

Por Abelardo Estrada _____

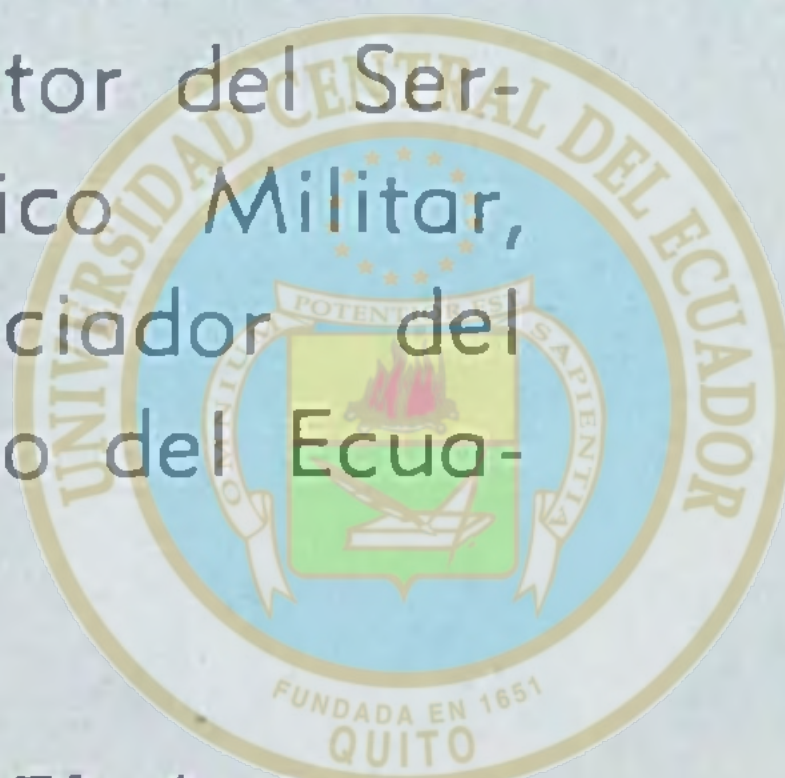
Ayudante ad-honorem de la Cátedra de Geología de la Universidad Central. Geólogo del Servicio Geográfico Militar. _____

**CONTRIBUCION GEOLOGICA PARA
EL CONOCIMIENTO DE LA CAN-
GAGUA DE LA REGION INTER-
ANDINA Y DEL CUATERNARIO EN
GENERAL DEL ECUADOR** ==



DEDICATORIA:

Al Sr. Coronel Dn. Carlos
A. Pinto, Director del Ser-
vicio Geográfico Militar,
entusiasta iniciador del
Mapa Geológico del Ecua-
dor.



El Autor.

ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

Quito, Mayo 3 de 1941.

Señor Rector de la Universidad Central
Presente.

Señor Rector:

De la lectura del interesantísimo trabajo ("Contribución geológica para el conocimiento de la Cangagua de la región interandina y del Cuaternario en general del Ecuador") presentado por el Sr. Abelardo Estrada, Ayudante ad-honorem de la Cátedra de Geología de la Universidad Central, me ha sido dado apreciar la importancia y el valor científico de la materia en él tratado con abundancia de detalle y justo criterio de apreciación técnica.

La imparcialidad que debe guiar a quien hace crítica de una obra, es el antecedente que, hoy como en ocasiones similares, ha determinado mi criterio de apreciación estrictamente justiciero acerca de los méritos del trabajo científico del Sr. Estrada, apreciación que, ahora, me cumple poner de manifiesto en el presente informe:

La mayor importancia del trabajo se concentra especialmente en los capítulos sobre la estructura y clasificación de la enorme formación de la Cangagua y sobre la cuarta glaciación.

Francamente, hasta ahora nadie ha hecho un estudio científico detallado sobre las capas sedimentarias del Cuaternario de este país, por existir una grave dificultad en la combinación de las acciones geológicas contemporáneas del volcanismo y glaciario. Pero pese a ello, el Sr. Estrada ha verificado una investigación minuciosa de las formaciones que constituyen el Cuaternario reciente y del Pleistoceno superior; también él, ha hecho la interesante revelación de la existencia de una cuarta glaciación hasta ahora desconocida, logrando así clasificar las formaciones geológicas de toda la gran época de la Cangagua desde el segundo interglaciar hasta la actualidad. An-

tes no ha existido un estudio y clasificación detallada de esta clase.

Sobradamente interesante es, también, el ensayo de explicación de la causa de las diferentes glaciaciones del Cuaternario, por sólo reavivamiento y extinción alternante de la actividad volcánica muy pronunciada en esta época, suponiendo que los accidentes tectónicos que han causado las diferentes fases volcánicas coinciden contemporáneamente en toda la superficie mundial. De esta manera, por aumento no sólo del contenido de gas carbónico, sino también, por la enorme producción de polvo volcánico en la atmósfera terrestre, realizaron la disminución periódica del calor general de la Tierra recibido del sol y como consecuencia, aparecieron entonces los diferentes períodos de glaciación en el Globo terrestre.

El valor científico junto a la importancia fundamental que en el aspecto geológico entraña la obra del Sr. Estrada hacen que el autor se merezca, a la vez que como aplauso y por estímulo, el que la Universidad Central la publique en sus Anales, seguro de que con ello se facilitará el conocimiento de un importante aspecto de la geología del país, que, tratado en la forma en que lo ha hecho el Sr. Estrada, habrá de prestar valiosos elementos de juicio para encauzar mejor la inquietud científica de la juventud estudiosa.

De Ud. atentamente,

ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

Dr. Walter Sauer.

INTRODUCCION

Para el estudio geológico de una formación regional que comprende toda una época, como es la CANGAGUA GENERAL DEL ECUADOR, se hace necesario, previamente, un estudio local, al detalle, a fin de obtener un método o instrumento de comparación e investigación constantes.

Esta Tesis ha tenido un desarrollo general que ha implicado, no obstante, una paciente investigación científica durante cuatro años consecutivos. Así he podido establecer una separación geológica del suelo y subsuelo de la región de Quito en dos grandes formaciones características: **Cangagua eólica** y **Cangagua lacustre**; siendo de ambas, la primera, la de más amplia y superficial repartición a lo largo de los Andes; repartición proveniente de las explosiones volcánicas hacia los tiempos geológicos modernos; en tanto que la segunda, antigua, contiene los grandes períodos glaciares y aluviales más viejos, a cuyas expensas y productos potentes debe principalmente su formación y nombre. Esta trae, también, intercalaciones de gruesos horizontes de cangagua eólica vieja, correspondientes asimismo a pasadas erupciones volcánicas explosivas; erupciones que siempre y necesariamente han precedido a las glaciaciones como veremos más tarde. Por esta razón, el término Cangagua general que engloba estas dos grandes formaciones, tiene para este país, la más alta significación científica; ella se reserva una genuina y gran época geológica: la VOLCANICO-GLACIAR, que constituye nuestro Cuaternario Andino.

Hasta aquí, propiamente, nada significativo se ha dicho sobre la Cangagua (Cangagua general).

Mas, a pesar de la enorme magnitud que comprende el estudio geológico regional de la Cangagua general del Ecuador en todos sus aspectos de descripción y detalle, sin embargo, lo haré conocer más tarde en mis trabajos especiales; por de pronto con esta Tesis, es posible adquirir una idea general de esta importante formación geológica, tanto en su morfología como en sus relaciones eólicas petrográficas, obteniéndose así una guía técnica para que se hagan trabajos geológicos ordenados y de utilidad general como puede ser el Mapa Geológico Nacional.

La Cangagua eólica es el suelo gris-amarillento y superficialmente humoso que, como un gran manto, en periclinal estratificación de gran espesor, cubre y modela la irregular topografía de la región Andina. Netamente es, pues, la **toba volcánica** según el lenguaje científico; en el lenguaje de este país dáse a entender con la palabra "cangagua" como que es "tierra dura", significación que, justamente, conviene a las capas cenitosas de grano fino, de fuerte potencia y muy coherentes y a las que yo llamo **cenizas finas**, y que son las conocidas, generalmente, con el nombre de "cangagua". Esta "cangagua" es muy distinguible de las demás capas que se le intercalan y que son de grano grueso y de pequeña potencia, a las que llamo **cenizas gruesas** o "arenas"; en fin, todas ellas, en conjunto, constituyen la Formación cangagua eólica moderna muy distinguible de la Formación cangagua lacustre que es mucho más potente y antigua y que viene debajo de aquella y formada de numerosísimos horizontes eólicos antiguos; pero, ante todo, de intercalaciones enormes y repetidas de aglomeraciones lacustres, glaciares, aluviales y fluviales, así como de horizontes regionales de lava andesítica y basáltica que se la intercalan a lo largo de la región interandina.

Una formación semejante a la Cangagua eólica del Ecuador, es el **Loess** que proviene de la descomposición de las rocas y que cubre grandes extensiones de Europa, Asia y del meridión de la América del Sur, como roca característica de la época diluvial.

Ya veremos cómo el estudio geológico de la Cangagua general tiene especial aplicación para la Agricultura, la Paleontología, la Arqueología y otras ciencias.

P A R T E I

C A P Í T U L O I

LA CANGAGUA DE LA REGION DE QUITO

Para rehacer la historia del pasado geológico de la región de Quito, se requiere, ante todo, un acostumbramiento para leer sus documentos pétreos hacinados en callada vejez; se necesita reconstruir sus miembros rotos y dispersos por la acción constante de los agentes geológicos y el tiempo.

ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

En general, la región Andina es la que ofrece, si cabe decir, un antepaís de desolación y muerte pero también de equilibrio y reconstrucción para su actual aspecto.

La Cangagua de Quito que la tomamos como tipo para el estudio estructural de toda la Cangagua general, es la que ofrece, por otra parte, una prueba clara acerca de la existencia de hasta una IV glaciación en este país, glaciación que la denuncio desde este momento, y cuyos detalles y características se irán ya conociendo.

La ciudad de Quito se asienta sobre un largo repecho al levante del volcán Pichincha. A este mismo lado, la urbe queda bordeada por las lomas del Ichimbía, Verdecruz, Floresta, Bellavista y Guanguiltagua. Al pie de las mismas, corre el río Machángara pero cerrado por las lomas de Monjas, Auqui y Chimburca que constituyen el remanente septentrional de la gran loma de Puengasí que se extiende hacia el sur hasta Machachi, como relieve orográfico importante de la Hoya de Quito.

El cerro Panecillo es el límite meridional de la ciudad, la que, por otra parte, ofrece un aspecto topográfico irregular al centro, con las numerosas y pequeñas lomas de cangagua eólica que se han descolgado del Pichincha.

A. CANGAGUA EOLICA Y SUS HORIZONTES

La Cangagua eólica se refiere a lo que, comunmente se llama aquí, "cangagua", la que aparece en **estratificación periclinal local hasta regional, por la acción del viento y especialmente del aire**. Esta misma acción de dispersión de la Cangagua eólica, por medio de tales agentes, revela ya su origen en las explosiones volcánicas Andinas.

En general, la potencia de la Cangagua eólica moderna oscila entre 0,50 a 26 metros, debido a causas locales, como por ejemplo, a la dirección con que soplan los vientos, a la intensa y desigual erosión fluvial que se realiza, mayormente, en las partes bajas que en las altas.

Tomando como punto de partida la Fig. 1, tenemos que en los contornos y en el centro de la ciudad, quedan visibles sólo los horizontes eólicos 14 al 24 (Foto 1). Pero por los contornos de sus quebradas y caminos: Bahía de Caráquez, Puente Alfaro, El Tejar, etc., continúan nuevos horizontes hasta el 1 (de la Fig. 1) más antiguo a partir del cual se inicia, propiamente, la Cangagua lacustre antigua local de Quito como continuación de la Cangagua lacustre interandina. Estos **24 horizontes principales o primarios** son los que constituyen, vulgarmente, la "cangagua" o Cangagua eólica (toba volcánica).

Por otra parte, notamos que la estructura geológica de esta cangagua se resuelve en un paquete de numerosos horizontes o **capas muy potentes de aglomeración eólica compacta** (de pedazos de pómez, arena y enorme cantidad de polvos volcánicos) y de horizontes o **capas delgadas muy finas en semi-aglomeración estratiforme floja**, de pedazos de pómez o de arena). Los primeros horizontes, las capas muy potentes, empezando desde el más antiguo en la Fig. 1, son en número de doce: 1, 3, 5, 7, 9, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, están constituídos especialmente de polvo volcánico que hace de cemento de su mucha arena fina y

de granos diseminados de arenas gruesas y pómez, con potencias de hasta 9 metros, siendo el más característico el horizonte 22 (Fotos 1 y 2). Son, pues, las **cenizas finas** (las capas muy potentes) las llamadas, propiamente, con el nombre vulgar de "cangagua" o lo que es lo mismo para nosotros, **ceniza de grano fino**. En cambio, las **capas delgadas**, que se intercalan entre las muy potentes (cenizas finas) y que son también en número de doce: 2, 4, 5, 8, 10, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, están constituidas de pómez-arena o de arenas gruesas solamente. De estas dos últimas, dos de color azul (capas 10 y 17, siendo la 17ava capa explotada en las construcciones urbanas). A estas capas delgadas u horizontes intercalantes llaman "arena" vulgarmente o **ceniza de grano grueso** en nuestro sentido.

Para seguir prolijamente el estudio estructural de la Cangagua eólica de Quito, vamos a usar esta denominación **ceniza fina** o "cangagua" y **ceniza gruesa** o "arena"; de esta manera identificaremos con más facilidad, los horizontes de la Cangagua eólica local y regional.

Todos estos horizontes de cenizas volcánicas afines en sus caracteres morfológicos, constituyen, geológicamente hablando, la Formación cangagua eólica para así distinguirlos de otros horizontes de menor importancia eólica como **secundarios intercalantes**, en los que dejo también comprendidas las relativamente modernas arenas fluviales y aluviales introducidas por otros agentes en el proceso mismo de la formación de la Cangagua eólica.

Así que, los horizontes de cenizas de grano grueso: "arena" y los de grano fino: "cangagua", forman la unidad Cangagua eólica. Ahora bien, la **Cangagua eólica** y la antes mencionada **Cangagua lacustre antigua**, constituyen lo que denominaremos, desde ahora, la **CANGAGUA GENERAL**.

El cemento de unión de las cenizas volcánicas lo constituyen los polvos de arena finísima; posteriormente, las infiltraciones de agua que hacen de ellas una especie de mortero natural a causa de sus propiedades hidráulicas.

Dejamos ya anotado que estos diversos horizontes de cenizas, en el terreno están colocados, en un orden característico: los horizontes de grano grueso están siempre por debajo, o mejor dicho, intercalados, dentro de la parte inferior de los potentes horizontes de cenizas de grano fino.

Ahora, si hacemos una más amplia observación de los horizontes de ceniza gruesa, notaremos que cada uno de ellos a su vez, se resuelve en numerosos y finos sub-horizontes en los cuales los granos de arenas se superponen según su tamaño: los gruesos debajo de los de grano fino.

a. Descripción de los horizontes primarios

Los 24 horizontes de la Cangagua eólica (Fig. 1) tienen individualmente los siguientes caracteres físicos, principiando por el de más edad:

Horizonte 1: Ceniza fina de 1 mt. de potencia; tiene por base una masa de arcilla blanca con potencia visible de 1,50 mts.

Horizonte 2: Pómez de grano grueso y muy típico en el terreno y con potencia de 0,80 mts.

Horizonte 3: ceniza fina con potencia de 1,50 mts.

Horizonte 4: Pómez de grano grueso y un tanto ferruginoso y con potencia de 0,05 mts.

Horizonte 5: Ceniza fina con potencia de 0,80 mts.

Horizonte 6: Pómez de grano grueso en potencia de 0,15 mts.

Horizonte 7: Ceniza fina en potencia de 1,60 mts.

Horizonte 8: Pómez de grano grueso en potencia de 0,15.

Con frecuencia se encuentra que estos ocho horizontes han tomado, en parte, la facies lacustre en las depresiones.

Horizonte 9: Ceniza fina formada de arenas y polvo en gran cantidad. La potencia es de 1 metro.

A partir de este horizonte, podemos decir, comienza la característica Cangagua eólica o toba volcánica.

Horizonte 10: Arena de grano más o menos fino, de color azul y con una potencia de 0,10 mts.

Horizonte 11: Granos gruesos de pómez, en finos sub-horizontes de grano menos grueso. La potencia es de 0,50 mts.

Horizonte 12: Ceniza fina de 0,10 mts. de potencia.

Horizonte 13: Pómez de grano grueso en las mismas condiciones del horizonte 11, pero con potencia de 0,10 mts.

Horizonte 14: Ceniza fina con mucha arena y una potencia de 0,40 mts.

Horizonte 15: Pómez medio y grueso y con una potencia de 0,20 mts.

Horizonte 16: Ceniza fina, con potencia de 0,15 mts.

Horizonte 17: Arena media y fina, de color azul, y con una potencia de 0,40 mts. Este horizonte es explotado en las construcciones.

Horizonte 18: Ceniza fina y con potencia de 0,30.

Horizonte 19: Pómez medio y grueso en finos sub-horizontes y con una potencia de 0,20 mts.

Horizonte 20: Ceniza fina y con una potencia de 0,30 mts.

Horizonte 21: Pómez grueso y medio, en finos sub-horizontes, y con una potencia de 0,20 a 0,80 mts. según los sitios. Es un horizonte guía de la Cangagua eólica de Quito después del horizonte 22 de bolas que viene encima.

Horizonte 22: Ceniza fina, el más potente de todos con unos 9 metros de ceniza acumulada en forma amorfa, y muy cohesionada. Sobre todo, contiene dentro de su masa las conocidas bolas de cangagua que constituyen una formación fósil hecha en la misma edad de este horizonte por un escarabajo especial. Este horizonte por retener dichas bolas de cangagua es un seguro horizonte de guía local así como regional entre los mismos horizontes de Cangagua eólica (Foto 2) y sirve, además, como separación de la Cangagua lacustre antigua que es de carácter arcilloso.

Horizonte 23: Pómez de grano grueso; muchas veces es casi compacto por un contenido de humus. Es también un horizonte de guía local y regional con una potencia de 0,30 mts.

Horizonte 24: Ceniza fina con una potencia de 2 a 6 mts., y sobre todo, es humosa superficialmente por retener la actual cubierta vegetal.

La suma de las potencias de estos horizontes nos da 26,50 mts., que es lo que netamente constituye la potencia de la Cangagua eólica originada en las erupciones volcánicas explosivas de las épocas geológicas modernas de esta región de Quito.

La estratificación periclinal de estos horizontes no es continua en su potencia y situación local y regional, dado que ellos han recubierto un terreno antiguo topográficamente dislocado e irregular por la erosión.

Dejemos anotada la idea de que el horizonte guía de bolas de cangagua cubre a la Formación lacustre antigua, mas no directamente en todos los sitios y lugares de la región de Quito, sino que entre aquel y ésta, median los horizontes basales (1 al 21) los que traen pequeñas facies lacustres que se han desarrollado especialmente entre los horizontes 1 al 8.

b. Sub-horizontes de la Cangagua eólica

Necesario es apreciar que al mismo tiempo que se verificaba la formación de cada uno de los horizontes de la Cangagua eólica, se han realizado también erosiones y deposiciones fluviales locales y hasta regionales.

1. Sub-horizontes eólicos

ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

En la Fig. 1, he logrado hacer una reconstrucción integral de todos los horizontes eólicos que pudieron haberse formado y que corresponden a zonas menos erosionadas y que están marcados con números y letras para así distinguir, mucho más, los horizontes característicos primarios, de los secundarios intercalantes que pueden ser eólicos o fluviales. Así, la letra c) de la Fig. 1, representa un sub-horizonte de polvo volcánico finísimo, de color blanco vulgarmente llamado pucshi, de restringida repartición; el b,b), son horizontes finos de arcilla ferruginosa (hidrato férrico en finas capas), correspondientes a fondos transitorios de pequeñas depresiones de agua retenida; el a), es un delgado sub-horizonte de granos gruesos de pómez, intercalado por el horizonte 22 de bolas.

Existen más horizontes eólicos de esta clase, pero son menos característicos.

2. Horizontes fluviales

Estos horizontes intercalantes que afloran en cortes del terreno, es necesario tomarles en cuenta a fin de no confundirlos con los que quedan en la Formación lacustre antigua o Cangagua lacustre antigua correspondientes a un más antiguo e intenso régimen glaciar-aluvial-fluvial que se presenta en profundidad, abajo del horizonte 1 de ceniza fina, como lo demuestran con claridad los cortes de la Quebrada El Tejar, Carrera Maldonado, etc. La masa de estos horizontes fluviales se la puede considerar como **Cangagua lacustre moderna** aunque encajada en la Cangagua eólica entre sus horizontes 22 y 23-24 (Fig. 1).

Ahora vamos a conocer un tanto más a los horizontes fluviales (aluvial-fluviales) que quedan dentro de la Formación cangagua eólica, y como hemos dicho, no tienen nada que ver con los que quedan en la Formación lacustre antigua.

En la Carrera Espejo, la base del horizonte de bolas ofrece un hacinamiento de finos horizontes arcillosos planos en una potencia de 2 mts. y unos 20 mts. de extensión e intercalando, también, algunas sinuosas líneas estructurales arcillosas ferruginosas y muy compactas, correspondientes a muchos fondos lagunares. El material es volcánico, tornado en lacustre, trayendo, además, rodados medianos y finos de la lava andesítica porfídica negrusca de la Chorrera del Pichincha: se trata, pues, de una pequeña facies lacustre.

El horizonte 20 en la Carrera Vargas, la mitad es eólica y la otra lacustre.

En el Estadio del Colegio Mejía para el norte, hasta la Quebrada Mulán, se logra reconocer gruesas capas de arena fluvial y de gruesos rodados (del tipo de la lava de la Chorrera) entre los horizontes 22 y 23.

Las gruesas capas de arena y rodados de todo tamaño del terreno de Rumipamba, quedan sobre el horizonte de bolas.

En las depresiones de la gran loma de Puengasí hacia la Estación ferroviaria de Quito, puede localizarse arena fluvial entre estos mismos horizontes, y aún muchas veces intercalando tiestos de barro de cultura antigua y dientes

fósiles de caballo, como puede verse también en el lugar alto de Luluncoto de esa misma loma, en donde este horizonte de arena fluvial aparece, mejor, en forma de capas gruesas de arcilla blanco-amarillenta sobre el horizonte 22 de bolas.

Aún dentro de la misma ciudad, bajo las construcciones de ciertos puntos, aflora el horizonte de arena fluvial intercalando tiestos de cultura antigua, pero siempre sobre el horizonte 22 de bolas que, en parte, ha sido reemplazado para recibir después, normalmente, los dos últimos horizontes de la Cangagua eólica que son el 23 de pómez grueso y el 24 de ceniza fina la que, como cubierta más externa, es humosa.

En la Carrera Colón, ya para salir a la Quebrada del Seminario Mayor, a medio horizonte eólico 22 de bolas, se intercala un horizonte de 1 metro de espesor de rodados pequeños, para más arriba, en las Quebradas Tejar y Vásconez, traer fuertes capas de arena y rodados de todo tamaño cubiertos con la mitad superior del horizonte 22 y luego por los horizontes 23 y 24. Unos tantos rodados de este corte, traen huella de estriación glaciaria.

En un punto del puente de las Quebradas Alpallana y Batán Chico, el horizonte 22 ofrece base lacustre: una parte de sus bolas han sido envueltas y dejadas en esta facies lacustre.

En la Carrera Maldonado, junto al Convento del Buen Pastor, el horizonte eólico 21 es lacustre; los demás horizontes no están visibles.

Encima del horizonte de bolas de la Quebrada Comunidad al norte de Quito, se añoran huellas glaciares sobre enormes y dispersos rodados de lava del tipo de la Chorrera del Pichincha que han bajado del oeste al este.

En la zona de Guápulo quedan, también, fuertes pero bajas terrazas modernas de material detrítico proveniente de las partes superiores y trabajadas por las aguas salvajes y, sobre todo, por el río Machángara que corre generalmente de SO a NE.

En esta misma zona, la Cangagua lacustre moderna, encajada como dijimos antes en la Cangagua eólica, toma, en ciertos lugares, mayores potencias que la misma y en parte visible Cangagua lacustre antigua; ese espesor tan considerable sólo ha podido hacerse a expensas de esas

grandes aglomeraciones de morrena moderna que se han colocado a veces a igual nivel de la Cangagua lacustre antigua. En muchos sitios de esta zona, la Cangagua lacustre moderna está en discordancia sobre la Cangagua lacustre antigua; discordancia que se debe nada menos que a la fuerte dislocación ya indicada que fraccionó el terreno lacustre antiguo en las pequeñas lomas de Ichimbía, la Floresta y Guanguiltagua, las que se han levantado fraccionalmente, para que hoy sus capas tengan buzamiento al oeste. La lava brechosa del puente de Guápulo con un largo espejo de falla indica tales causas de dislocación y discordancia.

En el camino al pueblito del Cinto, he visto el horizonte 23 de pómez de la Cangagua eólica, sirviendo de techo a un grueso horizonte fluvial de arenas y rodados que ha reemplazado, en parte, al eólico 22 de bolas, en una potencia de 0,50 cmts.

Todavía seguiremos tratando, más tarde, del horizonte fluvial intercalante moderno (Cangagua lacustre moderna), que como consecuencia de un régimen glaciar moderno, es propio de la época de la Cangagua eólica.

B. CANGAGUA LACUSTRE ANTIGUA Y SUS HORIZONTES

En la Fig. 1, además de quedar determinados el mayor número de horizontes primarios y secundarios de la Cangagua eólica que hasta aquí he podido reconstruir, da comienzo, en la base de esta formación, a partir del horizonte eólico 1 de ceniza fina, la Cangagua lacustre antigua, constituida de infinidad de capas de arenas arcillosas, arcilla, o solamente de vieja ceniza volcánica tornada en material lacustre. Tales capas lacustres, con separaciones, a veces, de hasta 1 metro de potencia entre tablas finas de arcilla ferruginosa fracturadas por la presión de las capas superiores, engloban individualmente aglomeraciones gruesas de todo tamaño o capas de rodados que se disponen, en cierta manera en sentido vertical, o sea: **encima de las aglomeraciones gruesas** (como morrenas, aluviones), **se disponen las terrazas fluviales del material más fino**. Esta característica es ya una indicación de como declina un régi-

men glaciario en aluvial y fluvial. Todo esto puede observarse, por ejemplo, debajo de la Cangagua eólica de la Quebrada del final de la Carrera Morales, en las lomas de Ichimbía y la Floresta para salir al pueblo de Guápulo; en este último lugar especialmente, el corte geológico ofrece una aglomeración potente de horizontes aluviales antiguos de rodados de todo tamaño, entre arenas fluviales y cenizas volcánicas antiguas tornadas en material lacustre. Y, sobre todo, presenta a nuestra observación una extensa, potente y moderna aglomeración de morrena superpuesta y extendida hasta las partes bajas del suelo de la Cangagua lacustre antigua dislocada y erosionada.

La Cangagua lacustre antigua de la región de Quito abarca un gran radio al norte con las Quebradas de la Cantera, Tejar, Vásconez, Miraflores, Comunidad, Mulán, etc.; hacia el sur, la Carrera Maldonado, Ministerio de Defensa, Estación ferroviaria, parte de la población de La Magdalena, etc.; luego se prolonga muy visible hacia el este por la loma de Puengasí y, más adelante aún, en potente paquete de capas areno-arcillosas englobando rodados finos, medianos y grandes bloques aislados de piedra.

Los rodados de la parte norte vienen de la lava porfídica oscura de la Chorrera y lomas de más al norte; mientras los rodados del sur de la ciudad, corresponden a la lava del Panecillo y la Cantera, que son de colores claros y de estructura menos porfídica.

El fondo superior de la Quebrada Molino-ucu, que va del Batán Chico a Guápulo, nos ofrece una corriente de lava como que descansa sobre la dislocada Formación lacustre antigua formando así la elevada y extensa loma de Guanguiltagua. La parte superior de esta lava trae sus propios detritus y aluviones cementados por el horizonte 24 eólico. Otras nuevas lavas de la misma clase y más antiguas han llenado el fondo de quebradas antiguas de la zona de Guápulo, una de ellas se ha hecho brechosa hasta terminar en la formación frontal del cerro de Monjas. Esta lava brechosa ofrece un potente espejo de falla que corresponde a una dislocación tectónica. Respecto a la edad de estas lavas antiguas asentadas sobre morrena de IIª glaciación, corresponden al IIº interglaciario. En esta zona de Guápulo asoma, también, un antiguo horizonte eólico de bolas de cangagua, pero dislocado y buzando al oeste: co-

responde al II^o interglaciar. Finalmente diremos que todas estas lavas han servido de receptáculo del agua freática recolectada en los dos Batanes, para luego verterse por la chorrera de Molino-ucu y por infinidad de vertientes que emergen de las lavas. El horizonte lacustre moderno es, también, en parte, horizonte de agua freática.

Por la parte central-septentrional de la gran loma de Puengasí, tocando Guápulo, continúa visible la antigua formación lacustre de Quito, pero ahora con numerosas indicaciones de hundimientos y levantamientos, como se nota a lo largo del carretero que va de la ciudad a esta honda población. Se trata de un hundimiento local fraccionado que al río Machángara facilitó, a su vez, la erosión y acumulación de detritus de toda clase al reavivarse su erosión, formando allí, entonces, las bajas pero modernas terrazas escaleriformes que han quedado cubiertas de poca Cangagua eólica. Estas terrazas han sido removidas en su asiento, por nuevos y modernos movimientos y por la ayuda de la erosión de fondo de este río que al ir formando el valle, ha bajado, poco a poco, hasta su actual nivel.

En general, la Cangagua lacustre antigua de la región de Quito se muestra muy diagénica (consolidada) y en discordancia tectónica y de erosión respecto a la Cangagua eólica que la cubre.

ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

El tipo petrográfico de los rodados de las dos grandes formaciones, comprende lavas andesíticas porfídicas de diferente edad y negruscas que forman por ejemplo, en parte, la relativamente moderna y elevada loma de Guanguiltagua (2.991 mts.).

Puede decirse que la mayoría de las lavas de la región de Quito están dentro de la Formación cangagua lacustre antigua, excepto las lavas modernas y numerosas que bordean los cráteres del volcán Pichincha.

a. Descripción de los horizontes lacustres antiguos

La determinación completa y detallada de los horizontes de esta Formación, no cabe presentarla dentro de las dimensiones de esta tesis, tesis que ya de por sí es demasiado grande; lo que aquel estudio es propio, mejor, de los tra-

bajos especiales como los de la Paleogeografía que todavía no se piensa hacer en el país.

Dejamos dicho, que, debajo del horizonte 22 de bolas, comienza la Cangagua lacustre antigua. Pero esta condición no se cumple, palmo a palmo en el terreno. En ciertos lugares más altos como ocurre en el centro y norte de Quito, los horizontes eólicos viejos que vienen debajo del de bolas, se conservan, en muchos sitios, como eólicos; en otros, en cambio, toman una facies lacustre, tal acontece en la Carrera Maldonado, en las Quebradas del Tejar, Miraflores, etc.

Tomo como modelo de estudio los horizontes de la Formación lacustre antigua de Guápulo por ser más accesibles a la observación; en consecuencia, prescindo de presentar un dibujo especial del perfil general (comencemos desde abajo hacia arriba):

Horizonte 1: Lo valorizo en potencia visible de 170 mts., comenzando desde el fondo del Machángara hasta el nivel del camino, pero completamente indiscomponible en horizontes principales, razón por la que le llamo **Horizonte 1**. Los demás horizontes superpuestos tienen ya caracteres peculiares.

Horizonte 2: Rodados finos en arena y arcilla. Su sedimentación es cruzada y con potencia de 1 metro.

Horizonte 3: Rodados finos con arena y de 1 metro de potencia.

Horizonte 4: Rodados finos en arena amarillenta y de estratificación cruzada. Se ha formado por rellenamiento en la erosión del horizonte anterior. La potencia es de 0,50 a 2 metros.

Horizonte 5: Rodados finos en arena y pómez grueso. Potencia de 0,60 mts.

Horizonte 6: Pómez grueso muy compacto, blanco y con potencia de 0,60 mts.

Horizonte 7: Cangagua eólica vieja tornada en lacustre, con disyunción en bancos y potencia de 3 mts.

Horizonte 8: Rodados finos con potencia de 0,80 mts.

Horizonte 9: Bancos de cangagua eólica vieja tornados en lacustres, con potencia de 1,80 mts.

Horizonte 10: Rodados finos, con potencia de 1,20 mts.

Horizonte 11: Pómez grueso y medio con potencia de 0,40.

Horizonte 12: Arcilla blanca con potencia de 0,50 mts.

Horizonte 13: Arcilla blanquecina de 0,40 mts.

Horizonte 14: Arcilla con rodados finos y potencia de 0,80 mts.

Horizonte 15: Polvo volcánico de color blanco tornado en lacustre, con potencia de 0,50 mts.

Horizonte 16: Rodados finos en arena negrusca. Potencia de 0,50 mts.

Sub-horizonte f: Arcilla blanca de 0,15 mts.

Sub-horizonte e: Arena fina de 0,15 mts.

Sub-horizonte d: Arcilla blanca de 0,15 mts.

Horizonte 17:

Sub-horizonte c: Arena fina de 0,15 mts.

Sub-horizonte b: Arcilla blanca de 0,05 mts.

Sub-horizonte a: Arcilla arenosa, de 2 mts. de potencia.

Horizonte 18: Rodados muy finos, con 0,20 mts. de espesor.

Horizonte 19: Arcilla arenosa verdosa, 0,50 de potencia.

Horizonte 20: Arcilla amarillenta con disyunción y 2 mts. de espesor.

Horizonte 21: Arcilla verdosa con 0,30 mts. de espesor.

Horizonte 22: Arena fina azulada. Espesor 0,30 mts.

Horizonte 23: Pómez grueso, blanco, compacto y de 0,40 mts. de espesor.

Horizonte 24: Ceniza fina, blanca, compacta y de 0,40 mts. de espesor.

Horizonte 25: Arcilla amarillenta, de 0,30 de espesor.

Horizonte 26: Arcilla blanca amarillenta de 1,50 mts. de espesor.

Horizonte 27: Arcilla amarillenta de 0,40 de espesor.

Horizonte 28: Arcilla blanquecina de 0,40 de espesor.

Puede decirse que la potencia visible de esta formación lacustre es de más o menos 200 metros.

A partir del horizonte 28, comienzan, en discordancia, los 24 horizontes de la Cangagua eólica moderna rica en horizontes de facies lacustre local.

No es posible establecer, numeralmente, todos los horizontes de la Formación lacustre antigua hasta culminar inclusive con los de la Cangagua eólica moderna, a causa de la irregular superposición local y regional de esta última formación sobre aquella.

Señalo como horizontes guía de la Cangagua lacustre antigua, los determinados con los números 11, 16 y 23.

A no ser por las discordancias, las facies, la acción erosiva, habría un total de 52 horizontes primarios entre las dos Cangaguas unidas, con una potencia total de más o menos 200 mts. Si a esta cifra, añadimos 180 mts. de la potencia de la Cangagua lacustre moderna (de un cierto lugar), da un total de entre ambas formaciones, más o menos, 400 metros.

Los ríos Chiche (Prov. del Pichincha) y Chalán (Prov. del Chimborazo) dan, respectivamente, la cifra aproximada de potencias entre ambas formaciones: 100 y 50 metros.

Este paquete de horizontes lacustres antiguos sólo sirven en nuestro caso para conocer la estructura y diagénesis especiales respecto a la Cangagua eólica moderna menos diagénica. Pero al tratarse sobre la edad de esta Formación lacustre antigua, comparativamente, con otras de la región interandina, utilizaremos el importante paquete geológico del río Chiche (Prov. del Pichincha), que es el más completo de todos.

RESUMEN:

1. La Cangagua eólica de Quito es de origen volcánico y se divide en dos grupos: cenizas de grano fino o "cangagua" y cenizas de grano grueso o "arena".

2. Los horizontes de "cangagua" y "arena" son los horizontes primarios o volcánicos que se han sedimentado periclinamente y en diversos tiempos, en número de 24 horizontes.

3. Las cenizas de grano grueso son las que se depositan en finas capas flojas o en aglomeración floja (para constituir en conjunto un horizonte primario) y esto mucho más antes que las cenizas finas se depositaran lentamente, después, en aglomeración compacta e irregular.

4. Los gruesos horizontes fluviales modernos, son intercalaciones traídas por otros agentes sobre el eólico 22 de bolas. Estos horizontes fluviales forman la Cangagua lacustre moderna perteneciente a la Cangagua eólica moderna.

5. Debajo del horizonte 22 de bolas y del eólico volcánico 1 de ceniza fina, comienza, la Cangagua lacustre antigua de la región de Quito.

6. Los horizontes lacustres antiguos y visibles son en número de 28 y en discordancia con la Cangagua eólica moderna.

7. El horizonte guía y de separación de ambas formaciones, es el eólico primario 22 de bolas de cangagua.

8. Las lavas de la zona de Guápulo pertenecen a dos épocas: una, cercana a la Cangagua eólica moderna (cerro de Guanguiltagua) y las otras dentro de la Cangagua lacustre antigua.

9. Las discordancias de la región de Quito son consecuencia directa de dislocaciones tectónicas local-regionales.

10. El horizonte antiguo de bolas de cangagua del pueblo de Guápulo, dislocado y en nueva posición secundaria, corresponde al IIº interglaciar. A esta misma época corresponde también el numeroso horizonte de lavas que retiene el agua freática de este lugar.

CAPITULO II

GENESIS VOLCANICA DE LA CANGAGUA EOLICA DE QUITO

Los volcanes repartidos a lo largo de la región Andina, en épocas de máxima actividad, dieron grandes y numerosas corrientes de lava, bombas, lapillis y diversas clases de cenizas formando, de esta manera, típicos horizontes lávicos y de cenizas.

Las cenizas volcánicas en el sentido de su posición geológica (Cangagua eólica) no debieron formarse al mismo tiempo en las hoyas interandinas en donde están fuertemente acumuladas. Aparecieron en las épocas correspondientes a las erupciones volcánicas explosivas tanto locales como de carácter regional de los períodos ígneos que sobrevinieron al final del Terciario. En este hecho radica, pues, la no uniformidad regional de cada uno de los horizontes primarios de la Cangagua eólica; mejor dicho, su uniformidad regional se oculta en la uniformidad local de estas clásticas formaciones ígneas. Naturalmente, el horizonte 22 de la Cangagua eólica de Quito, es un horizonte geognóstico, y sobre todo es un horizonte paleontológico a causa del contenido de sus bolas de cangagua a lo largo de la región interandina.

Por otra parte, si la determinación local y regional de las Formaciones Cangagua eólica y lacustre se la ha podido hacer por intermedio del horizonte guía de bolas, más tarde podremos también determinar, de la misma manera, los horizontes de lavas y glaciares, previa la localización y determinación de un horizonte guía local y regional. Este

horizonte lo he encontrado para ambas formaciones de lavas y glaciares, en las **huellas de estriación glaciar y de otros restos glaciares**; pues, las lavas de determinada época volcánica han sido estriadas al paso de una lengua glaciar en una época glaciar.

Necesario es apreciar, constantemente, de cómo la mayor parte de la masa de la Cangagua eólica regional, corresponde a las erupciones explosivas modernas, erupciones que son diferentes de otras más antiguas por grietas, que se han caracterizado por su poca producción de ceniza volcánica y mejor aún, por enormes derrames de lava, viniendo todas estas acciones como una consecuencia de la orogénesis terciaria que formó, por plegamiento de sedimentos preexistentes, la Cordillera Occidental. Esta orogénesis, es la que en sus tiempos posteriores, se ha manifestado en forma de movimientos epirogénicos de levantamiento continental, movimientos que, por otra parte, han influido directamente en las numerosas erupciones volcánicas andinas que se han abierto paso por grietas, por dislocaciones y fallas tectónicas a lo largo y través de las montañas plegadas; grietas y dislocaciones que quedaron tapadas, repetidas veces, con los productos volcánicos variados y potentes que determinaron las erupciones explosivas en diferentes períodos volcánicos. De esta manera, los gigantescos edificios volcánicos superpuestos sobre el armazón de los plegamientos, aumentaron mucho más la elevación de las montañas y cordilleras plegadas.

El conocimiento y clasificación de estas diversas clases de formaciones geológicas regionales, se lo debo buscar, identificar y considerar, primero, **localmente**. Así, la Cangagua eólica moderna se encuentra dividida en Cangagua eólica local hasta regional, en típica estratificación periclinial de cada uno de sus horizontes, de los cuales, el de bolas de la Cangagua eólica de Quito, es general y visible en toda la región interandina, así este horizonte se encuentre a veces en las más profundas depresiones cubierto por las potentes aglomeraciones de morrenas y de elemento aluvial-fluvial moderno (Cangagua lacustre moderna).

Ahora ahondemos más el estudio de la estructura de la cangagua eólica (Cangagua eólica moderna), sólo con la separación de los granos de ceniza por su tamaño. La selección natural de las cenizas se hace, primeramente, por

un **orden de tamaño** del grano, que determina la formación de típicos y diferentes horizontes (así sea mayor o menor su propagación regional) que luego se superponen según **orden de edad**.

A. FORMA DE SEDIMENTACION DE LA CANGAGUA EOLICA

La cangagua eólica originándose en las erupciones explosivas, conserva un orden de edad en su situación geológica de deposición, formándose así sus horizontes primarios y secundarios, en la siguiente manera:

a. Sedimentación de los polvos y arenas finas o "cangagua"

Es natural que caen primero las arenas gruesas, luego las arenas finas y más tarde los polvos volcánicos. Por ejemplo, en el horizonte de bolas el más potente de todos los de la Cangagua eólica general moderna, su gran cantidad de polvo volcánico, flotante en la atmósfera, ha envuelto completamente como cemento las arenas finas y hasta gruesas, resultando después, una potente aglomeración amorfa compacta. Así se forman los horizontes de arenas finas llamados vulgarmente "cangagua"; mientras el resto de horizontes eólicos que son intercalantes y a lo que llamamos en nuestra clasificación arenas gruesas ("arena"), están constituídos sólo de arenas gruesas con granos de pómez grueso, o bien de arenas sólo, unas veces, o de pómez solamente en otras; materiales gruesos que se superponen siempre según su tamaño en numerosos y finos sub-horizontes estructurales.

El horizonte de bolas que contiene el sub-horizonte delgado c) de granos gruesos de pómez de la Fig. 1, indica que al mismo tiempo que caían del espacio las cenizas finas y polvos, también debían caer juntamente arena gruesa y pómez grueso que eran englobados por las cenizas finas y polvos. Pero este sub-horizonte delgado de pómez grueso, se encuentra dentro de la masa del horizonte 22, en individual y perfecta situación horizontal; indicándonos este hecho, un leve reavivamiento volcánico.

En la Fig. 1, los horizontes de ceniza fina o "cangagua", son: 1, 3, 5, 7, 9, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24. En la Foto 1, se distinguen por su color obscuro.

b. Sedimentación de los horizontes de "arena"

En los horizontes de grano grueso, como intercalantes de los horizontes de grano fino o "cangagua", también se observa un orden en la caída de sus granos: es el orden del tamaño del grano el que determina su propia estructura.

Es ordinario, que, la estructura geológica en la formación de horizontes de grano grueso ("arena"), es la que ha precedido, como orden de edad geológica, respecto a la de los horizontes de grano fino ("cangagua").

En la formación de los horizontes de grano grueso, primero han caído las cenizas de grano grueso, luego las de grano fino, y así, en combinación variada de numerosísimos sub-horizontes o finas capas, hasta quedar hecha su propia estructura de horizonte primario, que es masa estratiforme floja o amorfa floja.

Los horizontes de "arena", son: 2, 4, 6, 8, 10, 11, 13, 17, 19, 21, 23. En la Foto 1, se distinguen por su color claro.

ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

c. Edades en la caída de las cenizas volcánicas

Al ser lanzadas las cenizas volcánicas a la atmósfera por la enorme y brusca salida de los gases a través de las lavas en erupción, supone allí ya un proceso de selección según el tamaño del grano. Las cenizas, entonces, empiezan a caer, en **tiempos distintos**, para así, **lentamente**, ir formando primero los horizontes de cenizas gruesas o "arena" y luego los horizontes de cenizas finas o "cangagua", horizontes que constituyen en conjunto, la cangagua eólica (Cangagua eólica moderna).

En general, las cenizas volcánicas en la formación de su estructura geológica interna, tienen dos clases de edad: la primera, como superposición alternante de finas capas de grano fino y capas de grano grueso para la formación de los horizontes primarios de la ceniza gruesa o "arena"; se-

gunda, como formación de horizontes primarios de ceniza fina aglomerada o "cangagua" sobre horizontes de "arena".

Así, pues, los dos tipos de horizontes primarios: "cangagua" y "arena" tienen genéticamente diferente estructura geológica y edad, pero corresponden a una misma época de volcanidad explosiva.

B. COMPOSICION Y CUALIDADES FISICAS

Son el resultado del origen y la estructura geológica primaria.

a. Composición

Ya se puede presumir cuál debe ser su composición, sabiendo que la cangagua eólica tiene origen volcánico.

1. Ceniza fina o "cangagua"

Es interesante observar al microscopio cómo sus componentes minerales se presentan como pedacitos de cristales de feldespatos (ortosa y plagioclasa), de cuarzo, augita, hornblenda, obsidiana; cristales de apatito, etc., todos ellos **sin descomposición externa ulterior a su depósito**, especialmente respecto a los feldespatos que son los más aptos para la descomposición química. Es decir, la Cangagua eólica conserva, en su mayor parte, **cristales de minerales originales**. Por tanto, la Cangagua eólica, no es arcilla, como ordinariamente se cree, sino una auténtica toba volcánica bien conservada. La Formación cangagua lacustre en la que ha intervenido el agua, ésa sí es arcilla en buena parte.

La existencia de granos de cuarzo en la masa de la "cangagua", daría que pensar acerca de una procedencia exterior o de que ella misma es originalmente rica en cuarzo, tal como lo demuestran sus correspondientes lavas efusivas, como la dacita del Antisana y Cuicocha, que poseen cuarzo. La existencia de cuarzo en la Cangagua eólica,

corresponde a la propia composición mineral de las lavas que sufrieron la explosión volcánica.

b. Ceniza gruesa o "arena"

Se caracteriza por pedazos de piedra pómez de todo tamaño y arena gruesa con la misma composición mineral de la ceniza fina.

c. Cualidades físicas

1. Color:

Ceniza fina: Gris-amarillento, hasta humoso.

Ceniza gruesa: Blanco-amarillento hasta azul.

2. Potencia:

Ceniza fina: Es de mayor espesor como el horizonte 22 de bolas.

Ceniza gruesa: Afecta menor potencia.

3. Extensión:

Ceniza fina: Repartición local y hasta regional.

Ceniza gruesa: De menor repartición.

4. Estructura:

Ceniza fina: Estructura compacta por tener cemento de polvos hasta de grano fino.

Ceniza gruesa: Estratiforme floja o amorfa floja por no tener cemento.

5. Consolidación:

Ceniza fina: Por esta causa tiene disyunción: prismática, por ejemplo, en la Cangagua eólica de Shunshi (Prov. del Chimborazo) y en la de Quito.

Ceniza gruesa: Sin disyunción por falta de consolidación.

6. Tamaño del grano:

Ceniza fina: Polvo fino, mediano y arena fina.

Ceniza gruesa: 1 mm. 5 mm. de grueso.

7. Edad geológica:

Ceniza fina: Más joven respecto a la ceniza gruesa.

Ceniza gruesa: Más antigua con respecto a la ceniza fina.

8. Descomposición química:

Ceniza fina: Tiene hidróxido de hierro por la pequeña descomposición de los componentes negros.

Ceniza gruesa: Tiene poca o ninguna cantidad de hidróxido de hierro.

9. Cualidades de retención:

Ceniza fina: Retiene la humedad y coloides que la hacen apta para la vida como lo demuestran las bolas de cangagua y la actual cubierta vegetal.

Ceniza gruesa: No tiene tales condiciones, porque sus granos ofrecen menor superficie.

RESUMEN:

1. La Formación cangagua eólica se originó en las explosiones volcánicas relativamente modernas.

2. La sedimentación de la Cangagua eólica es periclinal cubriendo la topografía irregular y dislocada del subsuelo (como de Cangagua lacustre antigua).

3. La estructura de la Cangagua eólica tiene origen en dos factores formativos: orden del tamaño del grano y orden de edad de los distintos horizontes primarios y subhorizontes.

4. Las cenizas finas difieren de las gruesas por sus numerosas cualidades físicas, químicas y petrográficas.

5. La Cangagua eólica, por contener pedacitos de minerales originarios, es ceniza volcánica o toba volcánica.

CAPITULO III

LAS BOLAS DE CANGAGUA

El horizonte 22 de bolas de la Cangagua eólica de Quito, me ha suministrado el suficiente material de observaciones para determinar la génesis de esta formación fósil y aún la del mismo horizonte geognóstico que la encaja (Fig. 1).

En el corte transversal de la Foto 3, vemos la estructura de una bola de cangagua. Está formada, principalmente, de una gruesa pared de cangagua arcillosa dura, de forma circular con un diámetro que oscila desde 4 a 8 centímetros. La Foto 4, ilustra bien acerca de esta estructura en la que se nota además, un agujero grande que atraviesa la pared de la bola, por uno de sus radios.

A veces, estas bolas se presentan huecas (Fotos 4 y 5); pero casi siempre, conteniendo un excremento fino de diminutas bolitas como se ve en la Foto 3.

Cierto número de bolas dan un aspecto de criba por la infinidad de agujeritos que perforan su superficie.

Lo ordinario, es que en la pared de la bola quedan en puntos casi opuestos, uno o dos agujeros grandes de diámetro 0,13 cmts. (Fotos 4 y 5). El carácter esencial de estos agujeros es el de no tener ninguna continuación dentro de la masa de ceniza volcánica que le encaja. Este hecho me fué revelador para pensar que los constructores de las bolas de cangagua no han venido de la superficie del suelo al interior de este horizonte ya formado, como en busca de alimento o refugio por ejemplo. Al contrario, estos construc-

tores de las bolas de cangagua hicieron su vida en el mismo momento en que se formaba el mismo horizonte eólico 22. Su defensa para repeler a la incesante lluvia de ceniza que les envolvía por todas partes, fué construirse un pequeño abrigo individual a expensas de esa misma tierra que posteriormente les serviría de tumba.

De anotar es que, hasta ahora, no he podido, personalmente, encontrar restos del insecto constructor de aquellas bolas; indudablemente, su organismo no estaba capacitado para subsistir hasta los actuales tiempos.

Posteriormente, por un dato que ya va a verse, pude presumir quién era aquel constructor, pues, en vez del fino escremento de bolitas terrosas mencionado ya, llenaba la bola un escremento más fino y de color más claro que el anterior (que es de color de cangagua), y sobre todo, dispuesto a la manera de una cama redonda de estiércol como que hubiera sido amasado en envolturas concéntricas muy finas que se hubieran ido superponiendo capa a capa hasta llenar la cámara de la bola (Foto 7).

El autor de estas bolas, no es otro que un escarabajo conocido porque su manera de asegurar el alimento a la larva, es rodearla de un amasijo de estiércol para así perpetuar su especie. En esa masa estercolar, la madre pone sus huevos; luego la hace rodar hacia un sitio seguro donde debe desarrollar la larva. En el camino hacia ese sitio, aquella masa se redondea y se incorpora del polvo fino y arena fina volcánicos gracias a la humedad que resume toda la masa; de esta manera se van formando, sucesivamente, finas capas arcillosas, hasta llegar a constituir la pared externa que forma propiamente el edificio de la bola. Algunos meses después, las larvas ya en pleno desarrollo, salen de esa vivienda de estiércol y tierra, agujereando la pared de la bola con sus herramientas bucales. Para este acto, a la larva sólo le era necesario un orificio; pero en una bola de cangagua hay dos orificios regularmente muy cercanos o en puntos opuestos. Esto se comprende fácilmente: estos insectos debieron ser compelidos a quedarse en sus viviendas a fin de guarecerse de la caída incesante de la ceniza volcánica que formó el horizonte 22 de bolas en largo espacio de tiempo. Pero el escarabajo, oculto en su vivienda estrecha, y sin alimento, debió abrir otro orificio para salir al exterior puesto que el primero quedó obtura-

do por el movimiento continuo que el mismo debió imprimir a la bola. Así, pues, este pequeño esquimal de las cenizas volcánicas, debió sobrellevar una vida de hambre y espera perenne.

Es ordinario el que las bolas de cangagua no se presentan en las pendientes del terreno de Cangagua eólica; la razón se encuentra en la cuidadosa defensa que la hembra ponía a fin de que su móvil edificio quedase, sin peligros, en un sitio plano y seguro.

Las bolas de cangagua no forman horizontes definidos sino aglomeraciones sin orden alguno dentro de la masa de ceniza fina, indicándonos con esto, las condiciones desfavorables en que actuó la hembra del escarabajo.

Alguna causa debió obligarle al ocupante de la bola a tomar el camino de la emigración, o lo que es lo mismo: a abandonar su vivienda.

En la Cangagua eólica basal del puente Batán de Quito, las bolas han sido arrastradas por el agua, fluvial en el tiempo de la pequeña facies lacustre de los comienzos del horizonte eólico 22. Este hecho quizá da a conocer que la causa de su emigración definitiva de este horizonte eólico (pues, no se le encuentra propagado más en los superiores que son la continuación eólica natural) estaba en el hecho de que el horizonte en que vivía, estaba, él mismo, sujeto a las contingencias de su formación, de su construcción y a los anuncios ya cercanos de una época fría, esbozados ya, en acciones fluviales, como lo demuestra la intercalación de medianos rodados, que se indicó existir ya en este horizonte, en la Carrera Colón, etc.

Los escarabajos no fueron los únicos habitantes de la Cangagua eólica moderna de bolas, pues, en la mayoría de ellas existe un relleno posterior con nuevo y distinto estiércol dejado por otro ser: un vermes que tampoco ha dejado resto alguno como para poder ser identificado.

En la facies lacustre basal de la Cangagua eólica de bolas de Tunshi (Prov. del Chimborazo), se encuentra un nuevo habitante de este horizonte guía: pequeñas **paludinas**. Lo que da idea más clara del medio reinante en época de este horizonte 22 de bolas, es el rico cementerio óseo de Tunshi que contiene animales fósiles de gran talla, como: mastodontes, caballos, ciervos, etc., encerrados en la moderna cangagua de bolas.

En el río Chiche (Prov. del Pichincha), existen tres horizontes de cangagua de bolas, como auténticos interglaciares, separando las gruesas formaciones glaciares intercalantes de esa zona. Allí, también, el moderno horizonte de bolas encaja parecidos restos fósiles.

RESUMEN:

1. Las bolas de cangagua son masas huecas y redondas trabajadas por escarabajos al par que se formaba un horizonte eólico de ceniza fina en la época de un interglaciar, como ocurre con el horizonte eólico 22 de la región de Quito.

2. La bola de cangagua se forma a expensas de una masa estercoral húmeda llena de huevos que sirvió de núcleo de las cenizas finas que se aglomeran alrededor de esa masa en movimiento, en forma de capas finas y concéntricas.

3. Los escarabajos constructores de las bolas de cangagua, no han sobrevivido a los otros horizontes eólicos modernos a causa de la continuada construcción y edificación potente del horizonte 22 de bolas que contribuyó a cortar la prolongación de la vida del escarabajo.

4. Las bolas de cangagua constituyen el auténtico horizonte guía fósil local-regional, y de separación de las formaciones glaciares y aluviales.

P A R T E I I

C A P I T U L O I

EXTENSION REGIONAL DE LA CANGAGUA EOLICA Y LACUSTRE CON SUS HORIZONTES GUIA O GEONOSTICOS

Vamos a entrar a conocer, los horizontes generales de ambas formaciones regionales. Sólo que los términos cangagua lacustre, los vamos a usar no sólo para lo que ha de ser sedimento fino, a base de agua, como ocurre con las cenizas volcánicas tornadas en material lacustre, sino que vamos a designar con las palabras cangagua lacustre, también las formaciones potentes, como morrenas y aluviones. Estos últimos materiales especialmente, se encuentran englobados por gruesos paquetes de cangagua eólica vieja, formando así la Cangagua lacustre antigua muy diferente de la encajada por la Cangagua eólica moderna.

Así qué, cangagua lacustre, no sólo comprende formaciones lacustro-fluviales locales, sino especialmente la antigua, potente y regional formación glaciario-aluvial-fluvial y de cangagua eólica vieja; siendo el conjunto cubierto, ahora, por la Cangagua eólica moderna.

Por de pronto, podemos decir que el acumulamiento de ceniza volcánica moderna es mayor hacia la cordillera occidental que en la oriental, debido a la acción constante de los alisios que soplan del este al oeste.

Hasta los 3.000 metros de altura, el moderno horizonte de bolas desaparece para dejar paso al último horizonte eólico humoso, de un espesor mayor o menor pero de aspecto geológico inconfundible, y que está cubriendo la región Andina.

A. HORIZONTES EOLICOS, MORRENICOS, ALUVIALES, Y DE LAVAS

Para nuestras zonas inmediatas a Quito, como por ejemplo, las de Pifo, Puembo, etc., sobre el moderno y regional horizonte de bolas, queda un aluvión potente y cubierto de la cangagua eólica superficial.

El corte del río Chiche consta además de los horizontes de la Cangagua eólica de Quito, de una infinidad de diferentes, nuevos y más gruesos horizontes eólicos que vienen por debajo de ella y correspondientes a las erupciones explosivas del Antisana; luego viene abajo todavía, un enorme paquete de capas de arcilla y de cenizas alternantes, englobando numerosas capas de rodados de todo tamaño u aglomeraciones de enormes cantos. Del estudio de todo este corte se desprende la existencia de **tres horizontes de bolas** que separan, respectivamente, formaciones glaciares y aluviales. Estos horizontes de bolas se encuentran en cangagua eólica, y tienen por tanto, la significación de **clima seco o interglaciar**.

El corte del Socabón de Tumbaco, parte desde arriba con el horizonte final de la Cangagua eólica moderna cubriendo una gruesa capa de arcilla negruzca; arcilla que se repite, nuevamente, a través de una capa de cangagua eólica, para así venir a descansar sobre una morrena basal vieja que, a su vez, se superpone sobre una corriente de lava basáltica que aquí se muestra como el fundamento geológico más viejo.

En la región de San Antonio de Pomasqui, se ve también el paquete grueso de horizontes eólicos del Antisana, cubriendo una andesita de color claro y una extensa y gruesa formación lacustre las que descansan, a su vez, sobre una morrena antigua que hace de fondo.

En Corrales, a la altura de 3.400 metros debajo del final horizonte eólico y humoso, queda una morrena basal que trae a la superficie, bloques característicos con estrías glaciares. Los bloques estriados corresponden a una andesita porfídica.

Más abajo de Corrales, en el camino a Paluguillo, se observa que la Cangagua eólica moderna contiene bolas

de cangagua y cubre los gruesos y nuevos horizontes eólicos de arenas y pómez del Antisana, además de aluviones y corrientes de lava andesítica. Los horizontes de arena y pómez mencionados, eólicamente son paralelos con los que vienen por debajo del horizonte 22 de bolas de la Cangagua eólica de Quito. Es decir, se nota que los volcanes Pichincha y Antisana, son contemporáneos en sus erupciones volcánicas explosivas que han formado por lo menos la Cangagua eólica moderna caracterizada por numerosos y gruesos horizontes, especialmente sobre la región central-septentrional Andina.

Más al este de Corrales, en Peñas Blancas, el moderno horizonte de la Cangagua eólica cubre directamente las rocas metamórficas de la cordillera oriental y sus subsiguientes rocas de profundidad, como: pizarras, gneises, granitos; además, cubre capas de rodados, detritus aluviales y fluviales de estas mismas rocas; así continúa hasta las primeras regiones de penetración del Oriente Ecuatoriano. A este lado, en Papallacta, queda una lava andesítica estriada por glaciación y cubierta de poca cangagua eólica; cangagua eólica que hacia la cordillera, intercala una formación aluvial de rodados entre la lava estriada y la tal cangagua.

A lo largo del río Chimbo (Prov. de Bolívar), se nota una enorme aglomeración de morrena moderna por debajo del superficial horizonte humoso, aglomeración que continúa sobrepuesta sobre la moderna cangagua de bolas hasta más allá de San Miguel de Chimbo.

En la zona del río Chibunga, la morrena moderna venida del cerro Chimborazo, se extiende por Calpi, Riobamba, hasta muy cerca de Punín, pero por debajo del horizonte humoso de la Cangagua eólica.

Generalmente, en las provincias de Imbabura, Pichincha, Tungurahua, Chimborazo, Bolívar, etc., se nota que una moderna y desarrollada glaciación se encuentra siempre sobre el horizonte moderno de bolas y cubierto todo por la cangagua humosa superficial.

La actual topografía interandina corresponde a esta glaciación; se manifiesta en forma de hondonadas en los cerros o en forma de pequeños o grandes montículos de forma redonda u alargada compuestos de material detrítico y aluvial-fluvial. También se nota que las lavas que sos-

tienen este material han servido de obstáculo al paso de los hielos los que dejaron trazando sus huellas glaciares.

En la región de Chuquipoggio, al este del cerro Chimborazo, numerosas morrenas se ven por debajo de la cangagua eólica superficial.

En Ayaurcu (3.900 mts.), en el valle de Abraspungo, junto a este mismo cerro Chimborazo, se observa **una morrena entre dos corrientes de lava**, de las cuales, la superior corresponde al II^o interglaciar y está debajo de poca Cangagua eólica. Es de anotar que en esta región de Abraspungo, el lugar de las lavas de Ayaurcu y su morrena antigua, corresponde al antepaís que ha sobrevivido a la acción glaciaria de III^a glaciación que formó el gran valle de Abraspungo, y lo mismo a la acción de IV^a glaciación.

A la altura de 4.700 mts., se encuentra una lava estriada por glaciación moderna (IV^a glaciación); lava que por hallarse al pie del "glaciar de Abraspungo" (véase el mapa del Chimborazo por Hans Meyer), la llamo, de hoy en adelante, lava estriada de Abraspungo o **lava de Abraspungo**.

En Pomasqui, a partir del horizonte basal de la Cangagua eólica de Quito (por debajo del de bolas), queda una formación de turba terrosa sobrepuesta sobre una morrena que hace de fondo.

En la población de Piñas (Prov. de El Oro), se encuentra una morrena terminal moderna debajo de la cubierta de laterita; laterita, que en esa región baja, hace las veces de la capa superficial de la Cangagua eólica de la Sierra. También existe en este lugar una morrena basal más vieja. Ambas morrenas tienen por material mecánico rodados de diabasa.

Estudiemos, ahora, los cortes geológicos que ha dejado la obra del Ferrocarril del Sur. Para esto sigamos usando la expresión "ceniza fina" en su significación ordinaria de "cangagua".

De Quito a Tambillo (2.772 mts.), se tiene a la vista la cangagua humosa del último horizonte (horizonte 24 de la Fig. 1).

Para salir a Alóag, la Cangagua eólica intercala una capa de pómez de grano grueso, de unos 0,30 cms. de espesor. Esta capa aparece o desaparece en las elevaciones y depresiones del corte del camino ferroviario.

En el Kmt. 427, una corriente de lava queda por debajo de esta Cangagua. La capa de pómez antes mencionada, vuelve a aparecer adelante como auténtico horizonte regional de guía, cual si se tratase del horizonte 23 de pómez de la Cangagua eólica de Quito. Este horizonte se deja ver hasta Machachi (3.056 mts.), en potencia de 0,50 cms., por encima de una capa de "cangagua" de 1 metro de espesor, la que a su vez termina junto al nivel del camino, en nueva capa de pómez.

Ya para salir a la Estación Experimental del Cotopaxi (3.590 mts.), encima de estas capas de pómez aparecen otras más numerosas y de mayores espesores. Estos horizontes corresponden a la acción volcánica del cerro Cotopaxi. Con estas condiciones se llega al cerrito de Callo (3.600 mts.) cubierto de Cangagua eólica y rodeado de un aluvión moderno del Cotopaxi.

El horizonte de pómez del Kmt. 427 es todavía, adelante de Callo, un indicador de la enorme extensión regional de este horizonte eólico.

Hasta Lasso (2.991 mts.) y Latacunga (2.700 mts.) la cangagua eólica superficial queda desplazada en buena parte, por un extenso y grueso aluvión moderno.

Pasando Latacunga, la Cangagua eólica aparece intercalando una capa aluvial, que muy adelante, alcanza espesores hasta de 5 metros.

Para salir a Pansaleo, la Cangagua eólica con espesores de 2 a 3 metros, se superpone sobre una terraza aluvial, distinguible por una serie de capas (3 mts.) de medianos y pequeños rodados, y así continúa hasta llegar a la laguna de Yambo, en donde se logra apreciar la magnitud y potencia de su formación lacustre basal. Ya para llegar a esta zona, aflora una morrena moderna en bajos montículos cubiertos de la Cangagua eólica del último horizonte.

Hacia Ambato, una morrena de 4 mts. de espesor y cubierta de poca Cangagua eólica, se superpone sobre otra cangagua de color blanquecino y de grano fino, con potencia visible de 3,50 mts.

En el Kmt. 294, una lava andesítica queda debajo de la cangagua humosa.

En el Kmt. 289, la cangagua basal de Mocha contiene hileras de rodados, los que en sitios están repartidos irregularmente. Esta cangagua cubre un enorme horizonte de

morrena proveniente de los cerros Chimborazo y Carihuairazo.

Adelante de Mocha, las lavas aparecen con regularidad y trayendo por encima su propio material de alteración cementado con la cangagua eólica superficial.

Desde el Kmt. 272 al 266, aparece sólo Cangagua eólica. En esta zona queda Luisa a 3.169 metros.

Entre los Kmts. 239 y 238, la Cangagua eólica se hace detrítica en la base y se halla cubriendo terrazas fluviales y sobre todo morrena moderna. En esta zona queda Riobamba (2.750 mts.).

Hasta Licán sigue Cangagua eólica cubriendo lavas y morrena moderna.

En el Kmt. 220, la cangagua eólica superficial del río Gatazo cubre una terraza de rodados de 10 metros de espesor.

En el Kmt. 218, queda San Juan Chico, con cangagua detrítica y hasta fluvial de 3 a 7 metros de espesor.

Pasando la Cangagua eólica del Kmt. 216, hasta el siguiente se ve que ya es detrítica.

En el Kmt. 214, el poblado de Mancheno presenta cangagua detrítica por encima de aluvión de rodados perfectos.

Pasando Guamote (3.065 mts.), la Cangagua eólica intercala 2 metros de arena gruesa y capas fluviales.

Con las dunas de Palmira (3.233 mts.), vienen enormes aluviones cubiertos de poca Cangagua eólica.

En el Kmt. 192, se ven tres capas de arena eólica que en las depresiones han tomado la facies lacustre.

En el Kmt. 168, la Cangagua eólica queda debajo de una terraza fluvial extensa, la que superficialmente sostiene las dunas de Palmira.

Hacia el Kmt. 158, las lavas presentan disyunción horizontal y están cubiertas de cangagua detrítica. Es desde aquí, propiamente, que la Cangagua eólica junto con parte de la formación lacustre moderna, sufre, en su base, lentos resbalamientos por encima de las lavas subyacentes que detienen la infiltración atmosférica.

En el Kmt. 152, la Cangagua eólica cubre en sitios las terrazas de Chanchán; así se entra en Tixán (2.925 mts.) y luego a la apagada zona volcánica de Shucos, cuya mayor manifestación ígnea pasada se ve en la formación de las "minas de azufre" de Tixán. En la zona de Shucos apa-

recen dos capas de ceniza fina separadas por cangagua detrítica, y todo cubriendo la lava andesítica que encaja el azufre.

Hasta llegar a Alausí (2.390 mts.), el terreno se ofrece de colores claros bajo la influencia de viejas exhalaciones volcánicas. Estas condiciones disminuyen hasta llegar a Huigra que queda hacia el Kmt. 115. Adelante de esta población, las lavas asoman con mucha frecuencia, regularmente frescas y llevando en sus depresiones colaterales grandes aglomeraciones detríticas cementadas y cubiertas de cangagua eólica superficial.

En Huigra termina, propiamente, la Cangagua eólica regional, todavía encajando algunos horizontes de pómez grueso.

Desde el Kmt. 114, las lavas que asoman, siguen con la cubierta de poca Cangagua eólica. Estas mismas condiciones continúan hasta el Kmt. 93 y 97 (Bucay), donde se nota la Cangagua eólica. Ahora son la **laterita**, la **arcilla rojiza** y la **tierra amarilla** que vienen a caracterizar el terreno superficial de la región de la Costa (véase Fig. 3).

a. Edad de los horizontes guía o geognósticos

De los datos que dejamos anotados se desprende que la Cangagua eólica del último horizonte cubre y engloba, indistintamente, los materiales variados de la Cangagua general.

Al estudiar el corte del río Chiche que ofrece tres horizontes de bolas de cangagua, separando glaciaciones, se tiene todavía otra glaciación vieja en su base, glaciación que ha antecedido a los tres horizontes de bolas y que es de carácter fluvial compuesto más de finos rodados y sin aparente existencia de intercalación eólica.

Por la observación geológica de este corte de Chiche, podemos decir que el país cuenta con cuatro glaciaciones de las cuales, la moderna se superpone sobre la cangagua de bolas de la región de Quito (Fig. 1). A las formaciones que se desarrollan después de la IVª glaciación, a causa de la existencia de los tres horizontes de bolas, las llamamos el Post-glaciar.

Con este antecedente de la existencia de cuatro glaciaciones en el país, tenemos que:

Las capas de arcilla negruzca y con grandes rodados del Socabón de Tumbaco corresponden a la IVª glaciación y a su declinación climática, mientras la morrena que descansa sobre profunda lava basáltica, corresponde a la IIIª glaciación. En esta misma edad queda comprendida la morrena de San Antonio de Pomasqui.

La morrena superficial de Corrales, es de IVª glaciación como también lo es en Papallacta, la lava estriada por glaciación.

La morrena intercalante entre dos corrientes de lava en el valle de Abraspungo corresponde a la IIª glaciación; mientras la "lava de Abraspungo" estriada por glaciación moderna corresponde al IIIer. interglaciar.

Las formaciones geológicas que siguen, corresponden al Post-glaciar: los extensos y visibles aluviones de Latacunga; terraza aluvial y morrenas de Pansaleo hasta la laguna de Yambo; la gruesa morrena de Ambato es de IVª glaciación; lava del Kmt. 294; rodados de la cangagua de Mocha; lavas de Urbina; la morrena superficial de Riobamba es de IVª glaciación; lavas visibles de Licán; cangagua detrítica del Kmt. 218 al 216; capas fluviales de Guamote; aluviones de Palmira; terrazas de rodados de Chanchán y las aglomeraciones detríticas que van hasta Alausí.

De lo que antecede podemos notar que la IVª glaciación es talvez más poderosa que las glaciaciones anteriores y queda dentro de la Cangagua eólica formando lo que llamé en la parte primera, Formación lacustre moderna de la Cangagua eólica moderna.

B. TIERRAS LATERITICAS DE LAS REGIONES BAJAS

Estas regiones tienen como formación geológica superficial, una arcilla rojiza y amarillenta provenientes de la laterización de rocas preexistentes, mediante la acción química del aire húmedo de estas regiones calientes.

La laterita de la región de la Costa es una arcilla sumamente plástica formada a expensas de las pizarras de la cordillera occidental.

Limitándonos, por ejemplo, a la provincia de El Oro, notamos que este material rojo es siempre detrítico y aluvial hacia la base. La laterita de las condiciones indicadas corresponde a la edad de los últimos horizontes de la Cangagua eólica de la Sierra. Es decir, corresponde al Post-glaciar.

Más adelante veremos los generales detalles geológicos de estas regiones bajas.

RESUMEN:

1. La cangagua superficial humosa cubre con regularidad los elementos mecánicos de la IVª glaciación.

2. Las bolas de cangagua (cangagua moderna) tienen su propagación regional Andina hasta la altura de 3.000 mts.

3. Hasta Huigra se tiene la extensión natural de los horizontes primarios de la Cangagua eólica moderna.

4. Las lavas modernas estriadas por glaciación, corresponden al IIIer. interglaciar.

5. Las morrenas intercalantes entre las lavas de Ayaurcu, corresponden a la IIª glaciación.

6. A la altura de 1.000 mts. (Piñas), en la región de la Costa se han desarrollado visiblemente las dos últimas glaciaciones de la Sierra.

7. Existen cuatro glaciaciones en el país.

8. Las tierras lateríticas de las regiones bajas corresponden al último horizonte de la Cangagua eólica moderna.

9. Los modernos horizontes aluvial-fluviales y detríticos, corresponden a la declinación climática de la IVª glaciación.

CAPITULO II

LAS SUB-CANGAGUAS

Por los capítulos que anteceden podemos ver que, el material cangagua eólica sirve siempre de límite entre glaciaciones, así como de cemento de unión de los productos de cada declinación glacial.

El nombre cangagua eólica o "cangagua" (incluido también "arena") vulgarmente lo usamos a título dinástico de toda la formación Cangagua general, porque ella como producto ígneo clástico ha precedido y encerrado indefectiblemente a las glaciaciones. Por esta razón, estos productos diferentes y de mutua intercalación, constituyen la **Cangagua general**, cuya división principal es: **Cangagua eólica** y **Cangagua lacustre**. Esta última formación encierra las tres glaciaciones antiguas.

La Cangagua eólica originada en las explosiones volcánicas modernas tiene en su sedimentación geológica, la **posición primaria**, por medio de típicos horizontes primarios estructurales ("cangagua" y "arena"); mientras los sub-tipos u horizontes secundarios se originan más en facies lacustre cuya representación máxima es la Cangagua lacustre, que constituye la **posición secundaria** de la Cangagua eólica.

En general, podemos decir, hay tipos de cangagua: por la **estructura original** y por la **intercalación**. Por la estructura original se forma la cangagua eólica; por la intercalación, la cangagua lacustre.

El siguiente cuadro ilustra estas divisiones:

Cangagua eólica o general	{	Cangagua lacustre	{	cangagua detrítica
				cangagua fluvial
	{	Cangagua superficial o humosa		cangagua aluvial o basal
	{	Cangagua fosilífera		

Cangagua general, es la gran formación geológica que engloba con material eólico las grandes formaciones Cangagua eólica y Cangagua lacustre, completamente diferenciadas y correspondientes a épocas definidas.

Cangagua eólica, es la ceniza volcánica originalmente aglomerada y conservada (toba volcánica).

Cangagua lacustre, es la ceniza volcánica tornada en sedimento acuoso y reteniendo, muchas veces, elemento de glaciación.

La cangagua lacustre que retiene a las tres glaciaciones antiguas, se llama Cangagua lacustre antigua o Formación lacustre antigua.

La cangagua lacustre de la época de la Cangagua eólica moderna, se llama Cangagua lacustre moderna o Formación lacustre moderna.

Cangagua fluvial, es la arena fluvial cementada por cangagua lacustre.

Cangagua aluvial o basal, es el material de rodados cementado por cangagua lacustre.

Cangagua detrítica, es la tierra de alteración cementada por cangagua lacustre.

Cangagua humosa, es la cangagua eólica superficial transformada en tierra humosa por su cubierta vegetal.

Cangagua fosilífera, es el material de cangagua eólica o de cangagua fluvial que retiene restos fósiles.

RESUMEN:

1. La Cangagua eólica y la Cangagua lacustre son los extremos de su acción combinada (Cangagua general).

CAPITULO III

NOTAS DE LA GEOTECTONICA DEL ECUADOR

La orogénesis consiste no sólo en un plegamiento, sino también en un metamorfismo intenso del terreno regional preexistente que sirvió de base de esta acción. Es, sobre este terreno plegado y que, por otra parte, ha tomado después, elevada posición altitudinal que se han superpuesto como enormes edificios, los volcanes. Esto último ha ocurrido mediante el magma subyacente que (por debajo de la corteza terrestre del plegamiento de la Tierra), ha alcanzado subir por las fallas y grietas de dislocación, que aparecieron a consecuencia del mismo plegamiento, el que, por otra parte, en América y el Ecuador, generalmente está en dirección N-S, como resultado de una fuerza de presión unilateral que vino del occidente para formar la cordillera occidental, cordillera que estuvo precedida en la misma forma y dirección por la cordillera oriental que es la más antigua de los Andes.

A. HUELLAS TECTONICAS EN LOS SEDIMENTOS Y LAVAS

Un vistazo general del suelo y subsuelo del país nos revela la existencia de huellas de movimientos tectónicos en diversos períodos de la Canga general. Vamos a hacer de ellos un ensayo de clasificación, para explicar su di-

recta intervención en la periodicidad volcánica en la región de la Sierra y también en las regresiones y transgresiones marinas ocurridas en la región de la Costa.

a. Región de la Sierra

Al lado Este del Panecillo, se ven claras señales de fuertes deslizamientos locales a causa de un movimiento tectónico sobre capas de facies lacustre por debajo de la Cangagua eólica que cubre completamente el cerro. Aquel deslizamiento ha dejado un largo y pronunciado espejo de falla que toca hasta el mismo núcleo de lava de esta pequeña elevación. El horizonte lacustre que cubre a este cerro y que participa de las huellas de dislocación, corresponde al horizonte 20 de la Cangagua eólica (tornado aquí, en lacustre) y cubierto por los demás horizontes eólicos modernos. La dislocación es de N a S y buzamiento al Este.

Ya dijimos que las lomas de Ichimbía, Floresta y Guanguiltagua se han formado por dislocación, dislocación que ha dejado para que sus capas buquen al Oeste.

Al final de la Carrera Morales, para salir al río Machángara, los horizontes superficiales de la Cangagua lacustre moderna en contacto con la cangagua de bolas que queda debajo, presentan pequeñas fallas escaleriformes de asentamiento del terreno.

En la Estación ferroviaria de Quito, el horizonte de bolas se asienta en discordancia sobre morrena de III^a glaciación la que ha sufrido dislocación y levantamiento (Foto 8).

En el carretero de Quito a Guápulo, en el sitio que corresponde a la loma de la Floresta, el horizonte de la cangagua humosa (horizonte 24 de la Fig. 1), se superpone directamente sobre morrena de II^a glaciación. En otros sitios de esta región, las numerosas corrientes de lava que casi contornean al pueblo de Guápulo, se superponen sobre esta morrena de II^a glaciación. Por esta especial y determinada superposición de estas lavas sobre la morrena indicada, las llamamos: **lavas de Guápulo del II^o interglaciar.**

Cuando se va de Quito, al situarse a la derecha del puente de Guápulo, la lava brechosa antes indicada (pág. 419 ofrece un pronunciado espejo de falla. Más al norte

de este lugar se notan fuertes hundimientos y deslizamientos del suelo en dirección general Norte a Sur.

La parte de terreno ocupada por el pueblo de Guápulo es un lugar hundido y necesariamente relacionado con una acción tectónica, pues, el río Machángara nos da, en parte, una indicación acerca de la existencia de una zona de fallas que dando comienzo, por ejemplo, en el cerro Panecillo, hubo de ir a localizarse la extremidad de su hundimiento en el pueblo de Guápulo. Esta aseveración es tan justa, cuando encontramos, a medio trayecto de esta zona de fallas, en la quebrada "Volcán" al lado Este del río Machángara, otras fuertes huellas de dislocación.

En la zona de la laguna de Yambo se notan levantamientos de la formación lacustre antigua.

En la zona de Shucos (Prov. del Chimborazo), entre las poblaciones de Tixán y Alausí, su lava que encaja azufre, ofrece espejo de falla con dirección N-S y buzamiento al Este.

En el Socabón de la población de Guaranda, he visto rodados de gran tamaño correspondientes a una andesita con epidota provistos de espejo de falla.

En una corriente de lava andesítica del Oeste de la población de Catacocha en la Prov. de Loja, se nota un espejo de falla. La misma lava se encuentra bajo la cubierta superficial de laterita.

b. Región de la Costa

A lo largo del relieve de sus playas marinas, el terreno se deja notar muy dislocado por numerosas fallas que muchas veces se entrecruzan.

En el trayecto de Guayaquil a Salinas, se nota la más antigua y extensa regresión marina, demostrable por la existencia de fósiles marinos terciarios, como son: dientes de tiburón, espículas de estrellas de mar y variedad de conchas del género venus.

En la región de Puerto Bolívar (Prov. de El Oro), se nota una leve regresión marina que comprende un levantamiento continental y que abarca hasta la región del Guayas. En esta misma provincia, en el sitio del puente del río Yaguachi, la pizarra de la cordillera occidental ofrece un

potente espejo de falla de dirección N-S y buzamiento al Este, y ella misma está bajo la cubierta de laterita.

En la Fig. 2, puede verse un interesante corte marino en la población de Súa, al Sur de la ciudad de Esmeraldas. Si partimos hacia arriba, desde la parte baja de la figura, tendríamos una antigua playa representada por un conglomerado y concreciones calcáreas. Luego viene una formación terrestre de sedimento del delta de un antiguo río, el cual, en punta, adentrándose en el mar, es indicación viva de una **regresión marina** (letras c y d). Por encima de esta formación viene nuevamente otra semejante a la primeramente indicada y sobre la que se ha superpuesto otra nueva formación de delta del mismo río en un nuevo y elevado nivel al anterior, pero delta que está más alejado del mar indicando así una nueva **regresión marina** (letra f). Entre estas dos regresiones queda una **transgresión marina** representada por capas arcillosas y calcáreas (letra e). Finalmente, a través de una capa de arena fina, en un nuevo salto de falla de 5 metros, resto de un importante movimiento tectónico, viene por encima, la cubierta moderna representada por una arcilla arenosa laterítica, a la que debemos considerar como de la misma edad que la Cangagua eólica superficial. En el corte de la figura indicada, el más moderno movimiento tectónico queda debajo del horizonte h) y en igual relación de edad con la dislocación tectónica que ha dislocado a la Cangagua lacustre moderna (asentamientos en la Carrera Morales, Quito).

B. TECTONICA EN LAS ERUPCIONES VOLCANICAS

De los datos que dejamos anotados en los puntos anteriores, deducimos que se trata de auténticos movimientos tectónicos continentales epirogénicos, y no tanto de reajustamientos locales como es natural que suceda en la región de la Sierra. Estas dislocaciones tectónicas son de carácter local-regional-mundial, relacionadas con la extinguida acción orogénica terciaria y su subsiguiente y activa acción epirogénica. Esta última se particularizó en pausados ascensos continentales que trajo como consecuencia inme-

diata el reavivamiento volcánico de grandes y periódicos derrames de lavas y explosión de cenizas.

Por otra parte, dependiente de la acción volcánica (y está sujeta a los movimientos tectónicos) a su vez ha venido a ser, la aparición de las glaciaciones periódicas como luego veremos.

Así, las periódicas erupciones volcánicas han formado horizontes regionales de lavas y aglomeraciones de cenizas. Las erupciones antiguas fueron más potentes y de gran derrame por extensas grietas; mientras las modernas, con su carácter mejor explosivo local y hasta regional, han formado la Cangagua eólica moderna.

Las erupciones explosivas se deben a la natural y periódica obturación de los conductos volcánicos de las antiguas erupciones por grietas, obturación realizada mediante sus propios productos que facilitaron por largo tiempo, la enorme acumulación de gases para explosiones súbitas y violentas posteriores, eso sí a través de las lavas en erupción que se derramaban también por los bordes de los cráteres. Estas explosiones al enviar a la atmósfera las cenizas volcánicas, fueron hechas con tal potencia y magnitud, que hasta abrieron grietas en las faldas del mismo edificio volcánico, edificando así con lava, volcancitos parásitos como el Panecillo, etc., volcancitos llamados **cúpulas de hinchazón**; cúpulas que, posteriormente, fueron cubiertas con la Cangagua eólica moderna; sólo que aquí el cerro Panecillo sirvió ya de asiento de los horizontes de dicha Cangagua, parte de los cuales horizontes han tomado carácter lacustre.

Las erupciones por grietas son silenciosas como lavas un tanto básicas que son, hasta producir poca ceniza volcánica. La extensión de estos derrames es enorme como en el caso de las lavas antiguas de nuestra región interandina.

a. Epoca de lavas

Las lavas aparecieron en los interglaciares o épocas de actividad volcánica.

Dejamos ya hecha la indicación de que los horizontes de lavas podrían ser identificados por las huellas o interca-

laciones glaciares y las huellas tectónicas que ellas conserven.

Han existido cinco épocas de lavas. La más antigua, por contener condiciones geológicas y minerales diferentes de las cuatro posteriores épocas, se llama lava intermedia; lava, que no la tomamos en cuenta, sino las correspondientes a las cuatro épocas posteriores, comenzando con la primera o más antigua que llamaré: **1ª época de lavas.**

Así pues, las lavas de nuestro estudio de la Cangagua general, son de cuatro épocas diferentes.

Mi clasificación de los horizontes lávicos regionales a partir sólo de huellas tectónicas y glaciares, la establezco de la siguiente manera: El moderno horizonte de lavas o mejor, el **4º horizonte de lavas**, está representado por las lavas modernas que bordean el cráter del volcán Pichincha; por la lava vítrea de bloques del Antisana cubierta de la cangagua eólica superficial, etc. El **3er. horizonte de lavas**, está representado por las siguientes lavas: "lava estriada de Abraspungo" que está a 4.700 mts. de altura al Este del cerro Chimborazo (Foto 9); lava del cerro Panecillo estriada por tectónica; lava de San Antonio de Pomasqui; lava estriada por glaciar de última glaciación en la población de Papallacta, etc. El **2º horizonte de lavas**, está representado por las lavas típicas de Guápulo; lava de Ayaurcu (lava b) del valle de Abraspungo, lava que queda por encima de una morrena la que descansa también sobre otra lava (lava a) que hace allí de fondo, y luego tenemos la lava basal de Cumbayá por debajo de morrena de IIIª glaciación; y, finalmente, el **1er. horizonte de lavas**, no tiene muchos representantes lávicos por estar ocultos o lo que es natural, por haber sido destruidos por las glaciaciones posteriores; pero una representante mediata, es, la lava basal de Ayaurcu (lava a) del mismo valle de Abraspungo.

El 3er. horizonte de lavas es el que se encuentra más propagado a lo largo de la región interandina y cubierto por la cangagua eólica superficial o por más antiguos horizontes de la misma; mientras el 2º horizonte de lavas, también muy propagado, es mayor respecto al 4º horizonte de lavas, el cual se encuentra desarrollado en pequeñas corrientes hacia las cimas volcánicas y cubiertas por cangagua eólica superficial.

El cerro Panecillo, como volcán parásito del Pichincha, da una idea clara de la magnitud volcánica de la época del 3er, horizonte de lavas, y es desde donde arranca su origen, propiamente, la actual Cangagua eólica de la región de Quito (con sus 24 horizontes primarios), pero, eso sí, a través de una dislocación tectónica que se coloca debajo del horizonte i de ceniza fina de la Fig. 1 y Foto 8.

Según mi clasificación de las cuatro épocas de lavas, precedidas por una época anterior de lava intermedia que se enlaza cercanamente con las acciones plutónicas del terciario, tenemos cinco épocas de movimientos tectónicos que operaron, sincrónicamente, en las regiones de la Sierra y de la Costa.

La geohistoria de la Cangagua general, más claramente visible y comprobable en la región de la Sierra, está marcada por estas manifestaciones tectónicas que influyeron, a su vez, para el apogeo de periódicas épocas volcánicas que contribuyeron, asimismo, en las glaciaciones que advienen.

Reviste enorme importancia científica, de que con las huellas glaciares y tectónicas que quedan sobre y entre las lavas, se llegue a determinar horizontes de lavas; y reversiblemente, con los horizontes de lavas (una vez determinados, en ciertos casos, por tales huellas) se puedan identificar las glaciaciones.

Seguramente, la identificación de los horizontes de lavas y de glaciaciones, ofrezca enorme dificultad práctica según este procedimiento de las huellas glaciares y tectónicas, pero vale la pena el ensayo de este procedimiento científico que ya es de mi uso como para la elaboración de esta tesis.

El siguiente cuadro de los horizontes de lavas, es el resultado de mi clasificación, a base de las huellas glaciares y tectónicas.

EPOCA INTER- GLACIAR	LAVAS CON HUE- LLAS GLACIARES Y TECTONICAS	NOMBRE DE LAS LAVAS
4ª época de lavas	Lava moderna del Pi- chincha en la región de Quito Lava de bloques del Antisana	QUITENSE
3ª época de lavas	"lava de Abraspungo" Lava de Papallacta estriada por gla- ciación Lavas del Panecillo y Catacocha estria- das por tectónica	ABRASPUN- GUENSE
2ª época de lavas	Lavas de Guápulo Lava del Socabón de Tumbaco Lava superior de Ayaurcu	GUAPULENSE (Ayaurquense b)
1ª época de lavas	Lava inferior de Ayaurcu	AYAURQUENSE
	Lava intermedia	
Terciario superior		

Doy el nombre de Guapulense a la 2ª época de lavas, porque sus lavas son más típicas respecto a la lava inferior de Ayaurcu.

1. Intrusiones terciarias

Si queremos tomar en cuenta las intrusiones magmáticas que han formado los filones metalíferos y los diques pétreos, veremos que ellos están enlazados con los batolitos que forman el núcleo de las cordilleras plegadas que, en el caso de la cordillera occidental es la intrusiva diorita; y es también el mismo magma diorítico el que dió, a su vez, origen, a las efusivas porfídicas y a los diferentes tipos de andesita y dacita posteriores. Otras efusivas importantes de esta cordillera son las diabasas y basaltos de las erupciones por grietas del terciario superior y de épocas anteriores como lo representa la misma diabasa.

2. Fuentes termale

Las solfataras y fuentes termale de las dos cordilleras y región interandina se reparten también en edades. Las fuentes termale vivas de Tolóntag (Prov. de Pichincha) han formado un filón de caliza dentro de la Formación Cangagua eólica y como tal, se identifican como correspondiente al 4º horizonte de lavas.

En Pomasqui (Prov. de Pichincha), se explota caliza, pero más antigua que la de Tolóntag, puesto que en ella está terminada su acción hidrotermal y por tanto corresponde al 3er. horizonte de lavas.

En Shucos (Prov. de Chimborazo), existían fuentes termale que no tocaron la Cangagua eólica, pero transformaron el subsuelo hasta grandes distancias: claramente corresponden esas fuentes al 3er. horizonte de lavas.

En el valle de Totorillas, al pie sudeste del Chimborazo, se encuentran viejas y apagadas exhalaciones volcánicas por debajo de la Cangagua eólica; por tanto esas exhalaciones corresponden al 3er. horizonte de lavas.

Las fuentes termale vivas del Tingo, Machachi, Baños, etc., corresponden, netamente, al 4º horizonte de lavas.

De los ejemplos anotados en este punto, se desprende, que, la actividad volcánica en nuestros Andes, fué también activa hacia la 3ª y 4ª época de lavas.

C. LAS DOS GRANDES FASES DE LA TECTONICA

Parecen no existir, aparentemente, movimientos tectónicos dentro de la Cangagua general, pero conocemos ya, por ejemplo, el 3er. movimiento (Foto 8) que ha dislocado y levantado partes de la Formación lacustre antigua para la aparición del 3er. horizonte de lavas, como bien lo indica la lava del cerro Panecillo. A partir de este movimiento que trajo grandes erupciones volcánicas en el Pichincha del que arrancó su origen el Panecillo, comenzó a depositarse, **lenta y retrasadamente**, la Cangagua eólica moderna de 3ª época.

La Cangagua eólica superficial depositada, en discordancia, sobre material de IVª glaciación, revela el 4º movimiento tectónico. Las huellas de este movimiento, relativamente moderno, se encuentran en las fallas y asentamientos que ha sufrido la cangagua lacustre moderna de la región de Quito.

Los movimientos tectónicos más antiguos, se van a conocer en los ejemplos y comparaciones que van a venir.

Es, pues, a los movimientos tectónicos o epirogénicos que se deben todos y cada uno de los fenómenos geológicos de gran amplitud regional que han tenido que ver en los grandes sucesos de la geohistoria cuaternaria del Ecuador. Así, independientemente, a la formación de la cordillera occidental (por la orogénesis terciaria), formada a expensas de pizarras y calizas marinas cretácicas (por ejemplo, en el lugar Ovejería, en el camino Guaranda-Babahoyo), y que ascendieron por ello hasta la altura de más de 3.900 mts., se realizó un pausado movimiento continental que a su vez dió comienzo para un cambio del nivel antiguo del mar.

Cabe añadir, que estos movimientos epirogénicos, que son levantamientos y hundimientos continentales, realizaron dos sincrónicas y características acciones conjuntas: por una parte, construyeron diversos y nuevos niveles marinos; por otra parte, hacia las regiones interiores del continente como en nuestra Sierra, facilitaron las diferentes acciones volcánicas.

Marca el primer límite de regresión marina más antigua, la extensa zona de fósiles marinos de Guayaquil a Salinas asentada sobre la base del plegamiento de la cordillera occidental, y con ella dió comienzo también, la época inicial de lavas (lava Ayaurquense a), época que ya fué precedida por la 1ª glaciación con que comenzó de esta manera, la gran época de la Cangagua general.

Ya dejamos indicado que a la época de la lava Ayaurquense b), corresponde la típica lava de Guápulo. Por esta razón, la época de estas lavas se llama Guapulense.

No se oculta que cada uno de los períodos eruptivos de la gran época Cangagua general, tuvieron frecuentes derrames de lavas, de las cuales tomamos como horizontes guía sólo las que conservan huellas glaciares y huellas tectónicas.

Como se ve, el resultado mediato del pausado ascenso continental, fué, secundariamente, el **volcanismo**, pero sólo como derivación descendente ígnea de la anterior fase de las grandes intrusiones plutónicas que acompañaron a la misma acción del plegamiento de la cordillera occidental.

Todo este estudio comprende, entonces, sólo la **2ª fase tectónica**, siendo su comienzo la gran regresión marina Guayaquil-Salinas en la región de la Costa, y las erupciones volcánicas de la época de la lava intermedia en la región de la Sierra.

Las sub-fases tectónicas o epirogénicas, sus derivados volcánicos y edad pueden verse en el siguiente cuadro:

2ª fase tectónica	TIPOS DE LOS HORIZONTES DE LAVA REGIONAL	NOMBRE DE LA LAVA
4ª sub - fase	4º horizonte de lavas explosivas: lava moderna de Quito. Cangagua eólica superficial (23 24 horizontes).	QUITENSE
3ª sub - fase	3er. horizonte de lavas explosivas: lava del Panecillo, "lava estriada de Abraspungo" y Cangagua eólica desde el 1 al 22 horizontes.	ABRASPUNGUENSE
2ª sub - fase	2º horizonte de lavas por grietas: lava superior de Ayaurcu y lava típica de Guápulo.	GUAPULENSE
1ª sub - fase	1er. horizonte de lavas por grietas: lava inferior de Ayaurcu.	AYAURQUENSE a)
	Lava intermedia	
1ª fase tectónica	Terciario superior	


Haciendo uso, nuevamente, del corte de Súa (Fig. 2), tenemos que existe un perfecto paralelismo entre las formaciones geológicas de la Sierra y las de la Costa, a partir de la lava intermedia. Pero anotemos que las cuatro glaciaciones que se intercalan entre las cuatro épocas de lavas, indican el enorme espacio de tiempo que ha transcu-

rrido entre cada una de esas épocas alternantes y diferenciadas. Bien podemos indicar que, también, cada una de estas épocas de lavas, tuvo su representante clástico de material eólico encajando bolas de cangagua, como puede desprenderse del corte del río Chiche y de otros lugares.

Para la región de la Sierra, las lavas y acciones glaciares nos han servido como de elemento de guía e identificación de ellas mismas; para la región de la Costa, los elementos guía van a ser las sub-fases tectónicas grabadas en sus sedimentos. Así, la gran regresión marina Guayaquil-Salinas, con que se inicia la Cangagua general, coincide con la aparición de la lava intermedia a consecuencia de la presencia de la **2ª fase tectónica**; la 2ª regresión marina (1ª sub-fase tectónica) coincide (letras c y d) con el 1er. horizonte de lavas; la transgresión marina de la letra e), coincide con la 2ª sub-fase tectónica que originó al 2º horizonte de lavas; la 3ª regresión marina (3ª sub-fase tectónica) coincide (letra f) con el 3er. horizonte de lavas; el horizonte de arena fina de la letra g) (4ª sub-fase tectónica) tiene una falla de 5 metros de salto, la que es paralela con las fallas escaleriformes de la formación lacustre moderna de la región de Quito: fallas que contribuyeron para la aparición del 4º horizonte de lavas; el horizonte h) de arcilla arenosa laterítica, es paralelo con la Cangagua eólica superior de Quito. Esta última acción tectónica demuestra ser más intensa en la región de la Costa para la formación continuada de terrazas marinas o Tablazos, mientras en la región de la Sierra significaba acción volcánica y discordancia como para que el horizonte superficial de la Cangagua eólica se superpusiera directamente sobre elemento de IVª glaciación.

Las discordancias de la Cangagua eólica, nada tienen que ver con el largo espacio de tiempo que necesitó para el lento desarrollo y edificación de su masa formada de horizontes de ceniza fina o "cangagua" y horizontes de ceniza gruesa o "arena".

Para mayor ilustración del perfecto nexo geológico que existe entre las formaciones modernas de la Sierra y las de la Costa, intercalo el siguiente cuadro comparativo:

MOVIMIENTOS EPI-ROGENICOS (2ª fase tectónica)	REGION DE LA COSTA	REGION DE LA SIERRA
4ª sub - fase tectónica	*Arcilla arenosa laterítica (letra h)	Horizontes 23 y 24 de la Cangagua eólica superior de la región de Quito.
	Arena fina con falla (letra g)	4º horizonte de lavas.
3ª sub - fase tectónica	3ª regresión marina: delta (letra f) 	IVª glaciación: Cangagua lacustre moderna (con huellas de fallas).
		Cangagua eólica media e inferior: horizontes 1 a 23. 3er. horizonte de lavas.
2ª sub - fase tectónica	ÁREA HISTÓRICA DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL Transgresión marina: letra e)	IIIª glaciación.
		2º horizonte de lavas.
1ª sub - fase tectónica	2ª regresión marina: deltas (letras c y d)	IIª glaciación.
		1er. horizonte de lavas.
	Tranquilidad continental: letras a y b.	Iª glaciación.
	1ª regresión marina: zona de fósiles Guayaquil - Salinas	Lava intermedia.
(1ª fase tectónica)	Terciario	

RESUMEN:

1. En el Terciario y el Cuaternario se observa el efecto de dos diferentes y relacionadas fases tectónicas: una, de plegamiento dentro del Terciario (1ª fase); y otra de levantamiento continental dentro del tiempo de la Cangagua general (2ª fase), como continuación de la primera fase.

2. Los movimientos tectónicos o epirogénicos de la segunda fase, se caracterizan por pausadas emersiones continentales, emersiones que se han llevado a cabo en cuatro sub-fases que desencadenaron una gran intensidad volcánica en las cordilleras de la Sierra, y movimientos de ascenso y descenso en la Costa para formar deltas y terrazas marinas que en sí constituyen los típicos horizontes geológicos marinos de esta última región.

3. La mayoría de los movimientos tectónicos se han fraguado debajo de la Cangagua eólica de la región interandina y debajo de la laterita de la Costa.

4. Hay tres regresiones marinas en la Costa, de las cuales la primera, es de enorme magnitud, coincide con la aparición de la lava intermedia (comienzo de la época de la Cangagua general).

5. Los horizontes lávicos de la Sierra se identifican con cinco movimientos tectónicos, de los cuales, el más antiguo, queda en el Terciario superior y los cuatro posteriores, en el Cuaternario.

CAPITULO IV

LA EPOCA DILUVIAL O GLACIACION ANDINA

Quiero indicar que la profusión de datos y observaciones geológicas con que aporto en todo este estudio de la Cangagua general, para así sacar relaciones y dependencias técnicas, a fin de hacer de él un todo orgánico y estructurado, no se le debe tomar como un estudio terminado e irrefutable. Al contrario, faltan más datos y observaciones geológicas que sólo la dedicación científica y el tiempo pueden proveer para una obra más perfecta.

Por de pronto, con esta tesis dejo fundamentos, consideraciones e ideas que pueden ser muy provechosas para las investigaciones de los últimos tiempos geológicos. Desbrozadas las dificultades para obtener una idea, un instrumento seguro para la investigación científica, es ahora muy fácil para que otras personas continúen estos estudios, haciendo uso, eso sí, de férrea constancia y elevado entusiasmo.

Hemos dejado sentado que existe un estrecho parentesco entre la aparición de un horizonte volcánico (lavas y cenizas: época interglaciar) y una glaciación que adviene de inmediato (época glaciación).

Para la explicación del clima glaciación se ha hecho uso de diferentes teorías, de las cuales ninguna ha podido, hasta ahora, solucionar satisfactoriamente este punto. Sólo una teoría que se funde en las relaciones y dependencias próximas y evidentes que pudieran existir entre la aparición

de periódicos y regionales fenómenos geológicos, como son, visiblemente, los fenómenos volcánicos y glaciares, puede aclarar el advenimiento de la gran época diluvial o glacial alrededor del Globo terrestre, tal como voy ahora, a hacer uso, con mi ensayo: la **Teoría volcánico-glacial** que se desprende, espontáneamente, de todo el estudio geológico de la Cangagua general que he venido desarrollando.

La interpretación del clima glacial, la encuentro yo en la producción gigantesca de gas carbónico y sobre todo de cenizas volcánicas en los diferentes períodos de las erupciones no sólo Andinas, sino mundiales. En efecto, estas erupciones (explosivas) no fueron regionales sino de carácter mundial, ya que las dislocaciones terciarias y del Cuaternario, fueron comunes en las mismas épocas, alrededor de la corteza del Globo. Por esta razón, **una glaciación mundial**, según mi teoría volcánica-glacial, **fué subsiguiente a cada época de volcanidad local-regional-mundial**.

La aclaración evidente y sencilla del clima glacial del mundo, sólo puede encontrarse en nuestro país de terreno volcánico mezclado alternativa y estratiformemente con potentes formaciones glaciares. Ya hemos visto de todo esto en los capítulos anteriores; pero, seguiremos usando, nuevamente, de esos conocimientos.

ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

A. DISMINUCION MUNDIAL DE LA TEMPERATURA

Generalmente, una exagerada cubierta vegetal es consecuencia de una época anterior rica en gas carbónico (erupciones explosivas).

En la violenta liberación de los gases que salen por las chimeneas volcánicas fraccionando y pulverizando las masas lávicas en erupción para producir enormes masas de cenizas y polvos volcánicos, entre otros gases como los de boro, fluor, etc., que fueron proyectados a la atmósfera, se encontraban, también, en enorme abundancia el gas carbónico. Estas masas de cenizas y gas carbónico, son los que lograron a la disminución completa de la temperatura ambiente local-regional-mundial, para crear un perenne estado de lluviosidad y precipitación que contribuyeron para la

formación e invasión de los hielos desde los polos al ecuador terrestre, y desde las altas montañas hasta las partes bajas.

Los últimos cálculos de los geofísicos han dado el resultado desfavorable para negar la intervención del gas carbónico como causa suficiente para disminuir la temperatura mundial. No obstante, en nuestro caso, la formación de la Cangagua eólica requirió la directa intervención de grandes cantidades de gases, entre los cuales se encontraba el gas carbónico que tanto debía intervenir, por otra parte, para la existencia de la actual y potente cubierta vegetal.

Prescindo de dar aquí los conocidos detalles físicos y químicos de este gas que es un activo agente geológico y biológico. Su presencia es muy conocida en la Geohistoria de la Tierra como elemento vital de las plantas en cada una de las épocas vegetales que sucedieron de inmediato a las de actividad volcánica.

En efecto, la enorme acumulación de gas carbónico y enormes masas de polvos volcánicos, hizo a la atmósfera mundial en un gran espesor, densa, pesada, y por lo mismo apta para interceptar fácilmente la entrada regular de los rayos solares a la superficie terrestre. Por otra parte, esta misma pantalla de diferentes materiales (gases y polvos) estuvo siempre alimentada por la continua actividad volcánica en toda la extensión de cada época interglaciar volcánica de carácter local-regional-mundial.

Por el común desarrollo del volcanismo cuaternario en otros numerosos países, como Méjico, Cáucaso, etc., etc., me parece que la coincidencia mundial de las diferentes épocas volcánicas es, suficientemente aceptable para fundamentar el significado de mi teoría volcánica-glaciar. De suma importancia sería la de seguir estos estudios para la completa comprobación de esta teoría todavía en principio, pero que no obstante ha demandado grandes dificultades para su concepción y desarrollo.

Respecto a las teorías que se fundan en causas cósmicas, para dar explicación al advenimiento glaciar, son completamente insuficientes para aclarar la causa de la periodicidad glaciar en las regiones ecuatoriales.

La característica esencial de las llamadas épocas glaciares, fué la formación de hielo a expensas de la disminu-

ción de la temperatura ambiente, lo que contribuyó para una pronunciada precipitación de la humedad del aire; aire húmedo que, por sus cualidades aerotérmicas tuvo que condensarse en las alturas de las montañas en forma de grandes aglomeraciones de hielo y en máxima extensión regional, para hacer descender hasta el mismo nivel límite de la nieve eterna hasta zonas muy bajas. Desde estas nuevas zonas de alimentación partieron, entonces, las lenguas glaciares. Estas lenguas son, precisamente, las que iban erosionando y puliendo las rocas que les servían de obstáculo y de fondo.

B. PRODUCTOS DE LA GLACIACION

La acción erosiva y la de transporte glaciar pueden apreciarse en las grandes aglomeraciones de morrenas que ocupan los valles andinos a expensas de las lenguas glaciares que han traído productos detríticos encima y debajo de ellas mismas. Las morrenas de la IVª glaciación del país se encuentran muy propagadas y avanzan hasta las zonas más bajas y calientes de 1.000 mts. como ocurre en la población de Piñas (Prov. de El Oro).

Las huellas de la estriación glaciar se demuestran especialmente en las lavas; así, en Papallacta, las lavas de andesita están pulidas y estriadas a manera de grandes lomas redondeadas. Igual cosa se tiene en la "lava de Abraspungo", que se encuentra en el repecho occidental del valle de Abraspungo.

Es ordinario que las morrenas indiquen estrías glaciares en muchos de sus cantos cementados con fuerte masa arcillosa y de arenas.

A lo largo de la región interandina es muy distinguible el horizonte morrénico de IVª glaciación, pero a distintos niveles del terreno anterior correspondiente al 3er. horizonte de bolas de cangagua, el cual descansa, regularmente, sobre material de IIIª glaciación.

C. LAS CUATRO GLACIACIONES DEL ECUADOR

Sobre este punto se ha dicho muy poco en el país. Con Hans Meyer se llegó a saber la existencia de dos definidas glaciaciones en la alta cordillera. En estos últimos tiempos, el Dr. Walter Sauer, nos hace la revelación que existen tres glaciaciones. Hoy, me toca dar a la luz pública, la existencia de cuatro glaciaciones. La última, la IV^a, es la que yo dejo, ahora, denunciada: es evidente y característica no sólo para la región de Quito sino también para gran parte del Ecuador.

Es necesario indicar que el Dr. Teodoro Wolf, no ha dicho nada sobre la glaciación andina.

Por el orden de aparición de las huellas glaciares sobre las lavas, se conoce la edad relativa de la lava. Así, por ejemplo, la "lava de Abraspungo", situada a la altura de 4.700 metros al Este del cerro Chimborazo y estriada por la IV^a glaciación corresponde, netamente, al IIIer. interglaciar. Este ejemplo y algunos otros salen de la generalidad de los casos en que una lava colocada en el terreno (que recibe posteriormente las huellas del paso de un glaciar), muy bien pudo ser derramada uno o dos períodos antes de una glaciación determinada.

En los numerosos ejemplos de los horizontes eólicos, morrénicos, aluviales y de lavas (página 438), dejo esbozado la dependencia glaciar respecto del volcanismo.

Para la región de Quito hemos dejado indicado que junto a la loma de la Floresta, en el camino de Quito a Guápulo se reconoce, inmediatamente, morrena de II^a glaciación en discordancia con el horizonte eólico superficial.

En la estación ferroviaria de esta misma ciudad, la morrena de III^a glaciación se encuentra en discordancia con el horizonte de bolas de cangagua que se le superpone (Foto 8).

La Foto 10 corresponde a Tililac (a 4.000 mts.), lugar situado en el camino de Riobamba a Guaranda, donde se destaca una extensa y potente morrena de IV^a glaciación venida del cerro Chimborazo.

La Foto 9, ilustra de cómo una lava de la 3ª época de lavas ha sido estriada por un glaciar de IVª glaciación proveniente del cerro Chimborazo.

El corte del río Chiche indica con claridad, tres desarrollados horizontes de bolas separando cuatro glaciaciones típicas, siendo la primera sobre todo, de carácter fluvial (fluvio-glaciar); la segunda y tercera glaciación participan también, en gran parte, de tal característica.

El siguiente cuadro indica en qué época aparecieron las glaciaciones, tomando como punto de referencia las épocas de las lavas o interglaciares, de las que sólo por dependencia geológica, toman su nombre respectivo.



ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

TIPOS DE LAVA	HORIZONTES DE LAVA	GLACIACIONES	EPOCA DE LAVAS Y GLACIACIONES
Lava moderna del Pichincha de la región de Quito.	Cangagua eólica superior: horizontes: 23 y 24.	Post - glaciación.	QUITENSE
	4º horizonte de lavas.		
		IVª glaciación.	
"lava de Abraspungo".	Cangagua eólica media e inferior: horizontes: 1 a 22.	IIIª interglaciación.	ABRASPUNGUENSE
	3er. horizonte de lavas.		
		IIIª glaciación.	
Lava superior de Ayaurcu (lava b).	2º horizonte de lavas.	IIª interglaciación.	GUAPULENSE
Lava de Guápulo.		IIª glaciación.	
Lava inferior de Ayaurcu (lava a).	1er. horizonte de lavas.	Iª interglaciación.	AYAURQUENSE
		Iª glaciación.	
Lava intermedia.	_____	Preglaciación.	_____
Terciario superior.			

Por este cuadro notamos que un mismo nombre sirve para nominar los horizontes de lavas (época interglaciar) y los horizontes glaciares (época glacial). Esta unificación aparente nace sólo del enlace y dependencia que existe, según mi teoría volcánica-glacial, entre estas gruesas y diferenciadas formaciones geológicas. Pero esa dependencia glacial del volcanismo no quiere decir que se confundan sus respectivas acciones y productos en una misma época. Esa dependencia se realiza, como hemos visto, en dos características épocas ascendentes, diferenciadas y muy largas, como la **acción volcánica** (época interglaciar); y posteriormente, la **acción glacial** (época glacial). Todavía más, existe la extensa **declinación glacial** (época aluvial-fluvial) que significan una inmensidad de tiempo.

El nombre común para un horizonte de lavas y un horizonte glacial lo usamos a título de la dependencia que dejamos anotada, ya que las lavas conservan las huellas del paso de los glaciares, y sirven, también, de base de las morrenas.

En general, puede decirse, que de las cuatro glaciaciones del país, sobre todo desde la primera a la tercera glaciación, el ambiente se caracterizaba por un perenne estado de lluviosidad que facilitó un gran acumulamiento de agua en las depresiones para asegurar la suspensión y el movimiento de los bloques de hielo que se desprendían de las lenguas glaciares hasta el pie de los cerros, desde donde tocaron los bordes lagunares para ir a la deriva sobre el agua de la Formación cangagua lacustre antigua que fué preferente y posteriormente dislocada por la 3ª sub-fase tectónica que originó a la vez el 3er. horizonte de lavas del que arrancó su origen la Cangagua eólica moderna.

La atenta observación de muchos cortes del terreno indica que, después de la IIIª glaciación y la dislocación que advino (Foto 8), hubo también un largo estado de erosión. Sobre este suelo erosionado de la IIIª glaciación, se superpuso la Formación cangagua eólica que ocupó hasta las más bajas depresiones, dentro de un largo período de desarrollo, hasta lograr retener, por otra parte, hacia el final de su época, la IVª glaciación que se caracterizó por un régimen lluvioso y de nevizas que excavaron extensas y profundas

cuencas en los cerros y lomas constituídos del tercer horizonte de bolas (horizonte 22 de la cangagua eólica de Quito).

D. OSCILACION CLIMATICA

No puede ser otra que el agotamiento de la cantidad del gas carbónico y de las masas de polvos volcánicos, causado por un descenso o descanso de la volcanidad local-regional-mundial.

Necesario es pensar que la condensación perenne de la humedad ambiente para la formación de hielo, significaba también, al mismo tiempo, un agotamiento lento a fin de disminuir su influencia y desarrollo en la zona de alimentación nieval.

El exceso de humedad de las épocas glaciares ha supervivido en los interglaciares en forma de acción fluvial-aluvial para así formar, suficientemente, grandes aglomeraciones detríticas y potentes terrazas. Todo este material mecánico se encuentra muy visible, por ejemplo, debajo de la cangagua eólica superficial correspondiente a la declinación climática de la IVª glaciación.

a. Interglaciación

Los horizontes de bolas que separan las glaciaciones como se comprueba en el río Chiche, son los interglaciares, que, por otra parte, participan, cada uno, de un carácter **fluvial**. El carácter o acción fluvial, en el interglaciación, es más antiguo que el eólico, puesto que directamente toca, como declinación glaciación morrenas de época de hielos.

Como la cangagua eólica de bolas de Quito cubre, y en pequeños espacios, directamente, zonas de tercera glaciación (Foto 8); mientras en otras, trae los horizontes eólicos basales 1 al 22: esto es una indicación de que en el tiempo de la formación de los horizontes 21 y 22 ha habido interrupción o pausa local de la sedimentación eólica; se-

dimentación que, en otras palabras, significaba discordancia, la que estuvo enlazada con un movimiento tectónico de fallas de dirección N-S. Este movimiento tectónico es el que ha traído, también, el 3er. horizonte de lavas (como lava del cerro Panecillo) formando, por otra parte, y con posterioridad, la sedimentación de su tercer horizonte de cenizas (los 24 horizontes de la Cangagua eólica de Quito).

b. Post-glaciar

Indicamos que hacia el pueblo de Guápulo, el horizonte eólico superficial 24 estaba sentado en discordancia sobre morrena de III^a glaciación. Y aquí estamos ante un nuevo caso, estamos en la presencia de una dislocación tectónica todavía más moderna (de la estudiada en la Foto 8) que originó al 4º horizonte de lavas, representado por la lava bordeante moderna del cráter del volcán Pichincha de la región de Quito (lava Quitense), lava que fué cubierta de poca cangagua del 24avo horizonte eólico.

Los horizontes eólicos 23 y 24, constituyen, pues, el Post-glaciar, al que son paralelos las tierras lateríticas superficiales de la región de la Costa.

Conociendo ya los horizontes de lavas y glaciares, incorporémosles en las respectivas divisiones y épocas de la Cangagua general, nombre con que así designamos a sus dos grandes formaciones: Cangagua eólica (moderna) sobre Cangagua lacustre (antigua).

CANGAGUA GENERAL	DISLOCACION, MORRENAS, LAVAS Y CENIZAS	EPOCAS
C a n g a g u a e ó l i c a	Cangagua eólica superior: horizontes 23 y 24. 4º horizonte de lavas: lava Quitense.	Post - glaciación.
	Dislocación con discordancia.	
		IVª glaciación.
	Cangagua eólica media e inferior: horizontes 1 a 22. 3er. horizonte de lavas: "lava de Abraspungo" y del cerro Panecillo.	IIIer. interglaciación.
C a n g a g u a l a c u s t r e	Dislocación con discordancia.	
		IIIª glaciación.
	Lava de Guápulo. 2º horizonte de lavas.	IIº interglaciación.
	Dislocación.	
	Morrena intercalante del Chimborazo.	IIª glaciación.
	Lava Ayaurquense a). 1er. horizonte de lavas.	1er. interglaciación.
	Dislocación.	
	Base del río Chiche	Iª glaciación.
	Lava intermedia.	Preglaciación.
	Dislocación.	
Lavas de erupción por grietas.		Terciario superior

1. Cubierta vegetal

La actual cubierta vegetal se encuentra sobre el horizonte eólico 24. La potencia de esta cubierta se mide por sus selvas y bosques actuales.

El aumento constante de esta vegetación debió disminuir el gas carbónico de la precedente época volcánica; una vez disminuído éste, debió a la vez reducirse o paralizarse, también, esa misma vegetación y humedad, para elevarse un tanto la temperatura del aire ambiente actual.

La cubierta vegetal que en sí es un signo de la humedad del ambiente, mejor, se debe al constante fenómeno de capilaridad que se realiza a través de los horizontes de la Cangagua eólica con agua higrométrica, y esto se hace mediante la acción del clima seco exterior que absorbe la tal humedad. Este horizonte de humedad, por otra parte, da indicación de ir, ahora, en lenta sequía.

Las piedras pulidas y con barniz del desierto, en nuestras altas montañas, indican que la humedad exterior es muy pequeña.

El clima de estepa de la Cangagua eólica ha restado la superviviente humedad del aire de las épocas glaciares para las modernas y lentas regresiones del hielo andino.

El clima del Post-glaciar demuestra ir, claramente, en lenta sequía para la estabilidad que demuestran los actuales vientos constantes y el retroceso glaciar.

RESUMEN:

1. Las glaciaciones del Ecuador aparecieron en cuatro épocas diferentes a causa de la enorme liberación de gas carbónico y formación de grandes masas de polvo volcánico en cada época de lavas; gas carbónico y polvos que sirvieron de pantalla de los rayos solares para hacer bajar la temperatura ambiente local-regional-mundial.

2. Las cuatro glaciaciones, principiando por la de más edad, son: Ayaurquense, Guapulense, Abraspunguense y Quitense.

3. Los interglaciares son de carácter fluvial y eólico; y llevan el nombre de su respectiva lava característica.

4. El Iller. interglaciar fué de la más grande intensidad volcánica, así como lo fué, también, subsiguientemente, su IV^a glaciación.

5. La oscilación climática es causada por la disminución constante del ácido carbónico y masas de polvo volcánico debido a un reposo o extinción volcánica.

6. La actual cubierta vegetal está favorecida por los fenómenos de capilaridad que realiza el clima seco exterior a través de los horizontes superficiales de la Cangagua eólica.



ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

P A R T E I I I

C A P Í T U L O I

HORIZONTES PALEONTOLOGICOS Y CULTURALES DE LA CANGAGUA EOLICA

Para este estudio se necesitó también de una detenida observación local y regional.

Sólo en las épocas interglaciares pudo desarrollarse, en un grado apreciable, la fauna y la flora. La cangagua del tercer interglaciar ha sido asiento de animales, como: siervos, caballos, mastodontes, etc. Sus restos más ricos se encuentran en la Quebrada de Chalán en Punín (Prov. del Chimborazo); en donde se constituyó, si cabe decir, un centro de refugio de los animales de esa época, de allí que éstos fueron encerrados o mejor dicho bloqueados por la fina ceniza.

La base de este horizonte eólico de fósiles es de carácter lacustre en la que se destaca una fauna diminuta de paludinas.

El tercer interglaciar de Quito ofrece también restos de siervos, etc.

En la Quebrada de Chiche, el tercer interglaciar es también fosilífero; pero desde el segundo interglaciar se nota una existencia de fósiles por la eflorescencia de nitratos que cubren los horizontes de esta época.

Hasta ahora no he podido localizar restos culturales en los horizontes del tercer interglaciar.

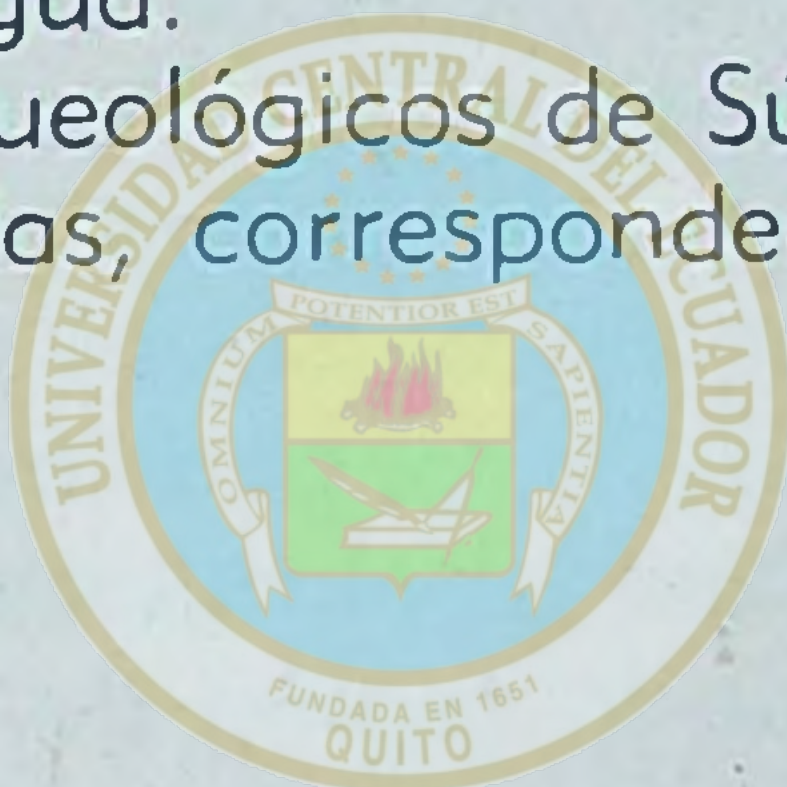
En las arenas fluviales de la declinación climática de cuarta glaciación, he podido localizar tiestos de barro de cultura antigua, así como dientes de caballo, todo esto, en la región de Quito.

En el horizonte eólico superficial (horizonte 24) de la Cangagua eólica de Quito, se nota una buena cantidad de tiestos que demuestran rasgos culturales antiguos, y que están mezclados con la masa geológica de este horizonte.

En las afueras de Catacocha (Prov. de Loja), su laterita corresponde al Post-glaciar y contiene entre su masa tiestos de cultura antigua. En el pueblo de Olmedo de esta misma provincia, extraído de la laterita, conservo un huso de hilar, de barro cocido y que parece ser de origen quichua.

En el pueblo de Piñas (Prov. de El Oro), la laterita que cubre una morrena de IV^a glaciación, retiene tiestos de barro de cultura antigua.

Los restos arqueológicos de Súa y la Tolita, en la provincia de Esmeraldas, corresponden al Post-glaciar moderno.



RESUMEN:

ÁREA HISTÓRICA

DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

1. Fauna terrestre y acuática caracterizan la cangagua eólica del tercer interglaciar.

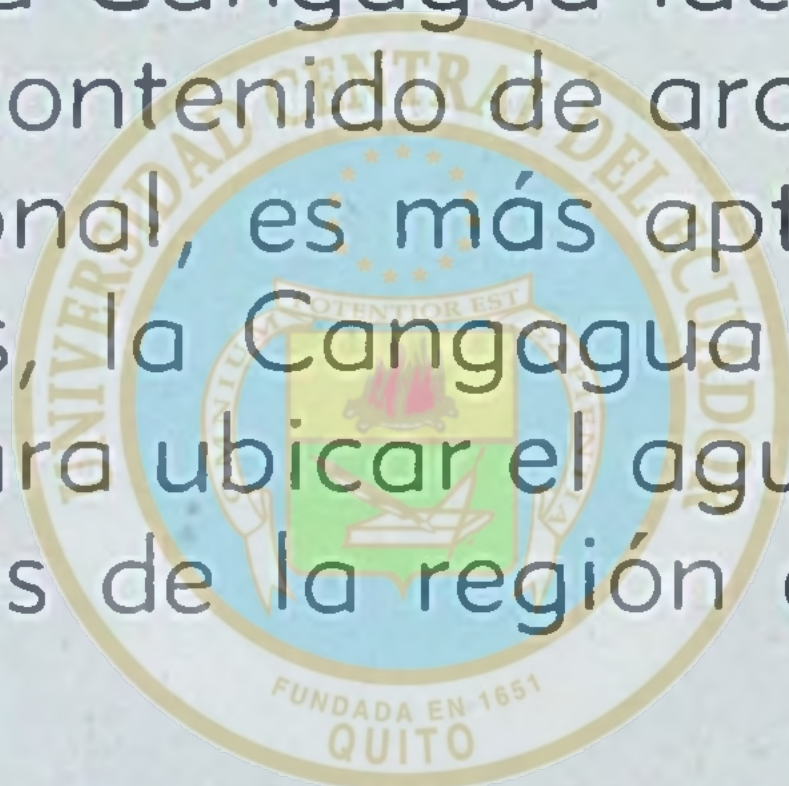
2. Desde la formación fluvial correspondiente a la IV^a glaciación, comienza a manifestarse cultura andina.

CAPITULO II

APLICACION DE LA CANGAGUA EOLICA Y LACUSTRE

La utilización de la Cangagua eólica parte con la identificación de sus horizontes característicos que afloran o pierden entre o sobre la Cangagua lacustre moderna la que, por otra parte, por su contenido de arcilla y enorme desarrollo y propagación regional, es más apta para la agricultura.

En ciertos lugares, la Cangagua lacustre moderna sirve de horizonte guía para ubicar el agua freática como acontece en los dos Batanes de la región de Quito.



ÁREA HISTÓRICA

A. HORIZONTES DE EXPLOTACION

La Cangagua eólica es explotada, en general, como un material de construcción y mortero, motivo por el que a los diversos horizontes han sido dados nombres rudimentarios, entresacando de los caracteres físicos más salientes y de utilización.

La nomenclatura minera de la Cangagua eólica parte desde el horizonte 24, hacia abajo, con los siguientes nombres:

Horizonte 24 ("cangagua" y humus)	"Chocoto"
Horizonte 23 (pómez)	"Pómez"
Horizonte 22 (cangagua de bolas)	"Cangagua"

Horizonte 21 (pómez)	"Pómez"
Horizonte 20 (cangagua arenosa)	"Blanquilla"
Horizonte 19 (pómez fino)	"Amarilla"
Horizonte 18 (cangagua arenosa fina)	"Tierra amarilla"
Horizonte 17 (arena azul)	"Arena"

Sólo los indicados horizontes superficiales son explotados a causa de que los demás horizontes de profundidad van tornándose en lacustres (Fig. 1).

B. AGRICULTURA

Respecto a la influencia de la Cangagua eólica en la Agricultura, podemos decir lo siguiente:

Las cenizas volcánicas tienen la misma composición mineral y química que sus lavas respectivas; las andesitas, formadas de feldespatos y un elemento negro de hornblenda, biotita o augita.

Los componentes químicos de los feldespatos, son: el potasio, el sodio, y sobre todo el calcio. Los demás componentes de la lava, son, alúmina, sílice, magnesio y óxido de hierro. La mayoría de todos estos elementos son los necesarios para el desarrollo de las plantas.

Observando al microscopio el feldespato de esta cangagua, se tiene que sus cristales se encuentran muy conservados de descomposición química externa. Esto obedece a que la mayoría de los horizontes primarios de la Cangagua eólica moderna conservan hasta ahora, su posición (geológica) y composición originarias. Sólo el horizonte 22 de bolas se encuentra en parte erosionado y descompuesto a lo largo de la región interandina por acción de la IVª glaciación que le ha hecho, en cierto modo, apto para la agricultura en sus áreas descubiertas.

La Cangagua eólica puede reavivarse en su acción química-biológica, si redujéramos su alta cohesión obtenida en la diagénesis, mediante sólo un constante desmenuzamiento de su masa compacta. Es decir, se necesita darle

soltura hasta para facilitar una descomposición química natural; no necesita, propiamente, modificar su composición química sobre todo si se trata de cangagua no muy trabajada en cultivos.

Muy pronto daré a conocer en una publicación adecuada, el uso que se debe dar a la Cangagua en la Agricultura.

RESUMEN:

1. La Cangagua eólica necesita de un constante y profundo desmenuzamiento para convertirse en suelo fértil.

2. La Cangagua lacustre moderna puede ser asiento del agua freática.



ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

CAPITULO III

COMPARACION DE LA CANGAGUA CON EL LOESS

La Cangagua eólica, por el origen de su material, es primariamente diferente al Loess, secundariamente, son iguales como formaciones eólicas inter y post-glaciares.

1. La Cangagua eólica es un producto volcánico del Ande septentrional-central del Ecuador.

2. El Loess es un producto de las estepas y de los desiertos. Procede de zonas arcillosas de la descomposición de las rocas, que más tarde dieron al viento su polvo fino, para la actual cubierta.

3. La Cangagua eólica es una masa terrosa gris-amarillenta y con poco o nada de cal libre debido a que sus fel-despatos de origen volcánico, no han entrado todavía en descomposición.

4. El Loess es una masa terrosa amarillenta y con mucha cal por venir de la descomposición de las rocas.

5. La Cangagua eólica ofrece diversos horizontes, mediante la selección natural de sus cenizas, por el tamaño del grano.

6. El Loess ofrece horizontes eólicos, lacustres y de descalcificación.

7. El Loess es de mayor potencia que la Cangagua eólica, especialmente en las regiones de su principal propagación.

8. El Loess por la abundancia de su cal, forma tubos de capilaridad dentro de su masa, facilitando así, aireación suficiente para su cubierta vegetal.

9. La Cangagua eólica realiza su aireación, primeramente, por su porosidad; luego por las raíces de las plantas, huecos de gusanos, etc. Además, la facilidad de infiltración que posee esta formación es dada por la capilaridad; fenómeno que favorece la salida de la humedad interior hacia la superficie.

CONCLUSION

Para finalizar este estudio geológico de la **Cangagua general** que constituye toda una época, la **volcánico-glaciario**, démosle su nombre científico: CUATERNARIO.

La **Cangagua lacustre** constituye el **Cuaternario inferior o antiguo** (Pleistoceno inferior) y la **Cangagua eólica** el **Cuaternario superior o moderno** (Pleistoceno superior y Holoceno).

El siguiente cuadro, es el resumen de esta gran época que tuvo amplios caracteres geológicos e influencias en las regiones de la Sierra y de la Costa.

DIVISION		REGION DE LA COSTA	REGION DE LA SIERRA	
Formaciones		Dislocaciones	Erupciones	Glaciaciones
C a n g a g u a g e n e r a l	Cangagua	Falla (letra g) y estado actual de regresión.	4º horizonte de lavas.	Post - glaciación.
	eólica	_____	_____	IVª glaciación: Quitense.
	moderna	3ª regresión marina.	3er. horizonte de lavas.	IIIer interglaciación.
o C u a t e r n a - r i o	Cangagua	_____	_____	IIIª glaciación: Abraspunguense.
		2ª regresión marina.	2º horizonte de lavas.	IIº interglaciación.
		_____	_____	IIª glaciación: Guapulense.
	lacustre	Transgresión marina (letra e).	Ier. horizonte de lavas.	Ier. interglaciación.
	antigua	_____	_____	Iª glaciación: Ayaurquense.
		Iª regresión marina Guayaquil-Salinas.	Lava intermedia.	Preglaciación.
Terciario superior.				

Como consecuencia final de mi teoría volcánica-glaciaria, denuncio los siguientes principios:

1. Las glaciaciones son consecuencia del periódico volcanismo local-regional-mundial.

2. Las huellas glaciares y las tectónicas sirven para identificar los horizontes de lavas.

3. Por el orden de sucesión de las lavas se conoce el de las glaciaciones, y también el de los movimientos tectónicos.

F I N



ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

PERFIL DE LA CANGAGUA EOLICA DE LA REGION DE QUITO

Fig. 1

Escala: 1:1000

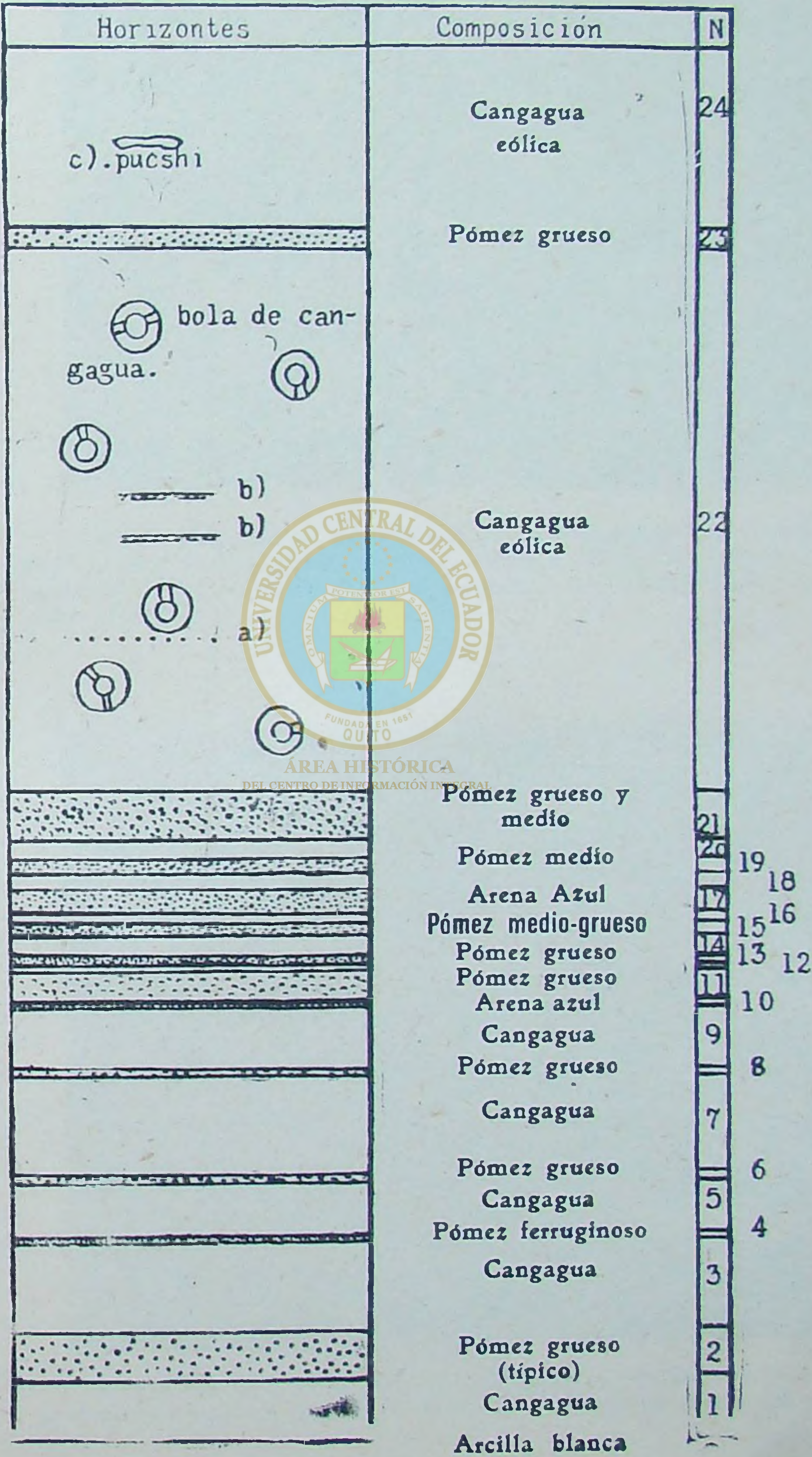
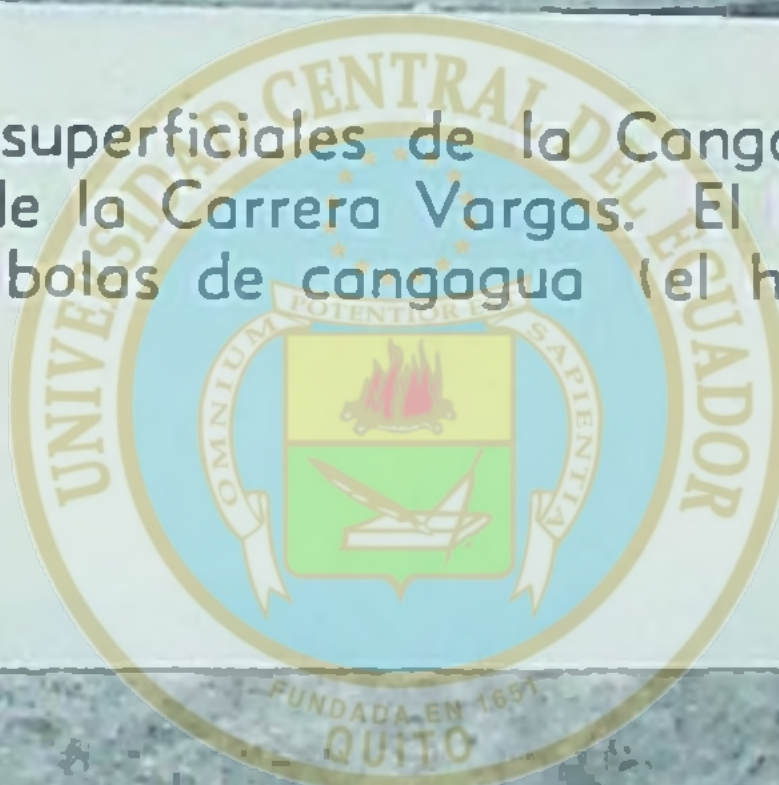




Foto 1.—Horizontes superficiales de la Cangagua eólica moderna como pueden verse en el perfil de la Carrera Vargas. El horizonte 22 es el más potente de todos y contiene bolas de cangagua (el horizonte más grueso y de color oscuro).



ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL



Foto 2.—Horizonte 22 de la Cangagua eólica moderna encajando el grueso horizonte fósil de bolas de cangagua. Es horizonte guía local y regional.

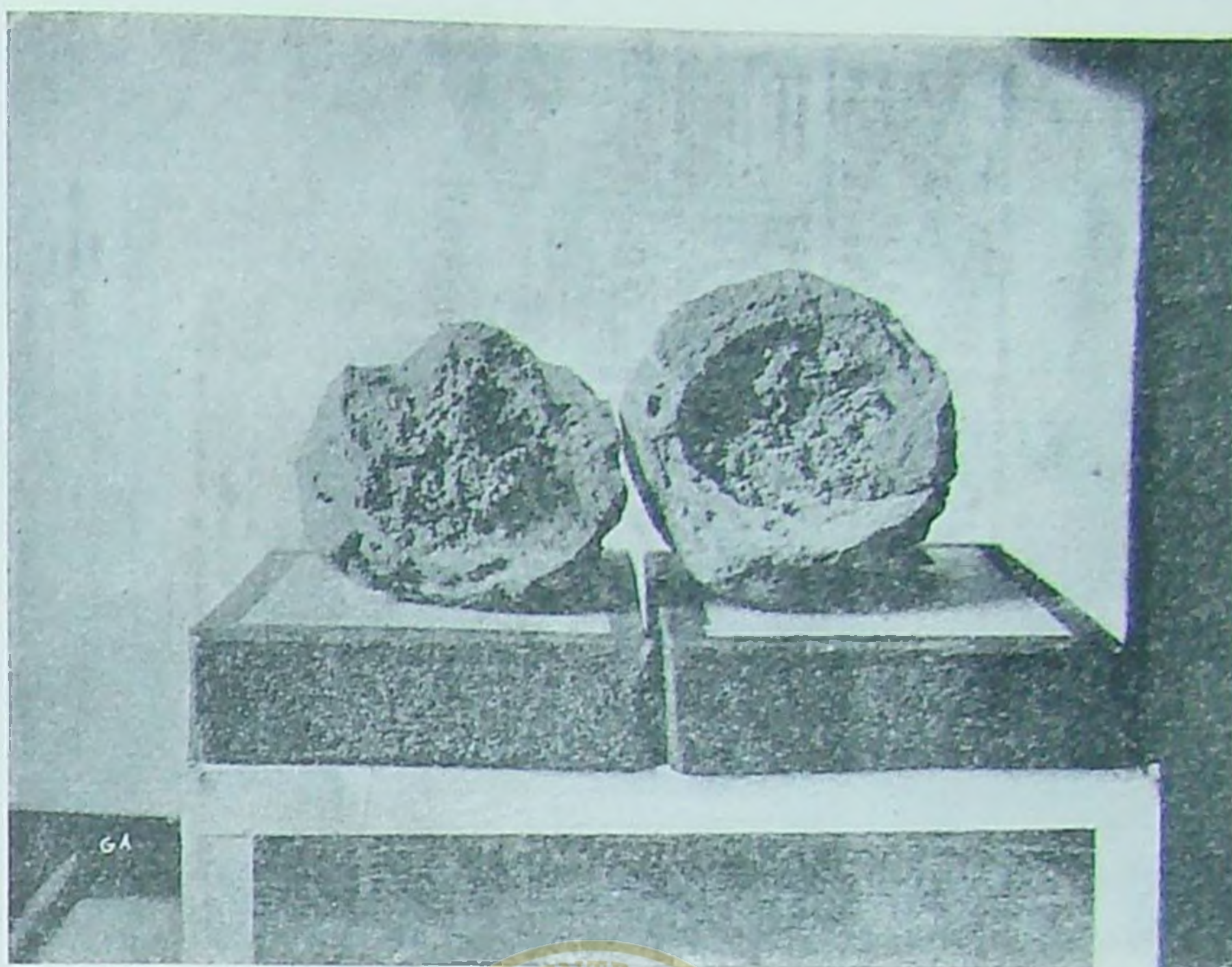
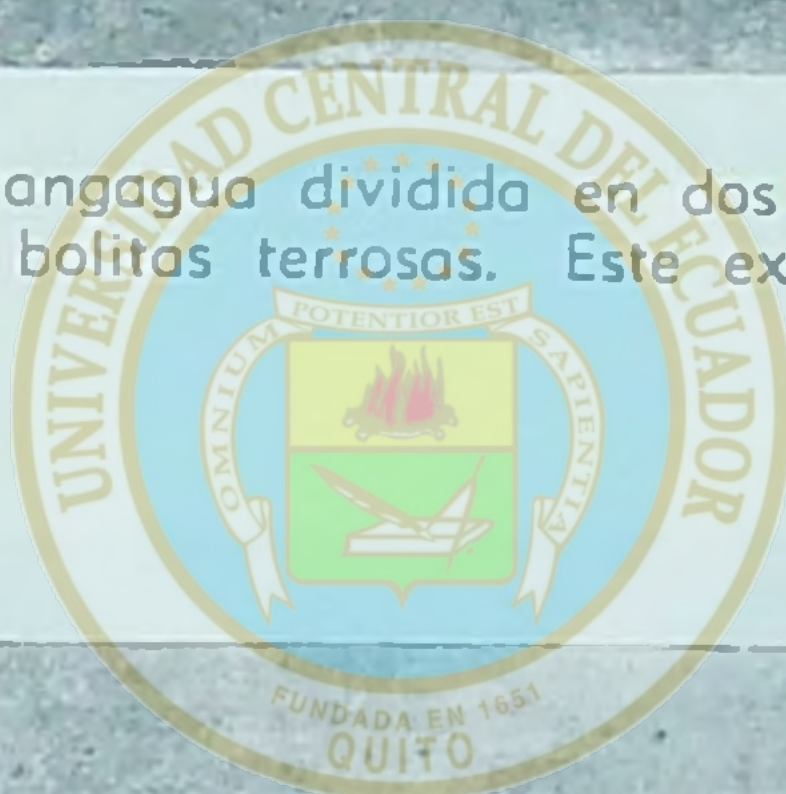


Foto 3.—Bola de cangagua dividida en dos partes mostrando un núcleo de excremento de finas bolitas terrosas. Este excremento corresponde a otro insecto diminuto.



ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

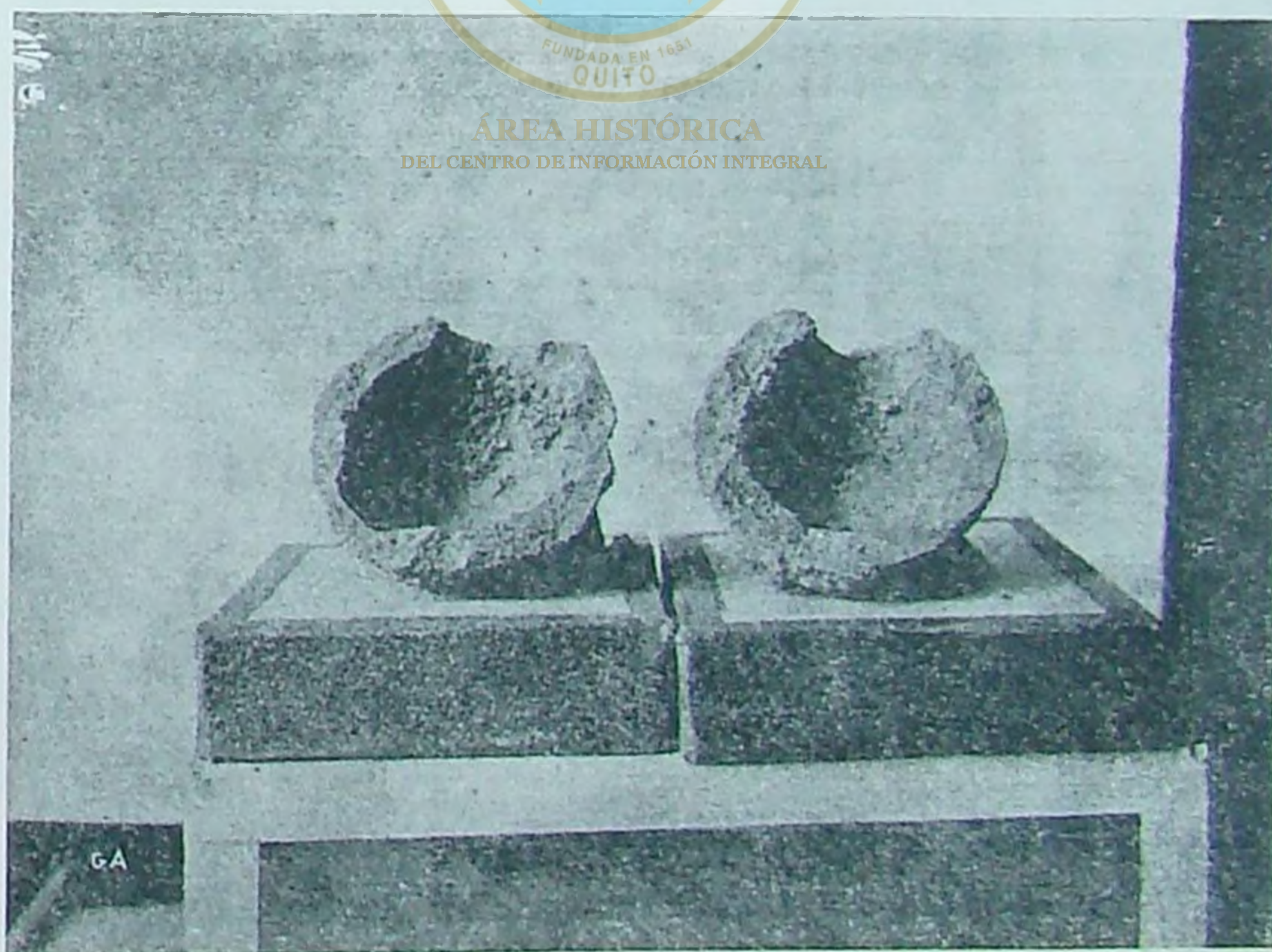


Foto 4.—Bola de cangagua vacía de excremento y mostrando el ancho orificio de salida de la larva del escarabajo.

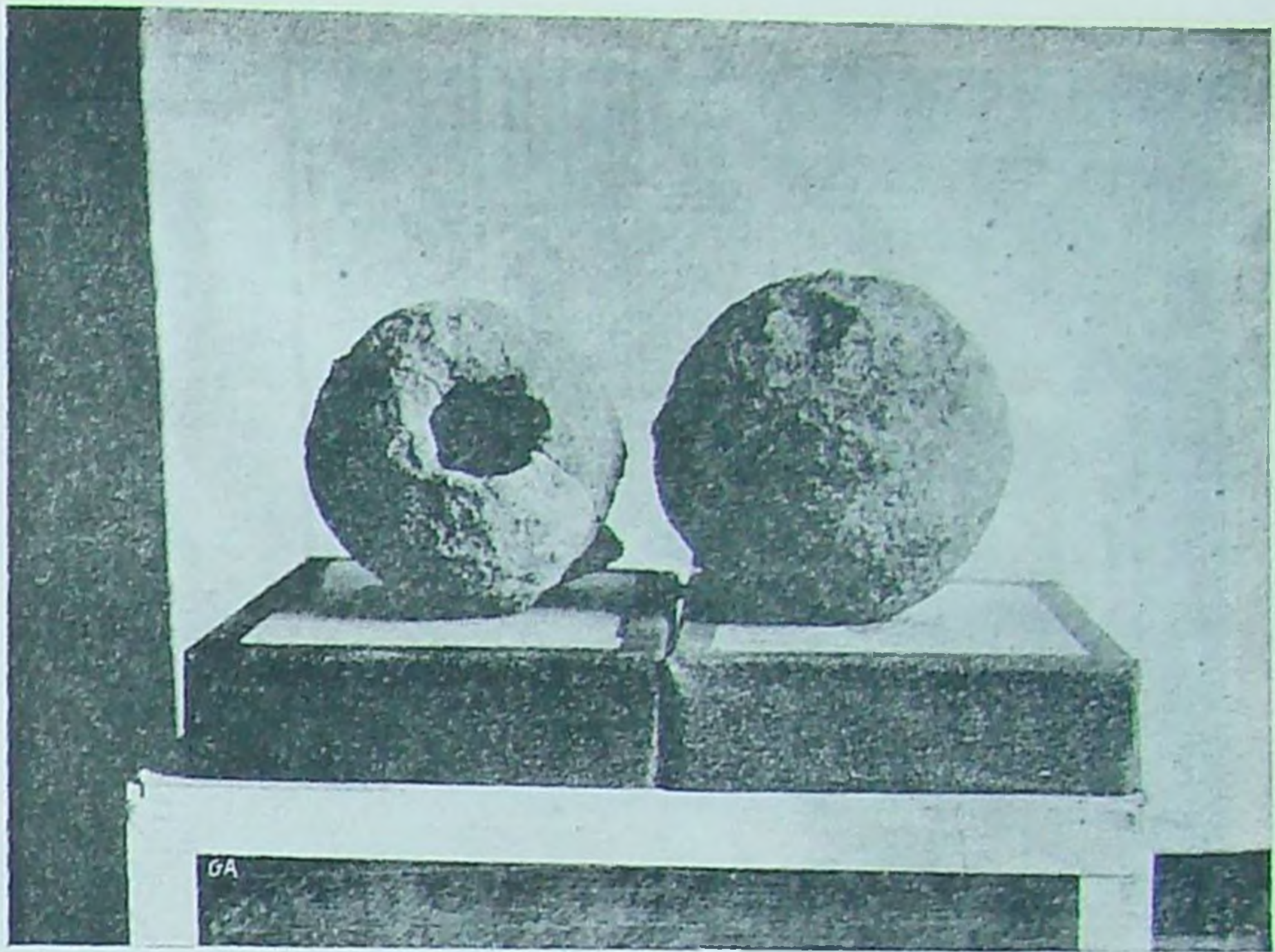


Foto 5.—Bolas de cangagua provistas de los orificios de salida y entrada de la larva.



ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL



Foto 6.—Corte transversal de una bola de cangagua: donde se nota una pared gruesa, el orificio de salida, y el núcleo del estiércol terroso.

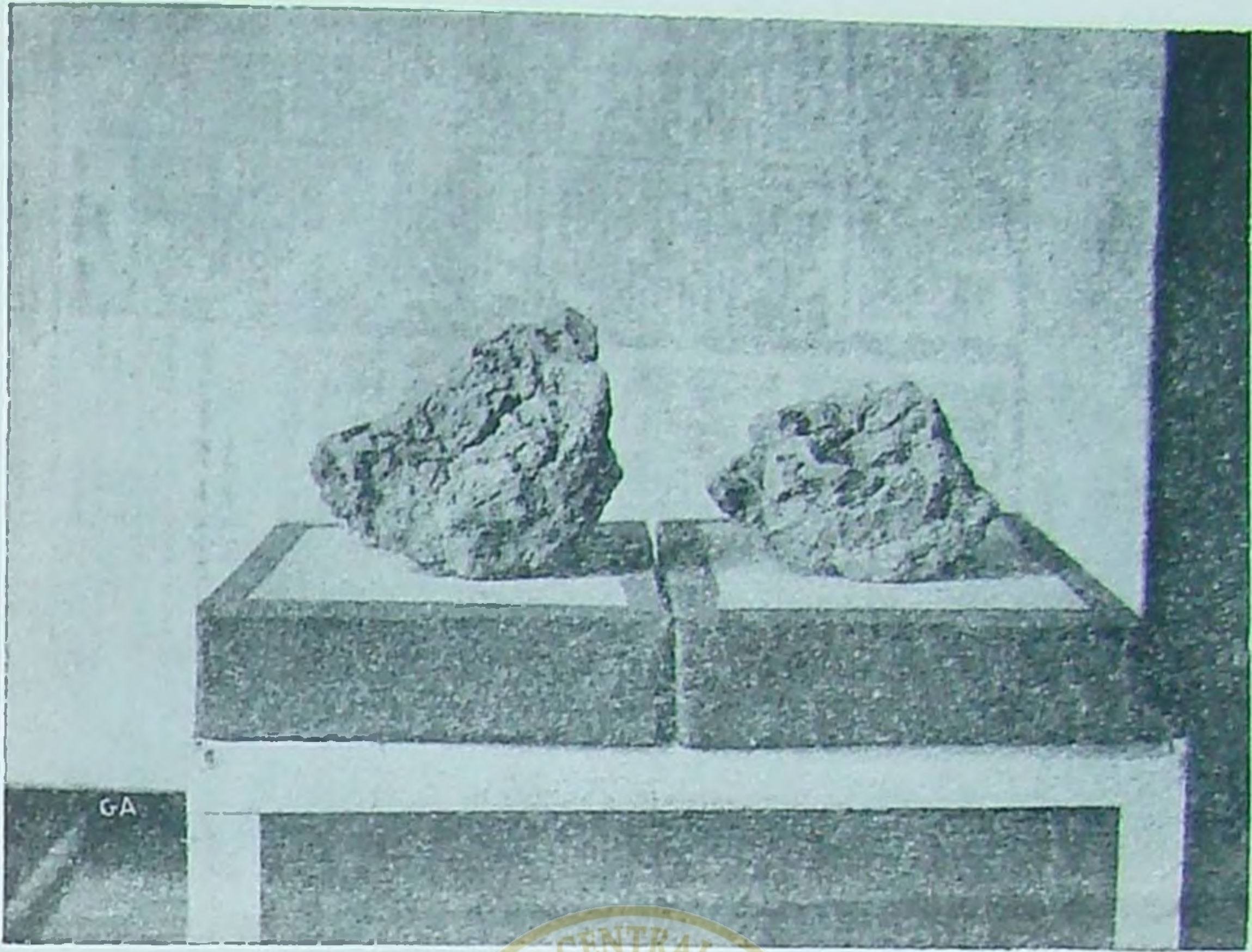


Foto 7.—Pedazos de una bola de cangagua con restos de la masa estercoraria en finas capas.



Foto 8.—El horizonte 22 de bolas de cangagua sirve de base del edificio. Este horizonte se encuentra sedimentado, directamente, sobre morrena de IIIª glaciación; morrena que ha sufrido más antes, dislocación y levantamiento. Las capas blancas corresponden a la declinación climática de esta glaciación.



Foto 9.—Representa la “lava abraspunguense” estriada por glaciación de IVª glaciación proveniente del cerro Chimborazo.



Foto 10.—Morrena de IVª glaciación en la altura de 4.000 metros en la zona de Tililac (camino Guaranda-Babahoyo).

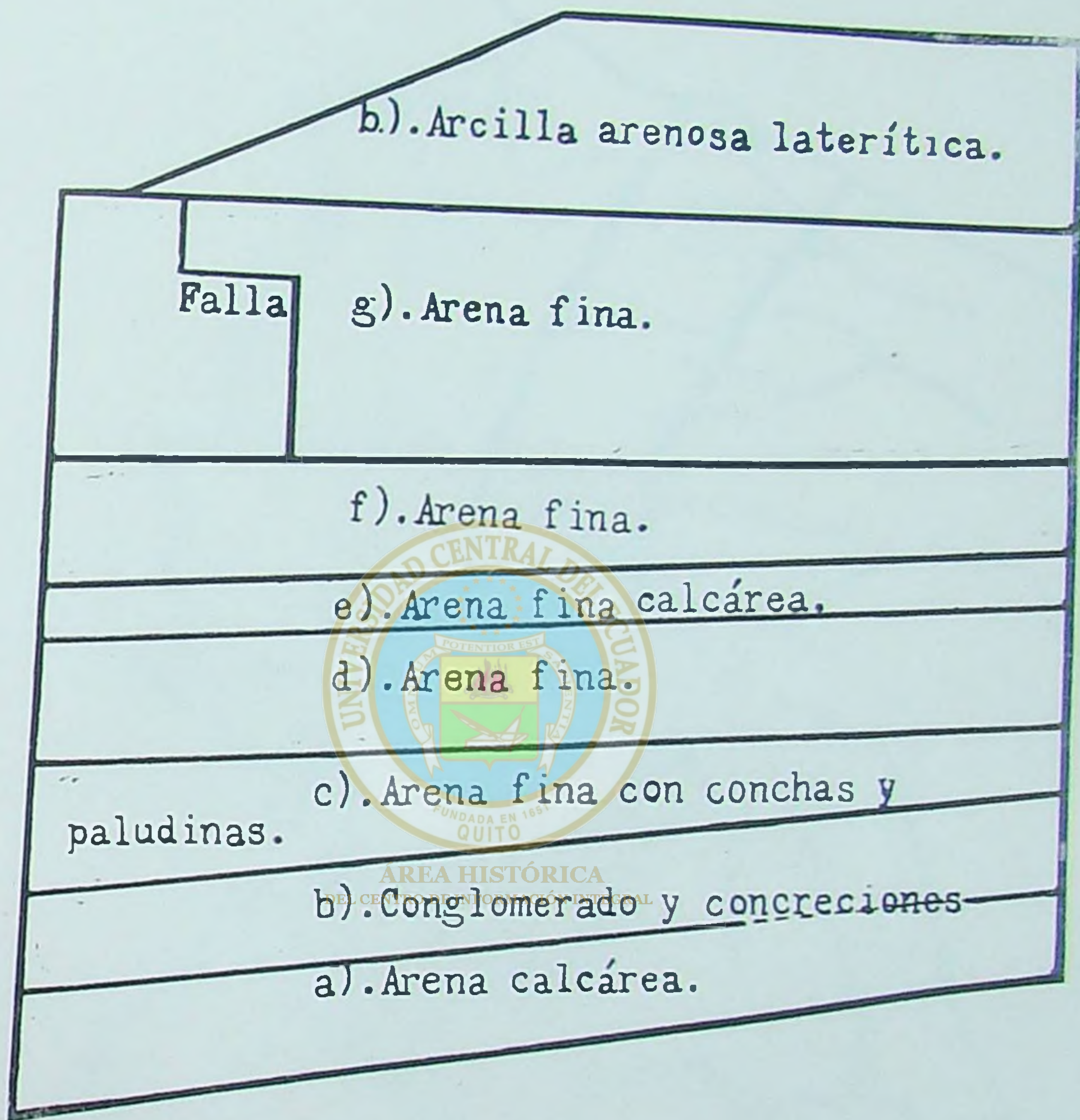


Fig. 2.—Perfil de la Playa de Súa (Prov. de Esmeraldas), donde las letras c), d) y f) denotan levantamiento continental.
Debajo del horizonte a), de arena calcárea, queda la formación antigua de fósiles de la gran zona fosilífera Guayaquil-Salinas.

FORMACIONES GEOLOGICAS CUATERNARIAS DEL ECUADOR

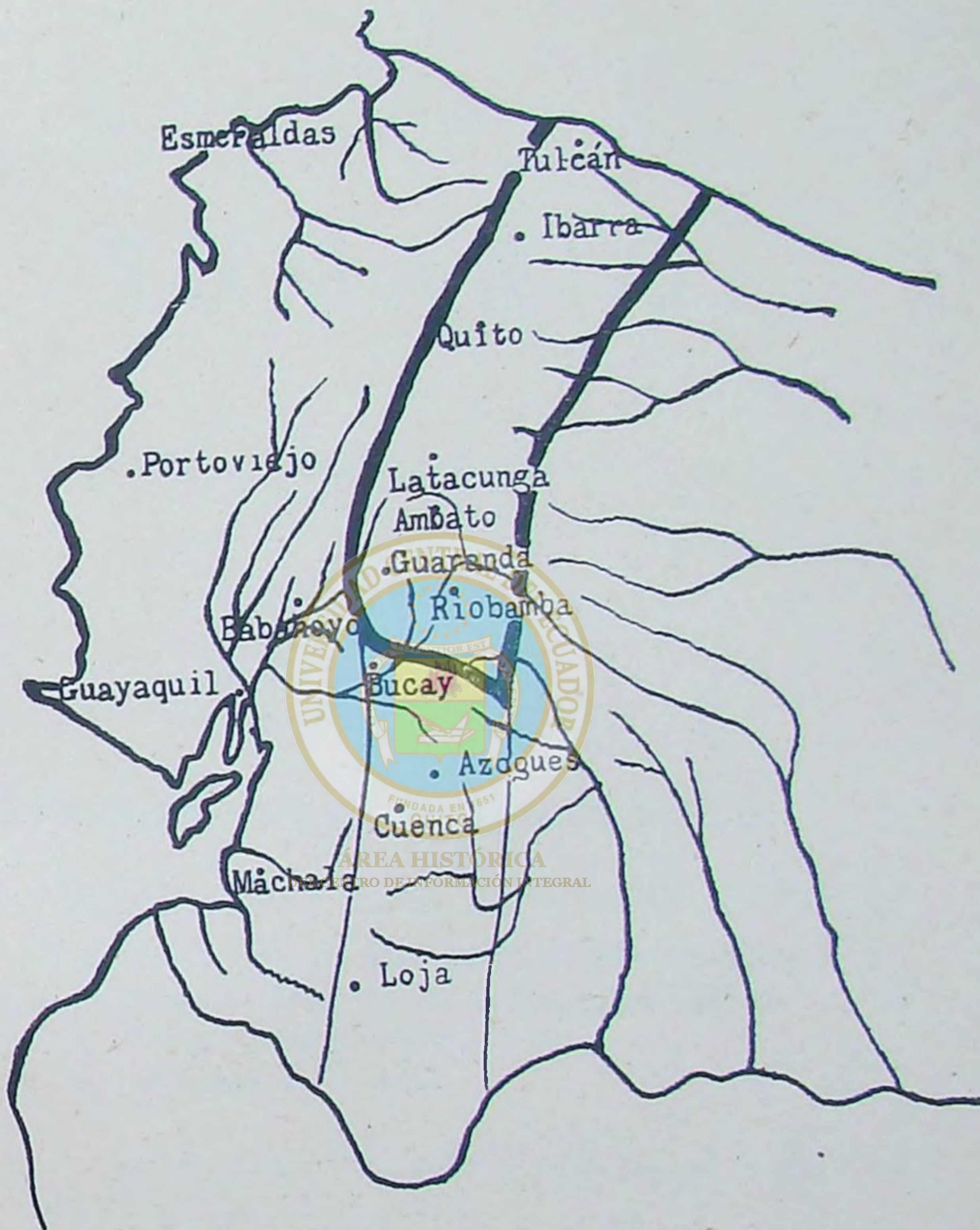


Fig. 3.—La zona central septentrional contorneada por la línea gruesa, corresponde a la visible formación Cangagua general. Aquí, los productos volcánicos y glaciares se encuentran completamente diferenciados.

Las zonas laterales y las del sur, corresponden a material laterítico formado a expensas de clima caliente. Productos volcánicos se demuestran también en estas zonas.

SUMARIO

INTRODUCCION

PART E I

CAPITULO I

LA CANGAGUA DE LA REGION DE QUITO

A. CANGAGUA EOLICA Y SUS HORIZONTES

- a. Descripción de los horizontes primarios.
- b. Subhorizontes de la Cangagua eólica.
 - 1. Subhorizontes eólicos.
 - 2. Horizontes fluviales.

B. CANGAGUA LACUSTRE ANTIGUA Y SUS HORIZONTES.

- a. Descripción de los horizontes lacustres antiguos.

RESUMEN.

CAPITULO II

GENESIS VOLCANICA DE LA CANGAGUA EOLICA DE QUITO.

A. FORMA DE SEDIMENTACION DE LA CANGAGUA EOLICA.

- a. Sedimentación de los polvos y arenas finas o "cangagua".
- b. Sedimentación de los horizontes de "arena".
- c. Edades en la caída de las cenizas volcánicas.

B. COMPOSICION Y CUALIDADES FISICAS.

- a. Composición.
 1. Ceniza fina o "cangagua".
 2. Ceniza gruesa o "arena".
- b. Cualidades físicas.

RESUMEN.

CAPITULO III

LAS BOLAS DE CANGAGUA.

RESUMEN.



ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL
P A R T E II

CAPITULO I

EXTENSION DE LA CANGAGUA EOLICA Y LACUSTRE CON SUS HORIZONTES GUIA O GEOGNOSTICOS.

- A. HORIZONTES EOLICOS, MORRENICOS, ALUVIALES Y DE LAVAS.
 - a. Edad de los horizontes guía o geognósticos.
- B. TIERRAS LATERITICAS DE LAS REGIONES BAJAS.

RESUMEN.

CAPITULO II

LAS SUB - CANGAGUAS.

RESUMEN.

CAPITULO III

NOTAS DE LA GEOTECTONICA DEL ECUADOR.

A. HUELLAS TECTONICAS EN LOS SEDIMENTOS Y LAVAS.

a. **Región de la Sierra.**b. **Región de la Costa.**

B. TECTONICA EN LAS ERUPCIONES VOLCANICAS.

a. **Epoca de lavas.**1. **Intrusiones terciarias.**2. **Fuentes termales.**

C. LAS DOS GRANDES FASES DE LA TECTONICA.

RESUMEN.

CAPITULO IV

LA EPOCA DILUVIAL ANDINA.

A. DISMINUCION MUNDIAL DE LA TEMPERATURA.

B. PRODUCTOS DE LA GLACIACION.

C. LAS CUATRO GLACIACIONES DEL ECUADOR.

D. OSCILACION CLIMATICA.

- a. Interglaciario.
- b. Post-glaciario.
 - 1. Cubierta vegetal.

RESUMEN.

P A R T E I I I

C A P I T U L O I

HORIZONTES PALEONTOLOGICOS Y CULTURALES DE LA CANGAGUA EOLICA.

RESUMEN.

C A P I T U L O I I

APLICACION DE LA CANGAGUA EOLICA.

- A. HORIZONTES DE EXPLOTACION.
- B. AGRICULTURA.

RESUMEN.

C A P I T U L O I I I

COMPARACION DE LA CANGAGUA CON EL LOESS.

CONCLUSION.