

SOCIETÀ ADRIATICA DI ELETTRICITÀ - VENEZIA

GIORGIO DAL PIAZ

Studio geologico dell'alta valle del torrente
Chiarzò (Carnia orientale) presa in esame per
la costruzione di un impianto idroelettrico

(Con 12 tavole f. t. e 2 figure nel testo)



PADOVA
SOCIETÀ COOPERATIVA TIPOGRAFICA
1957

Memorie degli Istituti di Geologia e Mineralogia dell'Università di Padova

Volume XX

1. - PREMESSE.

Partendo da Tolmezzo, capoluogo della Carnia, si arriva alla località che interessa il nostro studio seguendo la valle del torrente But, fino a Cedarchis. Di qui si piega a destra e si risale il confluente Chiarzò, la cui valle, aspra e dirupata, in corrispondenza al paese di Paularo si apre in una verde ed amena conca.

Poco a monte di Paularo la valle del Chiarzò si restringe notevolmente per passare poi ad una vera forra d'erosione nella quale, in corrispondenza alla località del Plan di Zermula, si trova la sezione valliva presa in esame per la costruzione di una diga di sbarramento idraulico, che potrà raggiungere l'altezza massima di duecentodieci metri con livello di massimo invaso a quota 1100. A tale livello corrisponderebbe un invaso utile di circa centodiciotto milioni di metri cubi.

Qualora infatti, come si spera, venisse raggiunto un accordo internazionale con la confinante Repubblica Austriaca su un progetto presentato alle competenti autorità dei due paesi già da parecchi anni, l'invaso potrebbe essere incrementato dalla derivazione di una parte delle acque del fiume Gail facendole defluire, a mezzo di una galleria attraverso la catena paleozoica carnica, nel bacino del Chiarzò.

Il tratto della valle del Chiarzò interessato dall'impianto (serbatoio e opere di utilizzazione a valle) e quindi assunto particolarmente in esame, è compreso fra Stua di Ramaz a nord e i pressi di Paularo a sud. Nel suo complesso questo settore di valle è orientato nel senso meridiano e nel suo percorso taglia, con direzione quasi normale, l'estremo meridionale della catena paleozoica carnica, il cui asse decorre quasi esattamente da est ad ovest.

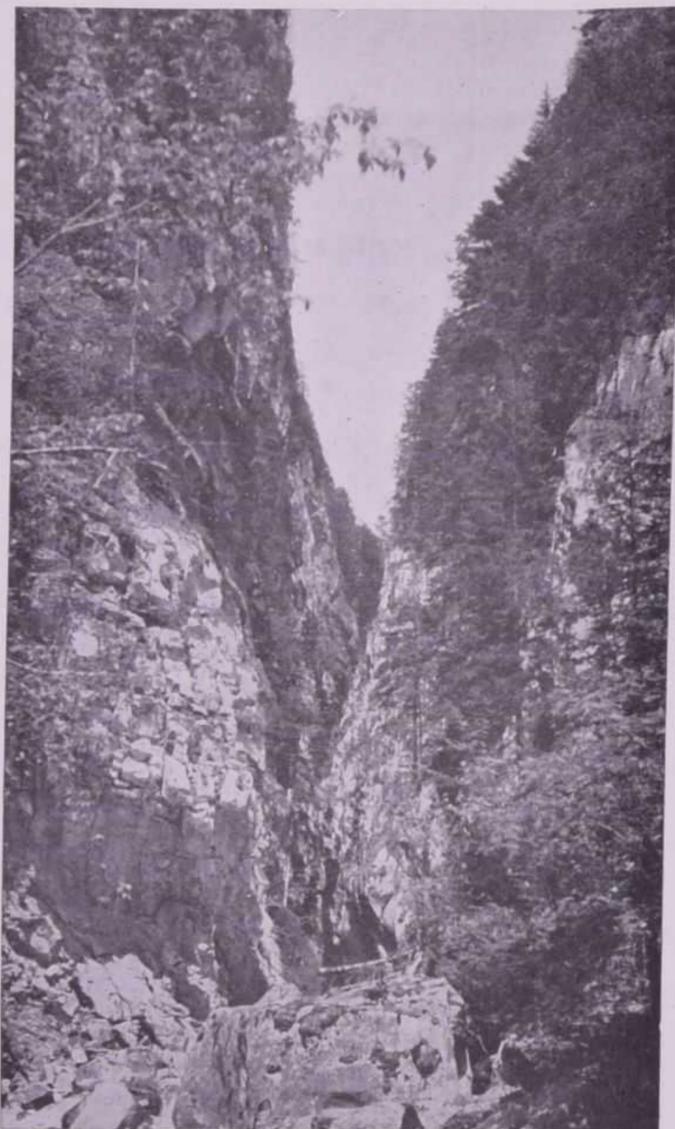
La parte intermedia di questo tratto di valle sottostante alla località detta Plan di Zermula assume, come si è detto, i caratteri di una profonda e ristretta gola, la quale non poteva a meno di attirare l'attenzione dei tecnici per una eventuale utilizzazione a scopo idroelettrico (vedi fig. 1 a pagina 4).

I fianchi di questa gola e quelli del tratto di valle che la precede verso monte fino alla Stua di Ramaz, si presentano in parte spogli di copertura arborea ed erbosa. Ciò si verifica specialmente nelle parti inferiori del solco vallivo, dove permane il carattere morfologico di tipica gola nuda ed a pareti verticali o ripidissime.

Per tale condizione di cose la superficie dei fianchi di questo tratto di valle si presenta come un gigantesco spaccato geologico, l'esame del quale ha consentito di seguire con particolare chiarezza la successione dei singoli terreni e la loro struttura tettonica.

Un disegno di questo spaccato geologico, nella scala di 1 a 25.000, è riprodotto nella allegata Tav. II. Ad essa precede una cartina planimetrica con indicata schematicamente

la posizione della diga e, segnata in rosso, la traccia di un lungo cunicolo esplorativo aperto sul fianco sinistro della stretta (Tav. I). Fa seguito in fine una serie di riproduzioni fotografiche di vari punti della gola di Plan di Zermula interessanti la progettata costruzione idraulica.



(Fot. G. SEGALA)

FIG. 1 - Gola del Plan di Zermula nell'alto Chiarzò, vista da valle.

Nel chiudere questi cenni introduttivi desidero esprimere i sensi della mia viva gratitudine alla Presidenza della SOCIETÀ ADRIATICA DI ELETTRICITÀ (SADE) per aver autorizzato la pubblicazione della presente memoria.

Ringrazio inoltre l'Ing.re Carlo SEMENZA, Direttore Centrale della Società stessa e l'Ing.re Luciano DI BRAI, Direttore dell'Ufficio Lavori degli Impianti idroelettrici sul Tagliamento, i quali mi hanno facilitato in ogni modo i sopralluoghi e le ricerche fatte nell'impervia gola del Chiarzò coadiuvandomi con interessamento e premura nella raccolta degli elementi illustrativi e tecnici fondamentali per il completamento e la pubblicazione di questo studio.

2. - LA SERIE DEI TERRENI E LA STRUTTURA TETTONICA DEI FIANCHI DELL'ALTA VALLE DEL TORRENTE CHIARZO'.

Allo scopo di rendere più facile la comprensione della struttura geologica locale, crediamo opportuno premettere una breve rassegna descrittiva dei terreni che costituiscono i fianchi della valle dell'alto Chiarzò.

Chi volesse notizie più dettagliate ed estese a tutto il territorio della Carnia Orientale, potrà attingerle all'opera del prof. M. GORTANI sui bacini del But, del Chiarzò e della Vinadia pubblicata dall'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque nel 1920.

Prendendo le mosse dalla conca di Paularo, dove abbondano i materiali morenici e le alluvioni fluvio - glaciali terrazzate, ricorderemo che lungo l'alveo del torrente e specialmente nelle zone laterali ad esso, affiorano dei calcari marnoso - bituminosi, scuri, e dolomie cariate, talvolta brecciose, accompagnate da abbondanti depositi di gesso sacca- roide del Permiano superiore.

Su questi materiali ritorneremo in seguito quando avremo occasione di parlare del tracciato della galleria di derivazione proposta e della ubicazione della centrale.

Risalendo la stretta valle del torrente Chiarzò, dopo le ricordate rocce del Permiano superiore, si nota, tanto sul fianco sinistro quanto sul destro, una potente massa di arenarie massicce, di colore rosso mattone, intercalate da zone scistoso - argillose. Il complesso di questi materiali forma un grosso nucleo sinclinale più o meno ripiegato e rovesciato a sud.

Nelle parti inferiori della serie, presso lo sbocco della valle, le bancate arenacee formanti la gamba inferiore della piega rovesciata, pendono a sud e col procedere oltre, non lungi da Villamezzo, assumono un andamento suborizzontale passando quindi sotto i materiali gessosi del Permiano superiore già ricordati.

I materiali arenaceo - argillosi rossastri appartengono al Permiano medio ed inferiore e vengono comunemente indicati col nome di arenarie di Val Gardena, dalla regione altoatesina dove sono particolarmente sviluppate e dove vennero prese come tipo della formazione.

Chiusa la serie delle arenarie rosse di Val Gardena, procedendo verso nord, ha il suo inizio una potente massa di rocce eruttive appartenenti a porfiriti diabasiche di vario tipo, a grana fina, accompagnate da scarsi tufi e breccie, di colore verdastro con zonature violaceo scuro. Nella parte mediana della massa porfirica, per quanto sempre fratturate, queste rocce, in qualche punto ad elementi nodulari, sono assai tenaci.

Nelle parti laterali invece, a contatto coi terreni permiani verso sud, e con quelli carboniferi verso nord, sono trasformate in porfiroidi e in scisti prevalenti, per fenomeni di laminazione, con piani di scistosità sempre inclinati fortemente a nord. Dove sono meno alterate, in queste rocce, si riscontrano tracce di mineralizzazione sotto forma di minutissimi e rari cristallini e granuli di pirite.

L'eruzione di queste porfiriti fa riscontro, in certa guisa, a quelle non meno grandiose che hanno dato luogo alle colate di porfidi del ciclo eruttivo permiano del Trentino e dell'Alto Adige, in modo particolare dei dintorni di Bolzano. Il fenomeno è concomitante e

sussequente al periodo di attività orogenetica durante il quale si sono formate le antiche catene montuose (dette erciniche) del ciclo permio - carbonifero. Le dislocazioni conseguenti hanno favorito la salita del magma eruttivo, il quale attraversando le formazioni sedimentarie è traboccato poi in superficie.

L'erosione ha smantellato questi antichissimi apparati vulcanici, dei quali è tutt'altro che facile rintracciare il condotto da cui è salito il magma vulcanico.

Tali rocce eruttive, che abbiamo ricordato sotto il nome generico di porfiriti, presentano però numerose varietà petrografiche che non è qui il caso di ricordare.

In generale trattasi di rocce pesanti, di origine profonda, molto tenaci e resistenti, che si presentano in masse notevoli, le quali, data la loro resistenza alle azioni di degradazione atmosferica, assumono caratteri morfologici aspri e vigorosi.

Alle masse porfiritiche tiene dietro, col procedere verso l'interno della valle, l'imponente ed assai estesa formazione carbonifera costituita da scisti argillosi grigio-nerastri, talvolta quarzosi, talvolta arenacei e compenetrati da qualche lente calcarea nella parte più elevata. Essi sono non di rado fogliettati, di colore plumbeo, lucidi, leggermente grafitici in qualche zona facente parte dei tratti più antichi del complesso scistoso.

La potenza degli scisti del periodo carbonifero è ragguardevole. Ad aumentare lo spessore di questi scisti hanno concorso fenomeni tettonici, pei quali il complesso stratigrafico ha subito intensi ripiegamenti che incrementarono il suo spessore originario. Si comprende facilmente come in conseguenza a tali ripiegamenti, i singoli strati presentino inclinazione diversa da punto a punto e come si siano formati degli accavallamenti e piani di scivolamento pei quali, in qualche punto, si riscontra una struttura finemente laminata e resa lucida.

Presi nel loro insieme, limitatamente alla ristretta località interessante il nostro studio, anche essi sono fortemente inclinati verso monte, cioè verso nord, sempre in conseguenza al generale rovesciamento di tutta la serie stratigrafica verso sud.

Procedendo ulteriormente verso nord, lungo il fianco sinistro della valle, si arriva al Plan di Zermula occupato in parte da materiali morenici.

Nel taglio eseguito per la strada è messa però in piena evidenza la roccia in posto, rispondente ai soliti scisti carboniferi fortemente inclinati a nord-nord-est.

Ad ovest del Plan di Zermula, poco al di sotto della strada, si eleva, a guisa di gigantesca cupola, un dossone (detto Las Callas) costituito da calcari bianchi e grigi del Devonico.

Un profondo scavo eseguito nel solco dell'interposta selletta sottostante alla strada, aperto allo scopo di chiarire i rapporti tettonici fra il dossone e gli scisti carboniferi del Plan di Zermula, ha mostrato che le stratificazioni scistoso-argillose del Carbonifero si adagiano plasticamente contro il fianco dei calcari devonici del dossone.

Ad ovest del dossone si apre l'accennata gola del Chiarzò. E' questa la località nella quale si trova la sezione prescelta per l'impostazione della diga, del quale argomento tratteremo fra breve.

Dalla potente massa di calcari devonici di un bianco ceroide, cristallini, in grossi banchi spesso a stratificazione indistinta, facenti parte dei fianchi della stretta, si passa verso monte a calcari grigi, a stratificazione sottile.

A ridosso del lato nord di simile anticlinale di rocce devoniche del Callas si adagia una stretta sinclinale di scisti argillosi nerastrati del Carbonifero, la quale fa l'impressione di una increspatura secondaria a forma di cuneo della base della ricoprente coltre carbonifera, pizzicata fra le stratificazioni dei sottostanti calcari devonici.

Segue un nuovo complesso di calcari del Devonico, sempre fortemente inclinati verso nord.

Dopo uno spessore relativamente limitato di calcari biancastri, i materiali devonici fanno graduale passaggio ad altri calcari a stratificazione sottile, costituiti da zonature varicolori, rosse, nere, bianche, talvolta spatiche, assumendo un aspetto striato. L'andamento delle stratificazioni di questo complesso di calcari è molto prossimo alla verticale. Trattasi di rocce che appartengono al Siluriano superiore (Gotlandiano); esse trovano la loro corrispondenza nei calcari rosso-scuri ad *Orthoceras* di Ugovizza presso Tarvisio.

Si giunge così alla Stua di Ramaz, dove si riuniscono i due rami torrentizi che alimentano il Chiarzò; il Rio di Lanza sulla sinistra e il Rio di Cercevesa sulla destra. Sul fianco di sinistra del Rio di Lanza, accanto al ponticello per passare sulla destra, affiorano dei calcari bianco-giallicci a stratificazione verticale, alternati a scisti argillosi neri. Con tutta probabilità si tratta dell'estremo basale del Siluriano superiore, cui dovrebbe far seguito il Siluriano inferiore (Ordoviciano) che, localmente, è nascosto da vasti mantelli di materiali morenici e di detriti alluvionali e di falda. Appena fuori però dalla copertura detritica, poco al di sopra di Casera Meledis, affiora un lembo abbastanza esteso di scisti verdastri limonitici, nei quali vennero raccolti fossili del predetto orizzonte Ordoviciano.

Termina con questi materiali la successione stratigrafica locale. Nei livelli più elevati, verso il crinale montuoso che segna il confine con l'Austria, continua la serie scistoso-argillosa, con cunei di calcari del Siluriano superiore rispondenti a nuclei di pieghe strette e rovesciate verso sud.

Affinchè il lettore abbia la possibilità di formarsi facilmente un concetto d'insieme della tettonica della regione esaminata, abbiamo creduto opportuno riprodurre un profilo geologico del fianco sinistro della valle del Chiarzò (Tav. II).

Dall'esame di tale profilo si nota, oltre alla serie dei terreni, come tutta la successione stratigrafica, fatta eccezione ai ripiegamenti secondari ora più accentuati ed ora meno, presenti un'inclinazione da sud a nord.

L'insieme delle stratificazioni appartenenti al Siluriano e al Devoniano, costantemente inclinate a nord, non risponde ad una struttura di tipo monoclinale, ma bensì ad una regolare serie di anticlinali e sinclinali rovesciate a sud che si succedono ricoprendosi come gli embrici di un tetto. Anche se intensamente stirate e complicate da ripiegamenti secondari e da parziali scorrimenti, il loro andamento costituisce qui lo stile fondamentale della tettonica della catena paleo-carnica.

A sud di questo meraviglioso edificio ercinico si sovrappongono i terreni del ciclo alpino, il cui stile tettonico locale ripete, grosso modo, le linee fondamentali della struttura tettonica or ora descritta per la serie silurico-devonica.

Dato lo scopo di questo studio, la parte più interessante del profilo è rappresentata naturalmente dal grosso massiccio di calcari devonici sottostanti al Plan di Zermula. Esso

risponde fondamentalmente, come si può dedurre dalla fotografia della Tav. VII, ad una anticlinale, e si eleva a guisa di una massa diapirica, in conseguenza ad un processo di tettonica selettiva.

3. - LA SEZIONE DELLA GOLA SCELTA PER L'IMPOSTAZIONE DELLA PROGETTATA DIGA.

La sezione prescelta a questo scopo risponde alla trasversale valliva passante per il dossone arrotondato di calcari devonici, detto Las Callas, che si trova ad occidente della strada del Plan di Zermula. (Vedasi il profilo al 25.000 della Tav. II).

Come si può rilevare dalle Tavole III, IV e V qui allegate, la sezione per l'impostamento della progettata diga viene a trovarsi in una profonda gola. Il fianco destro di essa si eleva per buon tratto con andamento pressochè verticale e poi, nelle parti più elevate, con ripido pendio fino al colle di quota 1200.

Il fianco sinistro è pure molto ripido, in certi tratti addirittura verticale. Nella parte più elevata si raddolcisce alquanto fino alla vetta del Callas (quota 1127), oltre il quale, verso est, il terreno si deprime in una piccola sella, probabile residuo di un antichissimo alveo del Chiarzò.

Dal punto di vista morfologico la località scelta per l'impostazione di una diga di sbarramento idraulico, non potrebbe essere più favorevole, trattandosi di una vera e propria forra a fianchi relativamente simmetrici.

Come risulta dal profilo geologico, e come s'è già accennato, il settore in esame risponde ad un potente massiccio anticlinale con tendenza a rovesciarsi verso sud, fiancheggiato, tanto a monte quanto a valle, da terreni scistoso-argillosi del Carbonifero.

La roccia di questo massiccio roccioso, nel quale il torrente Chiarzò in una incessante azione erosiva svoltasi durante un lungo succedersi di secoli ha inciso il suo angusto varco, consta di calcari or più or meno cristallini del Devonico. Trattasi di roccia ottima, i cui strati scendono ripidamente a monte ed a valle, mentre nella parte intermedia, costituente l'arco dell'anticlinale, hanno un andamento pressochè pianeggiante.

Come era da attendersi, dato il tipo della roccia calcarea rigida e in buona parte cristallina, le intense dislocazioni subite non soltanto per la curvatura dell'arco anticlinale, ma anche e specialmente per i ripetuti fenomeni di ripiegamenti secondari, provocarono un sistema di fratturazioni e scivolamenti pei quali l'azione di corrosione carsica ebbe poi facile sviluppo. Questo in modo particolare per le parti della gola che si trovano nel settore verso valle, dove per la maggior purezza del calcare e la notevole potenza dei rispettivi banchi, ai fenomeni di ripiegamento plastico si sono sostituiti di preferenza quelli di fratturazione con direzioni normali all'andamento degli strati. (Vedasi specialmente le Tav. XI e XII).

Ne venne di conseguenza che, specialmente sul lato di sinistra, le fratture di origine dinamica favorirono la penetrazione delle acque e quindi la formazione di cavità carsiche. Notevole fra esse una abbastanza estesa che si apre a non meno di 160 metri a valle della sezione d'imposta, ed inclinata di una sessantina di gradi circa verso monte. Ad essa si accompagnano altre cavità a grotta e spaccature di minore entità.

Il legame di questi fenomeni di corrosione carsica con l'andamento delle fratturazioni è molto evidente dove il processo distruttivo della roccia è meno avanzato e si conservano quindi ancora tracce evidenti delle direttrici rappresentate dalle linee di rottura. (Tav. XI e XII).

Ciò si può osservare anche sul lato di destra della gola, dove, con diminuita intensità, trovano la loro continuazione le fratture più cospicue del lato di sinistra.

Per raccogliere degli elementi di fatto positivi sulla struttura della roccia ad una certa profondità dalla superficie del fianco sinistro della gola, a partire da un punto situato a circa 50 metri a monte della accennata spaccatura principale, e con imbocco a quota 950 metri, venne aperto un cunicolo di saggio lungo 285 metri con andamento a linea spezzata, che sbocca a quota 954, pochi metri a monte della sezione per la progettata diga. (Vedasi planimetria generale allegata Tav. I).

La roccia attraversata, i cui strati hanno un andamento vario da punto a punto, è costituita da un calcare scuro, talvolta nerastro, sano e perfettamente continuo. Le fratturazioni che hanno colpito questo materiale durante le fasi di dislocazione tettonica, sono state si può dire prodigiosamente saldate da un'intensa penetrazione calcitica che ha cementato ogni fessurazione, ogni spazio fra strato e strato che fosse rimasto aperto, in modo da stabilire una continuità praticamente costante della roccia in tutto lo sviluppo del lungo cunicolo.

La deposizione calcitica intensa e perfettamente regolare, che spicca con grande evidenza per il contrasto fra il colore nerastro della roccia devoniana attraversata dallo scavo e le cementazioni di calcite perfettamente bianche, deriva, con ogni verosimiglianza, dalle manifestazioni idro-termali, ricche di carbonati di calcio (aragonite trasformata poi in calcite) che hanno accompagnato e seguito la « *mise en place* » delle vicine eruzioni porfirittiche.

Comunque, ciò che torna particolarmente interessante è la constatazione che per tutto lo sviluppo del cunicolo che attraversò un lungo tratto del fianco sinistro della gola, entro il quale tratto verrà a cadere l'imposta della diga, venne riscontrata roccia sana, senza spaccature che ne interrompano la continuità, e senza traccia di corrosioni carsiche.

Dopo esaminate le numerose sezioni lungo lo sviluppo della gola che potrebbero prestarsi per l'impianto di una diga, venne data la preferenza alla trasversale che si trova una cinquantina di metri circa a valle del ponticello fatto costruire dalla Società Adriatica di Elettricità per accedere al lato destro della valle del torrente Chiarzò (Tav. III e IX).

La sezione valliva di questa località, oltre a rispondere meglio dal punto di vista morfologico di tutte le altre prese in esame, presenta una struttura litologica più uniforme e del tutto all'infuori della zona colpita dalle ricordate spaccature e dalle cavità carsiche che si riscontrano (come s'è già accennato) 160 metri più a valle.

In questo punto tanto il fianco destro, quanto il fianco sinistro della valle constano di grandi pareti rocciose che, nel tratto inferiore, si ergono con andamento pressochè verticale.

I fianchi della sezione sono costituiti da calcari grigiastri; le stratificazioni pendono fortemente a monte e sono relativamente sottili, ma uniformi e compatte.

Man mano che dall'alveo del Chiarzò ci si eleva tanto sul lato di sinistra quanto su quello di destra della sezione in esame, si riscontra che le stratificazioni calcaree, a pre-

scindere da ripiegamenti secondari, diventano meno fortemente inclinate verso monte ed assumono maggior spessore.

In alto, la traccia dei piani di stratificazione dei calcari è pressochè orizzontale, e l'inclinazione stratigrafica è verso oriente.

Qua e là, specialmente nelle parti più elevate, non mancano diaclasi e conseguenti corrosioni. Alcune di esse sono certamente di carattere superficiale; di qualche altra, data la posizione, non si potè per ora accertare l'entità.

Nel fondo della sezione, cioè in corrispondenza alla zona d'alveo, affiora la roccia in posto che lega di perfetta continuità, nelle parti subalveali, quella dei fianchi.

Trattandosi di rocce calcaree è implicita la necessità di provvedere a suo tempo alle consuete iniezioni cementizie, tanto più necessarie in quanto si tratta di uno sbarramento di ragguardevole altezza. Il diaframma impermeabilizzante, a partire dall'imposta della diga, dovrà internarsi convenientemente nel fondo e nei fianchi, specialmente per quello di sinistra in considerazione delle ripercussioni che possono derivare dalla presenza, verso la strada, della sovrastante piccola sella.

Su questo argomento conviene soffermarci alquanto. Come si è già accennato, fra il dossone Las Callas di quota 1127 e la strada del Plan di Zermula, si trova la ricordata selletta alla quale, tanto verso monte, quanto verso valle, fanno capo modeste vallecole che scendono nella sottostante valle del Chiarzò, costituendo così una specie di solco (o depressione) laterale e continuo della gola del Chiarzò, a guisa, per così dire, di sorpasso. Il fianco orientale di questo solco, verso la strada, è costituito da scisti argillosi del Carbonifero. Quello occidentale, facente parte del dossone, consta di calcari del Devoniano, che si presentano in grossi banchi ripuliti e levigati dall'azione esercitata dai ghiacciai quaternari.

Siccome la selletta è più bassa del livello di massimo invaso, ne consegue che, per raggiungere il necessario volume d'acqua, si dovrà sbarrarla con una piccola diga alta poco più di una ventina di metri.

Anche, e specialmente per questa considerazione, la selletta venne esplorata a mezzo di una profonda trincea trasversale. Fu così possibile dimostrare che, come risulta dallo schizzo seguente, i calcari devoniani del Callas s'immergono sotto gli scisti argillosi del Carbonifero, i quali pendono pure a N. E. di una quarantina di gradi ed aumentano via via di potenza ed estensione col procedere verso oriente.

Successivamente in corrispondenza al basamento della trincea vennero eseguiti due sondaggi, indicati con i numeri 6 e 7 nella relazione ICOS. Il sondaggio 6, ad andamento verticale, ha il suo inizio negli scisti, ed incontrò i calcari devonici alla profondità di 25 metri. Il sondaggio 7, inclinato di 50° verso il Callas, entrò direttamente, e si mantenne per tutto il suo sviluppo, nei calcari compatti del Devoniano.

Un fatto particolare degno di nota, avvertito nel corso di queste esplorazioni, è dato dalla presenza sulla superficie del calcare devonico messa a giorno dallo scavo della trincea, di numerose cavità e solchi di erosione carsica, che potrebbero essere di origine molto antica, cioè anteriore alla trasgressione dei sedimenti carboniferi sullo zoccolo sottostante.

Se così stanno le cose, la constatazione assumerebbe notevole importanza sia dal punto di vista generale, confermando essa la trasgressione carbonifera su aree che prima erano

continentali, sia dal punto di vista applicativo per la conoscenza della struttura interna dei calcari devonici in rapporto ai provvedimenti di impermeabilizzazione da prendere.

Come si è detto, tracce evidenti di fenomeni carsici di vario tipo e di età non precisabile si avvertono in vari punti della massa calcarea della superficie della gola. Anche la parete devonica della selletta presenta infatti parecchie solcature carsiche, alcune delle quali potrebbero forse collegarsi cronologicamente con quelle messe a giorno sotto la copertura degli scisti carboniferi.

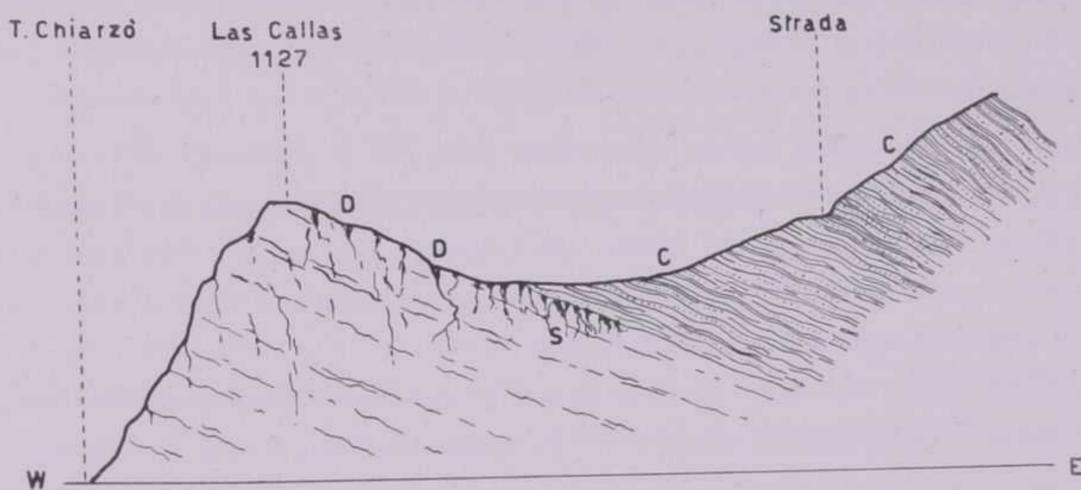


FIG. 2 - Struttura geologica della selletta fra il Callas e la strada di Plan di Zermula.
C = Scisti carboniferi ; D = Calcari devoniani ; S = Solchi carsici.

Comunque, riteniamo che le manifestazioni carsiche sopra accennate del versante orientale del Callas siano piuttosto superficiali o poco più che parietali, di importanza quindi relativa. Assai più vaste ed importanti, degne quindi di particolare attenzione, sono invece quelle che si riferiscono agli estremi settentrionale e meridionale della selletta. Verso nord, alla quota 1068, in corrispondenza ad una depressione del terreno, si ode distintamente il rumore di acque che scorrono ad una certa profondità.

Poco lungi, un pò più in basso, a quota 1063, esiste una sorgente che rappresenta, con ogni evidenza, l'affioramento della corrente sotterranea segnalata più a monte.

Sul lato di mezzodì della selletta, ad un'ottantina di metri circa a valle della ricordata trincea trasversale, scavata per scoprire i rapporti locali fra calcari sottostanti e scisti ricoprenti, a quota 1063 si trova una depressione a dolina sul cui fondo si apre una larga e profonda voragine nella quale le acque di precipitazione e di scorrimento superficiale sono completamente assorbite come in un inghiottitoio. Il terreno, in corrispondenza alla località, è poco stabile per le numerose fratture e corrosioni subite dalla roccia all'imbocco della voragine.

Questi particolari fanno pensare che in profondità, parallelamente all'asse longitudinale della sella, possa esistere un sistema di cavità e di condotti più o meno estesi, per la presenza dei quali possano effettuarsi circolazioni idriche profonde che potrebbero interessare anche l'invaso.

Tali segnalazioni dimostrano la necessità che il sistema delle opere di impermeabilizzazione venga esteso anche al settore della ricordata selletta compresa fra la strada e

il dossone Las Callas. Il provvedimento da prendere per questa zona potrà consistere nella costruzione di un diaframma locale sufficientemente esteso verso l'interno.

I vari sondaggi eseguiti hanno dato in generale dei testimoni di roccia sana costituita dal solito tipo di calcare cristallino, bianco o grigio-nerastro. In qualcuno degli eseguiti sondaggi il materiale si è dimostrato però più o meno intensamente fratturato, nei quali casi si ebbero anche perdite idriche talvolta ragguardevoli. La cosa non può sorprendere quando si pensi alle intense dislocazioni tettoniche subite dal complesso delle stratificazioni, che si possono paragonare ai fogli di un pacco di carte sottoposte a torsioni e ripiegamenti, pei quali ogni singolo elemento costitutivo ha risentito inevitabilmente dei movimenti e conseguenti distacchi e fratturazioni, specialmente nelle superfici di contatto fra strato e strato, lungo le quali si effettuarono i movimenti.

Gli esperimenti eseguiti hanno dimostrato però che le iniezioni di boiaccia in questi materiali calcarei provvedono completamente a ricostituire non solo l'omogeneità strutturale e la conseguente resistenza del mezzo attraversato, ma anche, con esse, a garantire la tenuta della roccia. Gli esempi di tal genere di provvedimenti sono d'altro canto ormai molteplici e ben noti nei loro effetti pratici.

La relazione della medesima Società di perforazioni ICOS ricorda che in occasione delle prove idrauliche eseguite nella gola di Zermula, in alcuni casi il fenomeno di perdita dell'acqua si verificava per vie quasi capillari, e come tale esso era assai lento. Conseguentemente, l'assorbimento di cemento nelle prove che fecero seguito, fu molto scarso.

E' ovvio che in tali condizioni di cose conviene ricorrere a cemento ventilato, accompagnato, se necessario, da miscele lubrificanti in modo da ottenere una perfetta diffusione della sostanza cementante.

Nella stessa relazione è fatto presente che per alcuni sondaggi, fra i quali il 4°, il 5°, il 9° e l'11°, si ebbe cura di ubicare i fori in modo da poter attraversare la prosecuzione interna delle evidentissime spaccature della roccia che si riscontrano all'esterno lungo i fianchi della gola ad una certa distanza verso valle dalla sezione d'imposta. In nessuno di questi casi la sonda ebbe a segnalare presenza di grandi o piccole spaccature e tanto meno cavità a grotta. Ciò induce a ritenere che questi fenomeni di fratturazione, seguiti poi dal processo corrosivo carsico per la facilitata penetrazione delle acque, abbiano investito soltanto la zona parietale dei fianchi vallivi e che, se successivamente estesi verso l'interno, essi si riducano a semplici diaclasi in cui le due labbra della spaccatura si mantengano a perfetto contatto, come le giunture fra strato e strato di una serie normale.

In altri punti invece, come si è già accennato, le prove idrauliche segnarono notevoli perdite.

Questa relazione geologica era già condotta a termine e consegnata per le stampe, quando comparve una pubblicazione del dott. BUSULINI, il quale, con la collaborazione della Sezione Speleologica di Venezia, esplorò e descrisse le cavità e grotte che si trovano all'estremità meridionale della ricordata selletta fra Plan di Zermula e il più volte ricordato dossone. (Vedasi Vol. VII del Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Venezia).

I risultati di queste esplorazioni, sempre utili e degne d'incoraggiamento, vengono a confermare la ricordata probabilità dell'esistenza, al di sotto del solco della selletta, di un settore di fratture, allargate poi dalle corrosioni carsiche, che si estendono in profon-

dità per aprirsi infine, in corrispondenza del tratto meridionale della gola, in anguste grotticelle inclinate da valle verso monte.

Ciò dimostra ancora una volta la necessità di dare ai provvedimenti d'impermeabilizzazione della roccia d'imposta quell'estensione che è richiesta da una simile struttura, anche se gli accennati e notevoli fenomeni carsici si trovino alquanto più a valle della zona d'imposta, ed il già descritto cunicolo, aperto più a monte nel fianco sinistro della gola, attraversi un settore roccioso (comprendente la stessa area d'imposta della diga) nel quale lo scavo, in tutto il suo lungo sviluppo, non abbia mai incontrato traccia di corrosioni carsiche.

4. - LA VALLE DELL'ALTO CHIARZO' AGLI EFFETTI DELLA TENUTA DEL SERBATOIO.

Come si può dedurre anche da un semplice esame del profilo geologico (Tav. II), i terreni che saranno bagnati dalle acque del progettato serbatoio rispondono agli scisti argillosi del Carbonifero, a quelli limonitici del Siluriano inferiore ed ai calcari del Siluriano superiore e dell'attiguo Devonico.

Non è il caso di spendere parole per le aree costituite di rocce scistose, la cui impermeabilità, data la loro natura e il loro spessore, non possono dare adito a dubbi di sorta.

Quanto ai calcari devonici e siluriani, è da osservare che essi, per quel tanto che entrano a far parte del serbatoio (esclusione fatta alla zona della diga, di cui accenneremo brevemente più avanti), sono compresi fra scisti carboniferi a valle e scisti siluriani a monte, ciò che esclude qualsiasi possibilità di filtrazioni nel senso dell'asse idrografico.

Per ciò che riguarda la eventualità di filtrazioni in senso laterale attraverso i calcari dei fianchi del futuro bacino-lago, sarebbe addirittura assurdo pensare che ciò possa effettuarsi quando si consideri che, tanto a destra quanto a sinistra del serbatoio stesso, i rilievi montuosi, ricoperti in gran parte da grossi mantelli di scisti carboniferi, si elevano a notevoli altezze, e si estendono per spessori enormi, di alcuni chilometri, prima che s'incontrino bacini idrografici laterali a quello del Chiarzò.

Riguardo le particolarità strutturali dei calcari devonici della gola del Chiarzò nella quale troverà il suo impostamento l'opera di ritenuta, trattandosi dello stesso tipo di rocce, non possiamo che riferirci a quanto già esposto nei precedenti capitoli e alle buone norme costruttive seguite in casi consimili.

Per quanto ovvio, richiameremo anche in questa sede la necessità che a partire dalla superficie d'imposta della diga venga costruito un diaframma d'impermeabilizzazione, debitamente internato nella roccia dei fianchi e del fondo della sezione, il quale provveda ad eliminare qualsiasi possibilità di filtrazioni dal futuro lago artificiale.

5. - LA GALLERIA DI DERIVAZIONE DAL SERBATOIO E I TERRENI CH'ESSA ATTRAVERSA.

Il profilo geologico della Tav. II ci consente di seguire la successione delle rocce che saranno attraversate dalla galleria di derivazione dal serbatoio, la quale galleria si svilupperà sul lato sinistro del Chiarzò seguendo un tracciato grosso modo parallelo al fianco della valle.

L'imbocco, poco a monte della diga, avrà luogo nelle rocce calcaree del Devoniano, materiali che in base all'esperienza tratta dallo scavo del cunicolo sul fianco sinistro del solco vallivo, sono da ritenersi ottimi, tali da non richiedere lavori di armamento. Il tronco di galleria in calcari devonici avrà uno sviluppo di circa 700 metri.

Segue, per una lunghezza di circa un chilometro, un tratto di scisti argillosi del Carbonifero, rocce di natura impermeabile. Ove non avvengano penetrazioni acquee, essi si prestano favorevolmente allo scavo. Nei punti, relativamente rari, in cui la roccia presenta qualche intercalazione argillosa, può darsi che si verificano degli sfaldamenti, per modo che in tale caso l'armamento di questi tratti può presentarsi necessario.

Agli scisti carboniferi fanno seguito le rocce eruttive verdastre, e, per limitati spessori, violacee, del gruppo delle porfiriti. Questi materiali occupano, nel loro insieme, un tratto che può valutarsi di poco superiore ad un chilometro. Trattasi di rocce assai dure specialmente nella parte mediana del loro giacimento. Esse reggono quindi ottimamente allo scavo senza bisogno di armamento.

Poco a valle di S. Battaia, dalle porfiriti laminate si passa alle arenarie argillose di Val Gardena. La serie, come le precedenti, è fortemente rovesciata verso valle. La roccia è piuttosto molle, si sfalda e si scava quindi con facilità, di guisa che, per certi tratti, non si può escludere l'eventualità di dover ricorrere ad armamento, almeno parziale.

Esistono però anche dei tratti abbastanza compatti, specialmente nei punti in cui il materiale è arenaceo e meno ricco di argilla.

Il loro spessore, in corrispondenza del tracciato della galleria, raggiunge quasi un chilometro.

Procedendo oltre, le arenarie di Val Gardena sono ricoperte, nei pressi di Villamezzo, da piccoli spessori di calcari cerulei, bituminosi e da grossi depositi di gesso e di dolomie cariate talvolta brecciate. Non occorre aggiungere che gesso e dolomie cariate non sono materiali favorevoli agli scavi, specialmente quando questi assumono una certa ampiezza.

Siccome però in questa località la galleria di scarico della Centrale si trova ad una profondità (a partire dal livello attuale dei depositi gessosi lungo l'alveo del Chiarzò) di una quarantina di metri, non è escluso che la galleria stessa venga a trovarsi ancora nelle arenarie argillose di Val Gardena del Permiano medio inferiore.

In tale caso, e per quanto non si tratti di materiali favorevoli, anche perchè ad una simile profondità sotto l'alveo del torrente non si possono escludere eventuali permeazioni acquee, riteniamo che lo scavo di una galleria si possa realizzare ugualmente, e forse senza eccezionali difficoltà.

Più complessa riuscirebbe l'opera se si dovessero attraversare banchi gessosi o di anidrite (idratabile e quindi spingente), accompagnati da argille e da letti di dolomie cariate, facili a scavarsi, ma, data la loro struttura spugnosa, impregnati certamente di acque e poco resistenti.

Per risolvere il problema della natura del materiale che sarà incontrato dallo scavo della galleria in questo settore, che si estende dai pressi di Villamezzo fino all'estremità meridionale della conca di Paularo, converrà praticare una serie di sondaggi estesi anche verso valle.

E' intuitivo che in ogni caso le acque di impregnazione profonda di questo settore saranno inevitabilmente selenitose, ragione per la quale, nelle costruzioni da eseguire, si dovranno adottare cementi che resistano alle azioni aggressive, come si usò nelle gallerie dell'alto e medio Tagliamento e in quelle del Boite e del Piave presso Caralte.

6. - L'UBICAZIONE EVENTUALE DELLA CAVERNA PER LA CENTRALE IDRO-ELETRICA.

Per quanto abbiamo esposto nel capitolo precedente, siamo dell'avviso che se le difficoltà derivanti dalla natura geologica del sottosuolo della conca di Paularo possono essere superate nei riguardi di una semplice galleria, non si può escludere che esse richiedano un maggiore impegno quando si tratti di una caverna per una grande centrale idroelettrica.

Comunque, tenendo conto dei vantaggi e degli oneri, le soluzioni (certamente difficili e costose data la natura e la posizione dei terreni nei quali dovranno svolgersi i lavori) vanno esaminate col necessario dettaglio alla luce dei risultati delle esplorazioni da eseguire con la larghezza che il caso richiede per giungere alla scelta della soluzione complessivamente più conveniente.

7. - RIASSUNTO E CONCLUSIONI.

1. - Allo scopo di creare un serbatoio idraulico per un impianto idroelettrico la Società Adriatica di Elettricità prese in considerazione, già da tempo, l'alta valle del torrente Chiarzò (Carnia orientale), affidandoci lo studio geologico del relativo progetto.

2. - Delle varie sezioni esaminate per l'impostazione della progettata diga di sbarramento idraulico, venne data la preferenza a quella che si trova presso l'estremità settentrionale della gola sottostante al Plan di Zermula, in corrispondenza ad una zona situata una cinquantina di metri circa a sud del ponticello fatto costruire dalla stessa Società per accedere al lato destro della valle.

3. - I fianchi di questa zona d'imposta constano di calcari grigi, in strati piuttosto sottili, ma continui, serrati fra loro e fortemente inclinati verso monte, facenti parte di un grosso massiccio roccioso del Devonico. In questo punto la roccia in posto si

scopre anche sul fondo dell'alveo ed appare legata di perfetta continuità con quella dei fianchi, giacchè la gola è di origine erosiva, dovuta cioè all'azione escavatrice esercitata per lunghi millenni dai materiali alluvionali trascinati dalle acque del torrente Chiarzò.

4. - Dal punto di vista statico la sezione prescelta si trova in condizioni che si possono dichiarare perfettamente tranquillanti.

5. - Dal punto di vista della tenuta ricorderemo che i fianchi del tratto della gola verso l'estremità di valle, costituiti da grossi banchi di calcare bianco cristallino, pure devoniano, presentano delle fratture, in corrispondenza delle quali, per la circolazione interna delle acque, si formarono delle corrosioni carsiche piuttosto notevoli. Questi fenomeni tuttavia si mantengono in un settore che si trova a non meno di 160 metri a valle della sezione da utilizzare per la diga.

Come si può constatare anche dall'esame della fotografia della Tav. III riprodotte la parte inferiore della zona d'imposta della diga, nessuna traccia manifesta di corrosioni carsiche si scorge nella zona stessa sulla superficie della roccia, i cui strati presentano una regolare, ininterrotta continuità.

6. - Solcature carsiche, legate alla presenza di linee di frattura attigue alla zona d'imposta, esistono invece nelle parti più elevate del fianco sinistro della gola.

L'esame di queste manifestazioni ci ha fatto però l'impressione trattarsi di fenomeni superficiali che vadano rapidamente riducendosi per scomparire a profondità relativamente limitata.

Ci conforta in questa convinzione il fatto che il cunicolo lungo 285 metri, aperto ad una certa altezza nel fianco sinistro della gola, e passante anche nel settore interno della sezione d'imposta della diga, non ha mai incontrato traccia di corrosioni carsiche.

7. - Ad ogni modo è sottinteso che all'atto costruttivo non si mancherà di adottare tutti quei provvedimenti che si dimostreranno necessari per l'integrale bonifica del calcare nella zona d'imposta, e in particolare si provvederà alla costruzione di un diaframma impermeabilizzante che partendo dalle spalle della diga si interni adeguatamente nella roccia dei fianchi e del fondo della sezione utilizzata, in modo da assicurare la tenuta praticamente perfetta dell'opera.

8. - Il bacino del serbatoio consta in parte di rocce scistoso-argillose, di natura impermeabile, del Carbonifero e del Siluriano.

I calcari devonici e siluriani che vengono bagnati dall'invaso, tolte le parti superficiali, sono compatti. Le acque che scaturiscono da essi defluiscono nel serbatoio stesso, e lo sviluppo di queste rocce sui fianchi del bacino è così ingente, da far escludere qualsiasi possibilità di perdite per filtrazioni attraverso le pareti comprendenti il progettato lago.

9. - La galleria di derivazione attraversa in gran parte rocce favorevoli ai lavori di scavo, quali sono infatti i calcari, gli scisti carboniferi e le porfirite diabasiche.

Meno favorevoli potrebbero risultare invece le arenarie di Val Gardena in considerazione che, specialmente nelle parti inferiori del loro complesso stratigrafico, sono accompagnate da grosse intercalazioni di argille e di scisti argillosi, materiali che, a contatto di penetrazioni acquee, si spappolano con una certa facilità dando luogo a smottamenti e frane.

L'ultimo tratto della galleria di derivazione, per la quota cui verrà a passare sotto l'alveo del Chiarzò, anzichè attraversare le arenarie di Val Gardena, potrà trovarsi nei materiali gessoso-argillosi e nelle dolomie fortemente cariate ricoprenti le arenarie di Val Gardena.

Siccome il tracciato della galleria fra i pressi di Villafuori e Paularo dovrebbe trovarsi alla profondità di una quarantina di metri circa sotto l'accennato alveo, qualche sondaggio potrà fornire dei dati in proposito, cioè se a tale profondità esistono le arenarie di Val Gardena del Permiano medio-inferiore, oppure la sovrastante serie gessoso-argillosa e le dolomie cariate del Permiano superiore.

Anche se superfluo, dobbiamo far presente che i materiali gessoso-argillosi e le relative cariate non sono rocce favorevoli a scavi in profondità, specialmente se vi è presenza di acque, le quali diventano inevitabilmente aggressive, perchè si arricchiscono di solfato di calcio, al quale si associano, non di rado, tracce di cloruro sodico.

10. - Quanto alla caverna per la collocazione della centrale idroelettrica, siamo dell'avviso che, prima di scegliere in via definitiva l'una o l'altra delle ventilate soluzioni, vengano espletate le necessarie esplorazioni del terreno alla profondità a cui dovrà trovarsi il relativo scavo, e ciò allo scopo di poter obbiettivamente valutare i vantaggi e le difficoltà che si presentano in entrambi i casi. Dal raffronto dei risultati raggiunti scaturirà il criterio discriminativo per la scelta della soluzione da adottare.

I N D I C E

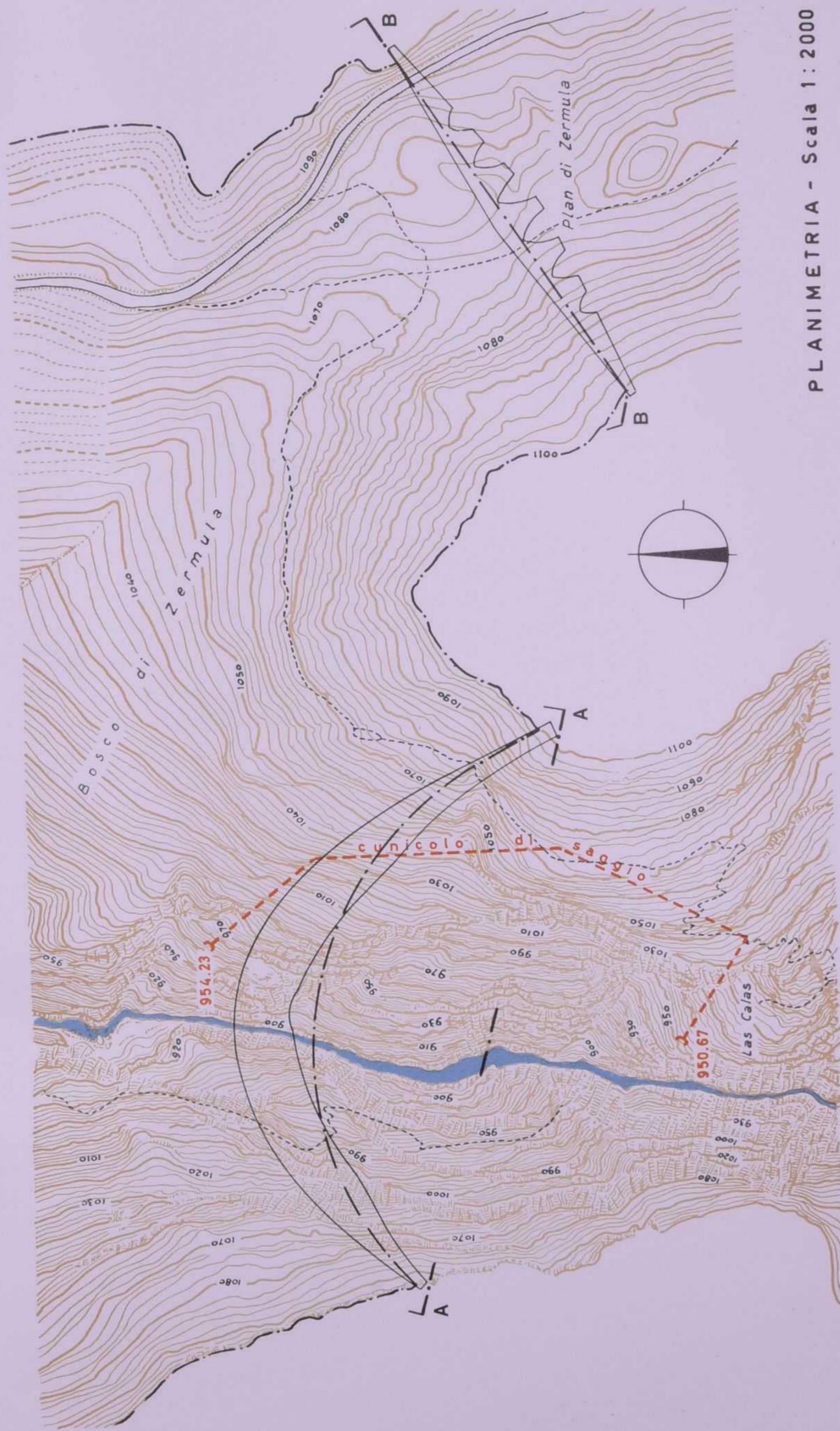
1. - PREMESSE	pag. 3
2. - LA SERIE DEI TERRENI E LA STRUTTURA TETTONICA DEI FIANCHI DELL'ALTA VALLE DEL TORRENTE CHIARZO'	» 5
3. - LA SEZIONE DELLA GOLA SCELTA PER LA IMPOSTA- ZIONE DELLA PROGETTATA DIGA	» 8
4. - LA VALLE DELL'ALTO CHIARZO' AGLI EFFETTI DELLA TENUTA DEL SERBATOIO	» 13
5. - LA GALLERIA DI DERIVAZIONE DAL SERBATOIO E I TERRENI CH'ESSA ATTRAVERSA	» 14
6. - L'UBICAZIONE EVENTUALE DELLA CAVERNA PER LA CENTRALE IDROELETTRICA	» 15
7. - RIASSUNTO E CONCLUSIONI	» 15

TAVOLA I.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA I.

Fig. 1 - Planimetria della zona delle dighe, con traccia in rosso del cunicolo di saggio.

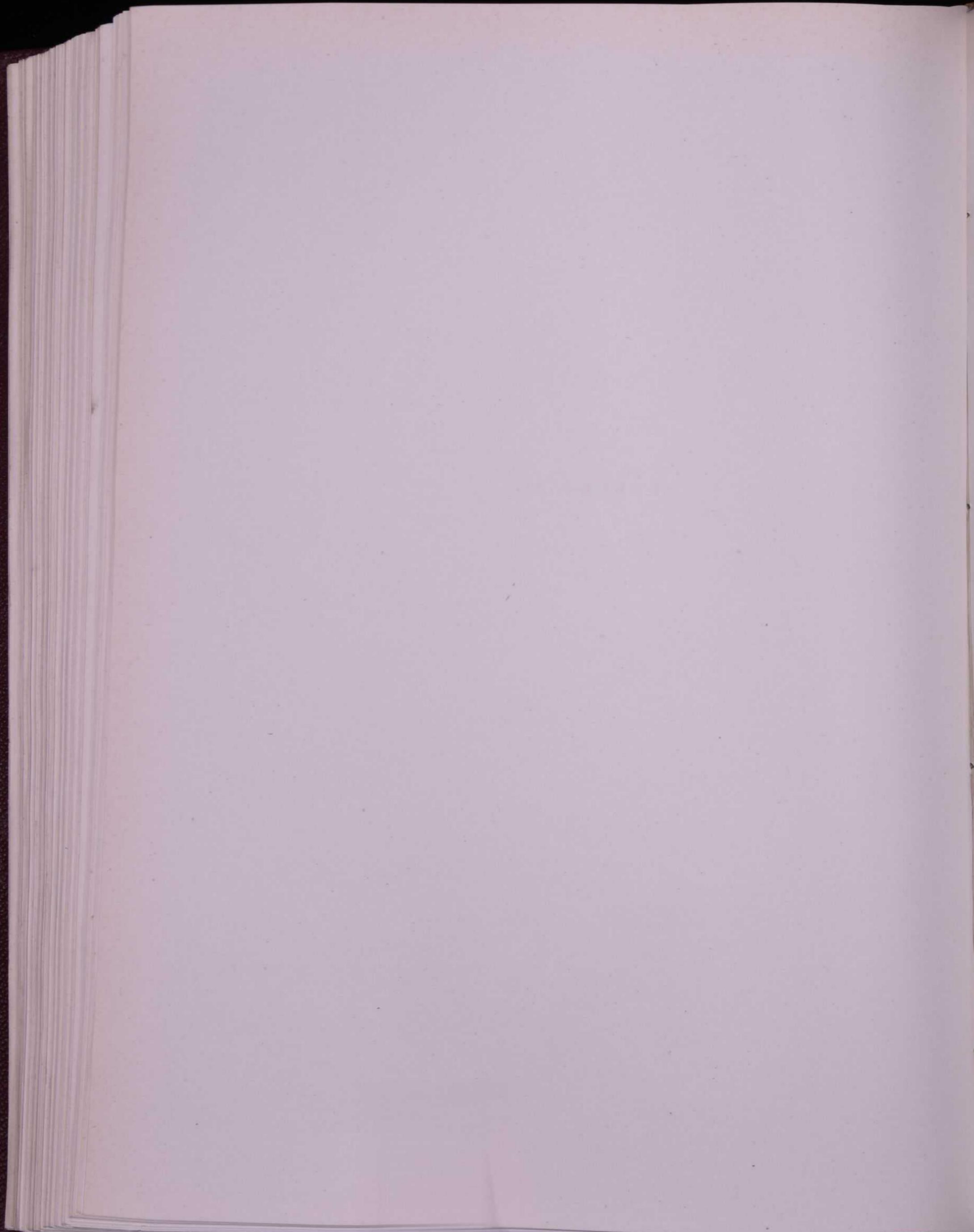
G. DAL PIAZ - Studio geologico dell'alta valle del torrente Chiarzò



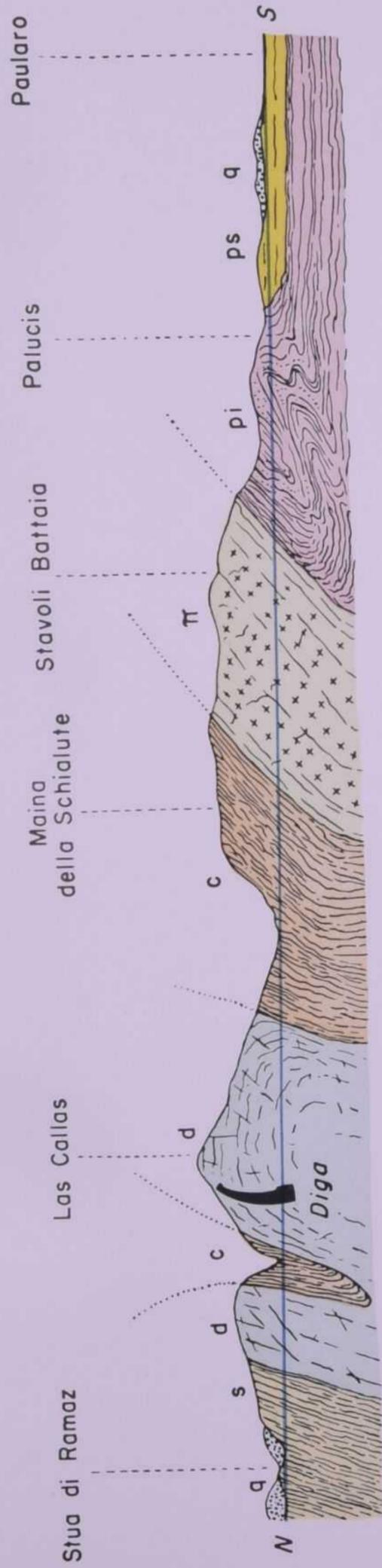
PLANIMETRIA - Scala 1:2000



TAVOLA II.



G. DAL PIAZ - Studio geologico dell'alta valle del torrente Chiarzò.



PROFILO GEOLOGICO SCHEMATICO DEL FIANCO SINISTRO DELLA VALLE DEL CHIARZO'
(DALLA STUA DI RAMAZ A PAULARO) - Scala 1:25.000

- | | | |
|--|----|--|
| | q | Materiali morenici e alluvioni fluvio-glaciali - Quaternario. |
| | ps | Calcarei bituminosi, dolomie cariate e gessi. Permiano superiore. |
| | pi | Arenarie argillose di Val Gardena. Permiano medio e inferiore. |
| | π | Porfiriti varie. Permo-Carbonifero. |
| | c | Scisti argillosi - arenacei - Carbonifero. |
| | d | Calcarei in parte cristallini - Devoniano. |
| | s | Calcarei bianchi in grossi banchi e calcari striati vari colori. Siluriano superiore. (Gotlandiano). |
| | — | Fondo Valle. |



TAVOLA III.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA III.

La gola del Plan di Zermula, vista da monte.

La freccia in bianco al piede del sentiero che scende a zig-zag lungo il pendio del fianco sinistro indica l'imbocco di valle del cunicolo esplorativo.

(Foto FERRUZZI, Venezia).



CONTENUTO DELLA TAVOLA III.

1. La valle di ...

2. La valle di ...

3. La valle di ...

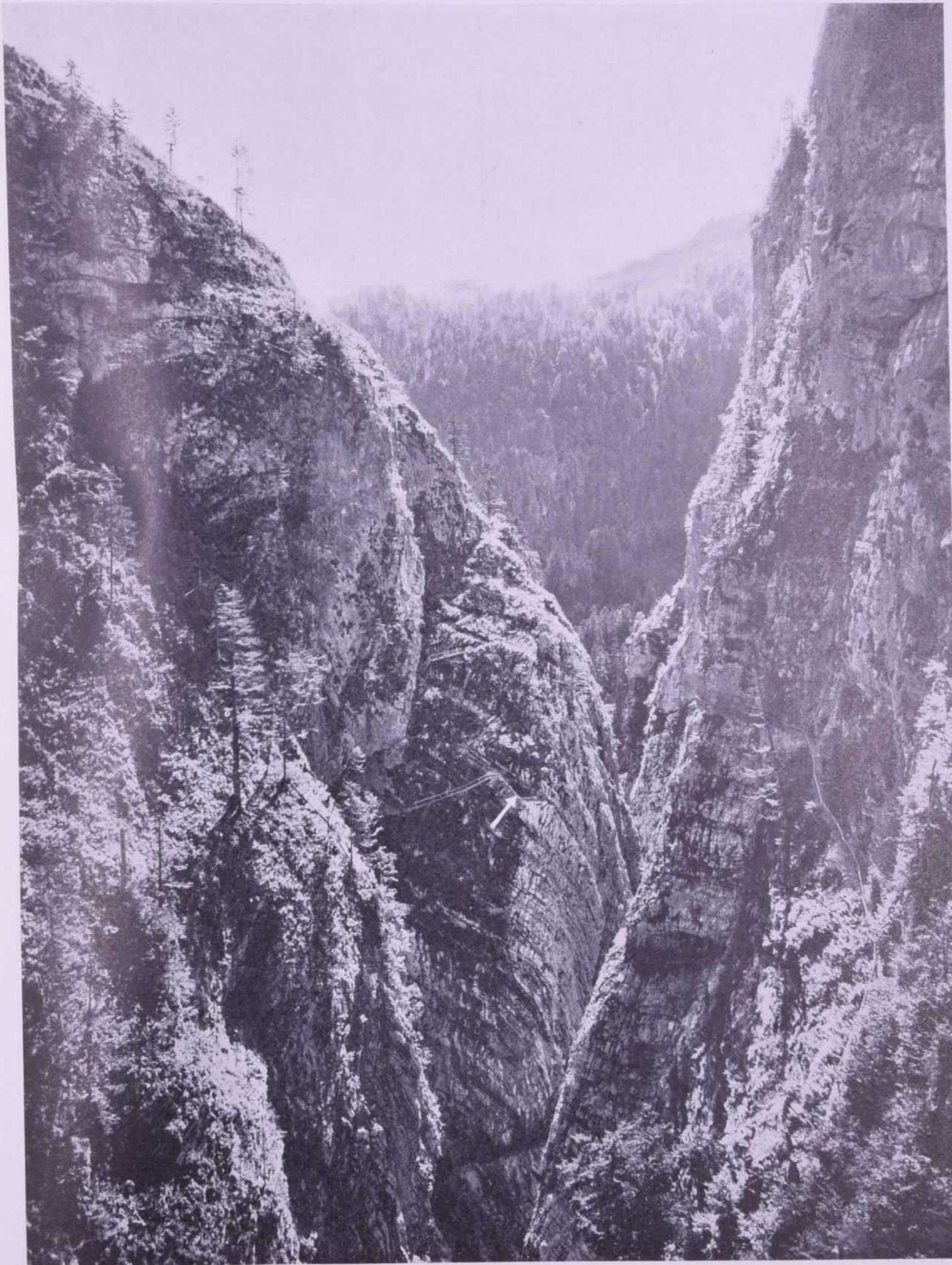




TAVOLA IV.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA IV.

Parte mediana della gola del Plan di Zermula, vista da monte.

(Foto FERRUZZI, Venezia).

Fig. 1. - Vista del villaggio di S. Maria della Croce (Cuneo).



SPERANZA DELLA TAVOLA IV.

La speranza della tavola IV. di Zornale, vista da monte.

Per il disegno, Zornale.





TAVOLA V.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA V.

Parte superiore della gola del Plan di Zermula in corrispondenza della zona
d'imposta, vista da valle.

(Foto FERRUZZI, Venezia).

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY



ESTENSIONE DELLA TAVOLA V.

... corrispondenza della zona ...

... Firenze, Firenze

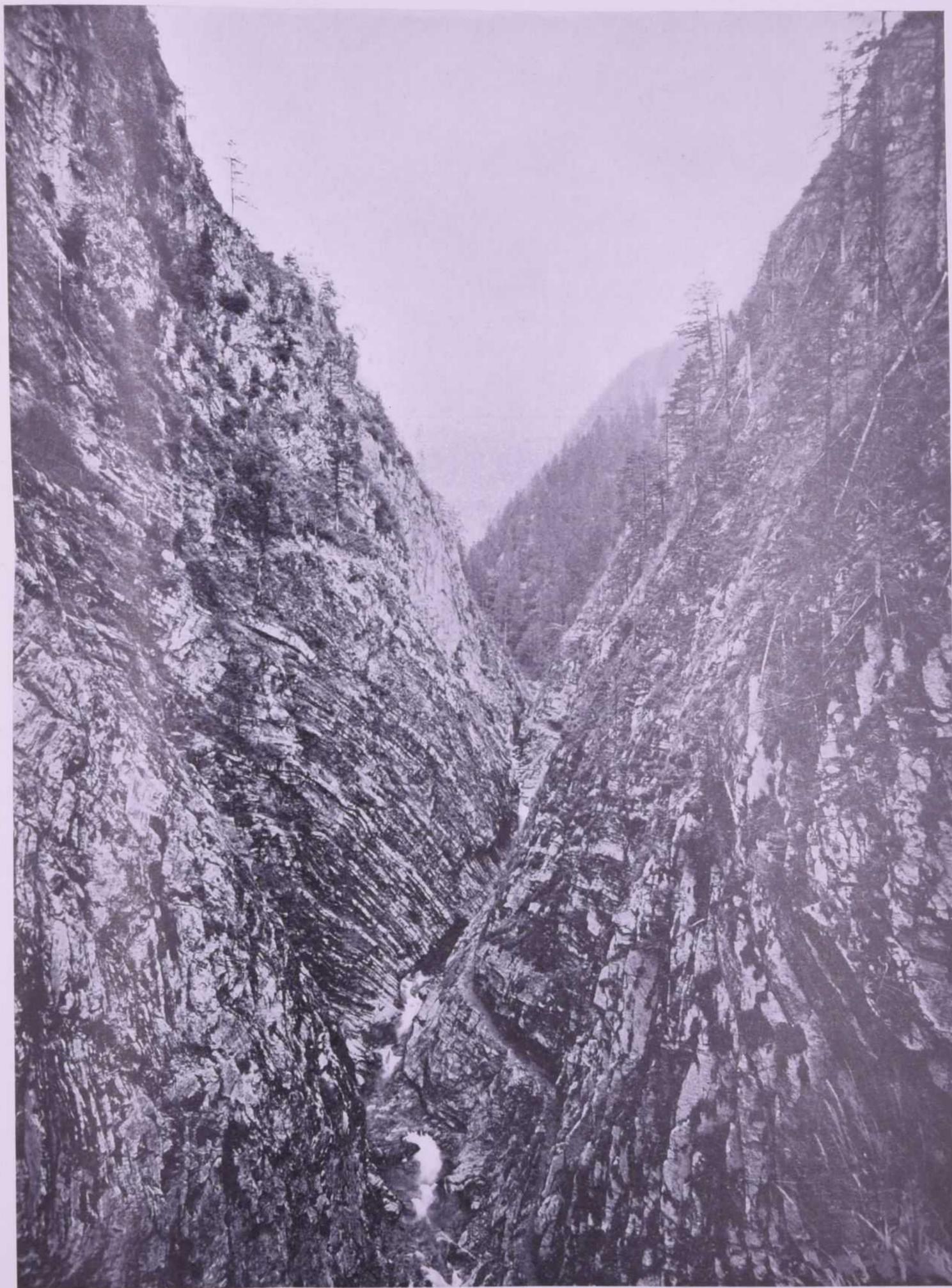




TAVOLA VI.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA VI.

Fianco sinistro della gola 150 metri circa a valle dell'imposta della diga.
Notevoli ripiegamenti delle stratificazioni attraversate da varie diaclasi e da una
spaccatura verticale con cavità a grotta in basso.

(Foto FERRUZZI, Venezia).

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA VI.

Sezioni estratte dalla gola 110 metri circa a valle dell'imposta della diga.
Rappresentazione delle stratificazioni attraversate da varie diaclasi e da una
frattura centrale con cavità e grotta in basso.

Prof. Ignazio Perugini

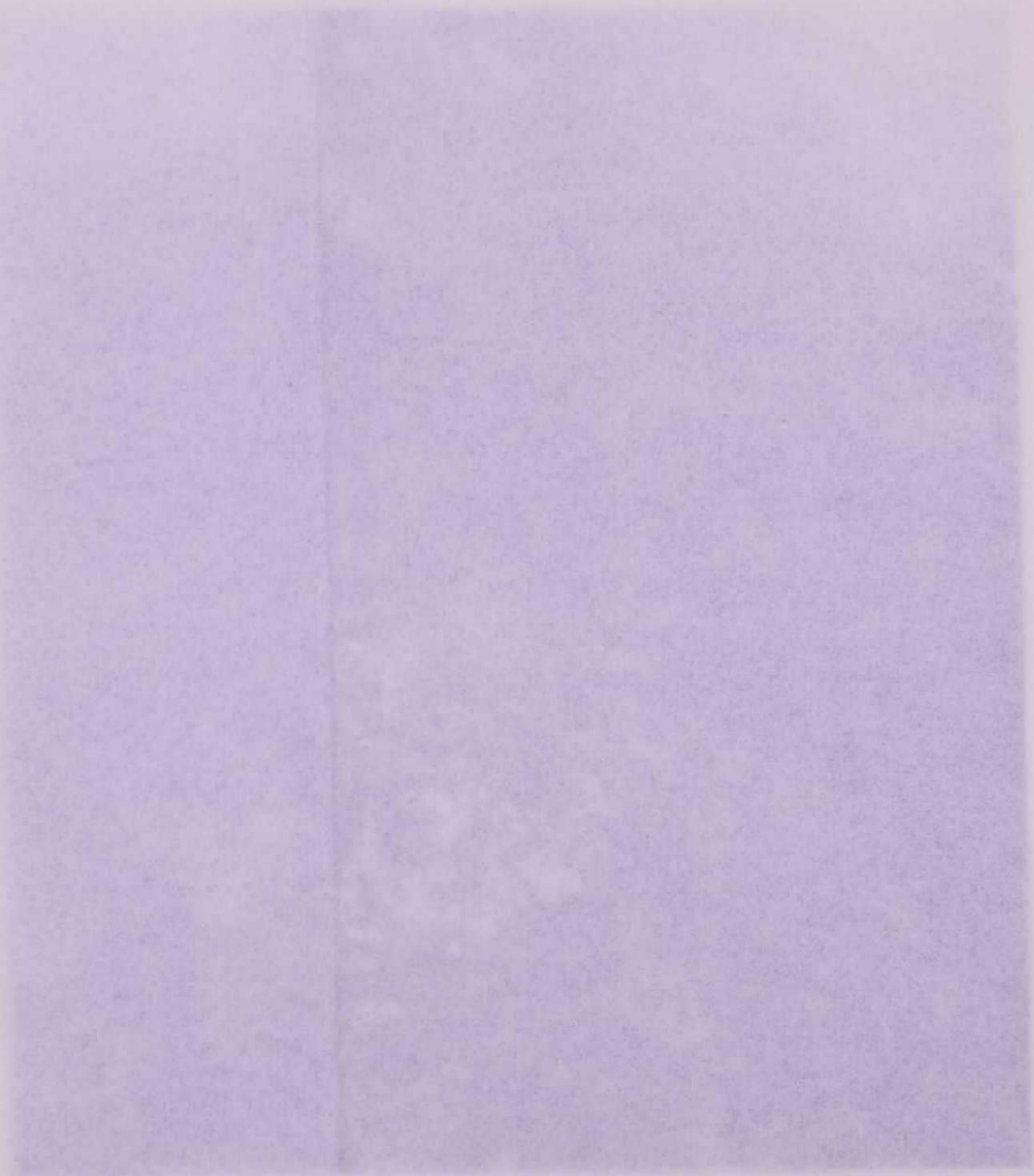


TAVOLA VII.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA VII.

Veduta panoramica del fianco destro della gola di Plan di Zermula. Sul lato sud (sinistra della fotografia) gli strati calcarei da una posizione orizzontale si ripiegano gradualmente verso il basso. Altrettanto si riscontra sul lato nord (destra della fotografia) di modo che ne risulta, nell'insieme, un'anticlinale a larga curvatura. La magnifica serie degli strati calcarei del Devoniano è attraversata da qualche spaccatura inclinata da valle verso monte. Una di queste spaccature, situata verso valle, è particolarmente estesa e trova riscontro sul fianco di sinistra.

(Foto FERRUZZI, Venezia).



G. DAL PIAZ - *Studio geologico dell'alta valle del torrente Chiarzò (Carnia Orientale).*

E DELLA TAVOLA VII.

no destro della gola di Pian di Zernone, del
strati calcarei di disposizione orizzontale
masso. Altrettanto si osserva sul lato nord-ovest,
ne risulta, nell'insieme, un'anticlinale a
egli strati calcarei del Quotziano è atteso
la valle verso mezzo. Una di queste sporgenze
ente salca e trova riscontro nel fianco di

(Foto G. Dal Piaz)

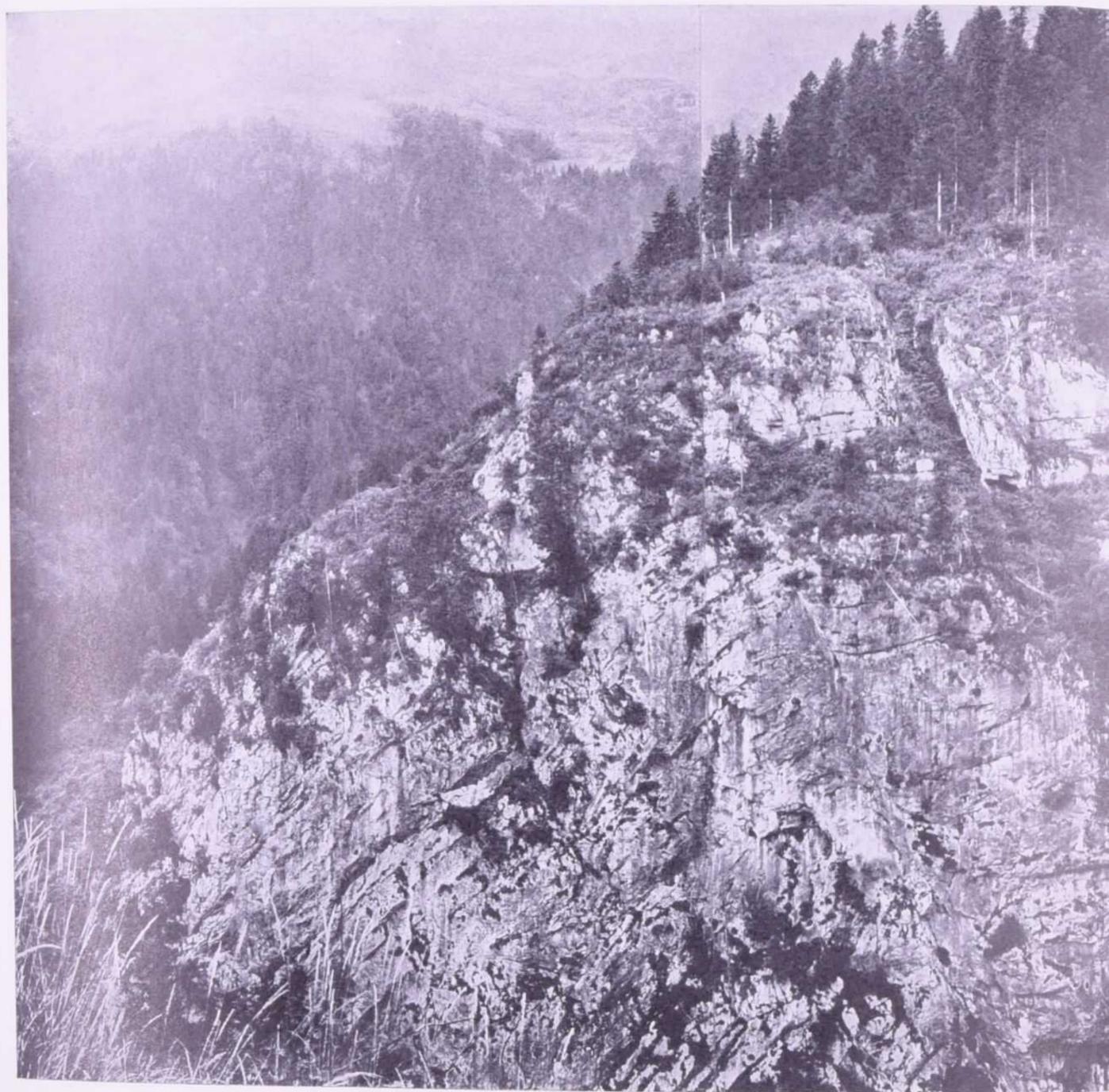






TAVOLA VIII.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA VIII.

Fianco destro della gola. Verso valle le stratificazioni calcaree, per quanto corrose, sono massicce e di medio spessore. Nel tratto verso monte esse sono invece alquanto più sottili, ma continue e serrate. Nella parte verso monte di esse verrà a trovarsi un tratto dell'imposta di destra della diga.

(Foto FERRUZZI, Venezia).

Fig. 10. - Vista aerea della valle del torrente Chiaro (Cuneo).



DESCRIZIONE DELLA TAVOLA VIII.

Le stratificazioni calcaree, per quanto riguarda l'aspetto, sono di varia spessore. Nel tratto verso monte esse sono invece più sottili, che si serrano. Nella parte verso monte di esse verrà osservata una qualche stratificazione di destra della diga.

(Per Tavola, Tavola).





TAVOLA IX.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA IX.

Fianco destro della parte superiore della gola a monte dell'imposta della diga. Le stratificazioni presentano intensi ripiegamenti, ma la roccia è ovunque sana e resistente. Al piede della parete, dove è stata ripulita dalle acque del torrente, essa si mostra con particolare evidenza ed unità strutturale.

(Foto FERRUZZI, Venezia).



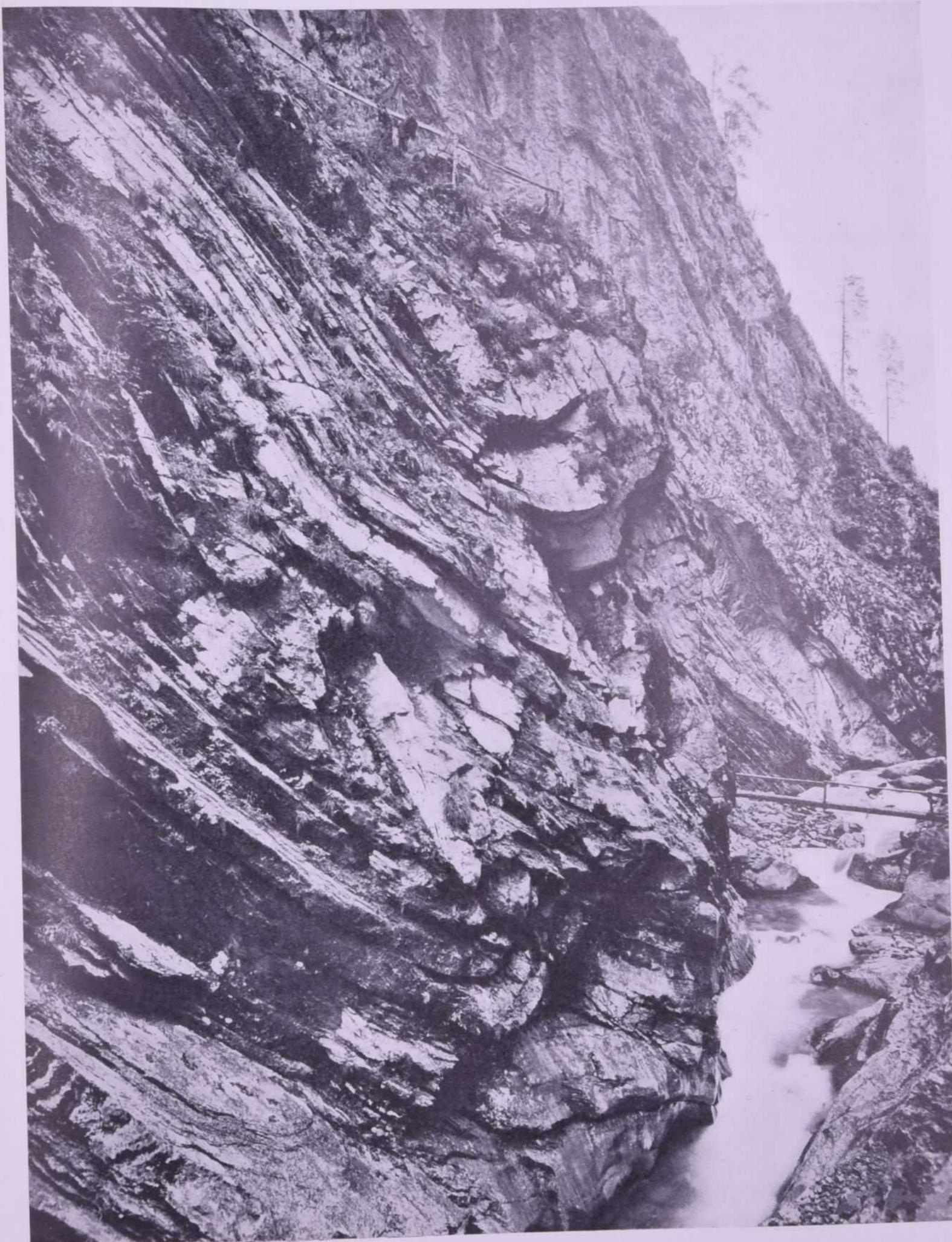




TAVOLA X.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA X.

Fianco destro della gola, 220 metri a valle della zona d'imposta della diga. Le stratificazioni formano il nucleo di una anticlinale secondaria complicata da torsioni e scorrimenti.

Gli strati della gamba di sinistra dell'anticlinale, cioè verso valle, scendono molto ripidamente verso il basso. La gamba di destra è accompagnata da ripiegamenti secondari e da numerose fratture generalmente chiuse.

(Foto FERRUZZI, Venezia).



SPINGAZIONE DELLA TAVOLA X.

Questo disegno della tavola X, si mostra tale della parte d'impasto della diga-
na dell'acqua bassa, il quale si vede antichissimo secondo la spiegazione da
mezzogiorno e mezzanotte.

Il punto della diga è la parte dell'antichissimo, cioè verso valle, secondo
la spiegazione del disegno, la parte di destra è accompagnata da ripie-
gamenti e canali, e la parte di sinistra guardando verso valle.





TAVOLA XI.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA XI.

Fianco destro della gola, 240 metri a valle dell'imposta. Stratificazioni ora più grosse ed ora più sottili, ad andamento quasi verticale. Nella parte inferiore della parete rocciosa si avverte la presenza di una grossa spaccatura inclinata da valle a monte, che ha riscontro sul fianco sinistro. Questa spaccatura è stata poi qua e là allargata da corrosioni carsiche.

(Foto FERRUZZI, Venezia).



SPERGAZIONE DELLA TAVOLA XI.

Spaccatura della gola. 240 metri a valle dell'imposta. Stratificazioni ora
più sottili, ed orientate quasi verticali. Nella parte inferiore
si avverte la presenza di una grossa spaccatura inclinata
che ha riscontro nel fianco sinistro. Questa spaccatura è stata
ritagliata da correnti cariche.

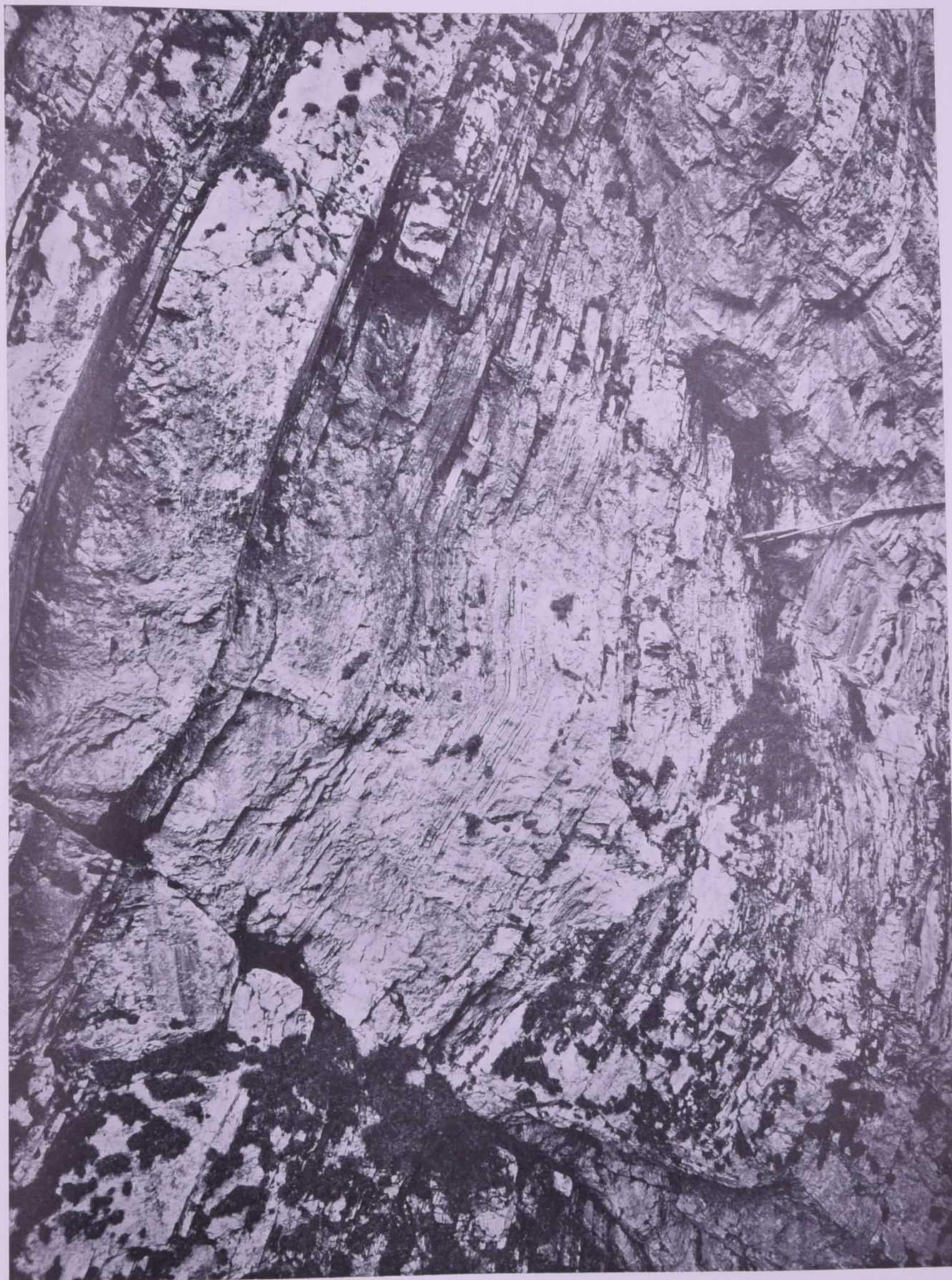




TAVOLA XII.

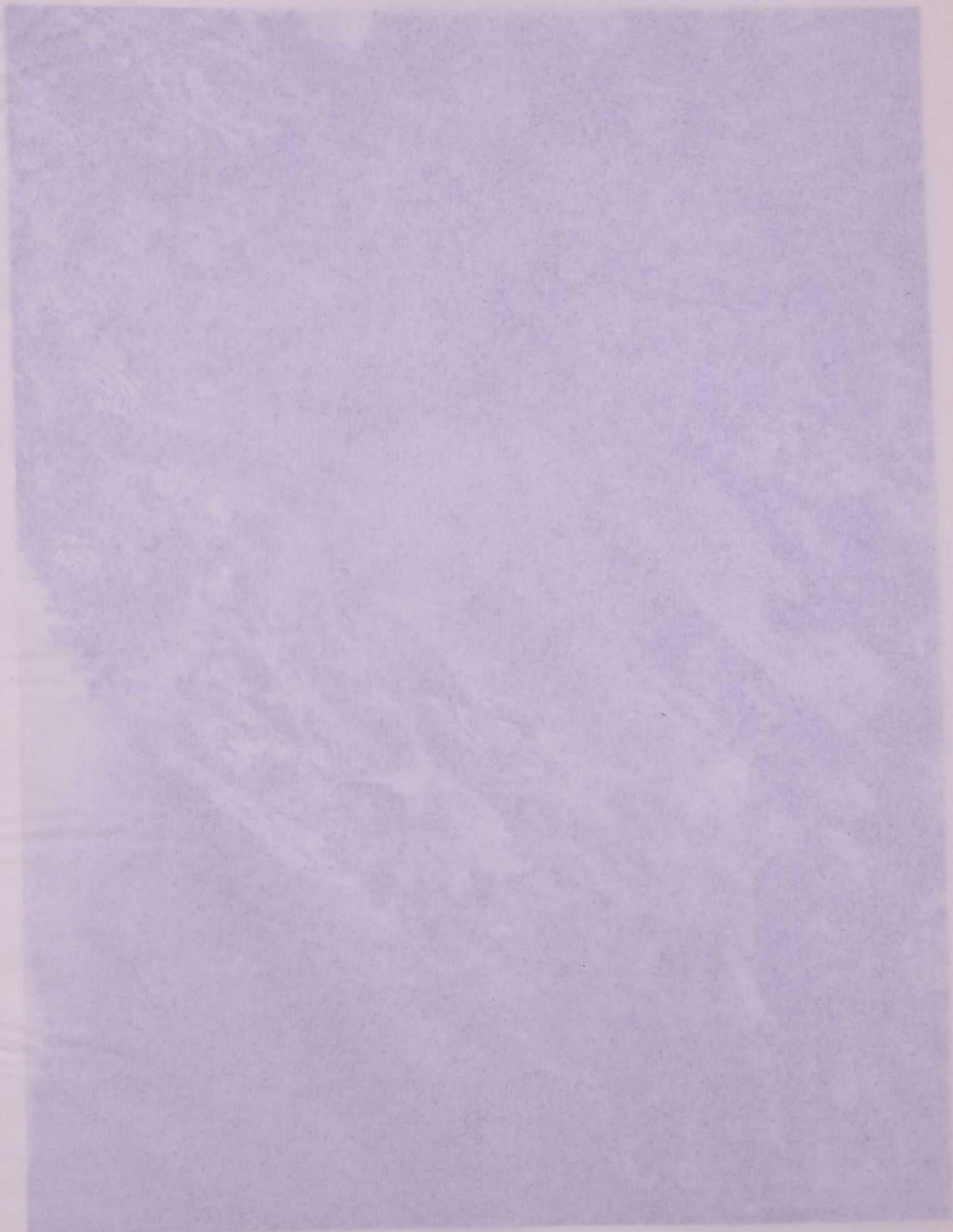
SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA XII.

Estremità verso valle del fianco destro della gola. Grossi banchi del solito calcare devoniano attraversati da una lunga spaccatura inclinata verso monte ed accompagnata da altra diaclase sottostante, di minore importanza. *La parete rocciosa presenta pure tracce di corrosioni carsiche.

(Foto FERRUZZI, Venezia).

MEMORIE DEGLI ISTITUTI DI GEOLOGIA E MINERALOGIA DELL'UNIVERSITÀ DI PADOVA

G. DAL PIAÈ - Studio geologico nell'alta valle del Brenno. (Lavoro illustrato)



ESPLICAZIONE DELLA TAVOLA XII.

Questo tipo della carta è di una specie di carta. Sono banchi del solito
di una specie di carta. La sua forma quadrata indica verso monte ed
avanzata in altre direzioni, di minore importanza. La parte
di questa carta è di una specie di carta.

G. DAL PIAZ • Studio geologico dell'alta valle del torrente Chiarzò (Carnia Orientale).

