

GIUSEPPE BERRUTI*

NOTE SULLA TECTONICA DELLA REGIONE NW DEL MASSICCIO DELL'ADAMELLO**

RIASSUNTO - Vengono esaminati i caratteri e indicato un possibile quadro cronologico di alcune linee di dislocazione dell'area NW del massiccio dell'Adamello, a sud della Linea Insubrica: la «Linea della Gallinera» (nel tratto a NE dell'omonimo Passo) con puntualizzazioni su formazioni e litotipi interessati; la faglia delle Gole Larghe, nella granodiorite della V. d'Avio, che l'Autore ritiene continui lungo la V. dei Frati dando luogo alla faglia del M. dei Frati riscontrata dall'Autore stesso sul versante SW del monte omonimo.

SUMMARY - The Author examines the characteristics and the possible chronology of some displacement lines of the North Western area of the Adamello, south of the Insubric line. They are: 1) the «linea della Gallinera», North East of the Pass bearing the same name, with notes on its formations and lithotypes. 2) the «Gole Larghe fault» in the granodiorite of the Avio Valley. In the Author's opinion, the fault should continue along the Valle dei Frati originating the Monte dei Frati fault already observed on the South Western slope of the same mountain.

PREMESSA

L'area della regione nord-occidentale del massiccio dell'Adamello, compresa grosso modo tra i seguenti limiti di riferimento: Laghi d'Avio, valle dei Frati, M. Dei Frati, passo Brizio, cima Lavedole Nord, Corno Giuello, passo delle Gole Larghe, alta val Paghera, passo Gallinera, val Gallinera, val Rabbia, presenta più motivi di interesse sotto il profilo tectonico.

Vi si riscontrano infatti numerosi elementi di correlazione tra l'assetto del massiccio intrusivo e i caratteri strutturali delle circostanti aree dell'edificio delle Alpi Meridionali, avendo riguardo sia al basamento cristallino (rappresentato dalla nota serie metamorfica regionale degli «Scisti di Edolo») che alla copertura permo-triassica.

In particolare, oltre alla grande «anticlinale camuna» o di Cedegolo — con asse a direzione NE-SW tra Berzo Demo e Cedegolo — che si sviluppa sino al Pian della Regina raggiungendo (ZANETTIN, 1956) la cima del Coppo (anticlinale sulla cui ala settentrionale sono affioranti sia le metamorfite del basamento che quelle delle formazioni permiane e triassiche della val Rabbia, val Gallinera, alta val Paghera, del Corno e dei Campanili delle Granate e della zona dell'invaso del L. Baitone), assume un particolare rilievo nella regione in questione la Linea della Gallinera (qui intesa s.s.), faglia interpretata come uno scorrimento con andamento WSW-ENE (CASTELLARIN-GATTO, 1981).

La Linea della Gallinera costituisce presumibilmente l'unica manifestazione di dislocazione che — direttamente collegata con il sistema di faglie e di sovrascorrimenti delle Alpi Meridionali a occidente del massiccio intrusivo (in particolare con la Linea Orobica) — penetri all'interno del massiccio medesimo.

Sul significato della dislocazione, e soprattutto sui termini e i limiti della sua prosecuzione verso E come sulla sua collocazione cronologica si è disputato molto tra gli AA.

* Centro Studi Naturalistici Bresciani.

** Ricerca eseguita con il contributo del Museo Civico di Scienze Naturali di Brescia.

classici: e anche recenti interpretazioni appaiono tra loro piuttosto contrastanti.

Nello stesso tempo — come ho potuto constatare durante i rilevamenti sul terreno da me compiuti nell'area sopra delimitata nel corso degli anni 1982, 1983 e 1984 — nell'area in esame sono abbastanza diffuse anche alcune interessanti manifestazioni riconducibili alla c.d. «tectonica del granito» (si veda in proposito RAGUIN, 1976): vale a dire fenomeni connessi con i processi di raffreddamento durante la messa in posto e l'assestamento dei corpi intrusivi, senza alcun rapporto diretto e comunque causale con la dinamica propria della copertura sedimentaria e metamorfica regionale entro cui si è collocata la massa intrusiva. Così come ho potuto osservare, o rilevare ex novo, dislocazioni riconducibili ai movimenti prodottisi *dopo* la messa in posto delle plutoniti e che hanno interessato esclusivamente le plutoniti stesse, presumibilmente nel tardo Terziario e/o probabilmente in fasi successive.

Studi precedenti

W. SALOMON è certamente l'Autore che ha dedicato il maggior numero di ricerche e lavori al massiccio dell'Adamello, dall'ultimo decennio del secolo scorso sin quasi all'inizio degli anni Trenta. Ma è alla sua opera fondamentale — *Die Adamellogruppe* (1908-1910) — che è opportuno rifarsi per procedere poi all'analisi dei saggi pubblicati dagli AA. successivi, avendo riguardo sia agli aspetti e temi tettonici generali dell'area in esame che più in particolare alla Linea della Gallinera.

Com'è noto, secondo SALOMON il massiccio dell'Adamello è un corpo intrusivo discordante caratterizzato da una sezione ad imbuto (da qui l'attribuzione della definizione di «etmolite»), localizzato entro le rocce incassanti della copertura inclinate e/o piegate verso, contro o sotto la massa intrusiva.

Un ruolo determinante venne attribuito da SALOMON — e ulteriormente approfondito in successivi lavori da parte di altri AA. — alle grandi linee regionali di dislocazione (la Linea Insubrica e quella delle Giudicarie sud) che contribuirono in varia misura alla risalita dei magmi, in quanto connesse con l'azione di compressione responsabile del sollevamento alpido. Secondo l'A. citato la massa ignea si spostò orizzontalmente al limite superiore del «camino» dell'etmolite, all'interno della copertura: a suo giudizio quest'ultima doveva avere una potenza non inferiore a 1500 m (CALLEGARI-DAL PIAZ (1973), la stimano invece attorno a 4500 m, in particolare nella regione meridionale del massiccio; mentre secondo altri AA. (RIKLIN, 1983) la sola copertura sedimentaria sovrapposta al basamento cristallino avrebbe raggiunto, nella zona del Baitone, i 5-6000 m di potenza).

Lo stato di giacitura delle rocce incassanti, nei termini che ho sintetizzato sopra, è stato recentemente ripreso e confermato da BONI (1978-1979): sia sul bordo settentrionale, a valle della Linea Insubrica (o, per meglio dire, del segmento di essa rappresentato dalla linea del Tonale); sia su quello occidentale, in particolare tra M. Aviolo e il M. Colombè; sia infine lungo tutto il limite sud-orientale, da Dimaro sino all'alta val del Caffaro, ove le rocce incassanti immergono sotto o contro la massa ignea.

Avendo riguardo alla Linea della Gallinera s.s., SALOMON — e così PORRO (1911) — la considera una prosecuzione della Linea Orobica a E del fiume Oglio. La dislocazione procede infatti da Rino di Sonico lungo il fondo della val Rabbia e della val Gallinera, tagliando con direttrice NE l'ala settentrionale della grande anticlinale camuna.

Dal passo Gallinera la Linea interseca la parte meridionale del Piano di Aviolo — nell'alta val Paghera — sino alla zona di cresta tra il Corno Giuello, q 3000 (più precisamente a N della vetta settentrionale) e il passo delle Gole Strette — q 2908 —, a ~ 150 m a sud del passo medesimo, proseguendo poco oltre lo spartiacque sul versante sinistro idrografico della val d'Avio.

Nel lavoro del 1896, SALOMON sostenne che «a causa della prosecuzione della dislocazione verso Ovest, la sua formazione è più recente dell'intrusione tonalitica». In un successivo saggio del 1908 — di poco anteriore alla già citata opera fondamentale del 1908-10 — l'A. ne precisò la natura di linea di scorrimento che provocò fenomeni di «deformazione dinamica» delle rocce della copertura (da qui i c.d. «scisti sericitici» di SALOMON, che in verità in origine sono conglomerati e arenarie del Verrucano Lombardo dinamometamorfosati), sostenendo tuttavia che il metamorfismo di contatto delle rocce della copertura si manifestava «più recente della deformazione dinamica».

Nell'opera del 1908-10, l'Autore tracciò il profilo (NW-SE) del passo Gallinera, ponendo in evidenza che:

— a NW della Linea affiorano gli Scisti di Edolo metamorfosati per contatto, immergenti a NW con forte inclinazione, seguiti (sempre a NW) dalla tonalite del M. Aviolo immersa invece a SE con un angolo di inclinazione, nella zona di contatto, di 45°;

— a SE della Linea affiora lo Scitico metamorfosato per contatto, con analoghe direttrici e valori di immersione e di inclinazione; a valle di esso la tonalite immerge invece a NW.

La tonalite presenta pertanto, secondo l'Autore, un verso di immersione convergente verso la linea (e pertanto verso il fondo valle) da entrambi i versanti vallivi. Aggiungerò che le osservazioni sul terreno mi hanno consentito di constatare che tale assetto dei «banchi» delle plutoniti è particolarmente marcato quanto costante lungo l'intera parete SE del M. Aviolo; e così per buona parte dell'opposta fronte della Roccia Baitone.

Oltre il passo, nel piano di Aviolo e così nella zona del Corno Giuello (ove SALOMON indica l'esistenza di un'«intima penetrazione dei materiali sedimentarî... nella tonalite» talché «questa ha senza dubbio assorbito almeno in parte i materiali stessi»), la copertura sedimentaria metamorfosata presenta una netta immersione a NW.

In ordine all'età della dislocazione l'Autore ripeté il concetto che il «contatto metamorfico è più recente della deformazione meccanica [provocata dalla faglia]... Questa può essere allora o più antica della intrusione tonalitica o contemporanea ad essa».

Sulla eventuale prosecuzione a E — vale a dire a oriente del Corno Giuello — SALOMON non ritenne di poter identificare elementi appena sufficientemente probanti. A tale proposito merita ricordare la sua lunga traversata dal Rifugio Mandrone, attraverso il Pian di Neve e il Passo Brizio sino al Rifugio Garibaldi e al fondo della val d'Avio, che l'Autore intraprese, in particolare, nel tentativo di verificare se vi fosse «per caso, anche qui, una qualche continuazione della zona sedimentaria del Passo di Gallinera», ma «il risultato fu negativo». E precisa: «nell'intero percorso dal Rifugio Mandrone sino al Rifugio Garibaldi ho visto solo tonalite normale con vene bianche (pegmatiti, apliti), «schlieren» nodulosi, normali inclusioni e zone cataclastiche. Queste ultime non sono rare: in alcuni luoghi, tra il Rifugio Mandrone e il confine di Stato [a SE del M. Mandrone] sono perfino molto frequenti».

Tuttavia, guardando a oriente dal fondo dell'alta val d'Avio (forse dalla spianata di Malga Lavédole) gli era «sembrato che, verso E, la propaggine più avanzata della montagna senza nome tra la V. del Venerocolo e la V. dei Frati, nelle sue parti più elevate... possedeva una diversa colorazione rispetto alle creste e alle cime circostanti costituite senza dubbio da tonalite». E l'Autore, pur ammettendo che l'osservazione «avvenne in condizioni di luce molto sfavorevoli» concluse che «forse è là in alto, sopra l'attuale fondo valle che si deve cercare la continuazione della zona» metamorfica.

A mio giudizio la montagna cui si riferisce SALOMON è la P.ta Nino Calvi che costituisce la culminazione più elevata lungo la dorsale che — partendo dalla Bocchetta Alta, poco a SW del M. dei Frati (che l'Autore denominava «P.ta del Venerocolo») — divide le due valli sopra citate: egli usa infatti il termine *berg* e non *kamm*, e d'altro canto la denominazione venne adottata dopo la prima guerra mondiale in onore del

capitano N. Calvi perito nel 1920 durante un'ascensione sulla parete N del M. Adamello.

L'osservazione di SALOMON, come ho potuto constatare in luogo, è esatta sotto il profilo cromatico: ma trattasi di ampie placche di granodiorite le cui superfici superiori sono decisamente ossidate. Devo aggiungere tuttavia — e ciò spiega la lunga disgressione sul tema — che l'indicazione di SALOMON mi si è rivelata utile in ogni caso, avendomi stimolato a effettuare ricerche nella zona sopra indicata, con i risultati che esporrò in seguito.

TRENER (1910) ritenne che la collocazione della zona metamorfica lungo la Linea della Gallinera dovesse essere posta in relazione con i «movimenti molto violenti della crosta *a causa* dell'intrusione». E parimenti si espressero AMPFERER-HAMMER (1911) che tuttavia si limitano a citare TRENER.

Anche PORRO (1911) confermò il giudizio sul carattere di linea di scorrimento della faglia, accennando allo «spostamento» provocato da essa sul fianco settentrionale dell'anticlinale camuna, e misurando in 50° i valori di inclinazione (con verso NW di immersione) degli Scisti di Edolo e della copertura permo-triassica rispettivamente affioranti, nella zona di Lava, a NW e a SE della Linea. L'Autore non si pronunciò sull'età della dislocazione.

SPITZ (1915), pur sottolineando — sulla base delle indicazioni contenute nel lavoro di SALOMON — la presenza di zone di cataclasi nella tonalite che «si accostano al limite orientale» della Linea (tra il passo Brizio e l'originaria capanna Mandrone), osservò che la zona di contatto che è associata alla dislocazione «alla fine si conclude nella tonalite» sicché quest'ultima «assorbe la Linea della Gallinera ed è perciò più recente di essa». Né gli parve fosse dimostrabile una correlazione tra le zone cataclastiche (che ritenne un fenomeno meccanico recente) e la dislocazione. L'A. non esclude che ulteriori verifiche potessero consentire di associare le zone cataclastiche alla dislocazione: ciò permetterebbe di affermare, a suo giudizio, che «vi è una grande probabilità che sia seguita una fase secondaria più tardiva che rivitalizzò la «zona» della Gallinera (e forse determinò il suo carattere di faglia)». Egli formulò comunque una rilevante osservazione: «nella tonalite, da ambo i lati della «zona» della Gallinera, manca ogni struttura parallela, un tipo di indicazione che ci si potrebbe perlomeno aspettare da un'età [dell'intrusione] contemporanea alla tectonica. Resta perciò come probabile che l'intrusione sia più recente della tectonica».

SCHWINNER (1917) rilevò che osservazioni compiute sino ad allora non consentivano di stabilire esattamente ove e come il magma tonalitico abbia assorbito la Linea della Gallinera.

CORNELIUS (1928), dopo aver percorso tutto il tratto della dislocazione tra Rino di Sonico, il passo Gallinera, il Forcellino Giuello e il Corno omonimo — riesaminando e in parte revisionando le annotazioni di SALOMON relative alle formazioni originarie cui appartengono i litotipi della copertura permo-triassica affioranti lungo la dislocazione — afferma che:

— la dislocazione «termina il suo decorso verso E allo sperone orientale di q 3044» (corrispondente alla cima Lavèdole N). E perciò non a nord del Corno Giuello come era stato precedentemente indicato da SALOMON ed è confermato nel Fo. TIRANO della Carta Geologica d'Italia. Tale tesi appare d'altra parte contraddetta dallo stesso CORNELIUS quando afferma che il Servino metamorfosato affiorante lungo «la cresta occidentale del C. Giuello» costituisce «una diretta continuazione della *lingua* della Gallinera... e non zolle interamente strappate dai movimenti orogenetici». Ma su questo argomento tornerò in seguito;

— le zone cataclastiche presenti al Passo Gallinera, immergenti a NW, e lungo la cresta che unisce le due culminazioni del Corno Giuello (immergenti a N), sono «più recenti» dell'intrusione tonalitica. Ma, per contro, non ritiene che le cataclasi del C.

Giuello siano la prosecuzione di quelle del passo Gallinera, prosecuzione che semmai l'Autore ritiene dovrebbe essere cercata nella zona del passo delle Gole Larghe (allora denominato, anche nel testo in esame, passo dell'Avio), ma di cui egli non trovò traccia;

— «gli intensi piegamenti» nel Servino al passo Gallinera non possono essere la conseguenza dell'intrusione ma appaiono costituire piuttosto il «risultato di un intenso movimento di taglio» e sono da ritenersi precedenti il consolidamento del magma. L'Autore rileva che, sia nel massiccio dell'Adamello che in quello di Bergell [Bregaglia], gli strati delle rocce della copertura «conservano di norma la loro posizione» originaria salvo che si tratti di «zolle staccatesi e sprofondate nel magma».

L'Autore conclude accettando sostanzialmente l'ipotesi di SPITZ: vale a dire che «i movimenti lungo la linea della Gallinera... si sono manifestati per una prima parte in un primo tempo [anteriore all'intrusione] e successivamente per una seconda parte», pur esprimendo l'avviso che le dislocazioni precedenti l'intrusione appaiono decisamente più forti e rilevanti degli assestamenti successivi che l'Autore colloca nella fase superiore del Miocene.

SCHIAVINATO (1955) osserva che «nella zona del Baitone la linea della Gallinera venne interrotta dalla tonalite (la quale risulterebbe perciò di età post-tettonica o al massimo sintettonica)» e conviene con SPITZ nel ritenere che sia possibile che le zone cataclastiche poste a E del limite di sviluppo della dislocazione — e perciò oltre la cresta del Corno Giuello — siano da porsi «in rapporto a movimenti tardivi di assestamento».

MOTTANA-SCHIAVINATO (1973), dopo aver sottolineato che la fascia metamorfica lungo la Linea passa da una larghezza di 3500 m tra Rino e Zazza a ~ 500 m al Corno Duello «fino a scomparire del tutto poco a W del passo delle Gole Strette»; che il piano di faglia è «quasi verticale» mentre la tonalite del Corno Baitone (rispetto alle rocce incassanti) presenta «un piano subverticale al margine settentrionale» ed è «blandamente inclinata (circa 30°) verso Ovest»; affermano che la Linea è «posteriore all'inarcamento dell'anticlinale di Cedègolo» e alla «presa di posizione delle zolle sedimentarie del M. Marsèr... e del Corno delle Granate». Ma la sua «rotazione sinistrorsa» NE-SW, a oriente del F. Oglio, è «decisamente anteriore alla messa in posto delle plutoniti» e ciò per il «suo esaurirsi all'interno del plutone». I medesimi AA. collocano la rotazione nella stessa fase di formazione di «altre linee diagonali del basamento» (quali ad es. quelle del Porcile e di Musso), formazione che va «collegata con il moto verso sinistra del basamento sudalpino trascorrente lungo la linea insubrica». Sia la rotazione che la trascorrenza, a loro giudizio, costituiscono un «evento relativamente tardo nell'evoluzione tettonica alpina, ma precedente la tettonica disgiuntiva del basamento... che accompagna i grandi movimenti gravitativi verso Sud», quali ad esempio i sovrascorrimenti della Concarena, ecc.

È da notare, a proposito della carta geologica schematica alla scala 1:50.000 allegata al lavoro di MOTTANA-SCHIAVINATO, che vi è cartografato — a SE della Linea — un affioramento di granodioriti: più esattamente tra la val Rabbia e la val Gallinera nonché all'altezza e a N delle malghe Bompiano.

Tale affioramento costituirebbe pertanto un lembo dell'unità granodioritica che si colloca a NW della Linea, lembo circondato dai litotipi della c.d. «tonalite dell'Adamello». Il Fo. TIRANO della Carta Geologica d'Italia (1971) riporta la medesima indicazione della carta schematica prima citata, in contrasto con quella elaborata da BIANCHI-DAL PIAZ-CALLEGARI-JOBSTRAIBIZER pubblicata nel 1970 e ripresa nel lavoro di CALLEGARI-DAL PIAZ (1973).

MOTTANA-SCHIAVINATO, infine, interpretano come ali di una «sinclinale strizzata» gli affioramenti scitici presenti al passo Gallinera e a S del passo delle Gole Strette.

CALLEGARI-DAL PIAZ (1973) formulano una interpretazione dell'origine e — in parte — della struttura del massiccio, anche alla luce dei dati forniti dalle analisi cronoradio-

metriche, che modifica in buona misura le precedenti teorie.

Essa può essere così sintetizzata:

a) il massiccio dell'Adamello-Presanella è costituito da almeno dieci corpi ignei, ciascuno dei quali «può considerarsi come una intrusione nettamente delimitata, con una ben definita e distinta tessitura e/o composizione mineralogica: in altre parole, ciascuno di essi costituirebbe un singolo plutone». Il massiccio è dagli AA. definito un «batolite», ma indipendentemente dalla definizione sembra a me che si debba dedurre da tutto il complesso dell'analisi degli Autori stessi che non appare più sostenibile la interpretazione di un etmolite e di un camino *unitario* formulata da SALOMON;

b) sotto il profilo cronologico, gli Autori ritengono proponibile la seguente successione delle facies (dalla più antica alla più recente):

— «biotite-quarzodiorite della V. dell'Avio», affiorante a NW della Linea della Gallinera (direttrice principale: M. Avio - M. Avio - M. dei Frati);

— «biotite-quarzodiorite delle cime centrali dell'Adamello»: M. Adamello, M. Fumo, Corno di Cavento;

— «tonalite dell'Adamello occidentale», affiorante a SE della Linea della Gallinera (Corni di Bompia, Roccia Baitone, Corno Baitone, Cima Plem, dorsali delle Valli: Miller, Salarno, Adamè, di Fumo fino al Carè Alto).

Ne conseguirebbe pertanto che la Linea separerebbe nettamente due masse ignee distinte non soltanto in senso petrografico ma anche in senso cronologico (pur se, sotto questo secondo profilo, la distinzione si aggirerebbe mediamente attorno a ~ 2 milioni di anni).

CHARDON (1975) propone una interessante sintesi, costruita sulla base dell'interpretazione di foto aeree del massiccio, delle numerose «grandi fatture, particolarmente nella parte occidentale del massiccio», con direttrici prevalenti N-S, NE-SW e — secondariamente — NW-SE. L'Autore suppone che il «comportamento più recente» della Linea delle Giudicarie abbia «determinato nella massa cristallina delle tensioni e delle fratture parallele alla sua direzione». Tuttavia, nella carta allegata al lavoro, CHARDON — mentre indica linee di frattura lungo la V. d'Avio (con direttrice N-S), nell'alta val Miller (NE-SW) e nella zona orientale della grande conca a SSE del Corno Baitone (con direttrice NE-SW) — traccia un percorso incompleto e parziale della Linea della Gallinera e non indica le dislocazioni di cui tratterò successivamente.

CASTELLARIN-GATTO (1981) interpretano la Linea della Gallinera «come uno scorrimento verso Sud di rocce magmatiche e metamorfiche su altre analoghe; essa comprende estesi «trucioli» di rocce sedimentarie triassiche»; considerano le plutoniti dell'Adamello come costituite da «più nuclei intrusivi intersecantisi... in prevalenza allineati lungo fasce principali ad andamento E-W, ENE-WSW subparallele alla Linea del Tonale», concordando con CALLEGARI-DAL PIAZ nel considerare tali nuclei diversi per litologia, tessitura, struttura oltre che per età. E concludono affermando che «gli orientamenti e i caratteri delle strutture presenti lateralmente [alla Linea del Tonale] non sembrano compatibili con alcun importante movimento trascorrente destro della Linea» medesima.

È da osservare che nella carta geologica schematica allegata al lavoro, gli AA. propongono a E il tracciato della Linea della Gallinera, oltre la V. d'Avio, lungo la destra idrografica della valle dei Frati, sin quasi alla Cima Calotta: non vengono indicati nel testo gli elementi su cui si basa la determinazione di tale tracciato. Così come è da osservare che secondo gli AA. la Linea della Gallinera si collocherebbe lungo le «pendici meridionali del M. Avio», mentre il tracciato sul terreno è a oltre 1250 m in linea d'aria più a S delle pendici meridionali del monte citato.

FORCELLA (1981) definisce la Linea della Gallinera una faglia inversa posta sulla prosecuzione «della Linea Orobica, con andamento SO-NE sottolineato da ampie scaglie di sedimentario».

CASTELLARIN-VAI (1982) escludono «movimenti trascorrenti di entità regionale della Linea Insubrica durante il Terziario» salvo locali fenomeni «dell'ordine di qualche Km», mentre — soprattutto dall'Oligocene in poi — il «Lineamento Insubrico fu sede di cospicui movimenti verticali che realizzarono il più rilevante sollevamento delle Alpi rispetto alle Alpi Meridionali». Tali tesi, in particolare la prima, appaiono ridimensionare drasticamente quanto sostenuto da MOTTANA-SCHIAVINATO a proposito della trascorrenza del basamento sud-alpino.

Infine CALLEGARI (1983), nel sintetizzare i fenomeni tectonici generali che hanno caratterizzato il batolite dell'Adamello, a partire dalla sua messa in posto, rileva che:

a) il batolite risulta composto da «una quindicina di unità eruttive» e la relativa messa in posto, iniziata con l'unità del M. Re di Castello alla fine dell'Eocene-inizio Oligocene, è caratterizzata da un andamento «pulsante» che dà luogo a successive manifestazioni distribuite tra 42-40 M.A. e 30-28 M.A.;

b) l'intrusione ha tagliato «in discordanza» le pieghe del Sudalpino con assi a direttrice E-W e si è «messa in posto e consolidata in un livello crostale piuttosto elevato. Il tetto di batolite non deve essere stato molto lontano dal livello attuale di affioramento alle alte quote perché qui si rinvenivano numerosi inclusi di frammenti del tetto dispersi nella massa magmatica»;

c) «la presenza di faglie che attraversano il corpo eruttivo e lo sviluppo di regolari sistemi di giunti di fessurazione fanno pensare che anche l'area dov'è ubicato il massiccio eruttivo abbia continuato ad essere sede di ulteriori deformazioni recenti, più palesi nella copertura dei settori circostanti»;

d) l'età delle granodioriti appartenenti alla c.d. «Avio unit» (a N della Linea della Gallinera) risulta compresa tra 33 e 32 M.A., mentre la «W Adamello unit» si colloca tra 36 e 33 M.A. (tale unità affiora a S della dislocazione).

Con il lavoro ora citato di CALLEGARI si completa il capitolo dedicato agli studi precedenti: una letteratura ampia, come s'è visto, a testimonianza della rilevanza del tema.

OSSERVAZIONI SUL TERRENO E INTERPRETAZIONI

I dati cronoradiometrici, elaborati da DEL MORO et al. (in: CALLEGARI, 1983) consentono di collocare la fase di cristallizzazione del magma tra fine Eocene-inizio Oligocene e fine Oligocene. Avendo riguardo alle indicazioni contenute nella «Geological Time Table» di VAN EYZINGA del 1975, la fase in questione si sarebbe pertanto conclusa ~ 3 milioni avanti l'inizio del periodo miocenico.

Ne consegue che se si accoglie la distinzione operata da SALOMON tra fessure «strutturali» e fessure «da pressione» (nel senso che le prime sarebbero una «manifestazione irrigidita di contrazioni in una massa ancora calda» ma avviata al raffreddamento, contestualmente ad un processo di transizione graduale dallo stato fluidale a quello rigido; le seconde «un effetto della pressione» della copertura), le prime — o «strutturali» — si sarebbero prodotte anteriormente al Miocene.

Per quel che concerne invece le fratturazioni dovute alla pressione della copertura, ma soprattutto alla compressione manifestatasi, in fasi successive, nel corso dell'orogenesi alpidaica, tali fratturazioni debbono collocarsi in un arco cronologico che va dall'Oligocene al Miocene; ma che si estende anche al Pliocene ed inoltre — come ha sottolineato CALLEGARI — a periodi recenti.

È infine da rilevare che la stessa, marcata disposizione radiale o centrifuga del reticolo idrografico presente nel massiccio, non può definirsi genericamente (come pare ritenga CASTIGLIONI, 1979) il risultato di una «diversione» propria di un'«area sollevata», ma piuttosto conseguente alle fratturazioni determinate dal «regime degli sforzi mecca-

nici nella fase di messa in posto» (RAGUIN, 1976). Appare cioè ipotizzabile la correlazione tra la formazione di un «sistema radiale» — il cui centro si collocò presumibilmente nella zona più elevata dell'intumescenza prodottasi nel processo orogenetico (grosso modo corrispondente alla zona attuale dell'acrocoro) —, sistema espresso da fratturazioni, e le fessurazioni di origine termica. Sembra a me in tal modo plausibile la tesi di SALOMON quando afferma di ritenere che «sussista molto frequentemente una relazione fra le direttrici della fessurazione della tonalite e le direttrici delle valli incise in essa»; e aggiunge: «in particolare per la val di Genova, la val di Fumo e la val Palobia... i solchi di erosione... credo corrispondano ad antiche zone sedimentarie sprofondate oppure a depressioni della superficie originaria della tonalite».

La zona sommitale dell'intumescenza orografica sembra corrispondere — lo si è già osservato anche sulla base delle considerazioni di CALLEGARI (1983) — all'area attuale dell'acrocoro (~ 35 Km²). Tuttavia tale zona, com'è noto, non è affatto baricentrica rispetto all'area complessiva affiorante del massiccio, ma risulta spostata verso N. Si ha qui riguardo al gruppo dell'Adamello vero e proprio in quanto l'area culminante nella cima Presanella presenta caratteri morfostrutturali decisamente diversi, a causa del suo incunearsi nella zona di convergenza delle grandi linee di dislocazione, rispettivamente quella insubrica e la Giudicarie Sud.

Dal centro dell'acrocoro, l'estensione massima dell'affioramento delle plutoniti — in termini di lunghezza — si sviluppa con i seguenti valori per ciascuna delle seguenti direttrici:

- a N: 8250 m ~
- a S: 17500 m ~
- a SW: 30000 m ~
- a W: 12750 m ~
- a E: 8750 m ~ (sponda destra del F. Sarca di Genova).

Il marcato spostamento del baricentro verso N, il conseguente carattere disimmetrico del profilo N-S (con valori di inclinazione molto più forti lungo il bordo settentrionale rispetto a quelli della direttrici meridionale del profilo) sembrano da porsi in relazione con il ruolo esercitato dalla Linea del Tonale.

Gli elementi indicati in precedenza pongono allora il problema della individuazione dei caratteri distintivi propri dei diversi tipi di fratture: in particolare tra quelle sincrone con la fase di raffreddamento e contrazione e quelle conseguenti alle manifestazioni della dinamica orogenetica.

L'esame e l'interpretazione dei fenomeni che ho rilevato sul terreno ritengo consenta di operare le distinzioni che ho prima indicato: ma innanzitutto esporrò i risultati delle ricerche relative alle zone interessate dal tracciato della Linea della Gallinera.

1. Rilevamenti e analisi dei risultati¹

Dati gli obiettivi e il tema della ricerca che mi ero proposto di realizzare, ho ritenuto di limitare i rilevamenti e le conseguenti osservazioni e interpretazioni — sia in rapporto agli affioramenti della copertura che in ordine all'insieme dei fenomeni tectonici dell'area in esame — al tratto della Linea della Gallinera compreso tra il passo Gallinera e il Corno Giuello. È infatti nel tratto in questione che si presentano alcuni temi di particolare rilevanza — essenzialmente ma non esclusivamente sotto il profilo della di-

¹ Esprimo il più vivo ringraziamento alla Dr. K. Riklin dell'Institut Petrographie Erdgenössische Technische Hochschule di Zurigo per l'ampia quanto efficace collaborazione prestatami soprattutto in ordine all'analisi dei campioni dei litotipi — e delle relative sezioni sottili — che ho raccolta nell'area con l'intelligente cooperazione del sig. Giovanni Carleschi di Edolo, laureando in geologia.

namica strutturale —: basti citare la variazione graduale e infine netta della direzione della dislocazione da SW-NE a W-E nel segmento più orientale.

Ho inoltre preso in esame entrambi i versamenti dell'alta val d'Avio (a monte del lago d'Avio), la valle dei Frati sino alle pendici WSW del M. dei Frati, la dorsale culminante nella P.ta Nino Calvi (in particolare tra la c.d. «Bocchetta N. Calvi» e la Bocchetta Alta), il M. dei Frati (in particolare nei versamenti WSW, SW, S, SE sino all'antecima SE di q 3345).

1.1 Gli affioramenti della copertura tra il passo Gallinera e il Corno Giuello

1.1.1 Per la zona del passo Gallinera, la ricostruzione grafica elaborata da CORNELIUS (1928, fig. 2) m'è parsa decisamente più analitica e completa di quella approntata da SALOMON (1908-10, fig. 37): e ciò in rapporto sia ai litotipi che all'assetto strutturale, con particolare riguardo agli affioramenti dello Scitico.

Ritengo possibile la puntualizzazione, da parte mia, dei seguenti elementi:

a) all'altezza del Passo, procedendo da SE verso NW, la successione dei litotipi è la seguente: calcari silicei grigi cristallini con frequenti granati minuti, alternati a siltiti cristalline fittamente stratificate (Servino); Verrucano Lombardo metamorfosato per contatto e fortemente cataclasato al limite della microfrantumazione; gneiss della Formazione degli Scisti di Edolo, termometamorfosati per contatto, a bande molto fini con letti o lenti di quarzo spesso di apprezzabili dimensioni; scisti grigi-scuri o plumbei rugginosi della serie di Edolo, parimenti metamorfosati; granodiorite delle propaggini orientali del M. Aviolo;

b) nell'ambito degli affioramenti dello Scitico — che lasciano pressoché tutti i versanti del Corno Duello — è particolarmente consistente la presenza di litotipi francamente calcarei che appaiono decisamente prevalenti rispetto ai litotipi arenacei e siltosi. Mentre SALOMON e CORNELIUS ritengono quanto meno «improbabile» — come rileva in particolare il secondo A. — che nella serie scitica fosse presente anche la Formazione della Carniola di Bovegno (Zellenkalk) talché, secondo CORNELIUS, «i livelli a marmi pare siano derivati dai banchi calcarei interstratificati negli scisti di Werfen» —, lungo lo sperone roccioso che si protende in direzione SW dall'antecima occidentale del Corno Duello, ho rinvenuto litotipi calcareo-dolomitici con frequenti vacui del tutto corrispondenti — anche morfologicamente — alle tipiche «cellette» della Formazione prima citata. Risulta infine, almeno a mio giudizio, eccessiva la stima di SALOMON della potenza complessiva della serie triassica (Sedimentzone), secondo la quale la potenza stessa ammonterebbe — *all'altezza del Passo* — a ~ 4-500 m: ritengo che in realtà la potenza effettiva non sia superiore alla metà del valore indicato dall'A., se si assume a riferimento la base indicata e sopra ricordata;

c) gli gneiss della serie di Edolo affiorano con particolare consistenza tra la zona subito a NW del punto centrale del valico (q 2330 ~, rispetto alla q 2320 del Passo) e l'isoipsa 2280 lungo l'erta vallecola, a consistente copertura detritica, che sale al Passo dal Piano di Aviolo. La potenza media, da me osservata, del litotipo in questione è di ~ 7,5 m; la sua estensione da SE a NW è di oltre 55 m lungo il crinale (a occidente del Passo) e di ~ 25 m all'altezza dell'isoipsa sopra citata. Il litotipo si distingue nettamente da quello a micascisti grigio-scuro rugginosi, metamorfosati per contatto, affioranti più a occidente e che si collocano a contatto con la granodiorite del M. Aviolo. È da ricordare che sia SALOMON che CORNELIUS indicano genericamente e soltanto «filliti quarzifere» o «filliti cornubianitiche»;

d) lungo il ripido pendio detritico sotteso al valico, sul versante settentrionale e sempre procedendo da SE verso NW, ho osservato che alla serie dei livelli

arenaceo-siltosi metamorfosati del Servino seguono in successione:

— cataclasiti color grigio-scuro alla frattura che, in sezione sottile, denunciano la presenza di carbonati, actinolite, quarzo, granuli di muscovite: trattasi dei livelli del Servino sopra indicati, frantumati e alterati per tectonizzazione (siamo in prossimità del piano di faglia);

— Verrucano Lombardo termometamorfosato; alla frattura il colore è grigio-scuro, in sezione sottile si individuano in particolare: sillimanite, andalusite, cordierite. La potenza media osservabile è di $\sim 3,5$ m;

— cataclasiti, con frequenti episodi di milonisi — marcati nelle sezioni sottili — da micascisti della serie di Edolo. Di notevole rilevanza è l'intercalazione ai micascisti del basamento di livelli di granodioriti pure esse assoggettate al processo di cataclasi. L'accertamento dello stato dei litotipi sopra elencati è facilitato dal loro affiorare lungo tutta una profonda e ripida incisione nel terreno che interessa pressapoco i due terzi del lato sinistro idrografico del valloncetto che dal Piano di Aviolo sale al passo di Gallinera.

Conclusivamente è da notare che i litotipi attribuibili allo Scitico — al Corno Duello — presentano la giacitura complessa perfettamente disegnata da CORNELIUS. In particolare le osservazioni sul terreno mi hanno consentito di rilevare la ben più forte inclinazione che caratterizza in generale i litotipi stessi rispetto a quelli della serie di Edolo. Mentre il verso di immersione si presenta infatti omogeneamente rivolto a NW sia per la serie triassica — e il pur modesto, quanto a potenza, livello del Verrucano Lombardo — che per i litotipi del basamento, le rocce scitiche e quelle permiane sfiorano la verticalità (ad es. alla base della spalla NW dell'antecima occidentale del Corno Duello, il Servino presenta valori di inclinazione attorno a 80°); la serie di Edolo ha invece una inclinazione media di $\sim 55^\circ$.

Sulla elevata inclinazione del piano di faglia («quasi verticale»), rilevato in particolare da CORNELIUS, non possono sussistere dubbi: attorno ai 75° .

Ma sugli aspetti strutturali che emergono anche dagli elementi forniti dalle osservazioni e analisi litologiche e petrografiche tornerò in seguito. Per il momento è da annotare come sia risultata confermata la presenza di rocce permiane già indicata — sia pure in termini dubitativi e molto problematica sotto il profilo litologico e stratigrafico — da CORNELIUS, con la puntualizzazione della loro appartenenza al Verrucano. Rispetto alla successione formazionale indicata nel Fo. TIRANO della Carta Geologica d'Italia, si completa pertanto l'arco cronostratigrafico delle rocce della copertura presenti nella zona compresa tra lo sperone tonalitico che si prolunga verso NW dalla q 3254 (tra il Corno Baitone e la Roccia Baitone) al Corno Duello, e il M. Aviolo. In sostanza, procedendo dal basso, si hanno in successione: gli scisti grigio-scuri della serie di Edolo, gli gneiss della serie medesima, il Permiano superiore, e la serie della copertura è conclusa dal Servino e dalla Carniola di Bovegno del Trias inferiore.

1.1.2 Versante destro dell'alto Piano di Aviolo.

Non v'è molto da aggiungere alle annotazioni di SALOMON e a quelle più dettagliate di CORNELIUS.

A poco meno di 750 m a NE della malga di Aviolo si stacca un lungo costone erboso che si trasforma rapidamente in uno sperone roccioso, assumendo il netto carattere di una cresta molto ripida quanto scoscesa.

Lungo la cresta in questione affiorano consistenti banchi di Servino, con direzione ENE-WSW, immersione a NNW, inclinazione da $\sim 70^\circ$ a $\sim 80^\circ$. La zona in cui è maggiormente esteso l'affioramento è quella compresa tra il punto indicato con la q 2372 e quello cui è riferita la q 2574 (Tav. IGM EDOLO, sc. 1:25.000). La cresta si salda con il versante occidentale del Corno Giuello e più precisamente con la culminazione

setentrionale del Corno stesso (e non con quella meridionale come si afferma in proposito nella guida «Adamello» del CAI-TCI, ed 1954, pag. 229): il congiungimento si verifica infatti a N del ripidissimo canalone che si abbassa in direzione SW dalla sella che separa le due cime del Corno Giuello. Nelle rocce della cresta non ho notato presenza di litotipi attribuibili alla Formazione della Carniola di Bovegno né ad altre unità della copertura.

L'affioramento si presenta come una logica prosecuzione di quello del Corno Duello, tenendo conto in particolare del verso d'immersione, della direzione oltre che del grado di inclinazione degli strati.

1.1.3 Al Forcellino Giuello, q 2863 (i cui affioramenti non vennero personalmente verificati da SALOMON ma da CORNELIUS che ne tracciò un quadro abbastanza completo), è marcata e consistente la presenza delle cornubianiti del Permiano. Le sezioni sottili dei relativi litotipi rivelano la presenza di indicatori di un alto grado di termometamorfismo: sillimanite, cordierite, andalusite; e consentono di attribuire le metamorfiti in questione (sia ai lati del valico che per quelle disposte lungo il versante settentrionale della cima Lavédole N, di cui parlerò in seguito) al Verrucano Lombardo.

Le metamorfiti permiane interessano in particolare: il versante SW del Forcellino, con banchi sub-verticali; il lato NW del valico stesso nonché quello di SE, proseguendo poi lungo la parete NW della cima prima ricordata (q 3048), sino alla base dello sperone che si protende e si abbassa sino all'isoipsa 2700.

Come puntualmente ebbe a notare CORNELIUS, le metamorfiti permiane affiorano ripetutamente — in successione altitudinale e pressoché in assetto filoniano — lungo la parete sopra citata, alternandosi alla tonalite e presentandosi così come «lembi... immersi nella tonalite». Non si tratta pertanto di una massa omogenea propria di un affioramento unitario come può apparire dal Fo. TIRANO (si tenga conto però della scala al 100.000 del Fo. medesimo). L'immersione prevalente è a NW, con un'inclinazione media attorno ai 45°-50°. Non ho notato la presenza di granati, nell'insieme degli affioramenti permiani prima elencati, segnalata da CORNELIUS: è da ritenere tuttavia possibile che essi si trovino lungo il versante SW del Forcellino, versante da cui l'A. sali al valico, mentre io vi sono pervenuto salendo dal versante NE.

L'esame delle sezioni sottili, oltre agli elementi sopra indicati, ha consentito di accertare che:

— il litotipo affiorante lungo il lato N del Forcellino Giuello (pendici meridionali della cima S del Corno Giuello) appartiene ad una originaria facies siltosa del Verrucano, con una presenza elevatissima di cordierite pari a ~ il 90% della massa totale;

— sottostante al litotipo di cui sopra affiora un'altra metamorfite che, sulla base delle analisi anche in questo caso compiute dalla Dr. Riklin, può essere interpretata come una originaria vulcanite: pertanto del Permiano inferiore.

1.1.4 Per il Corno Giuello ho potuto riscontrare alcune significative conferme delle indicazioni fornite dal lavoro di CORNELIUS, ma al tempo stesso alcune non meno rilevanti variazioni.

Le rocce della copertura sono presenti, in nettissima prevalenza, lungo la cresta del Corno e le relative due culminazioni (q 3000 quella meridionale — indicata dalla Tav. IGM EDOLO, sc. 1:25.000 —; q 2992, indicata dall'altimetro, quella settentrionale).

Trattasi di calcari silicei con epidoti; calcari dolomitici francamente saccaroidi; silitti arenacee a letti sottili con biotite e orneblenda, tutti i litotipi fortemente interessati dal termometamorfismo e interamente attribuibili al Servino. Ma anche in questa zona, con particolare riguardo al tratto di cresta compreso tra la sella di q 2960 ~ (che divide le due culminazioni del Corno) e la cima settentrionale del Corno, ritengo di aver potuto accertare la presenza di calcari dolomitici cristallini, di color giallo chiaro, con vacui del tutto corrispondenti alle «cellette» della Carniola di Bovegno.

Affiorano inoltre — sempre lungo la linea di cresta — gneiss biotitici termometamorfosati, con grosse lenti e liste di quarzo, attribuibili alla serie di Edolo.

Rispetto al quadro degli affioramenti, in particolare del Trias inferiore, di cui s'è detto sinora e la cui collocazione fa loro assumere il carattere di lembi della copertura al tetto del plutone (ma in realtà così non è per il Servino alla cima settentrionale), è da segnalare che alla base della porzione centrale della parete E sottesa alla cima settentrionale del Corno — a q 2850 ~ — si presentano sottili livelli di cornubianiti con non marcate ma comunque evidenti pieghettature, attribuibili al Servino. La larghezza dell'affioramento è di ~ 1,5 m, lo sviluppo in altezza è di oltre 6,5 m, l'inclinazione è sub-verticale, l'immersione è volta a NNE.

Risalendo l'erto canaleone detritico e roccioso (la pendenza è in media tra i 45° e i 50°) che raggiunge da E l'intaglio della sella alla quale ho prima accennato, non si nota alcuna traccia di metamorfiti in posto lungo le pareti del canaleone stesso (numerose invece i filoni aplitici). Ma sul lato destro idrografico del fondo del canaleone affiora un'ampia zona di cataclasiti (lunga alcune decine di metri, con una larghezza di ~ 2,5 m) che in sezione sottile rivelano un'alta presenza di diopsidi, carbonati di calcio e di magnesio, cataclasiti attribuibili alla facies dei calcari dolomitici del Servino.

La zona a cataclasiti raggiunge la sella e coinvolge anche i banchi di tonalite ivi affioranti: la zona presenta qui una direzione WNW-ESE, con immersione a SSW e un'inclinazione dei banchi di ~ 45°.

Consistente ed esteso è l'affioramento dei litotipi calcarei silicizzati del Servino tra la sella di q 2960 ~ e la zona della culminazione settentrionale del Corno: trattasi di affioramenti non indicati nel Fo. TIRANO della Carta Geologica d'Italia (anche in questo caso, tuttavia, v'è da tener conto della scala del Fo. medesimo, e dell'ampiezza relativamente modesta — in rapporto alla scala medesima — degli affioramenti in questione). Particolarmente lungo il versante occidentale della cima settentrionale è marcata l'immersione a NNW dei banchi del Servino con elevatissima inclinazione (85° e oltre).

A conferma della presenza di metamorfiti soltanto lungo la cresta del Corno Giuello — con le limitate eccezioni prima indicate — è da rilevare la diffusa presenza di massi delle rocce metamorfosate per contatto sia del Trias inferiore che della Formazione degli Scisti di Edolo lungo il grande cordone morenico-detritico che si estende — grosso modo seguendo l'isoipsa 2780 — alla base della parete orientale del Corno: tale presenza coincide significativamente con la grande conoide che si apre a ventaglio alla base del canaleone di cui s'è detto e con la zona basale delle diaclasi che intersecano la parete, a partire dalla zona di cresta, fungendo da colatoi dei materiali interessati, anzi «prodotti» dagli agenti erosivi.

1.2 Osservazioni sui fenomeni strutturali

1.2.1 Linee di faglia

Nella zona in esame (e a N di essa) sono ampiamente note in letteratura le seguenti linee di dislocazione di cui riassumo schematicamente i caratteri:

LINEA	DIREZIONE	IMMERSIONE	INCLINAZIONE
<i>del Tonale</i>	NE-SW	NW	80° ~ (vedi Sez. III Fo. TIRANO)
<i>della Gallinera</i>			
a. P.so Gallinera - q 2574 a NW del Corno Giuello	NE-SW	NW	75° ~
b. q 2574 c.s. - C. Giuello N	ENE-WSW	NNW	80° ~

Sulla base di quanto cortesemente segnalatomi dal Dr. T. MORO, geologo dirigente del Centro Progettazione e Costruzione Idraulica ed Elettrica dell'ENEL (lett. pers. del 14.9.83), si deve aggiungere la faglia

delle Gole Larghe WNW-ESE SSW 75° ~ (media del «fascio»)

La faglia delle Gole Larghe, come puntualizza il dr. MORO, rappresenta «una zona di disturbo costituita da una concentrazione di piani» che presentano una direzione compresa tra 100° e 110° con una inclinazione compresa tra 70° e 80°. Come il dr. MORO mi ha precisato, non è stato possibile misurare l'entità del «rigetto complessivo di tale sistema di faglie».

Gli elementi che appaiono particolarmente degni di attenzione, a proposito della faglia in questione, sono costituiti:

a) dal fatto che essa interessa esclusivamente le plutoniti — in particolare la granodiorite — e non vi è presenza di metamorfiti di contatto;

b) dalla direzione del «sistema», del tutto difforme rispetto a quella della Linea del Tonale quanto a quella della Gallinera; e così del verso di immersione come si riscontra macroscopicamente nella disposizione dei «banchi» granodioritici della dorsale M. Avio-Corno di Mezzodì-Lago d'Avio;

c) dalla correlata, netta manifestazione sul terreno, costituita dal lungo canalone che sbocca poco a monte della malga di Mezzo, con più o meno frequenti specchi di faglia e zone di cataclasi che, in particolare, ho riscontrato lungo il canalone tra q 2150 ~ e q 2250 ~ nonché all'altezza dell'isoipsa 2500;

d) dalla potenza della massa rocciosa interessata dalla dislocazione che, avendo riguardo soltanto al tratto verticale compreso tra il passo delle Gole Larghe e la quota della galleria di derivazione dell'impianto idroelettrico dell'ENEL «Avio-Edolo», supera i 700 m.

Appare degna di nota — sul versante opposto della val d'Avio, vale a dire nella zona pressoché frontistante il canalone delle Gole Larghe — una netta diaclasi che taglia il versante occidentale della dorsale culminante nella P.ta N. Calvi.

La diaclasi presenta una direzione quasi analoga a quella della faglia delle Gole Larghe (NW-SE). A partire dalla base del versante (e assumendo a riferimento l'isoipsa 1950, al disotto della quale le opere connesse al bacino del lago Benedetto impediscono di accertarne l'eventuale prosecuzione), la diaclasi raggiunge la zona della q 2546 (a WSW della Bocchetta bassa) con un dislivello complessivo di ~ 600 m. Un'ulteriore diaclasi — di minori dimensioni quanto a sviluppo lineare — taglia diagonalmente, e con direttrice analoga a quella della precedente, il versante N della P.ta N. Calvi.

Dall'esame delle rocce (granodioriti) interessate dalla diaclasi, non m'è parso tuttavia, di poter accertare alcuna apprezzabile indicazione di spostamento relativo dei lati

della frattura. Non ritengo perciò che essa possa considerarsi la prosecuzione della faglia delle Gole Larghe ma, piuttosto, il prodotto o di tensioni manifestatesi nel processo di raffreddamento della massa ignea (le *Strukturfugen* o *Kontraktionfugen* di SALOMON); oppure di sollecitazioni meccaniche successive alla messa in posto, anche recenti.

Diaclisi del tutto analoghe a quelle sopra indicate sono piuttosto frequenti nella stessa val d'Avio, a S della zona in esame, particolarmente sul lato orientale del Corno di Mezzodi.

Il rilevamento sul terreno mi ha infine consentito di riscontrare la presenza di una quarta faglia, nella zona compresa fra il tratto settentrionale della dorsale culminante nella citata P.ta Calvi e il M. dei Frati: più precisamente a partire dalla base del ripido canalone detritico che sale verso NE dal lato sinistro idrografico dell'alta valle dei Frati (da q 2725 ~) e che sfocia alla Bocchetta Alta q 2944.

È appunto all'altezza della Bocchetta che il canalone si dilata, pur conservando un'elevata pendenza del fondo, sino alla base della parete SW del M. dei Frati (a q 3050 ~). Da qui si trasforma in un ripidissimo e stretto canalino — dai *fianchi nettamente dislocati* tra loro — che taglia diagonalmente la parete prima citata, terminando poco a N della vetta, a ~ q 3250.

La consistente presenza di cataclasi da granodioriti lungo entrambi i lati della dislocazione (con particolare riguardo alla zona della Bocchetta Alta e ai fianchi del canalino) ne conferma appunto il carattere di faglia, a rigetto verticale, che propongo di denominare «Faglia del M. dei Frati». La sua direzione è costantemente NE-SW, con immersione dei banchi da essa intersecati a SSE, inclinazione media di 45°-50°. Lo sviluppo è pressoché lineare su un dislivello di complessivi 525 m; il rigetto verticale e, sulla base delle mie osservazioni, è di modesta entità.

L'esame delle sezioni sottili conferma l'origine granodioritica delle cataclasi, con un forte grado di frantumazione delle principali componenti (in particolare dei feldspati e del quarzo) e un'elevata cloritizzazione della roccia da cui deriva un marcato colore verdastro anche in superficie.

Come s'è notato, sia la direzione che il verso d'immersione della faglia sopra considerata risultano ben diversi da quelli riscontrati sia nella Linea della Gallinera che nella faglia delle Gole Larghe. Risulterebbe tutt'al più una certa analogia, in particolare per quanto concerne la direzione, con la nota zona cataclastica in cui è inciso il passo Brizio, segnalata da SALOMON e ripresa nei lavori di SPITZ e CORNELIUS.

1.2.2. Zone di cataclasi

Si comprendono qui le zone cataclastiche associate o meno a linee di dislocazione. Avendo riguardo all'area in esame sono da ricordare:

1.2.2.1 le cataclasi già segnalate sia da SALOMON che da CORNELIUS lungo entrambi i versanti del passo Gallinera. Il primo A. richiama l'attenzione sui «materiali simili alla caolinite» che «si mescolano alla tonalite» sul lato S del Passo; il secondo segnala la zona a cataclasi che attraversa il valico.

Come ho notato nel cap. 1.1 la zona cataclastica è particolarmente marcata lungo il pendio sotteso al versante settentrionale del valico. Essa ha interessato sia la serie di Edolo che la copertura permiana e i livelli siltoso-arenacei del Servino: l'alto grado di frantumazione e macerazione delle rocce originarie, che ha dato luogo anche a episodi di milonisi nei litotipi del basamento, testimonia la violenza del movimento. Lungo il canalino inciso sulla sinistra idrografica del pendio, come si ricorderà, anche le granodioriti si presentano interessate dal processo di cataclasi.

Pertanto sembra possibile sottolineare che nella zona del passo Gallinera le cataclasiti si presentano strettamente associate alla dislocazione, interessando *tutti* i litotipi affioranti. Il coinvolgimento delle granodioriti fa sorgere pertanto il problema dell'età del fenomeno cataclastico rispetto alla fase in cui la dislocazione si è prodotta. La tesi sostenuta da SPITZ, come da CORNELIUS, secondo la quale le cataclasiti sarebbero *successive* alla faglia — costituendone una sia pur parziale rivitalizzazione — è certamente suggestiva in quanto porterebbe a considerare la zona del Passo come un punto «critico» soggetto ad almeno due eventi tectonici.

Ma su questo argomento tornerò a conclusione della mia nota.

1.2.2.2 le cataclasiti affioranti lungo il canalone che, dalla sella di q 2960 ~ intagliata tra le due culminazioni del Corno Giuello, incide profondamente il versante orientale del Corno stesso.

La direzione WNW-ESE, l'immersione a SSW delle cataclasiti in questione — con un'inclinazione di ~ 45° — testimoniano una dinamica del tutto diversa da quella riscontrata nel decorso della Linea della Gallinera. Anche in questo caso, la cataclasi ha interessato sia la tonalite quanto lembi della copertura: ed è quindi da collocarsi in una fase posteriore alla cristallizzazione del magma, come nel caso del passo Gallinera.

Pare a me si debba tuttavia aggiungere che, mentre nel caso del passo di Gallinera le cataclasiti costituiscono una stretta striscia che si affianca nettamente alla direttrice della Linea, senza aver determinato effetti di particolare rilevanza nell'assetto delle rocce non direttamente interessate dallo sforzo meccanico (tutt'al più si potrebbe avanzare l'ipotesi che la cataclasi abbia contribuito alla formazione della incisione lungo il versante settentrionale del Passo), nella zona del Corno Giuello il fenomeno ha altri caratteri e ha prodotto altri effetti.

Vale a dire che non appare infondato sostenere che la formazione del canalone del versante E del Corno possa ritenersi una conseguenza del movimento che ha dato luogo al processo di cataclasi. E non può escludersi che analoga causa abbia dato origine al canalone che si sviluppa sul lato corrispondente dell'opposto versante. Si potrebbe allora concludere che trattasi presumibilmente di una faglia di rilevanza locale, anche se la sua collocazione a poche decine di metri a S del tracciato della Linea confermerebbe la fondatezza della tesi di una rivitalizzazione della Linea medesima in epoca successiva alla sua origine.

1.2.2.3 le cataclasiti della «faglia del M. dei Frati» che — così come quelle, più o meno diffuse, riscontrate lungo il canalone della faglia delle Gole Larghe — sono chiaramente il prodotto di un consistente e ampio dinamometamorfismo lungo una dislocazione di notevole sviluppo lineare.

1.2.2.4 le cataclasiti, già ricordate, della zona del passo Brizio, ben note in letteratura e sulle quali non è pertanto il caso di soffermarsi.

Sulla base degli elementi emersi dai rilevamenti sul terreno che — come abbiamo veduto — se da un lato confermano in grande misura quanto era già stato osservato da SALOMON (e con ben più elevato dettaglio da CORNELIUS), nello stesso tempo hanno consentito di constatare nuovi fenomeni che rendono più ampio e articolato il quadro dei movimenti che hanno interessato quest'area del massiccio, si propongono le seguenti questioni:

A — quali connessioni esistono sia tra i fenomeni già noti come tra essi e quelli accertati nel corso del mio rilevamento?

B — quale collocazione cronologica è possibile attribuire ai diversi fenomeni?

A. *sulle connessioni*: credo non siano emersi elementi che consentano di sostenere una prosecuzione del «tracciato» della Linea della Gallinera oltre la dorsale C. Lavédole — Corno Giuello — M. Avio.

A E della dorsale in questione, sul lato sinistro idrografico dell'alta val d'Avio, lungo la valle dei Frati, la valle del Venerocolo, quanto lungo la dorsale culminante nella P.ta N. Calvi o quello SSW del M. dei Frati, non ho individuato alcuna traccia della copertura.

Val la pena di segnalare, quale possibile indizio di presenza di rocce della copertura stessa, che alla base SW della grande conoide sottesa allo slargo della Bocchetta Alta ho rinvenuto un grosso ciottolo (dal peso di ~ 3,5 kg.) di paragneiss termometamorfosato della Formazione degli Scisti di Edolo (in sezione sottile risultano presenti: cordierite, plagioclasio, biotite, orneblenda). Quasi certamente, data l'ubicazione, il ciottolo è rotolato lungo il ripidissimo canalino della «faglia del M. dei Frati». Non ho potuto tuttavia riscontrare l'esistenza di un corrispondente affioramento di roccia in posto, data l'impercorribilità — per rocce malsicure e frequente caduta di sassi — del canalino: propenderei comunque per un possibile residuo di un lembo della copertura nella zona medio-alta del versante meridionale del M. dei Frati.

Non appare condivisibile la tesi di CORNELIUS secondo la quale la Linea «termina... verso E in coincidenza con lo sperone del P. 3044» [corrispondente alla cima Lavédole N, q 3048, Tav. IGM EDOLO, sc. 1:25.000]. I lembi di Verrucano Lombardo immersi nella tonalite del versante settentrionale della cima Lavédole N appaiono interpretabili come zolle della copertura disgiunte dall'*allineamento* segnato dai litotipi termometamorfosati del Servino, affioranti lungo la cresta rocciosa che dall'alto Piano di Aviolo sale a congiungersi con il versante occidentale della culminazione N del Corno Giuello, litotipi che — come abbiamo verificato — proseguono lungo la cresta del Corno medesimo.

È per tali ragioni, e soprattutto in rapporto a quanto appena sopra sottolineato a proposito dell'assenza di metamorfiti a E del Corno Giuello, che ritengo confermata la fondatezza del «tracciato» indicato da SALOMON, secondo il quale la Linea termina tra la culminazione settentrionale del Corno medesimo e il passo delle Gole Larghe.

La zona a cataclasi che interseca il Corno Giuello e che, come ho già osservato, appare a mio avviso responsabile della formazione del canalone del versante orientale del Corno, costituirebbe un ulteriore supporto alla tesi di SALOMON, interpretando la zona stessa come una manifestazione collaterale di rivitalizzazione della Linea in termini ben più consistenti di quella eventualmente verificatasi al passo Gallinera.

Una connessione tra le cataclasi del passo Gallinera e quelle del Corno Giuello non è condivisa da CORNELIUS: francamente non se ne intendono i motivi. Tanto più che secondo lo stesso A. la prosecuzione delle cataclasi del passo Gallinera «sarebbe da cercare» piuttosto — come ho ricordato in precedenza — nella zona del passo delle Gole Larghe (a SE del quale in effetti esse esistono, ma sono da rapportarsi alla faglia delle Gole Larghe, dislocazione che rientra in tutt'altra fase oltre che in tutt'altra «logica» della tectonica del massiccio).

Tuttavia si potrebbe concordare con la tesi di CORNELIUS se si intendesse per «connessione» la *contemporaneità* dei due episodi cataclastici. Come ho già rilevato, la dinamica appare infatti diversa, avendo in particolare riguardo al verso di immersione e al grado di inclinazione; ma ciò non pare debba portare ad escludere che, sia pure in fasi cronologicamente distinte e rispondendo a *direttrici di compressione* diverse, entrambi i gruppi di cataclasi siano da collegarsi a quella «zona critica» con cui ritengo sia identificabile almeno una parte del tracciato della Linea.

Appare invece proponibile un raccordo tra la faglia delle Gole Larghe e quella del M. dei Frati, presumibilmente lungo la valle dei Frati più o meno alla base del versante

settentrionale della dorsale della P.ta N. Calvi. Non può anzi escludersi, tenendo conto di taluni indizi morfologici lungo il fondo della Valle citata, che la seconda sia la prosecuzione della prima.

Un elemento pare a me sufficientemente chiaro: le faglie (o la faglia) delle Gole Larghe e del M. dei Frati appartengono a processi e fenomeni dinamici del tutto distinti da quelli che hanno originato la Linea della Gallinera. Non solo: se le cataclasi indicano che — *almeno in certi tratti* — la zona della Gallinera ha *continuato* a costituire una zona critica anche dopo il parossismo orogenetico e la conclusione della messa in posto delle plutoniti (coinvolte esse stesse nella cataclasi), le faglie sopra citate — raccordate o meno che siano tra loro — sono da considerarsi manifestazioni disgiunte dalla tectonica esterna al massiccio. O, per meglio dire, a differenza della Linea della Gallinera, non sono la prosecuzione — all'interno del massiccio stesso — di linee di dislocazione dell'edificio delle Alpi Meridionali: rappresentano piuttosto l'effetto di una «risposta» successiva, *dall'interno* del massiccio, alle spinte provenienti presumibilmente da S e/o da SSE.

Nota SEMENZA (1978) che «a quanto sembra la zona dell'Adamello e quella a Ovest di essa sono meno colpite delle altre dai lineamenti» rilevati da satellite, cosicché ne potrebbe conseguire che i lineamenti accertati a ESE del massiccio «sono dovuti a movimenti della placca adriatica, che è limitata a ovest dalla L. delle Giudicarie... Il movimento della placca verso Ovest o WNW sollecita la zona dell'Adamello e la zona orobica a muoversi; se queste non sono tagliate o sono tagliate poco da faglie, ciò significherebbe che esse sono dotate di una resistenza allo schiacciamento, maggiore di quella delle zone adiacenti». Tanto che, conclude, il numero relativamente ridotto di faglie nelle Alpi Orobiche potrebbe interpretarsi come «l'effetto di una «zona d'ombra» al riparo dell'Adamello».

Credo che allo stato attuale siano ancora piuttosto limitati gli elementi che consentono di disegnare una mappa completa delle faglie che interessano il massiccio dell'Adamello. E allora appare quanto meno problematica la tesi di una presunta maggior resistenza di un massiccio magmatico alle spinte tangenziali, rispetto a quella di «edifici» di origine sedimentaria.

La faglia delle Gole Larghe e quella del M. dei Frati — avendo riguardo alle indicazioni che ci fornisce non soltanto la morfologia delle zone interessate dalle dislocazioni in questione, ma lo stesso rapporto tra le rocce poste ai lati del piano di faglia — rientrano a mio giudizio nell'ambito delle faglie normali o dirette: lo «slittamento» delle rocce del tetto è netto anche nel caso della dislocazione del M. dei Frati pur con un valore del rigetto molto minore di quello stimabile per la faglia delle Gole Larghe.

A quali fattori possono attribuirsi i caratteri sopra indicati per entrambe le faglie? Le ipotesi configurabili sembrano due:

- a. riequilibrio isostatico successivo al ritiro della copertura glaciale quaternaria,
- b. collasso gravitativo.

La prima ipotesi è a mio giudizio da escludere in quanto le dislocazioni in questione non si collocano lateralmente (o, meglio, parallelamente) rispetto alla direttrice di valli caratterizzate da una particolare ampiezza, e il cui «svuotamento» della massa glaciale potrebbe spiegare l'effetto sopra indicato.

È allora applicabile al massiccio dell'Adamello — e in particolare alla zona in esame — la tesi sostenuta, tra gli altri, da DE JONG (1967), secondo la quale ad una fase tectogenetica primaria («movimenti differenziali verticali») prodottasi «nel Terziario superiore» in tutta l'area delle Alpi Meridionali italiane, è succeduta conseguenzialmente una fase tectogenetica secondaria in termini di «effetto gravitativo»? Non vedo sussistano motivi per non estendere al massiccio dell'Adamello la dinamica tectonica che ho appena sopra sintetizzato.

B. ipotesi sulla collocazione cronologica degli eventi

Sulla base dei dati cronoradiometrici elaborati da DEL MORO et al. (1983) e avendo riguardo alle plutoniti affioranti nell'area considerata nel corso dei miei rilevamenti, l'età delle stesse (ovviamente riferita alla fase terminale della cristallizzazione) risulta compresa tra i 33 e i 32 M.A.: vale a dire nell'Oligocene medio.

Poiché l'ala settentrionale della grande «anticlinale camuna» è stata in larga misura sollevata e lacerata dalla intrusione del corpo tonalitico, la formazione della piega in questione deve considerarsi anteriore al processo intrusivo: presumibilmente collocabile nell'Eocene se non nel Paleocene.

Venendo alla Linea della Gallinera, dopo aver premesso che anche sulla base dei rilevamenti da me compiuti a E del Corno Giuello, non sembra che allo stato attuale possano sussistere dubbi sul fatto che la dislocazione si arresta al versante settentrionale del Corno Giuello, è da ricordare la tesi di SALOMON (1908-10) secondo la quale non si può escludere che la dislocazione sia da considerarsi contemporanea alla messa in posto delle plutoniti.

Ma il carattere di faglia inversa della Linea con un netto sollevamento del tetto rappresentato dalla Serie di Edolo rispetto al muro costituito dalla copertura permiana e delle formazioni del Trias superiore, appare confermare pienamente l'avvenuto sovrascorrimento delle rocce poste a NW del tracciato della dislocazione su quelle affioranti a SE di esso. CASTELLARIN-GATTO (1982) — la cui tesi è stata già citata nel capitolo sugli studi precedenti — affermano che nel sovrascorrimento sono state coinvolte anche le rocce magmatiche poste ai lati della Linea, collocando implicitamente il movimento oltre la fine della messa in posto delle rocce stesse.

Non mi sembra allora azzardato attribuire alla dislocazione un'età quanto meno miocenica, tenendo conto della tesi che è sempre più venuta affermandosi nella letteratura recente, secondo la quale i grandi sovrascorrimenti si manifestarono molto dopo i processi plicativi: e più precisamente nel Terziario superiore.

Siamo pervenuti così ad un altro nodo: l'età delle cataclasi.

SPITZ e CORNELIUS (op. cit.) concordano nel ritenerle «recenti», nel senso che i relativi movimenti originanti si sarebbero manifestati dopo la dislocazione principale: e in ogni caso dopo la messa in posto delle plutoniti, considerato che nella cataclasi sono state coinvolte anche le plutoniti stesse. Da qui la conclusione degli AA. citati in ordine alla riattivazione della dislocazione principale, confortata dall'accertamento — da parte di SALOMON — della presenza di un ammasso dioritico (poco a monte dell'abitato di Rino) separato, dai litotipi del Servino, dalla Linea della Gallinera, senza che questi ultimi siano stati assoggettati a termometamorfismo.

Sul carattere di «zona critica» dei terreni interessati dalla dislocazione — nel senso che si ha ragione di ritenere vi si siano prodotti movimenti anche dopo la fase originante la Linea stessa — ho in precedenza convenuto.

Tuttavia, mentre su entrambi i versanti del passo Gallinera — in particolare per quello settentrionale — le cataclasi sono sostanzialmente disposte lungo il tracciato della Linea, anzi associate di fatto al piano di faglia, così da potersi sostenere che si identificano anche topograficamente con il piano medesimo, nella zona del Corno Giuello la zona della cataclasi si colloca a oltre 200 m a SSW della direttrice della dislocazione.

Tutto questo mi sembra consenta di sostenere che mentre le cataclasi del passo Gallinera sono probabilmente coeve alla dislocazione, quelle del Corno Giuello sono quasi certamente successive.

Quanto infine alle faglie delle Gole Larghe e del M. dei Frati, la relativa collocazione nel Terziario superiore appare coerente con quanto ho già sostenuto a proposito della causa originante, vale a dire il collasso gravitativo.

Ma non mi sentirei di concludere in proposito, escludendo che i processi che le hanno determinate possano collocarsi nell'ambito della dinamica neo-tettonica. Ben a ragione A. COZZAGLIO — cinquantasette anni fa — scriveva:

«Una grande rete di fratture, non tutte dovute alla contrazione del magma per raffreddamento, mi portano a credere che, in seguito a nuovi e più minuziosi rilevamenti del gruppo, si possa forse parlare di una vera tettonica della tonalite che darà utili e forse impensati insegnamenti» (*Rocce eruttive delle prealpi bresciane*, etc... In «Comm. Ateneo per l'a. 1927», Brescia).

BIBLIOGRAFIA

- AMPFERER O. e HAMMER W., 1911 - *Geologischer Querschnitt durch die Ostalpen von Allgäu zum Gardasee*. Jahr. der K.K. Geol. Reichs., 4, Wien.
- BONI A., 1978-79 - *Note giudicariensi*. Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, vol. XXVII-XXVIII, Pavia.
- CACCIAMALI G.B., 1930 - *Morfogenesi delle Prealpi Lombarde*. Ed. Geroldi, Brescia.
- CALLEGARI E. e DAL PIAZ G.B., 1973 - *Field relationships between the main igneous masses of the Adamello intrusive massif (Northern Italy)*. Mem. Ist. Geol. Min. Univ. Padova, vol. XXIX, Padova.
- CALLEGARI E., 1983 - *Note introduttive alla geologia del massiccio dell'Adamello*. In: Il magmatismo tardoalpino nelle Alpi. Escursione Adamello-Bregaglia, Soc. Geol. It. - Soc. It. Min. Petr., 14-18 Luglio 1983, Padova.
- CASTELLARIN A., (a cura di), 1981 - *Carta Tettonica delle Alpi Meridionali*, sc. 1:200.000: CASTELLARIN A. - GATTO G.O. - Foglio 20 ADAMELLO, Foglio 9 M. CEVEDALE (pro parte); FORCELLA F. - Foglio 19 TIRANO. Pubbl. n. 441, Prog. Fin. Geod. (Sottoprogramma 5), C N R, Roma.
- CASTELLARIN A. e VAI G.B., 1982 - *Introduzione alla geologia strutturale del Sudalpino. Guida alla geologia del sudalpino centro-orientale*. Soc. Geol. It., Bologna.
- CASTIGLIONI G.B., 1979 - *Geomorfologia*. Ed. Utet, Torino.
- CHARDON M., 1975 - *Les Préalpes Lombardes et leurs bordures*. 2 tomes, Univ. Lille.
- CORNELIUS H.P., 1928 - *Zur Alterbestimmung der Adamello und Bergeller Intrusion*. Akad. Wiss. Math. - Naturwiss. Kl. Abt. I, 137 B., 8 Heft, Wien.
- DE JONG K.A., 1967 - *Tettonica gravitativa e raccorciamento crostale nelle Alpi Meridionali*. Boll. Soc. Geol. It., vol. 86, Roma.
- DEL MORO A., PARDINI G.C., QUERCIOLI C., VILLA I. e CALLEGARI E., 1983 - *Cronologia radiometrica dei granitoidi dell'Adamello*. In: Il magmatismo tardoalpino etc. Soc. Geol. It. - Soc. It. Min. Petr., 14-18 Luglio 1983, Padova.
- LIBORIO G. e MOTTANA A., 1969 - *Lineamenti geologico-petrografici del complesso metamorfico sudalpino nelle Alpi Orobie orientali*. Rend. Soc. Min. It., vol. XXV, f. II, Milano.
- MOTTANA A. e SCHIAVINATO G., 1973 - *Metamorfismo regionale e di contatto nel settore nord-occidentale del massiccio dell'Adamello*. Mem. Ist. Geol. Min. Univ. Padova, vol. XXIX, Padova.
- Note illustrative alla Carta Geologica d'Italia; Foglio 19, TIRANO*, 1971, Roma.
- PORRO C., 1911 - *Note geologiche sulle Alpi bergamasche e bresciane*. Rend. R. Ist. Lomb. Sc. Lett. s. II, v. XLIV, Milano.
- RAGUIN E., 1976 - *Géologie du granite*. Masson Éd., Paris.
- RIKLIN K.A., 1983 - *Kontaktmetamorphose permischer sandstein in Adamello-massiv*. Tesi. dott. E.T.H., Zürich.
- SALOMON W., 1896 - *Geologische-petrographische Studien in Adamello-gebiet*. Akad. Wissen. Berlin, XL, Berlin.
- SALOMON W., 1908 - *L'origine delgi scisti sericitici in valle Camonica*. Comm. At. Brescia per l'a. 1907, Brescia.
- SALOMON W., 1908-10 - *Die Adamellogruppe*. Abhand. K.K. Geol. Reichsans. 21, Wien.
- SCHIAVINATO G., 1951 - *Relazione sul rilevamento geologico-petrografico del Gruppo del Baitone (Adamello nord-occidentale)*. Rend. Soc. Min. It., VII, Pavia.
- SCHIAVINATO G., 1955 - *Sulle rocce diabasiche comprese negli Scisti di Edolo in val Camonica (Lombardia)*. Rend. Soc. Min. It., vol. XI, Pavia.
- SCHWINNER R., 1977 - *Vorzufüge Mitteilungen über die geologischen Verhältnisse des Nambino tales (Südwesttirol)*. Verandl. der K.K. Geol. Reichs., Berlin.

- SEMENZA E., 1978 - *Tentativo di interpretazione geodinamica dei lineamenti osservati nel settore campione*.
 In: Studio dei lineamenti nelle immagini da satellite in un settore campione dell'arco alpino. Boll. Geod. e Sc. aff., a. XXXVII, n. 1, Firenze.
- SPITZ A., 1915 - *Zur Alterbestimmung der Adamello und Bergeller Intrusion*. Mitteil. der Geol. Gesell., III - IV, Wien.
- STAUB R., 1924 - *Der Bau der Alpen*, Bern.
- TRENER G.B., 1910 - *Über das Alter der Adamelloeruptivmasse*. Verandl. der K.K. Geol. Reichs., vol. 4, Wien.

Indirizzo dell'Autore:
 Dr. GIUSEPPE BERRUTI, viale Europa 4 - 25124 BRESCIA

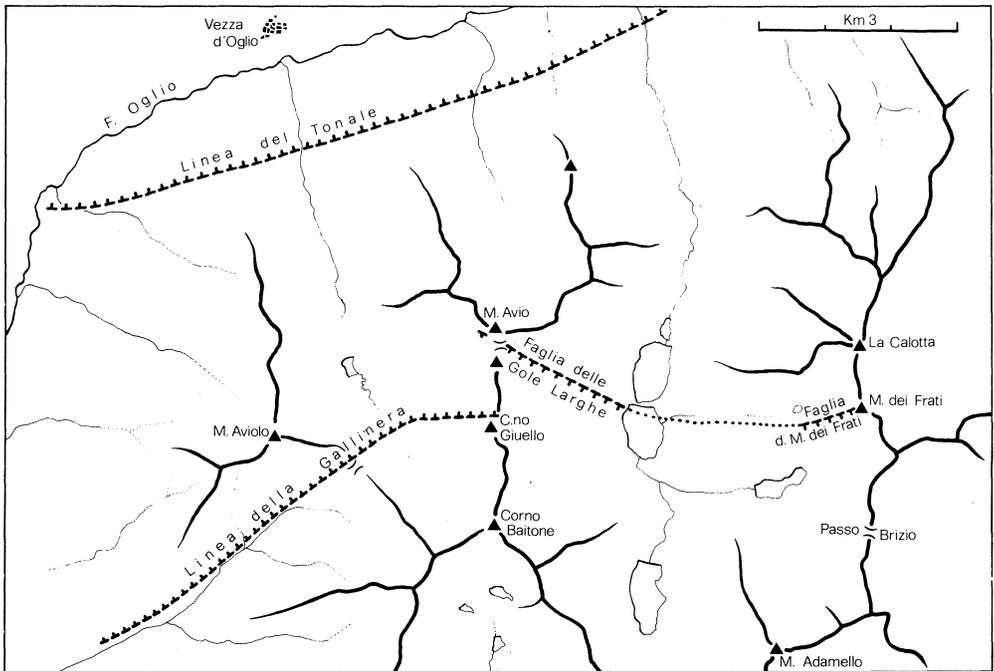


Fig. 1 - Le linee di dislocazione nell'area NW del massiccio dell'Adamello.

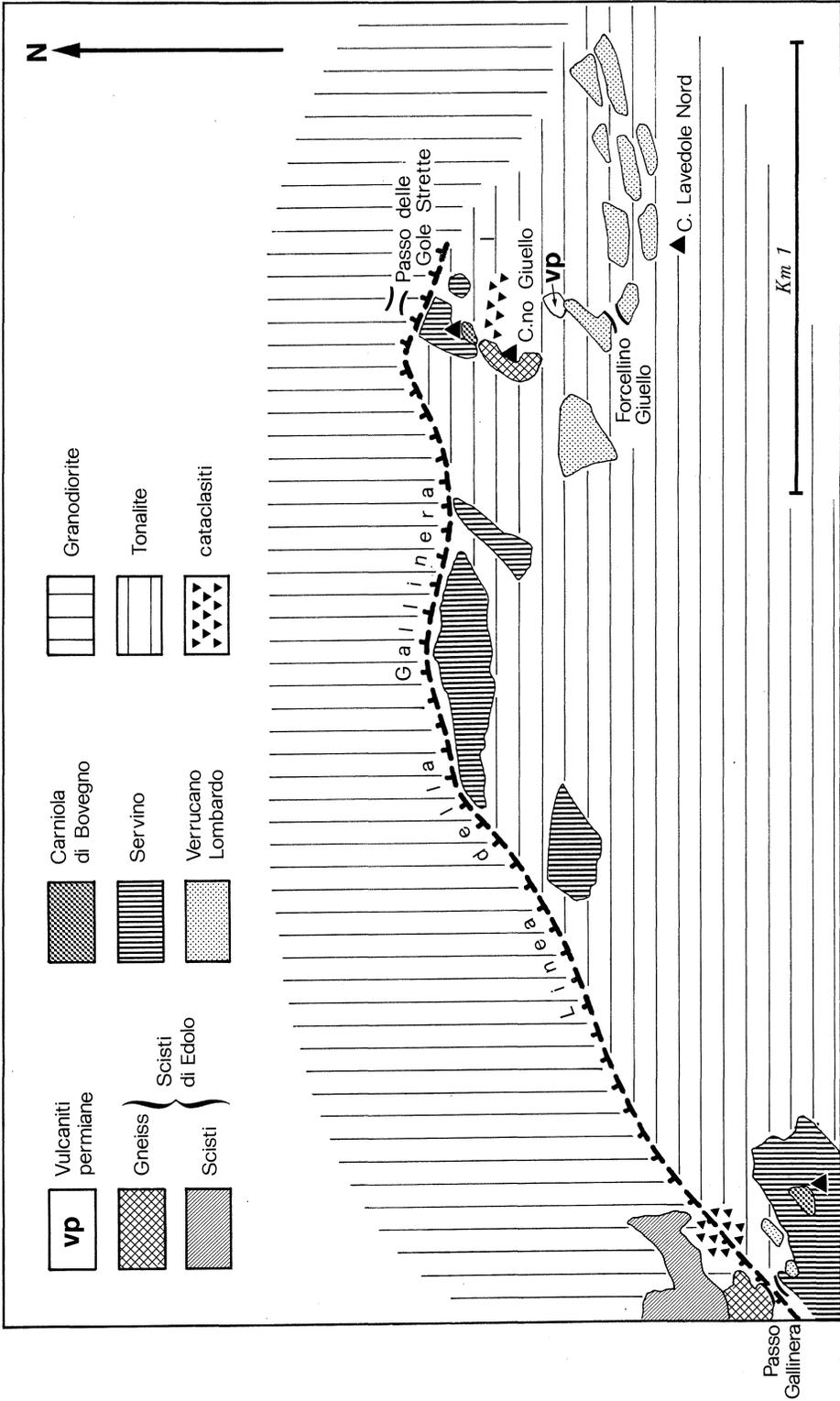


Fig. 2 - Carta schematica degli affioramenti della copertura tra il P.so Gallinera e il Forcellino del Giuello.

C.no Duello



Fig. 3 - La val Gallinera vista da SW.

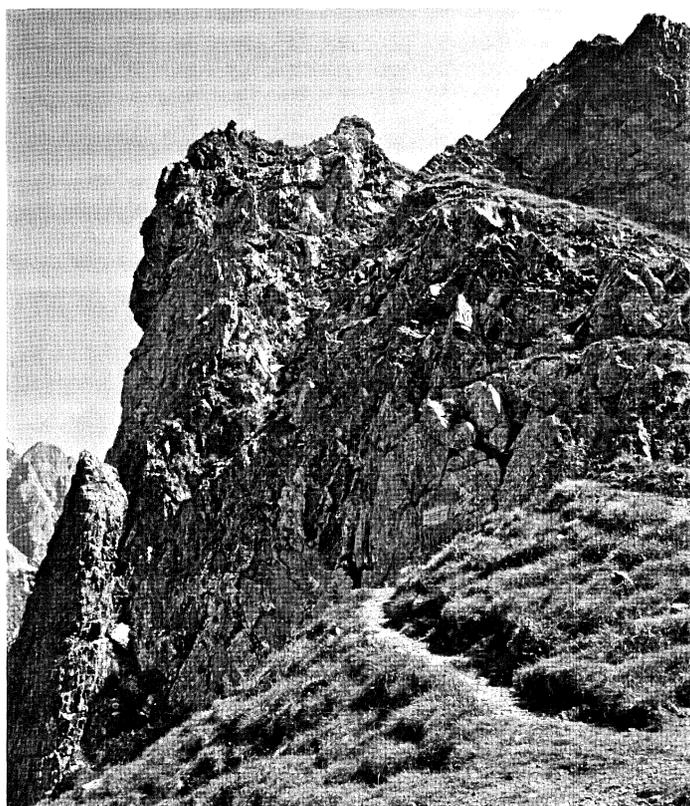


Fig. 4 - Affioramento di «Verrucano lombardo» al P.so Gallinera: lo spuntone roccioso in basso.



Fig. 5 - Calcare metamorfico vacuolare del «Werfen» al P.so Gallinera.



Fig. 6 - Gneiss della serie di Edolo a W del P.so Gallinera.



Fig. 7 - Il ripido costone roccioso con «Servino» a SW del C. Giuello (in basso a sinistra).

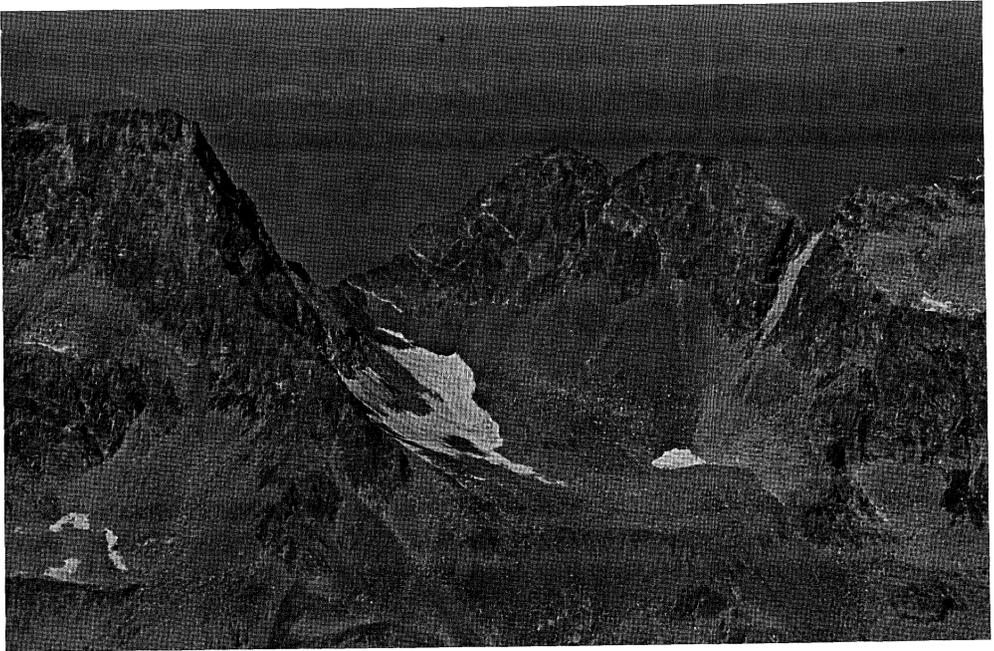


Fig. 8 - Il Forcellino del Giuello da E: a sinistra in basso le metamorfiti del «Verrucano» sul versante N di C. Lavedole; al centro il ripido canale detritico tra le due cime del C. Giuello.



Fig. 10 - La faglia delle Gole Larghe.



Fig. 9 - Calcarei cristallini del «Werfen» al C. Giuello sud.



Fig. 11 - Il versante sud della cresta del M. Avio ed il vallone delle Gole Larghe.



Fig. 12 - La faglia del M. dei Frati.

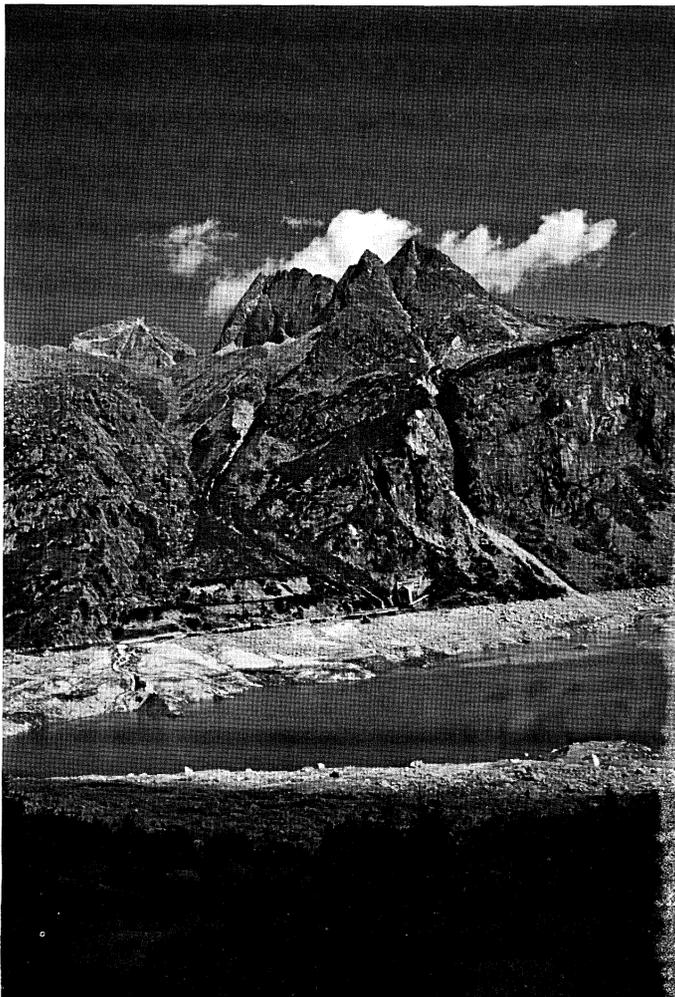


Fig. 13 - La val dei Frati vista da W: a destra la P.ta Nino Calvi.