

4

ISTITUTO DI COSTRUZIONI
MARITTIME E DI GEOTECNICA
PUBBLICAZ. N. 269

estratto da:

**ATTI DEL XVI CONVEGNO
NAZIONALE DI GEOTECNICA
Bologna, 14-16 Maggio 1986**

memorie sul tema:

LA PROGETTAZIONE GEOTECNICA
PER LA STABILIZZAZIONE DEI PENDII.
Analisi - Scelte - Interventi -
Controlli - Gestione

VOLUME I

ASSOCIAZIONE
GEOTECNICA
ITALIANA

INDAGINE METODOLOGICA PER L'OTTIMIZZAZIONE DEI PROGRAMMI DI INTERVENTO NELL'ALPAGO (BELLUNO)

FRANCESCO COLLESELLI

Professore Associato - Facoltà di Ingegneria - Università di Padova

MARCO FAVARETTI

Ricercatore - Facoltà di Ingegneria - Università di Padova

SOMMARIO. La conca dell'Alpago è situata in provincia di Belluno a oriente della Val Belluna ed a settentrione del Passo di Fadalto. Pur sviluppandosi su un territorio di limitata estensione la zona presenta una serie di problematiche di carattere scientifico, sociale ed economico di estremo interesse, tra le quali spicca la generale situazione di instabilità dei versanti. I movimenti franosi coinvolgono formazioni di natura flyschoida che dal punto di vista geotecnico possono essere classificate come strutturalmente complesse. Dopo aver illustrato brevemente la situazione geologica, idraulica e geotecnica della zona, gli Autori presentano le problematiche relative al piano di sistemazione del sottobacino idrografico del torrente Borsoia, confrontando le situazioni antecedenti e successive ai lavori di sistemazione di un tratto significativo dell'asta torrentizia.

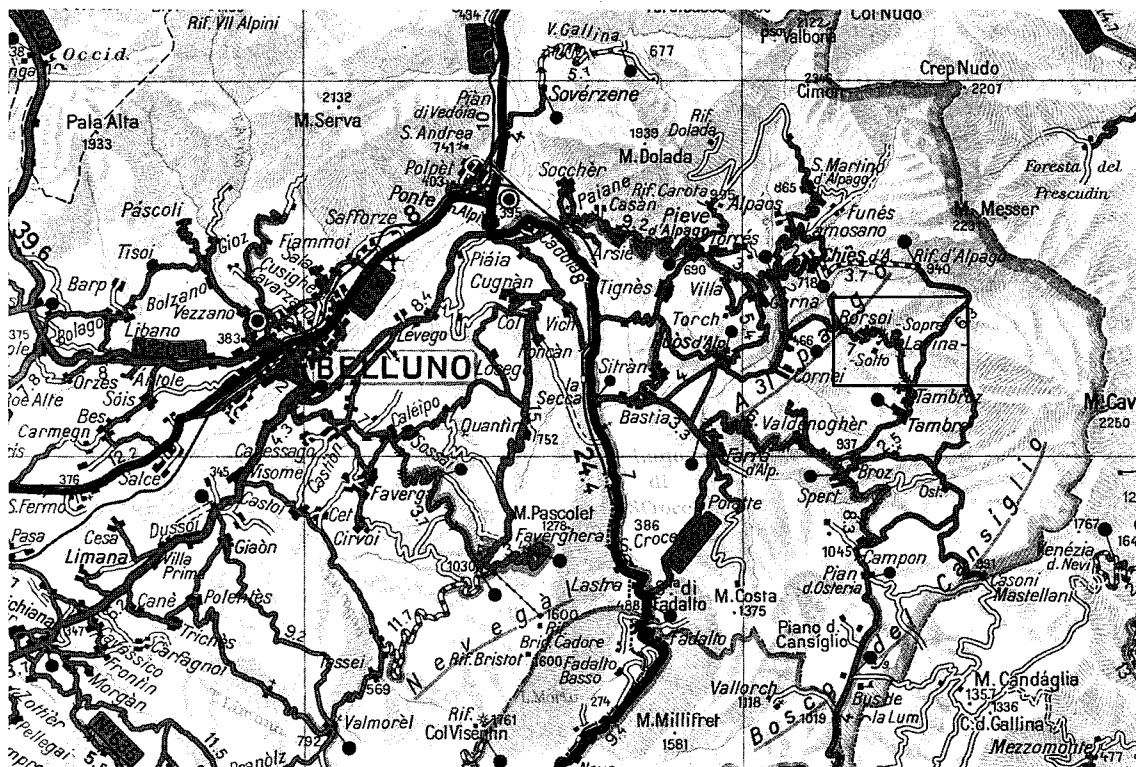


FIG. 1 - Localizzazione geografica della conca dell'Alpago.

1. PREMESSE

La conca dell'Alpago (fig.1) pur sviluppandosi su un territorio di limitata estensione presenta una serie di problematiche di carattere scientifico, sociale ed economico di estremo interesse, quali la geomorfologia assai particolare, la dispersione abitativa, la delicata situazione di instabilità dei versanti, il continuo impoverimento demografico.

Le delicate condizioni dell'ambiente sono da addebitare principalmente :

- alle caratteristiche geologiche e geomorfologiche della zona, con formazioni costituite da terreni con preponderante matrice argillosa, disposte con giaciture per lo più sfavorevoli (a franappoggio con pendenze elevate) che ne pregiudicano la stabilità e classificabili, dal punto di vista geotecnico, come strutturalmente complesse (CHIORBOLI et al., 1981; DI NAPOLI ALLIATA et al., 1970; MANTOVANI et al., 1976; MONTA, 1976; PELLEGRINI, 1979);
- alle condizioni climatiche caratterizzate da eventi piovosi di notevole intensità e frequenza;
- al manto di copertura vegetale diradato in zone in cui l'intervento dell'uomo non è stato ispirato da alcun criterio pianificatore;
- alla fitta rete idrografica evolutasi attraverso continue e profonde incisioni del territorio, grazie ai cospicui volumi di trasporto solido in gioco, alle piene improvvise ed incontrollate con portate d'acqua sovrabbondanti rispetto alle sezioni di deflusso.

L'Alpago è stato oggetto di numerosi studi scientifici, di carattere geologico, idraulico e geotecnico (A.G.I., 1979; COLLESELLI, 1974, 1977) e di un intenso sforzo di programmazione di cui si riferisce al Piano De Marchi, al Piano Comprensoriale del Vajont, al Piano Comprensoriale di Bonifica ed infine al Piano Generale di Sviluppo Socio-Economico (COMUNITA' MONTANA DELL'ALPAGO, 1979).

Nel presente lavoro, dopo una breve rassegna delle principali tematiche di carattere geotecnico che caratterizzano l'intero Alpago, viene presentato, nell'ambito del Progetto Generale di Sviluppo, il piano di stabilizzazione di una zona di particolare importanza lungo il torrente Borsoia, con un confronto tra le condizioni di stabilità antecedenti e successive all'esecuzione dei lavori di sistemazione.

2. L'AMBIENTE

La conca dell'Alpago è situata in provincia di Belluno, a levante della Val Belluna ed a settentrione del Passo di Fadalto; ad est e a sud confina rispettivamente con le provincie di Udine e di Treviso.

Lo stretto solco vallivo che collega Vittorio Veneto con Ponte nelle Alpi presenta una serie di bacini artificiali per lo sfruttamen-

to idroelettrico, il più notevole dei quali è il lago di Santa Croce, posto proprio sul fondo della conca.

L'Alpago è cinto da una catena montuosa di varia natura e configurazione; a nord i versanti sono aspri e diruti, mentre procedendo verso levante e meridione si addolciscono gradatamente; infine un modesto rilievo separa la conca dalla vicina Val Belluna.

Dal punto di vista idrografico l'Alpago abbraccia il sistema costituito dai bacini imbriferi del lago di Santa Croce e del suo emissario Rai, affluente di sinistra del Piave. Il sistema idrografico può essere diviso in sette sottosistemi minori denominati ripettivamente Rai, Tesa Vecchio, Basso corso del Tesa, Alto corso del Tesa, Borsoia, Runal, Lago di Santa Croce (fig.2).

Il torrente Tesa raccoglie la quasi totalità delle acque provenienti dai rilievi circostanti la conca e sfocia nel lago di Santa Croce in prossimità di Farra d'Alpago. L'emissario naturale del lago, il torrente Rai, svolge attualmente soltanto funzioni di 'troppo pieno'.

I tre sottobacini principali per estensione e portata sono quelli dei torrenti Tesa, Borsoia e Runal.

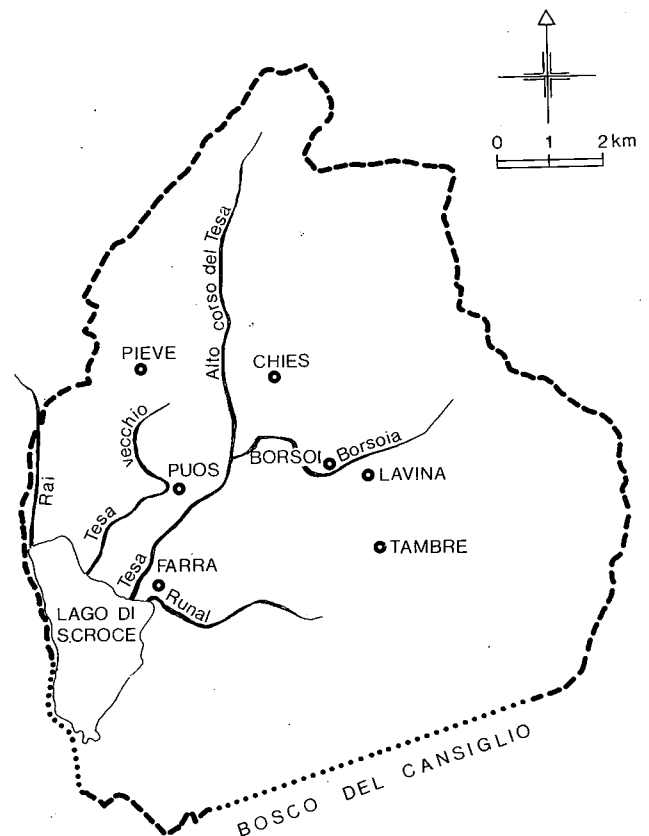


FIG. 2 - Sottobacini idrografici dell'Alpago

3. LE PRINCIPALI FORMAZIONI GEOLOGICHE

La struttura tettonica dell'Alpago è caratterizzata da un'ampia sinclinale asimmetrica con direzione NW-SE, che determina sui versanti giaciture variabili degli strati.

Nell'area si osservano affioramenti di formazioni geologiche di varia natura ed età; il substrato roccioso prequaternario, costituito da calcari, scaglie, flysch, calcareniti, marne, argille ed arenarie è spesso ricoperto da coltri quaternarie di depositi morenici o fluvioglaciali, prodotti dal grande ghiacciaio del Piave e dai numerosi piccoli ghiacciai locali (PELLEGRINI, 1979) (fig.2).

Tra le formazioni prequaternarie presenti merita particolare menzione il flysch eocenico che nella valle dell'Alpago affiora con evidenza specialmente nelle vicinanze di Borsoi, Codenzano, Cornei, Farra, Montanes e Valdenogher; esso è costituito da una fitta alternanza di strati marnosi ed arenacei. I primi più numerosi di colore grigio sono prevalentemente formati da minerali argillosi e calcarei; i secondi di natura calcarea sono grigi, diventando marroni successivamente, a causa dell'ossidazione prodotta dagli agenti atmosferici.

Il flysch affiorante è soggetto ad una rapida ed irreversibile degradazione della parte marnosa a grana fine, che determina lo sfalda-

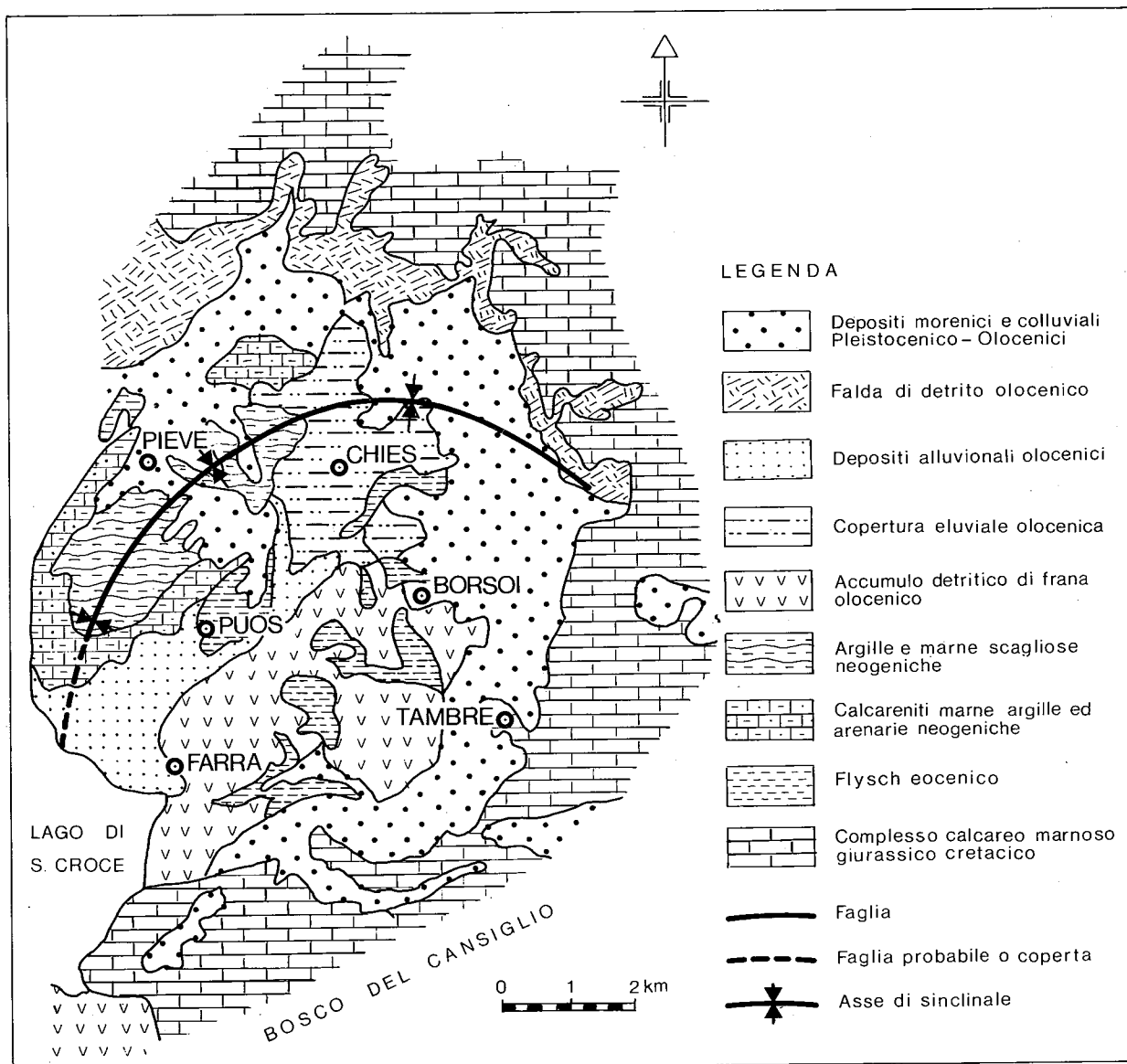


FIG. 3 - Carta geolitologica dell'Alpago (da Mantovani et al., 1976)

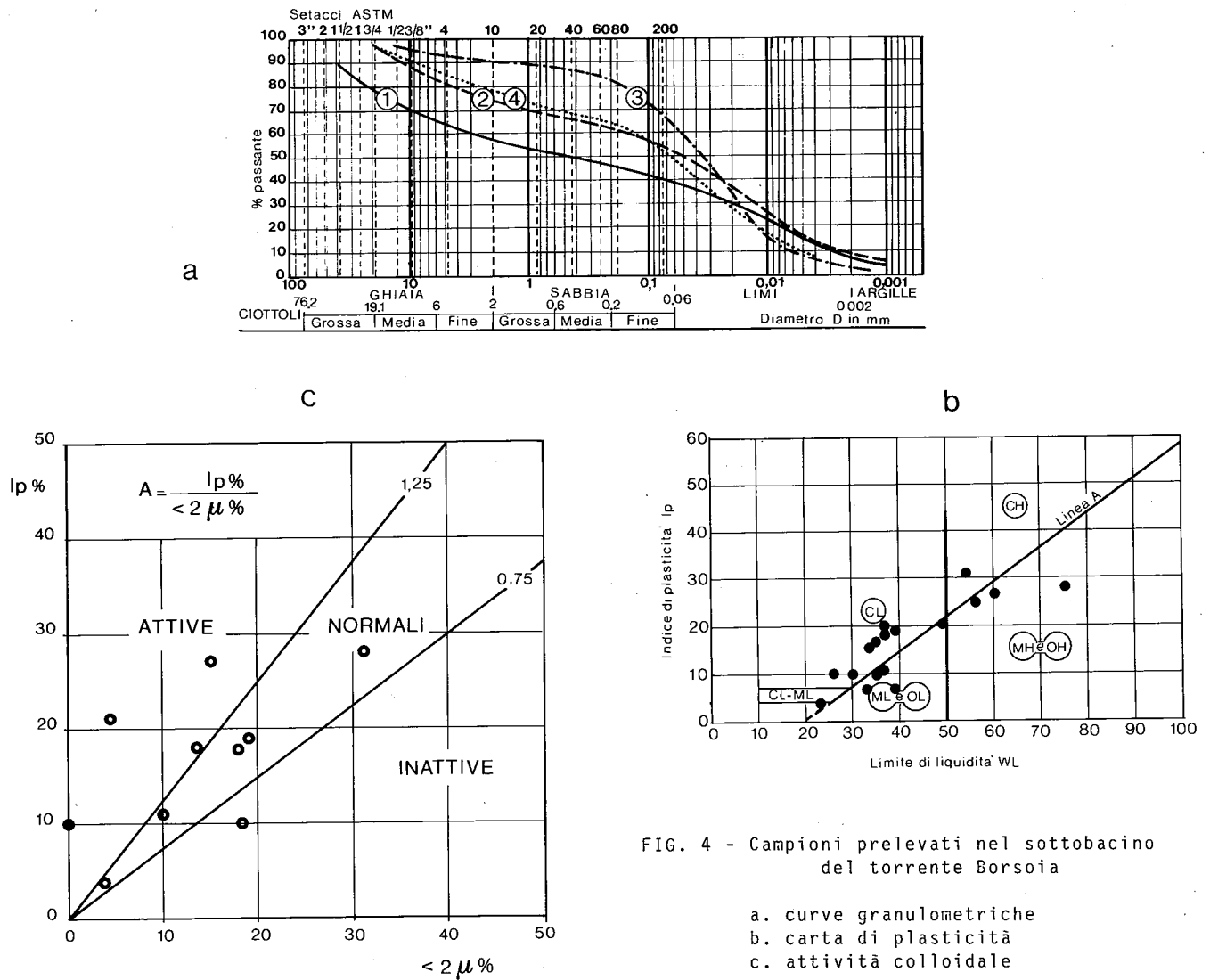


FIG. 4 - Campioni prelevati nel sottobacino del torrente Borsoia

mento di ammassi, anche di notevoli dimensioni secondo piani differenziali facilmente riconoscibili ad occhio nudo.

4. LE CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

I movimenti franosi presenti nel territorio dell'Alpago si manifestano secondo svariate tipologie: si hanno infatti frane di crollo e di scorrimento rotazionale in roccia, frane di scorrimento rotazionale e traslazionale in terra e colate di fango e di terra (CARRERA et al., 1978).

Gli studi qui riportati riguardano le caratteristiche geotecniche dei terreni di natura flyschoidi coinvolti nei movimenti franosi.

Come già detto le formazioni dal punto di vista geotecnico possono essere considerate

strutturalmente complesse. Con riferimento alla classificazione proposta da ESU (1977) i materiali coinvolti sono principalmente dei tipi B1, B2, B3 e C e raggruppano i vari stadi di degradazione della formazione del flysch.

I depositi morenici e fluvioglaciali presentano caratteristiche del tipo C con una frazione a grana fine di natura simile ai terreni flyschoidi.

Le prove geotecniche riguardano i materiali del tipo C; nella figura 4 sono riportati i risultati di analisi granulometriche ricavate da campioni di terreno prelevati nel bacino del torrente Borsoia: si osserva che la parte fine è costituita di argille inorganiche di medio-bassa plasticità e di media attività (figg. 4b, 4c).

I risultati delle prove triassiali condotte su campioni indisturbati di grandi dimensioni

e di natura del tutto analoga, prelevati nella frana del Tessina (COLLESELLI, 1977; A.G.I., 1979) hanno fornito mediamente valori della coesione c' pari a 10 kN/mq e dell'angolo di attrito pari a 14°.

5. IL SOTTOBACINO DEL BORSOIA

Il torrente Borsoia ha una lunghezza complessiva di quasi 7.5 km, con origine nella alta valle Salatis, ad oltre 1500 m di quota, e confluisce nel Tesa a quota 450 m.

La zona del Borsoia, colpita gravemente dagli effetti dell'alluvione del '66, presenta numerosi movimenti franosi, originatisi allora ed oggi ancora in progressiva evoluzione.

Nella fig.5 sono evidenziati tutti i principali dissesti che investono direttamente il sottosistema idrografico del Borsoia.

Nella fig. 6 viene illustrato un movimento franoso caratteristico ed in atto in corrispondenza dell'abitato di Lavina di Sotto, e costituito da scorrimenti rotazionali nella parte superiore che coinvolgono materiali del tipo B1 e B2 e da una colata di terra, nella parte inferiore, formata da materiali del tipo B3 e C; le caratteristiche geotecniche di questi tipi di terra sono riportati nelle figg. 4a, 4b e 4c.

La sistemazione del sottobacino è stata studiata nella sua generalità; tuttavia per motivi legati a problemi economici, le opere realizzate hanno riguardato principalmente piccoli tratti dell'asta torrentizia, soggetti a dissesti particolarmente diffusi ed importanti dal punto di vista della sicurezza dell'intero sottobacino.

In fig. 7 viene riportato un esempio del progetto realizzato in corrispondenza dell'a-

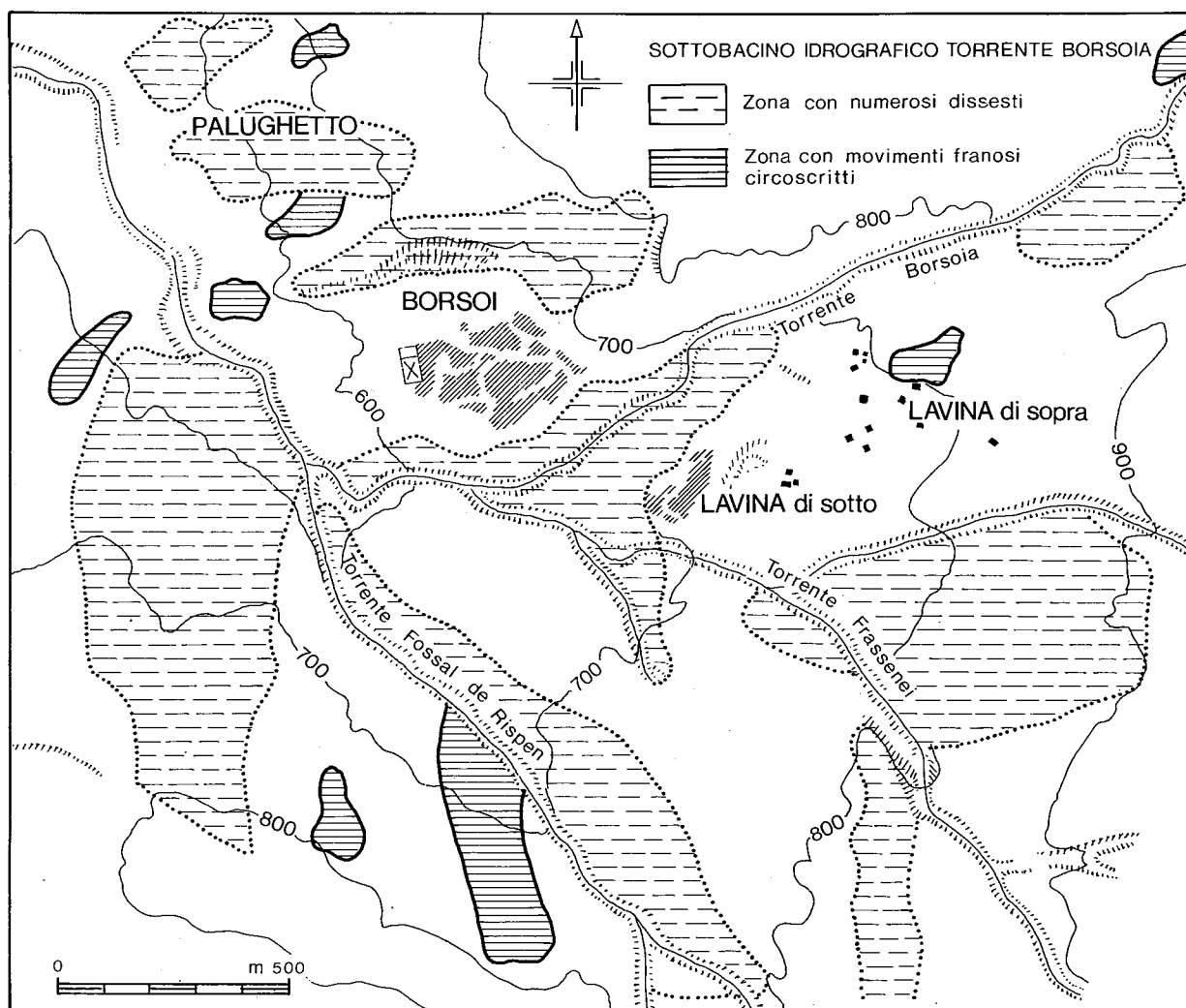


FIG. 5 - Movimenti franosi nel sottobacino del torrente Borsoia

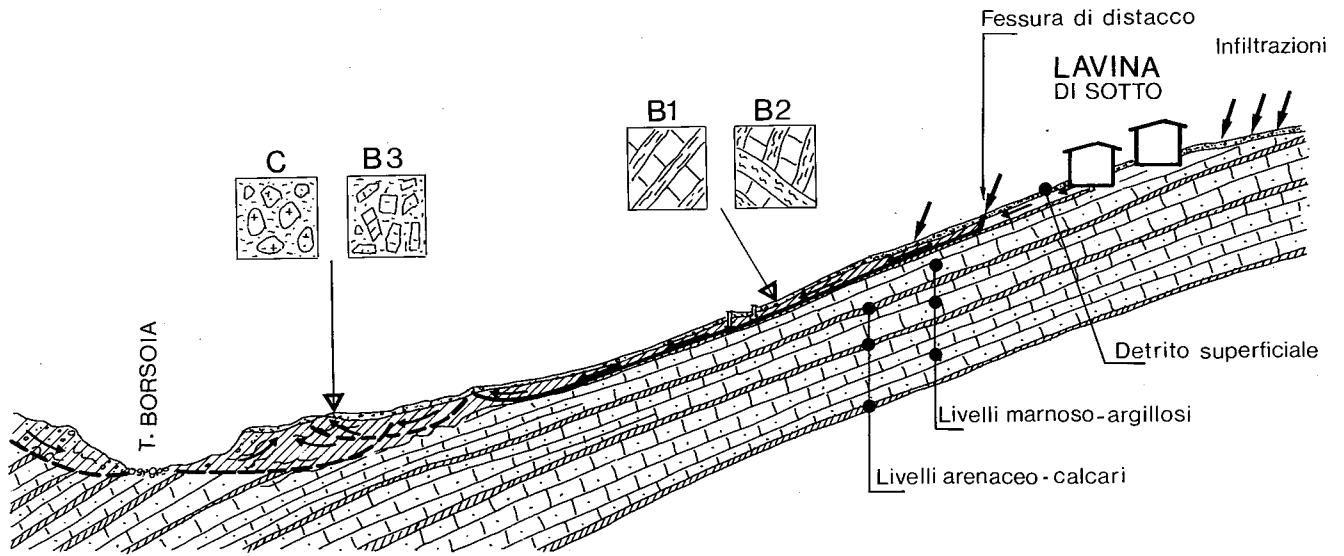


FIG. 6 - Movimento franoso in corrispondenza dell'abitato di Lavina di sotto

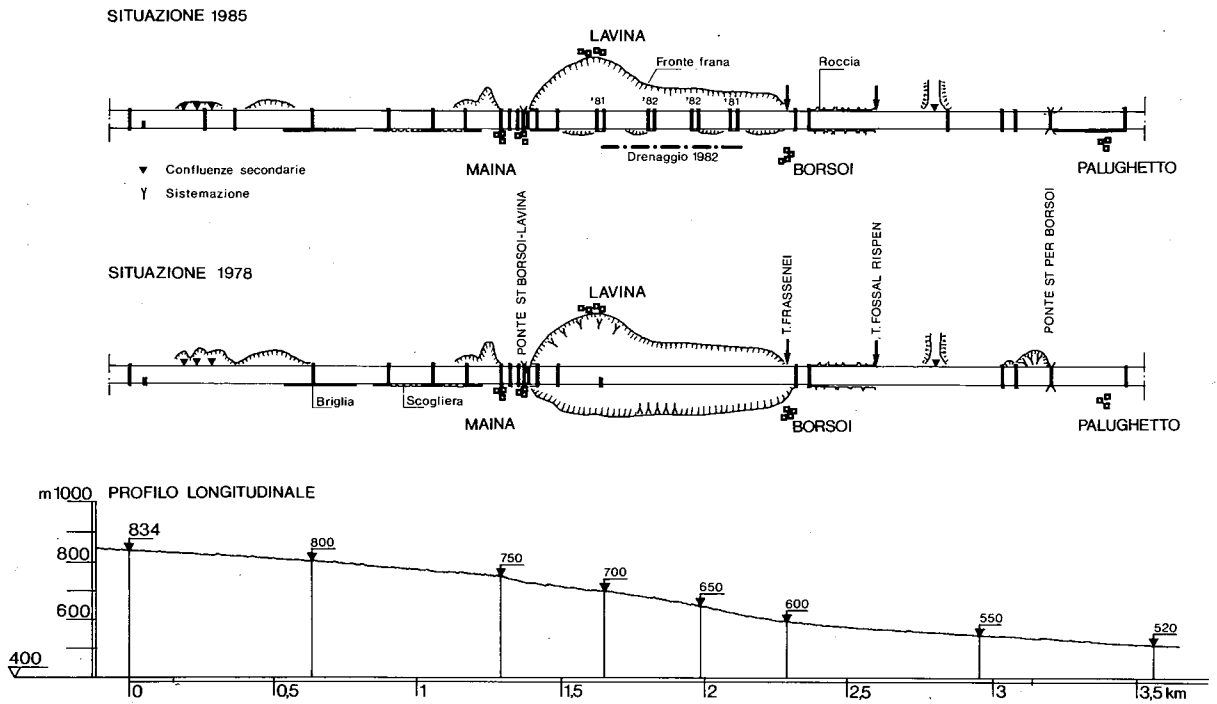


FIG. 7 - Interventi di sistemazione di un tratto del sottobacino del torrente Borsoia

bitato di Lavina di Sotto; in questo tratto l'intervento di sistemazione è consistito nella realizzazione di quattro grandi briglie principali con lo scopo di limitare sia i fenomeni di erosione al piede, causa dei già citati movimenti franosi (fig. 6), sia il trasporto solido, causa invece del dissesto nelle aree più a valle.

L'intervento, eseguito a cavallo tra il 1981 e il 1982, è stato completato poi con delle limitate opere di sistemazione delle sponde del torrente e la creazione di un drenaggio nell'area in frana in destra del torrente stesso, costituito da una semplice trincea superficiale provvista di tubazione per lo smaltimento delle acque.

Nella fig. 7 si evidenzia, nel tratto considerato del sottobacino del Borsoia, la situazione rilevata nel 1978 e gli effetti ottenuti dopo gli interventi e controllati in posto nel 1985. Si può osservare che, con la realizzazione di opere di sistemazione di tipo tradizionale, le condizioni di stabilità hanno subito un generale miglioramento limitando o eliminando l'erosione al piede e limitando il trasporto solido.

Con opere di sistemazione idraulica generale quali briglie e limitati interventi di drenaggio delle acque si è ottenuto quindi un deciso miglioramento.

La rappresentazione schematica di fig. 7, delle condizioni di stabilità dell'area in esame, mette anche in evidenza la necessità di progettare ed eseguire ulteriori opere di sistemazione nelle rimanenti zone instabili.

Questi criteri di progetto sono stati adottati in altre zone del Borsoia ed in altri sottobacini; i risultati ottenuti hanno comportato un miglioramento delle condizioni generali di stabilità di tutta l'area dell'Alpago.

CHIORBOLI S., LENZI G. (1981). Studio mineralogico delle argille della conca dell'Alpago. Geol. Appl. Idrogeol., vol. XVI, pp. 35-71, Bari.

COLLESELLI F. (1974). Aspetti geotecnici di movimenti franosi nel Bellunese. Gior. Gen. Civ., 4

COLLESELLI F. (1977). Behaviour of an artificial slope and of natural slopes in complex formations. Int. Symp. Complex Form., vol. 1, pp. 155-162, Capri.

COMUNITA' MONTANA ALPAGO (1979). Piano di Sviluppo socio-economico.

DI NAPOLI ALLIATA E., PROTO DECIMA F., PELLEGRINI G.B. (1970). Studio geologico stratigrafico e micropaleontologico dei dintorni di Belluno. Mem. Soc. Geol. Ital., vol. 9, pp. 1-28.

ESU F. (1977). Behaviour of slopes in structurally complex formations. Int. Symp. Complex Form., vol. II, pp. 292-304, Capri.

MANTOVANI F., PANIZZA M., SEMENZA E., PIACENTE S. (1976). L'Alpago (Prealpi Bellunesi) geologia, geomorfologia e nivopluviometria. Boll. Soc. Geol. Ital., 95, pp. 1589-1656.

MOTTA S. (1976). Una singolare frana con colata di fango (earthflow) nell'Alpago in provincia di Belluno. Boll. Serv. Geol. Ital., 88.

PELLEGRINI G.B. (1979). I conglomerati prewürmiani della conca di Ponte nelle Alpi (BI). Geogr. Fis. Dinam. Quat., n. 2, pp. 57-63.

BIBLIOGRAFIA

A.G.I. (1979). Some italian experiences on the mechanical characterization of structurally complex formations. Proc. 4th ISRM, vol. 1, Montreaux.

CARRERA A., D'ELIA B., SEMENZA E. (1978). Classificazione e nomenclatura dei movimenti franosi

Il lavoro è stato svolto nell'ambito dei 'Progetti speciali di ricerca' del Consiglio Nazionale delle Ricerche con i contributi 79.02981.07 e 80.01975.

Gli Autori ringraziano lo studio di ingegneria Zollet di Santa Giustina Bellunese (BI) per la documentazione tecnica fornita ed il signor Bruno Mazzucato per gli elaborati grafici.

SUMMARY

The Alpage Valley (Belluno) is placed in north-eastern Prealps, hundred kilometers from Venice. Though it extends on a small area, the Valley is characterized by a widespread instability of slopes. Numerous landslides of different types (falls, rotational and translational slides, flows) and various entity have been manifested since 1966, as a consequence of a serious flood. The landslides occur mainly in the Eocene flysch formation (a complex formation from a geotechnical point of view) that is constituted by finely alternated more or less clayey marls and calcarenites and sandstone with subhorizontal attitude. The occurrence of landslides is mainly due to the geological and geotechnical features of formations involved in the movements, the high rainfall of the region and the stream erosion phenomena. The stabilization works in the Borsoia stream area are briefly presented in the paper; the situations existing previously and subsequently the executions of four big check-dams and of a simple drainage system are compared.