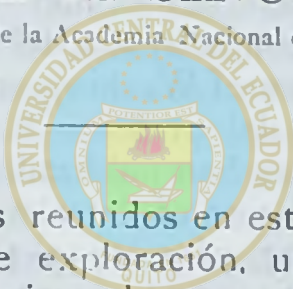


GEOLOGIA DE LA REGION ORIENTAL DEL ECUADOR

POR

JOSEPH H. SINCLAIR,

Miembro correspondiente de la Academia Nacional de Historia del Ecuador



Los datos geológicos reunidos en esta memoria fueron recogidos en dos viajes de exploración, uno en 1921 y otro en 1927-1928, cuando recorrimos la parte Oriental del Ecuador, comprendida entre la línea equinoccial y dos grados de latitud Sud y al Este de los Andes hasta la confluencia de los ríos Napo y Coca, que se encuentra situado a 77 grados al Oeste del meridiano de Greenwich.

En el primer viaje hecho en compañía del Sr. Theron Wason, para estudiar las posibilidades petrolíferas de la concesión de la Leonard Exploration Company, entramos al Oriente por el río Pastaza, saliendo de Ambato en Julio de 1921, y de regreso subimos los Andes por el río Upano llegando a Riobamba en Diciembre del mismo año; habiendo recorrido una distancia a pie, a caballo y a canoa, de 877 kilómetros (585 millas) de la cual hicimos la medida exacta y determinamos la latitud, longitud y altura de 485 kilómetros (290 millas).

En el segundo viaje salimos de Quito el 3 de Octubre de 1927, tomando la dirección del páramo de Guamaní, recorriendo los pueblos de Papallacta, Baeza, Archidona, Tena y Napo; y después de bajar el río Napo, y explorar el río Coca, regresamos tomando la vía del río Pastaza, llegando a Ambato el 15 de Enero de 1928, habiendo recorrido una distancia a pie, a caballo

y a canoa de 787 kilómetros (575 millas) de la cual hicimos la medida exacta de 225 kilómetros (150 millas). Este segundo viaje fue emprendido bajo los auspicios de la "American Geographical Society" de New York y se efectuó para explorar la región desconocida al Norte del volcán "Sumaco" y al Este de Cayambe.

El total de ríos y caminos recorridos una vez al *Este* de los Andes es de 750 kilómetros (500 millas).

Este estudio, pues, está basado sobre una examinación de 750 kilómetros de ríos y sendas del Oriente, hasta este momento desconocidos del punto de vista geológico.

Los datos geográficos del primer viaje (1921), se publicaron con un mapa en el "Geographical Review" del "American Geographical Society" de New York en el tomo 13, 1923, págs. 190-210. Los datos geográficos del segundo viaje se han publicado únicamente por medio de algunas cartas en "El Comercio" de Quito (29 de Octubre de 1927 (1), 6 de Noviembre de 1927 (2), 11 de Diciembre de 1927 (3) y 29 de Enero de 1928) (4).

Los datos geológicos del primer viaje, después de largos estudios de los fósiles, con la ayuda del Dr. John B. Reeside, Jr. del Smithsonian Institution of Washington, y de las rocas volcánicas con la cooperación del profesor R. J. Colony de Columbia University, New York, se han publicado, en parte, en el Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists, N° 12, tomo 2, Diciembre de 1927, págs. 1253-1281.

Los datos geológicos del segundo viaje que acabamos de determinar, no pueden publicarse completamente hasta que podamos hacer secciones delgadas de las rocas y estudiarlas en el microscopio petrográfico.

La región visitada en estos viajes es aquella parte del "Oriente" del Ecuador transitoria, entre las elevadas cordilleras de los Andes y la planicie amazónica. Los puntos más altos de los caminos seguidos por nosotros son el paso de Guamaní de 3.960 metros sobre el nivel del mar y el paso entre los ríos Upano y Chambo, al Oeste de Macas, donde subimos hasta una altura de 3 689 metros sobre el nivel del mar. El punto más bajo encontrado por nosotros fué la confluencia de los ríos Napo y Coca, donde la altura descien­de hasta 275 metros sobre el nivel

-
- (1) Datos importantes comunicados por el Sr. Joseph Sinclair.
 - (2) Algunos datos geográficos enviados por el geólogo Sr. Sinclair.
 - (3) Una carta interesante del Sr. Joseph H. Sinclair.
 - (4) Importantes descubrimientos geográficos.

del mar. La línea divisoria entre la región oriental o amazónica del Ecuador y el Ecuador andino, principiando 48 kilómetros al Norte del paso de Guamaní en la línea equinoccial y terminando en el paso del Upano, dos grados de latitud Sud, es marcado por cumbres como Cayambe (5 797 metros), Antisana (5.706 metros), Cotopaxi (5.898 metros), Tungurahua (5 034 metros), Altar (5.322 metros) y Sangay (5.231 metros). La confluencia de los ríos Napo y Coca queda solamente 135 kilómetros al Este de Antisana y la bajada en esta corta distancia desde 5.706 metros hasta 275 metros sobre el nivel del mar, muestra que estamos ocupados con fuertes elementos fisiográficos. Aquí los ríos descienden de cerros elevadísimos y se precipitan por cauces profundos, formados por pendientes tan agrestes que las aguas corren sin formar casi playas en sus orillas y solamente pocas distancias pueden subir canoas haladas por indios andando en el agua por las angostas playas y cuando descienden, corren rápidamente por rápidos tan peligrosos que un encuentro con una de las numerosas piedras del torrente, termina la vida del malogrado navegante.

La región transitoria entre las elevadas cordilleras de los Andes y la baja planicie amazónica, es caracterizada por pendientes mucho más agrestes que las de los cerros de los Andes. Las pendientes de los cerros del Ecuador andino son relativamente suaves. Los ríos de los Andes no han llegado a profundizar sus cauces en las faldas de estos elevados cerros. En la región andina la agricultura tiene entonces espaciosa llanuras. Pero en la región que estamos describiendo, la agricultura tiene solamente pequeñas llanuras, en las faldas de las cuchillas o en las playas de los ríos.

La pendiente general entre las elevadas cordilleras del Cayambe, etc., y la confluencia de los ríos Napo y Coca es no solo excepcionalmente fuerte, pero está interrumpida por masas montañosas. El cono gigantesco del volcán Sumaco, por ejemplo, se levanta en la mitad de la distancia entre Antisana y la boca del Coca y su cima se pierde en las nubes a una altura de 3.871 metros sobre el nivel del mar. La desconocida cordillera de Galeras, 38 kilómetros al Sur del volcán Sumaco y al Norte del río Napo es una masa montañosa de gran prominencia. El volcán Reventador, 30 kilómetros al Norte del Sumaco, sube hasta una altura de más de 1.820 metros sobre el nivel del mar.

Y con todos estos caracteres es una región donde llueve casi todo el tiempo; está cubierta de bosques y los caminos son raros y nada más que sendas fangosas. En Mera, por ejemplo, un pueblo al lado del Pastaza, la lluvia del año sube hasta más de cinco metros.

La composición geológica de esta región fué completamente desconocida hasta nuestra visita de 1921. Aunque geólogos como Humbolt, Wolf, Reiss, Stübel y Hans Meyer habían estudiado el Ecuador andino, ninguno, con la excepción de Stübel, visitaron la región al Este de los Andes y él solamente bajó el Pastaza hasta Mera y el Upano hasta Macas, ocupándose en la mayor parte en el estudio de las rocas volcánicas. El profesor James Orton, en 1865, hizo un viaje desde Quito, por el paso de Guamaní y los pueblos de Baeza, Archidona, Tena y Napo y llegó al Amazonas. Este naturalista notó la existencia de rocas sedimentarias en el Napo y descubrió fósiles cerca del pueblo de Pebas en el Amazonas, que probaron la edad pliocena de capas de gran extensión en el bajo Napo y el Amazonas cerca de Iquitos.

Los descubrimientos geológicos de nosotros en 1921 y 1927, pueden resumirse como los siguientes:

1. — Las rocas más viejas del Oriente del Ecuador, como de los Andes son granitos, esquistas y viejas rocas volcánicas cuya edad es desconocida y que forman el pendiente oriental de los Andes, llegando en el río Quijos, abajo de Baeza, en el Pastaza, hasta el pueblo de Mera y en el Upano hasta Macas, a unas alturas de un pequito más de mil metros sobre el nivel del mar.

2. — Cubriendo estas formaciones viejas se encuentran capas de rocas sedimentarias de considerable espesor y poco inclinadas. Estas, en general, forman la superficie abajo de la altura de mil metros sobre el nivel del mar. Hemos visto estas rocas sedimentarias desde la región al Este de Cayambe hasta Macas.

3. — Una gran colección de fósiles prueba que las capas inmediatamente superpuestas sobre los granitos, esquistas y viejas rocas volcánicas son de edad Cretácica.

4. — Superpuestas sobre las rocas cretácicas, encontramos capas en donde no hallamos fósiles. Estas rocas, estamos seguros, son en parte cretácica y terciaria. Parece seguro que las rocas sedimentarias de edad pliocena que Orton encontró cerca de Pebas suben el Napo mucha distancia.

5. — Centros volcánicos existen al Este de los Andes y uno de estos, el Reventador, ha estado en actividad en 1925. Otro conocido es el volcán Sumaco. Probablemente más tarde se encontrarán otros.

6. — Cubriendo las rocas terciarias y también las rocas cretácicas y los granitos, etc., se encuentran cenizas y lavas del pe-

río cuaternario y reciente. Hemos descubierto en las lavas del volcán Sumaco rocas y minerales conocidos por primera vez en el Ecuador, por ejemplo, rocas feldspathoides que contienen los minerales haiyna, nefelina, etc.

LAS ROCAS ANTIGUAS

Sabemos solamente de la edad de estas que son precretácicas. No hemos terminado aún todos los estudios petrográficos, pero de los estudios petrográficos de los granitos y viejas rocas volcánicas, podemos publicar una parte.

a) *Felsita riolítica micrográfico (7-a)*

Al Norte del río Pastaza, en la senda que conduce de Cashaurcu a Abitagua, cuatro kilómetros al Oeste de Mera, se encuentran masas de una roca que está en relación con los granitos. Por los estudios petrográficos, podemos definir esta roca como una "Felsita micrográfica y riolítica". (Véase lámina I, fig. 1). De examen somero a simple vista la roca es de color casi blanco y de textura fina y felsítica. Con la descomposición el color cambia a blanco como cal. Con el microscopio, la textura parece un poquito porfídica con la pasta de textura felsítica. Se ve en el microscopio que la estructura original de la roca fue maciza y micrográfica y que ésta es variada por una estructura secundaria un poquito fracturada. La roca ha sido cristalizada sin duda de una magma y ha sido descompuesta algo.

Los minerales esenciales, primitivos o primarios, en el orden de su abundancia, son: 1º, cuarzo y feldespatos alcalínicos intercrecidos; 2º, cuarzo intersticial, y 3º, biotita alterada. Los minerales primarios accesorios, en el orden de su abundancia, son: pyroxena alterada (cuestionablemente), zircon y apatita. Los minerales secundarios, en el orden de su abundancia, son: clorita, epidota, leucoxeno o nontronita y sericita. No hemos encontrado minerales metamórficos recristalizados ni sustancias introducidas. Koalina y limonita se encuentran como efectos de la descomposición. La cosa más prominente de la roca es la fuertemente micrográfica, pasta compuesta de cuarzo y feldspath intercrecidos gráficamente y lindamente en una escala microscópica.

Los feldespatos son todos alcalínicos, de todos los grados desde feldespático potásico conteniendo *soda* hasta feldespato

ácido plagiocásico. Encontramos cuarzo no solamente en intercrecimientos pero intersticialmente entre los granos. La pequeña cantidad de biotita en la roca, está alterada a clorita y leucoxeno o nontronita, pero la roca es menos alterada que la examinación sin microscopio indica. Es de origen volcánico y puede ser un corriente o una intrusión pequeña.

b) Riolita o Felsita Riolítica (Nº 7-c)

Un otro ejemplar de roca proveniente del mismo lugar donde encontramos la roca Nº 7-a está clasificado por nosotros como una "riolita o felsita riolítica" (Véase lámina 2, fig. 3). Se ve en el microscopio que la textura es muy poquita porfídica y que la pasta es felsítica.

Los minerales esenciales, primarios y primitivos, son, en el orden de su abundancia, cuarzo, feldespato alcalínico, biotita blanqueada y plagioclasa ácida. El único mineral primario y accesorio es zircon.

Los minerales secundarios son, en el orden de su abundancia, sericita y leucoxeno. No hemos encontrado minerales metamórficos de recristalización, ni sustancias introducidas. Tiene la roca una pequeña cantidad de kaolín como efecto de descomposición.

La roca es de sencilla composición mineralógica y parece mucho en composición general a los números Nºs. 7-a y 7-b, pero la textura es más fina. Fenocristales corroídos de cuarzo son repartidos a raros intervalos en una masa de feldespatos muy finamente cristalizados y estrechamente entremezclados. Una pequeña cantidad de biotita, ahora blanqueada a un producto sin color y asociada con pequeñísimos centros de leucoxeno es el único componente. Los feldespatos están ligeramente sericitizados y muy poco kaolinizados. La roca es esencialmente una riolita, pero no tiene la acostumbrada estructura fluidal y por eso puede describirse mejor como una felsita riolítica. Es de origen volcánico, probablemente efusivo.

c) Granito Gráfico o Pegmatita Gráfica (Nº 7-b)

Una roca recogida a 4 kilómetros al Oeste de Mera clasificamos como un "granito gráfico o pegmatita gráfica" (Véase lám. 2, fig. 4).

En el microscopio la textura es granitoide, los granos variando en tamaño de 1 a 2 mm. La estructura original es ma-

ciza, groseramente micrográfica y la estructura secundaria es un poquito fracturada. El proceso primario representado en esta roca es consolidación de un magma y el proceso secundario es de ligera descomposición.

Los minerales esenciales, primitivos o primarios, son, en el orden de su abundancia, cuarzo micropertita y albita oligoclásica.

Los minerales accesorios primarios son, en el orden de abundancia, zircon, biotita y un metal negro (probablemente magnetita).

Los minerales secundarios, también en el orden de abundancia son sericita (una pequeña cantidad), epidota zoisítica y leucoxeno.

No hay minerales metamórficos recrystalizados. Como sustancias introducidas hemos encontrado, en el orden de abundancia, cuarzo, feldespato, biotita y un metal de color negro. Estos son productos finales. Pequeñas cantidades de kaolina y hematita se encuentran como productos de descomposición y de enriquecimiento.

La roca es gráfica de una manera sorprendente y en el microscopio parece groseramente gráfica, los granos variando de 1 a 2 mm. de diámetro, de modo que la textura es esencialmente granítica. Los minerales de cuarzo y feldespato componen más del 95% de la roca. El cuarzo está llenado de inclusiones líquidas y gaseosas. Menudas fracturas son llenadas con los productos finales.

La descomposición de la roca ha ligeramente kaolinizado los feldespatos, pero la roca no es mucho más alterada. Es posible que esta roca sea de la misma familia de la felsita riolítica y micrográfica (Nº 7-a).

La roca es esencialmente un granito gráfico compuesto de pegmatita de muy fina textura. Contiene pequeños cristales de algún mineral negro y metálico, la mayor parte de los cuales tienen tal distribución y son tan relacionados a los otros minerales de la roca que creo sea posible sean introducidas. Probablemente estos cristales aunque no tienen significación especial, tienen alguna relación con la última fase de la consolidación de la magma.

La roca es de origen volcánico, probablemente intrusivo y está clasificada por nosotros como un granito gráfico o pegmatita gráfica.

d) Felsifiro Traquítico y Tubaceo (Nº A)

El 1º de Octubre de 1921 recogimos en la orilla izquierda del río Misahualli, cerca de una milla abajo de la boca del río

Hollín y no lejos del pueblo de Tena, una roca que hemos clasificado como un "felsosiro traquítico y tubáceo" (Véase lám. 3, figs. 5 y 6). La roca, con examen somero a simple vista, es de textura fina y de color gris que con la descomposición cambia a los colores blanco y moreno. Bajo el microscopio se ve que es de una textura ligeramente porfídica, con una pasta finamente calcítica. La estructura original es maciza, en parte fragmentaria con estructura fluidal indefinida. La estructura secundaria es probablemente una ligera cantidad lixiviación. El proceso primario representado es efusión y consolidación y el proceso secundario, es de descomposición posiblemente con alguna devitrificación.

Los minerales esenciales, primitivos o primarios, son, en el orden de su abundancia, micropertita, oligoclasa, albita ortoclasa y biotitas alteradas. Los minerales accesorios primarios son fragmentos de rocas volcánicas y cuarzo. Los minerales secundarios son, en el orden de abundancia, sericita, leucoxeno, nontronita y mica blanqueada. No hemos encontrado minerales metamórficos de recristalización ni sustancias introducidas. Hemos encontrado óxido de hierro y kaolina como efectos de la descomposición y de enriquecimiento.

La textura de la roca es extremadamente fina y también algo variable. Los fenocristales son principalmente feldespatos, estando representados micropertita y plagioclasa ácida. Fragmentos de rocas volcánicas no son raros y algunas partes de la pasta parecen tener una estructura oscuramente fragmentaria como la que caracteriza una ceniza volcánica ácida, llamada "bogen" estructura. La roca es en parte fragmentaria sin duda, pero no estoy seguro que toda ella sea. En otros lugares la pasta tiene una estructura finamente micrográfica de modo que la evidencia que tenemos parece favorable a un origen volcánico efusivo, más que un origen puramente piroclástico. La roca contiene muy poco cuarzo, éste se encuentra de una manera dispersa en granos muy pequeños y a veces en excepcionalmente pequeñísimos intercrecimientos con feldespato. En composición la roca es esencialmente traquítica, pero no tiene la estructura de los traquitas típicas de modo que se puede considerarse como un felsosiro de composición traquítica y, más o menos tubácea, es decir xenolítica.

El origen de la roca es volcánico y probablemente efusivo y está clasificada por nosotros como un felsosiro traquítico tubáceo o posiblemente una ceniza traquítica.

e) *Felsofiro Traquítico* (Nº 69)
(Véase lám. 4, fig. 7)

En el mismo día y en el mismo lugar donde recogimos la roca Nº A, encontramos una roca que parecía una maciza roca sedimentaria. El color es gris rosado y sin el microscopio parece una roca minuciosamente porfídica.

En el microscopio se ve que la textura es felsítica, ligeramente porfídica. La estructura original es maciza y fluidal oscura, y se ve también que la estructura es oscuramente y minuciosamente micrográfica y que la estructura secundaria es ligeramente fracturada. El proceso primario representado es efusión probablemente y consolidación. El proceso secundario es curación de las fracturas.

Los minerales esenciales, primitivos o primarios, son, en el orden de abundancia, feldespatos, principalmente alcalínicos y biotita alterada. El único mineral accesorio es cuarzo.

Los minerales secundarios (productos de alteración de la roca, especialmente productos intermedios) son carbonato, sericita, mica blanqueada y leucóxeno. No hemos encontrado minerales metamórficos de recristalización. Las sustancias introducidas son carbonato, un metal oxidado de caracteres desconocidos y piritita. De la clase de alteraciones de edad terciaria o de descomposición y de efectos de enriquecimiento (especialmente productos finales) son kaolina, limonita y hematita.

Esta roca es de textura extremadamente fina y muy ligeramente porfídica y tiene muy poco cuarzo. Está compuesta casi enteramente de feldespato alcalino con, en lugares, estructuras oscura y minuciosamente micrográficas, muy ligeramente sericitizadas y muy poco carbonatizado en pequeños centros distribuidos muy separadamente. Los fenocristales son muy pequeños y son feldespatos distribuidos muy separadamente. Estos feldespatos son ahora completamente alterados principalmente por la kaolinización.

La roca es ligeramente fracturada y estas fracturas son llenadas con carbonato y también con una pequeña cantidad de piritita en parte oxidada y también con otro mineral ahora completamente convertido en hematita.

La composición de la roca es casi igual a la roca Nº A, pero tiene alguna diferencia en textura, aun cuando de pequeño grado, y aún cuando los dos tienen una textura felsítica. En esta roca como en la Nº A, falta la estructura típica de las rocas tra-

quíticas, pero la mejor descripción de la roca es llamarla un felsi-
sofiro de composición traquítica.

El origen de la roca es volcánico, probablemente efusiva.

f) Amigdaloid Basáltico Alterado (Nº 71)

En la orilla izquierda y a la superficie del agua del río Mi-
sahualli, dos millas abajo del río Hollín, recogimos el 10 de
Octubre del año de 1921 una roca que clasificamos como un
"amigdaloides basáltico alterado" (Véanse lám. 4. fig. 8; lám. 5,
figs. 9 y 10, y lám. 6, fig. 11). La capa de donde provenía esta
muestra se parece mucho a una capa de conglomerado horizon-
talmente estratificado. Para mejor describir esta roca, la hemos
dividido en dos partes, la parte verde, Nº 71-a (lám. 4. fig. 8 y
lám. 5. fig. 1), y la parte morena, Nº 71-b (lám. 5. fig. 10 y lám.
6, fig. 11). La roca en general es de color verde-moreno. Pa-
rece una roca alterada de textura fina, compuesta de redondas y
ovoideas pelotillas, las cuales con la descomposición se separan
de la roca.

En el microscopio se ve que la textura es felsítica y que la
estructura original es vesicular y fluidal. La estructura secun-
daria es amigdaloides ligeramente fracturada. El proceso prima-
rio representado es efusión de una lava básica. El proceso se-
cundario es de rellenamiento de las cavidades y alteración.

Los minerales esenciales, primitivos y primarios, son, en el
orden de abundancia, plagioclasa básica moderadamente altera-
da, piroxena (?) alterada, vidrio de roca casi completamente
alterado, y olivina alterada. El apatita es el único mineral ac-
cesorio primario. Los minerales secundarios (especialmente
productos intermediarios) son cuarzo, carbonato, serpentina, an-
tigorita ferruginosa y ceolitos. La roca no tiene minerales me-
tamórficos. Las sustancias introducidas son carbonato, cuarzo,
pirita y un metal negro. Las alteraciones de edad terciaria
(descomposición y enriquecimiento) son koalina y un producto
limonítico.

La roca por la mayor parte está compuesta de latas muy
pequeñas de plagioclasa, ahora alterada, con, en ocasiones, cris-
tales más grandes de feldespatos y vidrio básico de roca también
alterada. Pequeños cristales de olivina, ahora compuestos de
un complejo de alteración de varias formas de serpentina, mez-
clado con carbonato, tienen en parte la responsabilidad por el
color verde de la roca.

No hay diferencia esencial entre la parte verde de la roca y
la parte morena de la misma; fuera de una pequeña diferencia

posiblemente en el carácter de los productos de la alteración. La roca ha estado sometida a silicificación y carbonatización. Acompañando los productos de estos procesos se encuentran pirita y un metal negro desconocido, los dos en pequeña cantidad. La pirita por la mayor parte ha estado convertida en limonita, pero generalmente se encuentran corazones de pirita todavía inalterada. El mineral cuarzo de la forma mosaical y de la forma de calcedonia, son carbonato y ceolitos, forma el relleno de las antiguas cavidades. Estos entregan a la roca su estructura amigdaloides, y la calza de las cavidades (amigdules) más resistentes que el resto del material, queda con la descomposición en granos o pelotillas redondas u ovoides parecidas a guijarros del tamaño de un guisante. La roca es completamente diferente a las rocas N^{os}. A, 69 y 73, las cuales hemos dicho son relacionadas, pero se parece mucho a las rocas 72-a, 73-b y 72-c. Es un amigdaloides basáltico, silicificado, carbonatizado y kaolinizado.

El origen de la roca es volcánico y efusivo.

g) *Basáltico Alterado* (N^o 72-a)

El 10 de Octubre de 1921, recogimos una roca en la orilla izquierda del río Misahualli cerca de la superficie del agua, dos millas abajo de la boca del río Hollín y unos ocho o diez kilómetros abajo del pueblo de Tena, y hemos clasificado ésta como "basalto alterado" (Véase lám. 6, fig. 12). Esta roca vino también de algunas capas que se parecían mucho a rocas sedimentarias macizas. Sin el microscopio la roca tiene la apariencia general de una roca compacta, de textura fina, de color oscuro y de estructura amigdaloides, la cual con la descomposición, toma un color moreno-colorado o moreno-amarillo.

Bajo el microscopio se ve que la textura es felsítica y que la estructura general es ligeramente vesicular y fluidal y que la estructura secundaria es muy ligeramente amigdaloides y ligeramente fracturada. El proceso primario representado es de efusión de lava; es proceso secundario es relleno de las cavidades y descomposición.

Los minerales esenciales, primitivos o primarios, son, en el orden de su abundancia, plagioclasa alterada, piroxena ahora alterada y olivino también alterado. El único mineral accesorio y primario es magnetita, pero no podemos asegurar sobre este particular. Los minerales secundarios (especialmente productos intermediarios) son carbonato, cuarzo, serpentina, comprendiendo antigorita ferruginosa. No hemos visto minerales metamór-

ficos de recristalización. Es posible que se encuentren carbonato y cuarzo como sustancias introducidas. Hemos encontrado limonita y hematita como representantes de cambios terciarios o de la descomposición y de los efectos de enriquecimiento (especialmente productos de la última consolidación).

Feldespatos alterados en forma de lata y medianamente básicos forma la pasta de esta roca y en ésta se encuentran cristales más grandes no solamente de piroxena sino también de olivina, ahora completamente alterada en un complejo de carbonato, serpentina, cuarzo y óxidos de hierro. La roca es muy ligeramente amigdaloidal con carbonato y cuarzo, los dos últimos de forma mosaical y calcedónica, llenando las cavidades.

Ha habido también, más o menos, lixiviciación irregular y llenamiento de los espacios lixiviados de tal manera que un género de estructura pseudo-amigdaloidal ha sido desarrollado en un pequeño grado. La roca se parece mucho a la N^o 71, pero no es de ningún modo amigdaloidal de tal manera sorprendente.

El origen de la roca es volcánico y efusivo.

h) Basalto Alterado (N^o 72-b)

La roca N^o 72-a, para describirse mejor, fue dividida en tres partes. Esta es la descripción de la segunda parte (Véase lám. 7, fig. 13) que sin el microscopio tiene la apariencia general de una roca de textura fina, de color oscuro y de estructura pseudo-amigdaloidal. Con la descomposición el color cambia a un color verde y moreno.

En el microscopio se ve que la textura es felsítica y que la estructura original es ligeramente vesicular y fluidal. La estructura secundaria es ligeramente amigdaloidal y pseudo-amigdaloidal y ligeramente fracturada. El proceso primario representado es de efusión de lava y el proceso secundario es lixiviciación, rellenamiento y descomposición.

Los minerales esenciales, primitivos o primarios, son, en el orden de abundancia, plagioclasa moderadamente básica, piroxena (?) ahora alterada y olivina también ahora alterada. Los minerales accesorios primarios son vidrio de roca (?) ahora alterada y magnetita. Los minerales secundarios (especialmente productos intermediarios) son carbonato, cuarzo, un poquito de clorita, un poquito de serpentita, ceolitos y prehnita (?). No hay minerales metamórficos de recristalización. Como sustancias introducidas se encuentran carbonato, cuarzo y un poquito de pirita. Hemos encontrado hematita y limonita como repre-

representantes de cambios terciarios o descomposición y efectos de enriquecimiento (especialmente productos finales).

La mayor parte de la roca está compuesta de pequeñas laticlas de plagioclasa puestas en una pasta (matrix) que representa más o menos alterado vidrio básico y de algunos pocos grandes cristales de piroxena, completamente alterados, con pequeños cristales de olivina, también alterados. La roca no es de una manera sorprendente amigdaloides como las rocas N^{os}. 71 y 72, pero ha tenido tanta lixiviación y rellenamiento de las cavidades que la estructura es fuertemente pseudo-amigdaloides.

El carbonato y el cuarzo son prominentes rellenos de las cavidades, hematita y limonita son los productos más abundantes de la descomposición. La roca es esencialmente muy parecida a las rocas N^{os}. 71 y 72 en composición general y en la historia de su vida, pero la muestra parece un poquito menos alterada que las rocas N^{os}. 71 y 72.

El origen de la roca es volcánico y de efusión.

i) Basáltico Amigdaloidal Alterado (N^o 72-c)

La muestra N^o 72-c (Véase lám. 8, fig. 15), un basalto amigdaloidal alterado es una de las tres partes de la muestra N^o 72, que hemos dividido para describir mejor en las muestras N^{os}. 72-a, 72-b y 73-c. (Véase la descripción de la muestra 72-a, para conocer el lugar de donde proviene).

La muestra en apariencia general es una roca de textura fina, que con la descomposición tiene un color verdoso y que tiene muchos elípticos y ovoides amigdales.

En el microscopio se ve que la textura es felsítica, que la estructura original es vesicular y que la estructura secundaria es amigdaloides. El proceso primario representado es efusión de lava y el proceso secundario es rellenamiento de las cavidades y descomposición.

Los minerales esenciales, primitivos o primarios, son, en el orden de abundancia, plagioclasa moderadamente básica, ahora alterada, y olivina también ahora alterada. El mineral accesorio primario es vidrio de roca (?) ahora alterada. Los minerales secundarios (especialmente productos intermediarios) son cuarzo, ceolitos y un poquito de serpentina. No hay en la roca minerales metamórficos de recristalización. Se encuentra cuarzo sin duda alguna como una sustancia introducida. También se encuentra limonita, hematita y kaolina como representantes de cambios terciarios o de la descomposición y efectos de enriquecimiento (especialmente productos de la última consolidación).

Esta muestra es esencialmente similar en la composición general a las muestras 71, 72-a y 72-b. Pequeñas latas de plagioclasa, ahora alterada están distribuidas en una compacta pasta de color oscura, compuesta en parte de piroxena intersticial alterada y posiblemente en parte de vidrio alterado. Algunos pocos grandes cristales, que se cree ser originalmente piroxena y más pequeños cristales de olivina, los dos completamente alterados son raramente distribuidos en la roca. Los productos de la alteración son cuarzo, serpentina de variedades distintas y óxido de hierro. El cuarzo y los ceolitos se encuentran relleno de las cavidades. La roca se parece más a la roca 71, pero no hemos encontrado pruebas de carbonización, y el carbonato no se encuentra en las cavidades. Esta muestra es más descompuesta que las otras de tipo semejante, de modo que el óxido de hierro, semejante a kaolina y manchado de un color verde hasta el moreno, ha desarrollado de esta parte de la pasta portándose como materia intersticial entre las pequeñas latas de feldespato.

El origen de la roca es volcánico y efusivo.

j) *Toba Delenítica* (Nº 73)

La muestra Nº 73 (Véase lám. 8, fig. 16), una toba delenítica o un delenito fuertemente tubáceo, fue recogido el 11 de Octubre de 1921, de las peñas de la orilla izquierda del río Misahualli, cuatro kilómetros abajo de la boca del río Hollín. Esta localidad se encuentra aproximadamente a diez kilómetros abajo del pueblo de Tena. Las peñas se encuentran a la superficie del agua del río, directamente abajo de la casa de un indio. Las rocas son macizas y tienen un espesor de más de 18 metros.

La roca sin el microscopio es de color entre clavel y gris, de textura fina, rayada, y manchada de óxido de hierro.

En el microscopio se ve que la textura es fina y variable. La estructura general es fragmentaria en parte, con una estructura secundaria ligeramente fracturada y con venas. El proceso primario representado es piroclastación. El proceso secundario es por la mayor parte descomposición.

Los minerales esenciales, primitivos o primarios, son, en el orden de su abundancia, numerosos fragmentos de rocas volcánicas, feldespato alcalínico, feldespato plagioclásico, biotita ahora alterada y hornablenda (?) ahora alterada. Los minerales accesorios primarios son cuarzo e ilmenita (?). Los minerales secundarios (especialmente productos intermediarios) son, en la mayor parte, representados por productos de la descomposición, un poquito de sericita y leucoxeno. No hemos visto minerales

metamórficos de recristalización. La pirita ahora alterada, se encuentra como una sustancia introducida. Se encuentran como cambios terciarios o descomposición y efectos de enriquecimiento (especialmente productos de la última consolidación) limonita, hematita, nontronita y kaolina.

La textura variable de la roca y el contenido de tantos fragmentos de rocas volcánicas, desde fragmentos riolíticos hasta fragmentos al menos tan básicos como andesita, indica que la roca es en parte fragmental. La composición general es casi la composición de un delenito, es decir, intermediaria entre la composición de un riolito y un dacito. Biotita y algún otro mineral ferromagnésiano, parecido a horublanda, han estado completamente alterados en limonita, hematita y nontronita, y pirita está representado por pseudomorfos de hematita. Los feldespatos han estado muy ligeramente kaolinizados y muy ligeramente afectados por sericitización. Parece que la descomposición ha hecho el mayor cambio en la roca con el desarrollo de productos limoníticos y nontroníticos, y hematita. El mejor juicio que podemos hacer con los datos encontrados, es que la roca es una toba o un fragmento volcánico, moderadamente ácida en composición o es una roca volcánica intrusiva o una roca volcánica efusiva rellena con fragmentos xenolíticos. Tiene la roca algunas veces una estructura fluidal indefinida que puede representar la parte volcánica efusiva, pero la roca contiene tantos fragmentos de varias clases que estamos inclinados a favorecer un origen clástico y a clasificar la roca como una roca volcánica y fragmentaria.

Es un corriente volcánico muy tubáceo (xenolítico) con una composición delenítica, o una toba delenítica.

El origen de la roca es volcánico y efusivo.

k) Vitrofiro Delenítico (Nº B)

La muestra Nº B, un vitrofiro delenítico y devitrificado (Véase lám. 9, fig. 18) fue recogido el 5 de Octubre de 1921 al paso del río Jandache del camino de Quito al Napo. Hemos encontrado esta roca en el lado Sur del valle abajo de las areniscas asfálticas. Esta localidad se encuentra a 38 kilómetros al Norte del pueblo de Napo.

La roca sin examinación microscópica parece de textura fina, ligeramente porfídica y de color entre clavel y gris. En el microscopio se ve que la textura es vídrica en parte y porfídica. La estructura original es efusiva, esferolítica y oscuramente perlítica, la estructura secundaria siendo de vitrificación. El proce-

so primario representado es efusivo y el proceso secundario es de vitrificación y descomposición.

Los minerales esenciales, primitivos o primarios, son, en el orden de su abundancia, ortoclasa, plagioclasa ácida, biotita alterada, vidrio ahora alterado, hornablenda alterada, y cuarzo. Los minerales accesorios y primarios son microlitos. Los minerales secundarios (especialmente productos intermediarios) son productos de la devitrificación, muy apenas de sericita y mica blanqueada. No hemos visto minerales metamórficos de recristalización ni sustancias introducidas. Hemos encontrado kaolina, limonita y hematita como representantes de cambios terciarios o descomposición y efectos de enriquecimiento.

La roca es un vidrio porfídico, esferolítico y en parte devitrificado, con una composición intermedia entre un riolito y un dacito. Los fenocristales son feldespatos, en parte ortoclasa y en parte plagioclasa medianamente ácida, todos, más o menos, afectados por kaolinización. Multitudes de muy pequeños microlitos están colocados en líneas fluidales concéntricas y en muchos lugares, esferolitos (probablemente de carácter feldespático) están distribuidos en la pasta vidriosa, a través de algunos de los cuales, en embargo, las líneas fluidales de los microlitos pasan sin interrupción, mostrando que se han formado después de llegar la roca a un estado sólido. El cuarzo está distribuido en la pasta de la roca, generalmente asociado con un poquito de materia feldespática, la cual en lugares a atentado formar intercrecimientos micrográficos, especialmente en los bordes del cuarzo. La composición de la roca no es insemajante a la del N° 73, pero la estructura es mucho más diferente, porque el N° 73 está en parte al menos fragmental.

La roca originalmente era un vidrio pero ahora está devitrificada, y por los procesos de la devitrificación se ha convertido en una roca felsítica, de modo que en su actual condición es la roca una felsita porfídica, pero se puede describirla mejor como un vitrofiro delenítico y devitrificado.

El origen de la roca es volcánico y efusivo.

CUADRO N° 1

ERAS	PERIODOS	PISOS
CUATERNARIA	PLEISTOCÉNICO	
	POSTPLIOCÉNICO	
TERCIARIA	PLIOCÉNICO	Siciliense Astiense Lasanciense
	MIOCÉNICO	Pontiense Sarmatiense Tortonense Helveciense Durdigaliense
	OLIGOCÉNICO	Aquitaniense Estampiense Sannoisiense
	EOCÉNICO	Ludiense Bartoniense Luteciense Ypresiense
MESOZOICO o SECUNDARIA	CRETÁCICO	Daniense Aturiense Senouiense Turoniense—Benton o Eagle Ford Cenomaniense Albiense—Middle Comanchean Aptiense Neocomiense
	JURÁSICO	Serie Supra-Jurasica { Portlandiense Kidmeridgiense Sequaniense Oxfordiense Calloviense



ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

ERAS	PERIODOS	P I S O S	
MESOZOICO o SECUNDARIA	JURÁSICO	Oolítico { Batoniense Bajociense Toarciense Charmutiense Llacico { Sinemuriense Hetangiense Retiense	
	TRIÁSICO	Keuper Muschelkalk Vorgiense	
PALEOZOICO o PRIMARIA	PÉRMICO	Turingiense Saxoniense Autuniense	
	CARBONÍFERO	Estefaniense Ewstfaliense Dinatiense	
	DEVÓNICO	Superior	Fameniense Frasniense
		Medio	Givetiense Eifeliense
		Inferior	Coblentziense Mediniense
SILÚRICO	Gotlandiense Ordoviense		
CÁMBRICO	Potsdamiense Acadiense Georgiense		
AGNOSTO- ZOICO	PRECÁMBRICO	Queveenaviense Uroniense	
	ARCAICO	Quevatiense Laurentiense	



LAS ROCAS SEDIMENTARIAS DE LA REGION ORIENTAL DEL ECUADOR

Las rocas sedimentarias difieren de las rocas volcánicas en formarse de estratos horizontales y en contener los restos de animales y vegetales.

Tal como lo que pasa hoy en el fondo de los mares y lagos donde se depositan sedimentos, de los cuales son más antiguos los más profundos y más modernos los superiores, igualmente acontece en términos generales con las capas terrestres. El orden de superposición, en el caso de que no haya habido dislocación posterior, da un criterio absoluto para la determinación de la edad relativa de las formaciones sedimentarias.

Las capas de la corteza terrestre conservan los restos de los animales y vegetales llamados fósiles y estos establecen otro criterio para la determinación de la edad de los sedimentos.

Los períodos geológicos que comprenden el transcurso que arranca del momento en que los seres organizados hacen su primera aparición sobre la tierra hasta la edad presente nos da una clasificación (véase cuadro N^o 1) de los terrenos, en donde se ve la posición relativa de las capas del Ecuador que vamos a describir.

En el período cretácico, el Continente Sud Americano sufrió un abatimiento general y el mar cubrió casi todo el Continente tal como lo conocemos hoy. La región andina del Ecuador que parece era tierra en todos los períodos geológicos antecretácicos, se hundió sin embargo con el resto del Continente en el período cretácico. Con la llegada de la era terciaria, el Continente se levantó gradualmente y de cuchillas bajas e islas de poca altura sobre el nivel del mar, se terminaron en el período miocénico los Andes del Ecuador.

En el levantamiento de esta masa de montañas, los estratos cretácicos y terciarios se levantaron generalmente en repliegues grandes y llegando a alturas elevadas desaparecieron bajo la acción de la erosión, con excepción de algunas masas de esas rocas protegidas en los fondos de repliegues cóncavos. Con la terminación de la formación de los Andes tal como se ven hoy, las rocas sedimentarias se encuentran generalmente en las partes bajas de las pendientes occidentales y orientales.

En la bajada de los Andes que hicimos en 1921 por el río Pastaza, con la excepción de una pequeña masa fuertemente in-

clinada en el Pastaza cerca de la boca del río Tcpo no encontramos rocas sedimentarias hasta pasar el pueblo de Mera a una altura de un poco más de mil metros sobre el nivel del mar. En la bajada de los Andes, por la vía de Papallacta, faltan completamente rocas sedimentarias. Terminan las rocas sedimentarias en el río Quijos mucho más abajo del pueblo de Baeza. En la subida de los Andes por el río Upano, desde Macas, la pendiente de los Andes está compuesta completamente de rocas volcánicas.

En general, como hemos dicho arriba, las rocas sedimentarias terminan al pie de los Andes en alturas de un poco más de mil metros y desde estas alturas las capas se inclinan al Este y forman casi toda la Región Oriental del Ecuador al Este y una gran parte del río Amazonas.

LA BASE DE LAS ROCAS SEDIMENTARIAS

Hemos encontrado las más viejas rocas sedimentarias a la superficie de dos lugares, uno en el río Misahualli, nueve kilómetros abajo del pueblo de Tena, y otro en el río Coca, 84 kilómetros arriba de la boca.

En el primer lugar estas rocas son areniscas cubriendo antiguas rocas volcánicas (véanse los basaltos alterados N^{os}. 71, 72 y 73) y parecen que no contienen conglomerado basal ni fragmentos de las rocas volcánicas subyacentes. Las areniscas en el río Misahualli tienen un espesor de cien metros y en la parte superior son asfálticas. No hemos encontrado fósiles en estas areniscas de modo que la edad está desconocida pero puede inferirse como cretácica, porque están cubiertas de calizas de edad albiense. Las areniscas aquí ocupan la cima de un repliegue anticlinal y con poca distancia arriba y abajo de esta cresta desaparecen abajo de los estratos más recientes. Hemos visto estas areniscas también en el río Hollín al este de Archidona donde también están impregnadas de asfalto.

Singewald encontró en el Pongo de Manseriche (1) areniscas macizas porosas que pueden representar las areniscas del río Misahualli pero la parte inferior de estas areniscas no están en

(1) Singewald (Joseph T.): "The Pongo de Manseriche" una memoria leída antes de The Geological Society of America. Madison, Wisconsin, U. S. A., en Diciembre de 1926.

la superficie. Allí vió el Sr. Singewald un espesor de más de 300 metros.

La base de la serie sedimentaria de la Región Oriental del Ecuador también llega a la superficie de la tierra en el río Coca, 84 kilómetros arriba de la boca y pocos kilómetros arriba de la boca del río Lashino pero aquí las areniscas faltan y las calizas que forman la base de las rocas sedimentarias parecen pertenecer a la formación fosilífera del Napo. La única semejanza entre la base de la serie sedimentaria del río Coca y la del río Misahualli es la falta de conglomerado basal, la carencia de inclusiones volcánicas y las rocas volcánicas antiguas subyacentes.

LAS CALIZAS DEL NAPO

Sobre las areniscas en el río Misahualli se encuentra una serie de calizas y arcillas esquistas negras que tienen una gran extensión en la Región Oriental del Ecuador. Hemos visto por primera vez estas rocas a pocos kilómetros al Noreste del pueblo de Mera y parecen que están expuestas en el Pastaza a la boca del río Palora. En el río Napo forman el cauce y las pendientes del río desde poca distancia arriba de la boca del río Anzu hasta 10 kilómetros abajo del pueblo de Napo. Se encuentran formando los valles del río Tena y el río Misahualli desde el pueblo de Tena hasta cerca de la boca del río Misahualli. Al Norte llegan hasta cerca del paso de río Jandache por el camino de Quito. En el río Coca toda la serie se ve muy bien desde los estratos más inferiores, encontrados a 84 kilómetros arriba de la boca del río, hasta las capas más superiores que se inclinan y desaparecen abajo de las capas coloradas a $4\frac{1}{2}$ kilómetros arriba de la boca del río Lashino, i. e. $72\frac{1}{2}$ kilómetros de la boca del río Coca. El cauce del río Coca entonces está formado de esta formación para 10 kilómetros.

No solamente las calizas sino también las arcillas esquistas son fosílicas y en algunos lugares ambas son cargadas de brea. Parece que el espesor de esta formación puede ser 500 metros. Se encuentra sin duda, lejos, al Este, abajo de formaciones más recientes (1).

La edad de esta formación geológica se sabe exactamente después de estudiados de la gran colección de fósiles sacada por

(1) Singewald (ref. cit.) ha estudiado estas calizas en el Pongo de Manseriche donde tienen un espesor de más de mil metros.

nosotros de las calizas y las arcillas esquistas. Los fósiles más viejos son del piso Albiense de Europa o del "Middle Comanchean" de los Estados Unidos. Los más modernos son del piso Turoniense de Europa o del "Benton-Eagle Ford" de los Estados Unidos. Sea posible que el piso Cenomaniense existe pero no hemos encontrado.

LOCALIDADES FOSILERAS Y FOSILES RECOGIDOS

1. — Río Napo, orilla izquierda, 640 metros arriba del pueblo de Napo en la cresta de un repliegue convexo o anticlinal donde los estratos son horizontales y contienen la siguiente fauna Turoniense:
Coelopoceras sp. indeterminable.
Coelopoceras n. sp. A. aff. *C. lesseli* Bürggen y *C. Springeri* Hyatt (lám. 12, figs. 1 y 2).
Cyprimeria n. sp. aff. *C. excavata* Morton (lám. 13, figs. 4-6).
Inoceramus sp. indeterminable.
2. — Río Napo, orilla izquierda, pocos metros arriba del pueblo, donde las calizas y arcillas esquistas contienen la siguiente fauna Turoniense:
Cyprimeria s. sp. aff. *C. excavata*. Morton.
Inoceramus labiatus Schlotheim (lám. 13, fig. 1).
3. — Río Napo, orilla izquierda, 1 1/2 kilómetros abajo del pueblo de Napo donde las calizas y arcillas esquistas contienen la siguiente fauna Turoniense:
Inoceramus labiatus Schlotheim (lám. 13, fig. 1).
Roudairia intermedia Bürggen (lám. 13, figs. 2 y 3).
4. — Río Misahualli, 3 kilómetros arriba de la confluencia con el río Tena donde las calizas y arcillas esquistas contienen la siguiente fauna Albiense:
Oxytropidoceras (*Manuaniceras?*) *carbonarium* (Gabb) (= *Schloenbachia acutocarinata* Shumard de numerosos autores).
5. — Río Misahualli, entre la boca del río Tena y la boca del río Hollín, donde las calizas y arcillas esquistas contienen la fauna siguiente:

TURONIENSE (probablemente)

Exogyra aff. *E. flabellata* D'Orbigny (lám. 13, fig. 12).
Pecten sp. indeterminable.

Pecten (Neithea) quinquecostata Sowerby.

ALBIENSE

Oxytropidoceras (Manuaniceras?) carbonarium (Gabb)
(=Schloenbachia acutocarinata de numerosos au-
tores).

6. — Senda o pica al río Jandache desde el camino Quito-Napo,
2¾ kilómetros al Este de la casa de José Morales, que
se encuentra a 6 kilómetros al Norte del pueblo de Archi-
dona, donde se encuentra la siguiente fauna Turoniense:

Aporrhais sp. indeterminable.

Aporrhais aff. *A. costae* Choffat (lám. 15, fig. 7).

Arca n. sp. aff. *A. archiacana* D'Orbigny (lám. 13,
fig. 13).

Cardita n. sp. aff. *C. subparallela* Gerhardt (lám. 14,
figs. 14 y 15).

Corbula cf. *C. peruana* Gabb (lám. 15, figs. 2 y 3).

Exogyra olisiponensis Sharpe (lám. 14, figs. 1-3).

Exogyra aff. *flabellata* D'Orbigny (lám. 14, fig. 4).

Fusus n. sp. aff. *F. ubaquensis* Gerhardt (lám. 15, fig. 8).

Gervillia sp. indeterminable (lám. 13, fig. 16).

Glycimeris n. sp. (lám. 13, fig. 14).

Gyrodes n. sp. aff. *G. depressa* Meek (lám. 15, figs. 4-5).

Lima sp. indeterminable.

Liopistha n. sp. aff. *L. ligeriensis* D'Orbigny (lám. 14,
figs. 14 y 15).

Mactra? n. sp. (lám. 15, fig. 1).

Mammites n. sp. (= *Mortoniceras cañaense* Gerhardt?)
(lám. 15, figs. 9-11).

Modiola aff. *M. socorrina* D'Orbigny (lám. 14, figs. 11
y 12).

Modiola n. sp. aff. *M. flichei* Peron (lám. 14, fig. 13).

Pecten (Neithea) aequicostata Lamarck (lám. 14, fig. 8).

Pecten (Syncyclonema) n. sp. (lám. 14, fig. 9).

Pinna sp. indeterminable (lám. 13, fig. 15).

Plicatula aff. *P. auresensis* Coquand (lám. 14, fig. 10).

Protocardia appressa Gabb (lám. 14, fig. 18).

Pteria n. sp. aff. *P. gastrodes* Meek (lám. 13, figs. 17
y 18).

Tellina? sp. indeterminable (lám. 14, fig. 21).

Trigonia crenulata var. *peruana* Paulcke (lám. 14, figs.
5 y 6).

Trigonia aff. *T. hondana* Lea (lám. 14, fig. 7).

Turritella aff. *T. vibrayeana* D'Orbigny (lám. 15, fig. 6).

Venus n. sp. (lám. 14, figs. 19 y 20).

7. — Río Jandachi, 4½ kilómetros al Este de la casa de José Morales, dicha casa se encuentra en el camino Quito-Napo, 6 kilómetros al Norte del pueblo de Archidona. En este sitio encontramos la siguiente fauna probablemente Turoninense:

Astarte sieversi Gerhardt.

Exogyra aff. *E. flabellata* D'Orbigny (lám. 13, fig. 11).

8. — Río Hollín, 7½ kilómetros al Sureste del pueblo de Archidona donde recogimos la siguiente fauna:

ALBIENSE

Brancoceras n. sp. (lám. 15, figs. 15-17).

Inoceramus concéntrico Parkinson (lám. 15, figs. 12 y 13).

Ostrea sp. indeterminable.

Oxytropidoceras (*Manuaniceras?*) *carbonarium* (Gabb) (= *Schloenbachia acutocarinata* Shumard de numerosos autores) (lám. 15, figs. 18-20).

Oxytropidoceras n. sp. aff. *O. belknapii* (Marcou) (lám. 16, figs. 1 y 2).

Plicatula aff. *P. gurgitis* Pictet y Roux (lám. 15, fig. 14).

ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

TURONIENSE

Coelopoceras n. sp. B. (lám. 12, figs. 3-5).

Cyprimeria n. sp. aff. *C. excavata* Morton.

Exogyra olisiponensis Sharpe.

Inoceramus labiatus Schlotheim.

9. — Río Ursuyacu, al paso del camino Quito-Napo, 15 kilómetros al Norte de Archidona, donde encontramos la siguiente fauna, probablemente Albiense:

Exogyra aff. *E. africana* Coquand (lám. 16, figs. 3, 4).

Lima n. sp. (lám. 16, figs. 7, 8).

Pecten (*Naithea*) n. sp. aff. *P. phaseola* Lamarck (lám. 16, fig. 5).

Pecten n. sp. aff. *P. marrotianus* D'Orbigny (lám. 16, fig. 6).

Plicatula aff. *P. gurgitis* Pictet y Roux (lám. 16, fig. 9).

10. — Localidad exacta desconocida por la pérdida de las etiquetas. Río Napo, río Misahualli, río Hollín, río Jandache, etc., donde los fósiles son de la siguiente fauna:

ALBIENSE

Brancoceras n. sp. identical al *Brancoceras* de localidad 8.

Inoceramus concentricus Parkinson (lám. 16, fig. 12).

Lima n. sp. aff. *L. intermedia* D'Orbigny (lám. 16, figs. 10 y 11).

Ostrea syphax Coquand (lám. 16, figs. 13 y 14).

Oxytropidoceras (*Manuaniceras?*) *carbonarium* (Gabb) (*Schloenbachia acutocarinata* Shumard de numerosos autores).

TURONIENSE

Inoceramus labiatus Schlotheim (lám. 13, fig. 7).

Inoceramus sp. indeterminable (lám. 13, fig. 8).

Pecten quiquecostata Sowerby (lám. 13, figs. 9 y 10).

INCLASIFICADAS

Gastropoda, indeterminable.

Pholadomya? sp. indeterminable.

Venerid pelecypoda indeterminable.

11. — Al pie del volcán Sumaco, cerca de San José. Recogido por el Sr. Dyott:

FOSILES MICROSCOPICOS

SIN CLASIFICACION

Globigerina.

Nodosaria.

Cyclomina.

Gümbelina.

Textularia.

Bryozoa.

Esta colección de fósiles consiste de 36 géneros. De las 56 especies, 19 son nuevas a la ciencia.

La colección contiene una buena representación de dos faunas cretácicas muy distintas, la Turoniense y la Albiense. La

fauna turoniense está representada por dos facies desde que las especies y la matrix difieren pero la edad no es muy diferente.

La fauna de las calizas duras del río Napo cerca del pueblo de ese nombre, está compuesta de especies universalmente aceptados como característicos del turoniense, equivalente en una manera general a la fauna de las arcillas esquistosas de la formación "Eagle Ford" de la región del golfo de México en los Estados Unidos y a la fauna de la formación "Benton" de la parte Oeste del interior de los Estados Unidos y de la provincia de Alberta, Canadá. Una fauna muy semejante se conoce en el Perú, Colombia y Venezuela (1).

Los fósiles de las calizas duras del río Misahualli son de edad albiense y en parte probablemente turoniense. Creemos que los fósiles de las calizas gris del río Jandache son de edad turoniense. La colección encontrada en una matrix arenisca y amarillo que se parece mucho a una caliza lixiviada, recogida en la pica al Este de la casa de José Morales, parece también de edad turoniense. En ese lugar se encuentran algunas especies que son muy relacionadas a especies turonienses aunque algunas pocas especies tienen más relación a especies cenomanienses o senonienses. Otras especies de esta localidad se encuentran en muchos pisos geológicos y por eso están sin valor en fijar exactamente la edad. La colección de esta pica tiene solamente una especie común en esta localidad y la otra cerca del pueblo de Napo y la litología difiere mucho a esa localidad, pero no hay mucha diferencia en edad.

La colección del río Hollín al Sureste de Archidona proviene por la mayor parte de calizas duras de color gris oscuro y contiene por la mayor parte especies universalmente aceptadas como características del albiense, especialmente los amonites. Algunos autores llaman esta fauna "Vraconiense" o "Albiense superior" pero la palabra "Vraconiense" se aplica mejor a los más superiores estratos del albiense. Los géneros Brancoceras y Oxytropidoceras son de la parte mediana del albiense. Oxytropidoceras se encuentra en la grupa Fredericksburg de Texas en los Estados Unidos. Aquí en esta colección del río Hollín se encuentran algunos pedazos de arcilla esquistosa negra y caliza de color gris que contienen características especies turonienses, mostrando que el Albiense y el Turoniense se encuentran en

(1) Singewald (ref. cit.) recogió una buena colección de fósiles de esta formación en el Pongo de Manseriche en el Amazonas y dice que la edad es de Albiense al Coniaciense.

los estratos de las peñas que se hallan al borde del río. El Albiense es equivalente a una parte del piso "Comanchean" de la parte de América del Norte cerca del Golfo de México, y su fauna es bien conocida en muchas localidades del Perú y Colombia.

La colección del río Ursuyacu al paso del camino Quito-Napo parece de edad albiense pero no estamos ciertos de ello por la falta de especies más definitivas.

No hemos visto evidencia fosilífera de la presencia del piso cenomaniense en la región oriental del Ecuador. Algunos de nuestros fósiles se encuentran en rocas cenomanienses de otros lugares y algunos de ellos son aún diagnósticos del piso cenomaniense; pero la mayor parte de nuestras especies que se encuentran en rocas cenomanienses en otros lugares o que son aún diagnósticos, han sido identificados a través de un período estratigráfico mucho más grande y son aquí de valor incuestionable.

Es notable que la sucesión de los estratos de la Región Oriental del Ecuador se parece mucho no solamente a ella del Pongo de Manseriche en el Amazonas, pero a la sucesión del Perú central. Schlagintweit (1) hace la descripción de una sección estratigráfica en esa parte del Perú donde muchas calizas albienses de color blanquizo y de marga están cubiertas con un gran espesor de calizas negras y marga de edad vraconiense y que estas están cubiertas por una serie de arcillas esquistas coloradas desmenuzadas, y margas intermezcladas en capas de calizas de edad cenomaniense superior. La fauna albiense allí tiene mucho en común con las colecciones de la Región Oriental del Ecuador. El Cenomaniense superior parece tener muchas especies en común con la fauna turoniense recogidas cerca de la casa de José Morales y probablemente es de la misma edad.

(1) "Die fauna des Vracon und Cenoman en Peru", Neues Jahrbuch, Beilage. 33, 1911, págs. 48, 65.

LAS CAPAS COLORADAS

La parte superior de las calizas del Napo está cubierta no solamente en el río Napo pero en el río Coca por capas coloradas de gran extensión. Estos estratos están compuestos de areniscas, arcillas esquistosas y conglomerados. Y el color colorado significa la deposición de los sedimentos durante un clima árido y seco y la composición de las capas indica deposición sobre la superficie de la tierra o en lagos de agua dulce.

La transición entre las calizas del Napo y estas capas coloradas es conforme, es decir, los estratos parecen exactamente superpuestos. Pero el cambio de las calizas a estas rocas coloradas tan diferentes es suficientemente abrupto para sugerir un intervalo de tiempo entre la terminación de la sedimentación de las calizas del Napo y el principio de deposición de las capas coloradas. Toda la serie de capas coloradas está expuesta a la superficie en el río Napo. Los estratos interiores llegan a la superficie del río en Venecia, 10½ kilómetros abajo del pueblo de Napo y con una inclinación al Este, de 6 a 10 grados. Todo el espesor llega a la superficie abajo de Venecia y hemos calculado que el espesor es aproximadamente de 400 metros.

Estas capas coloradas se encuentran a la superficie en el río Anzu, cerca de Mera y también en la pendiente occidental del repliegue anticlinal cerca de Tena y Archidona. Se encuentran también al Sur del río Napo en el río Arajuno y también en el río Curaray.

En el río Coca hemos visto la mejor manifestación de estas capas coloradas. El río desde un punto, 50 kilómetros arriba de la boca hasta 73½ kilómetros de la boca tiene su cauce y su valle en estas capas. El espesor aquí también parece aproximadamente 400 metros.

No hemos visto fósiles en estas capas y por eso no sabemos cual es la edad de la formación. Ciertamente es que es más vieja que las capas pliocénicas de Pebas en el Amazonas y más moderna que los estratos turonienses del Napo. En las capas coloradas del Perú que son sin duda esta misma formación se encontró la mandíbula de un animal con dientes bien conservados. Este descubrimiento se hizo por el señor J. G. Richards del Peru Oil Company, en Chiococa, cerca de Chepeza en el río Huallagua.

El señor H. E. Anthony (1) dice que los dientes son de un animal de la familia de los tapires que vive en el piso oligocénico.

Singewald que encontró estas capas en el Pongo de Manseriche río Amazonas, con un espesor de más de mil metros cree que las capas inferiores son de edad cretácica superior y que las capas superiores son más viejas que el piso miocénico.

LAS CAPAS MIOCENICAS

Sobre las capas coloradas en todas partes del Oriente del Ecuador se encuentra una formación compuesta de areniscas macizas, suaves y de color verde. En la región del río Curaray estas capas tienen muchos conglomerados, concreciones grandes y pedazos de madera lignítica. No hemos visto la parte superior de esta formación. Y no hemos buscado ni encontrado fósiles. Parece que es más antigua que los estratos pliocénicos de Pebas y es cierto que es más moderna que las capas coloradas oligocénicas. Singewald dice que en el Pongo de Manseriche esta misma formación existe con un espesor de 300 metros.



LAS CAPAS PLIOCENICAS

ÁREA HISTÓRICA

DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

El señor Orton (2) después de bajar el río Napo, descubrió cerca del pueblo de Pebas en el Amazonas fósiles de edad pliocénica o más vieja, en las arcillas que tienen una extensión, en el río Napo, de muchos kilómetros. Encontró el señor Orton cerca de Pebas, los siguientes fósiles: Neritina pupa, Turbonilla minúscula, Mesalia ortonii, Tellina amazonensis, Pachydon oblique y Pachydon tunua, los cuales estaban clasificados en 1865 como pliocénicas o talvez un poco más viejos. Estas capas, dice el señor Orton, están interestratificadas con capas ligníticas que ha visto en el río Napo desde la boca del río Curaray hasta Loreto en el Amazonas, una distancia de 600 kilómetros. Es posible que estas capas sean inmediatamente superpuesta sobre las capas miocénicas del río Coca y del río Napo.

(1) Anthony (H. E.): "A new fossil Perissodactyl from Peru" American Museum of Natural History, New York, Novitates, número II, op. 21, 1924.

(2) Orton (James): The Andes and the Amazon. New York, 1870.

ESTRUCTURA

Todas las rocas sedimentarias que hemos descrito con la excepción de las capas pliocénicas tienen su máxima inclinación al pie de los Andes y esta inclinación disminuye progresivamente con distancia al Este de los Andes. Las capas inclinadas son parte del levantamiento de los Andes; las capas pliocénicas evidentemente se formaron después. Parece entonces que los Andes se formaron en tiempos miocénicos.

Aparte de la inclinación regional de los sedimentos, hay varias modificaciones de estructura. Parece que los estratos terminan contra los Andes con una inclinación al Oeste. Es evidente que hay una gran falla al pie de los Andes, entre las rocas sedimentarias y las rocas volcánicas antiguas. Hemos visto un repliegue anticlinal que pasa el río Napo cerca de la boca del Anzu. La cresta de este repliegue continúa al Sureste y parece coincidir con el curso del río Anzu. Al Noreste la cresta pasa el río Misahualli tres kilómetros abajo de la boca del río Hollín y continúa al Noreste en una región que no hemos examinado.

LAS ROCAS VOLCÁNICAS MODERNAS

Las rocas sedimentarias de la Región Oriental del Ecuador, y en lugares las rocas volcánicas antiguas, están cubiertas, también en lugares, por tobas y lavas causadas por erupciones volcánicas posteriores a la era terciaria. Como centros volcánicos de los Andes podemos citar: Sangay, Tungurahua, El Altar, Cotopaxi, Antisana y Cayambe, etc. Al Este de los Andes sabemos que hay dos centros volcánicos, uno llamado Sumaco y el otro con el nombre de El Reventador, que se ha encontrado activo al fin del año 1925 y principios del 26. De los productos de estos centros volcánicos no hemos estudiado más que las lavas del volcán Sumaco.

En el año de 1925 el Sr. George M. Dyott (1) hizo la as-

(1) Dyott (George H.): On the Trail of the Unknown in the Wilds of Ecuador and the Amazon. (New York, 1926).

censión de este cono que tiene una altura de 3.860 metros sobre el nivel del mar y recogió algunas muestras de las rocas de la cumbre del cono y estas fueron entregadas a nosotros en New York después de su regreso del Ecuador y hemos estudiado en el microscopio petrográfico ocho muestras de estas lavas y como resultado de estos estudios hemos encontrado rocas y minerales codocidas por primera vez en el Ecuador y no conocidas fuera del Ecuador, en Sud América, que en el Brasil, Guayana Francesa y Argentina.

DESCRIPCION DE LAS LAVAS FELDESPATOIDES DEL VOLCAN SUMACO

El ejemplar N° 1 es un tefrita moderadamente porfídrico con fenocristales de feldespato plagioclasa, en composición entre andesina y labradorita, los cuales tienen un desarrollo zonar de una manera sorprendente y también maclan complicadamente y contienen inclusiones distribuidas de una manera zonar. Fenocristales de augita de color verde claro y muy ligeramente pleocróicos, tienen una distribución tan abundante como los fenocristales plagioclásicos. Los cristales de augita son algunas veces macladas; algunos pocos de ellos tienen la estructura de reloj de arena y también estructura zonar. El pleocroismo es más notable en secciones basales, el color cambiando de verde claro hasta sombras de verde amarillento.

El mineral olivino es raramente distribuido, asociado con augita que ocurre como un borde o arco alrededor de la olivina. La roca tiene mucha magnetita en granos grandes y pequeños y un poquito de apatita accesorio que está fuertemente coloreado a un color moreno, por lo que creemos es polvo de magnetita muy finamente diseminado.

La pasta está descompuesta en minuciosas prismas de augita, de pequeñas latas de plagioclasa como también de cristales de plagioclasa un poquito más grandes que tienen una composición menos cálcica que los más grandes fenocristales con conchas alrededor de ellos de feldespato alcálico. La pasta tiene también pequeños cristales de ortoclasa en forma cuadradas y rectangulares que tienen la apariencia general y los característicos de nefelina, y también cristales dodecaédricos de haüyna con inclusiones orientadas a lo largo de las roturas y distribuidas en partículas muy finas y como polvo que vuelven algunos de los cristales casi opacos. Además se ven manchas minuciosas alte-

radas y turbias que parecen en muchos lugares de distribución intersticial y que pueden ser sodalita alterada aunque la identificación sea incierta. Megascópicamente la roca es moderadamente porfídica, de color gris oscuro con muchos pequeños fenocristales de plagioclasa y augita. Una concha exterior descompuesta del espesor de $1\frac{1}{2}$ mm. rodea el interior que no está descompuesto y que tiene un color gris oscuro.

La muestra N° 2, también de la orilla del cráter del volcán Sumaco, pero no del mismo lugar de la N° 1, se clasifica también como tefrita. Los fenocristales de plagioclasa tienen una colocación determinadamente fluidal y son más abundantes que la augita. Son claros y frescos y complicadamente macladas según las leyes de la albita, periclina y Carlsbad. Ellos manifiestan crecimiento zonar y contienen inclusiones de vidrio, de líquidos y de gas, todos más o menos bien orientados. Algunos pocos de los cristales de plagioclasa son ligeramente corroídos, pero la resorción no es un factor prominente. Algunos de los cristales de labradorita están agrupados de tal manera que forman fenocristales compuestos; los cristales individuales de los grupos están ligeramente separados los unos de los otros por vidrio intersticial de color moreno.

Cristales de augita de color verde-gris, débilmente pleocroicos, y lindamente idiomórficos componen la prominente parte constitutiva ferromagnesiana de la roca. Estos cristales tienen birefringencia moderada (± 0.020), con ángulos máximos de extinción de 36 grados. Son ópticamente positivos, con dispersión notable, y cristales ocasionales muestran muy oscuramente la estructura reloj de arena y zonar. La pasta está compuesta de una base vídrica color moreno-rojo llenado con multitudes de pequeños cristales de nefelina de forma cuadrada y rectangular, con minuciosas latas de plagioclasa y con otro mineral feldespatóide que ocurre en cristales teniendo característicos dodecaédricos. En algunos de ellos la rotura está acentuada por inclusiones orientadas, y algunos muestran el color azul característico del mineral haüyna.

Olivina y apatita se presentan muy raramente, pero magnetita es un mineral accesorio prominente. La roca es decididamente vesicular, los vesículos siempre presentándose en áreas irregulares, claros, incoloros y transparentes que se parecen a vidrio y que parecen portarse ellos mismos como calse de las cavidades irregulares. Este espécimen difiere del N° 1 en ser un poquito más feldespatóico, en mostrar estructura fluidal más claramente y en tener más vidrio en la pasta. El N° 2 mirado a simple vista es más oscuro y considerablemente más vesicular que el N° 1. Los pequeños fenocristales de plagioclasa mues-

tran un orden direccional debido a la corriente, y el mineral haüyna se encuentra en cristales azules que son casi tan grandes como algunos de los feldespatos. Este espécimen está más cerca a los basaltos en composición, mientras que el N° 1 está más cerca a los andesitos, o andesitos traquíticos, aunque los dos se clasifican aquí con la familia general de los tefritas porque tienen minerales feldespatoídes y porque los más prominentes feldespatos son plagioclásicos.

La roca N° 3 de las *faldas* del volcán Sumaco es un tefrita vitrofírico cuya pasta está algo alterada pero cuyos fenocristales están perfectamente frescos como los muy pequeños microlitos de plagioclasa en la alterada pasta vídrica. La roca es tan vesicular como la N° 2; los vesículos están siempre unidos con áreas irregulares, isotrópicos y sin color, semejantes a los del N° 2. También están los vesículos distribuidos en áreas irregulares, isotrópicos y sin color semejantes a los de la muestra N° 2.

El feldespato en esta roca se encuentra solamente en la pasta donde está distribuida en la forma de microlitos de labradorita. Augita clara sin color, con birefringencia moderada (± 0.018), con dispersión moderadamente fuerte, con carácter opticalmente positivo y con ángulos máximos de extinción de 40 grados está raramente diseminada con cristales idiomórficos y como grupas de cristales.

Un mineral feldespatoíde con los caracteres generales de haüyna es casi tan abundante como la augita; sus cristales son tan grandes como los cristales de la augita, y forman uno de los más característicos semblantes de la roca. Los más de ellos tienen buena rotura, algunos de los más pequeños tienen inclusiones orientadas, y en algunas pocas veces muestran efectos de resorción. Estos cristales azules son tan abundantes en la muestra grande antes de ser cortada que se determinaron sus índices de refracción en una parte de la roca pulverizada, por el método de inmersión. Algunas determinaciones nos proporcionaron un índice variando entre 1.503 ± 0.005 , que corresponde a una haüyna algo cálcica. Este índice es más grande que los índices publicados para el mineral haüyna, por Larsen (1) e Iddings (2). Larsen publica 1.496 como el índice de refracción de haüyna; Iddings publica 1.4961 como el índice de refracción de haüyna azul recogido en Niedermendig. Winchell (3) dice que el índice

(1) Larsen (Esper S.): The microscopic determination of the nonopaque minerals. Bull. 679, U. S. Geol. Sur. 1921.

(2) Iddings (Joseph P.): Rock Minerals, New York.

(3) Winchell, (N. H.): and Winchell, (Alexander N.): Elements of Optical Mineralogy, New York, 1909.

varía de 1.430 a 1.509, dependiendo del porcentaje de cal. Una muy pequeña cantidad de magnetita, olivina y apatita se encuentran como accesorios menores, juntamente con una hornablenda, fuertemente pleocroico, de color moreno-amarillento claro.

Este espécimen difiere de los otros tefritas de esta colección en contener como fenocristales el mineral haüyna en lugar de feldespatos. Difiere también en la restricción del feldespato a la pasta donde está distribuido en la forma de agujas microscópicas, y difiere también en el carácter vídrico de la roca. La roca es de color moreno-rojo oscuro, es algo vesicular, tiene una textura muy fina, y contienen, pequeños cristales azules de haüyna variando en tamaño de 0.03 mm. a 1.00 mm., y contiene fenocristales más grandes de augita.

La muestra N^o 4, también de las faldas del volcán Sumaco es esencialmente un tefrita andesítica. Es porfídica con una pasta andesítica típica, compuesta de minuciosas latas de plagioclasa de la composición de andesina, colocadas en líneas fluidales características en una base más o menos isotrópica que es en parte vidrio; es decir, la estructura hialo-pilitico mostrada por muchas andecitas. Los fenocristales son cristales de labradorita, grandes y claros que poseen la acostumbrada maclar complicadamente; son cristales de augita grandes y claros con una birrefringencia muy moderada y hornablenda basáltica de un color moreno, menos abundante que la labradorita o la augita. El mineral magnetita es uno de los más prominentes accesorios, y apatita se encuentra en cristales excepcionalmente grandes, que están colorados más o menos fuertemente moreno-violeta hasta moreno-humoso por polvo encerrado en magnetita o ilmenita; en algunos lugares son tan concentradas estas inclusiones que hacen el cristal en puntos negro y opaco. El mineral haüyna está distribuido en la pasta de claros, isotrópicos, pequeños, idiomórficos cristales que de vez en cuando muestran una pequeña resorción; los más grandes de estos tienen dimensiones de la magnitud de 0.25 mm. Algunos pocos minuciosos y cuadrados cristales con duda clasificados como nefelina están esparcidos en la pasta. La roca es ligeramente vesicular, y como las otras rocas de esta colección, los vesículos están generalmente unidos con áreas irregulares, claros y sin color e isotrópicos que pueden ser vidrio. Los fenocristales de esta roca son considerablemente más grandes que los de las otras muestras, y la roca es de estructura andesítica de una manera sorprendente, aunque los feldespatos y la piroxena favorece una composición basáltica. La roca es de color muy oscuro, fuertemente porfídica y de pasta muy fina. Los fenocristales son cristales de plagioclasa moderadamente grandes alcanzando dimensiones máximas de 6.0 mm.

y también hay algunos fenocristales de augita que son casi tan grandes como los fenocristales plagioclásicos.

La muestra N^o 5, también de las pendientes del volcán Sumaco tiene un color rojo muy fuerte debido en parte a la oxidación de la parte vídrica de la pasta y debido en parte a los muy abundantes y muy minuciosos cristales de color rojo diseminados en la pasta. Estos cristales tienen formas monoclinicas, fuerte birefringencia y fuerte relieve y ángulos de extinción desde cero hasta 12 grados, dependiente de la orientación. Los cristales muestran absorción fuerte en una dirección perpendicular a su prolongación, en este respecto portándose como turmalina. De vez en cuando un cristal penetra en otro, simulando el maclar cruciforme de estauroлита; estas penetraciones son probablemente accidentales y no maclas. Son de color moreno-rojo, pero el color es en puntos y de distribución variable. Son probablemente cristales de anfíbol o piroxena rico en hierro, con una conducta de absorción rara, pero no estamos seguros de su identificación. Son muy minuciosos y no proporcionan reacciones opticales muy satisfactorias. La roca es de otra manera de composición normal, compuesta de plagioclasa básica, no solamente en los fenocristales pero sí en las pequeñas latas de la pasta, colocadas en líneas fluidales. También consiste la roca de augita de color claro con birefringencia moderada. La augita es muy raramente distribuida. La roca contiene también magnetita, olivina, apatita y hornablenda basáltica de color moreno-amari-
llo, como accesorios. No hemos observado minerales feldespatoides en esta roca, la cual difiere en este respecto de todos los otros especímenes de la colección. La roca es un basalto normal. El feldespato, piroxena y hornablenda son perfectamente frescas; toda la oxidación está confinada a la pasta. Aun la olivina misma está ligeramente atacada, una parte de ella mostrando arcos de limonita. La pasta fina es considerablemente oxidada, es de color moreno-rojo, pero los fenocristales de augita son frescos e inalterados.

Las muestras N^{os}. 6, 7 y 8 proceden de las faldas del volcán Sumaco. La N^o 6 viene de una altura de 3.200 metros. Son todas tefritas andesíticas esencialmente de la misma composición y muestran solamente pequeñas diferencias de textura. La pasta de la N^o 6 es en parte vídrica con delgadas agujas de feldespato plagioclásico moderadamente básico y con minuciosos prismas de augita verde distribuidos en ella. Esta pasta, compuesta de una base vídrica y de agujas de plagioclasa espesamente diseminadas y mezcladas, y de minuciosos prismas de augita, tiene la estructura hialopilitica común a muchos andesitos. Este carácter es especialmente sorprendente en la muestra N^o 7. La

pasta de la N^o 8 al menos está compuesta de agujas de plagioclasa algo más grandes que las agujas distribuidas en las bases vidriosas de los N^{os}. 6 y 7, aunque la N^o 8 mismo es también lindamente hialopilítico.

Todas estas muestras son moderadamente porfidicas. Los fenocristales son cristales de plagioclasa grandes y claros que tienen composiciones variando desde andésina básica hasta labradorita; son macladas complicadamente con las leyes de la albita, carlsbad, periclina y en algunos pocos casos el baveno. Muchos de estos cristales muestran crecimiento zonar y una distribución zonar de inclusiones. Los microlitos de plagioclasa en la pasta son más ácidos que los que forman los fenocristales. Augita se encuentra no solamente como fenocristales pero sí como minuciosos prismas en la pasta de todas estas tres muestras, y todas tres contienen también una pequeña cantidad de hornablenda basáltica de color moreno. El mineral hornablenda especialmente en la muestra N^o 8, ha sido en parte resorbido con el desarrollo de magnetita finamente granular como un producto de la resorción. El mineral haüyna es accesorio en todas estas tres muestras. En las N^{os} 6 y 8 es de color casi moreno con bordes muy oscuros y en algunos casos con rotura muy pronunciada. El haüyna de la muestra N^o 7 no es tan abundante; el color es de azul claro con márgenes de azul más fuerte; y aún el haüyna de color casi moreno especialmente el N^o 6 es de vez en cuando ligeramente azul en el centro del mineral. Cristales de apatita de color moreno y excepcionalmente grandes son accesorios muy sorprendentes en todas estas tres rocas, y magnetita es componente prominente.

Megascópicamente la roca N^o 6 es moderadamente porfidica, con una pasta de muy fina textura, de color gris-oscuro, conteniendo fenocristales de plagioclasa hasta un centímetro de largo y de augita variando en tamaño hasta un máximum de 7 mm. La roca N^o 7 es esencialmente igual a la N^o 6, pero la augita no es tan prominente. La muestra N^o 8 es semejante a las rocas N^{os}. 6 y 7.

Descripción de las láminas

LÁMINA 12

- Figs. 1 y 2 *Coelopoceras* n. sp. A aff. *C. lesseli* Brüggen y *C. springeri* Hyatt Vista lateral y corte transversal de un molde interno recogido en la cresta del repliegue anticlinal en la orilla izquierda del río Napo, 800 metros arriba del pueblo de Napo.
- Figs. 3-5. *Coelopoceras* n. sp. B. del río Hollín, 7½ kilómetros al Sureste del pueblo de Archidona.
- Figs. 3 y 4. Vista lateral y corte transversal de un molde interno.
- Fig. 5. Vista lateral de otro espécimen que conserva la concha.

Todas las figuras están reducidas a un séptimo del tamaño natural.

LÁMINA 13

FÓSILES TURONIENSES DE LA REGIÓN ORIENTAL DEL ECUADOR

- Fig. 1. *Inoceramus labiatus* Schlotheim. Vista lateral de un espécimen aplastado en arcilla esquistosa. Del río Napo, poca distancia abajo del pueblo del mismo nombre.
- Figs. 2 y 3. *Rondairia intermedia* Brüggen. Vista lateral y vista de frente de un espécimen recogido en la orilla izquierda del río Napo 1½ kilómetros abajo del pueblo de Napo.
- Figs. 4-6. *Cyprimeria* n. sp. aff. *C. excavata* Morton, de la orilla izquierda del río Napo, 750 metros abajo del pueblo del mismo nombre.
- Figs. 4 y 5. Vista lateral y vista cardinal de un espécimen.
- Fig. 6. Corte transversal de una visagra de otro espécimen.
- Fig. 7. *Inoceramus labiatus* Schlotheim. Vista lateral de un espécimen aplastado en arcilla esquistosa. De la región entre el río Napo y el paso del río Jandache por el camino Quito-Napo.

- Fig. 8. *Inoceramus* sp. Vista lateral de un espécimen de la misma región de la figura 7
- Figs. 9 y 10. *Pecten* (*Neithea*) *quinquecostatus* Sowerby. De la región entre el río Napo y el paso del río Jandache por el camino Quito-Napo.
- Fig. 9. Vista de la válvula derecha.
- Fig. 10. Vista de la válvula izquierda.
- Fig. 11. *Exogyra* aff. *E. flabellata* D'Orbigny. Vista lateral de una válvula izquierda, recogida a 4½ kilómetros al Este de la casa de José Morales en la pica desde esa casa al río Jandache. La casa se encuentra en el camino Quito-Napo, 6 kilómetros al Norte del pueblo de Archidona
- Fig. 12. *Exogyra* aff. *E. flabellata* D'Orbigny. Vista lateral de una válvula izquierda recogida en el río Misahualli entre la boca del río Tena y la boca del río Hollín.
- Fig. 13. *Arca* n. sp. aff. *A. archiacana* D'Orbigny. Vista lateral del molde interno, encontrado dos kilómetros al Este de la casa de José Morales en la pica desde esa casa al río Jandache. La casa de José Morales está situada en el camino Quito-Napo, 6 kilómetros al Norte del pueblo de Archidona.
- Fig. 14. *Glycimeris* n. sp. Vista lateral de un molde interno encontrado en la misma localidad de la fig. 13.
- Fig. 15. *Pinna* sp. Vista lateral de un molde interno de la misma localidad de la fig. 13.
- Fig. 16. *Gervillia* sp. Vista lateral de un molde interno recogido en la misma localidad de la fig. 13.
- Figs. 17 y 18. *Pteria* n. sp. aff. *P. gastroides* Meek, de la misma localidad de la fig. 13.
- Fig. 17. Vista lateral de un molde interno de la válvula derecha.
- Fig. 18. Vista lateral de un molde interno de la válvula izquierda.

Todas las figuras están reducidas a un séptimo del tamaño natural.

LÁMINA 14

FÓSILES TURONIENSES DE LA REGIÓN ORIENTAL DEL ECUADOR

Todos los especímenes de esta lámina fueron recogidos dos kilómetros al este de la casa de José Morales, en la pica desde esa casa hasta el río Jandache. La casa de Morales está situada en el camino Quito-Napo, 6 kilómetros al Norte de Archidona.

- Figs. 1-3. *Exogyra olisiponensis* Sharpe.
- Figs. 1 y 2. Vista de encima y vista lateral de un molde natural del interior de la válvula grande (izquierda)
- Fig. 3. Vista del molde de yeso del exterior de la pequeña válvula (derecha), algo engrandecida.
- Fig. 4. *Exogyra* aff. *E. flabellata* D'Orbigny. Vista lateral de un molde interno de la válvula izquierda.

- Figs. 5 y 6. *Trigonia crenulata* var. *peruana* Paulcke. Vista lateral y vista cardinal del molde interno.
- Fig. 7. *Trigonia* aff. *T. hondaana* Lea. Vista lateral del molde interno.
- Fig. 8. *Pecten* (*Neithea*) *aequicostatus* Lamarck. Vista lateral del molde interno.
- Fig. 9. *Pecten* (*Syncyclonema*) n. sp. Vista lateral del molde interno da una parte de la válvula.
- Fig. 10. *Plicatula* aff. *P. auresseensis* Coquand. Vista de impresión del molde de la superficie de una parte de la válvula.
- Figs. 11 y 12. *Modiola* aff. *M. socorrina* D'Orbigny.
- Fig. 11. Vista del molde interno de la válvula derecha.
- Fig. 12. Vista de impresión del molde del exterior de la válvula izquierda.
- Fig. 13. *Modiola* n. sp. aff. *M. flichei* Peron. Vista lateral del molde interno.
- Figs. 14 y 15. *Liopistha* n. sp. aff. *L. ligeriensis* D'Orbigny. Vista lateral y vista cardinal del molde interno de una concha casi completa.
- Figs. 16 y 17. *Cardita* n. sp. aff. *C. subparallela* Gerhardt. Vista lateral y vista de frente del molde interno.
- Fig. 18. *Protocardia appresa* Gabb. Vista lateral de un molde interno.
- Figs. 19 y 20. *Venus* n. sp.
- Fig. 19. Vista lateral del molde interno de la válvula derecha.
- Fig. 20. Vista (x4) de la impresión de la visagra.
- Fig. 21. *Tellina?* sp. indeterminable. Vista lateral del molde interior.

Todas las figuras de la lámina 14, con excepción de la fig. 20, están reducidas a un séptimo del tamaño natural.

LÁMINA 15

ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

FÓSILES TURONIENSES Y ALBIENSES DE LA REGIÓN ORIENTAL DEL ECUADOR

Fósiles Turonienses

- Fig. 1. *Mactra* n. sp. Vista lateral del molde interno encontrado a 2 kilómetros al Este de la casa de José Morales, en la pica desde esa casa hasta el río Jandache. La casa de Morales está situada en el camino Quito-Napo, 6 kilómetros al Norte del pueblo de Archidona.
- Figs. 2 y 3. *Corbula* aff. *C. peruana* Gab. Vista lateral y vista cardinal de un molde interno de la misma localidad de la fig. 1.
- Figs. 4 y 5. *Gyrodes* n. sp. aff. *G. depressa* Meek. Dos vistas de un molde interno. De la misma localidad de la fig. 1.
- Fig. 6. *Turritella* aff. *T. vibrayeana* D'Orbigny. Vista (x 2) de un fragmento. De la misma localidad de la fig. 1.
- Fig. 7. *Aporrhais* aff. *A. costae* Choffat. Vista de un molde interno. De la misma localidad de la fig. 1.

- Fig. 8. "*Fusus*" n. sp. aff. *F. ubaquensis* Gerhardt. Vista de un molde interno. De la misma localidad de la fig. 1.
Figs. 9-11. *Mammites* n. sp. (= *Mortoniceras canaense* Gerhardt?). De la misma localidad de la fig. 1.
Figs. 9 y 10. Vista lateral y vista posterior de un molde interno.
Fig. 11. Vista del molde de yeso del exterior del mismo espécimen.

Fósiles Albienses

- Figs. 12 y 13. *Inoceramus concéntrico* Parkinson. Vista lateral y vista de frente del molde interno recogido en el río Hollín, 7½ kilómetros al Sureste de Archidona.
Fig. 14. *Plicatula* aff. *P. gurgitis* Pictet y Roux. Vista del molde interno de la misma localidad de la fig. 13.
Figs. 15-17. *Biancoceras* n. sp. De la misma localidad de la fig. 13.
Figs. 16 y 17. Vista lateral y vista sifonal del molde interno.
Fig. 15. Sutura de un otro espécimen.
Figs. 18-20. *Oxytropidoceras* (*Manuaniceras?*) *carbonarium* (Gabb) (= *Schloenbachia acutocarinata* Shumard de numerosos autores). Vista lateral y vista sifonal y sutura (x 2) de un espécimen de la misma localidad de la fig. 13.

Todas las figuras de esta lámina, con excepción de las figuras 6 y 18, están reducidas a un séptimo del tamaño natural.

LÁMINA 16

FÓSILES ALBIENSES DE LA REGIÓN ORIENTAL DEL ECUADOR

- Figs. 1 y 2. *Oxytropidoceras* n. sp. aff. *O. belknapi* (Marcou). Vista lateral y corte transversal de un espécimen, un molde interno que conserva fragmentos de la concha. Del río Hoilín, 7½ kilómetros al Sureste de Archidona.

Fósiles Albienses (probablemente)

- Figs. 3 y 4. *Exogyra* aff. *E. africana* Coquand. Vista lateral y vista de frente de un molde interno. Del paso del río Ursuyacu en el camino Quito-Napo, 15 kilómetros al Norte de Archidona.
Fig. 5. *Pecten* (*Ncitheca*) n. sp. aff. *P. phaseola* Lamarck. De la misma localidad de la figura 4.
Fig. 6. *Pecten* n. sp. aff. *P. marrotianus* D'Orbigny. De la misma localidad de la figura 4.
Figs. 7 y 8. *Lima* n. sp. Vista del espécimen y parte de la superficie (x 4). De la misma localidad de la figura 4.
Fig. 9. *Plicatula* aff. *P. gurgitis* Pictet y Roux. De la misma localidad de la figura 4.



ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN GENERAL



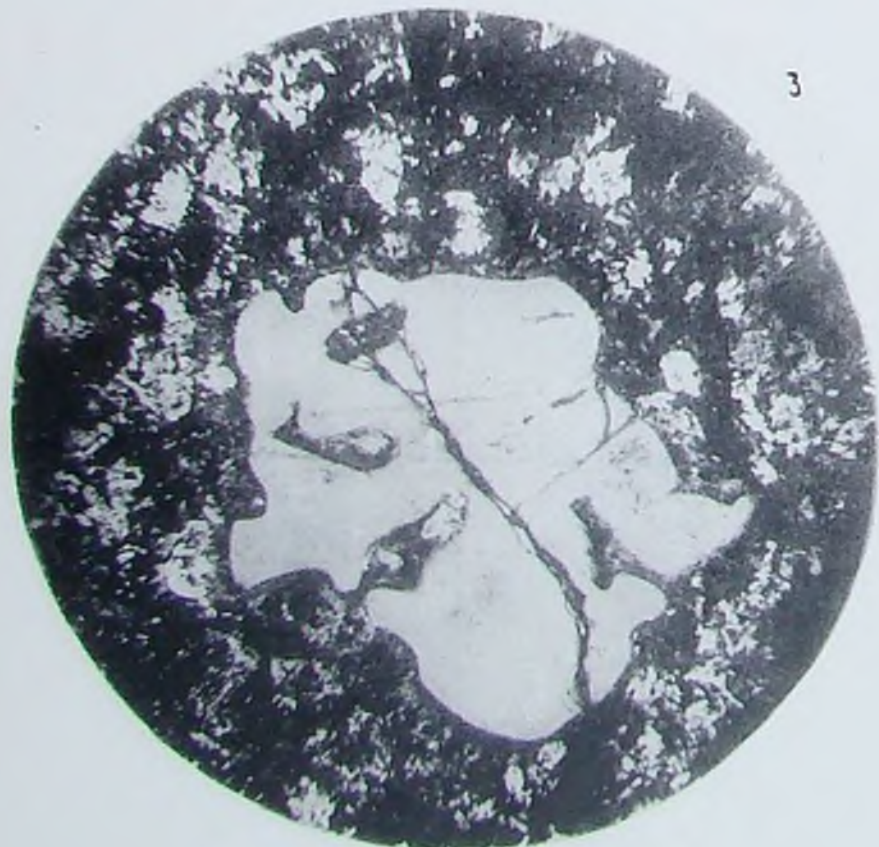
JOSEPH H. SINCLAIR. — GEOLOGIA DE LA REGION ORIENTAL DEL ECUADOR

LAMINA I

Fig. 1. — Fotomicrografía de la felsita micrográfica y riolítica del río Pastaza cerca de Mera, N^o. 7-a, tomada con luz ordinaria y magnificada 35 veces. Muestra la textura fina y el carácter igual de la pasta con, de vez en cuando, un poquito de cuarzo (las pequeñas manchas de color blanco). En el centro de la fotografía se ve un cristal de biotita como un pequeño fenoocristal que ha sido un poquito resorbido y alterado a un complejo de clorita, leucoxeno (o nontronita), limonita y mica blanqueada y manchada de hierro.

Fig. 2. — Otra fotomicrografía de la roca N^o. 7-a, pero fotografiada con luz polarizada, con los nicoles cruzados y con una magnificación mucho más grande (75 veces).

La magnificación más grande se hizo para mostrar la muy fina y micrográfica estructura de la pasta que está compuesta de regiones irregulares, cada una comportándose como una unidad. Estas regiones son formadas de un interrecimiento sumamente menudo de cuarzo y feldespatos, conteniendo pequenísimos cristales de plagioclasa ácida (véanse los pequeños cristales de forma rectangular en la fotografía). Las partes de color negro muestran nada y son debidas a la posición de extinción de los nicoles.



3



4

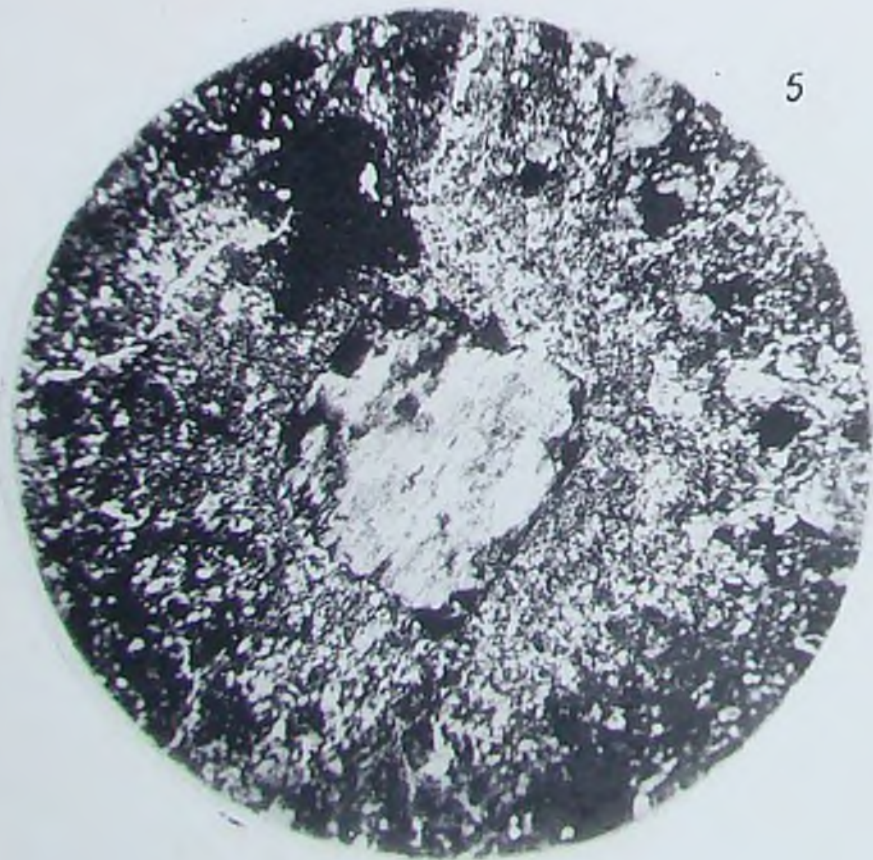
UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
 FUNDADA EN 1961
 QUITO
 ÁREA HISTÓRICA
 DEL CENTRO DE INFORMACIÓN EITÉRAL

JOSEPH H. SINCLAIR. — GEOLOGIA DE LA REGION ORIENTAL DEL ECUADOR

LAMINA 2

Fig. 3 — Fotomicrografía del riolita o felsita riolítica N°. 7-e, tomada con luz polarizada, con los nicoles cruzados y con magnificación de 65 veces, mostrando un fenocristal de cuarzo en una muy fina felsítica y feldespática pasta, conteniendo irregulares regiones compuestas de cuarzo repartidas en la pasta.

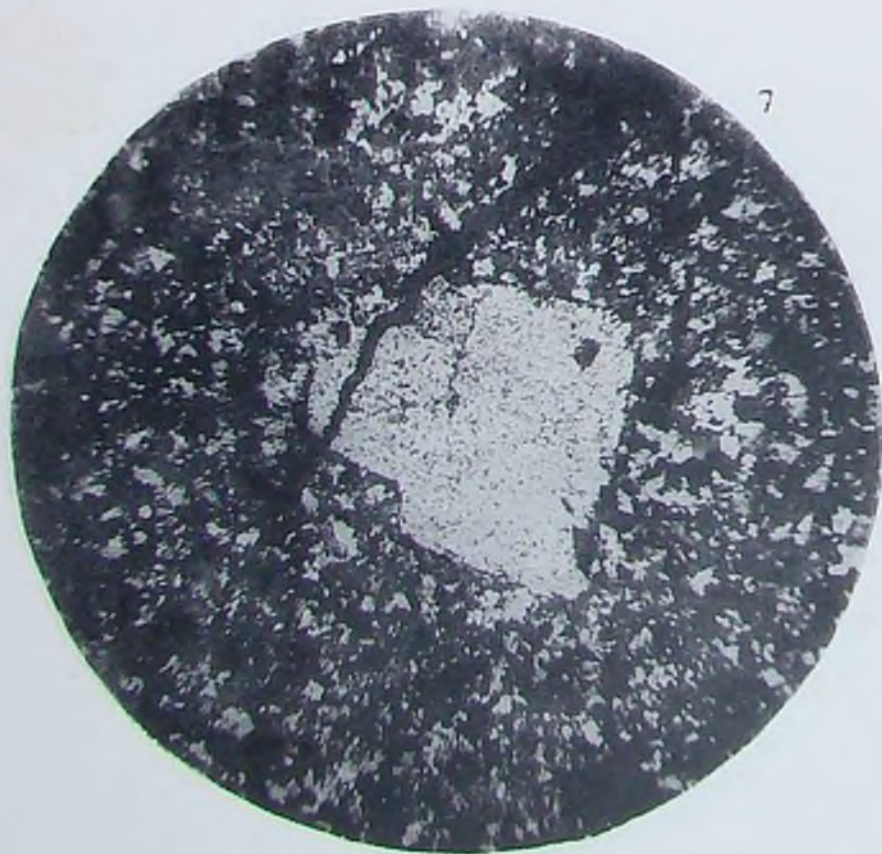
Fig. 4. — Fotomicrografía del granito gráfico o pegmatita gráfica, N°. 7-b, tomada con luz polarizada, con nicoles cruzados magnificada 35 veces, mostrando el interrecimiento grosero y gráfico de cuarzo y feldespato, caracterizando toda la roca. La textura es medianamente granitoide y ésta, con la estructura gráfica y la composición, clasificada la roca como esencialmente un granito gráfico, aunque la roca probablemente no tiene la distribución superficial de un granito.



JOSEPH H. SINCLAIR. — GEOLOGIA DE LA REGIÓN ORIENTAL DEL ECUADOR

LAMINA 3

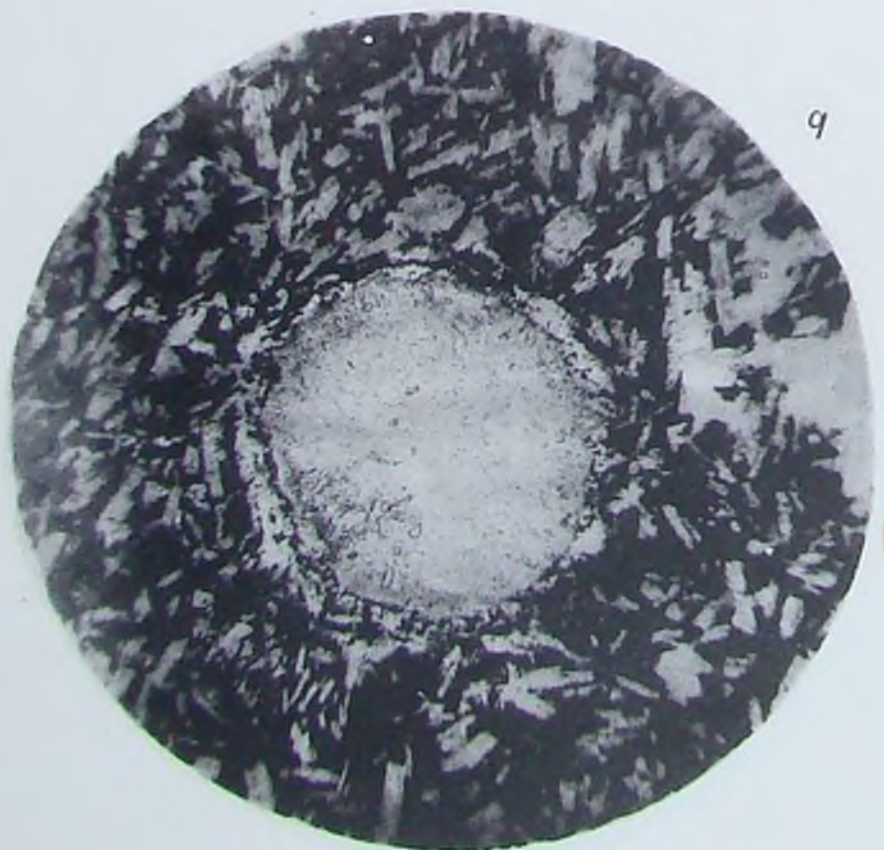
- Fig. 5. — Fotomicrografía de la roca N°. A que hemos clasificado como un "felsifiro traquítico y tubáceo o ceniza traquítica" tomada con luz polarizada, con los nicoles cruzados, magnificados 65 veces, mostrando en el centro un fenocristal de feldespato alcalino peritítico en una pasta de muy fina textura, la cual es un complejo de cuarzo y feldespato muy finamente cristalizado. La roca es variable y contiene fragmentos de una otra roca volcánica, de modo que es de carácter tubáceo.
- Fig. 6. — Otra fotomicrografía de la roca N°. A, un "felsifiro traquítico tubáceo o ceniza traquítica" tomada con luz natural, con magnificación de 65 veces, mostrando otra parte de la roca que contiene un fragmento de roca. En esta roca se encuentran numerosos fragmentos de rocas volcánicas de varias clases, de modo que tiene la roca un carácter tubáceo pero no es una verdadera toba.



JOSEPH H. SINCLAIR. — GEOLOGIA DE LA REGION ORIENTAL DEL ECUADOR

LAMINA 4

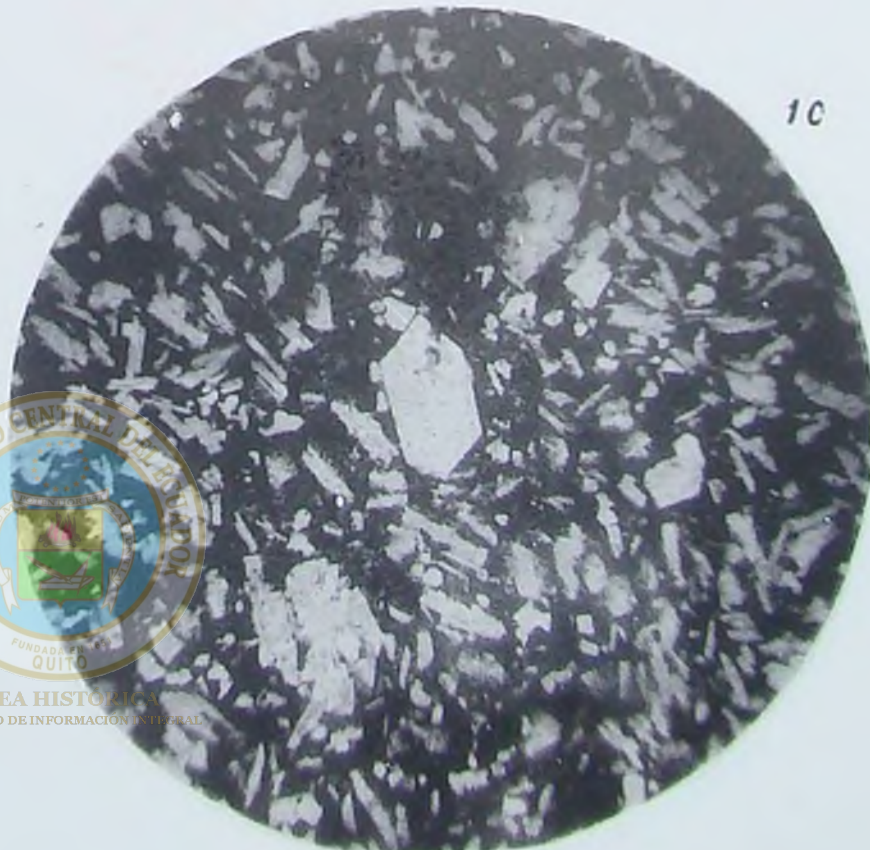
- Fig. 7. — Fotomicrografía del felsifiro traquítico del río Misahualli N° 69, tomada con luz polarizada, con los nicoles cruzados, magnificada 65 veces, mostrando la fina y felsítica pasta, compuesta de un agregato de feldespatos con un poquito de cuarzo, minuciosamente cristalizado y entrelazado. En el centro de la micrografía se ve un fenocristal de feldespato sericitizado.
- Fig. 8. — Fotomicrografía de la parte verde, N°, 71-a, del amigdaloides basáltico alterado del río Misahualli, tomada con luz polarizada, con los nicoles cruzados y con magnificación de 35 veces. Se ve parte de dos amigdales. La parte superior derecha está compuesta de ceolitos (estructuras despidiendo rayos) mientras que la parte inferior izquierda está compuesta de carbonato (más oscuro) y en parte de cuarzo esferolítico. La parte de la roca es de color negro y está rollenada de cristales de plagioclasa de forma de lata. La apariencia negra y compacta se debe a la alteración kaolínica y mixta de toda la roca.



9



ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN UNIVERSITARIA



10

JOSEPH H. SINCLAIR. — GEOLOGIA DE LA REGIÓN ORIENTAL DEL ECUADOR

LAMINA 5

Fig. 9. — Otra fotomicrografía de la parte verde, N^o. 71-a. Es la misma vista de la fig. 8, lám. 4, pero tomada con luz natural. Tiene una magnificación de 35 veces y muestra en el centro de la fotografía, una cavidad rellena de carbonato y también muestra el carácter compacto y casi opaco de la pasta, la cual es probablemente compuesta de vidrio alterado. Muestra, además, la distribución de las pequeñas latas de plagioclasa en la pasta alterada.

Fig. 10. — Fotomicrografía de la parte morena, N^o. 71-b, de la roca N^o 71, tomada con luz ordinaria y con magnificación de 35 veces. Esta parte tiene los mismos caracteres y la misma mineralogía de la parte verde, N^o 71-a. Tiene una pasta compacta y más o menos alterada que creemos sea compuesta de vidrio alterado y feldespatos plagioclásicos con forma de latas ahora alterada, distribuido en esta pasta. Esta se parece mucho a la parte verde.



11



ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN Y BIBLIOTECA

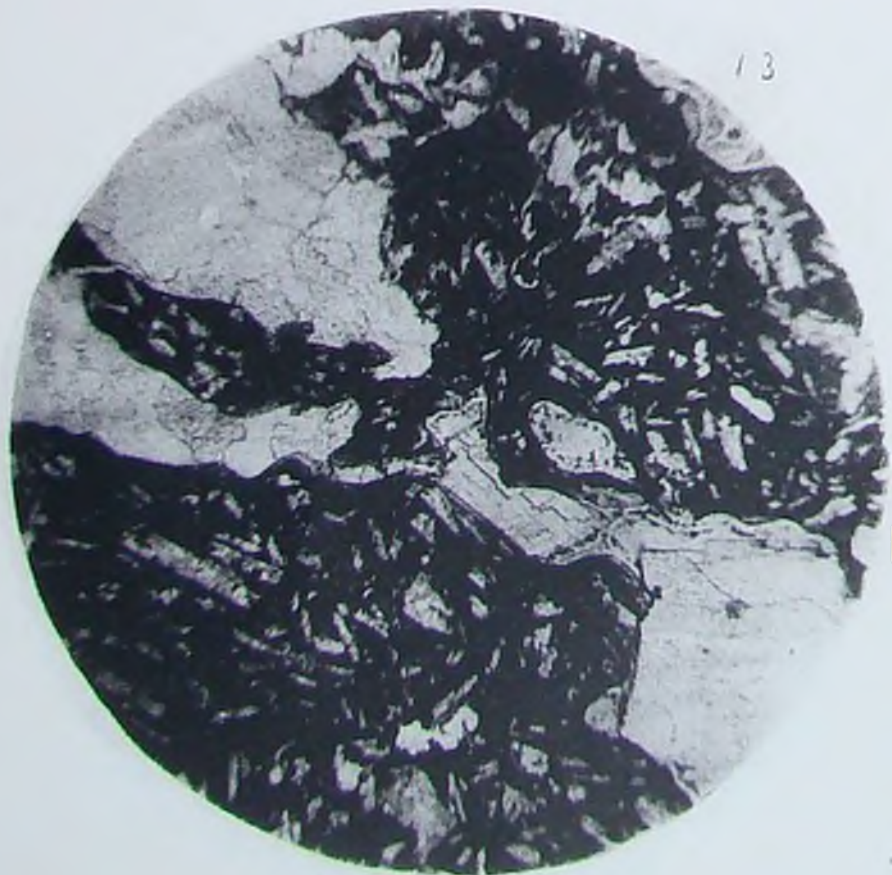


12

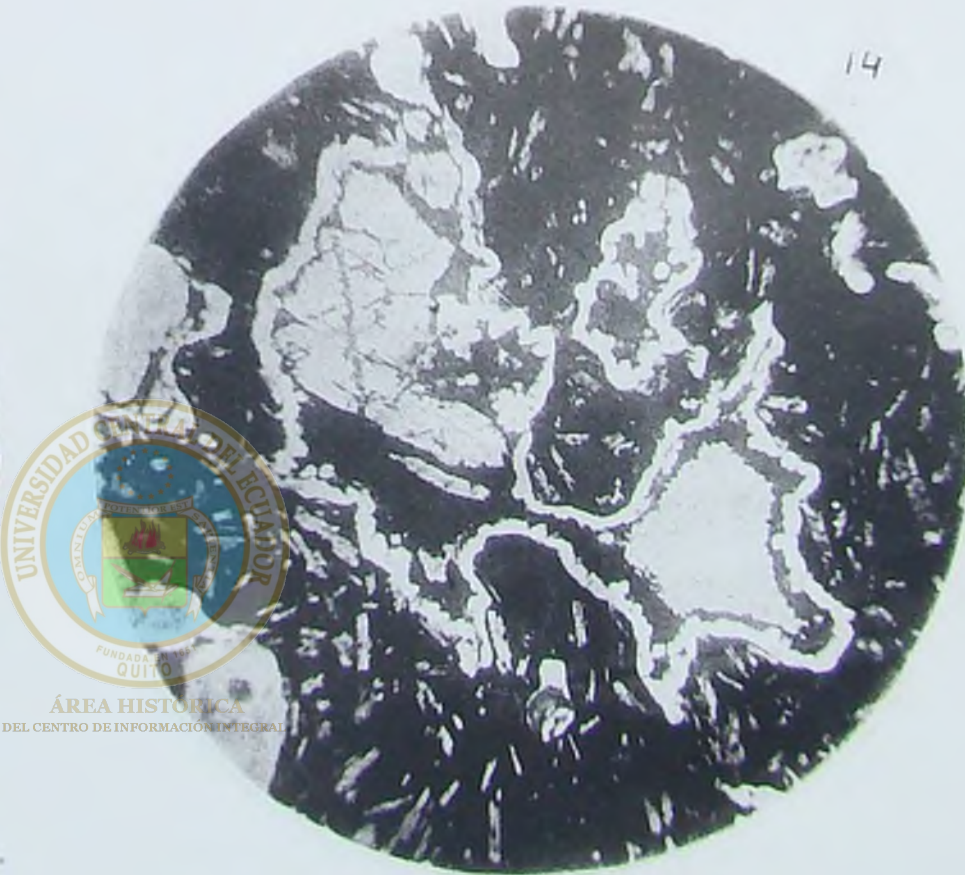
JOSEPH H. SINCLAIR. — GEOLOGIA DE LA REGION ORIENTAL DEL ECUADOR
LAMINA 6

Fig. 11. — Otra fotomicrografía de la parte morena, N^o. 71-b, de la roca N^o. 71. Esta muestra una otra parte de la roca, fotografiada en luz polarizada, con nicoles cruzados y con magnificación de 35 veces. Muestra una parte de una cavidad rellena de cuarzo semejante a mosaico. Nótese que la pasta es semejante en carácter y composición a la parte verde. La diferencia se debe a efectos de oxidación y no a la composición original.

Fig. 12. — Fotomicrografía del basalto alterado del río Misahualli, N^o. 72-a, tomada con luz ordinaria y con magnificación de 35 veces, mostrando muchas pequeñas latas de plagioclasa alterada, acompañadas cuestionablemente de vidrio intersticial y alterado o posiblemente piroxena (?) alterada. En el centro de la fotografía se ve un pequeño cristal de color negro de olivina. Este tiene su forma característica. Se ve otros distribuidos en la pasta. Estos son de color rojo (hematita), y son ahora esencialmente pseudomorfos de hematita de olivina. La roca es muy ligeramente amigdaloides.



ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL



JOSEPH H. SINCLAIR. — GEOLOGIA DE LA REGIÓN ORIENTAL DEL ECUADOR

LAMINA 7

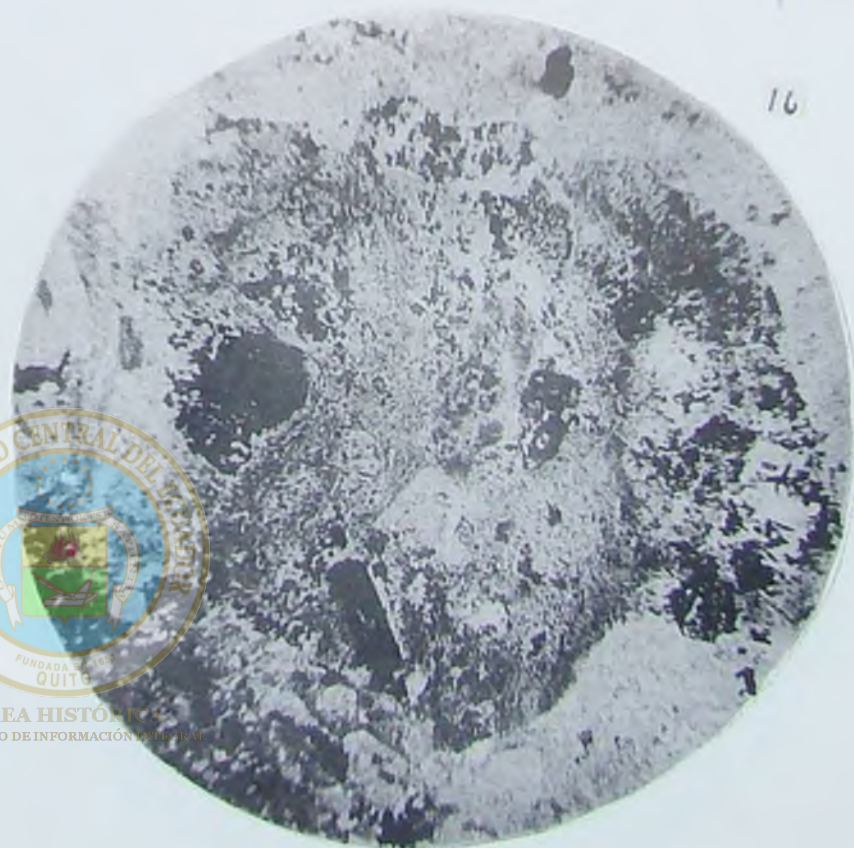
Fig 13. — Fotomicrografía de la roca N° 72-b, el basáltico alterado descrito arriba (véase N°. 72-a), tomada con luz ordinaria, con magnificación de 35 veces para mostrar el carácter y la composición de la pasta igual a las rocas Nos. 71, 72-a y 73-c. La roca es ligeramente amigdalóide, pero ha estado más o menos lixiviado o rellenado, de modo que tiene una estructura pseudo-amigdalóide. Se ve en la fotografía una región de lixiviación y rellenamiento. Es una cavidad de forma irregular rellenada con carbonato (probablemente calcito).

Fig 14. — Otra fotomicrografía de N°. 72-b, un basalto alterado, tomada en luz ordinaria, con magnificación de 35 veces, mostrando una otra parte de la roca donde se ve una región lixiviada irregularmente de manera sorprendente y que ahora está rellenada con cuarzo, ceolitos y carbonato.

Estas cavidades irregulares probablemente principiaron en el primer lugar de cavidades pequeñas, las cuales fueron aumentando en tamaño de una manera irregular, por el ataque subsiguiente de los agentes de la descomposición y última-mente fueron rellenadas.



ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN GENERAL

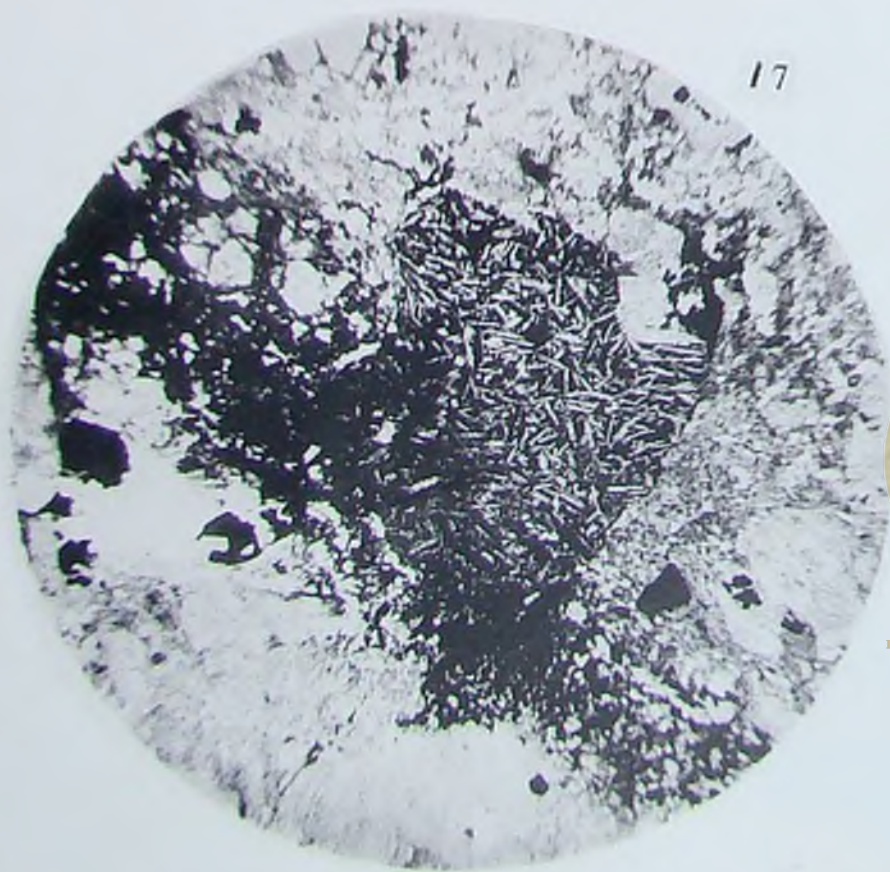


JOSEPH H. SINCLAIR. — GEOLOGIA DE LA REGION ORIENTAL DEL ECUADOR

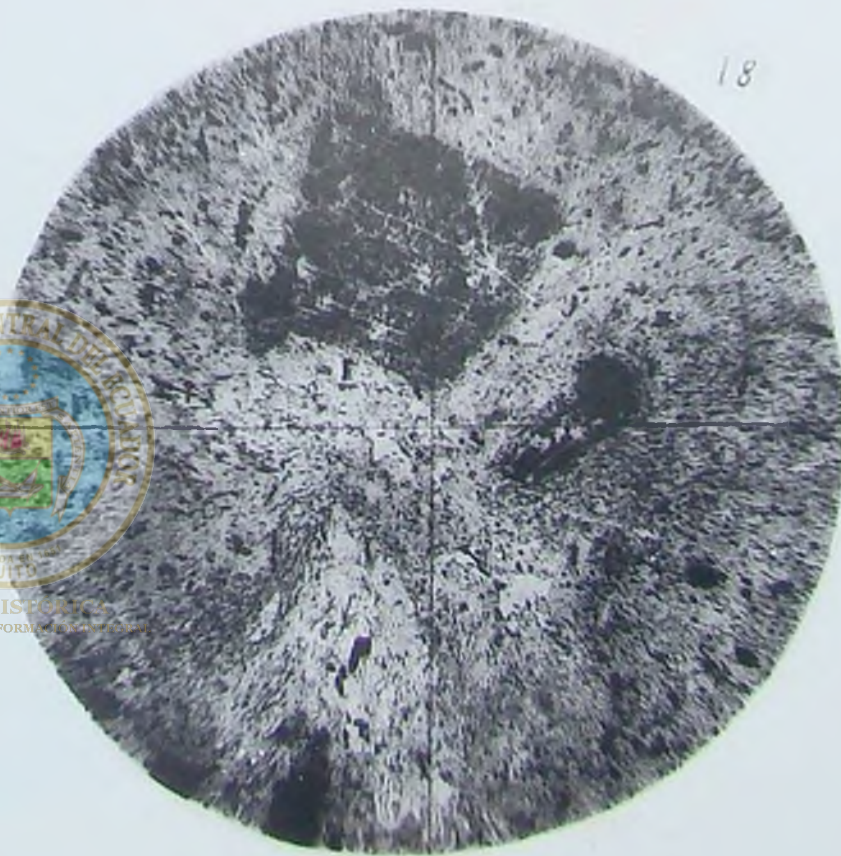
LAMINA 8

Fig. 15. — Fotomicrografía de la roca N^o. 72-c, un basalto amigdaloidal alterado, tomada con luz polarizada, con los nicoles cruzados, con magnificación de 35 veces, mostrando una parte de una cavidad rellonada con cuarzo. La pasta de la roca es casi opaca, de modo que los pequeños cristales de plagioclasa en forma de latas están casi perdidas en esta pasta muy oscura. La roca no es muy diferente en la composición general de las muestras 71, 72-a y 72-b.

Fig. 16. — Fotomicrografía de la muestra N^o. 73, una toba delonítica tomada en luz ordinaria y con magnificación de 35 veces mostrando el carácter fragmental de la roca. Nótese la variabilidad de la textura. Un fragmento de roca volcánica ocupa la mayor parte de la fotografía. Muchos fragmentos, variando en composición de riolita a andesita, sugiere un origen piroclásico para la roca, aunque puede ser una corriente fuertemente tubácea.



17



18

JOSEPH H. SINCLAIR. — GEOLOGIA DE LA REGIÓN ORIENTAL DEL ECUADOR
LAMINA 9

- Fig. 17. — Otra fotomicrografía de la muestra N° 73, una toba delenítica, tomada con luz ordinaria y magnificación de 35 veces, mostrando otra vez la variabilidad de la textura. En la fotografía se ven algunos fragmentos. El más prominente es de carácter andesítico, compuesto de muchas y muy pequeñas latas de plagioclasa.
- Fig. 18. — Fotomicrografía de la muestra N°. B, un vitrofiro delenítico devitrificado, tomado con luz ordinaria y magnificada 65 veces, mostrando la multitud de microlitos (muy pequeñas varillas y manchitas negras) y también la estructura efusiva como está delineada por la distribución de los microlitos, una estructura característica de los vidrios volcánicos. Un fenocristal de feldespato y otro de biotita se ve en la fotografía.

19



JOSEPH H SINCLAIR. — GEOLOGIA DE LA REGION ORIENTAL DEL ECUADOR
LAMINA 10

Fig. 19. — Fotomicrografía de la muestra N^o. B, un vitrofiro delenítico devitrificado, mostrando exactamente la misma parte de la roca que hemos visto en la fig. 18, lámina 9, pero tomada con luz polarizada, con los nicoles cruzados y con magnificación de 65 veces. Esta fotomicrografía muestra los efectos de devitrificación. El vidrio original se ha convertido, más o menos, microcristalino por la operación de los agentes que han devitrificado la roca, con la producción de cuarzo y feldespato en un muy pequeño entrelazado agregato.



JOSEPH H. SINCLAIR. — GEOLOGIA DE LA REGIÓN ORIENTAL DEL ECUADOR
LAMINA 11

Vista de las areniscas asfálticas del río Jandache $4\frac{1}{2}$ kilómetros al Este de la casa de José Morales. Dicha casa se encuentra en el camino Quito-Napo, 6 kilómetros al Norte del pueblo de Archidona. Las calizas asfálticas se ven abajo de la peña donde está parado el hombre y tienen un espesor de 16 metros.









