

ATTI  
DELLA  
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCVII.

1910

---

SERIE QUINTA

---

RENDICONTI

---

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

---

VOLUME XIX.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

---

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1910

# RENDICONTI

DELLE SEDUTE

DELLA REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

Seduta del 20 marzo 1910.

P. BLASERNA, Presidente.

MEMORIE E NOTE

DI SOCI O PRESENTATE DA SOCI

Geologia. — *Il profilo geologico del Sempione. La grande Galleria. III (Profilo 6)* <sup>(1)</sup>. Nota del Socio CARLO DE STEFANI.

Passiamo ora al gran *tunnel*; ma premetto ch'io mi limito alla sola parte meridionale, che è la principale dal punto di vista geologico.

Abbiamo veduto che sulla destra della Cairasca il micascisto (n. 2) forma un anticlinale assai alto ed assai esteso; che nel lato S. E. gli strati di esso e quelli del sovrastante *gneiss* n. 3, vanno per gran tratto poco inclinati, cioè di 8 a 12° a S. O., o quasi orizzontali; che nel lato N. O. questi strati si alzano e s'incurvano molto di più; che talora vi sono delle forti pendenze sin di 45°, quantunque ordinariamente esse siano molto minori; che le pendenze scendono sempre abbassandosi verso la parte della galleria; che considerando i rapporti degli strati dei micascisti (n. 2) a destra ed a sinistra della Cairasca, si scorge come essi debbano pendere fortemente sotto la grande galleria; che talvolta, come sotto Oro del Vino sulla sinistra della Cairasca, vi sono anche delle pieghe e delle pendenze in senso contrario; che la massa del *gneiss* d'Antigorio n. 3 a N. E. è molto ridotta in dimensioni, cioè a circa 600 m.; che in quella parte gli strati sono molto pendenti verso N. O.; che a S. della foce della Cairasca il *gneiss* si estende ancora assai, quasi oriz-

<sup>(1)</sup> Vedi *Il profilo geologico del Sempione. I. La Val Dévero* Profili 1, 2, 8. Rendiconti 1910, fasc. 3°, 1° sem., pag. 118. II. *Il Monte Cistella, la Valle della Cairasca e la galleria elicoidale di Varzo* Profili 3, 4, 5, 7. Rendiconti 1910,

zontale, lungo la Diveria, finchè, più verso il Toce, a contatto con le rocce più recenti (zona 4) a Campeggia, assume pendenze fortissime, e diventa quasi verticale.

Giudicando dall'esterno si sarebbe potuto dire soltanto che la Galleria del Sempione deve percorrere l'estrema unghia S. O. dell'ellissoide Cairasca-Devero-Toce; che deve traversare l'anticlinale dei Micascisti n. 2; che l'ala S. E. del *gneiss* d'Antigorio (n. 3) deve presentarsi in strati poco pendenti e per un tratto assai lungo; che l'ala N. O. degli stessi *gneiss* deve presentarsi in banchi assai più pendenti, alti circa 600 m. e per un tratto molto minore; che passata quest'ala minore dei *gneiss* (n. 3), debbono incontrarsi i Calcari, i Calceschisti, i Micascisti del Teggiolo e di Vallè, con una pendenza assai debole, fra 10 e 20° verso N. O.

Questa, in sostanza, e salvo leggere varianti, fu l'opinione di Heim, Renevier, Lory, Taramelli che poi non corrispose completamente ai fatti.

Qualora si fosse considerato che il limite superiore del *gneiss* d'Antigorio (n. 3) sulla sinistra di Val Divedro o valle della Cairasca scende dal M. Cistella verso il fondo della valle con angolo fino di 35°, si sarebbe potuto sospettare che, comportandosi in simil modo a S. O. dell'ellissoide, il Tunnel avrebbe traversato l'anticlinale *gneissico* ad un livello superiore ai Micascisti senza incontrare questi; così difatti è avvenuto.

La Cairasca abbandona le rocce calcaree e scistose della zona 4, entrando nel *gneiss* n. 3 alla quota di circa m. 1280 sul mare; esce dal *gneiss* per entrare nel Micascisto (n. 2) alla quota di circa m. 1170 e raggiunge di nuovo il *gneiss* solo all'entrata nella Diveria sotto m. 578. Dall'entrata nella zona scistosa n. 2 all'uscita da essa, sur una lunghezza in linea retta di m. 4500, scende di m. 592 almeno.

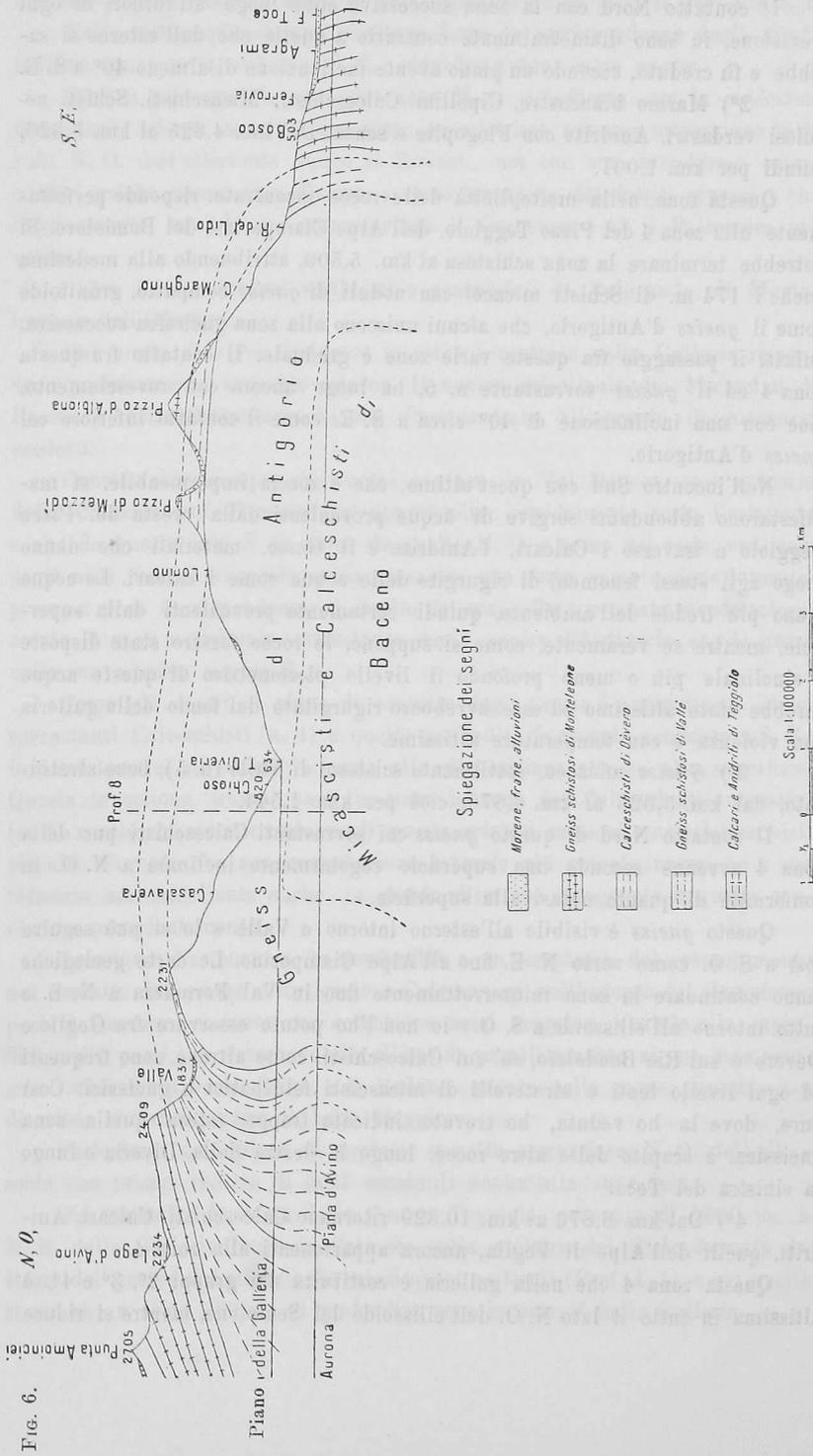
La grande galleria del Sempione, diretta da N. O. a S. E., è quasi perfettamente parallela alla Cairasca: trovasi distante circa 2600 m. dall'entrata della valle negli schisti della zona 2 e pochi metri meno dal punto ove cessa il parallelismo colla valle stessa sotto Fracchia. La galleria, che entra a Iselle a m. 634 ed esce a Briga a m. 686, entra più in alto della foce della Cairasca in Diveria; ma si mantiene poi sempre sotto al livello di questa, essendo più bassa di almeno 520 m. rispetto al punto nel quale la Cairasca passa dall'ala N. O. dell'anticlinale *gneissico* agli schisti n. 2.

Rispetto però agli affioramenti esterni più alti, nella vólta dell'anticlinale, dei Micascisti n. 2 con gli *gneiss* n. 3, la galleria si accosta fin circa 1750 m. e corre rispettivamente circa m. 950 sotto l'affioramento più alto.

La bocca Sud della Galleria entra ad Iselle sulla Diveria, come dicevamo, a m. 634.

Nei primi tratti (fig. 6) incontrò le rocce seguenti:

1°) *Gneiss* d'Antigorio ben caratteristico con rari banchi di Micascisto per km. 4,325.



Il contatto Nord con la zona successiva ebbe luogo, all'infuori di ogni previsione, in seno diametralmente contrario a quello che dall'esterno si sarebbe e fù creduto, secondo un piano avente inclinazione di almeno 40° a S. E.

2°) Marmo biancastro, Cipollini, Calceschisti, Micaschisti, Schisti nodulosi verdastri, Anidrite con Flogopite e senza. Dal km. 4,325 al km. 5,326, quindi per km. 1,001.

Questa zona, nella molteplicità delle rocce incontrate, risponde perfettamente alla zona 4 del Pizzo Teggiolo, dell'Alpe Ciamporino, del Bondolero. Si potrebbe terminare la zona schistosa al km. 5,500, attribuendo alla medesima anche i 174 m. di Schisti micacei con noduli di *gneiss* compatto, granitoide come il *gneiss* d'Antigorio, che alcuni uniscono alla zona gneissica successiva. Infatti il passaggio fra queste varie zone è graduale. Il contatto fra questa zona 4 ed il *gneiss* sovrastante n. 5, ha luogo ancora con rovesciamento, cioè con una inclinazione di 40° circa a S. E. come il contatto inferiore col *gneiss* d'Antigorio.

Nell'incontro Sud con quest'ultimo, che è roccia impermeabile, si manifestarono abbondanti sorgive di acque provenienti dalla cresta del Pizzo Teggiolo a traverso i Calcari, l'Anidrite e il Gesso, materiali che danno luogo agli stessi fenomeni di rigurgito delle acque come i calcari. Le acque erano più fredde dell'ambiente, quindi certamente provenienti dalla superficie, mentre se veramente, come si suppone, le rocce fossero state disposte a sinclinale più o meno profondo il livello piezometrico di queste acque sarebbe stato altissimo ed esse avrebbero rigurgitato dal fondo della galleria con violenza e con temperature altissime.

3°) *Gneiss* micaceo, sottilmente scistoso, di Vallè (n. 5), bene stratificato, dal km. 5,326 al km. 6,870, cioè per km. 1,544.

Il contatto Nord di questo *gneiss* coi sovrastanti Calceschisti pur della zona 4 avvenne secondo una superficie regolarmente inclinata a N. O. in conformità di quanto notasi alla superficie.

Questo *gneiss* è visibile all'esterno intorno a Vallè e lo si può seguire così a S. O. come verso N. E. fino all'Alpe Ciamporino. Le carte geologiche fanno continuare la zona ininterrottamente fino in Val Formazza a N. E. e tutto intorno all'ellissoide a S. O.: io non l'ho potuto osservare fra Goglio e Devero e sul Rio Bondolero, ne' cui Calceschisti, come altrove, sono frequenti ad ogni livello lenti e straterelli di micascisti feldspatici o gneissici. Così pure, dove la ho veduta, ho trovato indicata troppo estesa quella zona gneissica, a scapito delle altre rocce, lungo la destra della Diveria e lungo la sinistra del Toce.

4°) Dal km. 6,870 al km. 10,329 ritornano Calceschisti, Calcari, Anidriti, quelli dell'Alpe di Veglia, ancora appartenenti alla zona 4.

Questa zona 4 che nella galleria è costituita dai gruppi 2°, 3° e 4°, è altissima in tutto il lato N. O. dell'ellissoide del Sempione, mentre si riduce

a molto minore potenza nell'alto dell'ellissoide ed in tutto il suo lato S. E.

Nella carta svizzera non risaltano bene le corrispondenze degli strati, indicati quasi tutti, nel lato S. E., eccessivamente, come *gneiss*.

D'altra parte poi la zona del lato N. O. è indicata con la medesima tinta degli schisti lucenti i quali con grandissima potenza costeggiano tutta l'ala N. O. dell'ellissoide lungo il Rodano, ma che non dovrebbero essere confusi poichè hanno tipo diverso e vi si trovarono dei fossili giuresi e che inferiormente, secondo me rappresentano il Carbonifero ed il Paleozoico più antico.

5°) *Gneiss* scistosi anfibolici e granatiferi di Valgrande, di Monteleone e dell'Ofenhorn.

Dal punto di vista litologico le rocce incontrate nella Galleria rispondono perfettamente a quelle esterne. Il nucleo anticlinale dei Micascisti di Baceno e della Cairasca (n. 3) non fu incontrato, all'opposto di quanto si credeva.

Convien dire dunque che, come avviene in Val Devero, così a destra della Cairasca que' Micascisti si approfondino rapidamente sotto l'orizzonte e che da questo lato S. E. come da quello N. O. e come del resto, vedremo, dagli altri lati, l'ellissoide abbia risentito una forte compressione laterale, presso a poco in rispondenza al livello del mare. Fu traversata invece interamente la zona anticlinale sovrastante degli *gneiss* d'Antigorio (n. 3) quasi nella sua estrema unghia S. O.

Come già dicevo il piano di contatto degli *gneiss* d'Antigorio (n. 3) coi sovrastanti Calceschisti (n. 4) a quelle profondità fu trovato pendente a S. E.: in altri termini rovesciato rispetto alla disposizione che ha alla superficie. Questa inversione trovasi pure in tutta la zona dei Calceschisti successivi (n. 4) e solo va scomparendo negli *gneiss* scistosi micacei e nei Calceschisti più alti. Si vede che una compressione laterale più potente ancora si è manifestata nell'anticlinale anche in questa direzione ortogonale a quella constatata precedentemente.

Ignoriamo l'estensione in profondità e in ampiezza del rovesciamento nel contatto fra *gneiss* d'Antigorio e Calceschisti nell'interno del Sempione: però il fenomeno si trova con estensione assai maggiore visibile alla superficie nelle parti più esterne della ellissoide parallelamente al suo asse maggiore, cioè tanto verso Briga e il Rodano, quanto nella parte opposta, con direzione contraria, verso il Lago Maggiore.

Però lungo quel piano di contatto e nello stesso lato N. O. dell'ellissoide non manca indizio di fatti consimili anche alla superficie.

Già vedemmo la costa della Corona Teggiolo, poco più di 1500 m. a N. E. della Galleria lungo la Cairasca sulla sinistra del Riale formata da strati del *gneiss* d'Antigorio diventati quasi verticali (Prof. 4, 5), e son quelli stessi che a circa 500 m. di profondità sono incontrati dalla Galleria.

Più a N. E. ma sempre lungo la stessa ala N. O. dell'anticlinale, sul Rio Bondolero verso il Devero, il *gneiss* d'Antigorio si raddrizza alquanto in basso (Prof. 2), e la zona di Calceschisti (n. 4), che in fondo al Rio e a Goglio è assai ampia e con strati pendenti più ripidamente accosto al *gneiss* n. 3, più dolcemente in alto, nell'alto verso l'Alpe Bondolero si fa più ristretta.

Facendo una sezione verticale (Prof. 2) vi si vedrebbe in parte lo stesso andamento che i Calceschisti della medesima zona e gli *Gneiss* di Vallè inclusivi hanno nella Galleria fra i km. 4325 e 10329 dall'imbocco Sud.

In casi consimili la massima parte dei geologi avrebbe preveduto la possibilità di anomalie e di differenze negli strati interni del monte rispetto a quelli esterni: ma nemmeno il Gerlach, che pure aveva dato per la Val Devero uno spaccato simile a quelli adottati oggi da altri per il Sempione, suppose che un simile andamento di strati anche nell'interno del Sempione si verificasse. In realtà nell'inversione degli strati gneissici più esterni al nucleo anticlinale e nell'approfondarsi sotto la Galleria del nucleo de' Micascisti di Baceno (n. 2) non è nulla di tanto anormale che non sia spiegabile coi criterî comuni e spiccioli della geologia antica.

Complicate e tali da far credere, come fu detto, al fallimento della vecchia geologia, furono al contrario le ipotesi adottate, che poi servirono di base e di rinforzo alla teoria dei carreggiamenti.

Lo Schardt, fondandosi sul detto profilo del Gerlach per la Val Devero, propose nel 1894 anche per il Sempione un profilo che in sostanza risponde a quelli oggi adottati dai più.

Schardt, Schmidt, Lugeon, Preiswerk, seguiti da Stella, Novarese, Franchi, Termier, Steinmann, Suess, Taramelli e da altri, con unanime o quasi unanime consenso, e con leggere varianti dagli uni agli altri in punti secondari, ritengono che gli *Gneiss* in tutte le loro varietà e zone apparentemente diverse costituiscano una roccia unica; che sieno la roccia più antica della regione e delle Alpi; che gli schisti cristallini o poco cristallini sovrastanti e intercalati agli *Gneiss* costituiscano parimente una zona unica più recente, ora metamorfosata, ora no; che i fenomeni orogenetici abbiano ridotto gli *Gneiss* in pieghe lunghissime, per molte decine di chilometri non regolari o verticali ma sdraiate e stirate e sottili, più e più volte ripetute, e di nuovo ripiegate a loro volta in curve anticlinali e sinclinali, e le abbiamo sospinte da Sud, cioè da verso la pianura italiana a Nord verso l'interno delle Alpi in mezzo alla zona schistosa ritenuta sovrastante; che per converso la zona schistosa sia spartita in altrettante numerose ripieghe sdraiate, stirate e allungate da Nord verso Sud; che finalmente il Sempione sia costituito appunto da simili ondulazioni passanti alla superficie in molteplici pieghe sdraiate e stirate.

A favore di questa ipotesi, per questa regione, non sta altro indizio se

non quello dell'inversione degli strati del *Gneiss* d'Antigorio nell'interno della Galleria. Niun indizio favorevole è all'esterno; anzi tutti gli indizi sono contrari.

Non si comprende come entro pieghe e ripieghe così supposte, così lontane dalla loro radice, conseguentemente fra ali così distanti, il *Gneiss* di Antigorio si presenti con tanta singolare uniformità; mentre in luoghi che avrebbero dovuto essere molto più vicini fra loro, però oggi, secondo le ipotesi, separati da rocce schistose differenti, si trovano altri *Gneiss*, i quali nella Carta Svizzera, e sebben meno in altre carte a più piccola scala, sono indicati bensì in molta parte con la stessa tinta di quello d'Antigorio, ma ne sono notevolmente diversi.

Dal punto di vista meccanico non si comprende come un movimento così intenso da ripiegare gli *Gneiss* in modo così straordinario abbia potuto agire così, superficialmente, senza produrre ondulazioni ampie e ripetute pieghe intercalate e regolari o verticali o sdraiate anche negli strati sottostanti alla supposta zona di carreggiamento. Mal si comprende come siffatte lunghissime pieghe sdraiate sieno poi state conformate, a lor volta, in ampî ed alti anticlinali regolari, corrosi poi dalla denudazione, aventi ogn' intorno le loro radici, profonde ed invisibili, nel sottosuolo; e mal si spiega come compressioni sì intense non abbiano prodotto, almeno negli schisti più plastici che vi furono soggetti, più innumerevoli pieghettature e rotture di quelle che pur si vedono in tutte le regioni turbate.

Nè si deve dimenticare, come già dicevo, che per grandissima estensione a N. O. e a S. E. dell'ellissoide del Sempione, così verso la Valle del Rodano, come dalla sinistra del Toce fin quasi al Lago Maggiore, gli strati esterni non sono pendenti come dovrebbero essere attorno ad un anticlinale regolare verso l'interno cioè verso la parte ove son dirette le supposte pieghe sdraiate, bensì sono pendenti proprio in senso contrario; sono cioè rovesciati all'esterno, dando luogo nell'insieme ad una vera e propria struttura a ventaglio della massa del Sempione e rendendo meno facile a suppersi un ritorno superficiale degli strati in pieghe lunghissime verso l'interno. Se la galleria del Sempione venisse prolungata a maggiore profondità, oltre la Diveria, fino al Toce, troverebbe, anche da quella parte, gli strati del *Gneiss* d'Antigorio rovesciati sopra la zona dei Calceschisti n. 4.

Nè le difficoltà sono minori ove si consideri l'ipotesi dal punto di vista topografico e direi geometrico.

Fino a che si conduca lo spaccato della montagna lungo la linea della Galleria, si possono segnare il *Gneiss* e le altre rocce carreggiate come riunite da una parte o dall'altra alle rocce in posto. Ma anche ad altro spaccato avente direzione normale e traversante la Galleria elicoidale di Varzo si diede lo stesso significato, e poichè le rocce ogn' intorno all'ellissoide del Sempione hanno esternamente il medesimo andamento, bisogne-

rebbe costruire tutti gli spaccati nel medesimo modo, e si dovrebbe finire per istabilire una serie di pieghe irresolubili e per considerare il *Gneiss* di Antigorio della Val Divedro sopra la Galleria come un trovante isolato e senza radice da nessuna parte.

Dal punto di vista stratigrafico e tettonico si può osservare che le stratificazioni delle varie rocce gneissiche e schistose nei rispettivi piani di contatto sono concordanti e regolari e non sono estremamente pieghettate e replicatamente rotte; stanno cioè ben poco in armonia coi supposti intensissimi movimenti d'intrusione di una roccia nell'altra. Parimente se gli strati invece di essere uniformemente monoclinali e normalmente successivi gli uni agli altri, fossero plasmati come si suppone in pieghe anticlinali e sinclinali alternanti, si dovrebbero vedere, almeno in qualche luogo, se non sempre, la disposizione simmetrica degli strati, la cerniera e la curvatura di quelle pieghe, ciò che non si verifica.

Finalmente dal punto di vista litologico devesi affermare che, se pure non mancano analogie e talora identità fra gli schisti cristallini delle varie zone, invece fra gli *gneiss* sono assolute, generali e costanti differenze zona per zona; nè in sostanza vi hanno passaggi o commistioni di tipi i quali diano autorità a ritenere che si tratti di roccia formante un substrato unico.

Per tutte le ragioni predette non ci possiamo discostare dalla spiegazione più semplice da noi data; che cioè la Montagna del Sempione con le sue vicinanze è un anticlinale abbastanza regolare, nel quale le rocce interne di età diversa si sovrappongono normalmente le une alle altre, e quelle esterne son rovesciate a ventaglio.

Perciò torniamo a ripetere la serie delle rocce più antiche quale rimane per noi stabilita, dal basso a l'alto:

1. *Gneiss* di Crodo o Verampio;
2. Schisti cristallini di Baceno e di Varzo;
3. *Gneiss* d'Antigorio;
4. Calceschisti di Devero col *Gneiss* di Vallè incluso;
5. *Gneiss* di Monteleone.

Al diverso concetto sulla stratigrafia risponde il diverso modo d'intendere l'età di questi terreni.

Chi presta fede ai carreggiamenti attribuisce gli *Gneiss* al Precarbonifero, i calcari, i gessi, l'Anidrite che accompagnano gli schisti al Trias, e gli schisti al Secondario riunendoli col nome generico di Schisti di Bunden (*Bündner-Schichten*). Ciò in base a qualche raro fossile trovato in mezzo alle zone più esterne, nella Valle del Rodano o nei calcari veramente triasici più lontani. Però non un solo fossile sicuro è stato trovato nelle rocce dell'ellissoide del Sempione e nelle ellissoidi vicine; per la qual cosa le

sopra dette distinzioni cronologiche sono da considerare come affatto arbitrarie. Come transazione d'idee, se pur sia lecito farne in simili circostanze, ritenni io pure in addietro possibilmente triassici i Calcari e le Anidriti delle zone più cristalline: ma ora di tale transazione faccio ammenda.

Io ritengo ora che i terreni entroalpini predetti appartengano tutti a varie età del Prepaleozoico.

Certo negli ultimi tempi con le carte topografiche nuove lodevolmente precise almeno nel segnare il limite dei terreni, si sono fatti nelle Alpi Occidentali e nella stessa regione del Sempione rilevamenti geologici molto minuziosi e più accurati.

Ma l'età dei *Bündner Schiefer* quale si vede riprodotta nelle Carte Svizzere ed Italiane è ancora una età geologica mitica che ricorda l'età del *Macigno* nell'Appennino, cioè l'età nella quale tutti i terreni dell'Appennino erano insaccati col nome di *Macigno* e ritenuti antichi. Anche questo sotto vari punti di vista è piuttosto un regresso che un progresso.

Un attento studio comparativo con qualsiasi delle regioni confinanti assai fossilifere aprirà nuovi orizzonti alla determinazione cronologica dei terreni, e da ciò verranno avviate a nuova e più sicura via la stratigrafia e la geotettonica delle Alpi Occidentali.

Quanto alla regione del Sempione io l'ho trovata, per mio conto, ripeto, piuttosto semplice ed assai più regolare di tante e tante parti delle stesse Alpi Occidentali, di quelle Orientali e dell'Appennino.

*Matematica. — Sopra speciali trascendenti che si connettono colla teoria dei numeri.* Nota di ENRICO ZONDADARI, presentata dal Corrispondente A. DI LEGGE.

In questa Nota mi propongo di studiare un prodotto infinito che rappresenta una funzione analitica dotata di particolari proprietà aritmetiche relativamente all'ordine di molteplicità delle sue radici e per mezzo della quale facilmente si costruisce un'altra funzione che dà, eguagliata a zero, un'equazione caratteristica dei numeri primi; questa seconda funzione presenta una certa analogia con le funzioni  $k(x)$  e  $K(x)$  date da von Koch nella Nota: *Sur la détermination du nombre des nombres premiers inférieurs à une quantité donnée* (Comptes rendus d. s. d. l'A. d. s., t. CXVIII, pag. 850, 1894) la qual Nota è riassunta con alcune modificazioni nella monografia del prof. Torelli *Sulla totalità dei numeri primi fino ad un limite assegnato* (Napoli 1901).

Tuttavia mi è sembrato non inutile far conoscere questa nuova equazione caratteristica dei numeri primi perchè, mentre le equazioni del von Koch ammettono oltre ai numeri primi anche radici non intere, l'equazione