

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCVII.

1910

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XIX.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1910

ove $[Q]^2$ denota la quantità

$$u^2 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + v^2 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + w^2 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} + 2vw \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y \partial z} + 2wu \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z \partial x} + 2uv \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x \partial y},$$

vale a dire il quadrato di Q in cui ai quadrati e prodotti di derivate prime $\left(\frac{\partial \varphi}{\partial x}\right)^2$, $\frac{\partial \varphi}{\partial x} \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial y}$, ecc., siano sostituite le derivate seconde $\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2}$, $\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x \partial y}$, ecc.

Perciò avremo

$$B = - \int_s \left(f' \frac{\partial \varphi}{\partial x} + f'' \frac{\partial \varphi}{\partial y} + f''' \frac{\partial \varphi}{\partial z} \right) dS - \int_s [Q]^2 dS,$$

ossia

$$B = - C - \int_s [Q]^2 dS;$$

da cui

$$B + C = - \int_s [Q]^2 dS;$$

e finalmente:

$$A = - e \int_s [Q]^2 dS;$$

formula che si riduce alla (1) se si pone:

$$a = - [Q]^2.$$

Da questa espressione di A apparisce immediatamente la proprietà, già osservata nella Nota II, che per movimenti *simili* i valori di A sono proporzionali ai quadrati della velocità in un medesimo punto dello spazio; e, in particolare, che, invertendo il movimento, A rimane inalterata.

Geologia. — *Il profilo geologico del Sempione. I. La Val Devero* (figg. 1, 2 e 8) ⁽¹⁾. Nota del Socio CARLO DE STEFANI.

Avendo già esposto le mie idee, non conformi a quelle dominanti, sulla sezione geologica di Val Devero nelle Alpi Pennine e del prossimo Sempione ⁽²⁾, l'ing. Stella annunciò che mi avrebbe risposto. Perciò, ond'egli abbia modo di meglio discutere le mie idee, anticipo la trattazione di questo argomento ⁽³⁾, che riguarda uno dei problemi stratigrafici ritenuto dei più complicati e certo dei più trattati oggi giorno.

⁽¹⁾ È questa la seconda parte della Nota *Di alcuni carreggiamenti recentemente supposti in Italia. I. Gli strati delle Mulina nel Monte Pisano*, pubblicata nei Rendiconti. Vol. XVII, fasc. 5. Seduta 26 aprile 1908.

⁽²⁾ Cfr. De Stefani, *La Valle Devero e il profilo del Sempione* (Boll. Soc. geol. ital. 1906).

⁽³⁾ A. Stella, *Presentazione della Carta geologica delle regione del Sempione e rettifiche* (Boll. Soc. geol. ital. XXVII, 1908).

Premetto la serie dei terreni della regione, quale dovrà risultare a mio avviso dalle conclusioni di questa mia Nota, cominciando dai terreni più antichi.

Non mi dilungo in cenni litologici, perchè chi si occupa di quelle regioni riconosce i nomi locali che celano le varie rocce.

1. *Gneiss* o Granito di Crodo o di Verampio.
2. Micaschisti biotitici, granatiferi, a staurotide; Cipollini, Calceschisti, Marmi bianchi; Anidrite; Gesso (zona di Baceno).
3. *Gneiss* d'Antigorio.
4. Micaschisti biotitici e a due Miche; Calceschisti; Cipollini; Marmi, Anidrite; Schisti nodulosi sericitici; Cloritoschisti; *Gneiss* nodulosi e schistosi detti di Vallè e di Lebendun (Calceschisti di Devero).
5. *Gneiss* a sottili strati, a due miche, (zone di Monteleone, di Valgrande, dell'Ofenhorn) con alcuni strati schistosi e con Anidrite intercalati.

6. Dioriti, Antigorite (¹), Gabbri, Rocce verdi.

È però da notare che se certe rocce sono sempre ben distinte, (*Gneiss* di Crodo, d'Antigorio, di Monteleone, Rocce verdi) altre, come i Calcari, i Cipollini, le Anidriti, i Micaschisti, e talora gli *Gneiss* schistosi si trovano ripetute ad ognuno dei livelli intermedi 2 e 4: Micaschisti biotitici si trovano, benchè rarissimi, in mezzo al *Gneiss* d'Antigorio; Micaschisti e *Gneiss* a due miche trovansi a volte alla base ed alla sommità del *Gneiss* predetto. *Gneiss* svariati si alternano insomma in mezzo ad una lunga serie di Micaschisti e di Calceschisti.

Nell'insieme io non potrei affermare l'idea già antica che i calcari, i cipollini e l'anidrite si trovino nelle zone a confine coi *Gneiss*, mentre osservando con minuta analisi le trovai per tutto. È possibile e pur geologicamente assai verosimile che l'Anidrite sia una trasformazione endotermica dei calcari a contatto dei solfuri. Non forse in modo costante ed assoluto ma certo quasi generalmente notasi che le rocce sono prettamente silicee o siliceo-calcarifere. I lunghi metamorfismi trasformarono le prime in *Gneiss*, le seconde in Calceschisti, quando non furono dall'origine prettamente calcaree o quasi, nella qual circostanza furono cambiate in Marmi od in Cipollini marmorei e conseguentemente in Anidrite. I metamorfismi più intensi prevalentemente esercitatisi nelle rocce delle zone più profonde, come la zona 2, cambiarono i Calceschisti in Micaschisti a Granati e ad altri minerali calcici. È possibile dunque che la cagione prima delle differenze fra le rocce di quelle antichissime età sia l'origine loro calcitica o silicica quale è pur cagione delle differenze fra rocce moderne.

(¹) L'Antigorite diffusa per Valle Antigorio a valle di Premia, recentemente studiata dal Bonney, proviene dalla Rossa in Val Devero.

Queste rocce contribuiscono a formare una ellissoide allungata da S. O. a N. E. fra la Valle Diveria a S. del Sempione ed il Toce, parallelamente alla Valle del Rodano, al Lago Maggiore, ed alla linea direttrice delle Alpi Pennine ed un poco inclinata sulla direzione del Toce.

Gli strati della vólta sono quasi orizzontali o poco inclinati; però quando scendono avvicinandosi al livello del mare, per effetto di compressioni tangenziali diventano assai ripidi, ad ambedue le parti dell'asse maggiore verticali, e quelli più esterni si rovesciano anche.

Perciò l'andamento delle rocce è singolarmente semplice e regolare; specialmente quando lo si paragoni a quello delle rocce nelle Alpi Orientali, nell'Appennino settentrionale ed in altri luoghi delle stesse Alpi Occidentali; e ciò forse deriva dalla compattezza e dalla plasticità relativamente uniforme di varie rocce, specialmente dei *Gneiss* di Crodo e d'Antigorio, e molto probabilmente dall'essersi manifestati i movimenti quando la generale compattezza era già stata originata dai metamorfismi. Però non mancano spostamenti e parziali discordanze, p. es. fra il *Gneiss* d'Antigorio e le rocce adiacenti; ma specialmente fra il *Gneiss* di Crodo (n. 1) ed i Micaschisti (n. 2).

Per effetto di tali spostamenti differenti zone variano molto di dimensioni da un luogo all'altro; p. es. i Micaschisti (n. 2) sono molto alti sul Toce e lungo la Cairasca; i *Gneiss* (n. 3) lo sono lungo il Devero, la Diveria e la valle Antigorio; i Calceschisti (n. 4) nelle Alpi di Devero e di Veglia, mentre son poco potenti in alto e nel lato S. E. dell'ellissoide. In luoghi più lontani serie diversissime di terreni vengono a contatto con scomparsa dei terreni di età intermedia. Non mancano delle frane all'esterno delle pendici, p. es. sulla destra del Rio d'Ausone all'entrata nel Devero e specialmente lungo la sinistra della Cairasca fra il Rio di Varzo e il Rio Fresaia e in basso fra Chioso e Gebbo, le quali frane, avendo spostato talora masse ragguardevoli, fanno l'effetto di vere faglie. Non mancano sottili scontramenti di strati specialmente visibili nei fini straterelli di scisti nodulosi e dei Calceschisti dei numeri 2 e 4. Non mancano poi varie curve secondarie, anche ortogonali fra loro, tanto a raggio assai ristretto, quanto a raggio assai ampio.

La più grandiosa curva, appunto quasi normale all'asse maggiore dell'ellissoide, manifestatasi nello spartiacque fra la Val Devero e la Cairasca, e gli strati implicati scendono piuttosto rapidamente dalla cresta del Cistella verso il pendio sinistro della Cairasca indi verso il Sempione sulla destra di questo torrente (fig. 7, 8).

Nell'ellissoide sopra detto il *Gneiss* più antico (n. 1) comparisce, appunto nelle vicinanze di Crodo e di Verampio sul Toce, in banchi orizzontali (fig. 1, 2) visibili per altezza di almeno m. 100.

I Micaschisti (n. 2), detti pure Micaschisti di Baceno, compaiono lungo il Toce per grande altezza ed estensione, e di qui s'internano più bassi ma

per assai lungo tratto nella Val Devero verso Baceno e fino quasi a Goglio (fig. 1, 2, 8). Ricompariscono poi nella diretta continuazione sotterranea della Val Devero, cioè nella parallela valle della Cairasca affluente alla Diveria (fig. 4, 6, 7, 8), dove acquistano una grande estensione ad ambedue i lati della valle da Varzo a Croso parallelamente alla galleria del Sempione che prolungasi 2600 m. a S. O. e più di 500 m. in basso.

Cominciamo ad esaminare il profilo di Val Devero lungo l'ala N. O. dell'ellissoide (fig. 1), dove compaiono tutte le rocce prima indicate, cioè il *Gneiss* di Crodo (n. 1) all'entrata nel Toce; i Micascisti granatiferi (n. 2) detti di Baceno, massimamente sviluppati ed accompagnati da marmi presso Baceno, da Calceschisti in vari punti, da scisti nodulosi in alto; il *Gneiss* d'Antigorio (n. 3), coperto talora da *Gneiss* a mica verde; i Calceschisti (n. 4) detti di Devero accompagnati da Scisti nodulosi, da Micascisti gneissici a due miche, e finalmente nell'alto nuovi *Gneiss* scistosi, gli *Gneiss* di Monteleone, (n. 5) coperti dall'Antigorite o Serpentino antigoritico (n. 6), della Rossa.

Le carte relative del Gerlach ⁽¹⁾ e quella recentissima svizzera (*Geologische Karte der Simplon Gruppe* 1898-1906) dal punto di vista topografico e salvo lievissime rettificazioni sono sostanzialmente esatte.

Da Verampio a Goglio le rocce n. 2 e 3 costeggiano il pendio della valle non però in modo continuo; bensì i Micascisti (n. 2) rimangono interrotti non solo a sinistra ma pur sulla destra del torrente di Ausone fino circa al Ponte, il quale tratto è occupato solo dal *Gneiss* d'Antigorio (n. 3). Anzi il *Gneiss* scende per un certo tratto, parmi per semplice frana esterna e conseguente faglia, anche a destra del torrente d'Ausone.

Lo stesso *Gneiss* occupa anche il tratto alla foce del Rio di Brumei che nella carta è assegnato al Micaschisto.

Il micascisto n. 2 è soggetto a lievi ondulazioni secondarie, per le quali lungo il Devero sparisce e riappare con pendenze leggermente variate; ma non è quasi affatto orizzontale come il Gerlach riteneva.

Le interpretazioni della stratigrafia date dai differenti autori sono però svariate. Eran prima due ed ora si potrebbero dire tre.

Il Gerlach supponeva che il *Gneiss* d'Antigorio (n. 3) formasse un'anticlinale completamente sdraiato, perciò orizzontale, dal Toce fino a Goglio con radice dalla parte del Toce. Gli schisti sovrastanti (n. 4) e quelli sottostanti (n. 2) riuniti con la qualifica di Micascisti, secondo lui ravvolgevano completamente il *Gneiss* ed incurvandosi si congiungevano insieme a Goglio. Il Traverso suppose invece che Micascisti (n. 2) e *Gneiss* (n. 3) a Goglio fossero troncati da una faglia, di fronte alla quale puntava a N. O. il Calceschisto più recente di Devero.

⁽¹⁾ H. Gerlach, *Die Penninischen Alpen*, Zürich (N. Denkschr. d. allg. schw. Gesellsch. Bd. XXIII).

La Carta Svizzera, per la parte italiana completata dallo Stella, ammette topograficamente la distinzione, ivi assai legittima, fra Micaschisti (n. 2) e Calceschisti (n. 4) ben riconosciuta per primo dal Traverso, ma stratigraficamente mantiene la supposizione che gli uni sieno sotterra uniti agli altri cambiando carattere litologico entro brevissimo spazio.

Io proposi con riserva una quarta interpretazione e questa la mantengo ora senza riserva. Il Micascisto (n. 2) da Verampio a Baceno sulla sinistra del Devero, ed un poco più a monte sulla destra, mantiene, come il sovrastante *Gneiss* una pendenza che sale fino a 30° verso N. O.; ma più oltre, mantenendosi pur sempre la pendenza verso N. O., il grado di essa va diminuendo. A Rivera il Cipollino, che assume talora la forma di calcare Bardiglio, ed il calcare bianco, ambedue marmorei, che si alternano nel Micaschisto, sono inclinati di 18°; più a monte, a Bevola, dove pur alcuni strati di *Gneiss* schistoso si alternano nel Micascisto, la pendenza si riduce a 10° a N. O.: da Croveo, dove il Micascisto apparisce sotto la chiesa, al Ponte essa è di 8° a N. N. O. Dopo il Ponte il Micascisto scompare per breve tratto cedendo il luogo al *Gneiss* d'Antigorio, però ritorna sulla destra del Devero rimpetto alla cascata del Rio di Agaro formando una piccola piega isolata alta una trentina di metri.

Fino al Passo rimane anche in fondo al torrente il *Gneiss* d'Antigorio, i cui strati pendono circa 10° a N. N. E. con tendenza verso la cresta del Cistella (fig. 8).

Il micascisto, granatifero e staurolitico, talora gneissico e cloritico, molto pieghettato, ricomparisce, ma soltanto sulla sinistra del Devero, a monte del torrente di Ausone, alzandosi una settantina di metri, con nuova piega lievemente pendente all'incontrario di quella precedente, cioè di 15° a E. S. E.; mentre a destra del Devero salvo un brevissimo tratto micascistoso un poco a monte del Ponte, rimane il *Gneiss* d'Antigorio. Poco più a monte pende 25° ad E. cioè sempre a ridosso alla cresta del Cistella, e poche centinaia di metri avanti al Ponte di Goglio scende da 18° a 27° verso N. 20 E. quasi a chiudere verso quella parte la nuova piccola piega scistosa.

Ivi il Micaschisto termina, interrotto dalle alte morene di uno degli ultimi periodi del ghiacciaio di Rio Bondolero.

Il *Gneiss* sovrastante (n. 3) lo ricopre regolarmente, e sotto Ausone verso il Devero, sempre sulla sinistra, chiude la breve piega dei Micaschisti (n. 2) del Ponte di Goglio con pendenza a N. N. O. Lungo il Devero è però interrotto anch'esso dall'alta morena con colossali trovanti di Calceschisto, specie intorno e sopra Cugnesco. Ritengo che continui anche fino all'alveo ed in profondità; però i banchi si trovano gradatamente molto assottigliati, ed alquanto scontorti, benchè senza che vi sia traccia di un ritorno di anticlinale ossia di una cupola sdraiata, ed in questo forse il concetto del Traverso è quello che meno si allontanava dai fatti.

Certo si è che i Calceschisti (n. 4) a loro volta coprono regolarmente il *Gneiss* (n. 3) e se in qualche punto localmente sopra Cugnesco hanno limitati scontorcimenti e pendenze forti fin di 30° e 40°; però quasi universalmente e regolarmente pendono a N. O. di circa 10° sopra il *Gneiss*. Ivi i Calceschisti (n. 4) sono abbastanza diversi dai Micascisti sottostanti (n. 3); niuna continuità passa fra gli uni e gli altri; niun indizio vi è di curve che li colleghino: anzi i calcari e calceschisti che in talune carte recenti sono indicati in posto sotto il *Gneiss* alle case di Cugnesco sono semplici grandiosi trovanti del ghiacciaio di Rio Bondolero.

Se, come è possibile, sotto le morene e le frane di Goglio il *Gneiss* si assottiglia o eventualmente scompare per un certo tratto, come potrebbe verificarsi là dove una roccia così salda trovisi in mezzo ad altre disposte a lamina ed a strati sottilissimi, però è certo che in tal caso il Calceschisto (n. 4) ricopre direttamente il Micascisto (n. 2) con salto di età, ma regolarmente chiudendo l'ala N. O. dell'Ellissoide Toce-Sempione (1).

(1) Schmidt e Preiswerk, *Erläuterungen zur geologischen Karte der Simplongruppe* (Geol. Karte d. Schweiz, Zürich, 1908), Profilsérie Taf. II, fig. 8); e Preiswerk, *Die Grünschiefer in Jura und Trias des Simplongebietes* (Beitr. z. Geolog. Karte d. Schweiz Bern, 1907, pag. 6, fig. 2) pubblicano una sezione quasi perfettamente parallela alla mia fig. 1, ma più orientale, che dalla valle di Binn pel Geisspfad passa pel Monte Orfano, per Agaro, pel Monte Forno e per la Tosa fin verso il Toce.

Essa traversa la zona di Antigoriti della Rossa, il *Gneiss* schistoso della zona di Monteleone e dell'Ofenhorn, i Calceschisti di Devero con la piccola zona di schisti anfibolici che io indicai a levante del Monte Orfano (C. De Stefani, *Sulla possibilità geologica di un solido sbarramento del Lago di Codelago*, Torino, Unione tip. editrice, pag. 4), il *Gneiss* di Antigorio, e la piccola serie di Calcari e Calceschisti che forma la cima del M. Forno in continuazione alla zona dei Calceschisti di Devero. Gli strati superficiali sono rappresentati secondo le inclinazioni che si vedono sul posto, cioè quelli a N. O. del Geisspfad pendono verso S. Est, quelli a S. Est pendono a N. Ovest. Gli strati interni, che non si vedono, sono raffigurati secondo le idee del Preiswerk e degli altri, cioè secondo l'ipotesi dell'unicità degli *Gneiss*, dell'età recente dei Calceschisti, dei Micascisti e degli scisti anfibolici inclusivi, e secondo l'ipotesi del carreggiamento. Secondo me invece lo spaccato va inteso come tutti gli spaccati 1, 2, 3, 4, 5, 6, da me presentati. Invero il *Gneiss* d'Antigorio, coi sottostanti Micascisti di Baceno forma un anticlinale regolarissimo quale si vede continuando lo spaccato a S. Est oltre il Toce. I Calceschisti di Devero e di M. Forno, quantunque assai ridotti come in tutta la zona meridionale, coprono regolarmente l'anticlinale, passando oltre il Toce insieme con i pochi scisti anfibolici inclusivi, quali si trovano al Monte Lavone, all'Agarina e a N. dell'Alpe Colmine. Sopra regolarmente sta il *Gneiss* schistoso, e più lontano si ritroverebbe ancora la zona delle Rocce verdi, che ritengo possibile rappresentante della così detta zona di Ivrea, che secondo me corrisponde alla Antigorite della Rossa. A N. Ovest del Geisspfad nella Conca di Binn gli strati schistosi e gneissici pendono all'incontrario per effetto del rovesciamento generale verso la valle del Rodano. Accostandosi alla valle del Rodano i Micascisti ed i Calceschisti, che seguitano a contenere strati anfibolici, acquistano caratteri

La chiusura dell'ellissoide e la non continuazione delle rocce n. 4 con quelle n. 2 è anche più evidente sulla destra del Devero. Ivi il *Gneiss* d'Antigorio (n. 3) coperto da qualche strato di *Gneiss* a mica verde si nasconde ampiamente sotto la valle e separa nettamente i sottostanti Micascisti (n. 2) dai sovrastanti calcari del Rio Bondolero e dai Calceschisti (n. 4) (fig. 1).

Il Gerlach accennò come riprova dell'esistenza dell'anticlinale sdraiato i calcari inferiori della zona n. 4 sulla destra del Bondolero a Goglio presso la foce nel Devero, i quali calcari (n. 4) avrebbero avuto pendenza sottostante ai *Gneiss* di Antigorio; anzi lo spaccato che egli dà lungo il Devero è una combinazione di due cioè di quello della ripa destra e di quello della ripa sinistra, nella quale combinazione i calcari bassi del Bondolero girano sotto agli *Gneiss*. Nella realtà però quei cipollini e calcari marmorei, talora bardigliacei e molto quarzosi, hanno pendenza di 22° a E. N. E., quindi rimangono nettamente sovrastanti allo *Gneiss*; solo per una ripiegatura degli strati facilissima a verificarsi hanno direzione e pendenza locali alquanto diverse da quelle della massa dei Calceschisti (n. 4). Un poco più a monte e sempre sulla destra del Bondolero gli stessi calcari, talora alquanto scontorti, si voltano schiettamente a N. N. E. con una pendenza piuttosto forte (fig. 2) mentre i micascisti quarzosi, cloritici ed i calceschisti della stessa zona (n. 4) che succedono al di sopra acquistano rapidamente la inclinazione normale di N. N. O.

Dunque nemmeno la destra della Val Devero presenta indizi di anticlinali sdraiati.

sufficientemente diversi da quelli interni di Val Devero e terminano con scisti veramente Carboniferi e più recenti.

Lo stesso è a dire dei Profili 9, 10, 11, 12 dei citati Schmidt e Preiswerk, i quali rispettivamente si avvicinano ai miei 2, 3, 4, 5, 6; anzi i Profili 10, 11, 12 sono in parte paralleli ai miei, in parte, come gli altri, formano con essi un piccolo angolo. In questi profili dei due geologi tutti gli *Gneiss* a sinistra del Toce sono inopportuno segnati come *Gneiss* d'Antigorio ed i Micascisti di Baceno figurano connessi come effetto di metamorfismo regionale coi Calceschisti di Devero e sono inopportuno colorati nello stesso modo.

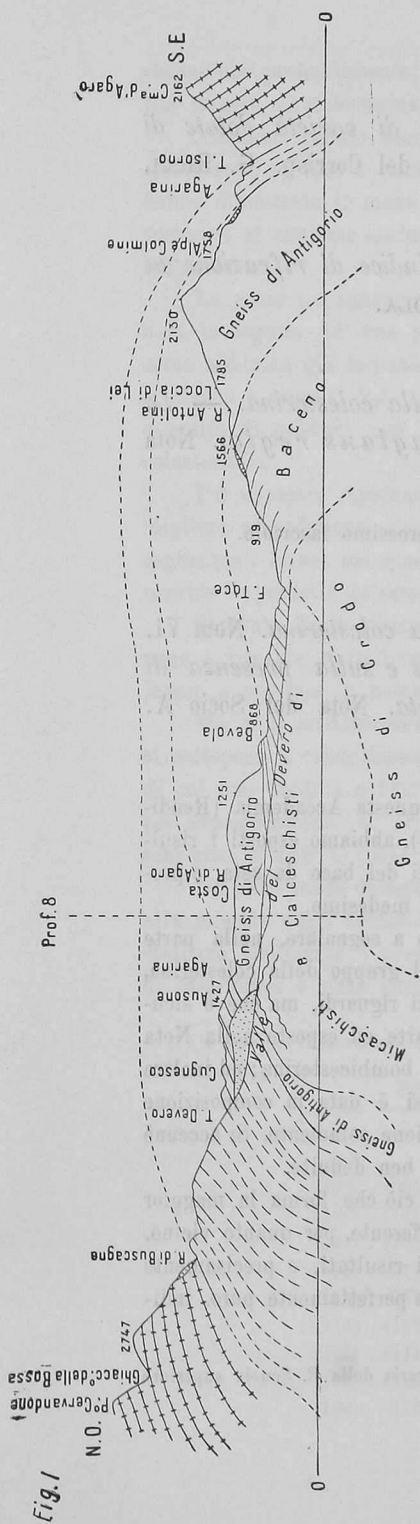


Fig. 1

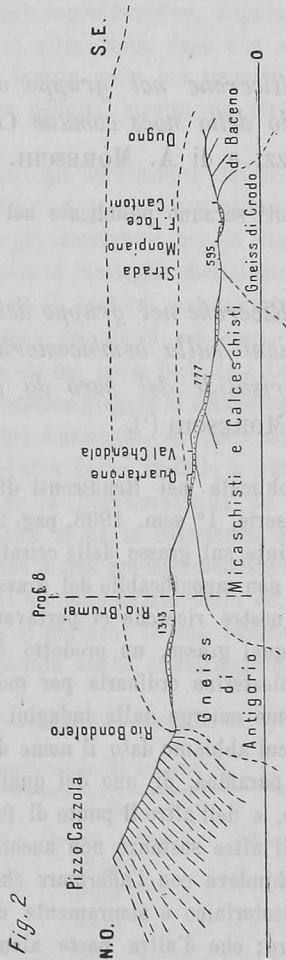


Fig. 2

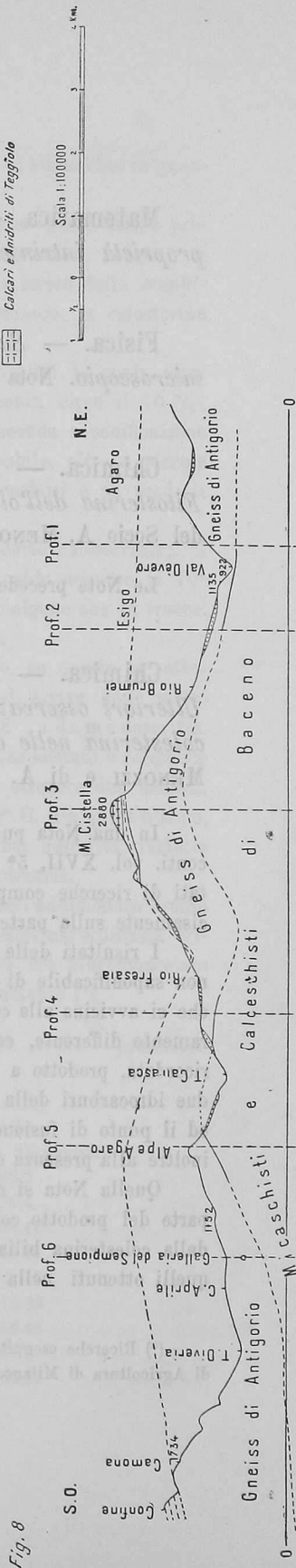


Fig. 8

N.B. — Gli spaccati 1-6 sono paralleli fra loro e normali alla direzione degli strati. Lo spaccato 8 è normale agli altri. Il piano d'intersezione dei vari spaccati è segnato via via.