (Rosso Ammonitico, Biancone, Scaglia Rossa). Sono presenti alcune frane di crollo e di scorrimento.

- *Bassissima franosità*: Vulcaniti (rioliti, trachiti e latiti) e basalti compatti. Le frane sono rare e dovute a fenomeni di crollo e di scorrimento.

La tabella 5 riporta valori numerici indicanti l'estensione delle aree di frana nelle singole classi di franosità. Si precisa ancora che sono stati attribuiti caratteri di alta

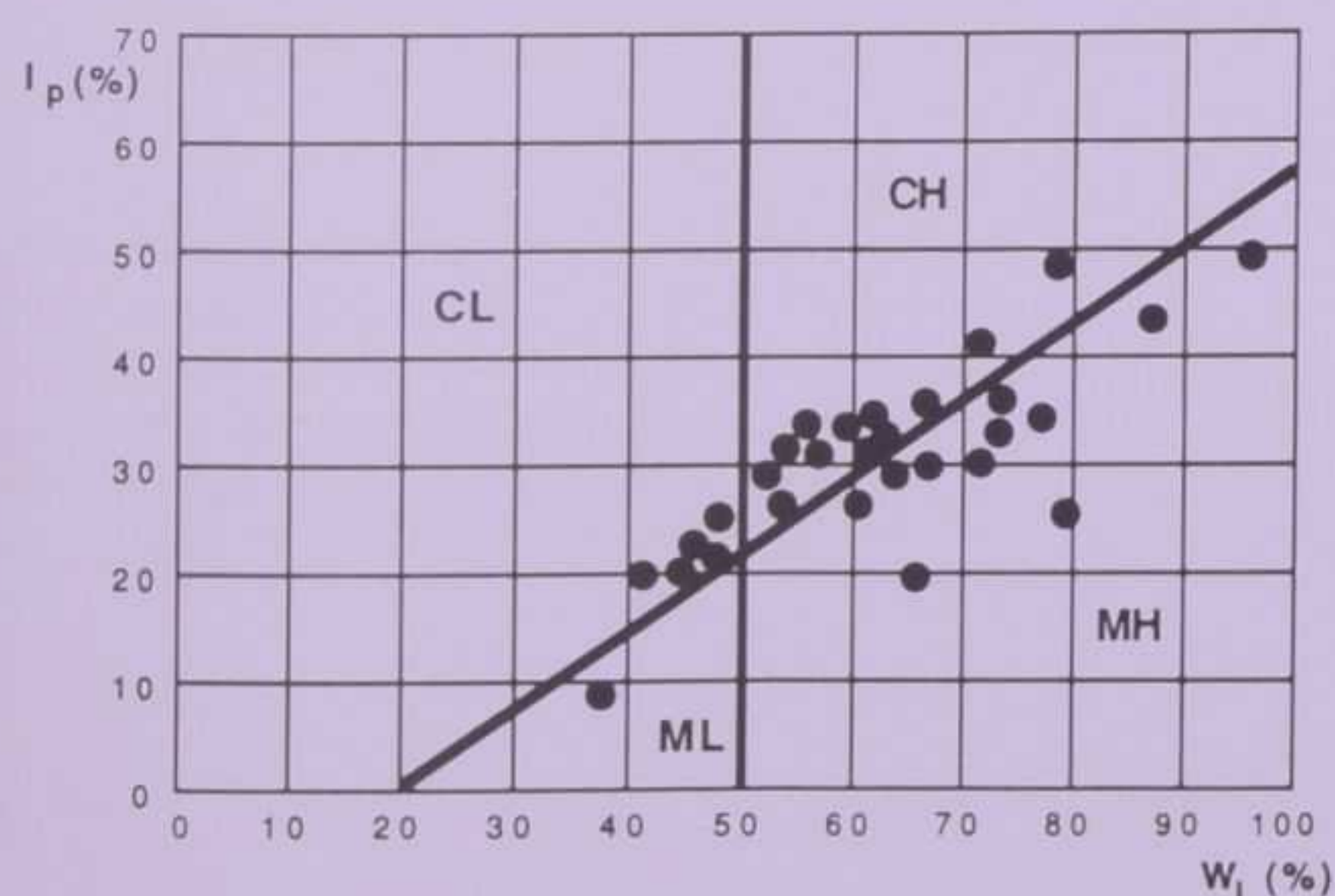


Fig. 1 - Diagramma di Casagrande con la distribuzione dei campioni analizzati.

Casagrande diagram with analyzed samples distribution

Tab. 5 - Estensione areale e numero di frane per le quattro classi di franosità individuate
Extension and number of landslides with respect to the four outlined classes

Classe di franosità	Area totale (km ²)	Area in frana (km ²)	Area in frana / Area totale (%)	n° di frane
ALTA	24.84	1.96	7.89	88
MEDIA	27.08	0.41	1.51	24
BASSA	29.66	0.75	2.53	11
BASSISSIMA	35.92	1.58	4.40	25

franosità alle aree a substrato marnoso o vulcanico alterato perché queste formazioni sono pressoché ovunque coperte da coltri colluviali ed eluviali di alterazione e degradazione ad elevato contenuto argilloso, il cui spessore può essere anche di molti metri. Queste coperture argillose mostrano una spiccata instabilità anche su pendenze modeste e in molti casi rendono instabili estesi accumuli di materiali sciolti grossolani soprastanti ad esse e prodotti da frane di crollo provenienti da vicini rilievi eruttivi.

Caratteri di media franosità sono stati riferiti alle coperture detritiche grossolane (generalmente detriti di falda), perché costituite da materiali incoerenti o a coesione molto scarsa e quindi potenzialmente instabili in caso di condizioni particolarmente sfavorevoli (erosioni, scavi, etc.).

Un certo numero di frane sono state segnalate anche nelle aree definite a bassa e bassissima franosità. E' da precisare in proposito che si tratta di piccole frane superficiali che interessano la sottile copertura detritica spesso presente e di fenomeni modesti di crollo di massi rocciosi di limitate dimensioni.

RINGRAZIAMENTI

Ricerca finanziata con fondi M.U.R.S.T. (40% G.O. Gatto e 60% A. Dal Prà), C.N.R. (Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche e Centro di Studio per la Geodinamica Alpina, Padova), Cementeria di Monselice S.p.A., Bergamo, e Cementizillo S.p.A., Padova.

BIBLIOGRAFIA

- BRUZZO G., 1989 - *Studio geologico dei movimenti franosi dei Colli Euganei meridionali*. Tesi di laurea inedita, Dip. Geol. Univ. Padova.
- CALVINO F., BARROCU G., 1965 - *Fenomeni di flessione superficiale dei prismi di fessurazione colonnare osservati in trachiti e lapilli dei Colli Euganei*. Mem. Acc. Patav. Sci. Lett. Arti, cl.

Sci. Mat. Nat., v. 77, pp. 187-200, Padova.

- CONEDERA C., DIENI I., PICCOLI G., SACCARDI P., 1969 - *Studio fotogeologico dei Colli Euganei*. Mem. Ist. Geol. Miner. Univ. Padova, v. 27, 20 pp., Padova.
- DAL PIAZ G., 1935 - *La costituzione geologica dei Colli Euganei*. Atti e Mem. Accad. Sci. Lett. Arti Padova, v. 51, pp. 11-19, Padova.
- DE MARCHI L., 1935 - *Idrografia ed evoluzione morfologica dei Colli Euganei*. Atti Acc. Sci. Lett. Arti, v. 1, pp. 1-26, Padova.
- DE VECCHI G.P., GREGNANIN A., PICCIRILLO E.M., 1974 - *Le rocce eruttive dei Colli Euganei. Chimismo, nomenclatura e considerazioni petrografiche*. Mem. Ist. Geol. Miner. Univ. Padova, v. 30, 27 pp., Padova.
- FERGNACHINO M., 1989 - *Studio geologico dei movimenti franosi dei Colli Euganei settentrionali*. Tesi di laurea inedita, Dip. Geol. Univ. Padova.
- PICCOLI G., SEDEA R., BELLATI R., DI LALLO E., MEDIZZA F., GIRARDI A., DE PIERI R., DE VECCHI G.P., GREGNANIN A., PICCIRILLO E.M., NORINELLI A., DAL PRA' A., 1981 - *Note illustrative della Carta geologica dei Colli Euganei alla scala 1:25.000, II edizione*. Mem. Sci. Geol., v. 34, pp. 523-566, Padova.
- SCHIAVI C., 1966 - *Movimenti franosi nei Colli Euganei*. Tesi di laurea inedita, Ist. Geol. Univ. Padova.
- SCHLARB A., 1961 - *Morphologische studien in den Euganeen*. Frank. Geogr. Hefte, v. 37, pp. 171-199, Frankfurt am Main.
- SOLDATI M. & PASUTO A., 1990 - *Some cases of deep-seated gravitational deformations in the area of Cortina d'Ampezzo (Dolomites). Implications in environmental assessment*. Proc. of "European experimental course on geomorphology applied to environmental risk in man's impact on the Dolomites". 20-26 giugno 1990, v. 2, pp. 91-104, Cortina d'Ampezzo.
- VARNES D.J., 1978 - *Slope movement types and processes*. In R.L. SCHUSTER, R.J. KRIZEK (Eds.), *Landslides: Analysis and Control*, Transp. Res. Board Sp. Rep. n° 176, pp. 11-33, Nat. Acad. Sci., Washington.