

EGIDIO FERUGLIO

Osservazioni intorno all'anfiteatro morenico del Lago Buenos Aires (Patagonia) e a un cono vulcanico su di esso inserito.

I. CENNI GENERALI SULL'ANFITEATRO MORENICO DEL LAGO BUENOS AIRES. — Il lago Buenos Aires ($46^{\circ} 30'$ Lat. S.) si allunga in forma di arco leggermente convesso a N, fra i meridiani $71^{\circ} 10'$ e $72^{\circ} 50'$, in modo da sottendere una distanza rettilinea di 128 km. Il lago è racchiuso per circa $\frac{2}{3}$ della sua lunghezza fra alte e scoscese montagne che costituiscono la Cordigliera delle Ande.

La parte orientale, alquanto allargata a bacino, penetra fra i primi avamposti dell'altipiano patagonico ed è limitata da sponde piatte e da terrazzi lacustro-glaciali, alti fino a un po' più d'un centinaio di metri.

Il lago ha lo specchio a soli 217 m. s. m., di modo che esso appare profondamente incassato nell'altipiano, il quale, alle falde della Cordigliera, sale ad altitudini superiori ai 1000 m. Anzi, a sud del lago, un lembo d'altipiano si eleva nella Meseta (1) del lago Buenos Aires a 1500 m. s. m.

Questo ripiano è formato da un'ossatura di terreni terziari, in parte marini (Patagoniano), ricoperti da un vasto espandimento basaltico. Esso si collega a oriente con altri ripiani isolati e più o meno estesi, residui del più elevato ed antico livello di denudazione dell'altipiano patagonico, detto *livello della Pampa del Castillo*.

L'altipiano, che un tempo si stendeva ininterrotto fra l'una e l'altra sponda del bacino lacustre e ad oriente dello stesso, si presenta ora ampiamente sventrato da una specie d'irregolare depressione, in gran parte di escavazione glaciale, che accoglie nella sua parte interna l'estremità orientale del lago e ad E di quest'ultimo

(1) *Meseta*, nome generico da *mesa*, desco, tavola.

il più vasto anfiteatro morenico della Patagonia. L'anfiteatro consta di più cerchi concentriche, di cui la più esterna giunge con la sua fronte sino alla confluenza del Rio Pintura col Rio Deseado, a 65 km. dall'estremità orientale del lago (1).

0 5 12,5 25 Km.

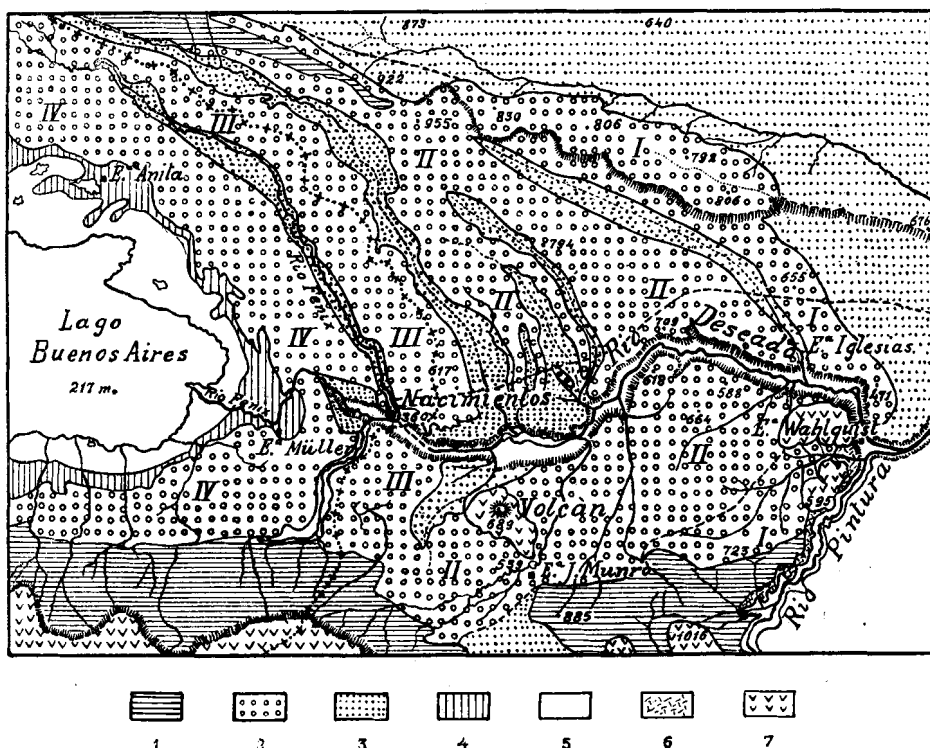


Fig. 1. — CARTINA DELL'ANFITEATRO MORENICO DEL LAGO BUENOS AIRES.

Spiegazione dei segni: 1. Terreni prequaternari. — 2. Depositi morenici. — 3. Depositi fluvioglaciali. — 4. Depositi lacustri terrazzati. — 5. Depositi lacustri e alluvionali recenti. — 6. Porfidi quarziferi e tufi di età mesozoica. — 7. Basalti. (L'area in bianco sulla destra del Rio Pintura non è stata rilevata geologicamente).

Le cerchi principali, più estese e continue e bene sviluppate sulla sinistra del Rio Deseado, sono quattro, disposte ad arco intorno alla estremità orientale del lago e alquanto divergenti fra loro verso la

(1) A titolo di confronto, si può ricordare che l'anfiteatro del lago di Garda, che è il più esteso fra quelli del versante meridionale delle Alpi, si spinge con la sua fronte a 14-15 km. a S del lago. Quest'ultimo misura da NNE a SSW una lunghezza di 52 km.

fronte. Esse sono separate da striscie di suolo piano, costituite da alluvioni ghiaiose grossolane e solcate ciascuna da un torrentello normalmente asciutto, che corre al Rio Deseado. La seconda cerchia, a cominciare dall'esterno, è divisa nel suo tratto frontale in due cordoni secondari, assai bene separati e che si potrebbero considerare anche come due cerchie indipendenti.

Il più interno di questi due archi si sfrangia in almeno tre cordoni distinti lungo la fronte dell'anfiteatro. Tutti questi archi tendono però a fondersi in una cerchia unica sul lato sinistro (settentrionale) dell'anfiteatro. Assai meno chiara è la separazione delle cerchie esterne nell'ala destra dell'anfiteatro a S del Rio Deseado, dove i depositi glaciali si stendono sopra una piattaforma alquanto irregolare di terreni terziari e mesozoici. Ad ogni modo, il decorso dei principali archi morenici è abbastanza bene riconoscibile dalle vallecòle che corrono fra essi e dirette al Rio Deseado. In mezzo agli stessi archi si stendono delle aree pianeggianti, dovute alla dispersione dei materiali glaciali per opera delle acque di fusione.

L'anfiteatro spetta, se non per intero, almeno in massima parte all'ultima glaciazione. Secondo le mie osservazioni, non mancano però tracce di una precedente e più estesa glaciazione, a cui ritengo doversi riferire una parte almeno della cerchia più esterna, la quale, sul fianco sinistro dell'anfiteatro, si adagia sopra l'altipiano che si stende ai due lati dell'Arroyo Pluma, declinando gradualmente da 800 a 650 m. s. m. (1). In margine al terrazzo in parola e sulla destra del tratto superiore del Cañadón Pluma (solco terrazzato stretto e relativamente profondo, a fondo piano ed erboso, che incide il ripiano e discende al Rio Deseado), si nota un lungo cordone di colline moreniche, disposte in parte in due serie parallele contigue e con quote massime comprese fra 792 e 830 m. s. m. Esso è costituito da rilievi più o meno tondeggianti e alti in media 30-40 m. sul piano del terrazzo circostante, ed è rivestito d'una magra vegetazione erbosa a caratteri di steppa arida. Questi rilievi morenici più esterni, in confronto di quelli più interni dello stesso anfiteatro, presentano una superficie più uguale ed unita e con rivestimento erboso relativamente più denso. Inoltre vi si osserva una minore abbondanza di ciottoli

(1) Questo terrazzo prosegue per ampio tratto verso E, fra il Rio Deseado e il Rio Senguerr, raccordandosi al cosiddetto livello della Pampa Maria Santísima, ed è sormontato da un terrazzo più alto (di 150-200 m.) che si coordina col livello della Pampa del Castillo.

e massi superficiali, benchè non vi manchino alcuni grossi erratici di porfido quarzifero e altre rocce (fig. 2). La cerchia medesima è poi separata da quella immediatamente più interna da un tratto piano, alluvionale.

A questa cerchia morenica più esterna, adagiata su di un ripiano alto oltre 300 m. sopra il Rio Deseado, s'innesta, in corrispondenza alla fronte dell'anfiteatro, un cordone morenico molto più basso e più stretto, che giace sul terrazzo inferiore del Rio Deseado e la cui altezza sopra il fiume è di un centinaio di metri o poco più. Questo cordone frontale, per la sua diversa orientazione ed ampiezza e pel più basso livello in cui si trova, non sembra formare l'originaria e diretta continuazione della cerchia sopra indicata, la cui parte frontale, posta a più alto livello, parrebbe essere stata esportata dall'erosione del fiume; ma si direbbe piuttosto depositato in una fase più recente, entro un'incisione del terrazzo superiore.

La mancanza di tagli un po' profondi ed estesi non permette vedere se fra questi due frammenti di cerchia s'intercalano depositi interglaciali e può quindi lasciare incerti se essi spettino a due diverse fasi di una stessa glaciazione, ovvero a due invasioni glaciali distinte. D'altra parte, le speciali condizioni di clima arido e ventoso della regione, fanno sì che manca uno stato superficiale d'alterazione che permetta riconoscere la diversa antichità degli stessi depositi glaciali. Ad ogni modo, l'incisione subita dal terrazzo superiore, prima della deposizione della parte frontale dell'anfiteatro, che si trova in esso incastrato, sembra opera di un lungo periodo d'erosione, durato probabilmente un'intera fase interglaciale.

Internamente alla cerchia più recente dell'anfiteatro, presso l'estremità orientale del lago (all'Estancia Müller), giace un breve terrazzo a superficie piana e profondamente sezionato dal Rio Fenix, che l'attraversa nel suo ultimo tratto, prima di sboccare nel lago.

Le scarpate del terrazzo, alte una sessantina di metri, sono costituite da limo lacustre biancastro, sottilmente stratificato, in cui s'intercalano lenti o tasche ghiaiose con ciottoli di rocce diverse, e alcuni di essi striati. Tali lenti ghiaiose sono però scarse e in alcuni tratti mancanti.

Il terrazzo lacustre, che si livella a circa 130 m. sopra lo specchio del lago, è circondato ad E da un cordone morenico a grandi erratici. Il deposito lacustre dev'essersi formato mentre il ghiacciaio si ritirava entro la sua valle, che è ora occupata dal lago Buenos Aires. Le

intercalazioni ghiaiose si devono ai detriti impigliati nei ghiacci galleggianti che venivano a sciogliersi nel lago, o ad arenarsi sulle rive, e in parte a quelli strappati dalle onde alla prossima sponda.

Questo deposito lacustre fu oggetto recentemente di un particolareggiato studio da parte di un geologo svedese allievo del De Geer, il dott. Caldenius (1), che vi compì la misurazione del numero e spessore degli straterelli o *varves* che lo compongono e di cui ne contò 740, istituendo quindi confronti coi depositi lacustro-glaciali dell'Europa settentrionale (2). Egli venne così alla conclusione che la predetta cerchia morenica interna dell'anfiteatro del lago di Buenos Aires corrisponde alle morene centrali della penisola scandinava. Senonchè l'autore riporta alla stessa fase pure gli archi morenici più interni che si stendono trasversalmente circa a metà lunghezza dei laghi Viedma e Argentino e distanti poche decine di chilometri dalle fronti dei ghiacciai attuali, che s'immergono nell'estremità occidentale dei laghi medesimi; archi glaciali che a me paiono riferibili a una fase più recente di quella in cui fu deposto il cordone più interno dell'anfiteatro del lago Buenos Aires e precisamente a qualcuno degli stadî post-glaciali.

Indipendentemente da questo problema, va ricordato che il ghiacciaio del lago Buenos Aires aveva il suo scaricatore nell'attuale Rio Deseado, che incide trasversalmente le tre cerchie più esterne dell'anfiteatro e scende quindi al mare incassato fra più ordini di terrazzi assai elevati.

Ma dopo il completo ritiro del ghiacciaio, il lago trovò sfogo verso il Pacifico, attraverso la valle del Rio Las Heras (o Rio Baker) che attraversa la Cordigliera. Il tratto superiore del Rio Deseado, costituito dal corso attuale del Rio Fenix, invertì allora il suo corso,

(1) CALDENIUS C., *Las glaciaciones cuaternarias en Patagonia y Tierra del Fuego*, Geografiska Annaler, 1932, H. 1-2, Stoccolma. L'autore ritiene le tre cerchie interne dell'anfiteatro del lago Buenos Aires opera dell'ultima glaciazione, mentre separa chiaramente quella più esterna come un sistema a parte, distinto col nome di « inizio-glaciale » e riguardo al quale accenna alla possibilità che appartenga a una più antica glaciazione; conclusione alla quale io pure sono arrivato indipendentemente dal Caldenius. La cartina della fig. 1 qui inserita, fu compilata in base ai rilievi da me personalmente eseguiti, ma per la delimitazione della cerchia più interna, che ho visitato un po' rapidamente, mi sono in parte giovato della carta annessa al lavoro del Caldenius. Nella stessa cartina non furono distinti, per la ristrettezza dello spazio, gli affioramenti terziari nelle scarpate lungo il Rio Deseado.

(2) Nel deposito lacustre, come ha notato il Caldenius, s'intercalano alcuni straterelli di ceneri vulcaniche.



Fig. 2. — ERRATICO DI PORFIDO QUARZIFERO SUL RAMO LATERALE SINISTRO DELLA I CERCHIA,
ALLA DESTRA DEL CAÑADÓN PLUMA.



Fig. 3. — MORENA FRONTALE DELLA I CERCHIA, VISTA VENENDO DA LAS HERAS.
Si noti in primo piano la caratteristica vegetazione di steppa subdesertica, a zolle discontinue:
i ciuffi erbosi che spiccano nel piano ciottoloso spettano a *Compositae* (*Senecio*).



Fig. 4. — VALLE DEL RIO DESEADO, A NACIMIENTOS.

Il fondo acquitrinoso della valle, incisa nei depositi morenici e fluvioglaciali terrazzati, segna lo spartiacque fra il Rio Deseado (tributario dell'Atlantico) e il Rio Fenix, attualmente immissario del lago Buenos Aires.

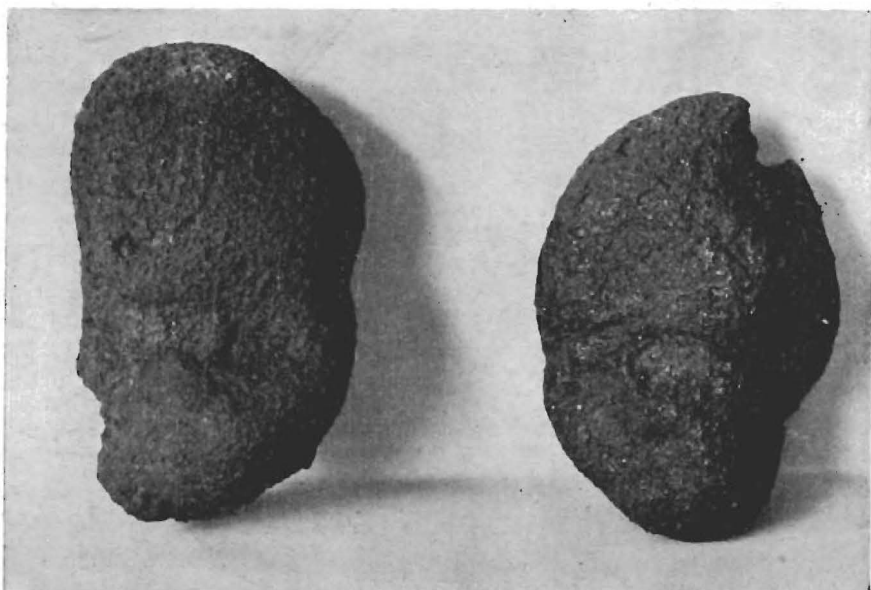


Fig. 5. — BOMBE VULCANICHE RACCOLTE NELL'INTERNO DEL CRATERE DEL VULCANO SPENTO DI PAKEN-AIKEN

($\frac{45}{100}$ della grandezza naturale).

che si dirige attualmente al lago Buenos Aires attraverso la cerchia morenica più interna che cinge l'estremità orientale del bacino lacustre e nella quale il Rio Fenix si presenta fortemente incassato.

Questa singolare inversione di corso fu causa di vive contestazioni fra le repubbliche dell'Argentina e del Cile. Quest'ultima infatti pretendeva che il confine politico seguisse la linea di spartiacque (che corre per un tratto lungo la cresta della terza cerchia morenica dell'anfiteatro), mentre la prima sosteneva che si dovesse attenere al crinale più elevato della Cordigliera. Lo spartiacque attuale fra il Rio Fenix (affluente del lago Buenos Aires, che è tributario a sua volta del Pacifico) e il Rio Deseado (tributario dell'Atlantico), cade fra le due cerchie moreniche più interne (linea a croci e punti della cartina qui intercalata) ed è segnato per un breve tratto dal fondo piano e alluvionale della valle del Rio Deseado (presso il villaggio di Nacimientos, m. 360), coperto di stagni e paludi (fig. 4) e a pendenza così lieve che il tracciamento di un canale fatto ad arte dai delegati argentini nel 1898 fu sufficiente a deviare verso il Rio Deseado le acque del Rio Fenix (1).

2. IL VULCANO SPENTO DI PAKEN-AIKEN. — In tutta la fascia occidentale dell'altipiano patagonico, confinante con la Cordigliera, hanno ampia diffusione le rocce basaltiche ed affini, in colate ed espandimenti talvolta molto estesi ed eruttati in più tempi fra il Terziario superiore ed il Postglaciale recente. Un simile fatto si riscontra dallo Stretto di Magellano (53° Lat. S.) sino alla provincia di Mendoza (35° Lat. S.); ed è singolare la circostanza che l'attività vulcanica si è ora invece spostata lungo l'asse principale della Cordigliera e sul suo versante occidentale. Essa è particolarmente attiva a N del 40° parallelo.

Uno sviluppo specialmente notevole, come io ho osservato, hanno le predette rocce basaltiche nella zona subandina compresa tra il lago Buenos Aires e il Rio Deseado a N, e il bacino del lago Pueyrredón a S. Esse sono quivi in parte anteriori all'ultima glaciazione, nei cui depositi si trovano erratici di basalto, in parte contemporanei e in parte posteriori alla glaciazione medesima.

Estese colate basaltiche, recentissime, coprono i depositi glaciali a S e a SE di Nacimientos, nell'angolo di confluenza del Rio Pintura

(1) *Frontera Argentino-Chilena en la Cordillera de los Andes*. Londra, 1901.

col Rio Deseado, dove ho scoperto un ben conservato cono eruttivo, rappresentato da un piccolo rilievo che reca la quota di 689 m. nella carta al 100 mila annessa all'opera pubblicata dalla Commissione argentina pel tracciamento del confine col Cile. Esso è situato nel lotto 72, circa 2,5 km. a N dell'*alambrado* (1) che segna il limite

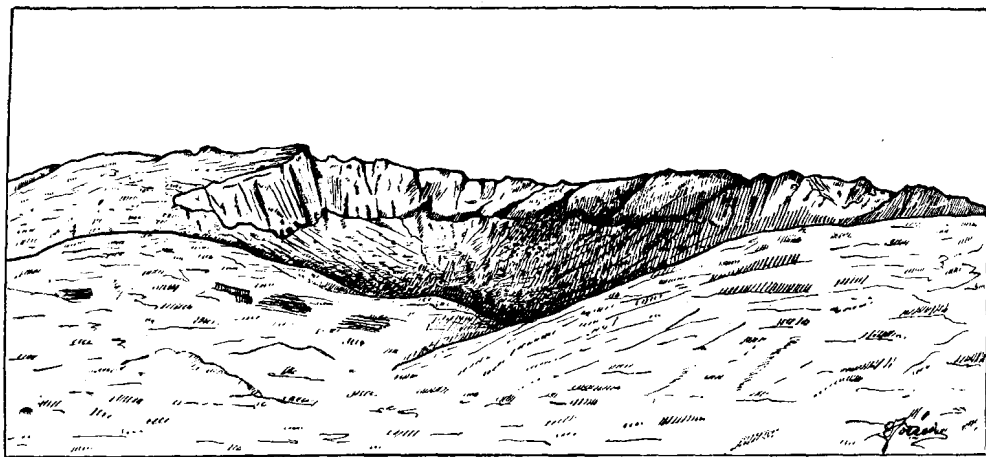


Fig. 6. — APERTURA DEL CRATERE DEL CONO VULCANICO DI PAKEN-AIKEN.

fra i due lotti contigui 72 e 82. Questo rilievo sorge isolato, per una altezza di 100 a 120 m., in mezzo ad un ampio ripiano dolcemente ondulato e costituito da depositi morenici e glaciale-lacustri (2). Visto da O, il vulcano (o *Volcán* com'è chiamato localmente) presenta un profilo dolcemente convesso.

Nella sua sommità si apre un ampio e ben conservato cratere con la bocca a contorno subcircolare e misurante un diametro di circa 500-600 m.

Il cratere ha la forma di un imbuto piuttosto regolare, con pendii uniti e uniformemente inclinati, coperti di materiale detritico, fra cui si trovano anche delle bombe vulcaniche (fig. 7) e in mezzo al quale crescono ciuffi erbosi. Il margine del cratere è però formato

(1) *Alambrado* significa « recinto di filo di ferro ».

(2) In un taglio naturale visibile sulla sponda destra del ruscello che passa accanto all'Estancia Pakenaiken (di proprietà di John Munrò), che sorge presso lo stagno situato nel quadrante NE del lotto 82, presso la quota 539 della carta citata, compare della morena ad abbondante impasto di limo, che copre un deposito d'argilla e limo lacustre con gli strati arricciati dalla pressione del ghiacciaio. Sulla sponda opposta del torrentello si stende la colata lavica, che si dirama dal vulcano e che scende sin presso l'alveo.

per buon tratto da un cornicione roccioso, come si può vedere nell'intercalata figura 6. Il fondo del cratere è occupato da un tratto piano a contorno circolare, del diametro di 40-45 metri, sparso di alcuni massi franati di lava e parzialmente coperto di sabbia trasportata dal vento. Il suolo è rivestito di ciuffi erbosi, costituiti in prevalenza da Stipe e Senecio.



Fig. 7. — SEZIONE DEL CRATERE DEL CONO VULCANICO DI PAKEN-AIKEN.

Sul pendio sud-orientale del cratere, appena sotto la bocca, emergono alcuni roccioni (visibili nel primo piano a sinistra della figura 6), costituiti da colate sottili e ben distinte di lava scoriacea scura, traente alquanto al rossastro per un principio di alterazione, inclinate verso il fondo del cratere di circa 15° . Questi banchi lavici hanno uno spessore di 20 a 40 cm. e si presentano nella loro parte inferiore relativamente compatti e verso il limite superiore sempre più bollosi, con cavità di uno o pochi centimetri di diametro.

Il fondo del cratere si trova circa a 115-120 m. sotto il punto più alto del suo recinto e a 105 m. sotto il punto più depresso del medesimo. Esso pertanto è situato press'a poco alla stessa altezza del ripiano morenico su cui sorge il vulcano.

La lava si è riversata tutt'intorno al cono eruttivo, che è relativamente assai depresso, quasi a cupola, dando luogo a un vasto espandimento che arriva verso E sino all'Estancia Page di John Munrò, e a N sin presso il Rio Deseado (1).

(1) Quest'espandimento basaltico fu segnalato per la prima volta dal mio collega e amico dott. D. RAMACCIONI, che ne fa cenno nel suo studio su *La región petrolífera del Senguerr*. Boletín de Informaciones petrolíferas, anno VII, N. 66. Buenos Aires, 1930.

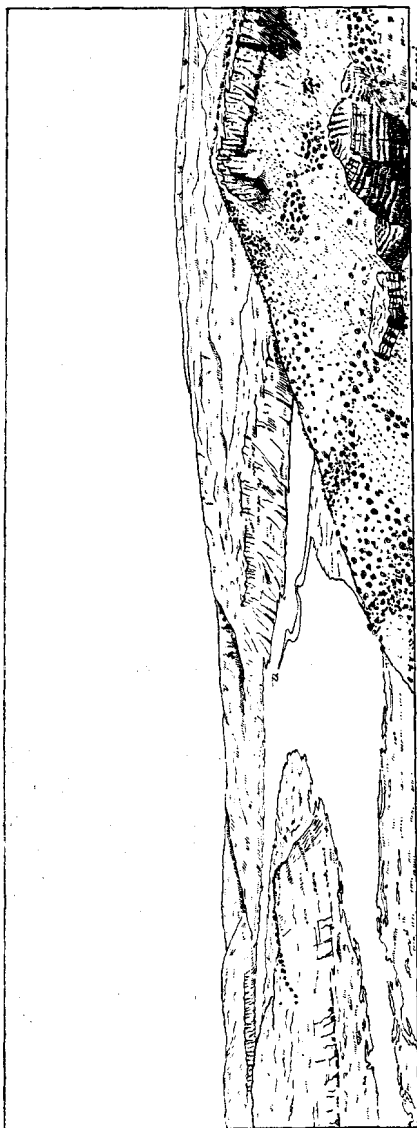


Fig. 8. — VALLE DEL RIO DESAÑO, INCISA ATTRAVERSO L'ANFITEATRO MORENICO DEL LAGO BUENOS AIRES e vista guardando verso monte, dall'incisione a destra del riguardante, compaiono tufi stratificati del Terziario, ricoperti da morena.

Esso ha tutto l'aspetto di un espandimento recente, per la notevole freschezza della lava, che è relativamente compatta e di colore scuro (1).

La superficie della colata è abbastanza unita, benchè qua e là stirata e contorta, senza però assumere la caratteristica struttura delle lave a corda. Nelle anfrattuosità della lava si trovano piccoli depositi di sabbia accumulata dal vento e radi cespi di Graminacee e di Composte (*Senecio*).

La lava si adatta alle accidentalità dell'altipiano morenico, specie ai margini dell'espandimento, dove invia piccole lingue o colate lungo le dolci solcature del suolo. Da notare peraltro che questa freschezza della lava, come nello stato di conservazione del craftere, che pare quasi intatto, dipende anche dal clima arido della regione, e quindi dalla

(1) La roccia fu studiata al microscopio dal dott. Ivo Conci. Nella sezione spiccano anzi tutto grandi cristalli di olivina, a volte

completi, d'una varietà a quanto sembra molto ricca di ferro. Poco distinti sono dei microliti allungati di un plagioclasio basico, nei quali a mala pena si riesce a distinguere la geminazione dell'albite: pare che spettino al termine della labradorite. Presente è pure un altro elemento che non si riesce a determinare con sicurezza, ma che probabilmente è un pirosseno. La massa fondamentale è di natura vetrosa: la struttura ipocristallina.

poca intensità dell'erosione e dei processi di alterazione chimica delle rocce.

Il cratere, per quanto si è detto, è aperto interamente nella massa del rilievo vulcanico: il suo fondo non arriva probabilmente ai depositi morenici e lacustro-glaciali sottostanti. Questi ultimi poi rivestono una piattaforma costituita da tufi bianchi, rosati e rossi, in strati e banchi suborizzontali, probabilmente del Terziario superiore e che compaiono nelle scarpate del terrazzo inferiore, ai due lati del Rio Deseado, fra Nacimientos e l'Estancia di Oscar Wahlquist (posta presso l'unione del Rio Deseado col Rio Pintura). La predetta serie tufacea si adagia direttamente sopra un complesso di porfidi quarziferi del Mesozoico inferiore, che affiora nell'ultimo tratto della valle del Rio Pintura.

3. CONCLUSIONI. — L'anfiteatro morenico del lago Buenos Aires consta di quattro cerchie principali, quasi intatte e costruite durante l'ultima glaciazione, la quale ha quasi interamente cancellato le tracce della precedente, o delle precedenti invasioni glaciali. Caratteristico è il ramo laterale sinistro della cerchia più esterna che, secondo le mie osservazioni, si stacca abbastanza chiaramente dal resto dell'anfiteatro per la sua posizione più avanzata e pel più alto livello del ripiano su cui giace. La parte frontale dell'anfiteatro si adagia, infatti, in una incisione relativamente profonda di questo terrazzo superiore. Sembra perciò probabile che il predetto ramo laterale più esterno rappresenti un frammento d'una cerchia costruita durante una glaciazione più antica e più estesa, e la cui parte frontale sarebbe stata asportata dall'erosione durante il successivo interglaciale.

Sul lato destro dell'anfiteatro sorge un cono vulcanico col cratere ancora integro e da cui parte un vasto espandimento basaltico, che riveste i depositi glaciali e fluvioglaciali. Alcune altre colate basaltiche, prodotte da altri centri eruttivi situati più a E, si notano lungo il Rio Pintura, dove scendono sin presso il fondo della valle: la loro eruzione è perciò di data assai recente.

Gli espandimenti che ricoprono l'alta Meseta del lago Buenos Aires (a S del lago), sono invece anteriori all'ultima glaciazione e forse in parte preglaciali.
