

LOS COBRES GRISES DE ALGUNOS YACIMIENTOS Y MANIFESTACIONES SULFUROSOS DE CUBA.

L. YA. KRIPIVA.

M. G. DOBROVOLSKAYA.

A. I. TSEPIN.

J. L. KRAMER.

RESUMEN.

Basándose en el primer estudio de los cobres grises de los yacimientos sulfurosos de Cuba, se ha establecido la vinculación de su composición química con el tipo de mineralización. Los cobres grises antimoniales con diferentes contenidos de Ag desde 7-10 hasta 22% son típicos para los yacimientos y manifestaciones auríferas y galeno-esfaleríticas. Los cobres grises arsenicales, ricos en zinc y con contenidos de mercurio, son característicos para los yacimientos calcopirito-esfalerito-piríticos y calcopirito-piríticos. Los cobres grises de composición mezclada con una cantidad fija de hierro (Fe 2%) se han determinado en los yacimientos y manifestaciones galeno-esfalerito-piríticos.

La relación geológica entre la composición química de los cobres grises y el tipo de mineralización de los yacimientos y manifestaciones, nos mostró que los cambios revelados en la composición de los cobres grises llevan o tienen un carácter regular desde los yacimientos y manifestaciones propiamente cupríferos (calcopirito-piríticos) a los calcopirito-esfalerito-piríticos, galeno-esfalerito-piríticos y auríferos con sulfurosos.

En los últimos años se le ha prestado gran atención a los minerales de composición variable, el estudio de estos minerales permite con mayor precisión juzgar sobre las condiciones de formación de las menas y rocas.

A tales minerales pertenecen los cobres grises, que se caracterizan por amplios límites de isomorfismo de los metales y semimetales, siendo sensibles a los cambios de las condiciones físico-químicas de mineralogénesis. De ahí el gran interés por el estudio de los cobres grises en los diferentes yacimientos. Con los trabajos de muchos investigadores (2, 3, 5, 6, 7, 9 y otros) se ha demostrado que los cobres grises sirven como indicadores del quimismo del medio en el cual se formó la mineralización y reflejan las regularidades de la zonalidad mineralógico-geoquímica, tanto para los cuerpos minerales en dependencia de la profundidad de su formación o por el rumbo de estos, así como para el conjunto de los campos minerales en general.

En los trabajos de N. N. Mozgova y A. I. Tsepin (5) se señalan las particularidades tipomórficas de los cobres grises en diferentes tipos de yacimientos. Teniendo en cuenta estos datos y los trabajos de E. A. Radkevich (6) y E. K. Lazarenko (3), en el presente artículo, en el ejem

plo de los yacimientos y manifestaciones sulfurosas de Cuba se analiza una vinculación regular de la composición química de los cobres grises con los tipos de mineralización.

En los yacimientos sulfurosos de Cuba, los cobres grises se encuentran relativamente con frecuencia, pero sobre la base de los datos ópticos ellos se determinan como tenantitas. Los datos sobre la composición química de los cobres grises en publicaciones de especialistas cubanos y extranjeros, por el momento, no existen. En relación con esto, durante el estudio de la composición mineral de la menas de los yacimientos y manifestaciones sulfurosas, se prestó atención al cambio de la composición química de los cobres grises en dependencia del tipo de mineralización.

La particularidad característica de la metalogenia de Cuba (4, 8) es el amplio desarrollo y diversidad de los yacimientos sulfurosos. La mayor parte de estos yacimientos se concentran en las provincias meníferas de Pinar del Río, Las Villas, Oriente y la Isla de la Juventud (Fig. 1). Entre ellos se pueden destacar los yacimientos de diferentes tipos minerales como pirrotino-piríticos, calcopirito-piríticos, calcopirítico-esfalerítico-piríticos, esfalerito-calcopirítico-pirítico, galeno-esfalerito-piríticos y cuarzo-auríferos con sulfuros. Estos yacimientos tienen rasgos parecidos y diferencias tanto en su estructura geológica, como en su composición mineralógica (tabla 1).

El estudio de las menas sulfurosas mostró que los cobres grises son minerales con una distribución relativamente amplia. Como regla, la cristalización de estos minerales ocurrió en los períodos tardíos de la mineralogénesis y su asociación independientemente del tipo de yacimiento, es prácticamente constante, se destaca so-

lamente cierto predominio en algunos yacimientos de pirita y esfalerita, en otros de calcopirita o galenita.

Los cobres grises se asocian con la calcopirita, pirita, arsenopirita, esfalerita, galenita, y pirrotina, más raramente con la colusita, sulfosales de plomo, antimonio y cobre (Fig. 2).

La composición química de los cobres grises se estudió en la microsonda MS-46 "Cameca". Las condiciones de medición: volt de trabajo 20 kv, corriente de la sonda 15-30 NA, tamaño de la sonda 1-2 MM. En calidad de patrones se utilizaron para CuKu, FeKu, Sk- calcopirita de composición conocida, SbLu-Sb-100%, AsKu-NiAs, HgLu-HgS, ZnKu-Zn 100%, AgLu - Ag 100 %.

Los resultados obtenidos de 31 análisis (tabla 2 y 3) mostraron que la composición química de los cobres grises varía en amplios límites: desde tenantita con 0,15 % de masa de Sb, hasta tetraedrita con 0,3 % de masa de As. Se destacan las variaciones esenciales en el contenido no sólo de los semimetales y del azufre, sino también de todos los metales: Cu, Zn, Fe, Ag.

El mercurio se determinó en pequeñas cantidades desde 0,01 hasta 0,12% de masa en 14 análisis de los 31 realizados. Se estableció bismuto en una sola muestra del yacimiento San Fernando con 0,19 % de masa.

Las variaciones en los contenidos de los metales dependen del tipo mineral de yacimientos y del complejo de los minerales que forman las asociaciones paragenéticas. Así, las menas piríticas, calcopirito-piríticas, calcopirítico-esfalerito-piríticas (Cu Zn) contienen cobres grises arseniacales, ricos en zinc (Zn 8 % de masa) y con pequeñas cantidades de hierro (hasta 1 % de la masa).

En los yacimientos galeno-esfalerito-piríticos y cuarzo auríferos con sulfosales, están desarrollados los cobres grises del tipo antimonial y arsenical-antimonial con mayor contenido de hierro (2-4 % de masa) en comparación con el grupo anterior el contenido de zinc en estos desciende hasta 3 % de masa y disminuye la cantidad de cobre.

La distribución de plata en los cobres grises no es homogénea. En la mayoría de los análisis se destaca un bajo contenido de plata (0,02 - 0,3 % de masa), hasta 1% de masa de plata que contienen los cobres grises en las menas del yacimiento calcopirito-pirítico (Independencia), desde 1,8 - 9,6 % de masa de plata de en los cobres grises del yacimiento calcopirito-esfalerito-pirítico (Los Cerros).

El más rico en plata (hasta 22 % de masa) son los cobres grises del yacimiento cuarzo-aurífero con sulfosales (Delita). Estos cobres grises pueden ser referidos a las tetraedritas que contienen plata, pero no freiberguita, por cuanto, como demostró N. N. Mozgova y A. I. Tsepín (5), solamente en el caso de que la plata alcance 4 coeficientes de fórmula (of.) y más en la fórmula cristalo-química de los cobres grises, estos últimos pueden representar un tipo independiente de mineral rico en plata - Freiberguita.

Los datos de microsonda para los cobres grises en las menas de Cuba fueron elaborados matemáticamente con la utilización del análisis de factor (1).

Considerando los cambios en la composición de los cobres grises y los resultados del análisis de factor se pueden destacar 4 grupos principales de análisis de estos minerales.

El primero agrupa a los más propagados e incluye a los cobres grises en las menas de los yacimientos sulfurosos con cobre y zinc

en las vulcanitas de la serie basalto-liparíticas de contraste (Independencia, San Fernando) y en las vulcanitas de la serie andesito-basáltica (Fortuna), también a los yacimientos pirrotino-piríticos en las secuencias terrígeno-carbonatadas del Jurásico-Superior (?) Carlota.

El segundo grupo está representado por los cobres grises de composición mezclada, en los cuales el As y Sb se contienen en cantidades similares o predominan el antimonio y enriquecidos en hierro. Estos se encuentran en los yacimientos piríticos con cobre, plomo y zinc de la formación andesito-basáltica (El Infierno).

En el tercer grupo entran las tetraedritas en las cuales el contenido medio de metales (Cu, Zn, Fe) es aproximadamente igual al del grupo anterior, pero la cantidad de plata y antimonio es mucho mayor. Los representantes de este grupo se han observado en los yacimientos de pirita con plomo, zinc y barita en las rocas terrígenas (Sur) y de pirita con cobre y zinc en la serie liparito-basáltica de contraste (Los Cerros).

Forman un grupo independiente el representado por Ag-tetraedrita en el yacimiento de cuarzo-aurífero con arsénico y sulfosales Delita, en el cual el contenido de plata constituye desde 15-22 % de masa.

De esta manera, el estudio del tipomorfismo de la composición química de los cobres grises en el ejemplo de los yacimientos y manifestaciones sulfurosas de Cuba, nos permitió no solamente probar algunas consideraciones anteriores sobre la dependencia de la composición de los metales isomorfos en los cobres grises del tipo de yacimiento (3,6), y sobre la mayor capacidad de la plata de entrar en el retículo cristalino de la tetraedrita, sino también ofrecer algunas nue-

vas conclusiones con respecto a los yacimientos de Cuba. Así, el tipomorfismo de la composición química de los cobres grises permite determinar la pertenencia de este mineral a unos u otros tipos minerales de yacimiento y revelar las particularidades de formación de los cobres grises de distinta composición en estos yacimientos. La más segura presencia de Zn-tenantita en las menas piríticas y piríticas con cobre y zinc independientemente de la composición de las rocas encajantes. Estas son relativamente más ricas en contenido de cobre y forman junto a la esfalerita y la calcopirita la más tardía asociación paragenética en relación a la asociación cuarzo-pirítica-temprana,

Las tetraedritas argentíferas son típicas para las menas galeno-

esfalerita-piríticas y cuarzo-auríferas con sulfuros en rocas terrígenas y vulcanitas. Las tetraedritas que como regla poseen un menor contenido de cobre, entran en la composición de las asociaciones minerales cuarzo-carbonato-pirita-esfalerítica y cuarzo-sulfoantimonítica-con oro.

En base a los datos obtenidos se marca una zonalidad regional mineralógico-geoquímica que se refleja en el aumento del papel del arsénico en los cobres grises, desde las provincias meníferas de Pinar del Río y la Oriental hacia la zona central (Las Villas).

Las particularidades señaladas de muestran la especificidad de las soluciones metalíferas en las provincias mencionadas.

TABLA # 1

CARACTERÍSTICAS COMPARATIVAS DE ALGUNOS YACIMIENTOS Y MANIFESTACIONES SULFUROSAS DE CUBA

Yac. (subrayados) y manifestaciones	Rocas encajantes y su edad	Forma de cuerpos minerales	Tipos minerales de yac. y manifestac.	Minerales que asocian con cobres grises	Componentes principales (subrayados) y acomp. de menas
1	2	3	4	5	6
Fortuna	Dacitas, dacito-andesitas, andesitas y sus tobas (K ₁)	Cuerpos minerales de aspecto de stockwork, vetíticas	Calcopirita - pirítico.	cuarzo, calcopirita, esfalerita, galena, bornita	<u>Cu</u> , Zn, Pb, Au, Ag, Sb, As, Bi, Mo, Cd.
San Fernando	Liparitas, dacito-liparitas y sus tobas (K ₁)	Stockworks y cuerpos del aspecto de vetas	Esfalerita-calcopirita - pirítico.	Barita, cuarzo, carbonatos, esfalerita, calcopirita, galena, argentita, sulfosales de plata, Ge-colusita, plata, oro.	<u>Cu</u> , Zn, Au, Pb, Cd, Sb, Ag, Mo, Bi, As.
Independencia	"	"	Calcopirita-pirítico	Cuarzo, calcopirita, esfalerita, galena, sulfosales de plata, oro.	<u>Cu</u> , Zn, Pb, Au, Ag, Sb, As, Bi, Mo
Carlota	Esquistos grafiticos (J ₃ ?)	Estratos con cordantes del aspecto de lentes y capas.	Pirrotina - pirítico	Carbonatos, cuarzo, pirrotina, calcopirita, esfalerita, famatinita.	S, Fe, Cu, Zn, Co, Ni
El Infierno	Andesitas, dacitas y sus tobas (P).	Stockworks y cuerpos del aspecto de vetas.	Calcopirita-galeno-esfalerita-pirítico.	Cuarzo, esfalerita, galena, calcopirita.	<u>Cu</u> , Zn, Pb, Ag, Cd.

1.	2	3	4	5	6
Sur	Cuarzitas y areniscas del aspecto de cuarcita	Estratos concordantes del aspecto de capas	galeno-esfalerito-pirítico.	Cuarzo, carbonatas, pirita, esfalerita, galena, calcopirita.	$\frac{Zn}{Pb, Ag, Cd.}$
Los Cerros	Liparitas, dacito-liparitas y sus tobos (K ₁)	Stockworks y cuerpitos del aspecto de vetas.	Calcopirito -esfalerito -pirítico	Calcita, barita, esfalerita, galena, calcopirita, argentita, sulfosales de plata, oro.	$\frac{Zn, Cu, Au, Pb, Ag, As, Sb, Cd.}{}$
Delita	Esquistos metamórficos y cuarcitas (J ₃ ?)	Vetas secantes	Cuarzo-aurífero con sulfuros.	Cuarzo, arsenopirita, boulangirita, galena, esfalerita, calcopirita, bourbonita, sulopita, jansonita, argentita, oro, plata, electrum.	$\frac{Au, Ag, As, Sb, Zn, Pb, Cu.}{}$

TABLA # 2

COMPOSICION QUIMICA DE LOS COBRES GRISES DE ALGUNOS YACIMIENTOS Y MANIFESTACIONES SULFUROSAS DE CUBA (% DE MASA).

No. de análisis.	Yacimientos (subrayados) y Manifestaciones.	Cu	Ag	Zn	Fe	Hg	As	Sb	S	Suma
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Fortuna	43,07	0,02	7,70	0,69	0,05	19,19	0,15	28,03	96,90
2	"	43,20	0,02	7,58	1,08	0,01	18,76	0,58	28,30	99,53
3	"	43,52	0,02	6,68	1,03	0,08	17,33	1,09	27,42	97,17
4	San Fernando	42,56	0,20	8,07	0,15	-	18,10	3,84	28,61	101,53
5	"	42,45	0,19	8,10	0,12	-	17,82	3,89	28,90	101,47
6	"	42,43	0,15	8,12	0,17	-	17,80	3,90	28,59	101,11
7	"	42,69	0,19	8,18	0,12	-	17,86	3,76	28,67	101,47
8	"	42,69	0,19	8,18	0,12	-	17,86	3,76	28,67	101,47
9	"	42,69	0,19	8,18	0,12	-	17,86	3,76	28,67	101,47
10	Independencia	41,23	0,71	8,09	0,78	-	17,80	3,49	28,17	100,27
11	"	41,90	0,76	7,62	0,69	-	15,24	5,97	28,50	100,94
12	"	41,49	0,70	7,71	0,70	-	17,80	3,49	28,17	100,27
13	"	41,55	0,83	7,74	0,69	-	17,41	4,51	28,74	101,63
14	"	41,17	0,61	8,11	0,80	-	17,73	4,47	28,65	101,45
15	Carlota	41,83	0,03	8,13	0,43	0,04	17,40	4,42	28,87	101,80
16	"	41,63	0,02	8,03	0,59	0,04	17,87	3,52	28,48	100,56
17	Carlota	42,62	0,02	8,32	0,48	0,03	15,95	6,20	28,60	101,21
18	"	41,70	0,03	7,93	0,98	0,05	15,53	6,09	28,28	100,21
19	El Infierno	40,24	0,26	5,90	1,83	-	17,13	4,43	28,34	101,37
20	"	40,66	0,11	6,10	1,91	0,10	16,30	4,94	27,90	99,83
21	"	40,09	0,16	5,65	1,90	-	12,28	12,07	27,09	99,67

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
22	"	40,89	0,13	6,00	1,88	0,12	12,78	11,45	27,00	100,25
23	"	39,28	0,34	6,13	1,74	0,03	9,94	15,45	25,97	98,88
24	"	39,99	0,35	6,53	1,64	-	9,42	16,42	25,92	100,27
25	Sur	33,3	9,6	4,6	1,8	-	4,9	21,0	25,1	100,3
26	Los Cerros	35,17	4,97	6,75	1,96	0,05	6,24	20,56	26,21	101,91
27	"	35,30	3,36	6,43	2,14	0,03	4,75	23,21	26,87	102,09
28	Delita	27,9	15,1	3,0	3,7	-	0,3	27,3	23,0	100,3
29	"	23,62	20,39	2,64	3,91	-	0,64	26,06	22,02	99,28
30	"	22,94	21,77	2,65	3,90	-	0,44	26,15	21,99	99,84
31	"	23,44	20,67	3,88	2,61	-	0,48	26,36	22,09	99,53

Nota: un análisis de San Fernando (No. 9) contiene Bi - 0,19 % de masa
 (-) - un elemento no fue descubierto.

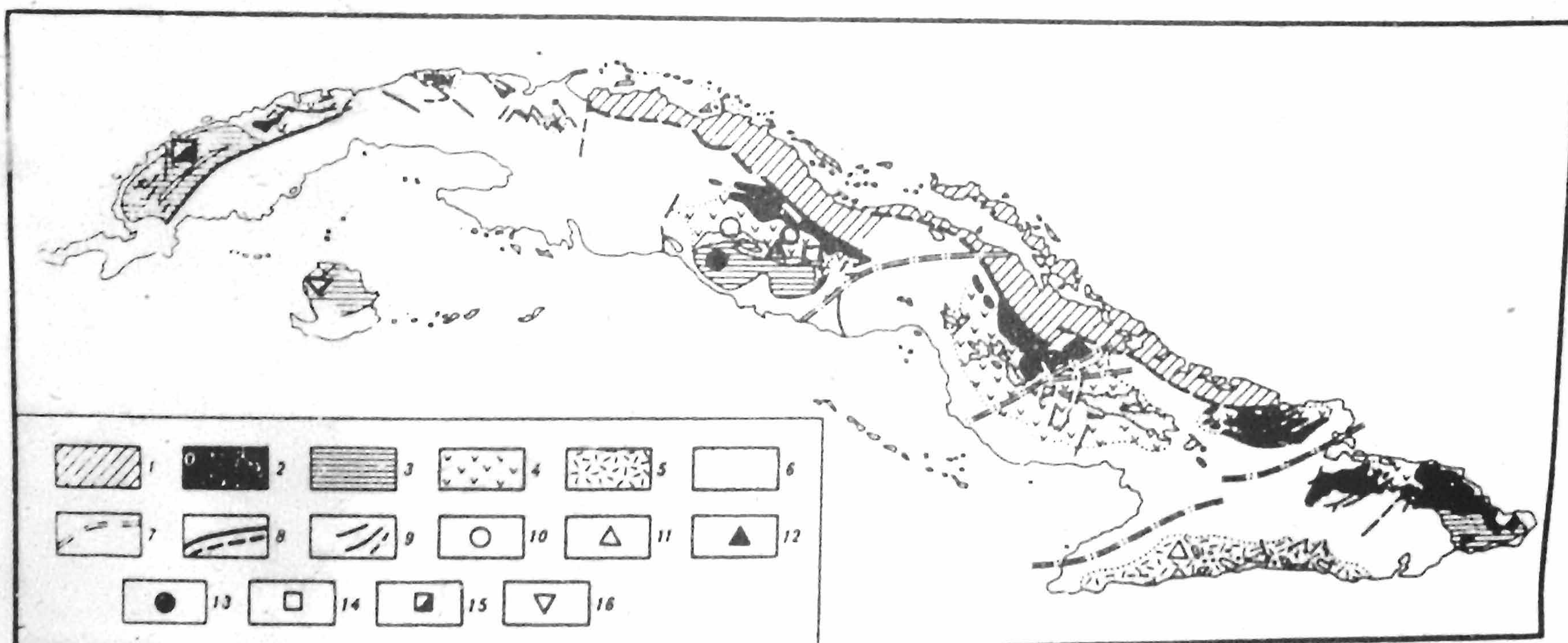


Fig. 1. Esquema de distribución de los yacimientos sulfurosos de Cuba en la base de las estructuras anteriores al Neógeno.

Por R. Cabrera (8) con arreglos de L. Y. Krapiva.

1. Formaciones evaporíticas carbonatadas de plataforma y carbonatadas-silíceas del talud continental. (J-K); 2. Asociación ofiolítica (antigua corteza oceánica); 3. Bloques silíceos de rocas metamórficas; 4. Complejo vulcanógeno-sedimentario cretácico; 5. Complejo vulcanógeno sedimentario paleógeno; 6. Granitoides cretácicos y paleogénicos; 7. Gradientes gravimétricos principales; 8. Fallas principales; 9. Fallas de segundo orden; (10-16). Calcopirítico-galenito-esfalerítico (El Infierno); 11. Calcopirítico-pirítico (Independencia, Fortuna); 12. Esfalerítico-calcopirítico-pirítico (San Fernando); 13. Pirítico-pirrotínico (Carlota); 14. Calcopirítico-esfalerítico-pirítico (Los Cerros); 15. Galenito-esfalerítico-pirítico (Sur); Oro-cuarzo-arsenopirítico con sulfosales de antimonio (Delita).

BIBLIOGRAFIJA.

- (1) - Iberla C., Factornianaliz.
M.: Statistika, 1980, 398 s.
- (2) - Kovalenkov, V.A.; Troneva, N. V.; Dobronichenko, V.V. Osobennosti sostava glavniy rudo obrazuyuschij mineralov trubooobrazniy tel mestorozdeniya kochubulak. - V. Kn.: Metodi issledovaniy rudoobrazuyuschij sulfidov i ij paragenezisov. M.: Nauka, 1980, s. 140 - 164.
- (3) - Lazarenko, E. K. Obblekliy rudaj - Mineral zbornik Ivov. geol. obschestva, 1956, No. 10, s. 172 - 211.
- (4) - Lisizin, A. I. Metallogenia Mbi. Sov. geologia, 1969, No. 11.
- (5) - Nozgoval, N.N., Tsepin, A. I., Bleklie rudi (osoben nostiji michekogo soslava i svoistv). M.: Nauka, 1983, 280 s.
- (6) - Radkevich, E. H.; Gruppya blekliy rud. - V. kh. Minerali SSSR, t. 11. M.: Izd - vo AN SSSR, 1940, s. 497-528.
- (7) - Sajarova, M. S., Osnovnie voprosi izomorfizma i genezisa blekliy rud. - geol. rudn. mestorozdeni, 1966, No. 1, s. 23 - 41.
- (8) - Fonseca, E., Melopugin, V. N.; Cabrera, R.; Eredia, M.; Kramer, J.L.; Pantaleon, G. Nekotorie problemi geologii kontinentalnij okrain (na primere ostrova Cuba). - V kn.: Buduscher geologicheskoi nauki. M.: Nauka, 1985, s. 113 - 125.
- (9) - Chesnokov, B.V.; Popova, V. I.; Variazii jimichekogo sostava blekliy rud Berozo vskogo mestorozdenia na Urale - Tr. Sverdl, gorn. instituta, 1972, vip. 86. s. 73-83.