

FIG. 508 - IMPRESSIONANTE VISIONE DEL CARSO DELLA DALMAZIA, TRAVERSATO DALLA STRADA PER ADRIA.

IL CARSISMO

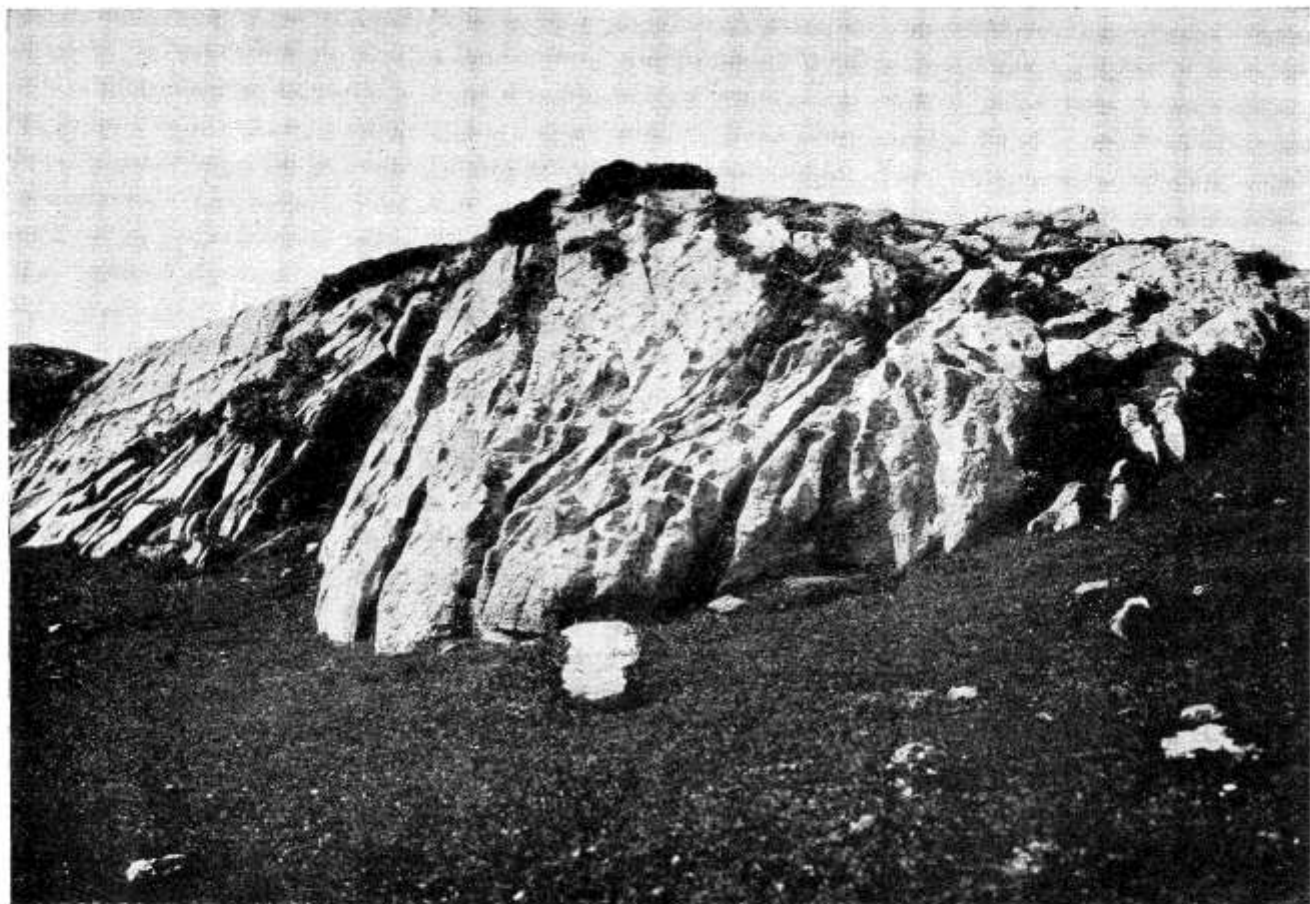
COL nome un po' esotico di Carso (esso deriva infatti dal tedesco *Karst*, in sloveno *Kras*), è indicata una vasta regione montana che si stende dalle Alpi orientali ai Monti Illirici, regione eminentemente calcarea che presenta un paesaggio arido, con fenomeni varii speciali, ai quali si diede quindi il nome di *Carsismo*, fenomeni che, se sviluppatissimi nelle montagne del Carso, si ripetono però in vario modo e grado in diverse altre regioni delle Alpi ed anche lungo l'Appennino.

Vediamo in che consiste il *Carsismo*.

E' un fenomeno legato essenzialmente a quelle rocce che sono costituite da calcare, cioè da carbonato di calcio, come indicano i chimici; ora, è noto che il calcare è abbastanza facilmente disciolto dall'acqua, tanto più quando questa acquista una acidità lieve per contenere una certa quantità di anidride car-

bonica (il cosiddetto acido carbonico) che essa assorbe facilmente, sia come acqua di pioggia, dall'aria atmosferica, sia come acqua scorrente sul suolo, dai diversi principii organici (i cosiddetti acidi umici) che abbondano nel terreno vegetale.

Se il calcare fosse cristallino, compatto e sano, la sua dissoluzione non sarebbe tanto facile e rapida; ma in realtà se osserviamo una roccia calcarea, vediamo che essa è un po' impura e più o meno fratturata in grande o piccola scala per i movimenti, le dislocazioni, le pressioni e gli stiramenti che essa ha subito per essere fatta emergere dal mare nel quale si era anticamente depositata e per essere sollevata a formare i rilievi più o meno montuosi ch'essa ora costituisce. Inoltre queste rocce calcaree sono generalmente stratificate, cioè divise in strati o banchi più o meno compatti, fra cui si interca-



(*fol. Brocherel, Aosta*)

FIG. 509 - DOLOMIA BRECCIOIDE AL COL DE LA SEIGNE (GR. DEL M. BIANCO), CON SOLCHI CARSI.



(*fol. F. Krantz*)

FIG. 510 - EROSIONE CARSI. CA NEI CALCARI SUI FIANCHI DEL MATTENSTOCK (SVIZZERA).



FIG. 511 - UN EVIDENTISSIMO ESEMPIO DI SOLCHI DI EROSIONE CARSIKA NEL CALCARE. *(fot. F.lli Wehrli, Zurigo)*



FIG. 512 - BANCHI CALCARI EROSI, LUNGO LA VIA DA CHERSANO AD ALBONA (ISTRIA).



(*fol. dr. G. Laeng*)

FIG. 513 - REGIONE CARSICA CARATTERISTICA SULL'ALTIPIANO DI SERLE (BRESCIA) - L'IMBOCCO DI UN POZZO AL FONDO DI UNA VASTA DOLINA PRESSO VILLA.

lano strati o straterelli meno resistenti, spesso un po' argillosi, in rapporto alle diverse ed alternate condizioni in cui queste formazioni calcaree furono originariamente depositate.

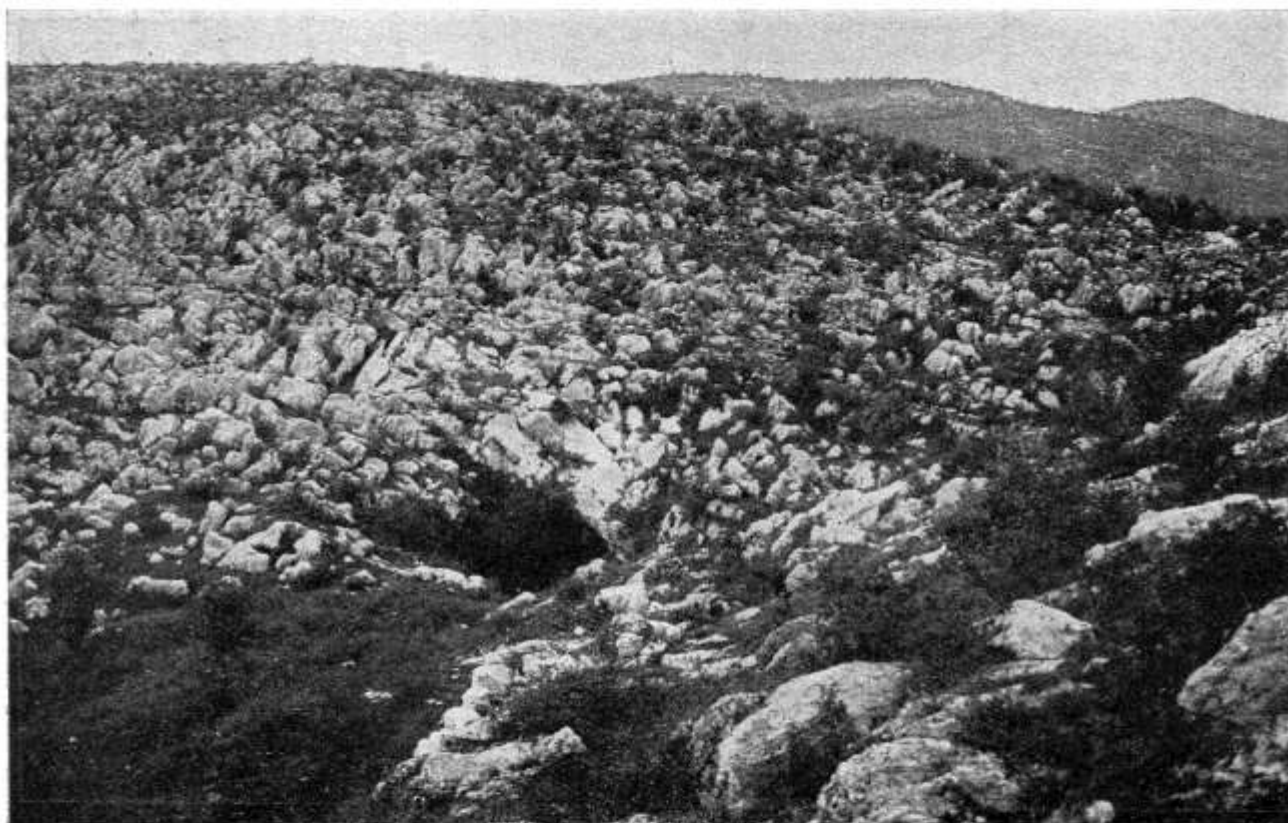
Da tutto ciò consegue che i terreni calca-

rei presentano in vario senso, in vario grado e con varia ampiezza, una quantità di fratture e di fessure d'ogni sorta (le cosiddette lito-clasi, diaciasi, giunti, piani di stratificazione, ecc.) che naturalmente facilitano grande-

mente la penetrazione dell'acqua superficiale nell'interno della roccia, e quindi la sua azione corrosiva e dissolvibile. Tale azione va aumentando a mano a mano che, per il conseguente allargarsi delle fessure, l'acqua esterna può penetrare più rapidamente e più abbondantemente nella compagine della serie calcarea. Da questo assieme di azioni fisiche e chimiche, deriva un complesso di fenomeni che possiamo, per semplicità, raggruppare in due forme, secondo che sono superficiali o sotterranee.



FIG. 514 - LA DOLINA SU UN LATO DELLA QUALE SI INABISSA IL POZZO DI TREBICIANO, PRESSO TRIESTE; L'APERTURA DI QUESTO È PROTETTA DAL CASELLO DI LEGNO. (IL POZZO DI TREBICIANO È IN REALTÀ FORMATO DA UNA QUINDICINA DI POZZI SUCCESSIVI CHE SOMMANO IN TOTALE AD UNA PROFONDITÀ DI 319 METRI SOTTO L'IMBOCCO).



(fot. L. Boldori, Cremona)

FIG. 515 - UNO DEGLI IMBocchi DEL « BUCO DEL FRATE » (PAITONE), CELEBRE CAVERNA OSSIFERA DEL BRESCIANO, E IL CARSO DI M. BUDELLONE (BRESCIA).

Nelle regioni carsiche vediamo che la superficie della roccia è generalmente intersecata da scanalature, solcolelli numerosi, fra loro completamente subparalleli, che paiono talora quasi artificiali tanto sono regolari, dando la impressione di *campi carreggiati*, o *karrenfelder* come li denominano i tedeschi (fig. 490); è questo il prodotto dell'azione fisico-chimica delle acque selvagge scorrenti sul calcare.

Coll'accentuarsi del fenomeno, seguendo in complesso l'evoluzione carsica del rilievo cal-

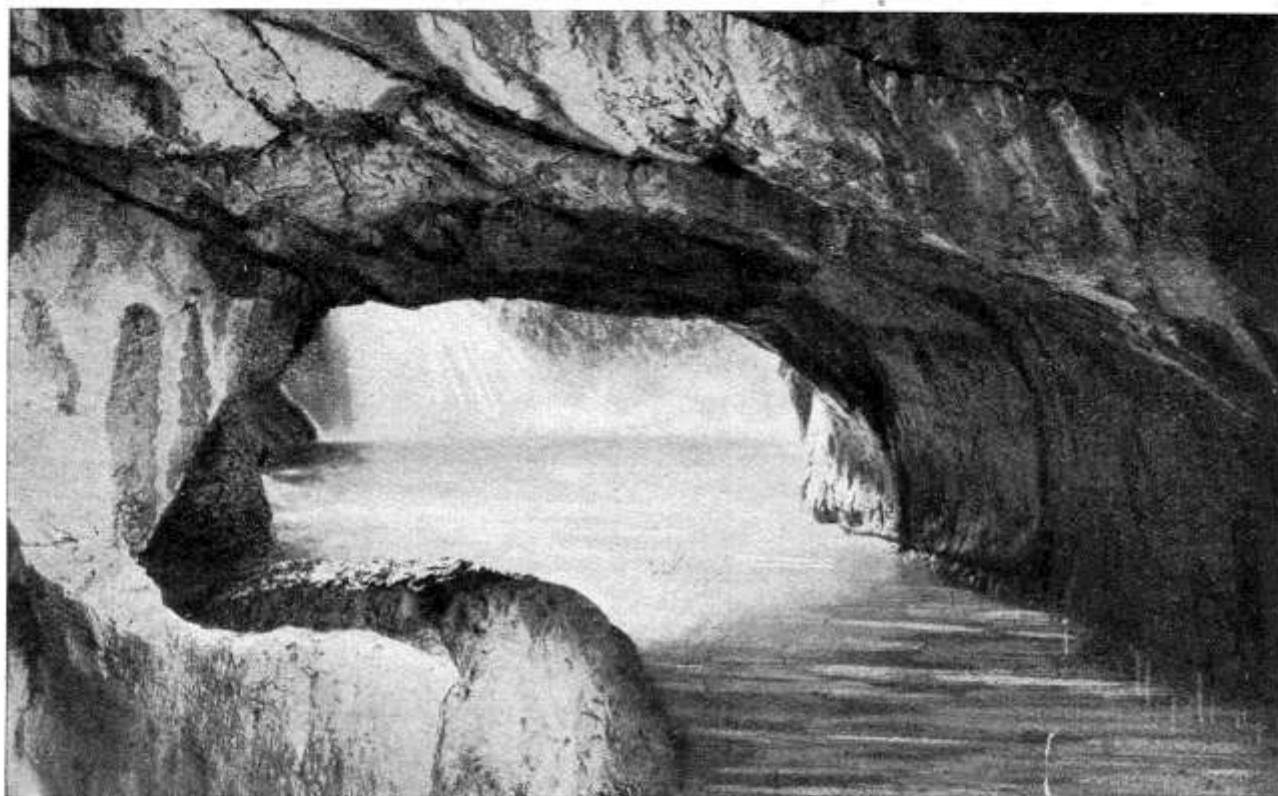
careo, si vede che le solcature superficiali possono cangiarsi in solchi più profondi, più larghi, diretti in vario senso, specialmente per le facilitazioni prodotte dalle sovraccennate litoclasti di vario genere, andamento e forma, e derivarne un vero paesaggio particolare scarnito, cariato, nudo, desolato.

E' il *paesaggio carsico* che, se in regioni inclinate, presenta una solcatura con andamento abbastanza concordante col pendio della montagna pel rapido scolo delle acque



(fot. S. Gradenigo)

FIG. 516 - IL LAGHETTO DI POSTUMIA, CHE SI FORMA DAVANTI ALLE GROTTE QUANDO QUESTE NON ESAURISCONO TUTTA L'ACQUA DELLA PIUCA.



(fot. L. V. Bertarelli)

FIG. 517 - L'ENTRATA DEL FIUME TIMAVO NELLE GROTTA DI SAN CANZIANO.

selvagge (figg. 509, 510 e 511) in modo da originare anche burroni o vallettine (fig. 510).

Se invece la regione è pianeggiante, il paesaggio carsico si presenta apparentemente crepacciato, ma in realtà irregolarmente corroso, cariato, solcato, inciso, bucherellato, nel modo più svariato che si possa immaginare.

A rendere inoltre più orrido il paesaggio

contribuisce l'assoluta sua aridità, causata dal fatto che queste carie e solcature superficiali si continuano in profondità, per cui tutta la massa calcarea è carinata, traforata, bucherellata, spesso anche con imbuto, inghiottitoi, ecc. (fig. 513) quasi come una spugna, in modo da assorbire — si direbbe con avidità — l'acqua di pioggia o di altra origine



FIG. 518 - LE TRE RISORGENZE DEL TIMAVO (SULLA SIN. DELLA VEDUTA) E IL BREVE CORSO AL MARE ADRIATICO. (FOT. DI ANTEGUERRA).



FIG. 519 - PISINO, CORONANTE CON I SUOI EDIFICI IL PROFONDO BARATRO DELLA FOIBA, DOVE IL FIUME OMONIMO SI INABISSA.



FIG. 520 - UN CURIOSO E INTERESSANTE ASPETTO DELLA VALLE DELLA FOIBA DI PISINO. IL FIUME IN PIENA NON PUÒ TUTTO ESSERE SMALTITO DALL'ABISSO MARTEL, E RIGURGITA INONDANDO PARZIALMENTE IL PIANO DI FONDOVALLE.



FIG. 521 - LE SORGENTI DEL FIUME RISANO, PRESSO TRIESTE. - ESSE NON SONO, ALLA LORO VOLTA, SE NON LA RISORGENZA DEL TORRENTE ODOLINA, INABISSATOSI AD OLTRE 12 KM. DI DISTANZA PRESSO CASTELNUOVO. (fot. Dudan)

esterna, che passa facilmente e rapidamente in basso lasciando la superficie all'asciutto. Ne deriva che le acque esterne non hanno generalmente, si può dire, tempo di erodere e solcare le regioni calcaree secondo linee vallive regolari, come altrove è il caso generale, ma

— inabissandosi più o meno presto — producono solo depressioni svariate, spesso col-l'aiuto o la connessione di fratture, crolli o sprofondamenti superficiali, che, da piccoli imbuto, passano a tutta una serie di *doline* imbutiformi o crateriformi di ogni profon-

dità e grandezza (da pochi metri di diametro ad oltre un centinaio) e di ogni forma (rotonde, ovali, semplici o multiple per successivi collegamenti, allungate, ecc.) (figg. 513, 514, 515) sino a costituire *vallette chiuse*, *valli cieche*, *bacini chiusi* più o meno irregolari.

Insomma, in queste regioni non può prodursi una normale rete oro-idrografica, mancando la solita idrografia superficiale a valli confluenti e scendenti verso un livello basso, lago o mare.

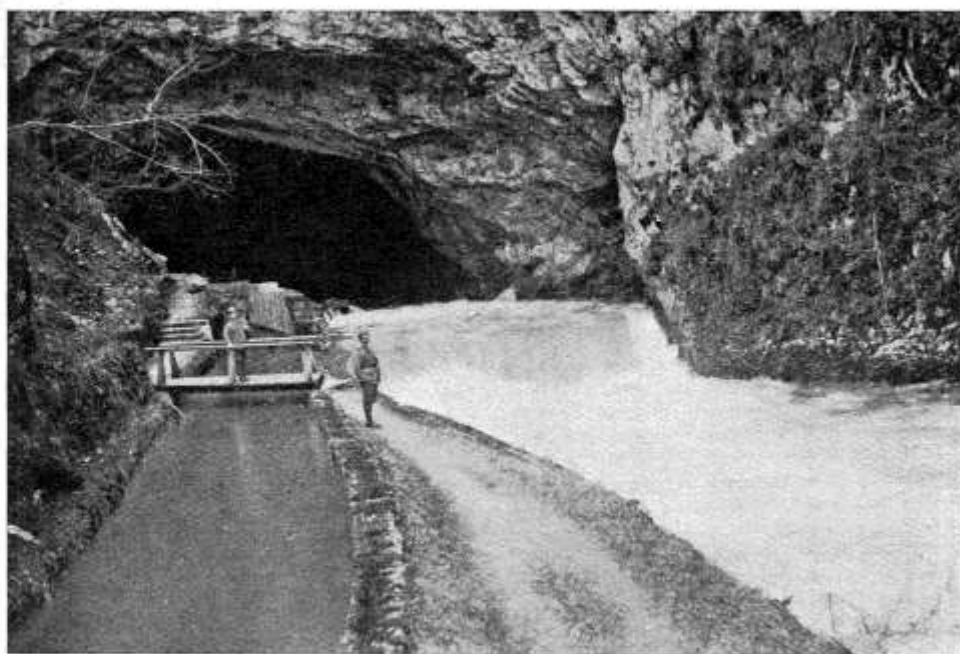
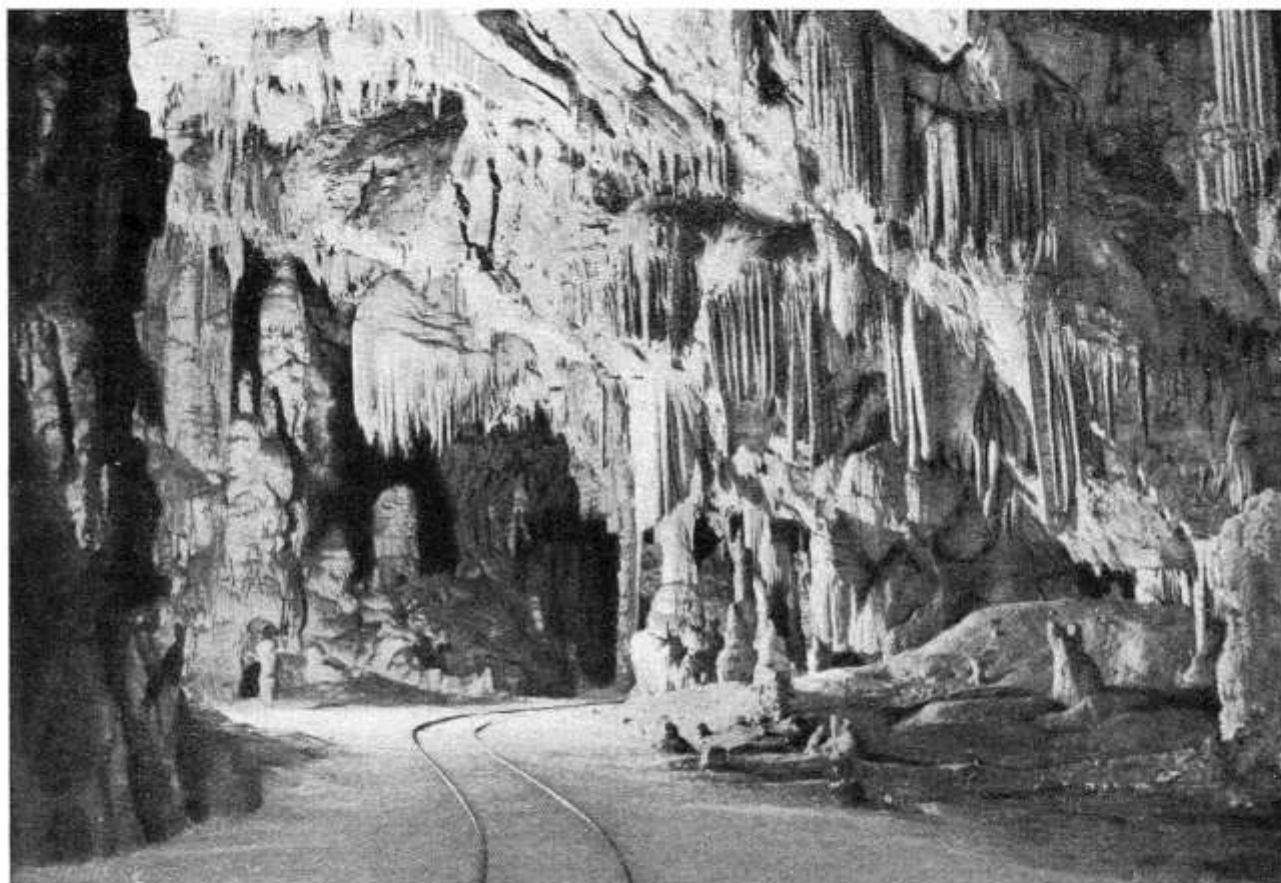


FIG. 522 - LA RISORGENZA DELLA PIUCA DAL CAVERNONE DI PLANINA, DOPO AVERE ATTRAVERSATO LE GROTTI DI POSTUMIA, CON UN CORSO DI VARI CHILOMETRI, IN PARTE ANCORA IGNORATO.



(fot. Seeber)

FIG. 523 - UN TRATTO DEL BRACCIO ORIENTALE DELLE GROTTE DI POSTUMIA, PERCORSO DAL TRENINO SOTTERRANEO.

Perciò si verifica che chi percorre queste regioni carsiche ad avvallamenti un po' profondi, dove vien a mancare la visuale un po' lontana, se non ha l'aiuto direttivo del sole o della bussola rimane facilmente disorientato e rischia talora di camminare in senso diverso dal voluto, coll'impressione, ben poco piacevole, di girare in una specie di labirinto e col pericolo anche di perdersi se sopravviene la sera.

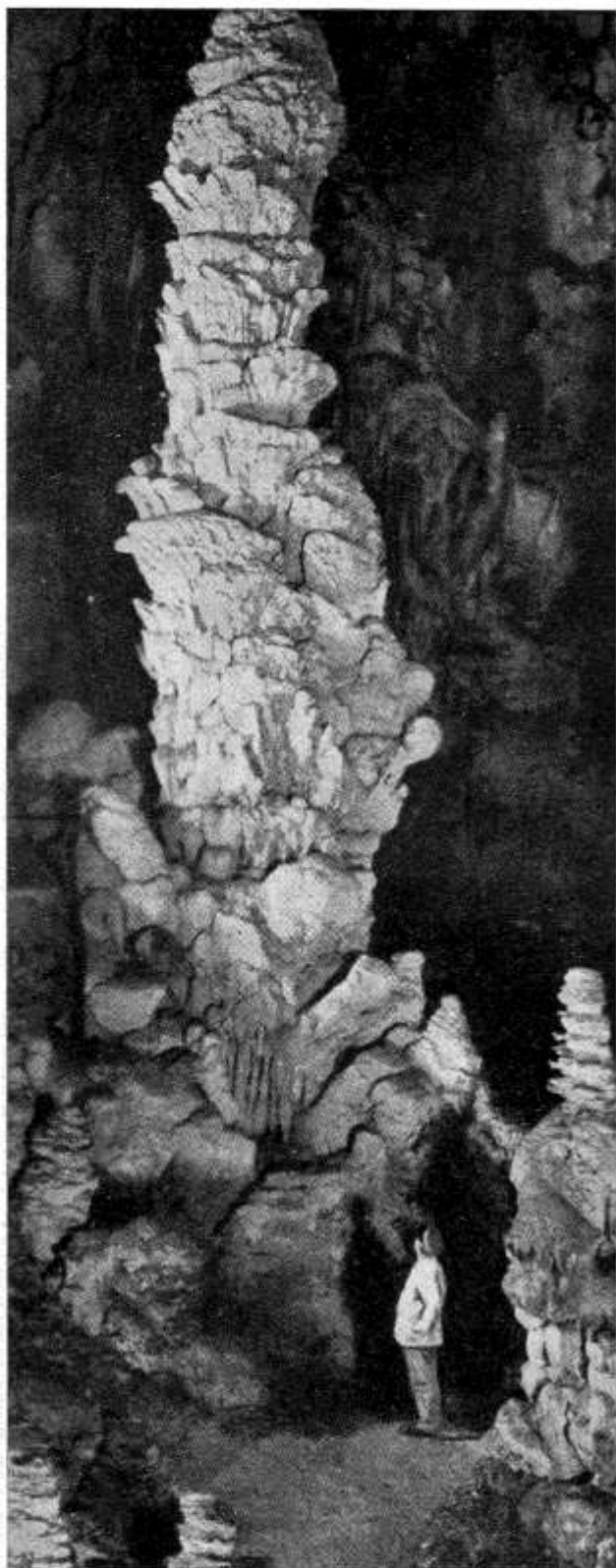
In questa dedalica petraia delle regioni carsiche, dove talora è difficile non solo l'orientamento ma anche il passaggio, rimangono spesso, quasi emergenti dal resto, speciali rilievi irregolari, oppure banconi cariatati, costituiti da calcari più compatti; ciò che dà allora al paesaggio un aspetto ruiniforme di antichi castelli, di torrioni, di muraglioni (figure 512, 524).

Nella lenta dissoluzione del calcare, siccome generalmente esso non è puro, ma spesso è commisto a materiale sabbioso o argilloso, o ferroso, ecc., così ne deriva che, col tempo, si vada formando, assieme al materiale di origine eolica, una specie di terriccio argilloso impuro, giallo-rossiccio: la cosiddetta *terra*



(fot. Ario Tribel, Trieste)

FIG. 524 - LA CURIOSA SFINGE CARSIKA LUNGO LA STRADA PER DUTTOGLIANO.



(fot. A. Beram)

FIG. 525 - UNA STUPENDA E GRANDIOSA STALAGMITE NELLA GROTTA GIGANTE, PRESSO TRIESTE.

rossa, che naturalmente viene trasportata ed accumulata nelle depressioni del terreno superficiale, specialmente nelle doline. Queste diventano perciò piccole oasi, più o meno nascoste (perchè basse), che permettono così la coltivazione come anche l'insediamento di

abitati, dato che la terra rossa costituisce un terreno fertile ed un po' umido in mezzo alla desolante aridità della circostante regione.

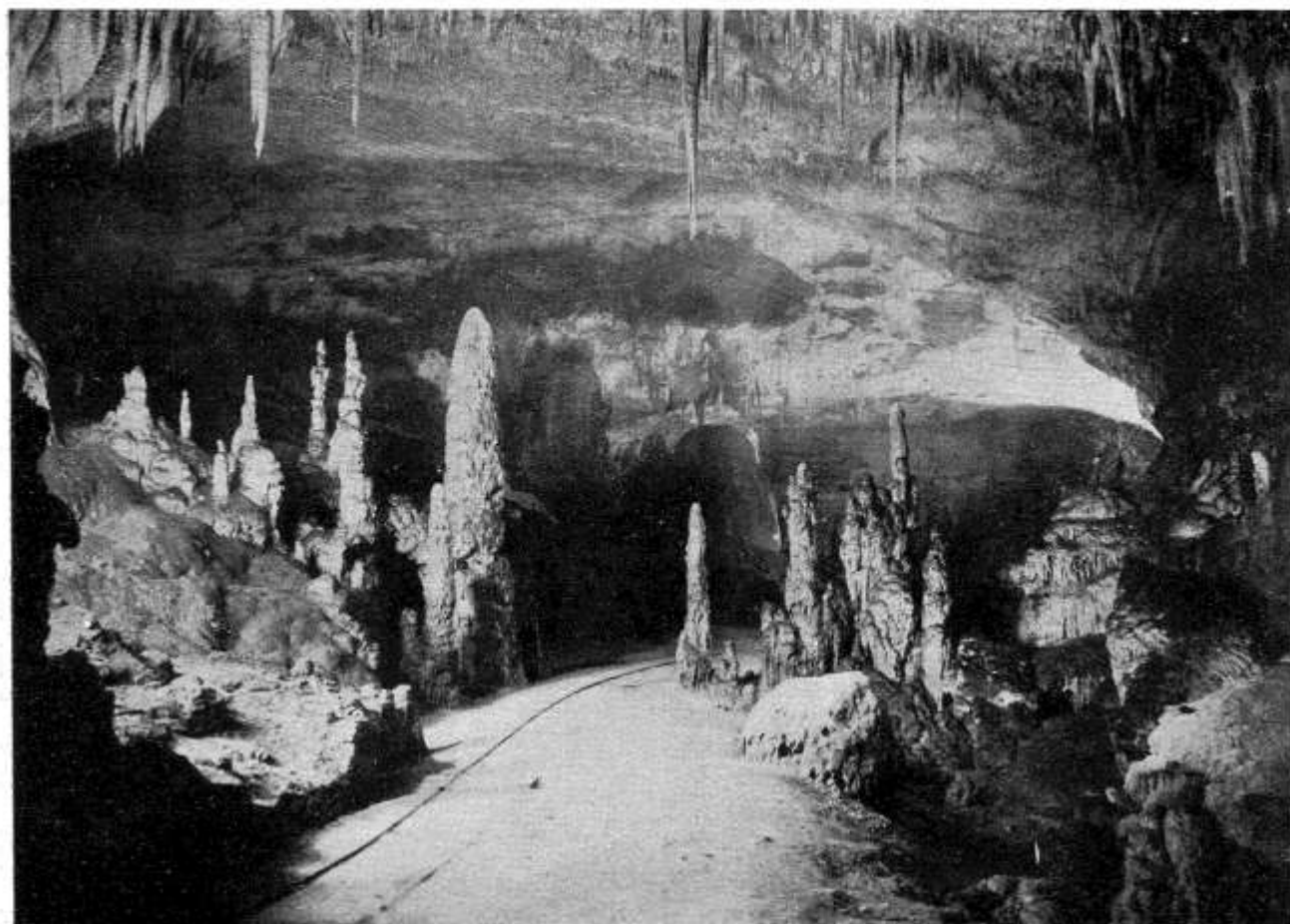
Per tal modo un fenomeno così deleterio per la superficie terrestre, quale è la dissoluzione carsica, dà origine, almeno parzialmente, a speciali limitate zone di vita e di agricoltura.

V'è da notare che in certe doline un po' ampie, meglio esposte e climatologicamente più favorite, si è potuto procedere anche ad una gradinatura artificiale, ricordante quella degli anfiteatri, in modo da rendere più intensa ed estesa la coltura agraria; ricordo a questo proposito alcune doline del conglomerato del Montello presso Montebelluna.

Altre volte, invece, il terriccio argilloso che giace al fondo della dolina, la rende parzialmente impermeabile e quindi essa può talora dar luogo ad un lago, che però è generalmente a livello variabile, in causa degli inghiottitoi che spesso ne assorbono più o meno copiosamente l'elemento acqueo; basti ricordare il laghetto di Doberdò nel Carso di Monfalcone, quello dell'Arsa nell'Istria, (che attualmente è in via di prosciugamento per bonificarne il fondo), il Lago Circonio, il laghetto di Postumia, all'entrata delle famose Grotte, e che si forma quando la Piuca è in piena (fig. 516).

Se seguiamo l'esame del carsismo, seguendolo in profondità, lo vediamo continuarsi nell'interno delle regioni calcaree, sia con prevalenza verticale (con svariati imbuti, pozzi, baratri, abissi, sprugole, voragini, sifoni, ecc. di ogni forma e grandezza), sia orizzontalmente, con caverne, grotte e canalizzazioni sotterranee pure svariaticissime, di cui alcune sono tuttora occupate parzialmente o saltuariamente da corsi acquei sotterranei (come la famosa *foiba* di Pisino (fig. 519 e 520), le meravigliose grotte di Postumia, ecc. (fig. 522), oppure giungono a toccare la parte più alta di quella grandiosa rete idrografica sotterranea che generalmente si verifica a minore o maggiore profondità nelle montagne calcaree.

E' a questa rete idrografica sotterranea che sono dovute quelle grandiose fuoruscite di acqua che qua e là compaiono nelle più profonde incisioni che intagliano le regioni calcaree, cioè le cosiddette risorgenti, polle, pollacce, ecc., anche potenti come — tipo gigantesco — il Timavo triestino; esso rappre-



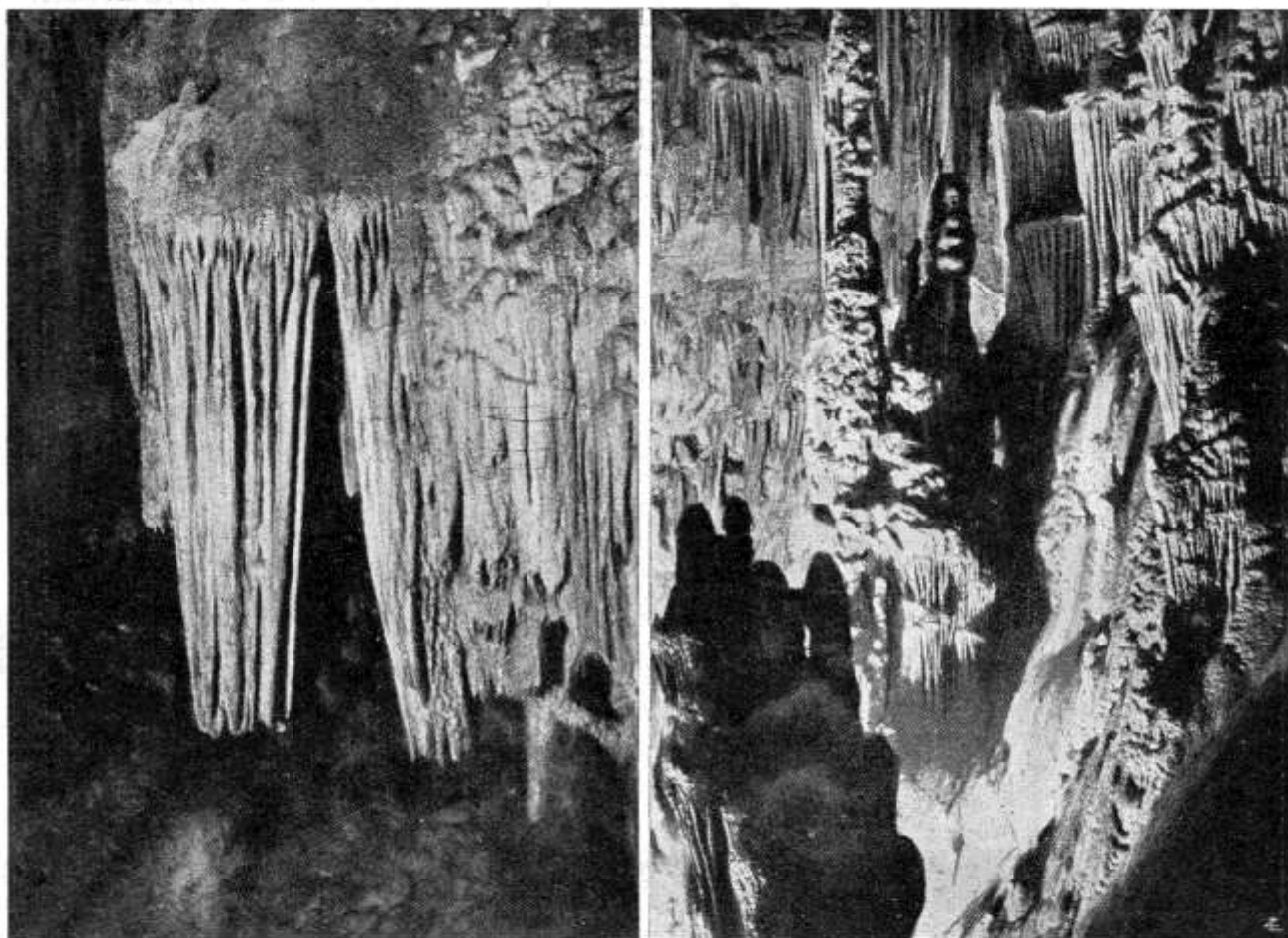
(fot. S. Gradenigo)

FIG. 526 - UN TRATTO DEL BRACCIO ORIENTALE DELLE GROTTE DI POSTUMIA PERCORSO DAL TRENINO SOTTERRANEO.



(fot. A. Iviani)

FIG. 527 - LA « GROTTA DELLE FONTANE » NELLE GROTTE DI SAN CANZIANO. — TIPICHE VASCHE CONCREZIONARI DISPOSTE A GRADINATA.



FIGG. 528-529 - TIPI DI CONCREZIONI CALCAREE DELLE GROTTES CARSICHE; CONCREZIONI A PANNELLO ED A CORTINA (GROTTA DI CORGNALE). (fot. Perco-Gradenigo)

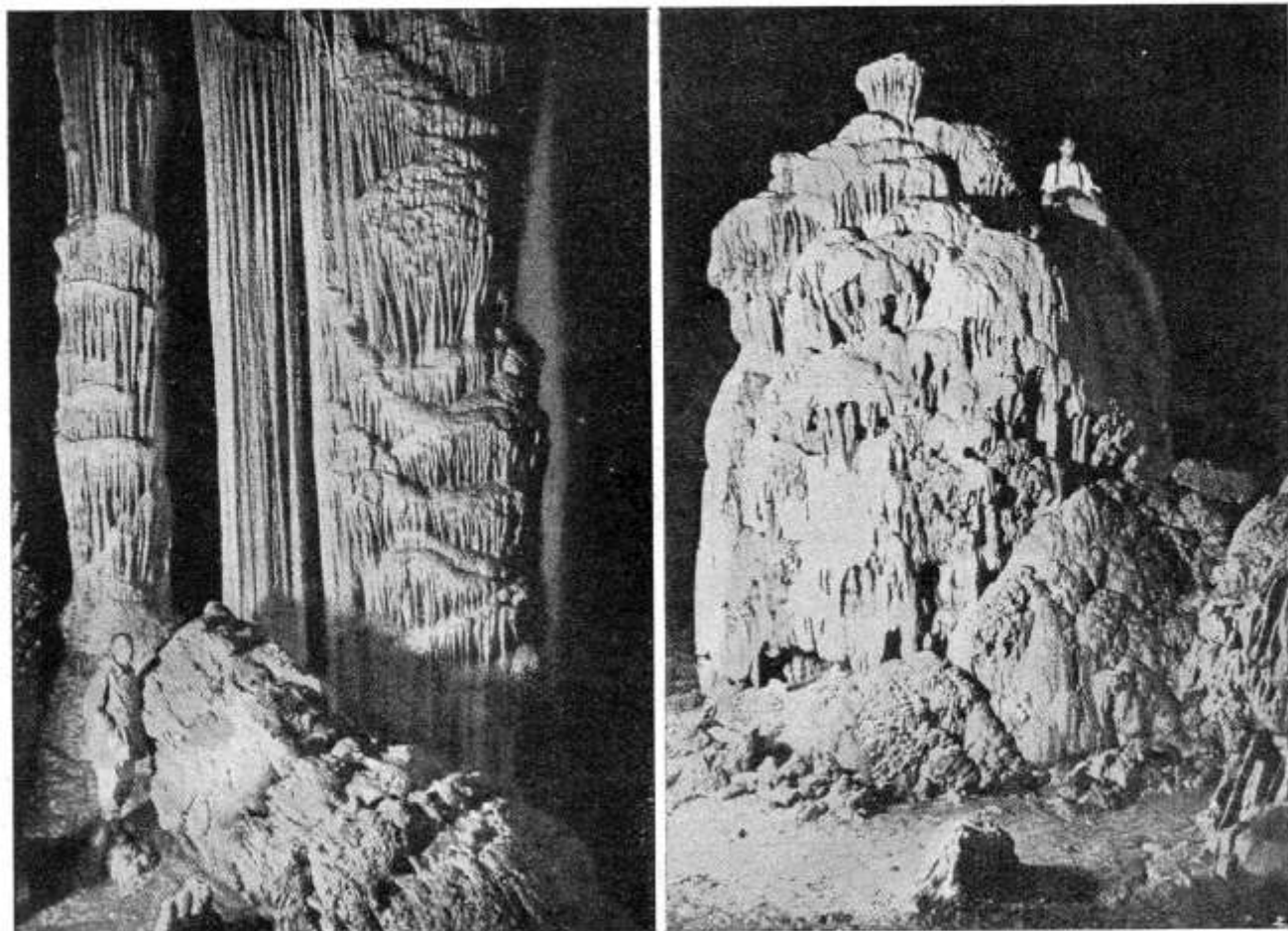
senta infatti il fiume Recca, inabissatosi 35 chilometri prima nella voragine di S. Canziano, (figg. 517, 518) essendo a sua volta originato dalle sorgenti di troppo pieno che sgorgano presso Bisterza dalla grande rete idrografica esistente nell'interno del gruppo del M. Nevoso; oppure come la Piuca, uscente dal Cavernone di Planina, dopo avere attraversato le Grotte di Postumia (fig. 522); o ancora come il Risano, risorgenza del torrente Odolina (fig. 521).

Ma generalmente nelle sovraccennate cavernosità, in causa del cambiamento di clima, da quello tanto piovoso — di piena — dell'epoca diluvio-glaciale a quello relativamente asciutto — di magra — dell'attualità, piuttosto che non corsi acquei (come fu in passato), si verificano ora soltanto locali gocciolii, che, per evaporazione e relativa perdita dell'anidride carbonica dell'acqua, prima assai ricca di bicarbonato di calce, danno luogo ai depositi calcarei svariati, spesso bellissimi ed anche imponenti, ben noti, come stalattiti, stalagmiti, cortine, frange, vaschette, ecc.

(fig. 523, e figg. 525 a 531).

Oltre alle regioni tipiche del Carso dinarico-giulio-carniolico, il carsismo appare più o meno sviluppato in varie parti della catena alpina, dalle Alpi Marittime (dove sonvi appunto le *Carsene*), alle Centrali, (specialmente nella regione subalpina, Prealpi Lariane, Bergamasche, Bresciane, quest'ultime col veramente tipico altipiano carsico di Serle, detto *Cariàdeghe* (fig. 513); alle Orientali (che ne sono il vasto regno), dalle regioni del Canisoglio, dei Sette Comuni, dei Lessini, dei Berici, al tipico Carso giuliano, a quello dell'Istria e della Dalmazia; come pure ne troviamo esempi bellissimi nella grande e potente fascia calcarea (essenzialmente, come quasi sempre, di età mesozoica) che si sviluppa nel versante settentrionale della Catena alpina, costituendone anche zone vastissime (per es. nel Giura, nel Dachstein, ecc.).

Altrove, naturalmente, il fenomeno si ripete nelle più diverse parti della Terra; basti ricordare come più importanti, per l'Italia, l'Abruzzo e le Puglie (con aridi tavolati, col-



(fot. F. Oedl)

FIGG. 530-531 - TIPI DI CONCREZIONI CALCAREE DELLE GROTTI CARSICHE: A SINISTRA, STALAGMITI « A PANNEGGIO »; A DESTRA, STALAGMITI « A PALLONE ». (ABISSO DEI SERPENTI, PRESSO DIVACCIA).

le Murge, coi famosi *puli* analoghi alle doline, ecc.) e per l'Europa in genere le *Causses* delle Cevenne francesi, con *cañons*, *avens* e consimili fenomeni analoghi a quelli che si verificano nel carsismo delle Alpi.

Si è detto in principio che il carsismo è un fenomeno delle regioni calcaree, perchè fra le rocce un po' facilmente solubili quelle calcaree sono le più comuni ed estese sulla superficie della Terra; ma naturalmente anche altre rocce, come per esempio le salifere e le gessifere, si prestano anzi ancor più spiccatamente che non le calcaree ad una facile dissoluzione per opera delle acque esterne ed interne, dando luogo a cavernosità, ad avvallamenti e perfino talora a piccoli terremoti locali che paiono collegati a sprofondamenti.

La frequenza delle sorgenti minerali (feruginose, saline, selenitose, magnesiache, alcaline, ecc.), provano la generalità del fenomeno della dissoluzione prodotta dalle acque sotterranee, tanto che già Plinio scriveva nella sua « *Historia Naturalis* » che *tales sunt aquae qualis est terra per quam fluunt*.

A tale proposito fra i terreni gessiferi si può ricordare la regione triassica del Moncenisio, dove gli sprofondamenti causati dalle dissoluzioni delle lenti gessose producono un curioso paesaggio, quasi lunare, per la frequenza di depressioni crateriformi. Qualche limitato terremoto alpino, più o meno locale, parrebbe collegarsi a fenomeni analoghi, come potrebbe essere per es. il terremoto del 1855 a Viège nel Vallese, dove esiste infatti una buona ventina di sorgenti selenitose che provano l'attività dissolutrice delle acque sotterranee in quella regione.

Anche le formazioni gessose del Miocene originano più o meno vaste depressioni imbutiformi, cavernosità, cunicoli, ecc., come per esempio nelle colline delle Langhe occidentali (dintorni di La Morra, Verdun, ecc.) nel Bolognese, ecc.

Ad ogni modo però il tipico *carsismo* è legato essenzialmente alle regioni calcaree e costituisce uno dei paesaggi più caratteristici di estese regioni delle Alpi, specialmente Orientali, e loro propaggini.



(fot. E. Norzi, 12 maggio 1924)

FIG. 743 - SORGENTE DA FRATTURA DI ROCCIA CALCAREA (PRESSO IL SENTIERO DEL TANARELLO, VERSO IL PONTE D'ISOLA).

LE SORGENTI

SIAMO lontani ormai dai tempi in cui si credeva che le sorgenti avessero una origine misteriosa, profonda, straordinaria. Noi ben conosciamo che esse sono legate più o meno strettamente colle precipitazioni atmosferiche (pioggie e nevi), ma rimangono tuttavia in proposito molte idee erranee, nonchè parecchie illusioni; sembra quindi opportuno dir due parole, più semplici che sia possibile, su questo fenomeno naturale altrettanto interessante quanto importante.

Noi sappiamo che dell'acqua di pioggia (o di fondita delle nevi) una parte presto rievapora ritornando nella circolazione atmosferica, dove forma spesso nebbie e nuvole; una parte scorre sulla superficie del suolo costituendo rivoletti, torrenti e fiumi che alimentano laghi o mari; una terza parte invece si sprofonda per gravità nel suolo; quivi, o si combina chimicamente (idratazione, idrossidazione, argillificazione, ecc.), ridissolvendo parzialmente i minerali, specialmente i calcari (per cui è frequente la decalcificazione), ma anche molti altri (dove derivano le varie qualità di acque: calcaree, ferruginose, solforose, gessose,

saline, magnesiache, silicee, ecc.); oppure vi produce invece deposizioni, specialmente calcaree o silicee (quindi calcificazioni, cementazioni, incrostazioni, geodi, ecc.); o inzuppa fisicamente il terreno (acqua di imbibizione, di cava, igroscopica, ecc.) o soltanto lo attraversa (acqua di passaggio, di circolazione, di permeazione, di filtrazione, ecc.); è quest'ultimo caso che qui ci interessa, perchè trattasi appunto dell'acqua che genera poi le sorgenti.

Se l'acqua discende nel terreno per gravità, si potrebbe pensare che essa debba scomparire per sempre tendendo verso il centro della Terra; ma due cause generali vi si oppongono, cioè: il fatto che in profondità i terreni vanno diventando sempre più pigiati (compressi da quelli sovrastanti), più compatti, meno fratturati e quindi sempre meno permeabili; nonchè l'altro fatto che, pel calore interno della Terra, le acque, a mano a mano che si approfondano, si riscaldano fino al punto che (per la nota legge fisica che, per es., origina e regola la circolazione nei comuni termosifoni) esse tendono a risalire attraverso le fessure del suolo; tant'è che vediamo non di



FIG. 744 - L'URNE DEL TANARO.

rado apparire acque calde, le cosiddette sorgenti termali, di cui anche l'Italia è assai ricca: da quelle di Vinadio, Valdieri, Acqui, Abano, ecc. giù giù, lungo tutta la penisola, sino a quelle di Ischia, di Lipari, ecc. (1)

Ma oltre alle suddette cause grandiose, generali, che impediscono all'acqua di approfondarsi molto nella crosta terrestre, in realtà vi sono comunemente, a poca distanza dalla superficie del suolo, molte altre cause che producono lo stesso effetto; così, per esempio, la presenza di depositi argillosi o sabbiosi fini, di terreni cristallini o scistosi o simili, variamente compatti, che arrestano più o meno completamente l'acqua nella sua discesa; oppure esistono strati corrugati o fratturati per cui l'acqua in discesa vien deviata dalla verticale e convogliata lateralmente.

Se la superficie terrestre fosse solo pianeggiante, le acque divenute sotterranee non avrebbero generalmente modo di affiorare e costituirebbero una o più falde (veli, orizzonti,

zone acquifere, *nappe*, *aves*, ecc.), più o meno profonde, quindi nascoste, invisibili all'esterno; sono appunto quelle che l'uomo può soltanto constatare ed utilizzare, sia con speciali fori verticali, i cosiddetti pozzi — in semplice muratura come i più comuni — poco profondi, che pescano nella prima falda acquea (detta perciò, dal nome greco, *freatica*), sia con tubi metallici che si possono spingere a varia profondità, anche di centinaia di metri; talvolta allora si verifica il tipo cosiddetto *artesiano*, cioè con acqua che (per la pressione a cui soggiace in profondità o per speciale pendio degli strati, ecc.) può salire quasi a livello del suolo od anche elevarsi sul suolo in getto più o meno alto, secondo il cosiddetto livello piezometrico (o superficie di carico o superficie idrostatica) della falda acquea sotterranea intercettata dal tubo. È questo appunto il caso dei famosi pozzi dell'Artois, del Modenese, del basso Veneto, ecc.

Del resto queste acque sotterranee circolanti l'uomo le incontra anche senza cercarle, anzi spesso quando desidererebbe invece di evitarle, così nell'attraversare montagne con



FIG. 745 - LE SORGENTI (« PISCIO ») DEL PESIO (ALPI MARITTIME).

(1) Vedasi più avanti, il capitolo intitolato: *Il cielo interno delle Alpi*.



FIG. 746 - LE VENE DEL TANARO.

gallerie ferroviarie, nell'escavare gallerie di miniere, trincee, ecc.

Siccome le pianure sono in realtà generalmente ondulate o inclinate, oppure più o meno profondamente incise da torrenti o da fiumi, così ne deriva che le suddette falde acquive sotterranee possono anche manifestarsi naturalmente qua e là, originando sorgenti (dette di *emergenza*) nelle regioni depresse. Un po' analogo è il caso dei cosiddetti *fontanili* o *risultive* della pianura padana (fig. 752) o lungo i tagli dei pianori (come p. es. le note Millefonti e le Fontane del Valentino sulla sinistra del Po sotto l'altopiano di Torino); sonvene pure sui fianchi dei rilievi collinosi (come è spesso il caso lungo le falde delle colline dell'Astigiano) o, ancor più spesso, lungo i fianchi vallivi delle montagne, costituendo anche serie di sorgenti dette di *versamento* o di *deflusso* o di *sbocco*, di *afforamento* o di *sforamento*, ecc.; tutto ciò in rapporto colla differenza di natura e quindi di permeabilità dei terreni, colla pendenza degli strati, ecc.

Però riguardo alle sorgenti di montagna devonsi fare qualche speciale osservazione e togliere, purtroppo, qualche illusione.

Infatti si ha generalmente l'idea che le

fonti montane siano di purissima sorgente dalla roccia viva, grandi ideali sotto ogni punto di vista; ma, senza voler denigrare tali sorgenti che per la loro frequenza, limpidezza e freschezza rappresentano certamente, oltre che un ornamento delle regioni montane, centri di abitazione degli alpigiani ed uno dei migliori conforti per l'alpinista, in realtà la loro origine è generalmente meno pura di quanto si suole immaginare.

È vero che talora veggonsi sgorgare acque dalla viva roccia, in causa di pieghe o di fratture (fig. 743) e spostamenti della roccia stessa, come si verifica per le cosiddette *sorgenti diaclasiche* o *filoniane*, ed in qualcuna di versamento o di trabocco; ma ciò non tranquillizza troppo, dal punto di vista della potabilità, giacchè tali acque poterono, giungendo facilmente dall'esterno, attraversare più o meno rapidamente la roccia fratturata senza subire

(1) Specialmente caratteristiche e chiare nella loro origine sono le sorgenti della Maira, o Macra, derivanti dalla grande quantità di acqua che viene assorbita dalle estese e potenti formazioni calcaree mesozoiche dell'Alta Valle Maira, costituendo così una copiosa e profonda rete idrografica, finchè, incontrando lo sbarramento prodotto dagli scisti quarzoso-micacei impermeabili del Saretto, le acque sotterranee sono in parte obbligate a rigurgitare al di fuori per *troppo pieno*, originando così la grande sorgente della Maira della portata complessiva di 1 metro cubo al secondo (fig. 749).



FIG. 747 - UNA DELLE SORGENTI (« PISCIO ») DEL PESIO (ALPI MARITTIME).

quella efficace e benefica filtrazione che avviene solo con lungo e lento passaggio attraverso a sabbie od altri materiali fini.

Così pure non di rado veggonsi importanti sorgenti acquee fuoruscire, anche in quantità rilevantissima, dalle rocce più o meno cavernose; così le cosiddette *Vene* del Tanaro (figg. 744 e 746), le sorgenti o *Piscio* del Pesio (figg. 745 e 747), la caratteristica sorgiva del noto Passo delle Fascette in alta Val Tanaro (fig. 748 e 763), la Dragonera in Val Gesso, le *polle*, *pollacce* e svariate *risorgenti* delle Alpi Apuane, delle Alpi orientali, dell'Istria, ecc.

Ma in tal caso trattasi di rocce calcaree, le quali, come è noto, sono generalmente fratturate, cariate, cavernose (per erosione fisica e dissoluzione chimica) e ridotte spesso ad uno stato di spugna o crivello tale che esse assorbono — si può quasi dire: bevono — facilmente e copiosamente le acque esterne, le lasciano passare più o meno rapidamente attraverso la loro massa vacuolare dove costituiscono così una complessa rete idrografica

(1) Vedasi anche il capitolo: *Il carsismo* (pag. 349 e segg.) con le relative illustrazioni.

sotterranea; questa, pur tendendo verso una finale zona d'equilibrio (livello di lago o di mare) (1), può, nei fondi valle o alla periferia dei massicci calcarei, originare grosse sorgive per fenomeni di speciale tiraggio, o di *versamento per troppo pieno* o per tamponamento (*sbarramento*) fatto da qualche terreno poco permeabile che obbliga parte delle acque sotterranee a fuoruscire di tratto all'aperto dopo un percorso sotterraneo più o meno lungo.

Esempi meravigliosi, grandiosi, evidenti, di questa idrografia sotterranea, detta *carsica*, li presenta l'Istria dove vediamo per esempio: la Recca, sorta (per tamponamento eocenico presso Bisterza) dalle viscere del gruppo del M. Nevoso, inabissarsi nella gigantesca voragine di San Canziano e risorgere infine come Timavo presso Monfalcone (figura 518); la Piuca, derivante specialmente

(2) Notisi che non sono rare anche le *sorgenti sottolacustri*, come quella che alimenta in parte il Lago di Avigliana, quella di Sirmione (Lago di Garda), e le *sorgenti sottomarine*, di cui si conoscono solo le più grandiose, generalmente connesse a terreni calcarei, come la Polla di Cadimare nel Golfo della Spezia, i Citri del Golfo di Taranto, le sorgenti di Ica e di Moschenizza, lungo la costa orientale dell'Istria (dove, a mare tranquillo, formano alla sua superficie una zona agitata, come di ribollimento), ecc.

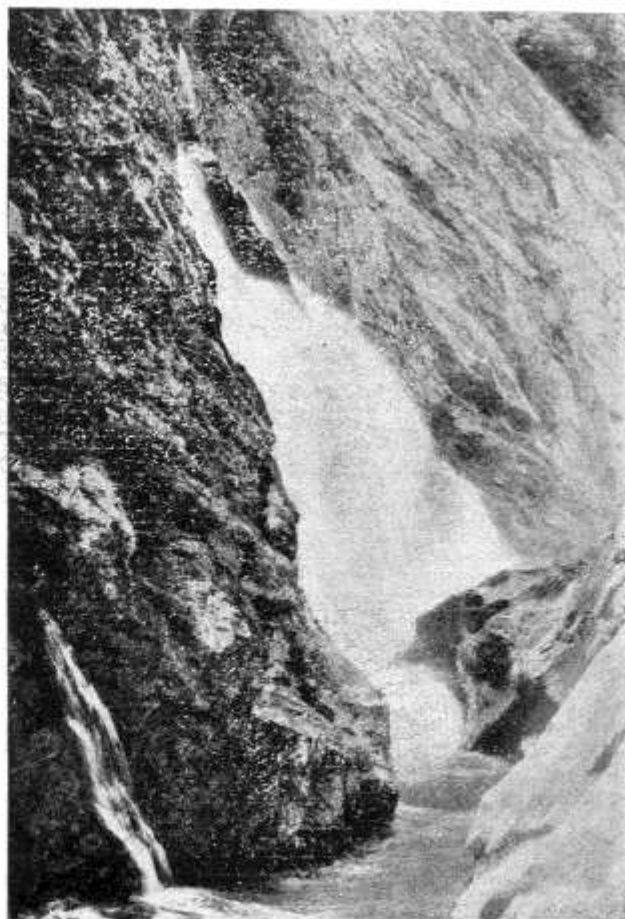


FIG. 748 - RISORGENTE, A CASCATA, DALLA PARETE DESTRA DELLA STRETTA CALCAREA DELLE FASCETTE (ALTA V. TANARO)



FIG. 749 - SORGENTE DELLA MAIRA (ALTA VAL MAIRA).



FIG. 750 - UNA SORGENTE-CASCATA NELLA PARETE SUD DEL M. FÈNE-BLANCHE, SOPRA COGNE.

(fot. Col. G. Celesia)



FIG. 751 - IL TORRENTE PESIO (A SINISTRA) E LA COSIDETTA « FONTANA DEGLI INNAMORATI » (ALL'ESTERNO DESTRO DELLA VEDUTA). (ALPI MARITTIME).

dal gruppo montuoso della Selva di Piro, venir inghiottita dalla famosa, meravigliosa, grotta di Postumia (Adelsberg) e risorgere a Planina (fig. 522); le acque dell'Istria centrale venir bevute completamente dalla nota Foiba di Pisino (fig. 519) per riapparire in numerose sorgenti nei dintorni di Pola, ecc. ecc. (1) e così dicasi delle grandiose sorgenti dell'Aniene alimentanti Roma; di quelle del Piano di S. Vittorino, nella Valle del Velino (fig. 753); di quelle del Sele risananti la Puglia, ecc.

Ma, salvo le sovraccennate sorgenti diaclastiche, di sbocco o simili, fuoriuscenti da qualsiasi roccia oppure quelle carsiche delle regioni calcaree, o le sorgenti (spesso connesse ai torrenti subglaciali) derivanti dalla fusione dei ghiacciai, invece nelle montagne in generale le sorgive hanno una origine ben diversa e che si può facilmente constatare con semplici osservazioni.

Infatti nella costituzione geologica delle montagne noi possiamo per lo più distinguere due parti assai diverse tra loro, cioè: una vera ossatura o impalcatura generale fondamentale, direi interna, costituita di rocce sva-

riatissime, ma più o meno compatte ed impermeabili, ed una formazione detritica superficiale, direi esterna, rappresentata da materiale franoso o morenico o alluvionale o tufico o anche da roccia in posto alterata.

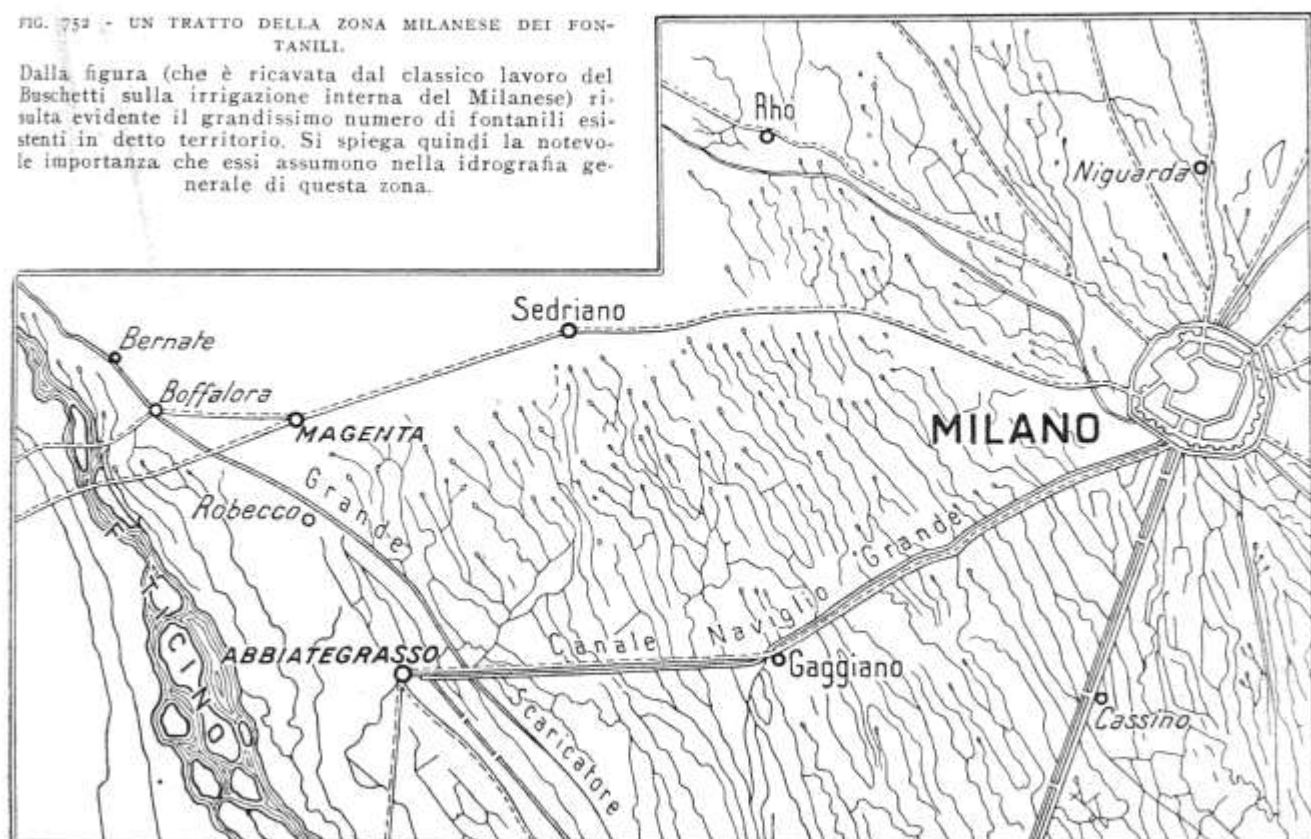
Orbene l'ossatura rocciosa emerge libera nelle parti alte e compare più o meno estesamente anche verso il basso nei burroni e nei tagli naturali (specialmente nei più profondi), spesso anche in fondo valle per abrasione dei detriti prodotta da ghiacciai o da corsi d'acque; invece il materiale detritico ammantava più o meno estesamente le falde montuose (dove il giusto suo nome di *detrito di falda*) cioè specialmente la parte bassa dei fianchi montuosi ed in generale quasi tutte le aree, anche elevate, ma a pendio un po' dolce.

Data tale costituzione generale delle montagne è facile comprendere come le acque di pioggia o di fondita delle nevi, mentre scorrono in massima parte sulla superficie rocciosa dell'ossatura montuosa, impermeabile o quasi, scendendo più o meno rapidamente al basso, invece penetrano facilmente fra detti materiali detritici, di qualunque forma od origine, costituenti vere aree spugnose naturali, assorbenti; quindi queste acque discendono

(1) V. la tav. 4. (Idrografia sotterranea) in: F. SACCO *Schema geologico dell'Istria*. (« L'Universo », 1924).

FIG. 752 - UN TRATTO DELLA ZONA MILANESE DEI FONTANILI.

Dalla figura (che è ricavata dal classico lavoro del Buschetti sulla irrigazione interna del Milanese) risulta evidente il grandissimo numero di fontanili esistenti in detto territorio. Si spiega quindi la notevole importanza che essi assumono nella idrografia generale di questa zona.



(fot. R. Riccardi)

FIG. 753 - LA SORGENTE PESCHIERA NELLA VALLE DEL VELINO (PIANA DI S. VITTORINO), LA CUI PORTATA OSCILLA FRA I SEDICI E I VENTI METRI CUBI D'ACQUA AL SECONDO.



(fot. G. Galimberti, Milano)

FIG. 754 - CAVO MAESTRO DI UN FONTANILE PRESSO LAMBRA-TE (MILANO).

attraverso tali formazioni detritiche più o meno grossolane e permeabili, finchè incontrano in basso depositi più fini, oppure l'impalcatura rocciosa su cui scorrono, spesso venendo poi a giorno in qualche depressione o taglio naturale, originando così sorgenti più o meno importanti; sorgenti dette di *gocciolio*, o di *filtrazione*, o di *deflusso*, o di *contatto*, o di *emergenza*, ecc. secondo i varii casi, che talora passano o si intrecciano anche con quelli di *sbarramento* e conseguente *trabocco* o *sfioramento*, *versamento* e simili (figg. 750, 751).

Ora deve si notare che siccome dette formazioni detritiche, per la loro natura incoerente, la loro forma orografica a dolci pendii e la loro posizione, specialmente verso i fondovalle, corrispondono in generale alle regioni più abitate e più coltivate (e quindi più concimate) fra i monti, così nasce talora il sospetto che le sorgive che ne derivano possano essere eventualmente contaminate, specialmente se presentano talvolta intorbidamenti, come per es. dopo periodi piovosi, ciò che ne indica la incompleta filtrazione.

Fortunatamente le regioni montuose, tanto più se un po' elevate, sono immensamente meno abitate e coltivate che non quelle del piano e presentano anche assai meno frequentemente stabilimenti industriali o consimili

accentramenti umani che in vario modo possono inquinare od alterare la bontà originaria delle acque; inoltre la Natura provvede con una certa facilità alla depurazione fisico-batterologica delle acque sotterranee quando esse hanno filtrato per qualche tempo attraverso i detriti.

Quindi, pur dovendosi tener conto dei pericoli sovraccennati, è certo che le fresche e limpide sorgenti di montagna generalmente sono molto migliori di quelle di pianura e meritano la fiducia e gli elogi che l'uomo loro porge giustamente per l'utile ed il conforto che ne ricava. Chi non pensa con nostalgia alle fresche fonti di montagna (fig. 751).

Infiniti sarebbero gli esempi da citare riguardo a queste sorgenti da detriti, poichè esse rappresentano la massima parte delle sorgive di montagna; ma per brevità ne ricorderò due sole fra le più importanti delle nostre Alpi piemontesi, cioè le sorgenti della Stura d'Ala che oggi alimentano in parte Torino e quelle del gran Padre Eridano, il Po.

Se ci portiamo oggi nell'alta Valle d'Ala vi vediamo il ben noto Piano della Mussa circondato in gran parte dal grandioso, elevato arco montano di Ciamarella-Bessanese ecc. (fig. 755); ma sino al termine dell'epoca glaciale un solo enorme ghiacciaio (che possiamo denominare d'Ala, di cui sono attuali residui i ghiacciaietti della Ciamarella, del Collerin e della Bessanese) occupava tutta questa grande conca deponendo al suo termine frontale il caotico ammasso di grossi e piccoli blocchi irregolari angolosi formanti la gran morena che si attraversa salendo da Balme (fig. 306). Ritiratosi in seguito il ghiacciaio, rimase naturalmente al fondo di detta conca montuosa una allungata depressione che, sbarrata a valle dall'accennata morena frontale, si cangiò in lago; questa depressione venne poi abbastanza rapidamente riempita dai materiali alluvionali trasportativi abbondantemente dai circostanti torrenti e depositi in ordine complessivo di gravità, cioè i più grossolani a monte (formando così il piano inclinato di Alpe Venoni-Grangie Ghiarone) ed i più fini a valle, cioè contro detto sbarramento morenico frontale.

Scomparso il lago della Mussa, per la graduale incisione della morena frontale e pel suo completo riempimento alluvionale che lo cangiò nel gran piano attuale, le acque che continuano a scendere dai vari canali del cir-



FIG. 755 - PIANO DELLA MUSSA NELL'ALTA VALLE DELLA STURA DI ALA (LANZO) (IN FONDO TRONEGGIA LA BESSANESE). - SUL LATO DESTRO DELLA VEDUTA, IN CORRISPONDENZA DELLE FRECCHE SCORGANO LE NOTE SORGENTI.

co montano in gran parte si sprofondano tosto nel grossolano, permeabilissimo, materiale sabbioso-ghiaioso della zona alta del Piano della Mussa, diventando così acque a percorso sotterraneo (1). Ma più a valle queste acque sotterranee, sia per venir deviate verso sinistra dallo sprone roccioso di quota 1815 (su cui fu poi costruito un Albergo e che è la prosecuzione orientale del Roc Neir), sia per essere rallentato o quasi arrestato il loro decorso dalla melma lacustre addensata contro il sovraccennato sbarramento morenico, sono obbligate a rigurgitare in parte qua e là originando così quelle famose sorgenti della Mussa che ora il Municipio di Torino, con gravissima spesa, ha captate convogliandone le acque sino a questa città. Perciò vediamo in questo caso sorgenti originate da sbarramento, quindi trabocco o sfioramen-

to per troppo pieno (fig. 755).

Queste sorgenti della Mussa sono *intermittenti*, non già per fenomeni di sifonaggio come in certe montagne calcaree (tipo Vaucluse), oppure per alternanza di periodi di pioggia e di siccità, come è purtroppo il caso frequente, specialmente in certe regioni sabbiose, arenacee e simili (quali le nostre colline), ma pel semplice fatto del gelo invernale che arresta la fusione delle nevi e dei ghiacciai e quindi fa diminuire, sin quasi al nulla, la portata dei corsi acquei alimentatori della falda idrica sotterranea, di cui le sorgenti in questione sono appunto la rappresentazione, il risultato, esteriore.

Passiamo infine alle sorgenti del Po. Si potrebbe anzitutto discutere se sia logico segnare come valle originaria del grande fiume assiale della immensa conca padana la relativamente piccola valle di Paesana-Crissolo e non piuttosto una vallata più grande, quella per esempio della Stura di Cuneo; ma la discussione sarebbe inutile; d'altronde probabilmente influì assai su tale designazione, più che non la valle ed il relativo corso acqueo, il suo

(1) Esperienze che ho fatte molti anni fa per mezzo di liquidi coloranti mostrarono che occorre circa un giorno intero perchè le acque sotterranee attraversino mezzo chilometro di grossolano detrito riempiente la parte media del Piano della Mussa; velocità di percorso che è però relativamente notevole rispetto a quella assai minore che presentano le acque sotterranee nell'attraversare le alluvioni sabbiose.



(fot. F. Sacco, agosto 1908)

FIG. 756 - LE SORGENTI DEL PO (PIANO DEL RE) ESCONO DAL CAOTICO ACCUMULO DI MASSI ROCCIOSI.

derivare dalle falde dell'eccelso Monviso che rappresenta bene un colossale *caput fluminis*. Ma anche in questa interpretazione bisogna intenderci e lasciare qualche illusione.

Quando risaliamo la valle alpina del Po fino al Piano del Re dove appare, a 2022 m. sul mare, tra due enormi massi rocciosi (figura 756), la copiosa, fresca e bella sorgente del Po, possiamo pensare a primo tratto che essa derivi sotterraneamente dai vicini Laghi di Fiorenza sovrastanti a Sud e quindi dal Gruppo del Monviso; ma ciò non è.

Infatti osservando (il 4 agosto 1924) la temperatura (circa 4°) della sorgente del Po e paragonandola con quella (circa 11°) dei Laghi, superiore ed inferiore, di Fiorenza (che del resto hanno emissari visibili e con analoga temperatura), potei constatare una tale differenza da escludere diretti rapporti tra dette acque; nè la costituzione rocciosa, impermeabile, del fianco destro della conca del Piano del Re lascia immaginare altre derivazioni acquedotte sotterranee da Sud, cioè dal Gruppo del Monviso.

Invece, se dalla sorgente del Po risaliamo la valle che conduce alle Traversette e fa capo al M. Granero, non solo si incontrano acque assai fredde, come per esempio quella di

Pian Armoine (circa 5° il 5 agosto 1924), anzi sorgenti freddissime, come la Fonte Ordi (circa 1°5 alla stessa data), ma si può notare che tutte queste acque scompaiono presto verso il basso nell'esteso e potente detrito, sia di falda e franoide della parte destra, sia degli incoerenti depositi morenici tanto sviluppati nella parte sinistra di detta vallata delle Traversette. Sono appunto queste acque fredde che, affondandosi nel materiale detritico, incoerente, permeabilissimo, estendentesi ampio e potente nel lungo e largo Vallone delle Traversette, riappaiono poi a valle dove spuntano (in parte visibili) di compatta ed impermeabile roccia serpentinoso e fors'anche depositi fini dell'antico laghetto del Pian del Re, obbligano, come di solito, le acque profonde a venire a giorno, originando così la sorgente del Po che affiora appunto fra un immenso cumulo di detriti franoidi; essa discende quindi, piuttosto che non dal gruppo del Monviso, da quello del Granero.

Però, a parte queste disquisizioni scientifiche non possiamo chiudere queste osservazioni che elevando un inno alle sorgenti di montagna, prezioso elemento di vita e di benessere per gli alpigiani, gradito conforto per gli alpinisti.



FIG. 926 - PAESAGGIO CARSICO, CON UNA DOLINA (NEL MEZZO, IN PRIMO PIANO) E L'INGRESSO DELLA GROTTA DI S. SERVULO (ISTRIA).

LE CAVERNE

SE si considerano le Alpi sotto il punto di vista speleologico si rimane colpiti dal fatto che, mentre le caverne di ogni forma e grandezza sono straordinariamente abbondanti nelle Alpi orientali e loro propaggini (basti ricordare il volume intitolato « Duemila grotte » del T. C. I.) esse diventano meno frequenti nelle Alpi Centrali, venendo quasi a mancare nelle Alpi Occidentali, salvo a ricomparire alquanto numerose nelle Alpi Marittime meridionali od orientali sino al loro immergersi nel Tirreno.

Uno sguardo ad una Carta geologica delle Alpi ci dà subito la spiegazione di questa diversa distribuzione delle grotte alpine; essa corrisponde perfettamente allo sviluppo delle diverse rocce costituenti questa catena montana.

Infatti le rocce cristalline più o meno silicatiche (gneiss, scisti cristallini vari, graniti,

porfidi, rocce verdi e simili) che appaiono per poco nelle Alpi Orientali ed invece si sviluppano assai nelle Centrali, diventando poi assolutamente predominanti nelle Alpi Occidentali, sono più o meno impermeabili nonchè difficilmente solubili, quindi esse non possono venir scavate, corrose e cariate dalle acque in modo da diventare cavernose.

È però qui interessante di almeno ricordare che le fratturazioni in ogni senso che si verificarono nelle rocce cristalline silicate durante i successivi grandiosi fenomeni orogenetici (che le piegarono, le sollevarono e quindi spesso le frantumarono) vennero poi percorse dalle acque sotterranee che erano quindi anch'esse più o meno silicifere e che quindi vi depositarono poi quarzo (silice), rappresentato appunto da quelle infinite vene quarzose bianche che vediamo spesso rilegare dette sconquassate formazioni cristalline, a vero beneficio della rinsaldatura della crosta terrestre.

Invece le formazioni calcaree, specialmen-

(1) *Caverna* dal latino *cavus*, mentre il nome di *Grotta* deriva dal greco *cripta*.



(fot. prof. A. Iviani)

FIG. 927 - ABISSO NELLA GROTTA DI S. CANZIANO.

te di età secondaria (mesozoica), tanto estese e potenti nelle Alpi Orientali, dalle Dolomiti giù giù sino all'Istria, fascianti ancora a Sud le Alpi Centrali, ma poi scompaenti nella maggior parte delle Alpi Occidentali, hanno un comportamento assai speciale rispetto alle azioni idriche.

Anzitutto le masse calcaree, generalmente disposte in strati od in banchi, durante i lunghi e ripetuti periodi del loro tormento orogenico, cioè nelle fasi durante le quali esse furono soggette a gigantesche pressioni, a formidabili stiramenti, a svariati corrugamenti in grande e piccola scala, dovettero spesso subire una frantumazione più o meno accentuata, minuta o grossolana, per modo da permettere una più o meno grande penetrazione delle acque dall'esterno.

Queste acque così percolanti attraverso le masse calcaree divenendo quindi presto calcarifere, quando giungono a trovarsi in condizioni di relativo riposo possono deporre il

calcare che tengono disciolto e costituire così, sia vene calcitiche (che veggonsi infatti tagliare in ogni senso gli strati calcarei originari) sia una specie di pasta calcarea (per lo più biancastra, oppure giallastra per idrossidi di ferro come nel marmo *Portoro*) che rilega i frammenti variamente spostati del calcare originario; processo che possiamo chiaramente osservare nelle tanto svariate forme dei bei marmi brecciati. È questa quindi una importantissima opera di cementazione che fa l'acqua sotterranea, a vero rinsaldamento delle masse calcaree fratturate e quindi staticamente un po' indebolite dai fenomeni orogenetici.

Ma quando le acque sono molto abbondanti, ricche di anidride carbonica (presa nell'aria e nel terreno, specialmente humico per materie organiche in decomposizione), se sono in movimento un po' accentuato, ed il calcare è poco o nulla dolomitico (quindi più facile ad essere disciolto), allora la dissoluzione o corrosione chimica, sia superficiale sia sotterranea (unitamente alla erosione fisica), diventa intensa e produce una specie di corrosione generale della roccia; fenomeno complessivamente denominato *carsismo* (1), che si esplica, all'esterno, con una fisionomia di carie più o meno profonde, svariaticissime (fig. 926) ed all'interno con una cavernosità più o meno estesa in ogni senso.

Non tutti i calcari si mostrano eguali rispetto a tale azione corrosiva; così per esempio nelle Alpi Orientali si prestano meglio i calcari cretacei, che non quelli giura-triasici; sono meno solubili i calcari magnesiaci, quelli molto compatti, ecc.

Tali corrosioni ed erosioni diventano specialmente intense là dove le rocce calcaree si appoggiano a quelle impermeabili, per esempio sugli scisti cristallini, perchè là si forma naturalmente una vera zona acquea più copiosa, spesso un po' più rapida, più continua, quindi più attiva e che spesso si rivela poi all'esterno con sorgenti anche grandiose: le cosiddette *polle* o *pollaccie*.

Tale azione od opera, direi, di cavernosità si presenta specialmente estesa ed intensa in due direzioni complessive, cioè: o verticale, dal che derivano gli *imbuti*, i *pozzi*, gli *abissi*, (fig. 927) ecc. in relazione sia con antiche frat-

(1) Dalla regione del Carso o *Karst* che costituisce dall'Istria alla Carniola un caratteristico paesaggio arido, pietroso, cariato, cavernoso.

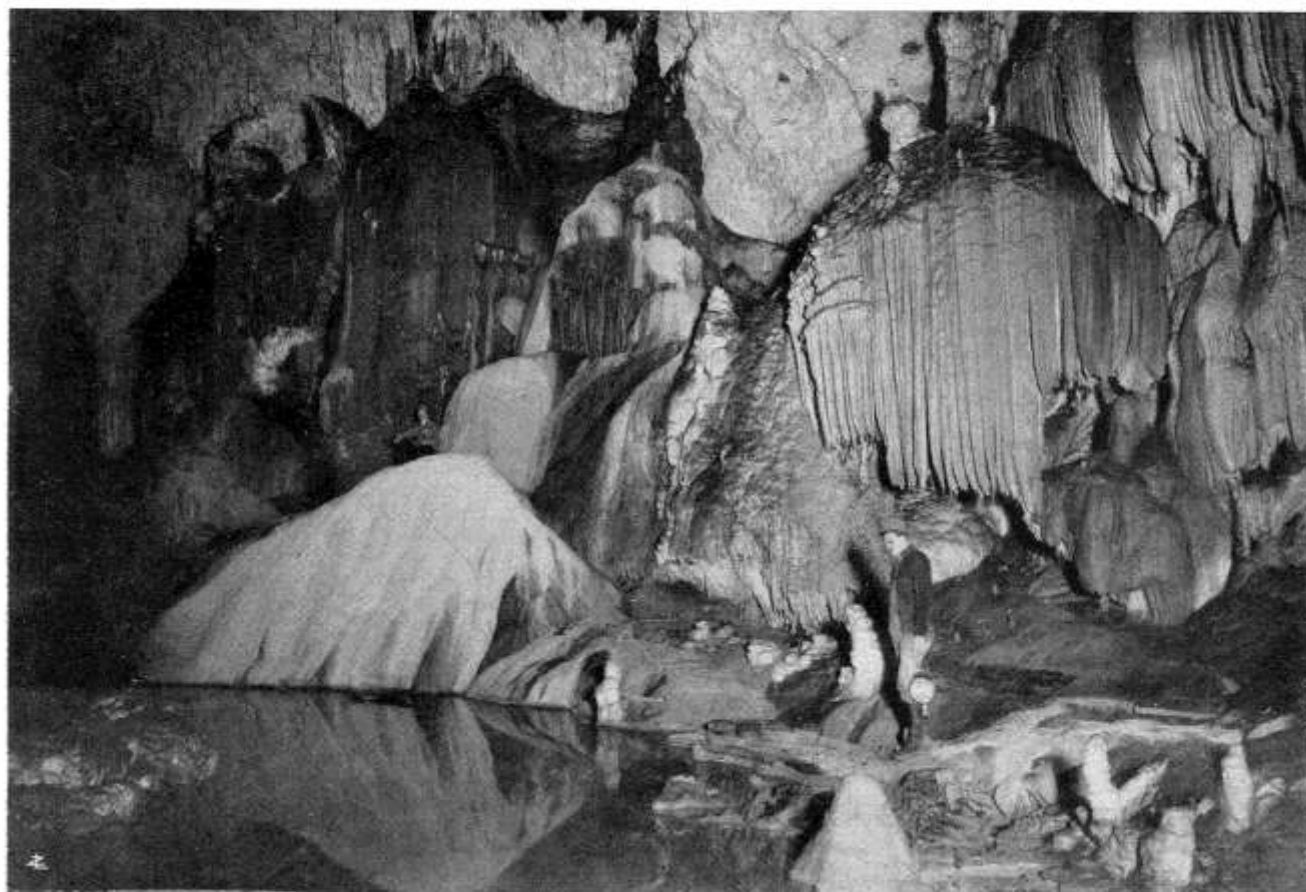


FIG. 928 - GROTTA DI POSTUMIA - LAGHETTO DELLA PIUCA.

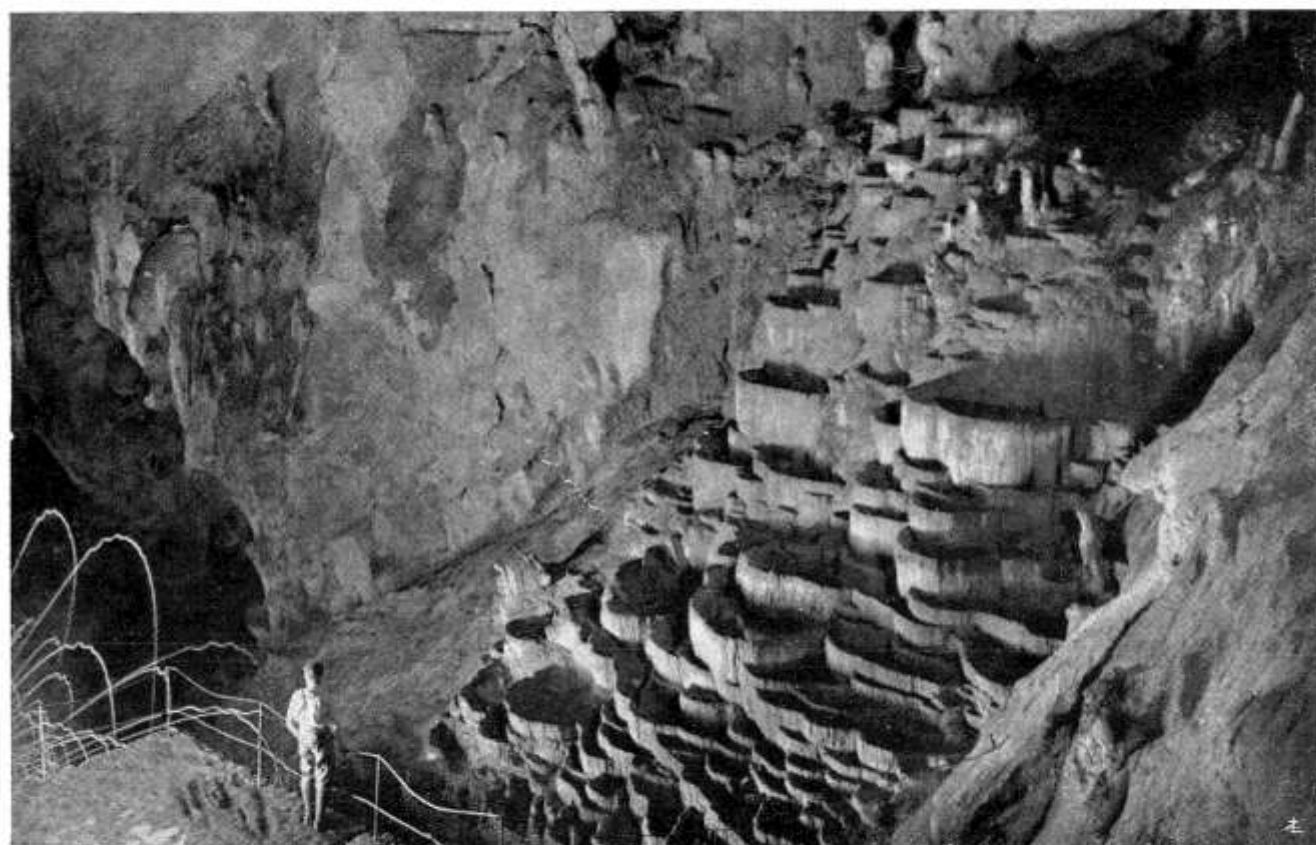


FIG. 929 - LA CAVERNA DELLE FONTANE NELLE GROTTA DI S. CANZIANO, CON GRADINATA DI BACINELLE.

(fot. prof. A. Iviani)

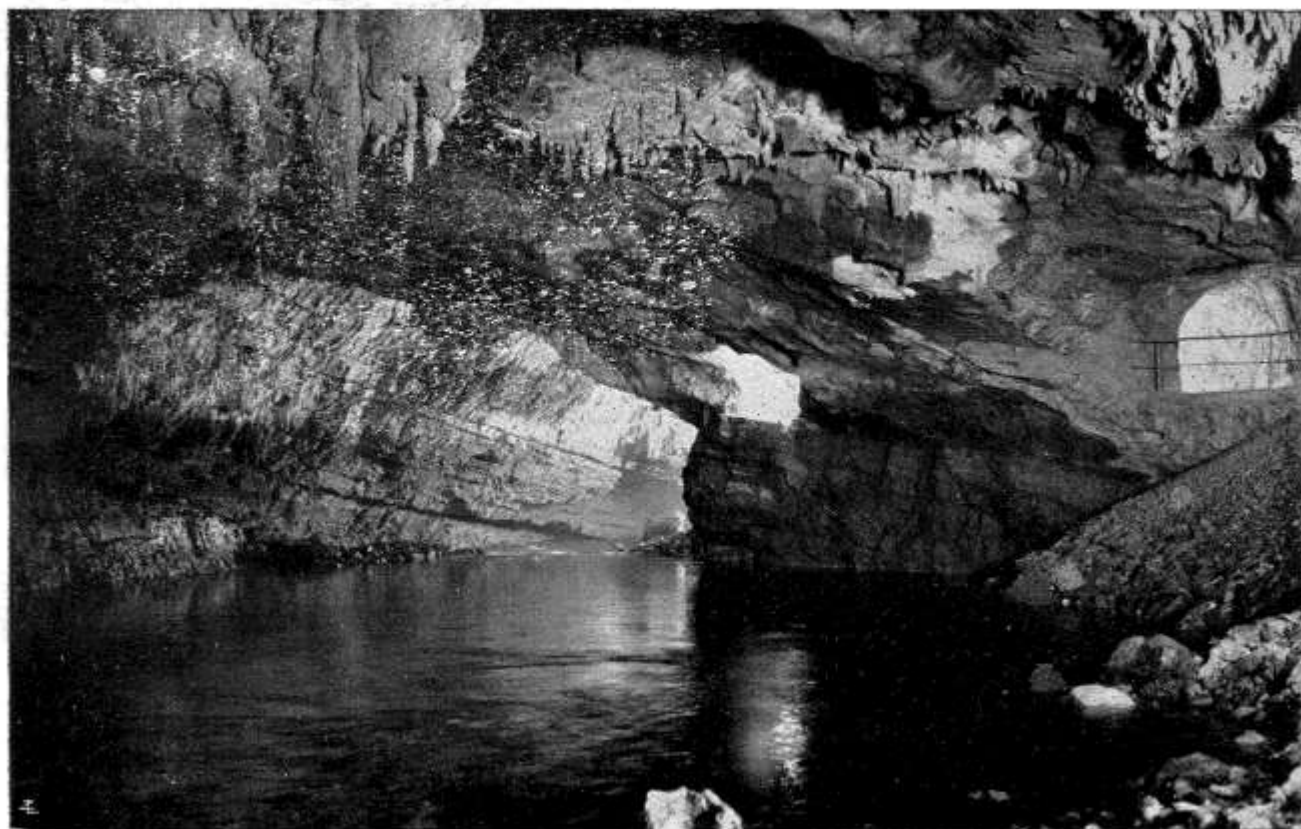


FIG. 930 - LO SBOCCO DEL FIUME NELL'ABISSO DELLA FIUCA (GROTTE DI POSTUMIA).

turazioni aventi detta direzione, sia coll'azione gravitazionale per cui le acque tendono a scendere verticalmente in basso; oppure ad andamento piuttosto orizzontale per strati. Ne derivano perciò gallerie, lunghe caverne a leggera pendenza in rapporto a corsi acquei sotterranei, grandi e piccoli, spesso ramificati con affluenti o defluenti laterali, laghetti (figura 928), bacinelle (fig. 929), ecc.

Ne risulta quindi — per un complesso di fenomeni di fratturazioni di varia forma ed origine, (angolari, faglie, giunti, ecc.) di porosità, di erosioni e di dissoluzioni, (specialmente nelle aree e nelle linee di minor resistenza chimico-fisica) — un reticolato idrologico sotterraneo (con più o meno forte circolazione acquea), straordinariamente complicato, labirintoide e con dimensioni svariatissime, da millimetri a decine di metri di ampiezza ed altezza (vere sale o caverne) (fig. 936 e 943) e per lunghezza anche di parecchie decine di chilometri.

Tale rete idrologica si presenta e si comporta molto diversamente dalle solite falde acquifere sotterranee, ciò che ha anche molto importanza dal punto di vista igienico; giacchè le acque che percorrono detti reticolati sotterranei con una certa facilità non possono

venir depurate, filtrate, come avviene più o meno lentamente attraverso le zone sabbiose.

Questi fenomeni del carsismo dovettero aver luogo in tutti i tempi geologici del passato, ma ci interessano specialmente quelli che si verificarono durante la prima metà dell'Era quaternaria, cioè durante l'epoca detta *diluviale* appunto perchè allora le precipitazioni atmosferiche sulle nostre montagne furono tanto straordinarie da originare diluvii d'acqua e quindi, nei terreni calcarei, una corrosione intensa superficiale e sotterranea; ad essa si deve la formazione di gran parte delle attuali caverne in tale lunga epoca di grande piovosità e quindi di piene acquee superficiali e sotterranee.

Ma a questa grande epoca di piene, detta *pliocenica*, successe gradatamente un'epoca di magre, cioè l'epoca attuale, detta *olocenica*; ed allora si verificò che, come i corsi acquei superficiali, da fiumane come erano prima, immagrendo, si restrinsero a poco a poco in alvei sempre piccoli e bassi, spesso anche lasciando alcuni alvei asciutti, almeno temporaneamente; qualcosa di analogo successe nella grande rete idrologica sotterranea.

Questo immenso reticolato interno delle rocce calcaree, che durante l'Epoca diluviale

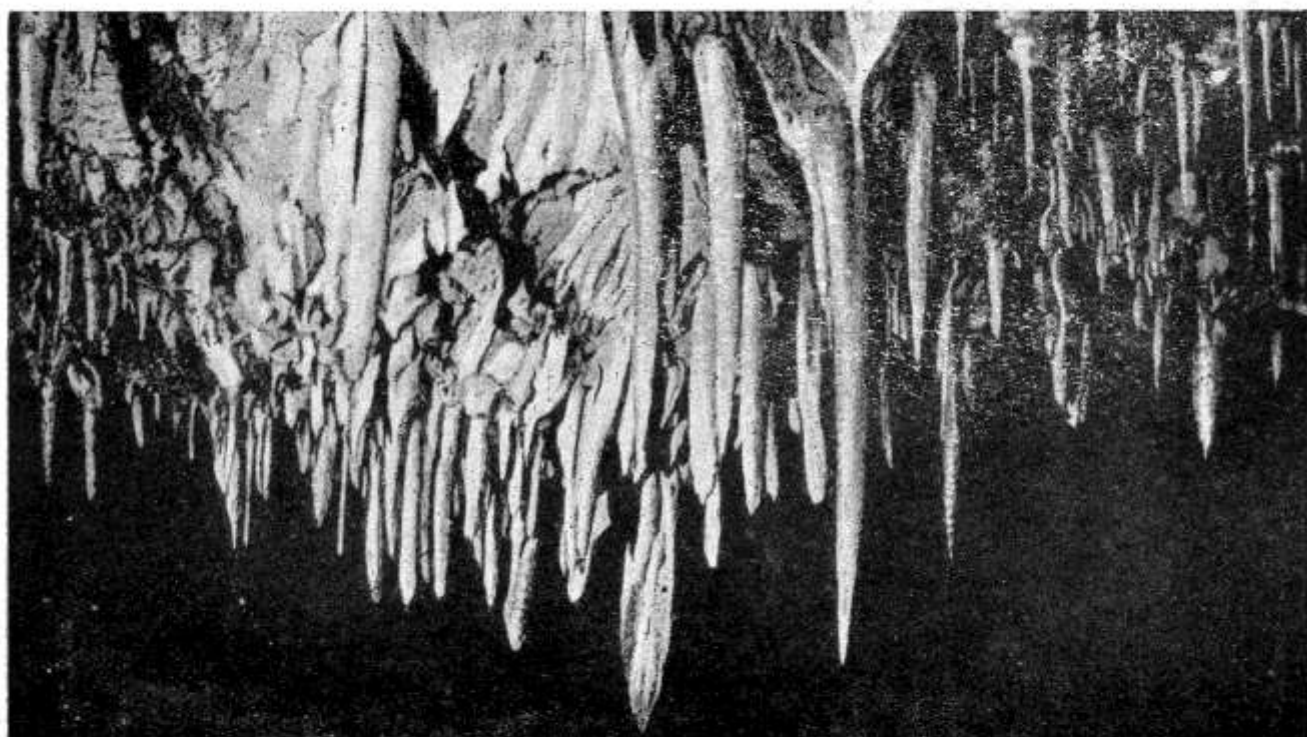
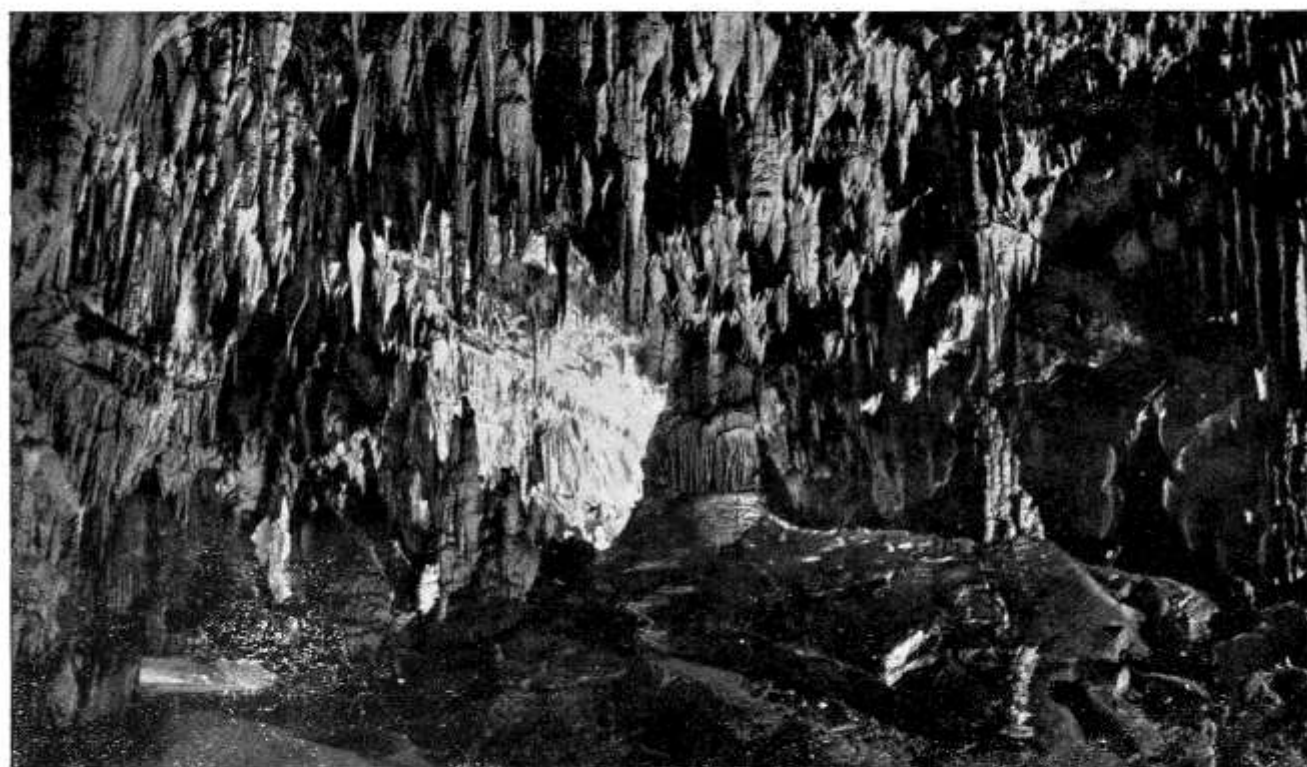


FIG. 931 - GRUPPO DI STALATTITI NELLA «SALA DELLE FATE» DELLA GROTTA DEI DOSSI, PRESSO VILLANOVA MONDOVI.

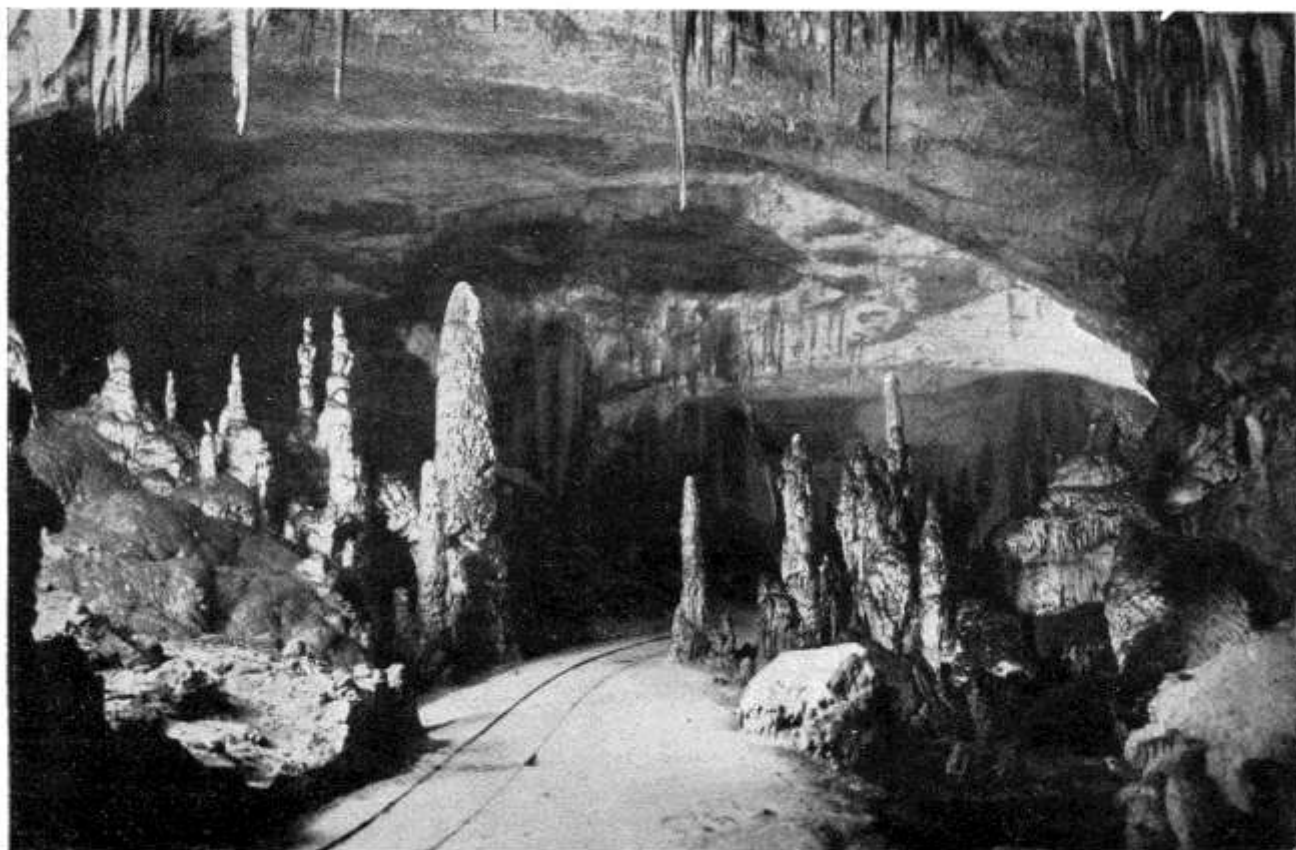
era percorsa da abbondanti acque (le quali continuamente lo allargavano e lo complicavano erodendo, corrodendo e dissolvendo la roccia), quando succedette l'epoca di magra, andò gradatamente inaridendosi; ciò cominciando naturalmente dall'alto e propagandosi verso il basso; le zone acquee sotterranee si

andarono lentamente abbassando; il reticolato prima idrologico (acquifero) diventò complessivamente asciutto, e solo verso il basso continuò, almeno nei periodi piovosi, ad essere occupato da acqua (per lo più sostenuta da strati rocciosi poco permeabili e più compatti) corrente quasi orizzontale verso le regioni



(fot. Alinari)

FIG. 932 - MIRIADI DI STALATTITI, IL COSIDETTO «BELVEDERE», NELLE GROTTA DI POSTUMIA.



(fot. Alinari)

FIG. 933 - UNA FORESTA DI STALAGMITI, IL COSIDETTO «VIALE DELLE COLONNE» NELLA GROTTA DI POSTUMIA.

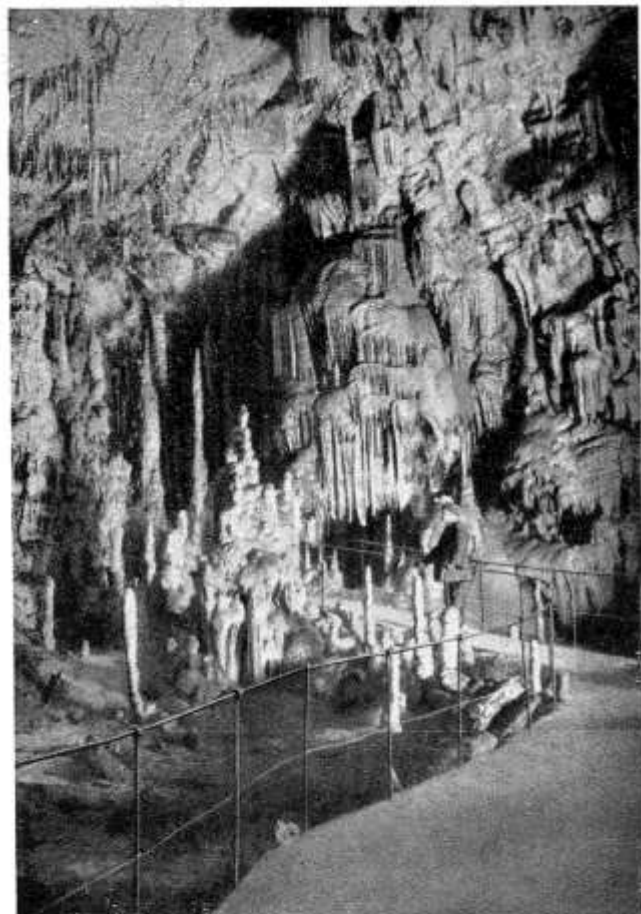


FIG. 934 - TRA STALATTITI, STALAGMITI E CASCADE CALCAREE A BALDACCHINO, NELLA GROTTA DI POSTUMIA.

di naturale tiraggio. Generalmente i maggiori corsi acquei sotterranei, che dapprima riempivano gallerie irregolarmente allungate, immagrandosi anch'essi, si ridussero a rivolletti solcanti il fondo delle lunghe caverne, spesso più volte scomparendo e comparendo.

Così abbiamo le grandi caverne di Bossea (nel Monregalese), del Rio Martino (in Val del Po) e tante altre oggi ancora percorse da piccoli rivoli d'acqua, talora però anche da corsi importanti (come ne sono esempi famosi la Piuca di Postumia (fig. 930), la Reccatimavo della caverna di S. Canziano, ecc. ecc.), variabili, spesso occasionanti laghetti limpidissimi (fig. 928); meschino residuo di un corso acquoso già tanto notevole da avere scavata la grandiosa galleria in cui oggi quel po' d'acqua si perde: casi questi, però, in cui la relazione fra causa ed effetto risulta ancora evidentissima.

Percorrendo le valli incise nei terreni calcarei si può spesso osservare che sulle pareti esistono fori più o meno ampi, che rappresentano lo sbocco di antichi corsi acquei oggi scomparsi od abbassatisi; per cui li vediamo oggi apparire sul fondo della valle od anche nell'alveo del torrente, come per esempio nella Regione del Bandito in V. del Gesso (Cuneo).

In molte caverne l'acqua compare solo nel periodo invernale o primaverile, per stagione piovosa o per fondita delle nevi; come per esempio nel cosiddetto Piscio di Pesio nelle Alpi Marittime (1). Anzi talora l'acqua compare improvvisa, copiosa, irruente (come doveva generalmente presentarsi nell'epoca diluviale) dopo un nubifragio, tanto da costituire un grave pericolo per gli esploratori delle caverne; pericolo di cui abbiamo il ricordo non lontano per disgrazie a visitatori verificatisi in tali circostanze.

Ma nel maggior numero dei casi, le caverne sono ormai asciutte; e residuo della loro grande ricchezza idrica sono appena stillicidi, più o meno abbondanti, che compaiono, continui o stagionali, sulle pareti superiori delle caverne stesse.

Eppure quei poveri stillicidi producono meravigliosi effetti! Osserviamo una gocciolina che si affaccia da qualche fratturina o da altro piccolo meato della parete della caverna, e che, dopo averla percorsa per un tratto, si ferma in un punto più basso: è una goccia di acqua molto calcarifera (satura di bicarbonato di calcio; le cosiddette acque dure, carbonatate) avendo percolato attraverso i calcari dissolvendoli alquanto. Lentamente, per evaporazione e perdendo il suo eccesso di anidride carbonica, si precipita carbonato di calcio attorno alla base della goccia, dove essa aderisce alla volta e si depone quindi un cerchietto di calcare bianco, più o meno cristallino. È una specie di rigenerazione del calcare dopo esser passato dallo stato solido primitivo a quello liquido di soluzione; per ritornare di nuovo allo stato solido, di carbonato di calce, più o meno puro, bianco e cristallino.

Il fenomeno (che è in analogia con quello che origina il travertino nelle acque lacustri, la panchina in quelle marine, la cementazione delle sabbie in arenarie, dei ciottoli in conglomerati, ecc.) continua; a poco a poco il cerchietto calcareo si allunga verso il basso formando un tubettino verticale, una *stalattite* (figg. 931, 932), semplice, regolare, più o meno giovanile come vediamo spesso costituirsi, anche in tempo relativamente breve, sotto l'arcata dei ponti di pietra a rilegatura calcarea (2).

(1) F. SACCO, *Osservazioni geo-speleologiche in Val di Pesio*, 1926. (Vedi il capitolo: « Le Sorgenti »).

(2) Se le rocce calcaree originano stalattiti di calcare,



(fot. prof. A. Iviani)

FIG. 935 - LA COSIDETTA « SPADA DI DAMOCLE »
NELLE GROTTA DI POSTUMIA.

Intanto, siccome alcune delle gocce d'acqua, per copioso afflusso idrico, cadono sul

in altri terreni si formano anche stalattiti di ghiaccio, di lava, di salgemma, di silice, di svariati idrossidi di rame, di ferro, di manganese, ecc.

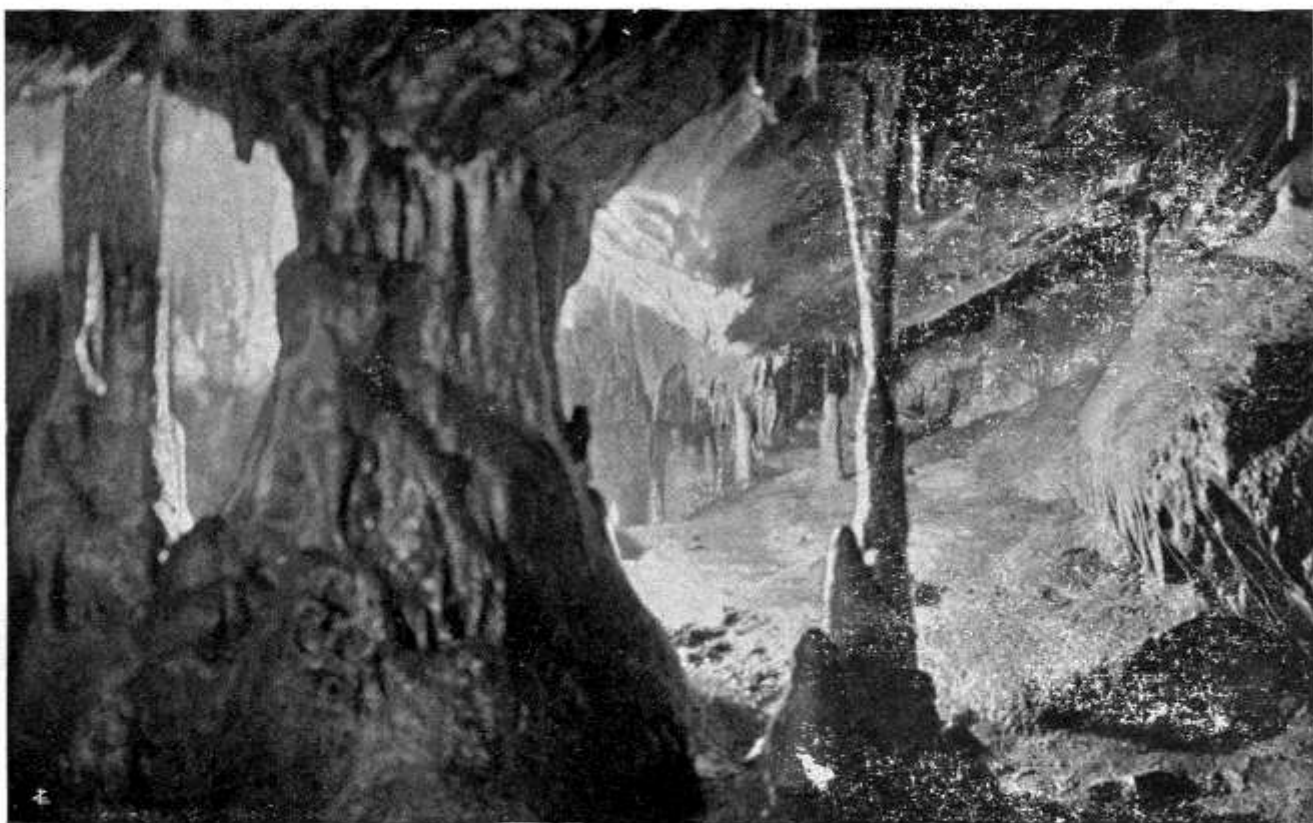
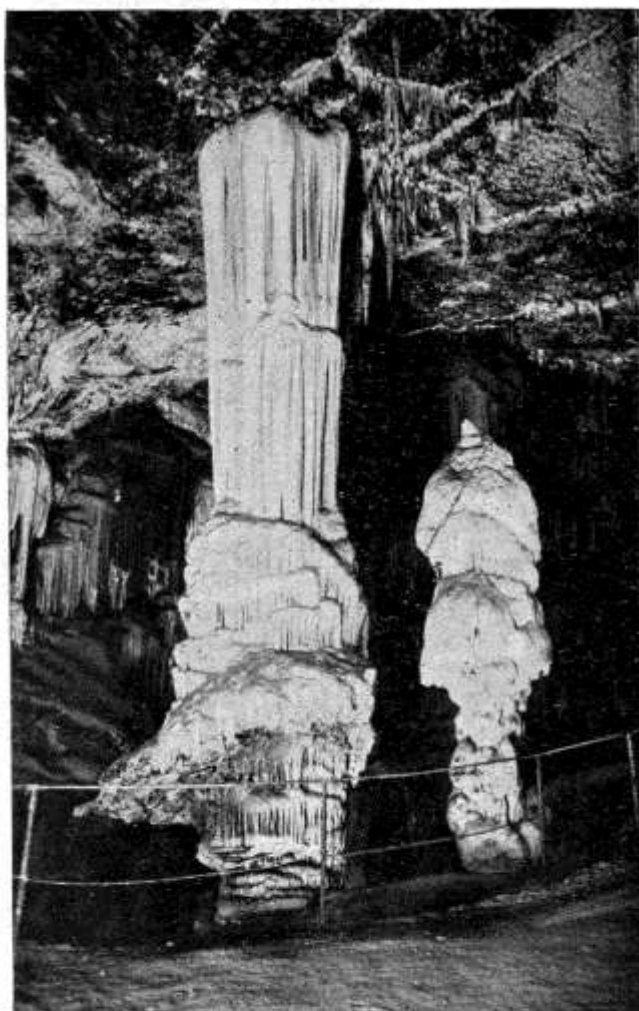


FIG. 936 - VARIE COLONNE IN UNA CAVITÀ LATERALE DELLA GROTTA DEL SILENZIO (GROTTE DI S. CANZIANO).



(fot. Alinari)

FIG. 937 - COLONNA DETTA « IL BRILLANTE » NELLE GROTTA DI POSTUMIA.

piano della caverna vi si produce, per evaporazione analoga, un rilievo calcareo più o meno allungato, coniforme o mammellonare che, più o meno lentamente, va innalzandosi; è una *stalagmite* (figg. 933, 949, ecc.).

Col tempo le due forme di incrostazione allungata, allungandosi l'una verso l'altra, finiscono sovente per incontrarsi costituendo una *colonna* (figg. 935 a 937), talora in forma di curiosi candelabri, di alberature, ecc., ecc.

Ma in natura il fenomeno, così semplice nella sua linea principale, si complica in mille modi e dà origine a mille forme diverse che lo rendono meraviglioso nei suoi effetti indescrivibili, almeno dalla mia povera penna.

Il primitivo semplice tubetto calcareo, più o meno presto, generalmente si chiude; ed allora l'acqua lo riveste delle più svariate incrostazioni che fanno crescere la stalattite in larghezza, quasi in successivi rivestimenti calcarei, con una infinità di stalattiti secondarie, di mammelloni, di forme strane spesso paragonabili a fiori, a fiorami, a fogliami, ad oggetti d'arte (figg. 939, 940).

Le gocce provenienti da fratture lineari oppure allineate in serie di allungata frangia, derivandone col tempo curiose linee di stalattiti, oppure cortine, spesso mirabili per trasparenza e talora paragonate a tende, corti-



FIG. 938 - LA «GRANDE VORAGINE» DI SAN CANZIANO, VEDUTA DALLA «VEDETTA JOLANDA», CON I SENTIERI DI ACCESSO ALLE GROTTI. (IN ALTO, SUL DIAFRAMMA ROCCIOSO FRA LE DUE «VORAGINI», IL VILLAGGIO DI S. CANZIANO). (fot. Iviani, Trieste)

ne, drappaggi, baldacchini, canne d'organo (figg. 941, 942, 943).

Il gocciolio della volta può cangiare colle stagioni, nonchè col tempo, per occlusioni calcaree, deviazione delle vene idriche, ecc. e quindi attorno alle stalattiti primitive si formano spesso grappoli calcarei svariati nonchè gruppi di fioriture, di disegni svariatissimi, non sempre facili a spiegare.

Così pure le acque calcarifere cadenti in basso, o scendenti irregolarmente a gradinate sui fianchi delle caverne, oppure arrestandosi sul fondo in varia posizione, possono originare curiose bacinelle o vasche calcaree, frangiate, ornate nei modi più bizzarri, talora disposte appunto in gradini, asciutte o con acqua (figg. 929, 951), in modo da sembrare minuscoli laghettini, limpidi, graziosissimi.

Non è il caso di indugiare in descrizioni delle mille forme che possono assumere le incrostazioni calcaree delle caverne; basta visitare le meravigliose Grotte di Postumia (percorse perfino da una ferrovia sotterranea!)

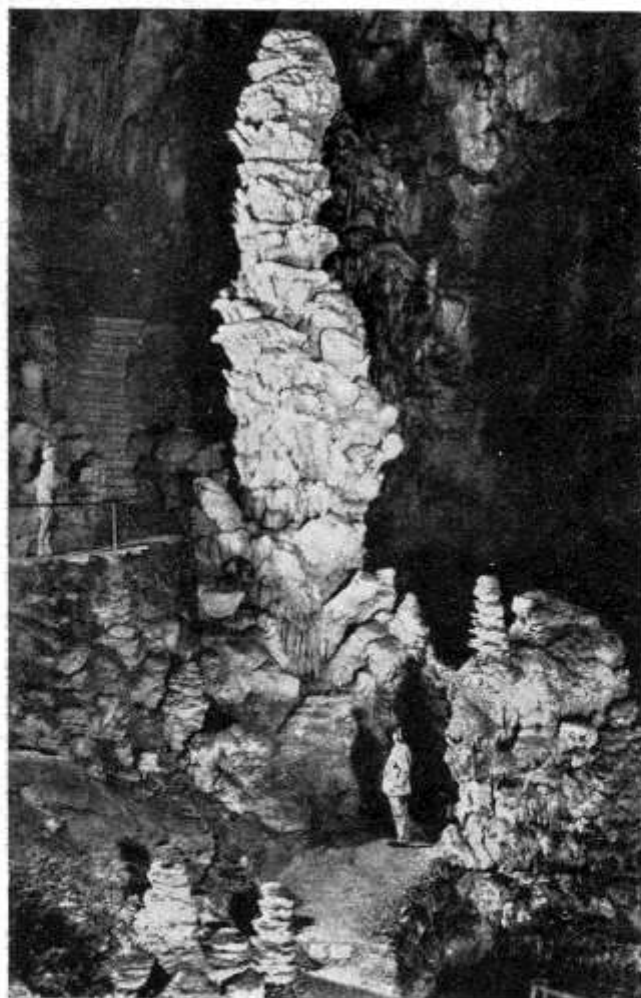


FIG. 939 - GRANDIOSA, COMPLESSA STALAGMITE NELLA GROTTA GIGANTE (ISTRIA).

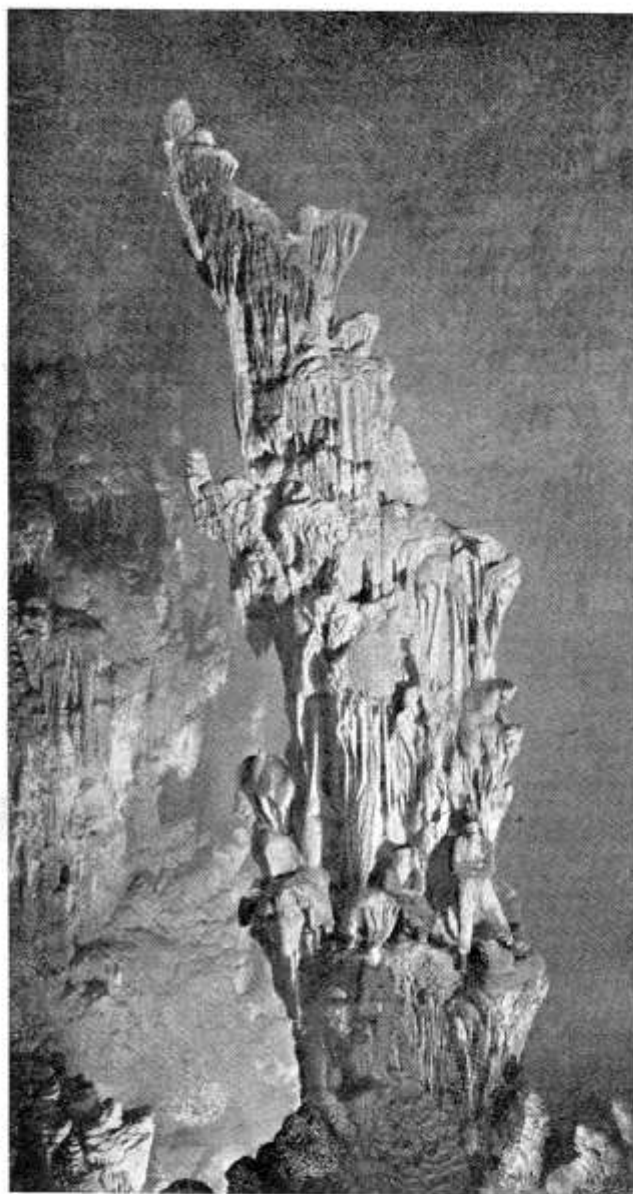
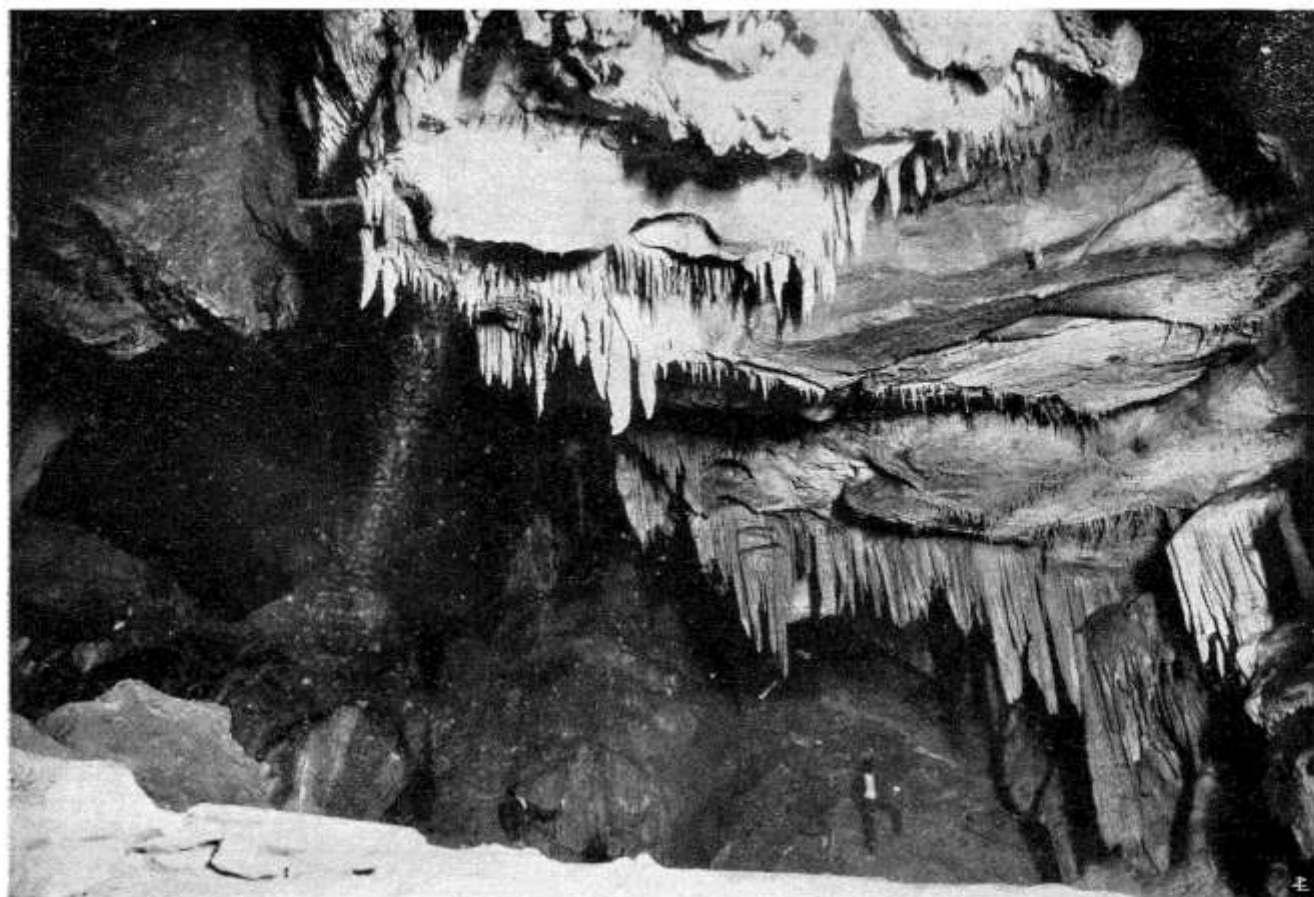


FIG. 940 - MAGNIFICA, COMPLESSA STALAGMITE, ALTA 18 METRI, ESISTENTE NELLA CAVERNA MAGGIORE DELLE TORRI PRESSO LIPITZA (VEDANSI, PER LE DIMENSIONI, LE DUE PERSONE APPOGGiate POCO SOPRA LA BASE).

per avere un'idea di ciò che qualunque parola sarebbe insufficiente ad illustrare; è la caverna-tipo dei ricami, delle colonnine, delle tende, delle frange, degli arabeschi, delle trine, delle cortine, ed infinite altre ornamentazioni naturali che fanno di tale complessa ed estesa caverna la più mirabile bellezza speleologica del mondo (figg. 932 a 935, 942, 943).

È anche da notare che nelle svariatoe fogge di costituirsi di queste concrezioni calcaree entra pure molto il fattore cristallografico, giacchè la calcite cristallizza nel sistema romboedrico con una enorme varietà di forme, di cui sono note più di 200 semplici ed oltre 1000 combinazioni! Figuriamoci quante fogge strane di incurvatura, di ramificazioni, di pseudofioriture, ecc. possono derivare da tale



(fot. P. Ariello)

FIG. 941 - STALATTITI LAMINARI
IN VARIE SERIE A TENDONI, COSTITUENTI IL COSIDETTO « BALDACCHINO » NELLA GROTTA DI BOSSEA SOPRA MONDOVI.

complessa e svariata plasmatura cristallina per quanto raddolcita dalla natura incrostante del calcare.

Nulla può dirsi di preciso riguardo al tempo necessario per la formazione delle stalattiti, ciò dipendendo da tante e diverse cause, variando anche colle stagioni (più o meno piovose), colla facilità o meno di passaggio dell'acqua percolante attraverso le rocce, dai cangiamenti di temperatura che influisce sulla evaporazione, ecc. ecc.; l'accrescimento varia anche, nella stessa grotta, da luogo a luogo, da stalattite a stalattite; in generale quelle attive (giacchè molte si mostrano ormai inattive, direi fossilizzate) possono richiedere da pochi anni a millenni, secondo i casi.

Quando invece l'acqua entra ancor oggi nelle viscere della Terra in grande massa, come fa, per esempio, la Recca che, fuoriuscita dal gruppo calcareo del Monte Nevoso per taponamento fatto dai banchi eocenici, dopo un lungo percorso a cielo aperto, salta come fiumana nell'ampio baratro di S. Canziano (figura 938), dirigendosi poi come fiume sotterraneo sino a sboccar di nuovo all'aperto presso Monfalcone, come Timavo, allora la relati-



(fot. A. Brunet)

FIG. 942 - CORTINE DI STALATTITI COSTITUENTI IL COSIDETTO « SALICE PIANGENTE », NELLE GROTTA DI POSTUMIA.

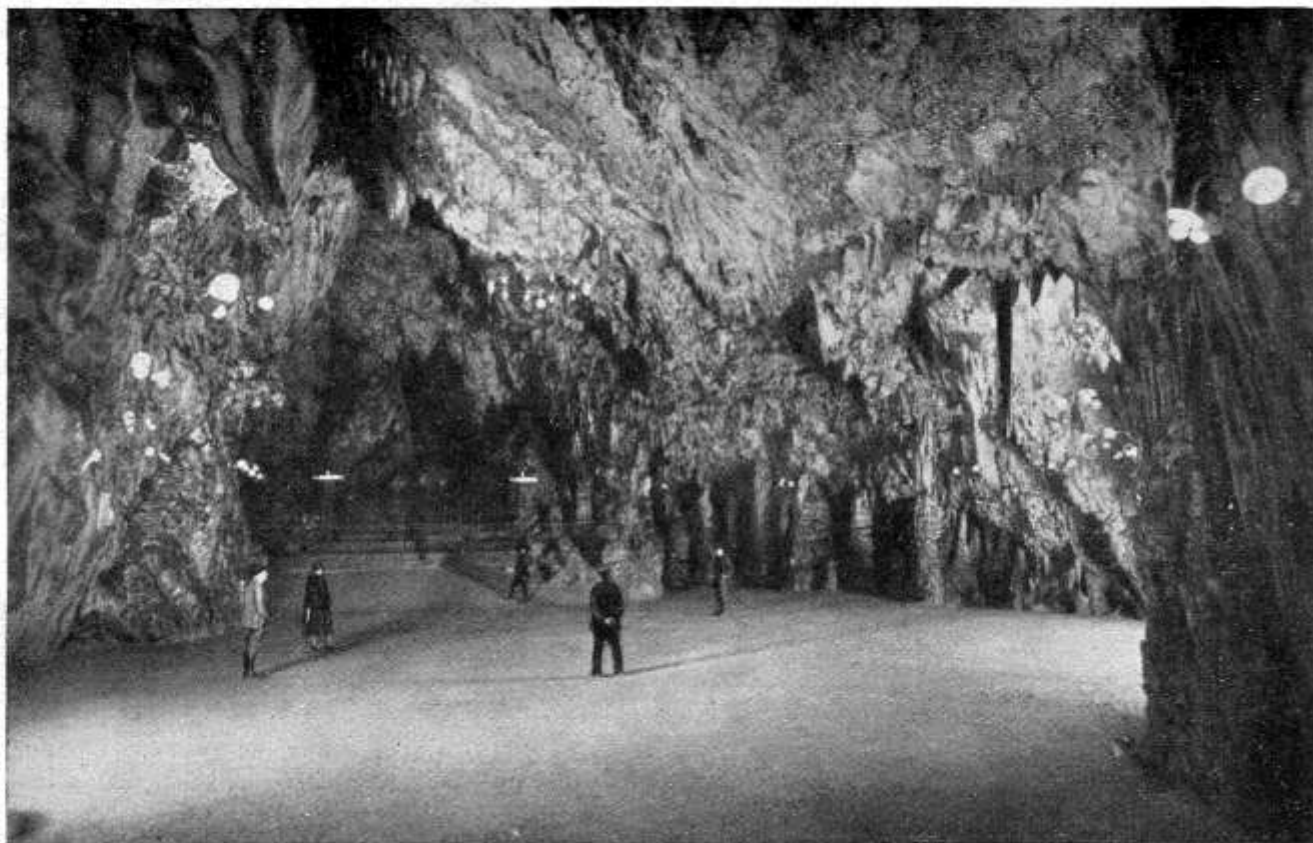


FIG. 943 - LA GRANDE « SALA DA BALLO » NELLA GROTTA DI POSTUMIA.



(fot. G. Jenull)
FIG. 944 - UNA COLOSSALE CONCREZIONE CALCARE, SIMULANTE UNA CASCATA, NELLA CAVERNA MARTEL, DELLE GROTTES DI S. CANZIANO.



FIG. 945 - GRANDE VOLTA INCROSTATA DI STALATTITI NELLA GROTTA DI S. CANZIANO.



FIG. 946 - LA « GRANDE DISCESA » NELLA GROTTA UMBERTO SOTTOCORONA PRESSO DIVACCIA.

va caverna, più che non per bellezza di incrostazioni ci colpisce per grandiosità, per

magnificenza d'assieme, che ci fa pensare alle descrizioni Dantesche raffigurate dal Doré.



FIG. 947 - STALATTITI A CRASSE CORTINE, NEL CORRIDOIO D'ENTRATA DELLA GROTTA DI BOSSEA SOPRA MONDOVÌ.

Postumia ci rappresenta nella immaginazione speleologica l'ideale del Bello; S. Canziano il tipo del Grande (figg. 945 a 947); i due, del resto vicini, si completano nella configurazione dei più mirabili fenomeni del Carsismo sotterraneo.

Infine, se vogliamo seguire l'evoluzione terminale delle caverne, vediamo che esse per lo più ormai completamente aride, si conservano quasi inalterate, salvo riempimenti lenti per trasporti alluviali od eluviali o simili, stacchi di pareti rocciose, ecc.

Durante la seconda metà dell'epoca quaternaria molte di tali caverne compirono l'importante ufficio di dar ricetto a vari animali, detti perciò *spelei*, nonchè all'uomo stesso che trovò in tali ripari naturali un efficace rifugio non solo contro varie belve nemiche, ma specialmente contro l'intemperie del clima ancora avverso.

Altre poche caverne, invece, se il fenomeno di formazioni stalattitiche e stalagmitiche continuò e continua con una certa intensità, possono lentamente riempirsi di tali incrostazioni e produrre col tempo speciali depositi calcarei concrezionati, generalmente a vari colori concentrici (bianchi, giallastri e rossastri) che, sezionati, costituiscono i meravigliosi marmi alabastrini, antichi o recenti, come per esempio quello di Busca.

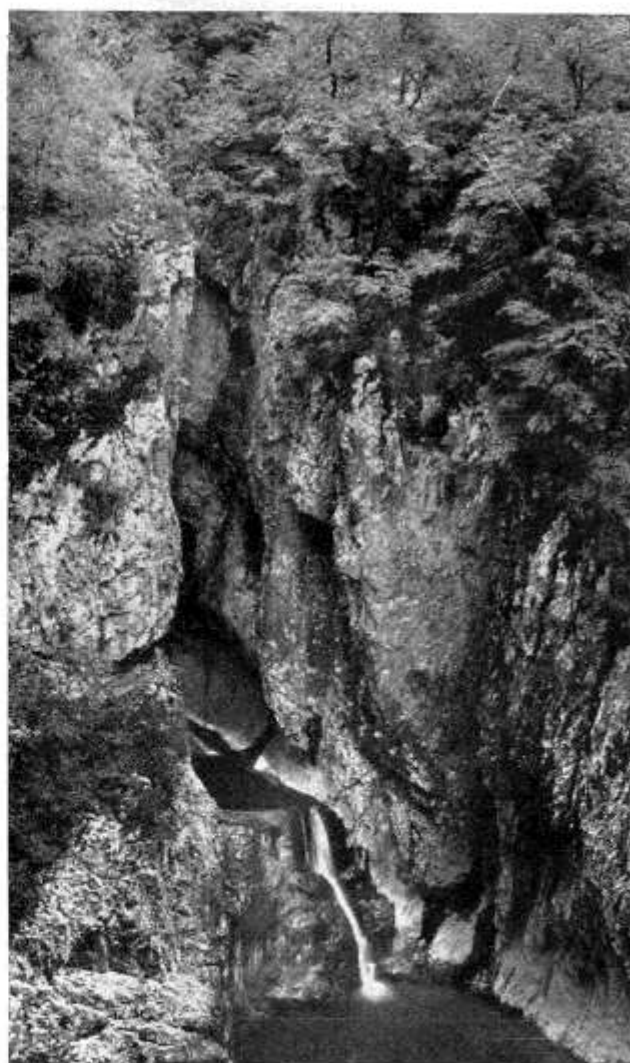
Questa è la più nobile fine di una caverna!

Ma senza parlare di *fine*, le Grotte sono interessantissime non solo dal punto di vista geologico e geoidrologico, ma anche per la speciale flora e fauna che vi si rifugia, modifi-

candovisi più o meno nella vita, nella forma, nei colori, ecc.

Però altri e interessanti aspetti presentano le caverne sia per gli importanti resti di animali fossili *spelei* (orsi, jene ed altri vertebrati, specialmente carnivori) inglobati nei depositi terrosi o calcarei d'incrostazione (breccie ossifere), come verificasi in una quantità di grotte, da quella di Bossea e del Bandito nelle Alpi marittime, a quella detta appunto dell'Orso sul Lago di Como, a quella di Pocala nelle Alpi Giulie, ecc., sia specialmente per gli importantissimi residui dell'uomo primitivo, che fu ben spesso *un uomo delle caverne*, particolarmente (per l'Italia) nella Liguria e nell'Alta Istria.

Ad ogni modo l'uomo deve riconoscenza alle caverne che lo hanno protetto nella sua fase preistorica e che ancora oggi costituiscono un centro di importanti e svariati studi speleologici, nonchè di utili esercizi sotto forma di *alpinismo sotterraneo*!



(fot. Alinari)

FIG. 948 - IL GRANDE ABISSO NELLA GROTTA DI S. CANZIANO

LA CAVERNA DEL CAUDANO

Le belle montagne del Monregalese, osservate con occhio geologico, appaiono costituite da scisti cristallini svariati, talcosi, cloritosi, micacei, spesso quarzifici (del Primario superiore), coperti da una potente serie di calcari (del Secondario, specialmente del Trias), il tutto disposto in una complessa serie di pieghe più o meno forti che sono rovesciate alquanto verso il Nord, quasi come se fossero gigantesche ondulazioni irrigiditesi d'un tratto quando si accasciavano verso la pianura.

Ma siccome da milioni di anni queste montagne sono esposte agli agenti atmosferici, così a poco a poco venne incisa, erosa, esportata la parte superiore di dette formazioni ondulate; quindi oggi vediamo apparire alla superficie del terreno gli scisti cristallini nelle regioni corrispondenti a pieghe positive (anticlinali), mentre invece nelle regioni di pieghe negative (sinclinali) vediamo essere ancora conservate, quasi come riparate in una gronda od in un bacino, parte delle formazioni più giovani, cioè i calcari più o meno cristallini o marmorei.

Ciò posto, dobbiamo considerare che le acque di pioggia e di fondita delle nevi mentre generalmente scorrono sopra gli scisti cristallini quasi impermeabili, invece penetrano facilmente fra i calcari spesso fessurati, li dissolvono in parte costituendovi tutta una complicata rete idrologica sotterranea. Infine dette acque sotterranee giungono ai sottostanti scisti impermeabili che ne arrestano l'ulteriore discesa e le obbligano a dirigersi, secondo la linea di maggior pendenza, sino a fuoruscir-

re sui fianchi o sul fondo delle vallate, originando così svariate sorgenti, anche copiose.

Ma da questo continuo, intenso e lungo lavoro di erosione e di dissoluzione fatto dagli agenti acquei nei calcari, specialmente durante la passata Epoca diluvio-glaciale tanto ricca di acqua, derivò che le regioni calcaree divennero bucherellate, traforate, scavate nel modo più irregolare; si formarono così le grotte o caverne, che sono infatti tanto comuni nelle montagne calcaree spesso colla forma di irregolarissime gallerie o cunicoli suborizzontali.

Più tardi, cioè nell'Epoca attuale, essendo diminuita immensamente la quantità delle precipitazioni acquee, naturalmente si impoverì anche la sovraccennata rete idrologica sotterranea delle regioni calcaree; le svariate canalizzazioni naturali interne, cioè le caverne, in gran parte si asciugarono, solo più rimanendovi qualche cascatella o scorrendo sul loro fondo qualche rigagnoletto, meschini re-

sidui delle grandi correnti acquee originarie.

È allora che all'opera grandiosa che scavò le grotte ne successe un'altra minore, ma non meno mirabile nei suoi effetti, la quale tende invece a riempirle. Cioè le acque di pioggia o di fondita delle nevi che ancor oggi, per quanto in molto minor quantità che nell'Epoca diluviale, scendono attraverso alle formazioni calcaree, ne disciolgono largamente il carbonato di calce, anche per la loro relativa ricchezza in anidride carbonica; ma quando queste acque calcaree, circolanti sotterraneamente, giungono nell'ambito delle caverne, si arrestano

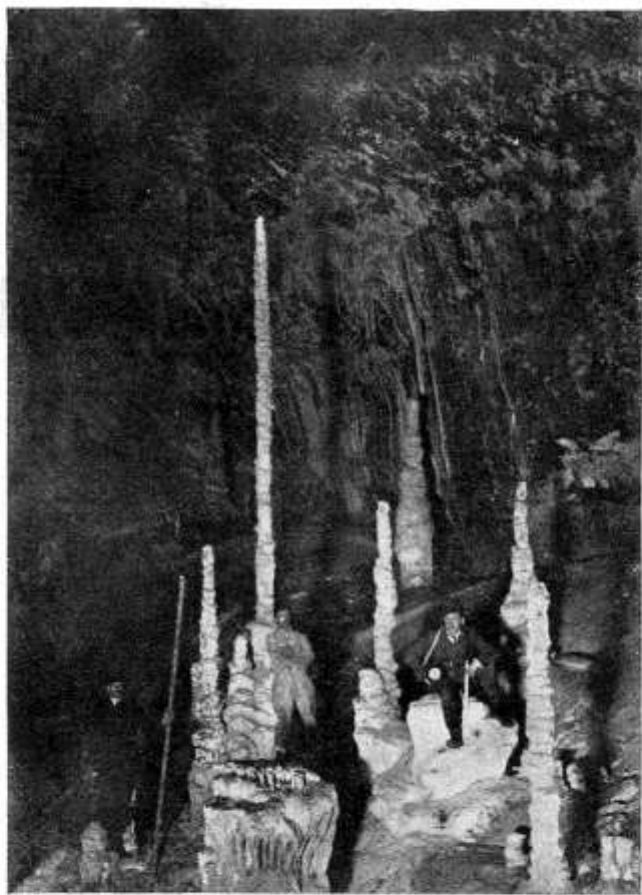


FIG. 949 - LUNGHE E GRACILI STALAGMITI NELLA GROTTA NCÉ (PRESSO NABRESINA, ISTRIA) A CIRCA 100 METRI DI PROFONDITÀ.

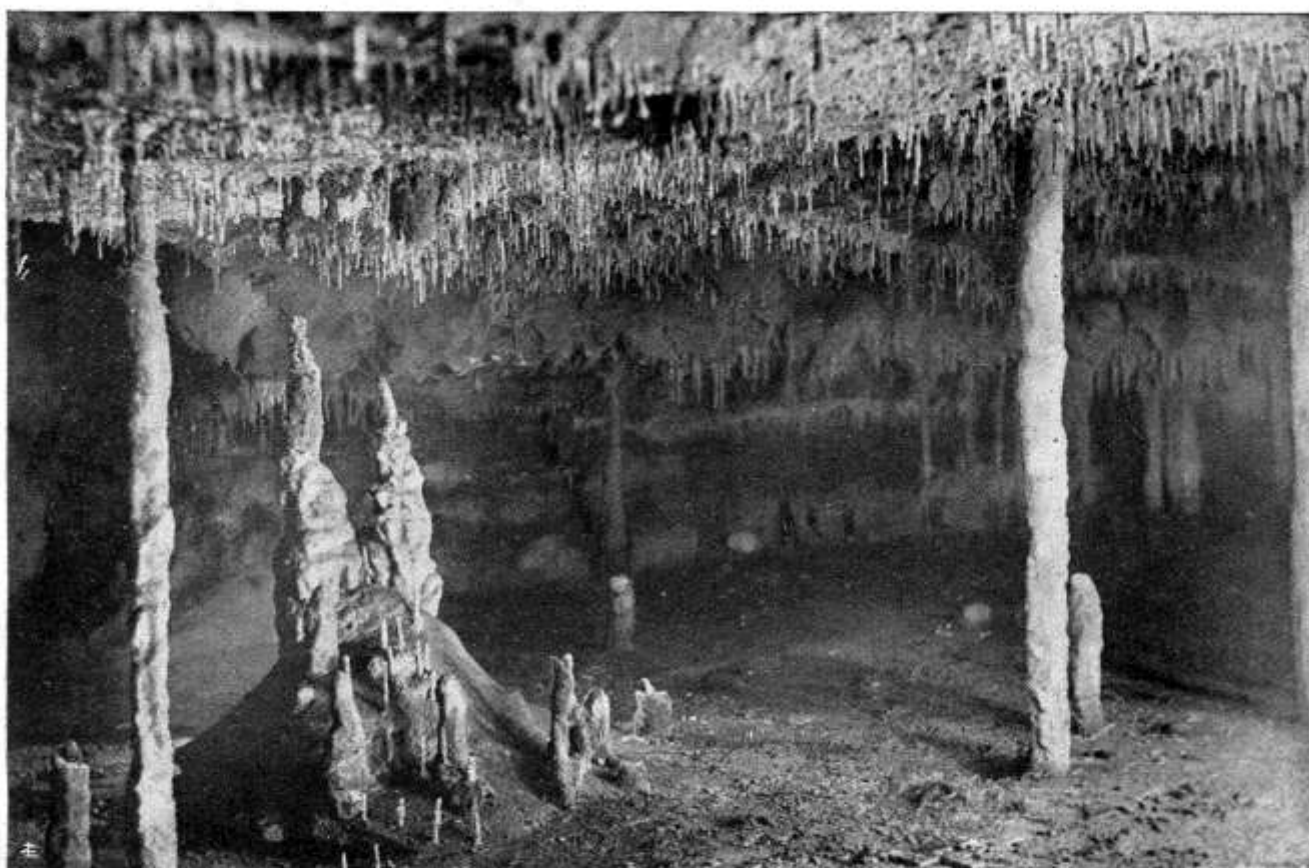


FIG. 950 - MIRIADI DI MINUSCOLE STALATTITI SULLA VOLTA DELLA CAVERNA E STALAGMITI SUL SUO PIANO, COSTITUENTI IL COSIDETTO « TRONO DI VISNÙ » TRA DUE COLONNE PRINCIPALI.



FIG. 951 - REGIONE DELLA STALAGMITE DETTA COLONNA BRUNO (NEL CENTRO); IN BASSO STALATTITI ED INCROSTAZIONI AD IRREGOLARI BACINELLE, E VARIE STALATTITI.

in gran parte sulle loro pareti, per lo più sotto forma irregolarissima di veli, di gocce, originando stillicidi, ecc., e, per parziale loro evaporazione, sono obbligate ad abbandonare gran parte del carbonato di calce che avevano disciolto.

Tale carbonato di calce o calcare si deposita quindi sotto forma di incrostazioni svariatissime, sia sulle volte della caverna come stalattite, sia, per gocciolii cadenti sul piano della caverna (dove formansi talora anche speciali vasche di incrostazione), come stalagmite (figg. 949 a 951), spesso congiungendosi le due forme a costituire colonne complete (fig. 950), sia lungo le pareti come svariatissime concrezioni ed incrostazioni mammellonari, muschiformi, a gradinate, ecc., spesso riunendosi in veli o lamine o drappeggiamenti subverticali a costituire lastre traslucide; oppure formando serie di stalattiti allineate a canna di organo (spesso lungo qualche fessura della volta della caverna), o complicandosi nei modi più strani a foggia di fiorami, di pagode, di baldacchini rabescati, di spugne, di coralli, di frange, di ricami, ecc., la cui bellezza riesce generalmente accresciuta dalla parziale cristallizzazione del materiale calcareo

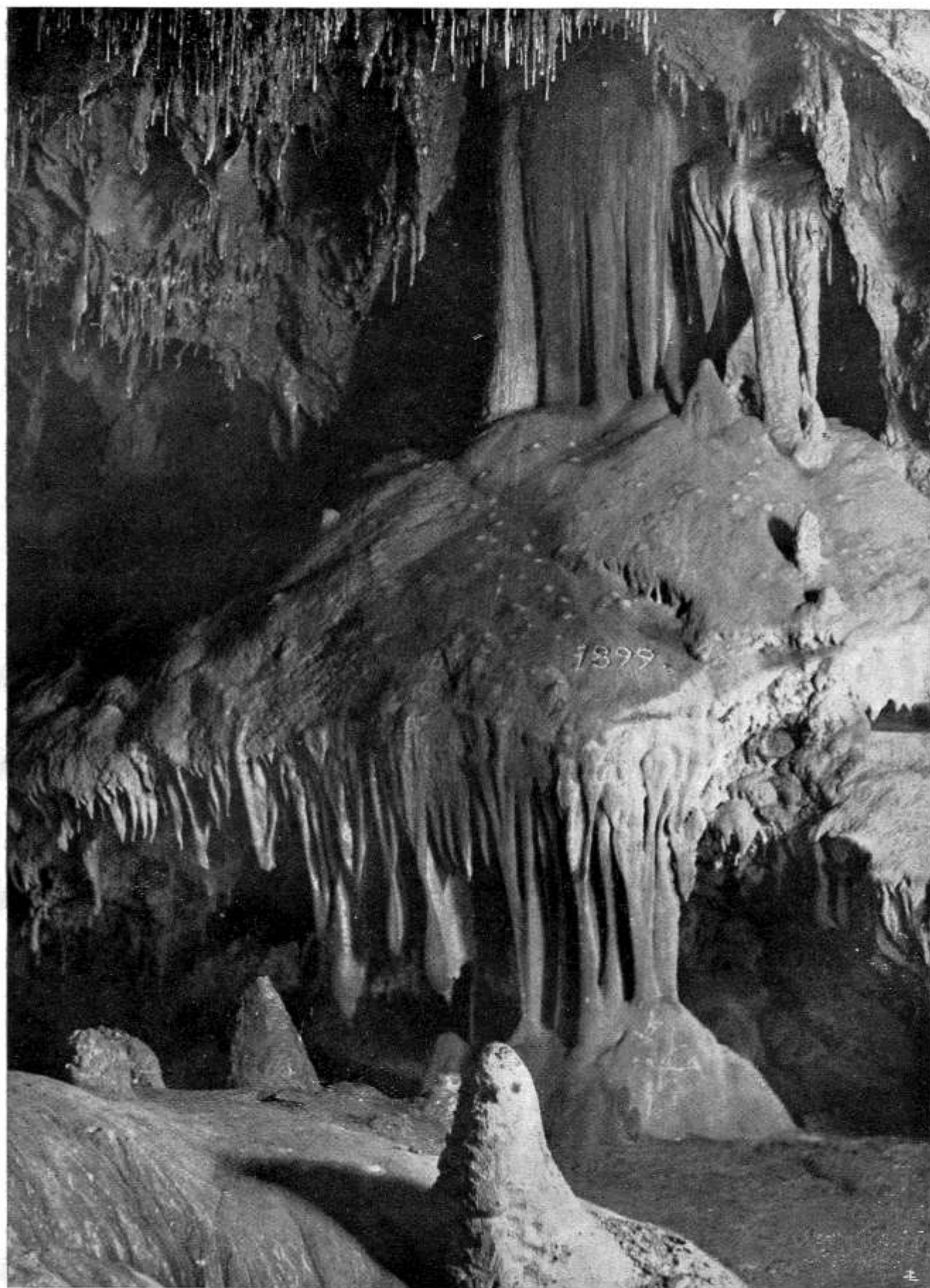


FIG. 952 CAVERNA DEL CAUDANO - STALATTITI, STALAGMITI E LARGHE INCROSTAZIONI CALCAREE COSTITUENTI IL COSÌ-DETTO « MONUMENTO DELLA SCOPERTA ».

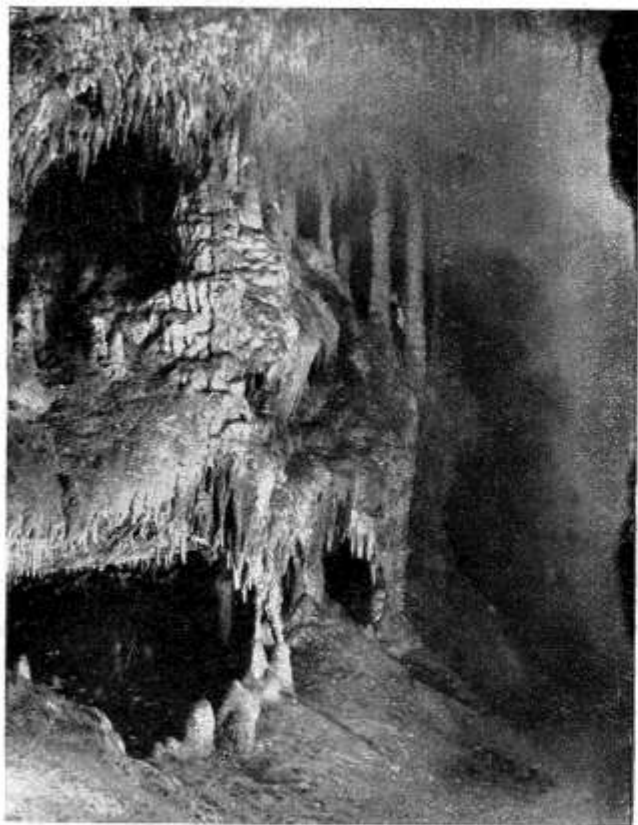


FIG. 953 - VARI PIANI DI STALATTITI, STALAGMITI E COLONNE MAMMELLONARI PER LORO RIUNIONE, COSTITUENTI NELL'INSIEME LA COSIDETTA «PAGODA CHINESE».

che diventò quindi mirabilmente scintillante.

Naturalmente la fantasia dei primi esploratori delle caverne si sbizzarrisce nel trovar rassomiglianze anche stranissime, derivandone quella nomenclatura immaginosa che accresce l'attrattiva a chi poi visita tali eleganti fenomeni naturali; questi però realmente sono altrettanto semplici nella loro essenza quanto svariati nelle loro apparenze multiformi nonchè nella loro tinta, che passa insensibilmente dal giallo rossigno al bianco più niveo e cristallino che si possa immaginare.

Gli splendidi calcari alabastrini od alabastrini, come per esempio quelli famosi di Busca, rappresentano appunto il prodotto di riempimento di cavernosità per depositi concrezionati variamente colorati, analoghi a quelli suaccennati.

La Caverna del Caudano costituisce uno dei più belli e meglio conservati esempi dei fenomeni sovraindicati; giacchè, scoperta da poco e subito ben custodita, venne salvata da quelle opere di devastazione (per rotture, esportazioni, deturpazioni, ecc.) e di annerimento (per illuminazione a torce o simili), che purtroppo hanno guastato la maggior parte delle caverne; per modo che se essa non può rivalleggiare con quella prossima di Bossea per am-

piezza, ne è assai più graziosa e più ben conservata nei suoi mirabili dettagli di svariate e bizzarre incrostazioni.

La caverna in questione fu da alcuni denominata di *Frabosa*, ciò che si presta a confusioni con quella di Bossea pure in territorio di Frabosa. Altri la denominò *Trona*, dal nome dei proprietari e scopritori, i fratelli Trona; scoperta che fu fatta nel 1899 durante i lavori per l'acquedotto dell'Officina elettrica. Ma il nome più giusto e naturale è quello di Caudano (sarebbe veramente meglio dire Caudano) che è il nome volgare della sorgente che scaturisce dalla grotta e che, appunto per il suo percorso sotterraneo, presenta una temperatura che (per le note leggi geotermiche) nell'inverno è superiore a quella esterna, in modo da sembrare quasi calda.

Detta caverna (che apresi un chilometro circa a sud di Frabosa Sottana, sul fianco destro di Val Maudagna, presso l'attuale serbatoio dell'acqua che serve per l'impianto elettrico di Mondovì, a circa 780 metri sul livello del mare) è scavata in una zona di calcare marmoreo, che infatti alimenta importanti cave di marmo bardigliaceo presso Frabosa Soprana. Tale zona calcarea, poco ampia, ma che si estende per qualche chilometro da ovest ad est circa, si appoggia in stretta piega concava sopra potenti ed estese formazioni quarzitiche compatte ed impermeabili; come può osservarsi salendo verso l'entrata della caverna, dove esiste appunto la sorgente Caudano; residuo attuale della antica e ben più copiosa corrente acqua sotterranea a cui è dovuta essenzialmente l'origine della grotta in questione.

È interessante notare che, come nella caverna di Bossea, anche in questa del Caudano furono trovati resti di *Ursus*, (forse una varietà piccola dell'*U. spelaeus*), donde il nome di Reggia dell'Orso data ad una sala dove furono trovati ossami di questo antico abitatore delle caverne.

Notisi infine che l'esame della grotta mostra sia frequenti zone di fratture — talora segnate da linee di stalattiti e da vere lamine calcaree — sia zone franate; fatti che sono in rapporto colla natura della formazione calcarea e cogli sforzi subiti nel suo corrugamento.

Non è il caso di scendere ora alla descrizione particolareggiata della Caverna del Caudano, tanto più che già essa fu fatta assai be-

ne dal sig. E. Alessandri (1), dall'avv. G. B. Bertone (2), dal prof. A. Issel (3) e specialmente dal rev. cav. don A. Dho (4) il quale ne pubblicò recentemente una « Guida descrittiva » ed al cui gentile consenso debbonsi parecchie delle unite figure tratte da detta Guida.

Del resto, più che qualsiasi descrizione, parve opportuno di unire a questi pochi cenni generali alcune illustrazioni, le quali danno un'idea della meravigliosa bellezza della caverna e fanno facilmente comprendere quanto essa sia meritevole di una speciale visita, che riesce altrettanto istruttiva dal punto di vista scientifico quanto gradevole ed interessante da quello artistico.

CENNI SULLE ILLUSTRAZIONI.

Il Trono di Visnù, detto anche Bazar di

(1) E. ALESSANDRI, *La Caverna ossifera Caudano-Trona* (Ricordo 2ª Esposizione floreale di Mondovì) - Mondovì, 1905.

(2) G. B. BERTONE, *La Grotta Trona a Frabosa* (« Il Momento illustrato ») Torino, 27 agosto 1905.

(3) A. ISSEL, *La nuova Caverna di Frabosa* (« Monco sotterraneo », anno IIo), Udine, 1905.

(4) A. DHO, *La Caverna del Caudano in Valle di Maudagna* (Mondovì, Tipografia Vesc. F. Avagnina, 1913).

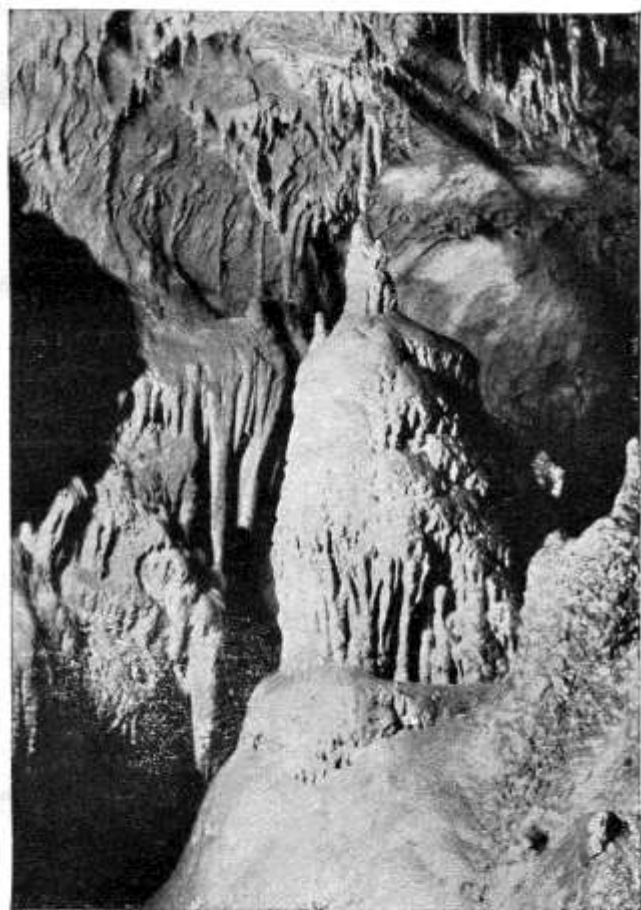


FIG. 954 - GRANDE STALAGMITE, DENOMINATA « IL BATTISTERO », E NUMEROSE VARIE STALATTITI.

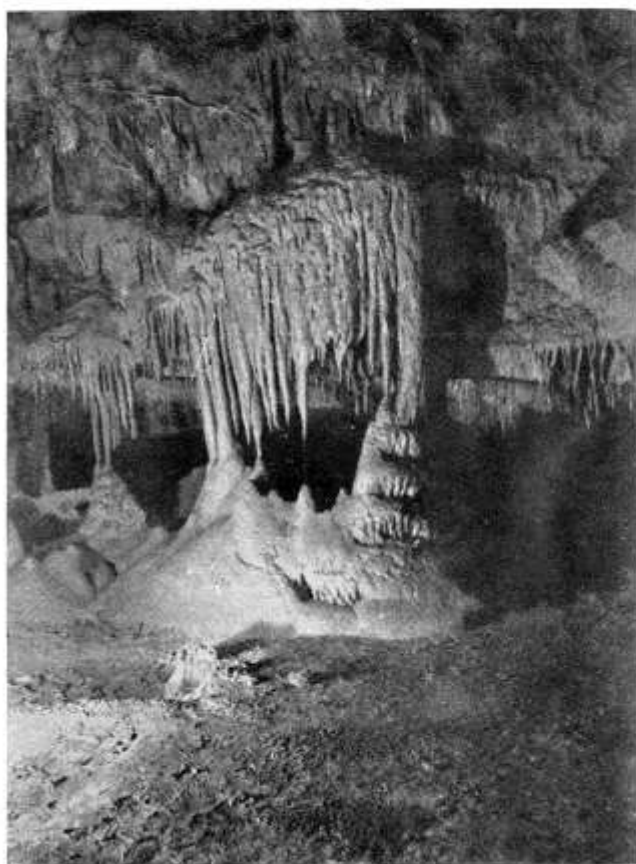


FIG. 955 - GRUPPO DI STALATTITI E STALAGMITI, LIBERE O RIUNITE, COSTITUENTI IL COSIDETTO «VERONE DELLE FATE».

Venezia, ci offre il caso abbastanza raro di una volta pianeggiante in modo che l'acqua calcarifera che scendeva dall'alto vi si espandeva sopra quasi regolarmente come un velo, gocciolando quindi in mille punti diversi, punti che, a poco a poco, originarono altrettante piccole stalattiti (fig. 950).

Dove però, per cause speciali, l'acqua non poteva fermarsi sulla volta ma subito cadeva sul piano della caverna, vi formavano stalattiti grandi e piccole, come appaiono nella parte sinistra della figura.

Invece dove stalattiti e stalagmiti poterono congiungersi, o le prime poterono prolungarsi regolarmente sino al basso, quivi si costituirono vere colonne come quelle che paiono quasi sostenere lo splendido baldacchino del cosiddetto Trono di Visnù.

La *Necropoli* o *Reggia dell'Orso*, dove cioè furono raccolti ossami dell'orso speleo, ci presenta le stalattiti in parte allineate in certe direzioni che corrispondono forse ad antiche linee di frattura della volta della caverna, linee che erano naturalmente più copiosamente acquifere delle zone circostanti.

In certe regioni della caverna si vede molto bene come parecchie stalattiti scendenti dall'alto sianse riunite colle rispettive stalagmiti salienti poco a poco dal basso sino a congiungersi a costituire colonne complete, ma rimaste un po' gracili nel mezzo (figg. 950, 952).

La sala della *Colonna Bruno*, così giustamente denominata in onore del geologo monregalese prof. Carlo Bruno, ci mostra bellissime stalattiti di ogni grandezza scendenti a pugnale, nonché tozze stalagmiti foggiate quasi a paracarri conici e specialmente (sul centro e fondo della figura) la grossa ed elevata stalagmite (dedicata al prof. C. Bruno) le cui diverse irregolari gradinate corrispondono a diversi periodi di gocciolatura e quindi di deposizione calcarea.

Infine sul piano della caverna sono ammirevoli alcune eleganti bacinelle a bordi ondulati alabastrini, dovute alla lunga permanenza di pozze acquose in quella località; talora, specialmente in primavera, tali vaschette sono talvolta piene d'acqua, presentando mirabili effetti di luce; ma presto asciugano per lenta evaporazione (fig. 951).

Le altre fotoincisioni rappresentano punti

della caverna dove gli antichi gocciolii d'acqua furono più abbondanti e più riuniti, quasi in cascatelle, per modo da originare appunto, per la solita deposizione lenta del calcare, vere cascate impietrite, alabastrine, come quel-

la che fu opportunamente denominata *Cascata Vittoria*; come pure il caratteristico *Monumento della Scoperta* (fig. 952) per la incisione eloquente, nella sua rozza semplicità, della importante data: 1899; e la bellissima *Pagoda cinese* ambidue interessanti (fig. 953) perchè una speciale disposizione originaria della roccia e del conseguente stillicidio diede luogo quasi a due piani di drappeggiamenti stalattitici. Sono pure elegantissime le cascatelle alabastrine, fondentisi in parte colle tozze cuspidi stalagmitiche, che costituiscono il cosiddetto *Verone delle Fate* (figu-

ra, 955). Ma fra tutte queste curiose forme è specialmente mirabile quella del *Battistero*, dove cioè frammezzo alle elegantissime cascate di varie, numerose e lunghe stalattiti (a parte delle quali corrispondono depresse stalagmiti sul piano della caverna) si vede ergersi maestoso quanto elegante un complesso stalagmitico, ornato tutt'intorno da una cortina di stalattiti secondarie, ciò che dà quasi l'idea di un tempietto o battistero che dir si voglia (figg. 954, 956).

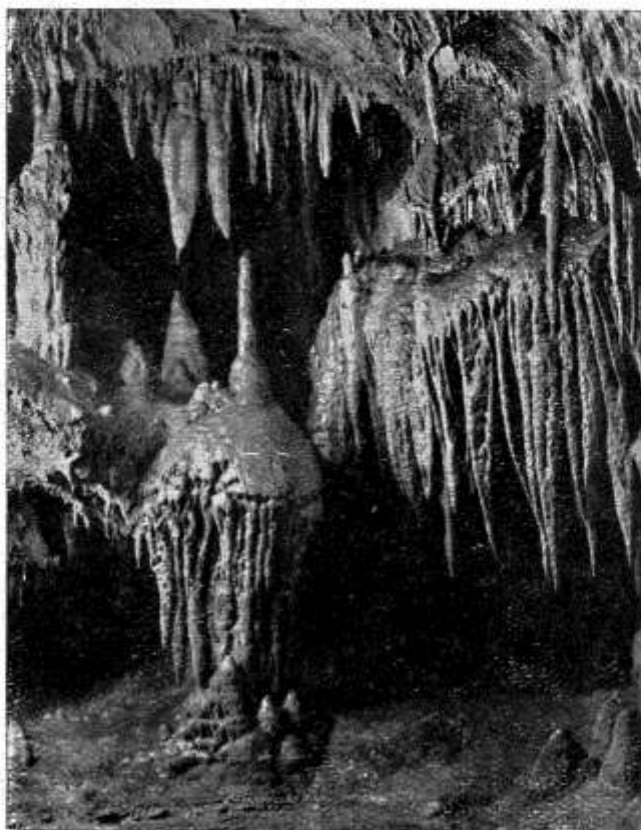


FIG. 956 - GRUPPI DI STALATTITI E STALAGMITI COSTITUENTI NELL'ASSIEME IL COSIDETTO « BATTISTERO ».