

**NUEVOS DATOS SOBRE LA  
COMPOSICION Y ESTRUCTURA  
DE LA SERIE  
VULCANOGENO-SEDIMENTARIA  
"ELCOBRE."**

**Yidkov A. Y.  
Crechanik T. I.  
Norman A.**

**MINISTERIO DE MINERIA  
COMBUSTIBLE METALURGIA**



INSTITUTO CUBANO DEL LIBRO - EDICIONES ORGANISMOS  
La Habana, Cuba, 1971

# Indice

	<u>Pág.</u>
NUEVOS DATOS SOBRE LA COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE LA SERIE VULCANÓGENO-SEDIMENTARIA «EL COBRE» .....	7
Breve resumen de las ideas sobre la formación «El Cobre» .....	7
División de la serie «El Cobre» en base a los nuevos datos .....	9
<i>Svita</i> «Caney» .....	10
<i>Svita</i> «Hongolosongo» .....	10
Subsvita inferior de la <i>svita</i> «Hongolosongo» .....	10
<i>Svita</i> intermedia «Hongolosongo» .....	11
Subsvita superior de la <i>svita</i> «Hongolosongo» .....	11
<i>Svita</i> «Yarayabo» .....	12
Estructura geológica de la región investigada .....	13
Condiciones de formación de la serie Vulcanógeno-sedimentaria «El Cobre» .....	15
CONCLUSIONES .....	15

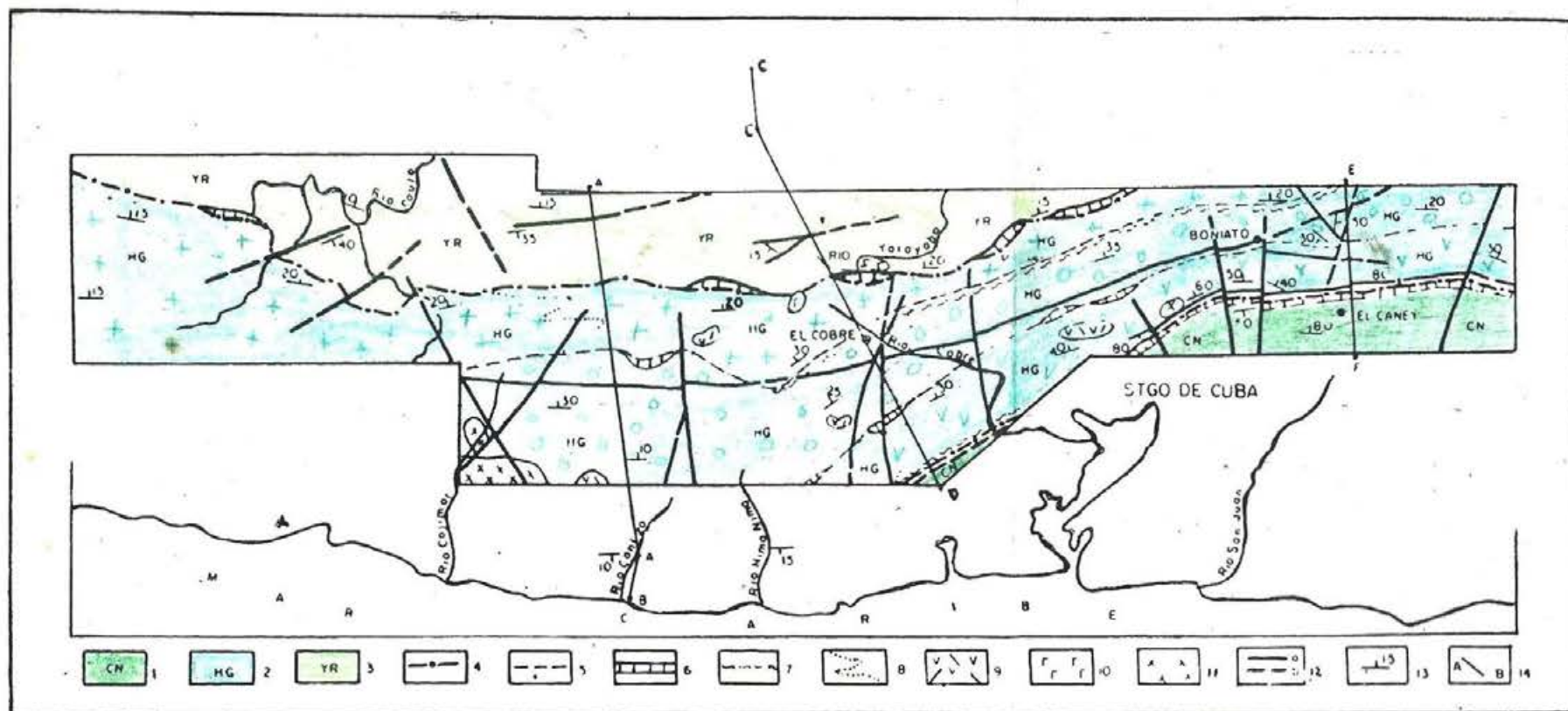


FIG. 1

Zona de estudio de la serie vulcanógeno sedimentaria «El Cobre». Parte este del macizo Sierra Maestra. Escala 1:250 000. El esquema está compuesto según los materiales del levantamiento geológico a 1:50 000 de 1969.

Signos convencionales: 1. Svita «Caney» ( $Cr_2$  (?) cn). 2. Svita «Hongosolongo» ( $Pg_1$  hg). 3. Svita «Yarayabo»  $Pg_2$  yr). 4. Límite de las svitas. 5. Límite de las subsvitas. Horizontes de apoyo. 6. Calizas. 7. Ignimbritas de composición ácida. 8. Límite convencional de los cambios de facies. 9. Porfiritas andesítico-dacíticas. 10. Porfiritas basálticas. 11. Dioritas, dioritas cuarzosas, granodioritas. 12. Fallas manifiestas (a) y supuestas (b). 13. Elementos de yacencia. 14. Línea de los cortes de apoyo, representados en la fig. 2.

# Nuevos datos sobre la composición y estructura de la Serie Vulcanógeno-Sedimentaria "El Cobre"

GRECHANIK, T. I.  
YIDROV, A. Y.  
NORMAN, A.

Como base del presente artículo han sido utilizados los materiales obtenidos por los autores en el levantamiento geológico en escala 1:50 000, realizado en la parte oriental del macizo montañoso de la Sierra Maestra durante los años 1967-69.

La región de las investigaciones comprende un área de 470 km<sup>2</sup>, desde las cabezadas del río Guamá al este (Fig. 1).

## BREVE RESUMEN DE LAS IDEAS SOBRE LA FORMACION «EL COBRE»

Los primeros datos sobre la geología de esta región están relacionados con la explotación del yacimiento cuprífero «El Cobre». Estos están contenidos en los informes de Diego López Quintana, Don Policarpo Cía y Anstead, que visitaron el yacimiento en los años 1950-1955. A pesar de esto, ni la región del yacimiento, ni aún más las montañas de la Sierra Maestra, constituidas de las rocas de la formación «El Cobre», hasta los últimos tiempos no han sido objeto de investigaciones geoló-

\* En lugar del término «formación» utilizado incorrectamente para definir unidades estratigráficas, es utilizado por nosotros el término «serie».

gicas regionales y por lo tanto pertenecen al número de territorios débilmente estudiados de la isla de Cuba.

En el año 1934 apareció la primera recopilación de datos geológicos de la provincia de Oriente realizada por Taber. En ella las rocas vulcanógeno-sedimentarias de la Sierra Maestra fueron divididas en dos formaciones de distinta edad: la formación «Vincent» (Cretácico Inferior-Medio) y la formación «El Cobre» (Cretácico Superior-Eoceno Medio). La formación vulcanógena «Vincent» se encuentra al este y al oeste de la ciudad de Santiago de Cuba y tiene una potencia de 1 500 m y la formación «El Cobre» constituye una gran parte del macizo montañoso de la Sierra Maestra y su potencia alcanza los 6 000 m.

En los años 1944-1945 Lewis y Straczek D., Simons F. realizaron un levantamiento geológico con la finalidad de determinar las perspectivas de manganeso en el sur de la parte central de la provincia de Oriente. Los resultados de estos trabajos fueron publicados posteriormente (1955) en las monografías: «Geología del sur de la parte central de la provincia de Oriente» y «Geología de los yacimientos de manganeso de Cuba». En el mapa geológico esquemático del sur de la parte central de la provincia de Oriente en escala 1:50 000 de la región de El Cobre, fue mapeada por ellos un manto de rocas piroclásticas con buzamiento monoclinal al noroeste de la parte media y superior de la formación «El Cobre», también están representados los cuerpos de andesitas porfíricas. La edad de la formación «El Cobre» se señaló supuestamente como Cretácico Superior-Eoceno Inferior Medio. Además se incluye la descripción de la formación «San Luis» (Eoceno Medio-Superior).

En el año 1961 fue editado un trabajo de recopilación realizado por Bermúdez, P. sobre las formaciones geológicas de Cuba. En él se dan las características de las rocas vulcanógeno-sedimentarias y la fundamentación de una edad Cretácico Superior-Eoceno Inferior y Medio para la formación «Vincent».

Investigaciones detalladas en un área no muy grande en la zona de desarrollo de las rocas vulcanógeno-sedimentarias de la formación «El Cobre», fueron realizadas por primera vez en 1963 por Vogdanov, Y.V. y Miralles, M., en relación con el estudio del yacimiento El Cobre. Estos trabajos demostraron una constitución estratificada y extre-

madamente compleja, así como una composición variable de los vulcanitos por el perfil. En los lentes de caliza ellos encontraron restos de fauna del Paleógeno (?) y del Eoceno.

En el libro «Geología de Cuba» (Judoley K.M. y otros, 1963) no se exponen nuevas concepciones sobre la composición geológica de la formación «El Cobre». La potencia y la edad corresponden completamente a las ideas expuestas por Lewis, Straczek y Simons.

En el año 1965 Laverov, N. P. y Cabrera, R. realizaron investigaciones de carácter temático en el yacimiento «El Cobre» y en sus alrededores. Como resultado de estas investigaciones fue confeccionado un esquema geológico estructural del yacimiento a escala 1:2 000, y un esquema geológico de la región del yacimiento a escala 1:50 000, que abarca la mayor parte del corte a través de la formación «El Cobre». Los autores dividen la formación de cuatro subformaciones (*subvita*): «Ermitaño», «Boniato» y «Charco Redondo». La conclusión sobre la edad está dada por los materiales de los trabajos precedentes y por nuevos restos de fauna cuyas determinaciones corresponden al Cretácico Superior (?) Paleoceno y Eoceno Inferior-Medio. La importancia del trabajo consiste en que en él está determinada la situación del magmatismo granitoideo en el esquema general del desarrollo geológico de la Sierra Maestra. La edad Eoceno para las dioritas, granodioritas y plagiogranitos, se demuestra porque cortan las subformaciones «Seco» y «Ermitaño», así como por la determinación de la edad absoluta de las dioritas cuarcíferas del macizo de Nima-Nima, que señaló 48 y 58 millones de años. Antes (Judoley y otros en 1963) consideraban para los granitoides de la Sierra Maestra una edad Cretácico Superior.

En la monografía de Semenov, YL. y otros «Magmatismo intrusivo y metalogenia de Cuba» (1968) se señala el encuentro de fauna del Eoceno en los lentes de caliza del río Nima-Nima. Esto sirvió de base para llegar a la conclusión de la ausencia de sedimentos del Cretácico Superior en la constitución de la formación «El Cobre». Debido a esto, la formación «Vincent» está unida a la formación «El Cobre» y se señala como perteneciente al Paleoceno-Eoceno Medio. El punto de vista de Tijomirov, Y. N., según nuestra opinión, no es fundamentado, ya que la fauna encontrada no pertenece a la parte inferior del perfil de la formación «El Cobre».



Asimismo, es imposible aceptar que la formación «Vincent» sea considerada como del Paleógeno, ya que estratigráficamente yace debajo de la formación «El Cobre».

La Tabla No. 1 claramente ilustra las ideas de los investigadores antes mencionados en lo que respecta a la composición, potencia, constitución y edad de la formación «El Cobre», denominada por nosotros «Serie El Cobre».

#### DIVISIÓN DE LA SERIE «EL COBRE» EN BASE A LOS NUEVOS DATOS

Antes de pasar a examinar los nuevos datos, los autores consideran indispensable dar las definiciones de los términos «serie» y *svita*, los cuales son utilizados en lugar de los términos «formación» y «subformación».

*Serie*. Es una unidad en la escala estratigráfica local, mucho mayor que la *svita*. Se caracteriza por su variada composición litológica y petrográfica y se subdivide en *svitas*.

*Svita*. Es una unidad en la escala estratigráfica local, mucho menor que la serie. Ella comprende un complejo de rocas que tienen particularidades específicas y se desarrollan en un área, ocupando una posición estratigráfica determinada en la región dada. La *svita* puede estar constituida por rocas sedimentarias, vulcanógenas o metamórficas, así como de formaciones sedimentarias y vulcanógenas intercaladas. La *svita* puede caracterizarse por una composición homogénea, una interstratificación de complejos de rocas diferentes o por una composición heterogénea. Las rocas de la *svita* pueden no contener fauna o contener restos de organismos y en este caso, cada *svita* se caracteriza por determinada fauna o flora. Los límites de las *svitas* deben ser exactos; la potencia de ellas, generalmente, no es constante. La *svita* se puede subdividir en *subsvitas*, que es una unidad menor. Cada *svita* debe tener nombre propio derivado del punto geográfico donde está mejor representada. La *svita* no debe tomar nombre derivado de las peculiaridades litológicas.

El potente complejo de piroclastos, lavas y rocas sedimentarias, que constituyen el más grande macizo montañoso en Cuba, la Sierra Maestra, está estudiado insuficientemente en lo relativo a composición, estructura, potencia y metalogenia; aún continúa la discusión de la edad de la parte inferior

del perfil de la Serie, así como la división estratigráfica dentro de la kilométrica capa de rocas vulcanógeno-sedimentarias. Unos investigadores separan dentro de su composición dos formaciones desiguales en su potencia, «Vincent» y «El Cobre»; otros unifican todas las rocas dentro de la parte inferior visible del perfil hasta la formación «San Luis» que la cubre, en una sola formación «El Cobre». La ausencia de horizontes de conglomerados basales, discordancias angulares, así como la repetición de rocas de igual composición y características dificultan el estudio de la estratigrafía de la formación que nos interesa. El primer intento de dividir la formación en subformaciones (en nuestro caso *svitas* y *subsvitas*) fue realizado por Laverov y Cabrera R., (1967). La división fue fundamentada por la edad, composición de las rocas y condiciones de formación.

Tomando el esquema de división de la formación (serie según nuestra opinión) realizado por ellos, es necesario señalar la situación condicional del límite entre las subformaciones, el cual no concuerda con los límites geológicos naturales entre *svitas* y *subsvitas* (Tabla No. 1).

Las investigaciones regionales permitieron con más fundamento, enfocar los problemas relacionados con la constitución de la Serie «El Cobre», basándonos en el estudio de la parte oriental del macizo montañoso de la Sierra Maestra. Las formaciones vulcanógeno-sedimentarias antes consideradas como pertenecientes a las formaciones «El Cobre» ( $Cr_{2-Pg_{1-2}}$ ) y «Vincent» ( $Cr_{1-2}$ ) han sido unificadas por nosotros en una serie, «El Cobre», ya que ambas formaciones no se diferencian ni por su composición, ni en el plano estructural y entre ellas no existe ni discordancia estratigráfica ni angular.

En la constitución de la serie han sido señaladas por nosotros tres *svitas*: la inferior, llamada por nosotros *svita* «Caney» ( $Cr_2(?)CN$ ), la intermedia, *svita* «Hongolosongo» ( $Pg_{1-2}HG$ ) e inferior, *svita*, «Yarayabo» ( $Pg_{2-2}YR$ ) (Fig. No. 1).

El tiempo de formación de la serie, según las determinaciones de fauna con que contamos, así como con los datos de los trabajos precedentes, nosotros lo consideramos Cretácico Superior (?) Eoceno Medio.

A continuación se expone la característica general de la división estratigráfica de la serie «El Cobre». La composición, el carácter bandeado, así como la estructura, se ilustran en los tres perfiles de apoyo

(Fig. No. 2). Sin embargo, en estos tres perfiles no ha sido posible reflejarlo en detalle. Una idea sobre la variabilidad de los sedimentos, ritmicidad y el complejo bandeado de los mismos, se puede observar en uno de los afloramientos situados en el perfil C.C.D. (Fig. No. 2.)

#### SVITA «CANEY»

Los depósitos vulcanógeno-sedimentarios de la *svita* inferior se encuentran en la región del pueblo El Caney. En el área de los trabajos aflora solamente la parte superior del corte. La mitad inferior de la *svita* se encuentra más al sur, donde está casi completamente cubierta por depósitos de arcillas, arenas y calizas del Mioceno que rellenan la depresión de Santiago. El perfil de la *svita* «Caney» es muy complejo e inconstante. Para esta *svita* son característicos los vulcanitos de constitución media y básica, entre los cuales predominan las tobas de distinta fragmentación, la va-brecha y una gran cantidad de lentes y capitas de caliza de poca potencia así como caliza brechosa, a menudo con gran cantidad de fauna. Las tobas ácidas se encuentran principalmente en la parte sur del área, en forma de capas que no se mantienen. Las tobas cineríticas, tufitas, toba-conglomerados, gravelitas y areniscas forman capas y horizontes de pequeña potencia. En los fragmentos de una de las capas de toba-conglomerados tenemos gran cantidad de cantos redondeados o semirredondeados de hasta 40 cm de caliza, de color gris y gris claro. El perfil de esta *svita* termina en un horizonte de caliza organógena, así como conglomerados de caliza y en algunos lugares tenemos lava-brecha amigdalóidea de basaltos porfiríticos. Tanto en la caliza masiva como en la brecha se encuentra gran cantidad de restos organógenos.

En algunos lugares se observa un paso a tobas a través de toba-conglomerados calcáreos, en otros casos se observan entre ellas tufitas y areniscas. Las calizas yacen sobre las tobas y los basaltos porfiríticos. La potencia del horizonte de caliza varía desde 1 hasta 40 cm. Mediante itinerarios geológicos este horizonte se pudo observar hasta una distancia de 18-20 km y también se observa bien en las fotos aéreas, así como en el mapa de campo magnético. Este horizonte de apoyo fue tomado por nosotros como límite geológico entre las *svitas* inferior y la intermedia. El carácter lenticular y la potencia variable de este horizonte de

calizas con cantos rodados de distinta composición reflejan la extinción de la actividad volcánica y la época de denudación de la región.

La *svita* forma un monoclinal en el que se manifiesta la tectónica disyuntiva. La yacencia de las rocas se altera por fallas latitudinales y sub-meridionales. En la parte central del perfil el buzamiento de las rocas es al norte ( $5^{\circ}$ - $355^{\circ}$ ) con bruscos ángulos en las pendientes ( $60^{\circ}$ - $80^{\circ}$ ). Algunos bloques se encuentran volteados y tienen las capas buzamientos al sur.

La potencia de la parte estudiada de la *svita* «Caney» es de 2 100-2 300 m. A base de determinaciones paleontológicas del horizonte de apoyo (rocas carbonatadas) la edad de la *svita* corresponde al Cretácico Superior (?).

Sobre los depósitos de la *svita* «Caney» yacen los vulcanógeno-sedimentarios correspondientes a la *svita* «Hongolosongo», la cual se divide en tres *subsvitas*: inferior, media y superior.

#### SVITA «HONGOLOSONGO»

«*Subsvita inferior de la svita Hongolosongo*». La constitución de esta «*subsvita*» varía en distintas partes. En la cuenca del río Cobre el corte se caracteriza por las siguientes particularidades: predominan las rocas medias y ácidas dentro de las cuales tenemos tobas variadas, brechas volcánicas, lavas, lava-brechas, ignimbritas y tobas alévitico-cineríticas con capitas de tufitas, areniscas tobáceas, gravelitas tobáceas, tobas-conglomerados. La constitución de las rocas varía bruscamente de una capa a la otra por el rumbo.

En general, las rocas predominantes son los conglomerados y las tobas de fragmentos grandes. En la parte superior del perfil se encuentran calizas masivas y brechosas, a menudo se observan fragmentos de rocas tobáceas. Las rocas carbonatadas se observan en forma de lentes aislados que tienen una extensión desde 20 m hasta 2 km y con una potencia de 25 m, a veces, 20 m. Esta capa se observa con algunas interrupciones durante 19 km. En la caliza se encuentra abundante la fauna. En la cuenca del río Nima-Nima en esta caliza se determinó fauna del Eoceno (Tijomirov Y. N., Furrázola, G. 1968). El horizonte erosionado de caliza refleja una pausa en la actividad volcánica, así como un receso en la sedimentación dentro de la formación. Este segundo horizonte de caliza ha



sido tomado por nosotros como límite entre «subsvita» inferior y la intermedia. En algunos lugares este límite no está claro y hasta cierto grado es condicional.

Hacia el oeste y el este de la cuenca del río Cobre el carácter de los sedimentos varía notablemente.

Hacia el oeste se observa que el material piroclástico se hace más grueso y su composición se hace más monótona, rara vez tenemos rocas tobáceas de fragmentos finos. Hacia el este, es lo contrario, predominan los sedimentos de fragmentos finos y la composición es heterogénea y compleja. El carácter bandeado lo podemos observar en el afloramiento No. 29 situado en el río Guaos (parte media del perfil de la subsvita inferior).

Nº de capas de abajo hacia arriba	Características de las capas	Espesor en m
1	Tobas grises no seleccionadas litoclasticas de composición ácida. Se observan algunos lapilis y bombas de hasta 40 cm de diámetro.	1,2
2	Areniscas tobáceas alevrolíticas grises, gris oscuro de composición polimíctica.	1,3
3	Areniscas tobáceas grises de grano fino.	0,15
4	Tufitas grises, gris oscuro.	0,15
5	Tufitas gris verdosa de grano grueso.	0,20
6	Tobas de grano grueso de composición porfirítico-dacítica de color gris claro y manchadas por la oxidación.	0,60
7	Tufitas bandeadas de color marrón-gris, de fragmentos medios y pequeños (capitas de 2-4 cm de varios colores que se alternan).	0,40
8	Tobas cocidas bandeadas, grises, de fragmentos pequeños a grandes de composición ácida (posiblemente lava tobácea).	1,70
9	Tufitas bandeadas finamente de color gris oscuro.	0,60
10	Tobas bandeadas (xeno tobas) de fragmentos de pequeños a medios, de porfirita andesítico-dacítica de color gris oscuro, gris verdoso.	3,00
11	Areniscas tobáceas de color gris oscuro, marrones y verdes, polimícticas de grano medio.	0,50
Espesor total		9,80

El azimut de buzamiento de las rocas es al noroeste 345° y con un ángulo de 40°. La potencia de la subsvita inferior varía desde 800 hasta 1 100 m. Los sedimentos vulcanógeno-sedimentarios son del Paleógeno Inferior.

«Svita intermedia Hongolosongo». El complejo de rocas de esta subsvita se diferencia poco de la subsvita inferior especialmente en la parte occidental de la zona.

La diferencia entre estas dos subsvitas consiste en que la composición de la subsvita intermedia, es menos heterogénea y más ácida. En ella predominan las tobas ácidas de fragmentos gruesos, los aglomerados que tienen una potencia de hasta 100 m. Tienen gran importancia los mantos y lava-brechas de andesitas y dacitas porfiríticas y en las cuencas de los ríos Rafael Díaz y Cauto, de liparita pórfiro amigdaloides.

Los sedimentos de la subsvita intermedia terminan con areniscas tobáceas; calizas e ignimbritas de color azul verdoso han sido tomadas por nosotros como horizonte de apoyo y el mismo se puede observar en dirección sub-latitudinal durante unos 20 km, desde Puerto Boniato hasta De Soto (1,5 km al norte del Pico Cobre). La potencia varía desde 3 hasta 20 m. Al oeste ellos se cambian por toba-conglomerado, arenisca tobácea y caliza. Aquí observamos un buzamiento suave al norte con ángulos de 5-10°.

En la cuenca del río Canizo se determinó el buzamiento al sur. La potencia de esta subsvita es de 1 100-1 500 m y en algunos lugares alcanza los 2 000 m.

La edad de los sedimentos según nuestros datos y los de nuestros predecesores Bogdanov, P. V. y Laverov, N. P., se establece como Paleoceno-Eoceno Inferior.

«Subsvita superior de la svita Hongolosongo». Sobre los sedimentos de la svita intermedia concordante y sin interrupción yacen los sedimentos de la subsvita superior. En su composición tenemos toba-conglomerados, areniscas tobáceas, tufitas, tobas ácidas de distinta fragmentación, ignimbritas, mantos de andesitas y dacitas porfiríticas y también capas de caliza y areniscas de poca potencia. Para esta subsvita también es característico un cambio facial de las rocas por su rumbo.

Pero en general, se observa que predomina el material vulcanomíctico y sedimentario sobre el piro-

elástico. Al noroeste del poblado de Melgarejo los sedimentos están representados por tobas cineríticas ácidas, tufitas, arenisca tobácea, toba-arenisca calcárea y areniscas. Al suroeste tenemos areniscas tobáceas, toba-conglomerados con capitas y lentes de tobas y calizas con gran cantidad de fauna del Eoceno Medio. En el curso superior del río Cañas estas rocas son sustituidas por tobas ácidas de fragmentos grandes, tobas ácidas bandeadas y areniscas tobáceas. Estos sedimentos tienen una yacencia monoclin al norte-noroeste ( $0^{\circ}$ - $330^{\circ}$ ) con un ángulo de  $5-25^{\circ}$ . La potencia de esta *subsvita* no sobrepasa los 1 100 m. De acuerdo a las determinaciones de fauna realizadas, la edad de estas rocas corresponde al Eoceno Inferior-Medio.

### SVITA «YARAYABO»

La *svita* superior en el área estudiada está representada por su parte inferior. En su composición predominan las lava-brechas y lavas básicas.

Estas rocas concordantes y sin receso yacen sobre las areniscas tobáceas de la *svita* «Hongolosongo».

Por casi toda el área este límite se establece por lentes de calizas masivas y arrecifes de poca potencia. Además, se observan tobas medias y ácidas de variada estructura, tobas-conglomerados y arenisca tobácea, las cuales facialmente sustituyen a las lava-brechas y tobas de composición básica en la región del embalse de Charco Mono. Esta parte del perfil está estudiada solamente en unos 600-700 m. Las rocas yacen concordantes con las capas subyacentes y se caracterizan por suaves ángulos de buzamiento ( $0^{\circ}$ - $15^{\circ}$ ) al norte y ( $0^{\circ}$ - $340^{\circ}$ ) al noroeste; estas rocas prácticamente conservan su yacencia horizontal original.

La edad de esta *svita* se considera Eoceno Medio (Lewis, E. y otros, 1955).

La división de las rocas vulcanógeno-sedimentarias de la serie «El Cobre» en tres *svitas* se basa en los siguientes factores:

1. La diferencia en la composición de las rocas y el carácter predominante de unas rocas sobre otras.
2. En las distintas condiciones de formación de los sedimentos.
3. Presencia de fauna de distintas edades.

4. En la ritmicidad de los procesos geológicos: sedimentación cíclica, actividad y extinción de la actividad volcánica.

Para la *svita* «Caney» es característico el desarrollo de rocas volcánicas básicas y medias predominantemente. La composición de ellas es bastante constante. Nuestras investigaciones abarcaron solamente la mitad superior del perfil de esta *svita*. Los itinerarios de reconocimiento reflejaron que la parte inferior tiene una composición más ácida. Por toda la *svita* es frecuente encontrar lentes y capitas de caliza de poca potencia.

En el perfil de la *svita* «Hongolosongo» predominan las rocas de composición ácida (dacíticas). Aquí tenemos dos zonas litológicas: la occidental donde observamos un desarrollo predominante de rocas volcánicas (tobas, aglomerados y mantos de lava) y la oriental, que es una zona de desarrollo de tufitas de distinta fragmentación, toda arenisca volcanomícticas y tobas cineríticas. Las rocas carbonatadas se encuentran raramente: lentes de caliza de poca potencia en el curso medio del río Cañas, por el río El Cobre y en algunos otros lugares.

En toda el área de desarrollo de la *svita* «Hongolosongo» se observan cuerpos sub-volcánicos de andesitas y dacitas porfiríticas y sus diques análogos. Por lo general, son pequeños intrusivos, *stock*, *sillas* y cuerpos irregulares de la misma composición que las rocas que los contienen o sea, los mantos de lava que se encuentran interestratificados con las tobas. El tamaño de los cuerpos no es muy grande hasta  $0,5 \text{ km}^2$  y los diques por lo general, son de pequeña potencia ( $0,5-4 \text{ m}$ ) y de poca longitud (hasta  $250 \text{ m}$ ). Las intrusiones sub-volcánicas se relacionan hacia las zonas tectónicas latitudinales por eso tienen una disposición en forma de anillo. La mayor cantidad de cuerpos y diques los tenemos en las cuencas de los ríos El Cobre y Rafael Díaz.

La *svita* «Yarayabo» se caracteriza por sus lavas y piroclastos de composición básica. En ella predominan las lava-brechas, lavas y las tobas con gran cantidad de lentes y capitas de caliza organógena y arrecifes.

Con las rocas volcánicas de esta *svita* se encuentran estrechamente relacionados los pequeños cuerpos y diques de basaltos porfiríticos, andesitas-basaltos porfiríticos y de diabasas.

## ESTRUCTURA GEOLÓGICA DE LA REGIÓN INVESTIGADA

Las formaciones vulcanógeno-sedimentarias de la serie «El Cobre» forman un monoclinal que es al mismo tiempo el ala norte del anticlinorio de la Sierra Maestra. Por todas partes se observa un buzamiento suave al norte y solamente en el curso superior del río Canizo, esta yacencia se hace casi horizontal y en algunos lugares con buzamiento al sur. La estructura plegada simple de la región está considerablemente alterada por la tectónica de falla, como resultado de eso, la yacencia de la *svita* en algunas de sus partes se diferencia de lo normal (Fig. N° 1).

Las rocas de la *svita* «Caney» tienen un brusco buzamiento al norte, el cual está complicado por fallas latitudinales, sub-latitudinales y sub-meridionales. En la parte central de desarrollo de las rocas de la *svita* «Caney» predominan bruscos ángulos para las capas (60-80°) con rumbos al norte (5-350°).

Aquí podemos observar en algunos lugares un buzamiento invertido, o sea, al sur. En la parte oriental de la zona la dirección de buzamiento cambia al sureste (110-120°) y los ángulos de buzamiento de las rocas se hacen menor (40-50°). Los cambios en el campo estructural son originados por grandes fallas sub-latitudinales (20°). Al oeste en la carretera central, las rocas tienen una dirección noroeste (60°) y un buzamiento noroeste; en algunos bloques las rocas buzan al sureste (150°).

Los ángulos de las capas en todos los casos son muy bruscos y alcanzan los 80°.

La *svita* «Hongolosongo» tiene una yacencia diferente en sus distintas partes. En la cuenca del río El Cobre se observa un buzamiento monoclinal, sostenido en dirección noroeste (330-340°) con ángulos de buzamiento de 15-30°. En la zona facial oriental el azimut de buzamiento de las rocas se conserva y los ángulos de las capas se hacen más bruscos 40-50°, a veces 70-80° (en el curso inferior del río Gascón).

En el valle del río Dajao las rocas tienen rumbo latitudinal y cerca del límite oriental del área, de nuevo toman un sostenido rumbo latitudinal. Estas variaciones en la estructura de la *svita* se deben a una zona tectónica latitudinal y a fallas submeridionales transversales. En los alrededores de la ciudad de Santiago de Cuba y el pueblo El Caney

han sido detectadas una serie de fallas en forma de abanico que se extienden hasta 15 km, partiendo desde 5 km al sur de la bahía de Santiago de Cuba.

La zona facial occidental (cuenca del río Rafael Díaz en los alrededores de la Loma del Gato) se caracteriza por ángulos de buzamiento leves (10-20°) que pasan en la cuenca del río Canizo a un buzamiento suave al sur (Fig. N° 1, perfil AA'B). Aquí nosotros tenemos fragmentos del núcleo del anticlinorio cuya parte principal se encuentra sumergida en el Mar Caribe.

Para los sedimentos de la *subsvita* superior «Hongolosongo» y la parte inferior de la *svita* «Yarayabo» es característica una yacencia monoclinal sostenida. La dirección general del buzamiento de las rocas es al noreste (340-355°) con ángulos de 0 a 20°.

En la parte oriental de la región, en las zonas tectónicas latitudinales el buzamiento de las capas varía al noreste. De esta forma, la tectónica disyuntiva de la serie «El Cobre» es bastante débil, lo que es imposible decir en relación a la tectónica de bloques que hace mucho más compleja la estructura general de la región.

En los límites del área investigada se manifiestan dos grandes zonas tectónicas de dirección latitudinal-sublatitudinal, una sur y una central (Falla El Cobre). En el plano general estas dos zonas acompañan a la falla regional a lo largo de la cual se produjo el descenso de un gigantesco bloque, que trajo como consecuencia la formación de la fosa de Bartlett. Estas zonas tectónicas son de gran extensión y duración. Se ha establecido que por estas zonas se produjo la intrusión de los intrusivos abisales e hipoabisales de granodioritas-dioritas; ellos también controlaron la ubicación de los aparatos volcánicos.

Las fallas meridionales y sub-meridionales son más jóvenes y más pequeñas y están orientadas transversalmente a las principales estructuras geológicas. La existencia de dos sistemas de fallas determinaron la estructura de bloque de la región.

Tenemos dos grandes bloques tectónicos situados entre los pueblos El Cobre y El Caney. El primer bloque tectónico está limitado por el oeste, por una falla meridional que pasa por el curso medio del río El Cobre y por el este por una falla submeridional que pasa por el río Dajao. El segundo bloque comienza en la falla por el río Dajao y

limita al este por una falla sub-meridional que pasa (NE 20°) por el arroyo Zacatecas. Por el norte y por el sur los bloques se encuentran delimitados correspondientemente por las fallas central y sur. Estos grandes bloques se encuentran a su vez divididos en otros más pequeños.

Las rocas que constituyen el primer bloque se encuentran inclinadas bajo un ángulo de 30-40° y cerca de la falla occidental por el río Guaos, los ángulos de buzamiento alcanzan los 70°. Al este el buzamiento de las capas es al norte y los ángulos de 70 a 90°. Algunas capas se encuentran viradas y tienen buzamiento invertido.

En la zona situada entre las fallas (cuenca del río Dos Bocas) se observa una compleja estructura de mosaico. La dirección de las rocas en los grandes bloques no concuerdan, ya que los mismos se encuentran virados uno con relación al otro en 15-20°. En el primero de ellos, el rumbo de las rocas es al noroeste (65-70°) y en el segundo este-noroeste (85°).

La formación de los bloques tectónicos, suponemos terminó en el Eoceno Inferior, ya que la *svita* «Yarayabo» y la *subsvita* superior de la *svita* «Hongolosongo» se caracterizan por una yacencia tranquila. Aquí no han sido observadas fallas meridionales, sin embargo, tienen lugar las zonas tectónicas latitudinales.

Hacia el oeste del río El Cobre, la yacencia de las rocas es más tranquila, incluso en las zonas de ruptura tectónica. Por ejemplo, en el área de intersección de las zonas latitudinales y meridionales en los cursos superiores de los ríos Rafael Díaz, Cojínar y Esperanza, la estructura es más simple. En la cuenca del río Cauto solamente se observan restos de la actividad volcánica que se manifiesta por algunas zonas de fragmentación y el agrietamiento de las rocas.

La localización y distribución de las zonas de fragmentación depende en alto grado de la composición de las rocas. En las rocas fragmentarias —tobas, tufitas y areniscas— la cementación de sus componentes es débil y, por tanto, la ruptura se produce completamente, formando grietas abiertas. En estas rocas, las zonas tectónicas se manifiestan con brechas, agrietamiento de las rocas y rara vez se observan espejos de falla y arcilla tectónica. Por estas fallas activamente se desarrollan los procesos de alteración secundarias: cuarcifi-

cación, sericitización, cloritización, carbonatización y piritización, los cuales se manifiestan en forma de vetas, vetillas y en el cemento de las brechas. Los procesos posteriores de intemperismo químico y en parte físicos, llevan a la formación de zonas de caolinización, argilitización y raramente limonitización. En las rocas más compactas (rocas de fragmentos finos, lavas, lava-brechas e ignimbritas) la tectónica se manifiesta con fallas más locales, se producen grietas aisladas, en las rocas se observan espejos de falla y arcilla tectónica, rara vez se observan grietas abiertas. Consecuentemente, en estas rocas la actividad hidrotermal y las alteraciones secundarias se manifiestan débilmente.

El estudio de la tectónica tiene una importancia primordial para la correcta comprensión de la regulación en la localización de los minerales útiles. Está establecido que las zonas tectónicas meridionales son las que controlan la mineralización para las manifestaciones de cobre en la Sierra Maestra. Con estas fallas están relacionadas las intrusiones sub-volcánicas, las cuales son la fuente de la sustancia mineral. La edad de la mineralización concuerda con el tiempo de formación de la *subsvita* «Hongolosongo» (mitad superior del Eoceno Medio). Los lugares más favorables para la localización de masas minerales son los puntos de intersección de las zonas tectónicas meridionales y latitudinales las cuales se han localizado en tobas de fragmentación variada, predominantemente de composición media y ácida (yacimientos El Cobre, zona de Mina Grande, manifestación Santa Rosa y otros).

Los cuerpos intrusivos de granodioritas y dioritas tienen inclinación hacia la parte de la cupula del anticlinorio cuyo núcleo se encuentra sumergido en el Mar Caribe. En el área estudiada estos macizos se encuentran localizados a lo largo de la corallera de la Sierra Maestra, ellos forman pequeños cuerpos (hasta 3 km<sup>2</sup>) y se encuentran en los límites de la *svita* «Caney» y «Hongolosongo». Al norte de la zona de localización de la «subsvita» intermedia de la *svita* «Hongolosongo» las intrusiones abisales de granitoides no se observan. Esto concuerda con otras observaciones realizadas que señalan que a partir del eje macizo montañoso de la Sierra Maestra hacia el norte se observa una disminución de la manifestación de la tectónica en dirección a los depósitos más jóvenes.



## CONDICIONES DE FORMACIÓN DE LA SERIE VULCANÓGENO-SEDIMENTARIA «EL COBRE»

La composición heterogénea de la serie vulcanógeno-sedimentaria refleja la variedad de condiciones en las cuales se produjo su formación. La región estudiada se puede caracterizar como una zona de hundimiento oscilatorio estable y de sedimentación compensatoria, así como una zona de intensa actividad explosiva y efusiva. La formación de la *svita* «Caney» se produjo en condiciones continentales y marinas. La interstratificación de facies vulcanógenas terrestres con lentes y capitas de sedimentos organógenos carbonatados atestiguan frecuentes transgresiones de mares poco profundos. El material fue suministrado por los volcanes cercanos, lo que se demuestra por la variedad de tobas que observamos en las partes inferiores y medias del perfil estudiado de lavas y lava-brecha de basalto porfirítico con textura amigdaloida.

La formación de la *svita* «Hongolosongo» se produjo de una situación geológica más compleja.

La alteración en la composición se observa no solamente por el perfil, sino también por el rumbo. Frecuentemente observamos contrastes en la composición y condiciones de formación de las capitas. Por ejemplo, las calizas están cubiertas por capitas de ignimbritas o las brechas volcánicas bruscamente pasan a tobas cineríticas. La potencia de las capas a menudo no pasa de 1-3 m. La formación de las *subsvitas* inferior y media se produjo en condiciones desiguales. Se observan dos zonas faciales, la occidental y la oriental, las cuales se diferencian por la composición de las rocas y las condiciones de deposición. Al oeste predominan las tobas de fragmentos gruesos. Los vulcanitos terrestres contienen caliza y tobas fragmentarias de pequeña potencia localizadas en las zonas de sedimentos marinos. Al mismo tiempo, al este, en las lagunas de poca profundidad se acumuló el material cinerítico fino con restos de fauna.

En las tobas cineríticas, tufitas y areniscas tobáceas se observan grietas por desecación y bandeo oblicuo, el material fragmentario se encuentra bien seleccionado. En algunas épocas, se produjeron condiciones iguales de sedimentación en todo el territorio. Se observan paquetes de rocas piroclásticas formadas en condiciones terrestres. Algunos horizontes de ignimbritas y tobas cocidas de la

*svita* «Hongolosongo» se pueden observar por toda la región y son horizontes de apoyo.

La deposición del material en la mayor parte de la *subsvita* superior se produjo de la eroción y re-deposición de las rocas vulcanógenas mayormente en condiciones terrestres. La actividad volcánica tuvo un carácter débil ya que en este período se trasladó al oeste, en el curso del río Cañas donde en la composición de las rocas predominan las tobas y tufitas.

Uno de los horizontes superiores y de mayor potencia (hasta 10 m) de tufitas ácidas con grandes bombas (hasta 2 m de diámetro) de tobas cocidas (cerca de Melgarejo) refleja la actividad volcánica en la región.

Las rocas de la parte inferior del perfil de la *svita* «Yarayabo» se formaron en otras condiciones geológicas.

La composición y su carácter facial, la diferencian de la *svita* subyacente. Las rocas más típicas son las lavas y lava-brechas de composición basáltica, las efusiones submarinas y los sedimentos vulcanógenos-carbonatados. Estas condiciones se mantuvieron durante el tiempo de formación de la *svita* «Yarayabo», hasta el receso y la deposición del conglomerado basal de la *svita* (formación) «San Luis».

## CONCLUSIONES

Las investigaciones realizadas en la parte oriental del macizo montañoso de la Sierra Maestra permitió, relativamente detallado, estudiar la composición y formular un esquema estratigráfico de la división de las formaciones vulcanógeno-sedimentarias.

A base de los datos obtenidos, la serie «El Cobre» ha sido dividida en tres *svitas*: «Caney» (Cr<sub>2</sub> (?), «Hongolosongo» (Pg<sub>1-2</sub>) y «Yarayabo» (Pg<sub>2</sub><sup>2</sup>).

La ausencia de conglomerados basales, discordancias angulares y recesos estratigráficos atestiguan una única e ininterrumpida época de sedimentación.

A pesar de la variación por el perfil de la composición y las faunas, la presencia de conglomerados dentro de la formación y la presencia de cortos y locales recesos, el carácter de la serie

desde su base visible hasta la *svita* superior es igual. Solamente la *svita* «San Luis» (Pg<sub>3</sub>), que yace sobre la serie «El Cobre», tiene en su base conglomerados basales que reflejan un cambio sustancial en las condiciones paleogeográficas de la región. En el Oligoceno se produjo una brusca disminución de la actividad volcánica, se produjo una larga transgresión del mar y los sedimentos carbonatados comenzaron bruscamente a predominar sobre los otros.

La estructura de pliegues de la región es simple: el monoclin al de yacencia suave, constituye el ala norte del anticlinorio de la Sierra Maestra. En la parte superior del perfil de la serie se observa una casi inalterable yacencia horizontal de las rocas. En las laderas sur del macizo montañoso de la Sierra Maestra, en algunos lugares en la costa del Mar Caribe, se conservan fragmentos de la cúpula del anticlinorio.

La yacencia de las rocas se encuentran muy alterada en las zonas tectónicas: los pequeños bloques a veces se encuentran virados por su rumbo, el buzamiento de las rocas, en ellos, es brusco y en algunos lugares, es invertido.

Las fallas se determinan claramente por los elementos de yacencia y por los productos del dinamometamorfismo y las alteraciones hidrotermales. Las fallas más antiguas, profundas y de mayor duración, son las latitudinales. Ellas controlan la

localización de las intrusiones profundas, cuerpos subvolcánicos y en parte, los diques. Las fallas meridionales fueron favorables para el paso de las soluciones hidrotermales. En los puntos de intersección con las fallas latitudinales se producen los procesos de alteración secundaria y las manifestaciones relacionadas con ellos. También fueron condiciones favorables la manifestación del magmatismo ácido y la composición de la roca encajante representada por tobas de diferente fragmentación. Los factores mencionados se conjugan en la región del poblado de Melgarejo y en el curso superior del río Rafael Díaz.

Estas zonas pueden ser recomendadas como las más perspectivas para la búsqueda de minas de cobre en el territorio estudiado por nosotros.

El metamorfismo regional de las rocas de la serie «El Cobre» es muy bajo y corresponde a la epigénesis y el comienzo de la fase de esquistos verdes (caolinita, sericita, clorita, albita). Sin embargo, los procesos contacto-metásomáticos e hidrotermales tienen una gran representación en las rocas vulcanógenas.

Las investigaciones detalladas de la serie «El Cobre» en relación con el mapeo geológico, solamente comienzan, por eso el esquema de división recomendado por nosotros para las rocas vulcanógeno-sedimentarias exige futuras comprobaciones mediante el estudio de las áreas aledañas.



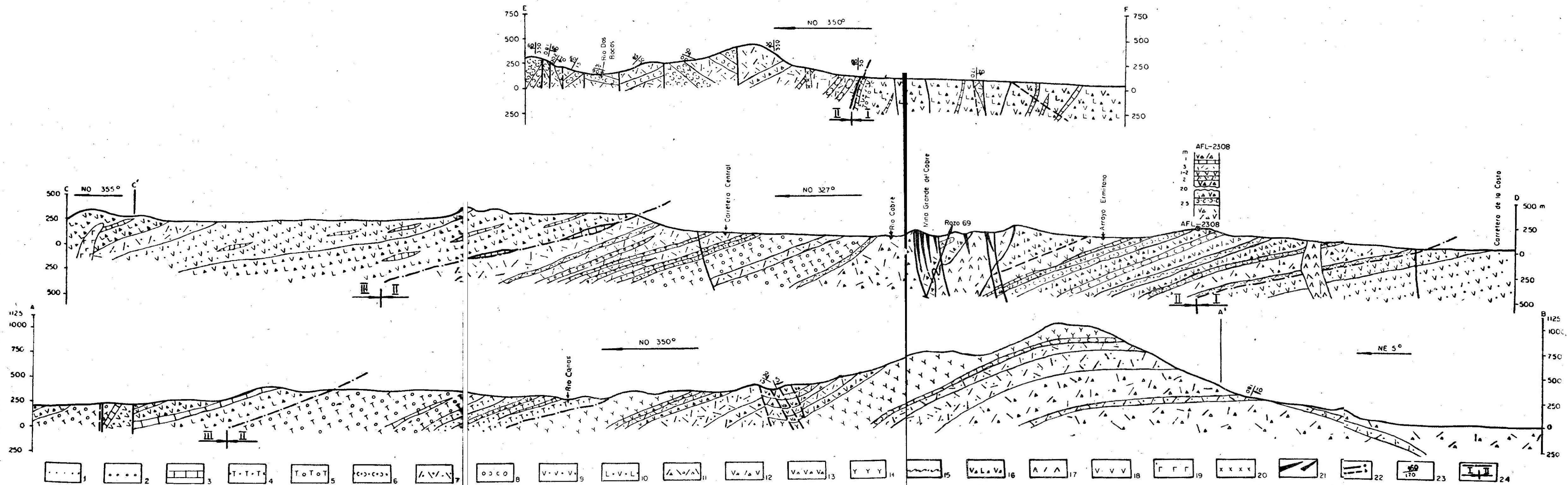


FIG. II

Los cortes de apoyo de la serie vulcanógeno-sedimentaria «El Cobre»: A-A'-B corte del río Canizo; C-C'-D corte de El Cobre; E-F corte del Caney; escala 1:25 000 (según los materiales de los autores en 1969). La situación de los cortes está en la Fig. 1.

Signos convencionales: 1. Areniscas vulcanomícticas y polimícticas de grano diferente; 2. Conglomerados principalmente vulcanomícticos; 3. Calizas organógenas; 4. Areniscas tobáceas; 5. Conglomerados tobáceos; 6. Tufitas; 7. Tobas de fragmentos pequeños y medios de composición ácida; 8. Tobas de cenizas (alevíticos de composición ácida y media); 9. Tobas de fragmentos pequeños y medios de composición media; 10. Tobas de fragmentos pequeños y medios de composición media y básica; 11. Tobas de fragmentos grandes y aglomerados de composición ácida; 12. Tobas de fragmentos grandes y aglomerados de composición media y ácida; 13. Tobas de fragmentos grandes y aglomerados de composición media; 14. Tobas no diferenciadas y lava brechosa de composición ácida; 15. Ignimbritas de pórfiro dacítico y liparítico; 16. Lava brechosa, lavas y sus tobas de composición básica; 17. Porfiritas andesito-dacíticas; 18. Porfiritas andesíticas; 19. Porfiritas basálticas; 20. Dioritas de grano fino, dioritas cuarzosas y grano-dioritas; 21. Depósitos de menas cuprífero-piríticas; 22. Follas manifestadas (a) y supuestas (b); 23. Elementos de yacencia de las rocas; 24. Límites de las svitas: I. Svita «Caney»; II. Svita «Hongolosongo»; III. Svita «Yarayabos».

Taber, 1934	Espesor en m	Woodring, Davis 1944	Espesor en m	Straczek, Lewis 1945	Espesor en m	Pedro Bermúdez 1961	Espesor en m	Laverov, Cabrer, 1965	Espesor en m	Según los datos de los autores, 1969	Espesor en m
Característica de las subdivisiones		Característica de las subdivisiones		Característica de las subdivisiones		Característica de las subdivisiones		Característica de las subdivisiones		Característica de las subdivisiones	
Formación «San Luis» (Pg <sub>2</sub> <sup>2</sup> )		Formación «San Luis»	700	Formación «San Luis» (Pg <sub>2</sub> <sup>2+3</sup> )	50 ó 1 500	Formación «San Luis» (Pg <sub>2</sub> <sup>2</sup> )	700	Formación «San Luis» (Pg <sub>2</sub> <sup>2+3</sup> )		No estudiadas	
Formación «El Cobre» (Cr-Pg <sub>2</sub> <sup>2</sup> ) Depósitos vulcanógeno-sedimentarios no separados	4 500 ó 6 000	Formación de calizas «Charco Redondo» (Pg <sub>2</sub> <sup>2</sup> )	150	Formación de calizas «Charco Redondo»		Formación «Charco Redondo» (Pg <sub>2</sub> <sup>2</sup> ) Calizas	150	Subform. «C. Red.» (Pg <sub>2</sub> <sup>2</sup> ) Margas, calizas, tobas finalmente bandeadas	10-30	«Svita» «Yarayabo» (Pg <sub>2</sub> ) Tobas, brechas de lava de composición básica, lentes de calizas	600-700
		Formación «El Cobre» Tobas de diferentes fragmentos, efusivos y capas de rocas sedimentarias no separadas		Formación «El Cobre» (Cr-Pg <sub>2</sub> <sup>1+2</sup> ) Tobas de diferentes fragmentos, efusivos, lavas, conglomerados tobáceos y lentes de calizas no separadas	4 000 ó 6 000	Formación «El Cobre» (Cr-Pg <sub>2</sub> <sup>1,2</sup> ) Rocas sedimentarias tobáceas, mantos y lentes de calizas no separadas	4 000 ó 6 000	Subform. «Boniatos» (Pg <sub>2</sub> <sup>2</sup> -Pg <sub>2</sub> <sup>1</sup> ) Tobas bandeadas, aglomerados, areniscas, tufitas y calizas	600-1 500	Subsvita superior (Pg <sub>2-3</sub> ) Conglomerados tobáceos, arenisca tobácea, tobas de fragmentos distintos de composición media-ácida, ignimbritas	900-1 100
								Subform. «Ermitaños» Pg <sub>2</sub> <sup>1+2</sup> -Pg <sub>2</sub> <sup>1</sup> (?) Aglomerados, tobas andesíticas basálticas, ignimbritas y areniscas tobáceas	400-1 200	Subsvita media Pg <sub>2-3</sub> Tobas de fragmentos distintos, lava e ignimbritas de composición ácida	1 100-1 500
								Subformación «Seco» (Pg <sub>2</sub> -Cr <sub>2</sub> ?) Tobas ácidas, aglomerados, manto de lava, areniscas tobáceas	1 500-2 500	Subsvita inferior Pg <sub>2-3</sub> Tobas de fragmentos distintos, lava de composición media ácida	900-1 500
				Lentes de caliza Cuabitas		Lentes de caliza Cuabitas				«Svita» «Caney» (Cr <sub>2</sub> ) (?) Brechas de lava, tobas de composición básica y media, conglomerados tobáceos, lentes y capas de calizas	2 100-2 300
Formación «Vincent» (Cr <sub>2</sub> )	1 500			Formación «Habana» (Cr <sub>2</sub> )		Formación «Vincent» (Cr <sub>1</sub> -Cr <sub>2</sub> )	1 500			No estudiadas	

La base del corte no está estudiada