

R. Anderle - P. Mazzalai - M. Nardin(*)



Indagine comparativa degli eventi franosi nel Trentino nei periodi 1966-67 e 1976-77



Il versante del Vael sconvolto dalla frana Ruf da Palac (Vigo di Fassa).

1. INTRODUZIONE

Durante gli anni 1976-1977 a causa delle intense precipitazioni e disgeli di ingenti masse nevose si sono realizzate situazioni di pronunciata imbibizione dei terreni e di forti contributi idrici lungo le aste torrentizie e fluviali.

L'analogia con gli eventi alluvionali del 1966 si è realizzata frequentemente durante questo periodo.

Il presente lavoro, attraverso la raccolta di dati pluviometrici sulla franosità e gli alluvionamenti, intende riferire sullo stato delle ricerche di un'indagine comparativa degli eventi franosi verificatisi in Trentino nei periodi 1966-1967 e 1976-1977 cui sono legati due importanti eventi idrologici dell'ultimo ventennio, evidenziare il benefico effetto degli interventi sistematori nei bacini e inoltre catalogare gli eventi franosi verificatisi, descrivendone in dettaglio i principali.

Si vuole così proporre un tentativo di metodologia di indagine che consideri gli effetti delle variazioni pluviometriche sia in termini di valori stagionali che di piogge intense sul verificarsi di eventi franosi, anche in relazione al grado di sistemazione di carattere idraulico della rete idrografica dei bacini considerati.

2. BREVI CENNI SULLA SITUAZIONE IDROGEOLOGICA DEL TRENTO

2.1. Stratigrafia

La serie dei terreni affioranti nel Trentino è costituita da una vasta gamma di litotipi (metamorfiti, magmatiti, vulcaniti e sedimenti) che cronologicamente vanno dal Prepermico al Miocene (vedi fig. 1).

La morfologia attuale riflette sia le caratteristiche meccaniche dei terreni che i lineamenti tettonici.

Nella parte occidentale, a causa dei grossi disturbi tettonici costituiti dalla linea delle Giudicarie e dalla linea del Tonale, affiorano rocce micascistose e gneissiche. Nella parte centro-orientale affiora al contrario

(*) Dott. R. Anderle - geologo - Ufficio Geologico - Prov. Autonoma di Trento.
Prof. ing. P. Mazzalai - Università degli Studi di Padova - Servizi Acque Pubbliche - Prov. Autonoma di Trento.
Dott. M. Nardin - geologo - Ufficio Geologico - Prov. Autonoma di Trento.

una tipica serie (« delle Alpi Meridionali ») caratterizzata da metamorfiti di tipo filladico alla base (Prepermico), cui si sovrappongono vulcaniti di tipo ignimbrico costituenti la Piat-taforma porfirica atesina (Permico inf.) seguite a loro volta da una serie sedimentaria a carattere evaporitico (argille, marne, calcari del Permo-Werfeniano), da serie carbonatiche varie (calcari e dolomie, stratificati e non, dal Triasico al Cretacico) e quindi da serie marnoso-argillose e arenacee (dall'Eocene al Miocene).

Lungo i principali allineamenti tettonici compaiono inoltre alcuni grossi ammassi di

magmatiti, quali il granito di Cima d'Asta nella zona sud-orientale (di età ercinica), l'ammasso monzonitico di Predazzo (di età triassica) cui sono legate anche le vulcaniti, di età tardo ladinica, intercalate alla serie calcareo-dolomitica, e l'ammasso tonalitico dell'Adamello (di età alpina). Di età cretacico-eocenica, intercalate alla serie sedimentaria, sono le vulcaniti di tipo basaltico, che affiorano soprattutto nella parte meridionale della regione.

Nel periodo glaciale e interglaciale potenti depositi morenici ed alluvionali hanno ricoperto i versanti e il fondovalle delle vallate tridentine.

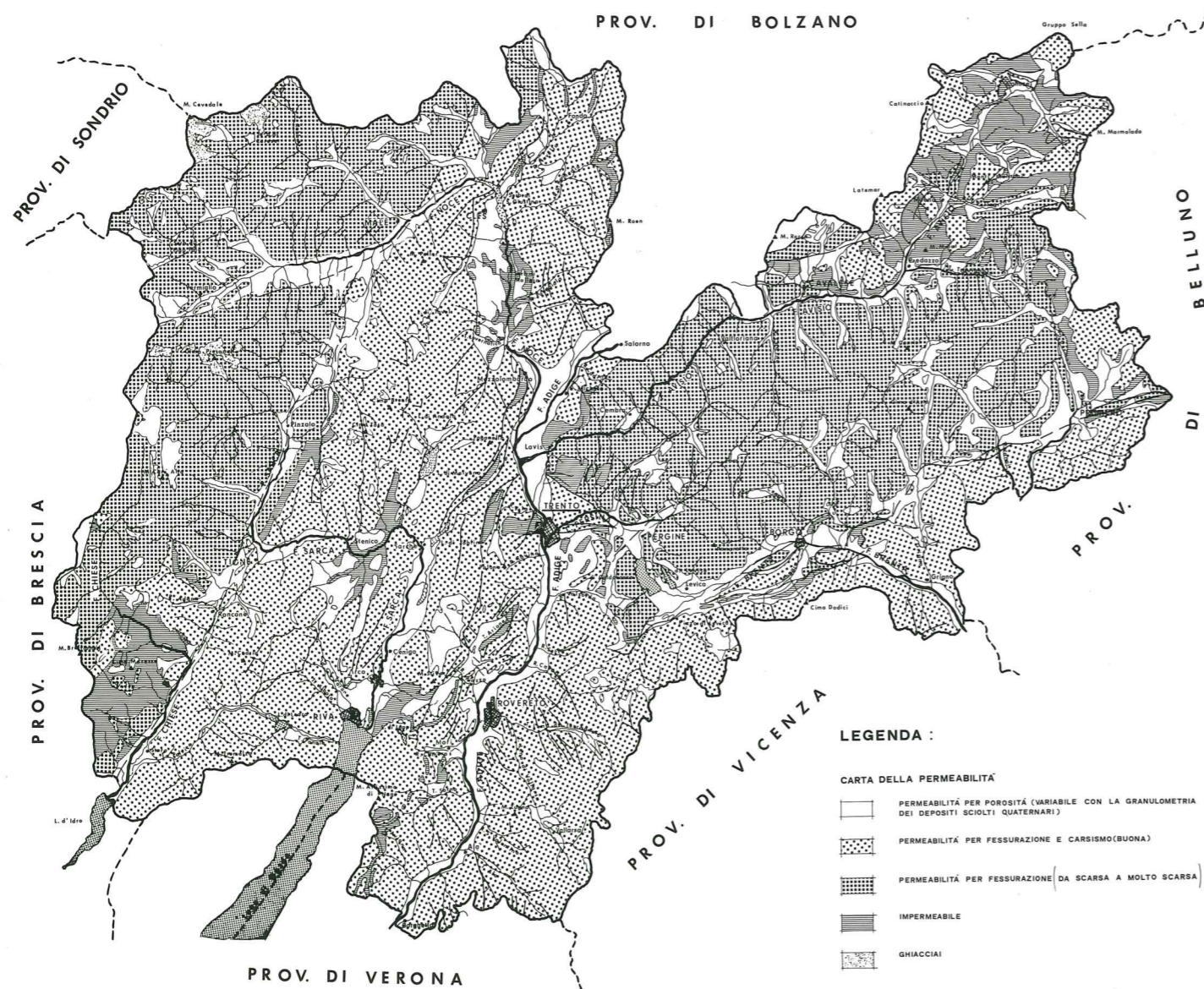


Fig. 2 - Carta della permeabilità.

2.2. Permeabilità

Dal punto di vista della permeabilità (figura 2), molto permeabili per fessurazione e carsismo risultano le serie calcareo-dolomitiche, mentre praticamente impermeabili risultano quelle evaporitiche del Permowerfeniano, quelle argilloso-marnose dell'Eocene e la formazione filladica (in corrispondenza a livelli sericitici). Permeabili per fessurazione e quindi in maniera più o meno accentuata secondo le caratteristiche litologiche-tettoniche, risultano le formazioni micascistose-gneissiche, quelle vulcanitiche e le magmatiti. Permeabili per porosità e quindi variamente classificabili a causa delle alternanze granulometriche, sono i depositi quaternari e alcune formazioni arenacee della serie sedimentaria.

La circolazione idrica pertanto in alcune zone risulta guidata prevalentemente dalla fessurazione e dalla struttura tettonica, mentre nelle zone di affioramento della serie sedimentaria, la circolazione idrica dipende essenzialmente dalle alternanze della serie stratigrafica.

2.3. Franosità

Dal punto di vista della franosità, tipicamente franosi nel Trentino risultano, per i motivi idrogeologici sovraesposti, le serie argilloso-marnose eoceniche, i depositi sciolti morenici e alluvionali a matrice argillosa, i livelli di metamorfiti sericitiche e carboniose, i terreni siltosi e argillosi del Permowerfeniano (vedi figura 1).

In tali tipi di terreni prevalgono le frane di rotazione, le colate e quelle composte; frane per crollo e frane di traslazione interessano al contrario le serie carbonatiche massicce, gli ammassi vulcanitici e magmatici, le metamorfiti gneissiche e le serie carbonatiche stratificate con interstrati argillosi.

Gli eventi franosi si manifestano sempre in concomitanza di forti impregnazioni del terreno per precipitazioni prolungate, spesso associate allo scioglimento del manto nevoso: vi è però necessità che si manifestino precipitazioni particolarmente intense e di breve durata perché il fenomeno franoso possa interessare

indifferentemente tutti i livelli della serie stratigrafica.

Il presente lavoro, che confronta due importanti eventi alluvionali dell'ultimo ventennio, tra gli altri scopi ha anche quello di portare un contributo per la ricerca della soglia limite di impregnazione e precipitazione oltre la quale il sistema idrogeologico del sottosuolo trentino entra in una profonda crisi di stabilità.

3. PLUVIOMETRIA E FRANE NEI PERIODI 1966-67 E 1976-77

Il test è stato condotto su un territorio di 6000 Km² circa, esaminando l'andamento di 9 pluviometri, alcuni registratori, distribuiti in maniera baricentrica e dal punto geografico e da quello delle isoiete rispetto alle zone in cui si è riscontrata una maggiore concentrazione di eventi franosi (fig. 3). Per quanto riguarda la classificazione degli eventi franosi ci si è rifatti a quella nota di Varnes.

La figura n. 4 mostra la distribuzione dei fenomeni franosi relativi al periodo 1966-67 assieme alle aree interessate da fenomeni di esondazione e quei tronchi d'alveo che hanno innescato processi erosivi di tipo trasversale o longitudinale.

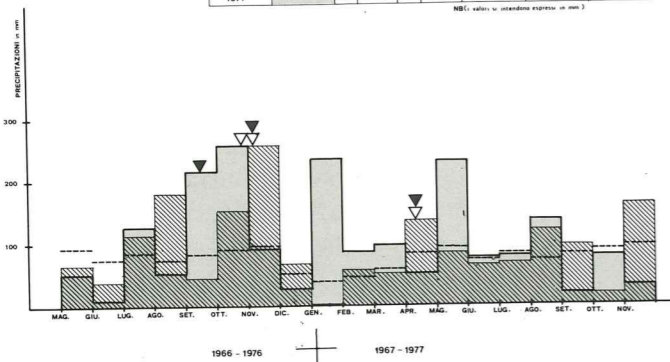
La distribuzione dei circa 300 eventi franosi di una certa consistenza dimostra una netta correlazione con la fitta rete idrografica.

Tali eventi risultano prevalentemente localizzati nei depositi sciolti quaternari, sia lungo i versanti (in presenza di sorgenti) che soprattutto lungo le aste torrentizie, dove all'impregnazione del terreno si associava sistematicamente l'erosione al piede. I terreni di substrato al contrario sono stati interessati solamente in maniera superficiale, tranne che in qualche caso eccezionale. Il fenomeno alluvionale ha colpito soprattutto la parte orientale della regione causando in particolar modo un forte trasporto solido nei fiumi e nei torrenti.

Nella figura n. 6 — invece — è riportata la distribuzione sul territorio delle frane verificatesi negli anni 1976-77 distinte secondo la classificazione già ricordata. I circa 100 eventi catalogati di cui alcuni arealmente molto vasti

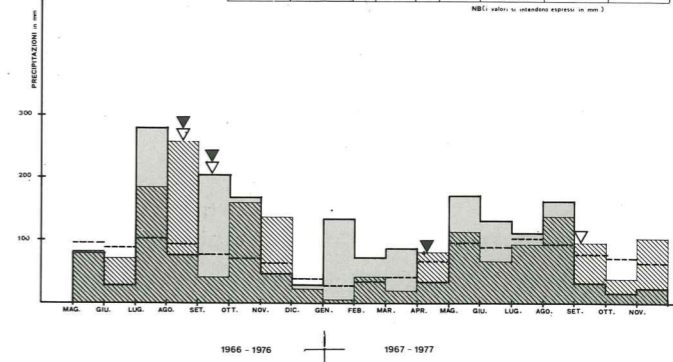
PLUVIOMETRO DI CLES

PERIODO ANNI	SIMBOLOGIA MENSILE	PIOGGE 2 GIORNI	INTENSE 5 GIORNI	TOTALE ANNUO	MEDIA MENSILE TRENTENNALE	MEDIA ANNUA TRENTENNALE
1966	▽	184.0	238.0	1097.0	-----	880.0
1967	▽	99.8	101.8	863.8	-----	880.0
1976	▽	87.8	115.2	918.2	-----	880.0
1977	▽	---	---	1154.7	-----	---



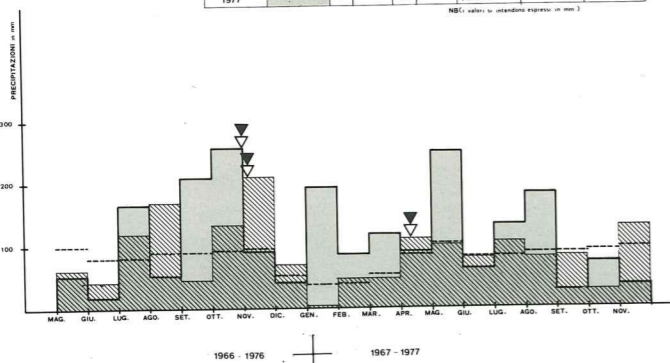
PLUVIOMETRO DI CAVALESE

PERIODO ANNI	SIMBOLOGIA MENSILE	PIOGGE 2 GIORNI	INTENSE 5 GIORNI	TOTALE ANNUO	MEDIA MENSILE TRENTENNALE	MEDIA ANNUA TRENTENNALE
1966	▽	134.7	160.4	1066.6	-----	806.0
1967	▽	46.8	51.8	794.3	-----	806.0
1976	▽	90.2	126.8	1003.7	-----	806.0
1977	▽	---	---	983.2	-----	---



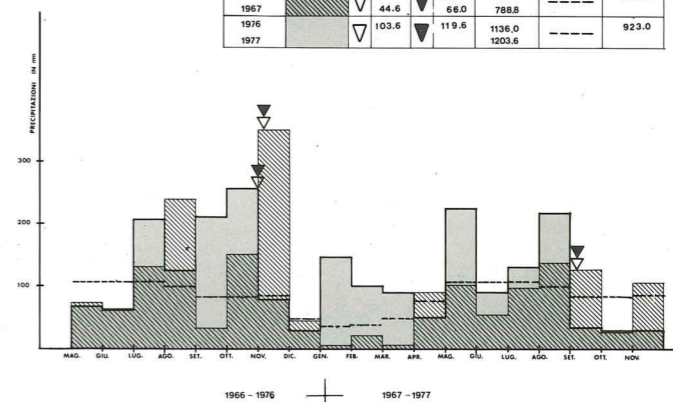
PLUVIOMETRO DI MALE'

PERIODO ANNI	SIMBOLOGIA MENSILE	PIOGGE 2 GIORNI	INTENSE 5 GIORNI	TOTALE ANNUO	MEDIA MENSILE TRENTENNALE	MEDIA ANNUA TRENTENNALE
1966	▽	170.0	191.6	997.3	-----	902.0
1967	▽	80.8	85.8	834.3	-----	902.0
1976	▽	92.2	115.4	965.8	-----	902.0
1977	▽	---	---	1281.7	-----	---



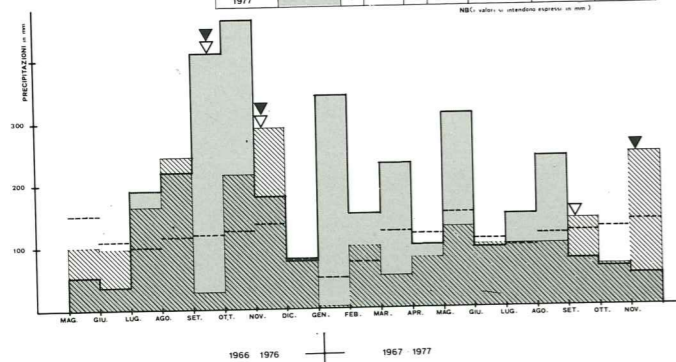
PLUVIOMETRO DI PREDAZZO

PERIODO ANNI	SIMBOLOGIA MENSILE	PIOGGE 2 GIORNI	INTENSE 5 GIORNI	TOTALE ANNUO	MEDIA MENSILE TRENTENNALE	MEDIA ANNUA TRENTENNALE
1966	▽	216.8	332.8	1200.6	-----	923.0
1967	▽	44.6	66.0	789.8	-----	923.0
1976	▽	103.6	119.6	1136.0	-----	923.0
1977	▽	---	---	1203.6	-----	---



PLUVIOMETRO DI TIONE

PERIODO ANNI	SIMBOLOGIA MENSILE	PIOGGE 2 GIORNI	INTENSE 5 GIORNI	TOTALE ANNUO	MEDIA MENSILE TRENTENNALE	MEDIA ANNUA TRENTENNALE
1966	▽	197.0	206.4	1473.4	-----	1298.0
1967	▽	64.4	122.2	1121.0	-----	1298.0
1976	▽	198.4	278.6	1821.0	-----	1298.0
1977	▽	---	---	1849.6	-----	---



PLUVIOMETRO DI TRENTO

PERIODO ANNI	SIMBOLOGIA MENSILE	PIOGGE 2 GIORNI	INTENSE 5 GIORNI	TOTALE ANNUO	MEDIA MENSILE TRENTENNALE	MEDIA ANNUA TRENTENNALE
1966	▽	156.2	175.2	1146.1	-----	915.0
1967	▽	78.8	89.1	885.1	-----	915.0
1976	▽	150.8	182.2	1136.0	-----	915.0
1977	▽	---	---	1207.4	-----	---

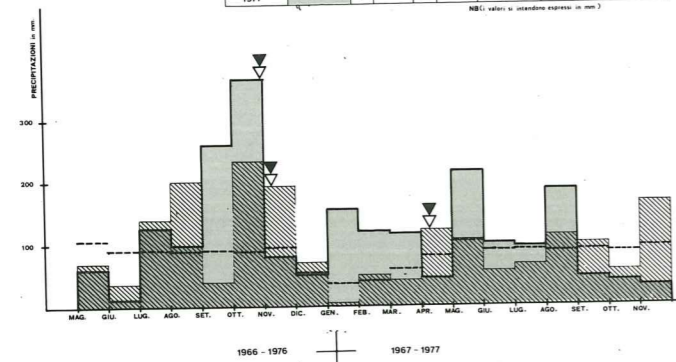
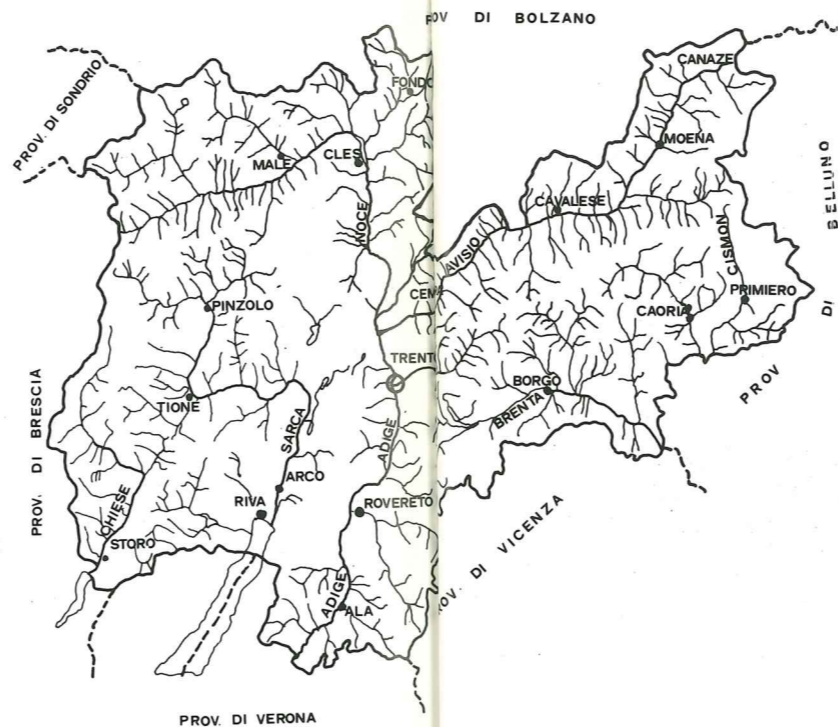
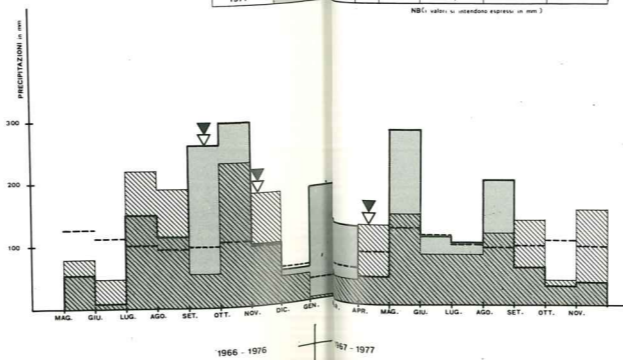


TABELLA COMPARATIVA DEGLI EVENTI PLUVIOMETRICI CONSIDERATI IN TRENTINO NEI PERIODI 1966-67 E 1976-77



PLUVIOMETRO DI PERGINE

PERIODO ANNI	SIMBOLOGIA MENSILE	PIOGGE 2 GIORNI	INTENSE 5 GIORNI	TOTALE ANNUO	MEDIA MENSILE TRENTENNALE	MEDIA ANNUA TRENTENNALE
1966	▽	150.0	159.0	1211.2	-----	1023
1967	▽	82.3	95.9	995.8	-----	1023
1976	▽	133.0	181.7	1164.4	-----	1023
1977	▽	---	---	1362.7	-----	---



PLUVIOMETRO DI CAORIA

PERIODO ANNI	SIMBOLOGIA MENSILE	PIOGGE 2 GIORNI	INTENSE 5 GIORNI	TOTALE ANNUO	MEDIA MENSILE TRENTENNALE	MEDIA ANNUA TRENTENNALE
1966	▽	277.0	311.0	1876.9	-----	1336.0
1967	▽	139.0	156.8	1476.9	-----	1336.0
1976	▽	176.4	255.8	1788.2	-----	1336.0
1977	▽	---	---	1758.3	-----	---

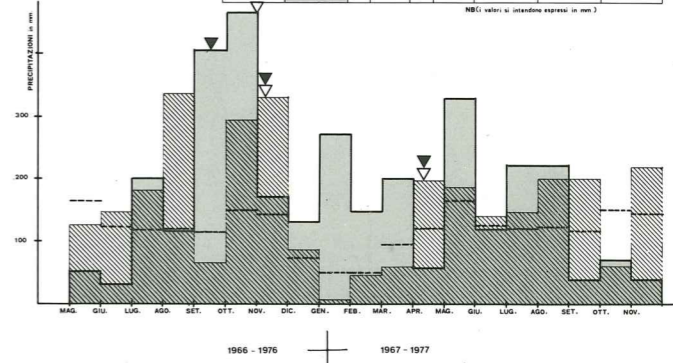


Fig. 3

Alcune frane inoltre hanno sottolineato l'azione negativa nei confronti di questo fenomeno attuata dall'attività antropica.

Tale azione negativa si è per esempio manifestata:

- a) *sui versanti*: per scarso o errato drenaggio di strade, piazzali, scarichi vari; per sbanamenti e disboscamenti eccessivi per l'agricoltura, per insediamenti urbani o per attività estrattiva;
- b) *negli alvei*: per intasamenti, restringimenti, scarsa manutenzione e eccessiva attività estrattiva.

Passando ora all'esame della pluviometria relativa ai due periodi considerati, per quanto riguarda il primo e con particolare riferimento al novembre 1966 si può dire che in provincia di Trento, come d'altronde in buona parte del territorio nazionale, si sono avuti degli eventi meteorologici con carattere di assoluta eccezionalità che hanno provocato dei livelli idrometrici assai elevati ed addirittura — in taluni casi — superiori ai valori mai prima registrati. Quindi valori molto elevati di piogge intense (dai 2 ai 5 giorni) precedute nella stagione antecedente da un andamento idrologico, con riferimento alle piogge medie mensili, compreso

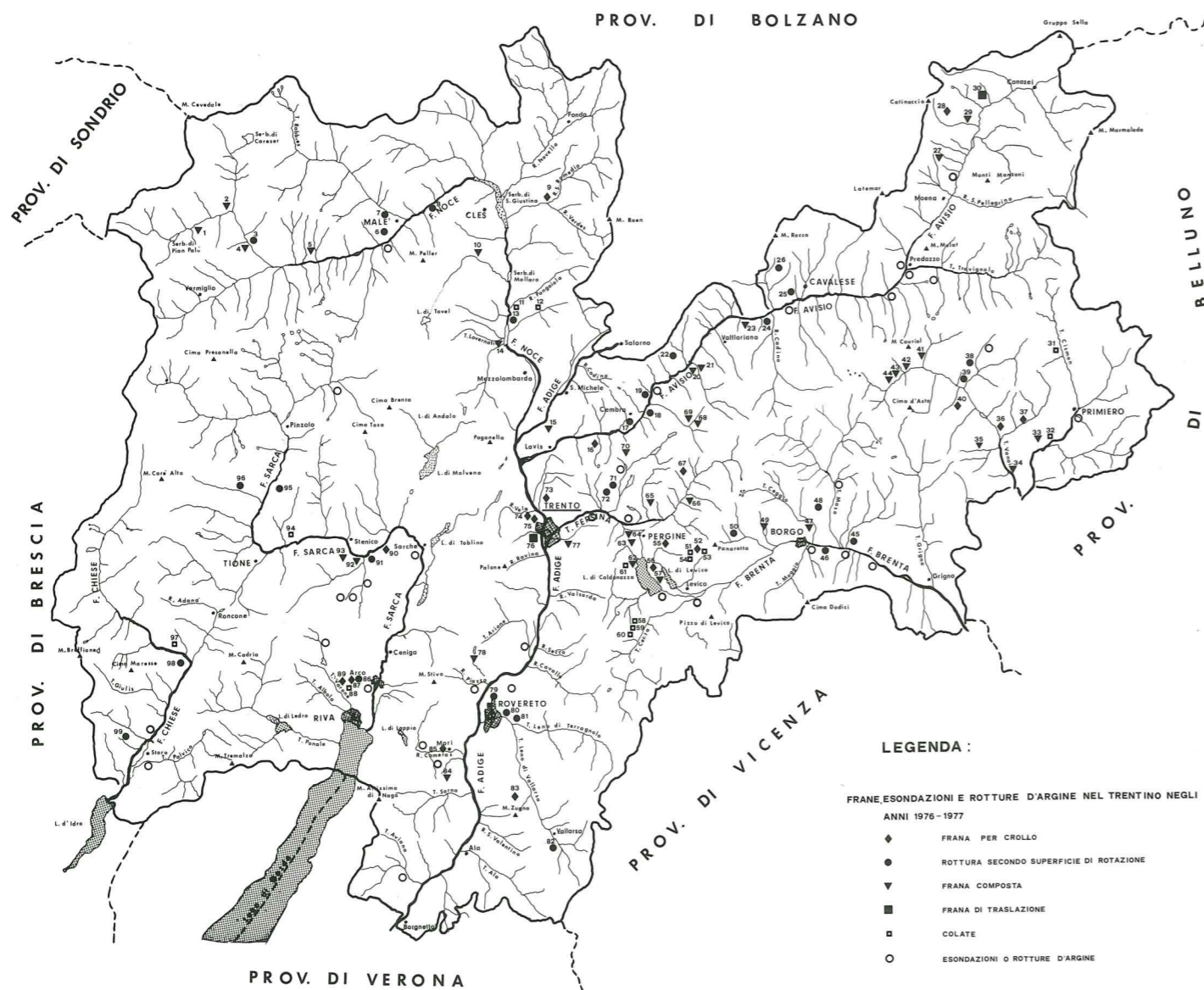


Fig. 6 - I fenomeni franosi nel periodo 1976-77.

QUADRO SINOTTICO

Fig. 7

N.	Località	N° Comprensorio	Quota (m)	Classificazione	Litologia del terreno	Area
1	Val del Monte (Pejo)	7	1900	composta	detrito - micascisti	20.000
2	Pejo	7	1580	composta	morena - micascisti	25.000
3	Celentino	7	1650	rottura	morena - livelli limosi	1.000
4	Comasine	7	1175	composta	morena con detrito - paragneiss	1.000
5	Ortisè	7	1450	composta	morena con detrito - paragneiss	8.000
6	Mangiasa	7	1000	rottura	morena	100
7	Lec Bassa (Magras)	7	800	rottura	morena mista a detrito - paragneiss e quarziti	15.000
8	Cavazzana	7	670	rottura	morena	4.000
9	S. Romedio	6	700	crollò	dolomia	50
10	S.P. 13 fra Tuenno e Terres km. 22,900	6	560	composta	alluvioni - marne	400
11	Rio Salvis	6	350	colata	argille - marne	40.000
12	Vigo di Ton	6	700-500	colata	alluvioni - marne	70.000
13	Ceramica	6	310	rottura	limo lacustre	500
14	Sporminore	6	370	composta	morena mista ad eluvium - marne	10.000
15	S.P. n. 131 del Vino (Pressano)	5	330	composta	eluvium - siltiti werfeniane	900
16	Cava Monte Gaggia Dossalto (Albiano)	5	700	crollò	porfido	5.000
17	Lisignago	5	420	rottura	detrito - porfido	10.000
18	Piazzole	5	670	rottura	alluvioni	100
19	Faver	5	470	rottura	alluvioni sabbiose	20.000
20	Gresta	5	600	composta	alluvioni antiche - porfido	1.600
21	Sover - Rio Brusago	5	770	composta	alluvioni - limo	20.000
22	Valda	5	775	rottura	alluvioni	1.500
23	Rio Pradisella	1	833	composta	alluvioni antiche - porfido	1.000
24	Stramentizzo	1	870	rottura	alluvioni sabbiose	2.500
25	Carano (bivic Castello di Fiemme)	1	1010	rottura	detrito argilloso - marne - calcari marnosi	10.000
26	S. Lugaço (galleria Cella)	1	1050	rottura	detrito porfirico	1.000
27	Ruf de Palac (Vigo di Fassa)	11	1900	composta	detrito limoso su banchi calcareo-marnosi e siltitici del Werfeniano	75.000
28	Gardeccia	11	2300	crollò	calcari	10
29	Gardeccia	11	1550	composta	detrito - calcari marnosi	1.000
30	Rio di Campestrin	11	1590	traslazione	bancate calcaree del Werfeniano	1.200
31	S.S. n. 50 Passo Rolle (Val Mesta) km. 81	2	1200	colata	filladi quarzifere	6.000
32	Loc. Colladina	2	800	colata	detrito filladico	2.500
33	S.P. 79 del Broccon (Loc. Gobbera)	2	850	composta	morena e detrito - dolomia	800
34	S.P. 80 della Cortella	2	630	composta	detrito di falda - dolomia	600
35	S.P. 79 del Broccon km. 22	2	1330	composta	filladi	1.500
36	Loc. Berni (Canal S. Bovo)	2	850	crollò	scisti albitici	100
37	S.P. 56 km. 0,400	2	870	crollò	granito	100
38	Valzanca	2	1480	rottura	filladi quarzifere	200
39	Pian Cason	2	1200	rottura	filladi quarzifere	200
40	Val Reganel	2	1600	crollò	filladi quarzifere	600
41	Loc. Coldosè	2	1320	composta	morenico su filladi	2.000
42	Loc. Laghetti	2	1420	composta	morenico su filladi	1.200
43	Loc. Aia di Agheri	2	1350	composta	morenico su filladi	1.200
44	Loc. Cupolà	2	1310	composta	morenico su filladi	2.000
45	Loc. Col dei Oci (Ospedaletto)	3	450	rottura	morena	2.000
46	Maso Perozzi	3	425	rottura	alluvioni fluvio-glaciali	1.500
47	Visentini	3	660	composta	morenico	4.000
48	Facchini	3	700	rottura	morenico	2.400
49	Pamera	3	1000	composta	detrito - filladi	2.500

segue fig. 7

N.	Località	N° Comprensorio	Quota (m)	Classificazione	Litologia del terreno	Area
50	Loc. Retto	3	1360	rottura	morena	1.200
51	S.P. 11 (Vetriolo - Casa Oss)	4	1400	colata	detrito filladico su fillade sericitica	11.800
52	S.P. 11 (Vetriolo)	4	1530	crollo	filladi quarzifere	7.200
53	Loc. Roversi (Vetriolo)	4	1400	colata	filladi e detrito filladico	5.000
54	Rio Maggiore (Vetriolo)	4	1000	colata	filladi e detrito filladico	7.500
55	Monte Orno	4	1050	composta	morena - filladi	800
56	S.S. 47 (Loc. Gli Erti)	4	470	crollo	scisti albitici	200
57	S.S. 47 (Loc. La Valle)	4	480	composta	detrito filladico su scisti albitici	2.500
58	Pian dei Pradi (Centa)	4	880	colata	detrito filladico su filladi	10.000
59	Albergo al Bosco (Centa)	4	920	colata	detrito filladico su filladi	3.000
60	Cioli (Centa)	4	950	colata	detrito filladico su filladi	4.200
61	Val del Pintarel	4	650	colata	filladi carboniose	3.500
62	Pianezza	4	530	composta	morena mista a detrito	600
63	Costasavina	4	600	composta	morena mista a detrito e filladi	225
64	Costasavina	4	610	composta	morena e detrito filladico - filone porfirico	60
65	Loc. Russol (Pergine)	4	800	composta	morena mista a detrito - lave rioclitiche	2.500
66	Loc. Omeri (Frassilongo)	4	910	composta	morena su strato filladico	10.000
67	S. Orsola	4	1075	crollo	porfido	1.500
68	Bedollo	4	1296	composta	alluvioni antiche - porfidi	1.400
69	Centrale (Bedollo)	4	1100	composta	morena - porfidi	2.000
70	Loc. Slavina (Lases)	5	800	composta	detrito porfirico - porfido	4.200
71	Mazzanigo	4	780	rottura	fluvio/glaciale	200
72	Garzano	4	530	rottura	fluvio/glaciale	150
73	Melta	5	280	crollo	calcari dolomitici e calcari marnosi	15.300
74	S.S. 45 bis (Bus de Vela)	5	350	crollo	calcari dolomitici	600
75	S.P. 85 (Montevideo)	5	320	crollo	calcari marnosi	200
76	Sardagna	5	570	traslazione	calcari marnosi - argilliti	40.000
77	Gabbio	5	525	composta	morena - siltiti	2.500
78	Cei	10	950	composta	morena mista a detrito - marne	105.000
79	Rovereto - Drio Pozzo	10	250	rottura	detrito e fluvio/glaciale	2.250
80	Rovereto - Oleificio Costa	10	220	rottura	alluvioni cementate	250
81	S. Nicolò (Terragnolo)	10	480	rottura	detrito	800
82	Speccheri (Vallarsa)	10	740	rottura	discarica detritica	2.500
83	M. Zugna	10	1850	crollo	calcari	900
84	Brentonico	10	710	composta	morena mista ad eluvium - tufi	1.800
85	Mori	10	370	crollo	calcari	10
86	Cava Ronchi	10	110	rottura	detrito grossolano su cappellaccio argilloso	5.000
87	Cementi Riva	10	190	crollo	banchi marnosi	1.500
88	Gavazzo	10	210	colata	cappellaccio argilloso su marne	30.000
89	Tenno	10	330	crollo	conglomerato cementato	400
90	S.S. 237 del Limarò	8	460	crollo	calcari	100
91	S.P. 213 - Ponte Arche	8	330	rottura	depositi limosi - marne	1.000
92	Ponte Arche	8	450	composta	alluvioni rimaneggiate - marne	3.000
93	Biè (Bleggio Inferiore)	8	550	composta	morena mista a detrito - marne	900
94	Ragoli	8	580	colata	alluvioni - dolomia	1.000
95	Fisto	8	1100	rottura	morena	200
96	Val di Borzago	8	1120	rottura	morena	1.200
97	Daone	8	890	colata	morena mista a detrito	1.000
98	Prezzo	8	680	rottura	morena	900
99	Faserno	8	950	rottura	morena - filladi	3.500

tra un 30 ÷ 40% superiore ai valori medi desunti dall'esame (con punte massime di 316 mm di pioggia in due giorni alla stazione di Paneveggio), di una serie trentennale di confronto, cui ci si è riferiti nello studio. Per quanto riguarda invece il secondo periodo esaminato i valori registrati delle piogge intense verificatesi nello stesso periodo autunnale, quindi a parità di stato vegetazionale, presentano un decremento percentuale compreso tra il 10 ed il 50% a seconda delle stazioni, con riferimento ai valori del 1966, mentre i valori stagionali nei mesi antecedenti sono nello stesso rapporto di quelli del 1966 rispetto ai valori medi di riferimento trentennali. Pur volendo evitare conclusioni affrettate sembra possibile sostenere che perché si inneschino un certo numero di eventi franosi e con una certa frequenza è necessario che ad un periodo relativamente piovoso seguano piogge intense di un qualche rilievo che vengono bruscamente ad influire sulla variazione del parametro r_u (cioè delle pressioni neutre) e quindi sulle condizioni di stabilità degli ammassi terrosi. Una verifica di queste proposte di lavoro si è avuta nel corso del mese di ottobre del 1980, in cui a seguito di un periodo stagionale secco si sono avute nello stesso territorio piogge intense comparabili con quelle del 1966 e 1976 e malgrado questo non si sono registrati fenomeni franosi di una qualche importanza.

Con riferimento ancora agli ultimi dati del 1980 sopra citati sia in termini di piogge che di altezze idrometriche, sembra non siano da trascurare le tendenze manifestatesi su almeno due corsi d'acqua principali del territorio in esame (l'Adige ed il Sarca) ad un aumento della celerità di propagazione dell'onda di piena, le cui cause, pur nelle dovute verifiche idrologiche necessarie, dovranno poter essere attribuite in proporzione non attualmente definita e alle intense sistemazioni d'alveo da una parte e alle variazioni nei coefficienti idrometrici relativi alle zone antropizzate.

Di seguito vengono presentati alcuni fenomeni franosi tra i più significativi avvenuti in questo periodo. Su di essi è stato fatto un approfondito esame idrogeologico attraverso campagne di sondaggi geofisici e geomeccanici ed analisi geotecniche ed inclinometriche che hanno permesso di definire esattamente il fenome-

no nei riguardi sia della serie stratigrafica interessata che delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni stessi.

Sulla base degli studi sono stati poi attuati gli interventi di sistemazione.

Nelle tavole sinottiche raccolte in fig. 7 e nella figura 6 vengono poi elencate tutte le località interessate dai franamenti '76-'77, con l'indicazione delle caratteristiche principali e l'ubicazione nel territorio provinciale.

4. DESCRIZIONE DI ALCUNI EVENTI FRANOSI

4.1. Moia di Trento

Nell'autunno 1976 e nella primavera 1977 nell'abitato di Moia, nel comune di Trento, un movimento franoso che già aveva interessato la zona nel 1966 subì una pronunciata ripresa, provocando ulteriori dissesti a diversi edifici (Foto 1).

L'area interessata del movimento franoso è ubicata sul versante meridionale del M. Calisio ove affiora la serie stratigrafica cretacicoeocenica, disposta secondo una piega a sinclinale coricata (vedi sezione geologica). In questa zona la serie dell'Eocene inferiore è in facies eteropica: le marne eoceniche sono infatti sostituite localmente da depositi vulcanoclastici di natura basaltica. La serie risulta pertanto così costituita: alla base la scaglia rossa, seguita dalle vulcanoclastiti basaltiche a Moia e dalla scaglia grigia a Sud e a Nord di tale zona. La serie eocenica termina con grossi banchi di calcari nummulitici (Fig. 8).

La copertura quaternaria è costituita da depositi eluviali soprattutto sui depositi vulcanici, da depositi detritici anche grossolani provenienti dai calcari nummulitici e da depositi dovuti a frane di crollo.

La circolazione idrica avviene prevalentemente nei calcari nummulitici e negli accumuli detritici e di frana, mentre la circolazione idrica nelle vulcanoclastiti è ridotta entro sottili livelli, più permeabili.

Il movimento franoso ha interessato tutta la fascia di versante che in sezione va dal serbatoio SIT alla vecchia casa Seiser, disastando nel movimento ben 3 fabbricati.

FRANA DI MOIA' - TRENTO

Doss Calmuz

m.s.l.m.

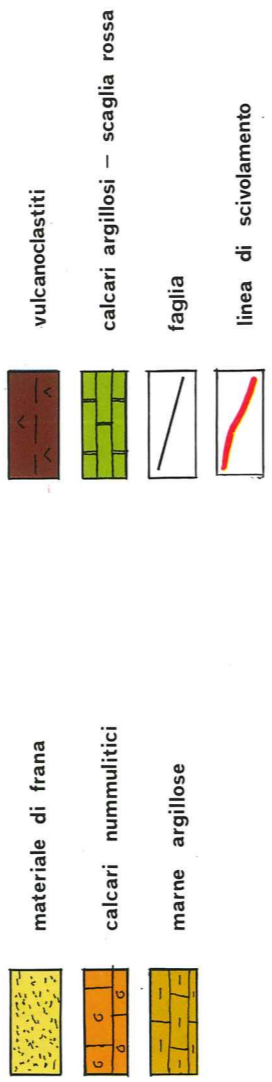
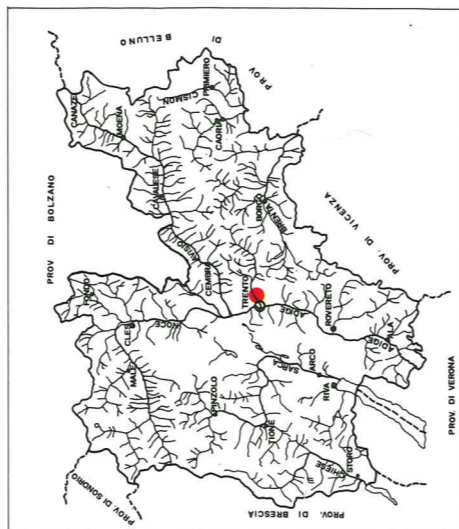
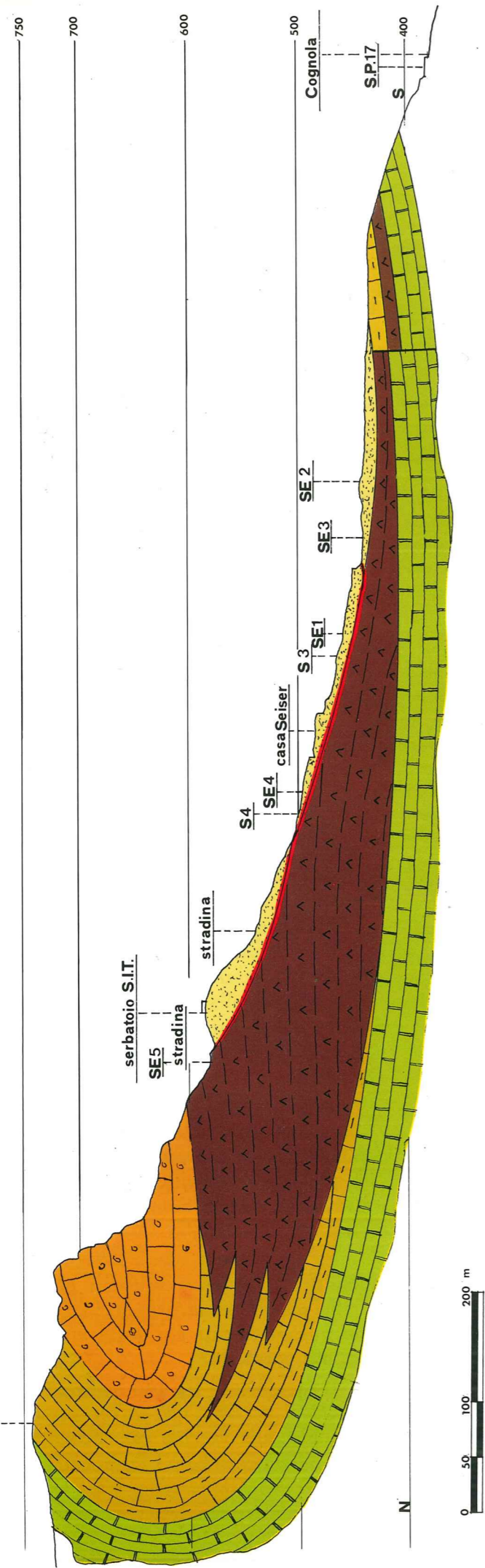


Fig. 8

FRANA RIO RINASSICO - VIGO DI TON

m.s.l.m.

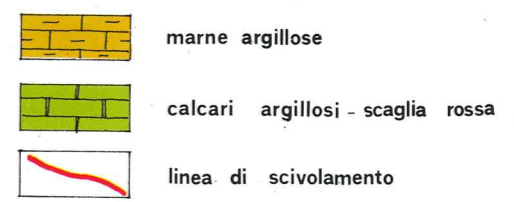
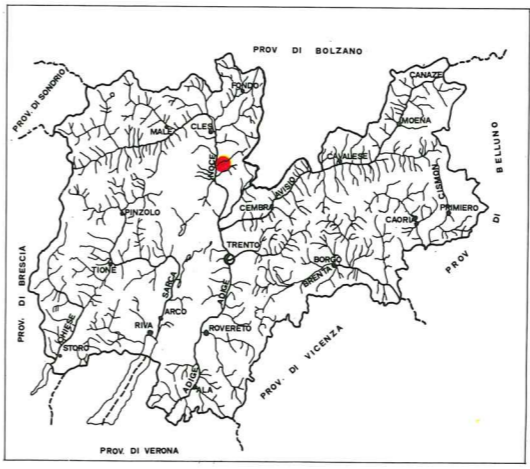
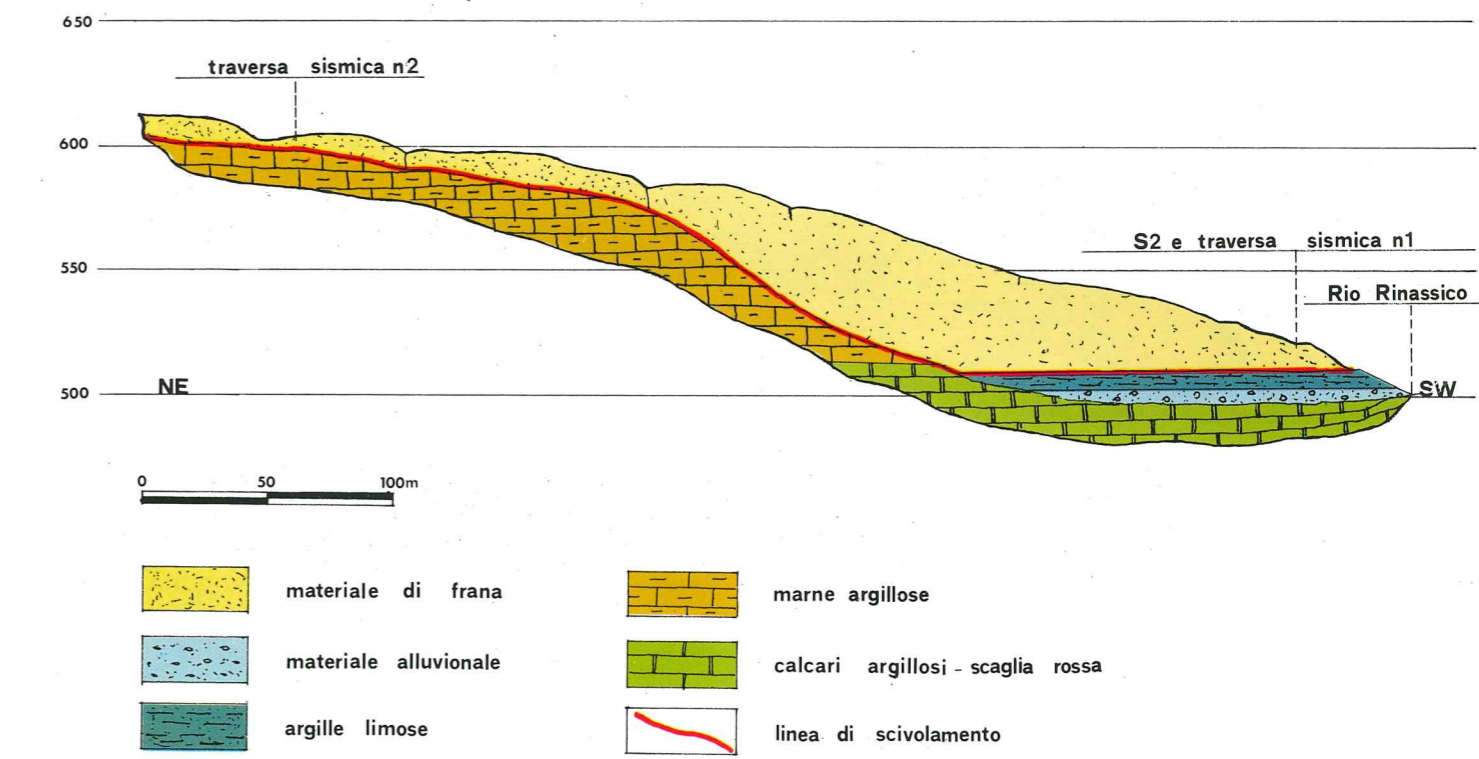


Fig. 9



Foto 1 - Frana di Moia - Particolare lesioni casa Seiser.

L'indagine geologico-geotecnica ha comportato l'effettuazione di n. 6 sondaggi meccanici spinti mediamente fino a 20 m di profondità e di n. 3 sondaggi elettrici verticali.

In tre fori di sondaggio sono stati posti dei tubi inclinometrici per l'individuazione del piano di scorrimento della frana e per una valutazione degli spostamenti.

Sui numerosi campioni prelevati con la campagna di sondaggi meccanici sono state eseguite diverse analisi geotecniche per la definizione degli indici caratteristici.

Dalla prospezione geologico-geotecnica si è potuto ricostruire assai bene l'assetto strutturale dei terreni coinvolti nel movimento franoso. In particolare si è potuto verificare che l'area, coinvolta dalla attuale frana, era già stata interessata in passato da una paleofrana. Gli elementi che hanno portato a questa conclusione sono scaturiti sia da un'analisi geomorfologica del sito sia dall'esame dei campioni prelevati con i sondaggi, soprattutto dal sondaggio n. 1.

In questo punto si osserva, in maniera evidente, intorno a 8-10 m di profondità, la presenza di un paleosuolo intercalato in una serie di vulcanoclastiti intensamente fratturate.

Le successive analisi sul tubo inclinometrico installato sul sondaggio n. 1 hanno inoltre messo in evidenza che la superficie di scivolamento dell'attuale frana coincide, all'incirca, con la superficie di scivolamento della paleofrana; tale superficie è stata infatti stabilita da m 8,00 a m 8,50 di profondità.

L'analisi sull'inclinometro più a monte ha posto invece la superficie di scivolamento tra m 9,00 e m 9,50 di profondità, mentre sul fianco Ovest (casa Seiser) lo scivolamento risulta essere ad una profondità di m 5,00 ÷ 5,50.

In base a questi dati è stato valutato il volume del materiale coinvolto nel movimento franoso del 1976-77: esso è risultato di 90.000 m³ circa.

Per quanto riguarda le cause che hanno provocato il movimento franoso occorre fare

una distinzione tra la paleofrana ed il movimento franoso recente.

Riguardo la paleofrana gli elementi conoscitivi non sono molti per cui il grado di attendibilità delle varie ipotesi formulate è piuttosto basso. Nondimeno è possibile fare alcune considerazioni.

Immediatamente a monte dell'area interessata dalla paleofrana vi è un piccolo promontorio (in corrispondenza della scritta « serbatoio SIT »), costituito da un macereto di frana a grossi blocchi calcarei. Le due frane sono troppo vicine l'una all'altra per non supporre una stretta interdipendenza tra le due, almeno a livello di pura ipotesi. In altre parole è probabile che la frana di crollo localizzata più in alto abbia provocato con il proprio peso e la propria spinta una rottura dell'equilibrio dei terreni sottostanti ad elevata componente argillosa, provocando la già citata paleofrana.

Per quanto riguarda la frana recente, tra le cause predisponenti vi è senz'altro da annoverare la natura dei terreni che costituiscono il versante, ad elevata matrice argillosa, e la pendenza del versante stessa che, pur non essendo in assoluto elevata, è pur sempre accentuata per quei tipi di terreni.

Per quanto riguarda le cause determinanti non si è ancora fatta un'analisi approfondita. Dai dati fin qui acquisiti si è comunque messo in evidenza che il movimento della falda di terreno instabile è fortemente condizionato dall'andamento delle precipitazioni meteoriche e da eventuali apporti artificiali.

Nel caso specifico è stato osservato che le variazioni del livello piezometrico superiore al metro provocano il movimento della frana. Parimenti variano i valori di φ e c nel materiale vulcanoclastico; in condizioni di prolungata imbibizione essi decadono da valori normali di 35° e 0,5 kg/cm² a valori di 20° e 0,05 kg/cm².

4.2. Vigo di Ton

Il fenomeno coinvolge tutta la serie ghiaioso-sabbiosa di riempimento di una paleovalle, incisa nel substrato marnoso del versante destro del T. Rinassico. Il movimento franoso

è provocato sia dallo scalzamento al piede da parte del torrente che dalla circolazione idrica presente al contatto depositi ghiaiosi/cappellaccio argilloso delle marne (Fig. 9).

I rilievi geofisici ed i sondaggi, sempre verificati con piezometri ed inclinometri, hanno evidenziato che il piano di scorrimento è ubicato prevalentemente nella zona di contatto con le marne ad una profondità variabile fra i 13 ed i 20 m. Le prove di taglio effettuate sui campioni argillosi del cappellaccio hanno fissato i valori di φ e c pari a 20° e 0,5 t/m².

L'alimentazione idrica principale proviene da una zona di scorrimento, che mette a contatto le marne con le dolomie triassico-giuresi del Sasso Bianco. In concomitanza a forti precipitazioni la circolazione idrica nella frana aumenta immediatamente; a incrementi notevoli del movimento (come nel '66 e '76) corrispondono in media rialzi della falda di base di ~ 2 m.

La frana dissesta sistematicamente una strada comunale ed una grossa briglia sul torrente.

4.3. Vetriolo

Dall'autunno 1976 e fino alla primavera 1977 un grosso movimento franoso ha coinvolto una lunga e stretta fascia di versante nella zona di Vetriolo interessando nel movimento alcuni fabbricati e la strada provinciale (Foto 2). Già nel 1966 il fenomeno si era manifestato in maniera vistosa. Il movimento interessa tutta la fascia di copertura detritica che ricopre la formazione filladica, che qui risulta costituita da alternanze di filladi sericitiche con filladi quarzifere (Fig. 10). Nella zona di contatto fra cappellaccio e substrato è sempre presente una fascia di terreno argilloso che sostiene la circolazione idrica. Anche qui il movimento avviene quando l'impregnazione del terreno porta ad un aumento critico della pressione interstiziale lungo il piano di scivolamento. Il piano di scivolamento è ubicato a circa 5 metri di profondità ed è costantemente imbibito da acque di circolazione ipogea. Il materiale argilloso saturo presenta un angolo di attrito di 20° e coesione praticamente nulla. Gli interventi sistematori si sono attuati ancorando la stra-

FRANA S.P. 11 (Km. 12,400) - VETRIOLO

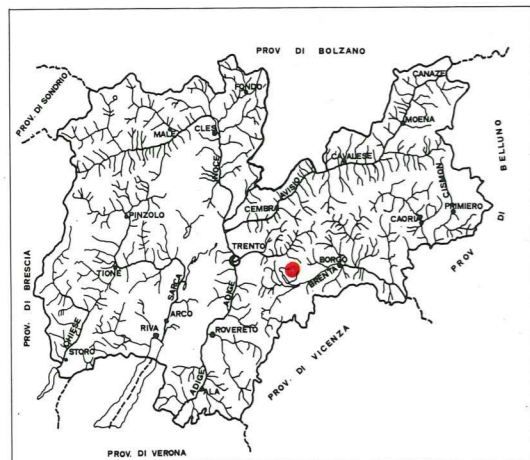
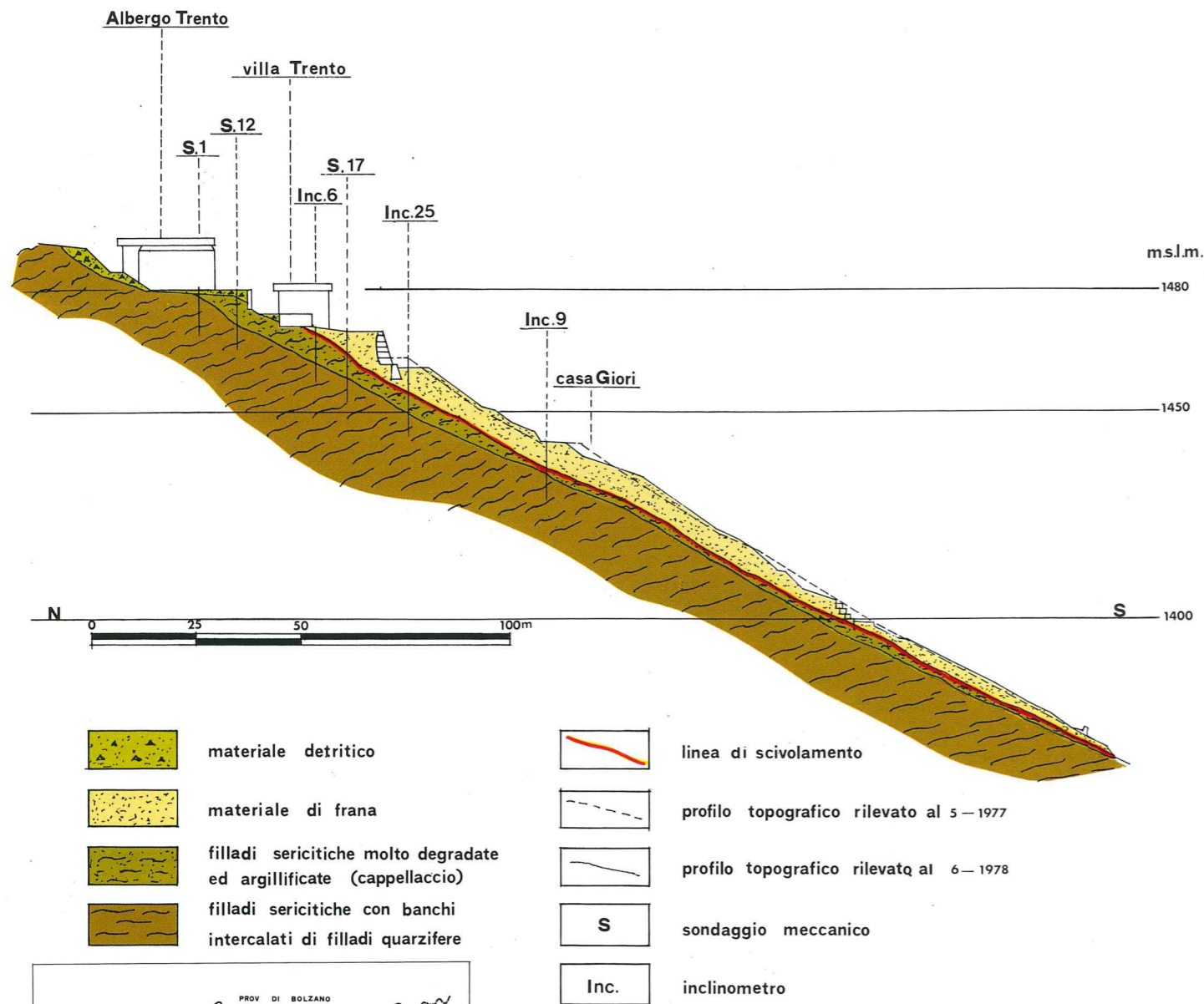


Fig. 10

FRANA DI SARDAGNA - TRENTO

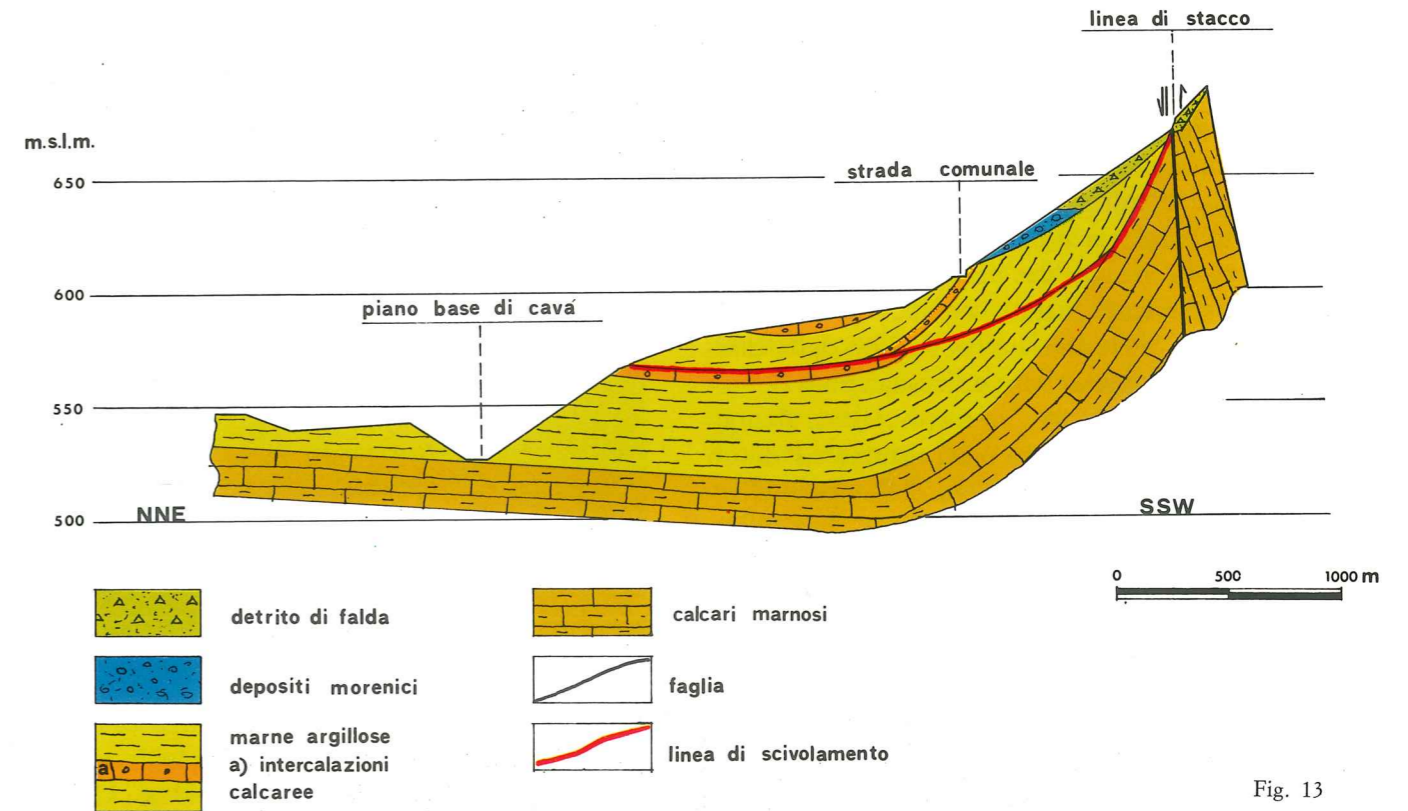


Fig. 13

FRANA DI RUF DA PALAC - VIGO DI FASSA

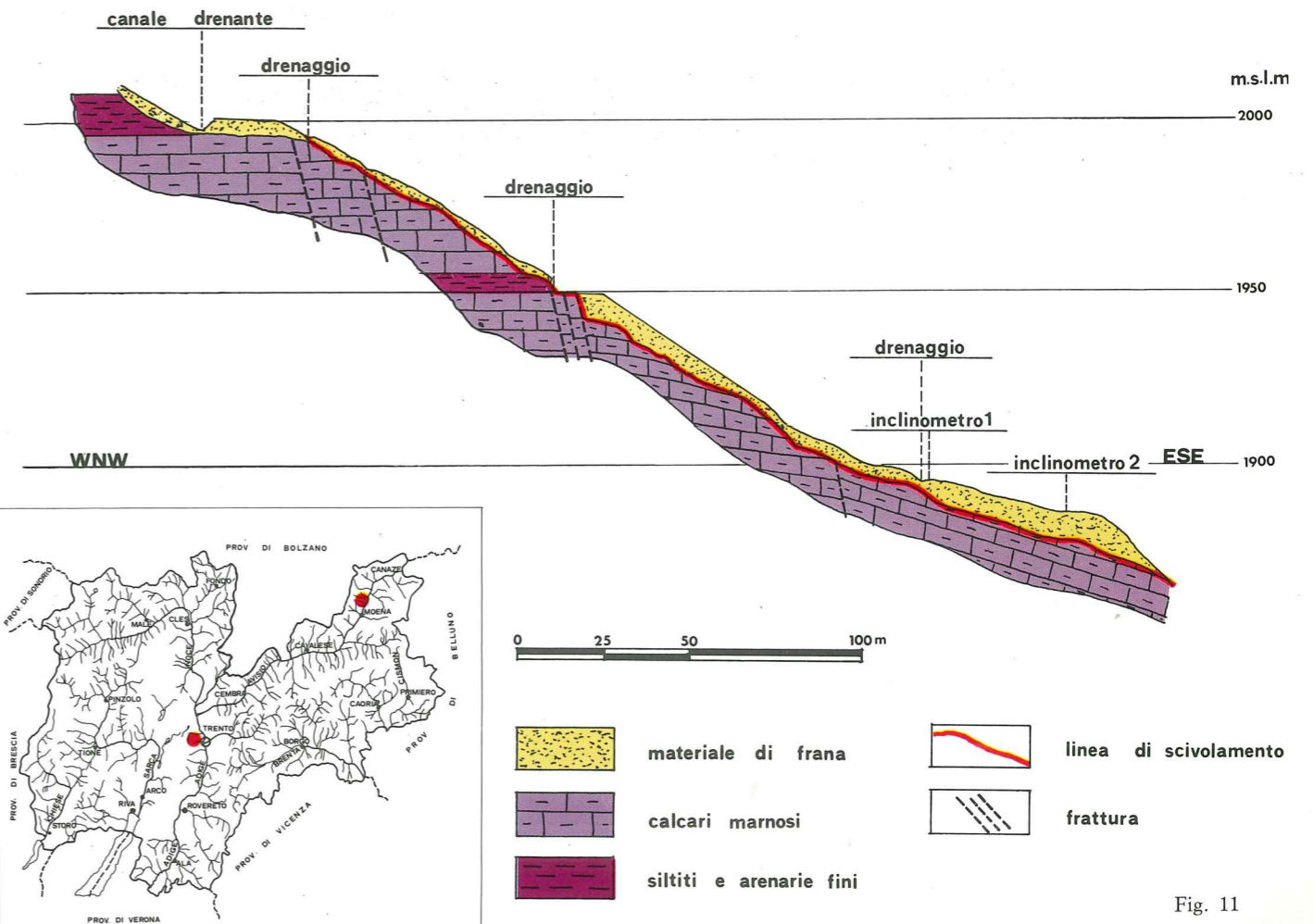
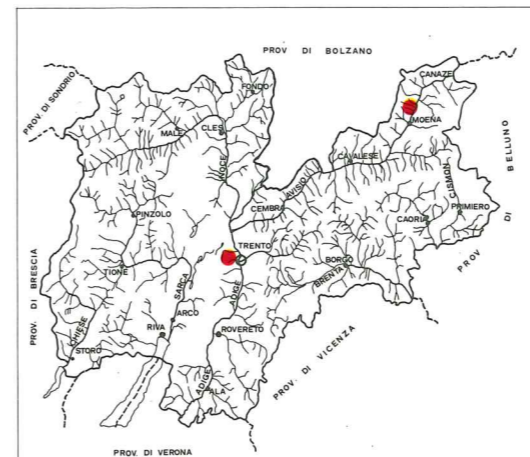


Fig. 11



da con opere di micropalazzazione e tirantatura ai banchi di fillade quarzifera compatti sottostanti alle filladi sericitiche e realizzando profondi drenaggi sia a monte della frana che nel corpo della stessa. Le indagini per gli interventi sistematori hanno comportato l'analisi geofisica col metodo sismico, seguita dalla campagna di sondaggi e dal condizionamento dei fori a mezzo di piezometri e inclinometri. Attualmente si continuano le osservazioni su di un inclinometro ubicato a monte delle opere sistematorie con micropali e tiranti e i dati di lettura confermano il buon effetto dell'intervento.

A valle dell'intervento, al contrario, tutti i piezometri e gli inclinometri si sono tagliati in corrispondenza del piano di scivolamento a circa 5 m dal p.c.

Si è notato comunque, nei primi tempi di osservazione, che era sufficiente una variazione della quota falda di 0,7 m per rendere instabile la coltre detritica.

4.4. Ruf da Palac - Vigo di Fassa

Il fenomeno franoso ha movimentato tutti i materiali della testata del Rio Ruf da Palac presso Vigo di Fassa nel maggio 1977 (Foto 3). La copertura sciolta di questo versante è rappresentata da depositi di frana e da detriti a componente argillosa provenienti dal substrato roccioso degli « Strati di Werfen » qui costituiti da alternanze di calcari, siltiti, arenarie e calcari marnosi. L'acclività del pendio e la rete di fratture del substrato insieme a forti concentrazioni idriche per le precipitazioni e lo scioglimento delle nevi hanno costituito le cause predisponenti del fenomeno.

La frana ha coinvolto i materiali sciolti di copertura e parte del substrato: il piano di scorrimento si è localizzato sia lungo le superfici di strato che lungo le fratture subverticali e trasversali alle bancate calcaree (Fig. 11).

Causa determinante è stato l'aumento abnorme di portata di alcune grosse sorgenti pre-



Foto 3 - L'imponente frana del Ruf da Palac, ai piedi del Masarè.

senti nella zona di distacco. Il materiale in movimento è fluitato a valle fino al T. Avisio, trascinando nel movimento per più di 2 km anche il materiale di fondovalle, provocando profonde erosioni lungo l'asta torrentizia e la distruzione di oltre 7 ha di bosco.

I sondaggi geofisici e meccanici sono stati rivolti al controllo di eventuali zone instabili.

In base ai dati geotecnici ottenuti (il materiale in condizioni non imbibite presenta angolo di attrito di 35° e una coesione di 1 t/m^2), gli interventi sistematori si sono attuati con il rimodellamento della testata di frana secondo angoli di scarpa stabili e con il regolare convogliamento di tutte le acque lungo l'asta principale, lungo la quale poi si sono realizzate numerose briglie. Attualmente i controlli all'inclinometro ed ai piezometri confermano la stabilità degli accumuli detritici e l'assenza di circolazione idrica lungo l'originario piano di scorrimento.

4.5. Cei

La strada provinciale che da Castellano porta a Cei, nel tratto compreso tra la località Cros (bivio per Bordala) e Casotte Tiaf, subisce ormai da diversi anni, soprattutto nel perio-

do primaverile, dei lenti cedimenti che interessano sia la sede stradale che il versante a monte della carreggiata.

I dissesti si manifestano con delle profonde crepe nel manto d'asfalto e vistosi gradini che è necessario livellare prontamente per consentire il traffico sulla provinciale.

Gli spostamenti del terreno non sono di grande entità, essendo contenuti in alcuni centimetri all'anno, ma il fenomeno è di così vaste proporzioni che si è ritenuto indispensabile procedere ad un sistematico studio del movimento franoso, onde individuarne le cause predisponenti e determinanti.

L'indagine geologica è stata effettuata attraverso una campagna di rilevamento geologico di dettaglio, l'esecuzione di diversi sondaggi elettrici verticali al fine di ricostruire anche in profondità la struttura del terreno coinvolto nel movimento franoso, la realizzazione di sondaggi sismici con la sismica a rifrazione e sondaggi meccanici in diversi punti della zona interessata dal movimento.

Nella parte bassa dell'area in esame il substrato roccioso è costituito da calcari, calcari più o meno argillosi, calcareniti, calcari nummulitici e morena del periodo Cretaceo-Eocene disposti in piega a sinclinale con asse disposto in direzione NNE/SSW. Per effetto di tale piega nella parte alta gli strati risultano rovesciati (fig. 12).

In direzione NNW le formazioni cretaco-eoceniche sono messe a contatto con i calcari del Lias medio-inferiore da una faglia avente all'incirca direzione NE/SW.

Le formazioni rocciose sono ricoperte nella parte alta da un abbondante detrito di falda, mentre, nella parte bassa, predominano i depositi morenici, le morene miste a detrito ed i depositi dovuti a frana.

Dalle osservazioni condotte sul posto si è rilevato che la morena ha un indice abbastanza elevato di materiale a granulometria sottile per cui non è dotata di una buona permeabilità.

La circolazione idrica è localizzata in ben precisi livelli della morena e al contatto tra questa e il substrato roccioso ad essa sottostante, costituito da rocce poco permeabili.

Il movimento franoso ha il suo apice localizzato intorno a quota 1100 circa nella zona



Foto 2 - Testata della frana di Vetriolo con le sistemazioni attuate per la strada provinciale. Sullo sfondo la casa coinvolta nel movimento fin dal 1966.

FRANA DI CEI - S.P. 20

Mte Zanetto

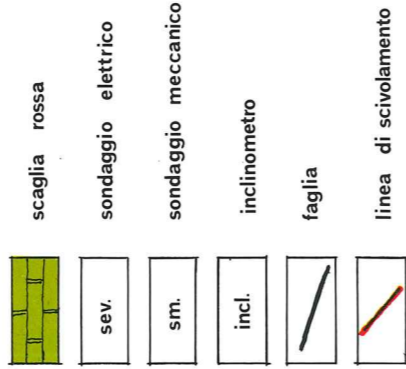
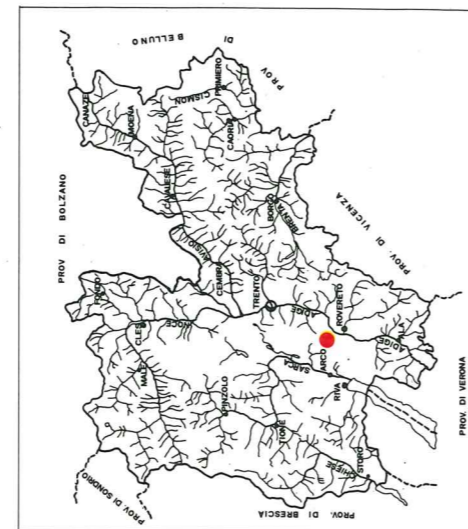
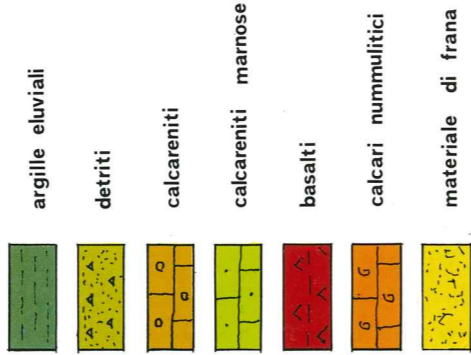
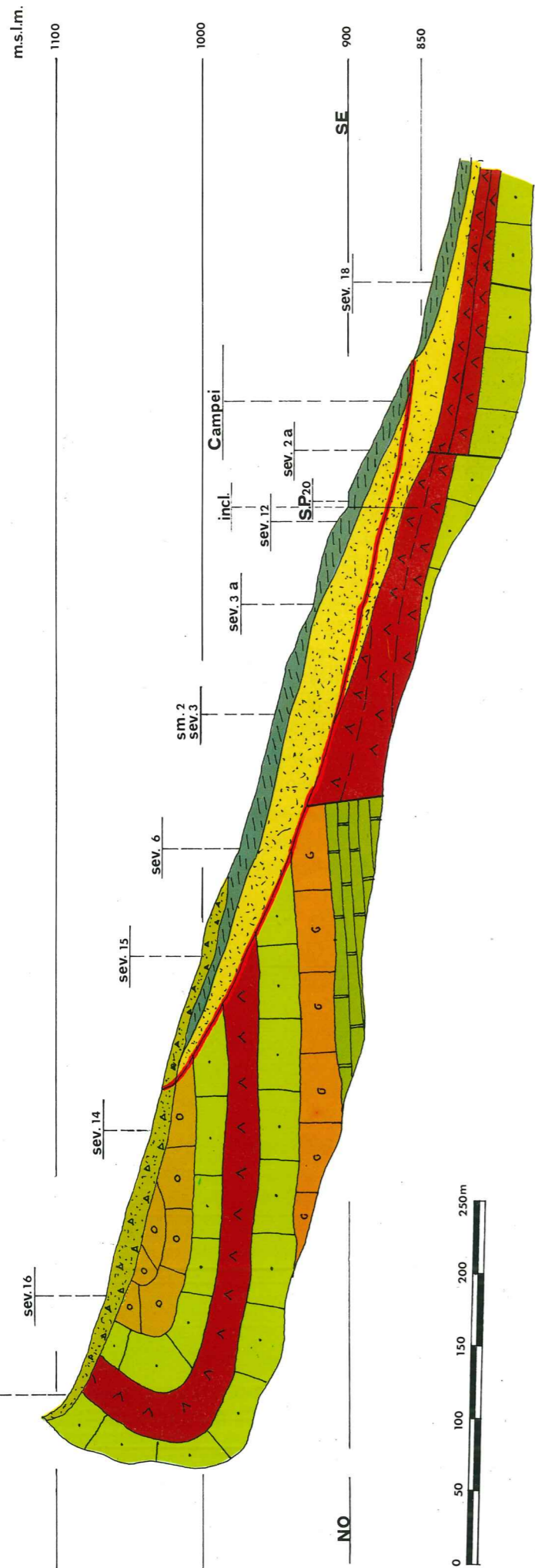
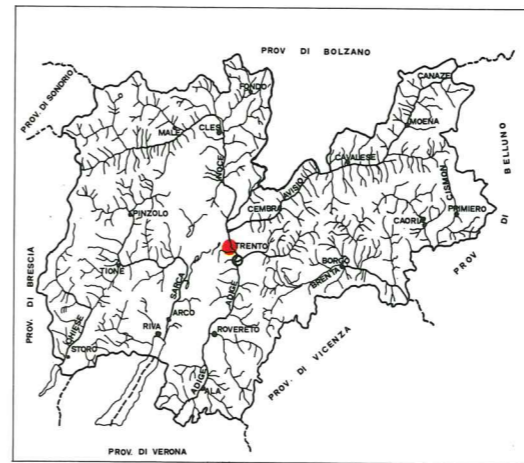
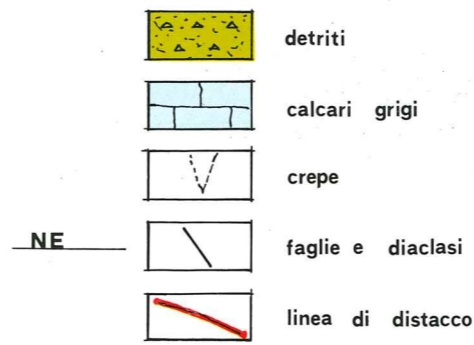


Fig. 12

FRANA DI MELTA - TN

m.s.l.m.
325



cava Eccel

Fig. 14

ove è preponderante il detrito di falda rispetto ai depositi morenici, per il costante apporto da parte delle pareti rocciose immediatamente sovrastanti.

La superficie interessata dal movimento franoso abbraccia diversi ettari di terreno, in parte coltivati ed in parte boscati, per complessivi 105.000 m² circa.

Dai rilievi geoelettrici fatti sul corpo della frana si è potuto rilevare con buona precisione l'andamento del bedrock e la struttura dei depositi sciolti sovrastanti. Sostanzialmente la struttura evidenziata con i sondaggi elettrici è la seguente, partendo dall'alto verso il basso:

- livello a bassa resistività elettrica, potente qualche metro, costituito da terreni derivanti dal disfacimento delle rocce marnose;
- morena, con valori medi di resistività e spessore di qualche decina di metri;
- substrato roccioso costituito da rocce marnose nella zona interessata dal movimento franoso.

78 Alcuni tubi inclinometrici sistemati nei fori di sondaggio hanno permesso di stabilire che vi sono più superfici di scivolamento, a diverse profondità.

La più profonda è stata rilevata intorno a 30 metri di profondità ed interessa la zona prossima al contatto tra la morena ed il substrato roccioso.

Da un rilevamento della falda freatica nei fori di sondaggio, effettuato durante la primavera 1977, si è potuto stabilire che, in corrispondenza dello scioglimento delle nevi (periodo marzo-aprile), si ha un aumento improvviso della falda freatica al quale corrisponde un repentino incremento della portata delle sorgenti a valle della zona interessata dalla frana.

Il movimento franoso coincide proprio con l'innalzamento della falda e si esaurisce quando l'apporto dovuto allo scioglimento delle nevi si riduce pressoché a zero.

Da una valutazione degli interventi che è possibile mettere in atto per la salvaguardia della strada provinciale e della estesa zona a monte di questa, pare che l'unico intervento possibile consista nel drenaggio di tutte le acque nella zona apicale della frana ed in una disciplina delle acque di ruscellamento che scorro-

no soprattutto sul fianco Sud della falda di terreno in movimento.

Altri interventi, quali la spillatura delle acque di infiltrazione con dei dreni suborizzontali disposti sotto la strada provinciale, potrebbero dare dei benefici; considerata però la profondità della superficie di scivolamento e l'enorme volume di materiale mobilizzato la spesa per un tale tipo di intervento sarebbe sicuramente molto elevata, di gran lunga superiore a quella prevista per il drenaggio a monte.

4.6. Sardagna di Trento

La frana si è manifestata in maniera accentuata nell'estate del 1976 nel fianco meridionale e orientale della grande cava Italcementi di Sardagna; già negli anni precedenti si erano però evidenziate le crepe di trazione.

L'attività estrattiva ha portato alla realizzazione di un grosso vuoto a forma di anfiteatro nella serie argillosa dell'Eocene Superiore. Tale serie si trova al nucleo di una stretta struttura sinclinale, limitata ad W e a Sud da linee di scorrimento e di frattura.

L'asportazione di materiale al piede del versante, unitamente alla situazione stratigrafica e tettonica ed alle pressioni idrostatiche nelle fratture di bordo, hanno portato alla rottura della stabilità del versante, con formazione di un piano di scivolamento in parte ubicato lungo le fratture esistenti nei calcari marnosi, in parte lungo fratture di neoformazione (nei depositi morenici ad W) e in parte in corrispondenza ad un bancone calcarenitico intercalato nella serie delle argille (il profilo 13 e la foto 4 illustrano il meccanismo e le dimensioni del fenomeno).

Le verifiche geotecniche sono state attuate su numerosi campioni di argille e marne della serie eocenica, prelevati in alcuni fori di sondaggio realizzati nella massa in movimento. Si è potuto constatare anche l'esistenza di una circolazione idrica guidata dalle intercalazioni calcaree, che ha provocato l'instaurarsi delle pressioni lungo il piano di scorrimento e l'annullamento della coesione.

I parametri geotecnici del materiale marnoso-argilloso, dedotti dalle prove di laboratorio, sono stati: $\gamma_{\text{sat}} = 2,43$ (t/m³) e σ_r



Foto 4 - Frana di Sardagna: in evidenza il sistema di crepe prodottesi.

$= 39,4$ Kg/cm² (alla prova di compressione ad esp. lat. libera) mentre quelli del materiale argilloso, derivato dal disfacimento delle argilliti e presente nella zona di scorrimento, risultarono: $\gamma = 2,1$ gr/cm³ $\varphi = 15^\circ$ e $c = 2$ t/m².

4.7. Melta di Trento

Nell'aprile del 1977 un ingente crollo ha interessato il versante roccioso della ex cava Eccel in località Melta di Gardolo (Foto 5). Il versante è qui costituito dalla serie dei calcari di Noriglio e dalle dolomie del Trias Superiore. La serie è in giacitura rovesciata e costituisce la gamba settentrionale della sinclinale del M. Calisio (Fig. 14).

La particolare situazione tettonica comporta una giacitura spesso anomala dei banchi, interessati oltre che dagli assi di piegatura principale, ad orientamento ENE-WSW, da subpieghe anticlinali e sinclinali minori e da numerosissime faglie e diaclasi.

Il crollo del 1977 era stato preceduto da

79 un altro crollo avvenuto nel 1952, quando la cava era coltivata dalla Società Galtarossa. Allora il crollo aveva interessato una fetta di versante limitrofa a N ed era avvenuto per scivolamento prevalente lungo piani di strato che, rispetto al fronte di scavo, presentavano una posizione a franappoggio.

Ancora nel 1952 però si erano evidenziate notevoli fratture di distacco a tergo della parete di frana, che proseguivano nell'area interessata poi dal crollo del 1977.

L'evento del 1977 è avvenuto per distacco prevalente da queste superfici di faglia, orientate sia parallelamente che perpendicolarmente alla parete rocciosa, circa N 30° e N 115°, subverticali.

Le cause determinanti, oltre al naturale degrado delle forze di attrito e coesione lungo le numerosissime diaclasi e superfici di strato per le forti piogge autunnali e primaverili, sono state senz'altro anche le sollecitazioni sismiche derivate dai terremoti di maggio, settembre e dicembre 1976.

Il volume della frana fu di circa 120.000 mc. Dopo il crollo della massa calcarea, si aprì

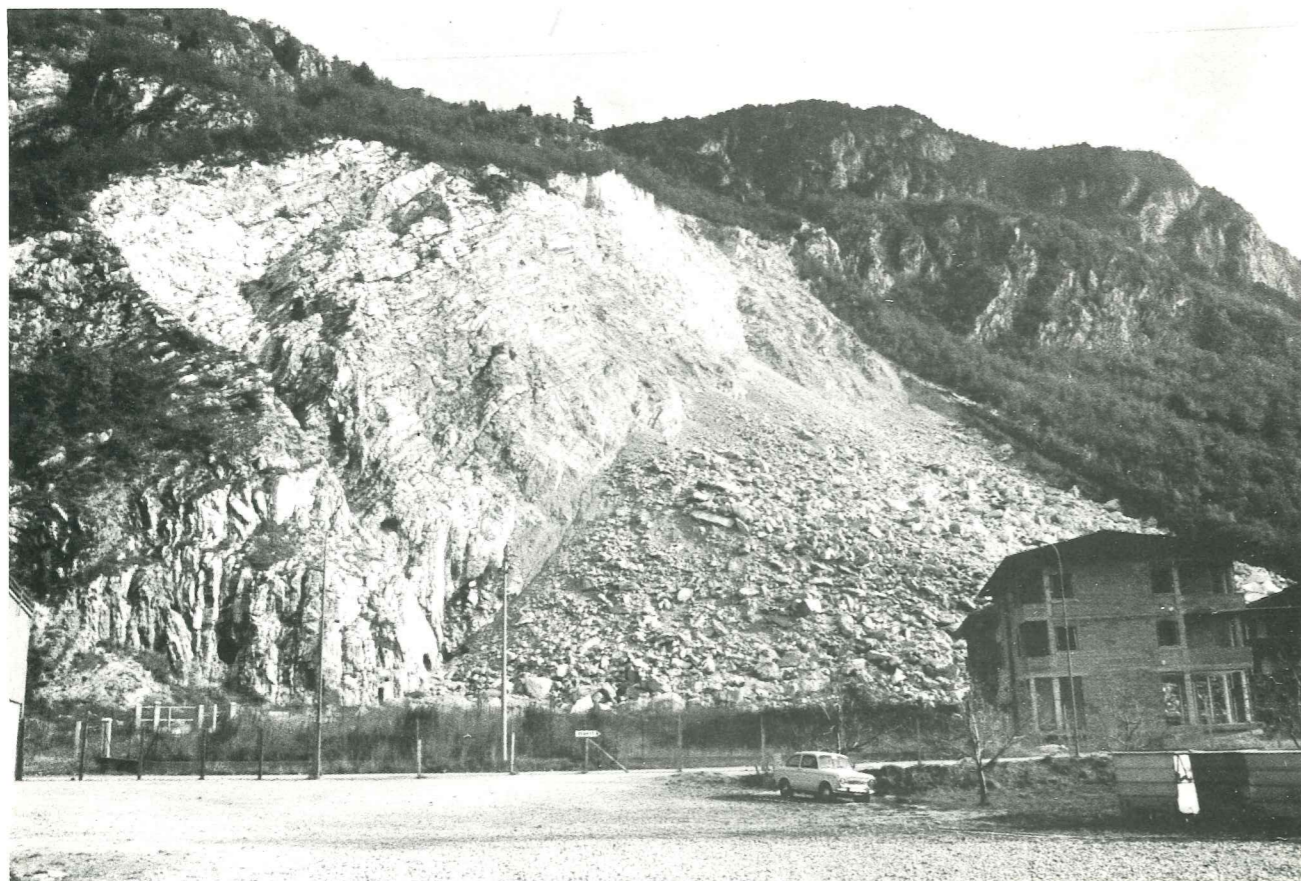


Foto 5 - Panoramica della frana di Melta di Trento.

rono a tergo delle zone di distacco ulteriori profonde crepe (vedi profilo della frana).

La sistemazione, attuata dal Comune di Trento, comportò l'abbattimento di ulteriori 150.000 mc per portare il profilo del versante secondo una pendenza di stabilità, che da studi geomeccanici fu stabilita attorno ai 50°.

5. CONCLUSIONI

Il presente lavoro rappresenta una sintesi e catalogazione degli eventi franosi manifestatisi nel periodo 1976-77, caratterizzato da fenomeni pluviometrici particolarmente intensi.

I risultati di tale indagine sono stati confrontati con i dati emersi da un precedente lavoro che riguardava gli effetti dell'alluvione del 1966.

Inoltre, si è cercato di correlare il verificarsi degli eventi franosi con l'andamento pluviometrico di quei periodi.

Le diversità di rapporto riscontrate tra il numero degli eventi franosi e l'intensità e distribuzione delle piogge pare potersi riferire con buona attendibilità ai consistenti interventi sistematori realizzati lungo le aste torrentizie presenti sul territorio in esame. Infatti nel secondo periodo considerato i fenomeni di erosione ed esondazione di fondovalle si sono manifestati con intensità decisamente inferiore rispetto al primo.

Per quanto riguarda le frane di versante è stata confermata la netta influenza della morfologia e litologia sulla stabilità globale dei terreni, tant'è che si è prodotta sostanzialmente una ripresa di movimenti franosi già conosciuti.

Dal confronto dei dati pluviometrici è inoltre possibile sostenere, pur con le limitazioni legate alla geologia e alla morfologia strutturale, che il verificarsi di un consistente numero di eventi franosi è connesso con il verificarsi di piogge intense susseguenti a periodi di forte piovosità media e/o disgelo con conseguente sa-

turazione dei terreni interessati. La sola presenza di piogge intense, come si è manifestato nell'autunno 1980, pare non essere fenomeno determinante al fine del verificarsi di diffusi movimenti franosi.

Infine, un esame della distribuzione territoriale degli eventi franosi ha potuto evidenziare una frequente correlazione con l'attività antropica.

BIBLIOGRAFIA

- ANDERLE R. - TOMASETTI R.: *Studio idrogeologico della zona Gabbiolo - Spiazzo Grande in Comune di Trento*. Economia Trentina, 1977.
- CASTELLI G. - FERRARI L. - MAZZALAI P.: *Alcune realizzazioni di opere di Sistemazione Idraulica nel Trentino. Particolari Strutturali e di fondazione*. Atti da Convegno Internazionale: Problemi Idraulici nell'Assetto Territoriale della Montagna. Milano, 11-13 maggio 1981.
- COLLESELLI F. - DAMINATO F. - MAZZALAI P.: *Considerazioni geotecniche sul movimento franoso in località Gavazzo nel territorio comunale di Riva del Garda*. Rivista Studi Trentini di Scienze Naturali, vol. 56, Trento, 1978. Acta Geologica.

SOMMARIO

Con la presente relazione si riferisce sullo stato delle ricerche su un'indagine comparativa degli eventi franosi avvenuti in Trentino nei periodi 1966-67 e 1976-77.

In linea generale le frane sono il prodotto della mancanza di equilibrio su un pendio. Le cause di questo fenomeno si possono ricollegare ad alcune sorgenti di energia principali quali il clima (precipitazioni), l'uomo, la tettonica in generale e la chimica come degrado dei terreni, cui si sovrappongono delle condizioni locali intrinseche (quali il tipo della vegetazione, la profondità del bedrock, la pendenza e la orientazione del pendio, la configurazione del bacino idrografico, ecc.) che possono esaltare o minimizzare il fenomeno. La presente indagine non vuole rappresentare un'esauriente analisi di tutti i fattori sopra considerati, ma soltanto proporre un tentativo di metodologia di indagine che consideri gli effetti delle variazioni pluviometriche, sia in termini di valori stagionali che di piogge intense, sul verificarsi di eventi franosi, anche in relazione alle sistemazioni di carattere idraulico realizzate nell'intervallo tra i periodi considerati.

ZUSAMMENFASSUNG

Der vorliegende Bericht soll den Stand der Forschungen über eine im Trentino in den Zeitabschnitten 1966-67 und 1976-77 durchgeführte vergleichende Untersuchung der Erdrutsche darlegen.

Im allgemeinen sind die Erdrutsche eine Folge von mangelndem Gleichgewicht

des Abhangs, und doch kann man die Ursachen dieses Phänomens in Zusammenhang mit mehreren wichtigen Energiequellen bringen, wie z.B. mit dem Klima (Niederschläge), dem Menschen, der Tektonik im allgemeinen und der Chemie als Bodenzerlegung, wobei bestimmte effektive örtliche Bedingungen hinzukommen (wie z.B. die Vegetationsart, die Tiefe des « Bedrock », die Neigung und die Orientierung des Abhangs, die Beschaffenheit des Einzugsgebiets usw.), die das Phänomen verstärken oder abschwächen können. Die vorliegende Untersuchung soll jedoch keine erschöpfende Analyse aller in Frage kommenden Faktoren darstellen, sondern nur einen Versuch der Untersuchungsmethodologie darlegen, die die Folgen der pluviometrischen Schwankungen sowohl hinsichtlich der Jahreszeitwerte als auch des intensiven Regens beim Eintreten vom Erdbeben in Betracht zieht, und dies auch in Zusammenhang mit den Wasserbauregulierungen, die in dem Intervall zwischen den in Erwägung gezogenen Zeitabschnitten durchgeführt worden sind.

SUMMARY

This paper deals with the state of the research in the comparative study of landslides in the Trento Province in the years 1966-67 and 1976-77.

Generally landslides are the product of a lack of equilibrium in the landscape. The causes of landslides center around the distribution of natural high energy sources like the climate, man, tectonics, chemical, weathering, and, each of them has a series of closely related background factors that have an effect on the landsliding (vegetation, types of soil, angle of slopes, drainage pattern, bedrock, channel frequency, elevation basin, floor configuration etc.).

This paper is not intended to be a comprehensive review of landslide prediction data, but it is offered rather as a brief report on the progress and as a suggested line of reasoning for the evaluation of the effects of seasonal and daily rainfall on the forming of landslides in relation with the hydraulic works realised between two examined periods in the same area.

Aspetti, ruolo e prospettive del turismo pinetano

Giorgio Andreotti, giornalista economico, autore di numerosi studi in materia turistica — fra cui il piano di sviluppo turistico dell'Alto Garda e Ledro — e componente l'équipe chiamata ad elaborare il piano del Comprensorio del Sarca, nello studio che segue sviluppa, in particolare, l'analisi della « domanda » e della « offerta » turistica dell'Altopiano di Piné.

Accenni specifici vengono fatti circa il discorso sulla « seconda casa », la stima della capacità di reddito e di autofinanziamento della struttura alberghiera locale e la definizione di un particolare tipo di struttura ricettiva, frutto di uno studio precedentemente effettuato dall'Autore e che tiene conto delle necessità economiche di oggi, unitamente alla nuova dimensione della domanda turistica.

A conclusione dell'analisi fatta, l'Autore avanza l'ipotesi che per molti esercizi alberghieri, agli attuali tassi d'utilizzo, o non vengono fatti gli ammortamenti o non si considera il lavoro portato dal titolare e dai familiari collaboratori.

Aspetti, ruolo, prospettive del turismo pinetano è il tema che questa breve esposizione intende affrontare.

Al fine di poter fare un'analisi completa ed organica del fenomeno turistico dell'Altopiano è opportuno, a nostro modo di vedere, partire da una valutazione, seppure veloce, delle attività economiche, del loro peso ed importanza.

Solo in questo quadro, infatti, è possibile inserire il discorso turistico, valutarne l'importanza, il peso ed il ruolo che ha giocato fino ad ora, nonché prevedere, con delle stime, quale sarà il ruolo futuro.

Peraltro, si ritiene utile premettere alcune considerazioni che vincolano l'analisi economica e che, se dimenticate, potrebbero inquinare i risultati dell'indagine.

È innanzi tutto opportuno ricordare che l'analisi economica di un territorio così piccolo non può prescindere dalla considerazione del tessuto circostante: è evidente che esiste una simbiosi con il territorio vicino e tanto più importante in quanto prossimo alla città capoluogo, dove più è sviluppato il terziario.

La seconda premessa è che, per quanto fornito di ambienti naturali, condizioni climatiche favorevoli, da un intelligente modo di operare e programmare, il turismo da solo non può sopravvivere e, soprattutto, non deve essere considerato a sé stante, ma quale tessuto connettivo con

(*) Dott. G. Andreotti - Vice Direttore della Sede di Trento - Cassa di Risparmio di Trento e Rovereto.