


UNIVERSIDAD DE ORIENTE
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE GEOLOGIA

T E S I S D E G R A D O

DETERMINACION
ROENTGENOGRAFICA Y ESPECTROSCOPICA
DE
ALGUNOS MINERALES
DE LA
PROVINCIA DE ORIENTE



AUTORES

DALLANA MC PHERSON SANCHEZ
VIRGILIO A. MAINEGRA FRENERO

CONTENIDO

CONTENIDO	
DEDICATORIA	
ACLARACION	
RECONOCIMIENTO.....	
INTRODUCCION	
DESCRIPCION GENERAL DE LAS MUESTRAS	
DETERMINACION POR EL PESO ESPECIFICO.....	
DETERMINACION ROENTGENOGRAFICA	
DETERMINACION ESPECTROSCOPICA.....	
REFERENCIAS GEOLOGICAS	
BIBLIOGRAFIA	

DEDICATORIA

Los autores del presente trabajo, corto, sencillo y defectuoso, quisiéramos ofrecerlo, a manera de humilde ofrenda, a quien fuera nuestro primer profesor de Mineralogía, fundador de la primera Escuela de Geología de Cuba y primer Director de la misma, nos referimos al insigne Ingeniero de Minas Antonio Calvache y Dorado; quien a pesar de estar ya retirado de su profesión desde la cual -- mantuvo siempre una posición anti-imperialista justa, en contra de los entonces crecientes intereses mineros norteamericanos en Cuba, y encontrarse padeciendo una dolencia cardíaca, no dudó ni un momento en venir a levantar aquí a Oriente lo que había sido el sueño de toda su vida: una Escuela de Minas y una de Geología cubanas.

Ya ahora, después de pasadas las horas más terribles en la vida de algo: las primeras, vemos -- crecer y coger fuerza su sueño. El sueño de aquél que aún todavía sigue luchando en la medida de sus fuerzas por el desarrollo de las ideas y la conciencia geológica.

Vaya a él nuestro reconocimiento y afecto.

A C L A R A C I O N

Debemos aclarar, antes de proceder a exponer todo lo pertinente a las cuestiones por nosotros realizadas, el por qué de que dos personas sean autoras de una misma Tesis.

La causa fundamental de esto fue la amplitud del trabajo que teníamos ante nosotros, lo cual obligó a repartirnoslo. Así pues, Dallana Mc Pher-son se responsabilizó en gran parte con la deter- minación del peso específico de las muestras, y --- con el análisis espectral de las mismas, mientras que Virgilio A. Mainegra se ocupó en gran medida - del análisis roentgenográfico y en la recopilación y elaboración final de todo el material, pero siem- pre ambos trabajaron en todos los aspectos de esta Tesis.

Se comprende que la subdivisión era necesaria ya que se contaba con un tiempo muy escaso para la elaboración de la Tesis sobre un tema tan amplio - que exigía una labor tan ardua y prolongada, en la que muchas veces fue preciso armarse de paciencia ilimitada por lo contradictorio de los resultados que iban siendo hallados, esto unido a que la mis- ma fue realizada al unísono con las clases norma- les del semestre y las pruebas y exámenes de las - asignaturas respectivas.

Además el no haber contado nunca con tiempo libre para dedicarlo exclusivamente a este trabajo como es normal y lógico que deba hacerse en la elaboración de una Tesis de Grado, trajo por consecuencia desagradables limitaciones en cuanto al propósito inicial.



RECONOCIMIENTO

Los autores desean agradecer de una forma muy especial, el profundo interés que mostró y el constante trabajo de dirección que hubo de desarrollar en el presente trabajo, el Dr. Vladimir Bouska, al cual debemos en gran medida lo aprendido en el campo de la roentgenografía y espectroscopía, y sin cuyo concurso hubiera sido imposible llevar a feliz término nuestra labor.

Así también queremos hacer llegar a la Escuela de Ciencias Químicas nuestro profundo reconocimiento, ya que gracias a su siempre gentil disposición de ayudar en toda labor de preocupación y utilidad científica, pudimos hacer consultas y utilizar todas aquellas instalaciones, equipos y materiales que nos fueron necesarios.

Corresponde nuestro postrer agradecimiento al Ing. Walker Baker, quien con su don de organización característico, nos ha ayudado en gran medida, en la preparación final del material recolectado.

DALLANA MC PHERSON SANCHEZ
VIRGILIO A. MAINEGRA FRENERO



I.- INTRODUCCION

1) MOTIVOS DEL TRABAJO:-

La presente investigación de minerales de manganeso se hace con la intención de poder aclarar muchas cuestiones relacionadas con la geología de tales minerales y los métodos de trabajo que se utilizan en su determinación.

Y nuestra intención comprende:

- a) Determinar la variación en la mineralogía dentro de su yacimiento y la variación entre varios yacimientos de la provincia de Oriente.
- b) Establecer la relación entre la geología de los yacimientos y su mineralogía.
- c) Establecer un procedimiento de trabajo en cuanto al análisis roentgenográfico de los minerales de manganeso.
- d) Investigar las limitaciones del equipo disponible, comparándolo con lo teórico.

No sabemos ahora si al final de las determinaciones podamos contestar de una forma satisfactoria todas estas cuestiones.

2) METODOS EMPLEADOS:-

Todo nuestro trabajo se basará fundamentalmente en el desarrollo de tres técnicas o métodos, cada una de los cuales, tratará por sí so-

lo, de lograr una determinación lo más exacta - y rigurosa de cada una de las especies minerales problema.

A tales efectos, los métodos aplicados a cada muestra serán:

- a) Determinación por su peso específico.
- b) Determinación roentgenográfica.
- c) Determinación espectroscópica.

Antes de pasar a analizar las condiciones específicas de cada método con respecto a nuestro trabajo, debemos aclarar que el resultado final se obtendrá comparando los resultados individuales de cada método en cada muestra, para entonces llegar a una conclusión definitiva. Y debe aclararse además, que el más importante de los tres, desde el punto de vista, no meramente técnico sino más bien de nuestros intereses científicos, es el segundo, o sea el roentgenográfico, ya que precisamente, basándonos en sus resultados fue que nos ayudamos para completar el trabajo espectrográfico; siendo este último un método accesorio en nuestras determinaciones.

3) SELECCION DE LAS MUESTRAS:-

Estas fueron tomadas por los autores en los yacimientos que se relacionan más adelante

y teniendo cuidado de que fueran en apariencia externa lo más disímiles posibles, con respecto a su color, dureza y estructura, ya que esto nos garantizaría también una generalización más amplia en los resultados finales.

Del Yacimiento Balkanes: #1; #2; #4; #5

Del Yacimiento Los Chivos: #3; #10; #11

Del Yacimiento Non Plus Ultra: #6; #7

Del Yacimiento Bucycito: #8; #9

Del Yacimiento Charco Redondo: #12; #13; #14

Del Yacimiento Playa Justici: #15

Del Yacimiento Ponupo: #16

O sea un total de dieciseis muestras, pero dada ciertas limitaciones muy grandes en el tiempo y en el papel gráfico registrador para el análisis roentgenográfico, sólo analizaremos completamente las muestras siguientes:

#1 de Balkanes

#2 de Balkanes

#3 de Los Chivos

#6 de Non Plus Ultra

#10..... de Los Chivos

#14..... de Charco Redondo

#16..... de Ponupo

Manteniendo así la diversidad geográfica

III.- DETERMINACION POR EL PESO ESPECIFICO

1) TEORIA Y TECNICA DEL METODO:-

El peso específico de un mineral es un número que expresa la relación entre su peso y el peso de un volumen igual a 4°C. Por supuesto - como el peso específico es la medida de la relación entre dos magnitudes de la misma especie, carecerá por lo tanto, de unidades físicas.

Si ρ es el peso específico, tenemos que:

$$\rho = \frac{P}{E} \quad (1)$$

donde: P es el peso de la muestra mineral

E es el peso del volumen de agua a 4°C desplazado por la muestra mineral.

Y como: $E = V \times \delta$

donde: V es el volumen de agua a 4°C desplazada

δ es la densidad del agua

podemos decir que:

$$\rho = \frac{P}{V \cdot \delta}$$

y si V viene expresado en cm^3

y δ viene expresada en gr/cm^3

y P viene expresado en gr,

tenemos que, para un mineral determinado:

$$P = q \text{ gr}$$

$$V = r \text{ cm}^3$$

$$d = 1 \text{ gr/cm}^3$$

Sustituyendo estos valores en (2):

$$\rho = \frac{q \text{ gr}}{r \text{ cm}^3 \times \frac{1 \text{ gr}}{\text{cm}^3}} = \frac{q}{r}$$

y si

$$\frac{q}{r} = \eta$$

podemos decir que:

$$\rho = \eta$$



Lo cual demuestra que el peso específico es una magnitud relativa, careciendo de unidades físicas. El número η obtenido nos indica tan solo las veces que el peso de un mineral es mayor que el peso de un volumen similar de agua a 4°C.

Como de las muestras obtenidas no se podían tomar fragmentos lo suficientemente grandes que permitieran emplear la Balanza de Jolley o la de brazo, ya que las diversas muestras estaban surcadas de venitas de calcita, o presentaban mucho material de otros tipos, dado el origen tobáceo de estos minerales de manganeso, y teniendo en cuenta la necesidad de lograr una determinación del peso específico lo más exacta posible, deci-

amos utilizar el Método del Picnómetro. Este método utiliza una pequeña botella con tapa de vidrio esmerilado, a través del cual presenta un capilar.

El procedimiento consiste en lo siguiente:

- 1ª) Se pesa la botella vacía con su tapa y se obtiene el resultado (P_1).
- 2ª) Se introducen los fragmentos del mineral en el picnómetro, y se pesa nuevamente, obteniéndose el valor (P_2).
- 3ª) Se pesa el picnómetro, lleno completamente de agua destilada y mineral (calentado previamente para eliminar el aire), obteniéndose el valor (P_3).
- 4ª) Se vacía el picnómetro y se llena sólo con agua destilada y se hace la pesada (P_4).

Si P es el peso del mineral

E es el peso del volumen de agua destilada a 4°C, desplazada por el mineral, (empuje del agua sobre el mineral),

$$\text{se vé que: } P_2 = P + P_1 \quad (3)$$

$$P_3 = P_4 - E + P \quad (4)$$

De (3) obtenemos:

$$P = P_2 - P_1 \quad (5)$$

De (4) obtenemos:

$$E = P_4 - P_3 + P$$

Por lo tanto:

$$E = P_4 - P_2 - P_1 - P_3 \quad (6)$$

Sustituyendo en (1) los valores (5) y (6); tenemos que:

$$\rho = \frac{P_2 - P_1}{P_4 + P_2 - P_1 - P_3} \quad (7)$$

O sea, que podemos calcular el peso específico de un mineral en función de las pesadas

P_1, P_2, P_3 y P_4 .

2) RESULTADOS OBTENIDOS:

Para la obtención de las pesadas P_1, P_2, P_3 y P_4 en cada muestra hubo de utilizarse la Balanza GOSMET, tipo DDB-200 de fabricación que se encuentra en el Cuarto de Balanzas a 20°C del Laboratorio de Química Inorgánica de la Escuela de Ciencias Químicas; en donde, aplicando la ecuación número 7 a las dieciseis muestras ya relacionadas, se obtuvieron las siguientes resultados:

TABLA #1

Muestra #1	.....	4.12
Muestra #2	.....	4.47
Muestra #3	.....	3.25
Muestra #4	.....	4.22

Muestra #5	.....3.23
Muestra #6	.....3.26
Muestra #7	.....4.34
Muestra #8	.....3.72
Muestra #9	.....3.72
Muestra #10	.....3.64
Muestra #11	.....4.67
Muestra #12	.....2.78
Muestra #13	.....3.30
Muestra #14	.....4.46
Muestra #15	.....2.32
Muestra #16	.....2.65

3) CONCLUSIONES PARCIALES SOBRE :-

Los principales minerales de manganeso ---
muestran los pesos específicos siguientes:

<u>Oxidos:</u> Hussanita (Mn O )	.....4.86
Braunita (Mn ^{3 4} O )	.....4.75-4.82
Manganita (MnO(^{2 3} OH))	.....4.20-4.40
Pirolusita (MnO )	.....4.70-4.80
Polianita (MnO ² )	.....5.00
Psilomelano (nMnO.MnO .nH O)	3.70-4.70
Wad (aprox. Mn O H (Ba,K))	3.00-4.28
Estilpnomelano (no conocida)	2.20
Vernardita (MnO .nH O)	.....
Criptomelano (K O.MnO.15MnO nH O)	
Holandita (Mn O MnBa)	.....5.00
	6 14

<u>Carbonato:</u>	Dialogita, Rodocrosita (CO Mn).....	3 3.45-3.60
<u>Sulfuro:</u>	Alabandina (SMn)	3.95
<u>Silicato:</u>	Rodonita (SiO Mn).....	3.40-3.60

Como puede apreciarse, a pesar de la extensa bibliografía que tuvimos a nuestro alcance no pudimos hallar el peso específico de la Vernardita ni del Criptomelano, pero en caso de que estos minerales estuvieren presentes en nuestras muestras, serían detectados por los otros análisis.

De la comparación de la Tabla #1 y los datos anteriores, y atendiendo exclusivamente a los pesos específicos, se concluye que:

La Muestra #1 puede ser: Manganita o Psilomelano, se excluye la posibilidad de que sea Wad, debido a la apariencia exterior.

La Muestra #2, sólo puede ser Psilomelano.

La Muestra #3, sólo puede ser Wad.

La Muestra #4, puede ser: Manganita, Psilomelano o Wad.

La Muestra #5, sólo puede ser Wad.

La Muestra #6, sólo puede ser Wad.

La Muestra #7, puede ser: Manganita, Psilomelano o Wad.

La Muestra #8 y #9, pueden ser Psilomelano o Wad.

La Muestra #10, puede ser: Psilomelano, Wad, Rodocrosita o Rodonita.

La Muestra #11, puede ser: Pirelusita o Psilomelano.

La Muestra #12, puede ser sólo Estilnomelano.

La Muestra #13, sólo puede ser Wad.

La Muestra #14, puede ser: Psilomelano o Manganita.

La Muestra #15, sólo puede ser Estilnomelano.

La Muestra #16, sólo puede ser Estilnomelano.

Se nota que la determinación por este Método es insegura y muy ambigua, ya que en una misma -- muestra puede haber una mezcla de varias especies minerales, lo cual alteraría grandemente los resultados.

Se tratará de ir eliminando posibilidades en cada muestra según progresemos en nuestros análisis.

IV.- D E T E R M I N A C I O N R O E N T G E N O - G R A F I C A

1) TEORIA DEL METODO:

El Método se basa en la incidencia de un haz de Rayos X, sobre una determinada sustancia cristalina.

Los Rayos X, son ondas electromagnéticas con frecuencias comprendidas entre la frecuencia de los rayos ultravioletas y la frecuencia de los rayos γ del elemento Radio, para su producción se usa generalmente, un tubo llamado de Coolidge o de alto vacío, como el que se indica en la figura:

Dependiendo de la energía que tengan dichos electrones, podrá suceder que sean frenados por los átomos del elemento sobre el cual inciden y que sean capaces de ionizar a los átomos, alejándoles los electrones de las órbitas interiores más profundas (tales como los ---

del Nivel K), debido a la excitación provocada por la energía cedida por el electrón que bombardea. En el primer caso el frenaje de los electrones conlleva una pérdida de energía que se traducen en Rayos X, llamados a veces "radiación blanca" o "espectro continuo" (sobre lo cual ya trataremos), que empieza bruscamente en los límites de las longitudes de onda largas. En el segundo caso llegan a quedar vacías algunos lugares en el nivel K hacia donde posteriormente se trasladan los electrones de las cargas más externas (L, M, N, etc.), tales traslaciones provocan la emisión de un fotón de Rayos X, al espectro producido por esta radiación se le denomina "discreto o de Rayas", y puede ser de dos tipos: α y β , dependiendo si la transición electrónica al nivel K ha venido del nivel L o M, respectivamente.



En nuestro trabajo se filtra la radiación y hasta un 20% de la α , o sea que nuestro espectro de Rayos X, constará de dos partes: el espectro continuo o radiación blanca (llamado técnicamente el "fondo") y la radiación o radiación monocromática.

Como la longitud de onda de los Rayos X -- (aprox. de 100 - 0.02 A), es del orden de las distancias interatómicas en los cristales, estos actúan con respecto a los Rayos X como redes de difracción tridimensional, dando lugar a espectros que pueden ser registrados.

La distribución interior regular de partículas (átomos, moléculas e iones), que caracterizan las estructuras cristalinas, pueden definir diversas familias de planos con distancias interplanares determinadas. A tales planos se les denomina planos reticulares.



Cuando un frente de onda de Rayos X incide sobre un cristal, cada una de estas familias de planos reticulares tiene la posibilidad de actuar como un espejo respecto a los Rayos X y efectuar por lo tanto, "reflexiones" en diversas direcciones. La onda que llega con un ángulo de incidencia menor de un grado, se refleja mientras que cuando el ángulo de incidencia es mayor de un grado, lo que ocurre es la difracción de la onda, es decir, la onda es absorbida por los átomos que definen el plano reticular, y estos a su vez, emiten una radiación de la misma longitud de onda que la recibida, más una pequeña radiación blanca, pero que en general cumple con las leyes geométricas de la reflexión.

O sea, que cada familia de planos dentro del cristal es capaz de efectuar una reflexión (difracción) de un mismo haz de ondas de Rayos X, y de acuerdo con el número de átomos que constituyen el plano reticular, esto es, su densidad reticular, así será el número de ondas reflejadas, y por lo tanto, la intensidad de la onda resul--

tante de ese plano estructural.

Como ya dijimos paralelamente a cada plano reticular existe una familia de planos idénticos equidistantes, por lo que al incidir sobre un cristal un haz de Rayos X, penetrará en él y la reflexión resultante no se habrá originado en un sólo plano reticular, sino en una serie casi infinita de planos paralelos, los cuales contribuyen parcialmente a la reflexión total. Pero para que esta reflexión total sea lo suficientemente intensa, las reflexiones individuales deben estar en fase entre sí.

Por ejemplo, en la figura para que las ondas reflejadas A' y B', estén en fase es necesario que el espacio 2-3-4 recorrido por la onda B sea un número par de semilongitudes de onda, esto es, un número entero de longitudes de onda, para que de esta manera A' y B' se interfieran por refuerzo, no se anulen, y puedan ser detectadas como --

reflejo de una familia de planos debe cumplirse que:

$$1) \text{ Sen } \theta = \frac{2 - 3}{d}, \text{ por lo tanto: } 2 - 3 = d \text{ Sen } \theta$$

$$2) \text{ Sen } \theta = \frac{3 - 4}{d}, \text{ por lo tanto: } 3 - 4 = d \text{ Sen } \theta$$

Sumando ordenadamente (1) y (2), obtenemos:

$$3) \quad (2 - 3) + (3 - 4) = 2d \text{ Sen } \theta$$

y como $(2 - 3) + (3 - 4)$ es el espacio 2-3-4 y este debe tener un número entero de longitudes de onda, se cumplirá que:

$$4) \quad (2 - 3) + (3 - 4) = n\lambda$$

y sustituyendo (4) en (3), se obtiene:

$$n\lambda = 2d \text{ Sen } \theta$$

que es la ecuación de Wulf-Bragg, que se cumple para un espacio reticular de distancia interplanar d y una λ dada; recalándose que las reflexiones sólo se producen para aquellos ángulos de incidencia θ que satisfaga la ecuación, esto es, que provoquen un refuerzo en las ondas.

Por lo tanto, de un mismo cristal se obtendrá un cierto número de reflexiones, que diferirán en direcciones e intensidades, y que habrán de ser únicas y características de una especie cristalográfica determinada.

Y si ahora se dispone de un equipo receptor que intercepte tales reflexiones, con sus direcciones e intensidades, y algún otro equipo que registre tales parámetros de una forma adecuada, podremos obtener un esquema de la estructura interna de la sustancia analizada.

2) CARACTERISTICAS DEL EQUIPO DISPONIBLE Y SUS LIMITACIONES:

A) Descripción del equipo de Rayos X:

En las siguientes figuras está representado esquemáticamente el equipo de Rayos X. Este equipo, en vez de papel fotográfico utiliza el contador Geiger-Muller, lo cual simplifica el proceso de determinación de los ángulos θ , acelera el proceso de descifrar y no cambia, naturalmente, de ninguna manera la base teórica del método. La única diferencia es que, en vez de obtener arcos en papel fotográfico, se obtiene un aumento de intensidad del conteo (picos) cuando el contador está en la posición correspondiente. Resulta de gran ventaja poder utilizar potenciómetros automáticos para poder escribir estos picos y descifrarlos enseguida.

El equipo consta de tres partes:

a) Un productor de Rayos X.

b) Un productor de Alto Voltaje.

c) Un equipo registrador.

B) Descripción de la Manipulación del equipo de Rayos X:

a) Después de preparar las conexiones y enchufar, se enciende el botón (1), poniéndolo en la posición "ON" (Equipo A, productor de Rayos X); esto se hace con el objeto de calentar el equipo. Al encender el aparato, NO DEBE ESTAR conectado el motor que acciona el giro del Geiger (5).

NOTA: Este motor se monta y se quita suavemente del carro que recorre el cuadrante graduado por medio de tres "pines".

b) Se llena con cuidado; y mediante un gotero, el recipiente que contendrá la tinta especial para el estilete y se prueba si marca bien el papel.

c) Se pone el recipiente con la tinta en la parte posterior del equipo C, de modo que ajuste bien. Se añade tinta, (con el gotero), en el pequeño depósito de la punta que se encuentra en el extremo derecho del equipo C, destinada a marcar los grados.

b) Un productor de Alto Voltaje.

c) Un equipo registrador.

B) Descripción de la Manipulación del equipo de Rayos X:

a) Después de preparar las conexiones y enchufar, se enciende el botón (1), poniéndolo en la posición "ON" (Equipo A, productor de Rayos X); esto se hace con el objeto de calentar el equipo. Al encender el aparato, NO DEBE ESTAR conectado el motor que acciona el giro del Geiger (5).

NOTA: Este motor se monta y se quita suavemente del carro que recorre el cuadrante graduado por medio de tres "pines".

b) Se llena con cuidado; y mediante un gotero, el recipiente que contendrá la tinta especial para el estilete y se prueba si marca bien el papel.

c) Se pone el recipiente con la tinta en la parte posterior del equipo C, de modo que ajuste bien. Se añade tinta, (con el gotero), en el pequeño depósito de la punta que se encuentra en el extremo derecho del equipo C, destinada a marcar los grados.

X en la muestra, accionando la palanquita (10).

i) Se enciende el equipo inscriptor C , primero en un botón interior, no representado en la figura, y luego accionando el botón (5), en la parte externa y se mantiene el equipo funcionando durante el tiempo que el motor M recorre el cuadrante metálico.

j) Al terminar la práctica, se apaga: 1º) el equipo inscriptor C ; 2º) el de Alto Voltaje (botón 2) y 3º) el equipo de Rayos X, accionando el botón rojo (6).

C) Limitaciones del equipo:

Es bueno señalar que aunque el método - empleado para registrar en forma de curvas - sobre papel gráfico, es el mejor de todos los que hasta ahora existen, por una serie de razones ya citadas, el modelo del equipo es algo antiguo y presenta algunos defectos.

Por ejemplo:

a) Carece de la serie de motores de diferente velocidad sobre los cuales ha de ir - montado el contador Geiger y sólo tiene - uno.

b) La Regla de los Cinco Elementos anteriores en la Tabla Periódica al elemento del anticátodo, se cumple, aunque no para todos, pero sí para nuestro elemento analizado: el manganeso. La Regla de los Cinco elementos anteriores al elemento anticátodo no producirá un buen espectro de difracción, mientras que todos los restantes de la Tabla Periódica sí lo producirán (Véase la Tabla Periódica Adjunta) --- todos los restantes de la Tabla Periódica. Esto no se cumple siempre con nuestro anticátodo, que es de Cu, puesto que el Ni y el Co, sí dan buenos diagramas de difracción, pero no ocurre así con el Mn, y nosotros precisamente, repetimos, tenemos que analizar minerales de manganeso con un anticátodo de Cu. Los resultados serán que en muchas ocasiones algunos picos del diagrama que no sean muy importantes aparecerán encubiertos por la radiación blanca y no podrán detectarse.

c) El recorrido del carro móvil, del contador Geiger a menos de 90° , ya que a ángulos menores de 5° y mayores de 85° casi no se detectan los planos estructurales difractantes.

3) TECNICA DE TRABAJO:

La muestra del polvo del mineral de Mn a analizar se disponen en una concavidad rectangular de unos $10 \times 20 \text{ mm}^2$ de superficie, practicada en un porta-objeto. Para mantener el mineral en la concavidad se usa como cementante celulosa en acetato de Metilo. El porta-objetos se coloca a distancias iguales del foco, que se emplea generalmente como rendija colimadora, y de la rendija receptora del contador Geiger. El brazo que soporta al contador Geiger está acoplado con el soporte de la muestra en forma tal que el ángulo θ , entre la superficie de ésta y el haz primario es siempre la mitad del formado por el eje del contador y dicho haz primario.

En el trabajo de precisión la intensidad registrada en cada posición se determinará por el número de recuentos por unidad de tiempo. Se trabaja con más comodidad y con precisión -- suficiente para la mayoría de los ángulos de -- difracción e intensidades, arrastrando el brazo del contador (y por lo tanto, al soporte de la muestra) mediante un motor sincrónico y haciendo un registro continuo de la velocidad de recuento mediante un dispositivo automático ; así se logra un registro como el de la figura:

Este registro nos da las intensidades en --
función del ángulo θ , siempre que se mantengan
constantes las condiciones de trabajo del tubo
(intensidad y voltaje), y las restantes varia--
bles del circuito electrónico en los valores --
adaptados para la calibración del gráfico.

Luego de obtenido el gráfico surge el pro-
blema de su interpretación y análisis. En él -
vamos a encontrar una curva que va a tener una
serie de "picos" que denotan el momento en que
el contador Geiger registró la reflexión de un
plano estructural, y tal pico será más grande -
cuanto más intensa haya sido la reflexión de --
tal cara, función claro esta, de su densidad re-
ticular. Así se obtiene la posición en que se
efectuaron tales reflexiones características de
una estructura dada, puesto que en el borde del
papel iba siendo marcado el ángulo (2θ) en que
estaba el contador Geiger al efectuar los re---
tros.

Ahora surgen dos cuestiones de gran importancia para poder identificar la muestra:

1ª) Es necesario calcular la distancia interplanar de la familia de planos que efectuaron determinada reflexión (que se tradujo en un pico). Es lógico pensar que a través de la Ecuación de Bragg:

$$= 2d \operatorname{Sen}\theta$$

Si d es constante y θ es conocido, λ queda perfectamente definido.

En la práctica lo que se hace es recurrir a unas Tablas en donde aparece la d -- correspondiente a determinado ángulo θ .

2ª) Es necesario determinar la intensidad (I) - del pico producido en un ángulo θ . Para lograr esto se utilizan ciertas escalas, de las cuales sólo hay tres importantes:

- a) Escala de intensidad del 1 al 10
- b) Escala de intensidad del 1 al 100
- c) Escala de letras

El fundamento de éstas es completamente arbitrario, ya que se basan en la apreciación personal del sujeto que realizó la operación. Hasta ahora ningún autor ha podido exponer ventaja alguna de un método sobre otro. Sin embargo, al calor del uso

de roentgenogramas sobre registro de papel gráfico, se está pretendiendo crear una Escala Absoluta de Intensidades (la discusión está centrada en si tomar la altura o el área del pico); se nota claramente la ventaja de este método gráfico, puesto que en él no existen problemas de revelado de una fotografía, en la cual puede variarse mucho las intensidades de las líneas.

TABLA DE EQUIVALENCIAS

Escala Numérica del 1-10	Escala de Letras Español	Escala de Letras Inglés
10	m.m.f. muy muy fuerte	v.v.s. very very strong
9	m.f. muy fuerte	v.s. very strong
8	f. fuerte	s. strong
7	M.f. medianamente fuerte	M.S. middle strong
6	M. medio	m. middle
5	M.d. medianamente débil	m.w. middle weak
4	d. débil	w. weak
3	m.d. muy débil	v.w. very weak
2	m.m.d. muy muy débil	v.v.w. very very weak
1	a.i. apenas imperceptible	f. fanet

Utilizamos la Escala del 1 al 10 que es la más usada actualmente. Se procedio de

la siguiente manera: el pico más elevado se le numeró 10 y al más pequeño se le numeró 1, los otros fueron siendo numerados por -- simple inspección, apreciación subjetiva que muchas veces no concuerda exactamente entre una y otra persona, aunque casi siempre resulta muy cercana.

Teniendo ahora los datos de las diferentes I y d que hay en un roentgenograma, se recurre a Tablas Especiales, tales como las ASTM (American Society of Testing Minerals), o como las Tablas de V.I. Mijeev. Con estas Tablas, se trabaja así:

1º) Se localizan los posibles minerales en dichas tablas, orientándonos por un índice que trae resumido los picos más notables (con sus intensidades y distancia interplanar) de cada sustancia.

2º) Se busca entonces cada mineral por separado, y aquél que concuerde más con la tabulación de los datos obtenidos de nuestro análisis, será el mineral investigado.

Hay veces que en una misma muestra analizada se encuentran dos o más sustancias minerales. El gráfico obtenido entonces, no es más que la superposición de los gráficos individuales de cada mineral, se debe por lo tanto, al recurrir

a las Tablas, ir separando los valores que corresponden a cada uno de ellos.

ANÁLISIS

La muestra presenta dos minerales de color negro, uno de color negro azulado, raya parda, brillo sub-metálico, dureza 6. El otro mineral es gris - negro, raya negra, brillo terroso, dureza 2 - 3.

La muestra contiene calcita en forma de venillas y no se observa estructura macrocristalina.

MUESTRA #2

MUESTRA #2

La muestra presenta dos minerales de manganeso uno es de color gris oscuro, brillo submetálico a terroso. Raya negra. Dureza 5 - 6. El otro -- mineral de manganeso tiene raya parda, color negro, brillo metálico a submetálico, más blando que el anterior. Presenta venillas de calcita. Dureza - 1 - 2 (es rayado con la uña). No se nota estructura macrocristalina.

MUESTRA #3

La muestra presenta dos minerales de manganeso:
Mineral de manganeso de color gris negro ace-
rado, brillo submetálico a terroso, raya negra, du-
reza 1 - 2, en forma de fibras, agrupadas en haces.
Estos haces tienen la forma de V, o sea, que las -
fibras tienden a unirse hacia un extremo. Finas -
venas de calcita atraviesan la muestra.

La muestra posee pequeñas vetas de calcita.

No se observa estructura macrocristalina.

MUESTRA #4

La muestra presenta dos minerales de manganeso, uno negro gris, brillo terroso, raya parda oscura, dureza 5 - 6. El otro mineral es negro, brillo submetálico, raya parda, está en una cantidad muy pequeña, por lo cual no se pudo determinar su dureza.

La muestra posee pequeñísimas vetas de calcita. No se observa estructura macrocristalina.

No se observa estructura macrocristalina.

MUESTRA #4

La muestra presenta dos minerales de manganeso, uno negro gris, brillo terroso, raya parda oscura, dureza 5 - 6. El otro mineral es negro, brillo submetálico, raya parda, está en una cantidad muy pequeña, por lo cual no se pudo determinar su dureza.

La muestra posee pequeñísimas vetas de calcita. No se observa estructura macrocristalina.

No se observa estructura macrocristalina.

MUESTRA #5

Hay dos minerales de Manganeso, uno de color negro, brillo submetálico a terroso, dureza 6. El otro mineral tiene brillo metálico, se halla en poca cantidad, disseminado en la muestra; raya negra. Debido a encontrarse disseminado y en pequeña cantidad no se pudo saber su dureza.

La muestra contiene pequeñas cantidades de CO₂ Ca y de bayata. No se observa estructura ma-
3
crocristalina.

MUESTRA #6

La muestra presenta lentecillos de mineral, de color negro, unos con brillo metálico y otros sub-metálico. Ambas tienen raya parda, dureza 6. No se observa ni calcita, ni bayata, ni tampoco estructura macrocristalina.

También como impregnaciones en las masas del mineral anterior aparece el yeso. No se observa estructura macrocristalina.

MUESTRA #2

Hay dos minerales de manganeso, uno de color negro pardo, brillo terroso, dureza 7. El otro -- negro grisáceo, brillo submetálico, dureza 4; se halla en pequeñas capas, formando vetas de 2mm a 1 cm aproximadamente de espesor. lamelillas.

También como impregnaciones en las masas del mineral anterior aparece el segundo. No se observa estructura macrocristalina.

MUESTRAS #8 Y #9

Presentan tres capas: una gris negro, brillo submetálico a terroso, masa granulosa; otra de -- color negro pardo, brillo terroso compacta y la - tercera de color gris acero, brillo metálico, textura fibrosa en forma de pequeñas laminillas.

Todas tienen rayas negras legeramente par---
duzcas y dureza 4.

MUESTRA #10

Minerales dispuestos en bandas, fibroso y en agregados radiales y macizo. Brillo metálico a submetálico y terroso. Dureza 3 - 4. Contiene -- bajata y calcita. Color negro a gris acero. Raya negra parduzco oscuro.

MUESTRA #11

Mineral de color negro - gris acero en agregados fibrosos radiales, macizo, un poco blando. Raya negra. Dureza 3. Brillo metálico y en algunas zonas terroso y untoso al tacto; en estas zonas la dureza es 1. Contiene CO Ca.

MIESTRA #12

Mineral fibroso, en agregados radiales, macizo, de color negro. Brillo metálico y en algunas partes terroso. Raya negra, ligeramente parduzca. Dureza $\frac{1}{2}$. Presenta unas pequeñas geodas que contienen cristallitos del mineral y además se observan pequeñas venitas de calcita. Maciza.



MUESTRA #13

Posee las mismas características de la muestra #12, conteniendo un poco más de calcita.

MUESTRA #15

Mineral macizo; compacto, de color gris ace--
ro, dureza 4. Raya negra. Arriñonado. Fibroso,
en agregados radiales. Presenta pequeñas hoqueda-
des que algunas contienen cristalitas de mineral.
Brillo submetálico a terroso.

MUESTRA #16

Mineral de color negro, raya negra, ligeramente parduzca. Dureza 3 - 4. Brillo terroso. Aparece en caliza.

IV.- DETERMINACION ESPECTROSCOPICA

1) NOTA ACLARATORIA:

Los autores del presente trabajo, deseamos dejar sentado que aunque nos referimos a una -- determinación espectroscópica de las muestras -- de mineral de manganeso, es más bien justo ha-- blar de un "ensayo de control espectroscópico", ya que este método no fue posible elaborarlo has-- ta el final en todas las muestras.

O sea, las técnicas que describiremos a -- continuación fueron aplicadas por los autores, a todas las muestras, y se obtuvo un resultado definitivo en todas ellas, pero no fue posible determinar rigurosamente en todos los casos de que minerales se trataba, ya que aunque todo el trabajo concerniente al método fue ejecutado por nosotros, la correlación final de los datos fue realizada por el Dr. Vladimir Bouska, el cual -- sólo pudo identificar un reducido número de mues-- tras, siendo imposible identificar las restantes ya que había incongruencias entre los resultados obtenidos por el Método Roentgenográfico y el -- Método Espectroscópico.

2) TEORIA GENERAL DEL METODO:

Los espectros de emisión, y por lo tanto - el ultravioleta de emisión, que es el que usamos, se producen porque al ser excitados eléctricamente (un arco voltaico o una chispa eléctrica) los átomos metálicos del electrodo, se producen saltos electrónicos por parte de los electrones más exteriores de dichos átomos, en virtud de que son los más móviles. Este fenómeno produce una variación de la energía del átomo, pasando éste de un estado llamado base a otro estado llamado excitado. Tal variación en la energía del átomo se traduce en la producción de fotones, los cuales tienen una energía y una frecuencia determinada, que es función de la energía utilizada para excitarlo y del salto electrónico corresponde una emisión de fotones de determinada longitud de onda, y a cada longitud de onda luminosa corresponde una línea espectral de emisión.

Este método sólo trabaja con sustancias en cuya composición química entran los metales, ya sean aleaciones o minerales.

Las ondas luminosas que emiten los átomos metálicos al ser excitados, tienen un rango de longitudes de onda entre 2000 y 4500 Å, y por eso esta parte del espectro visible se llama ultravioleta de emisión.

3) TECNICA OPERATORIA:

La sustancia a investigar (en nuestro caso un mineral) se coloca en unas perforaciones existentes en los electrodos de carbón, o se fabrica un electrodo con la sustancia metálica problema.

Mediante un generador de alto voltaje se produce una diferencia de potencial elevada entre los electrodos y se produce un arco voltaico o una chispa. La luz emitida se hace pasar por un prisma que la descompone en un espectro y luego se registra en una placa fotográfica adecuada.

Después de revelada, la placa se analiza utilizando un proyector de ampliación, que aumenta hasta 21 veces, y se le compara con otros espectros ya existentes y se fija con respecto al espectro del Hierro, o sea, por las longitudes de onda del Hierro.

Mediante la comparación del espectro que aparece en nuestra placa y los espectros de placas patrones, se van identificando las diferentes líneas espectrales de los distintos elementos que componen nuestra sustancia, teniendo en cuenta la intensidad con que aparecen.

Para todas estas operaciones de identifica-

ción se usa el libro SPEKTRALTABELLEN de Saidel, PROKOPJEV Y RAISKI y las Tablas Q - 24 del Espectro del Hierro.

4) TABULACION DE DATOS E INTERPRETACION:

Después de obtenida la placa fotográfica del espectro de determinado mineral se procede a "sacar del mismo dos líneas fuertes y dos líneas débiles de cada elemento, y entonces se numera del 1 al 4 en orden de intensidad creciente, o sea de su abundancia.

Así pues:

una línea #1 tiene menos del 0.00X % de ese elemento,

una línea #2 tiene menos del 0.0X % de ese elemento,

una línea #3 tiene menos del 0.X % de ese elemento,

una línea #4 tiene menos del X.0 % de ese elemento,

e intermediamente pueden aparecer líneas de intensidad:

1 - 2, que corresponden aproximadamente al 0.01 %

2 - 3, que corresponden aproximadamente al 0.1 %

3 - 4, que corresponden aproximadamente al 1.0 %

Después que del espectrograma se han obtenido todos los elementos que componen la muestra analizada, y además se conocen las cantidades relativas de los mismos, se recurre a Manuales detallados de Mineralogía, de donde, a partir de las composiciones químicas y por comparación con los elementos detectados por nosotros, se clasifica la muestra analizada. Para lograr esto último los resultados se tabulan, colocando los elementos de la misma abundancia en la misma casilla.

5) DATOS TECNICOS:

Tipo de la Placa: Agfa azul extradura.

Diaphragma de la Cámara: 1:15

Tipo de electrodo: Checo, de grafito, con orificio grande.

Amperaje: 10 amperes.

Tiempo de exposición: 2 minutos.

Abertura de la rendija: 3

Rango de medición: 2100 A - 4400 A

6) RESULTADOS OBTENIDOS:

Véase la tabla que aparece a continuación.

V.- REFERENCIAS GEOLOGICAS

A continuación se brinda una copiosa descripción de la zona de donde fueron recolectadas las muestras de mineral de manganeso analizadas.

Este material no es original, más como nuestro criterio al realizar esta labor era de contribuir en lo que humildemente pudiéramos al esclarecimiento de la compleja mineralogía de los yacimientos de manganeso, estimamos conveniente realizar la traducción de este material, puesto que por su contenido ha de resultar muy importante para los futuros investigadores de estos minerales.

"La explotación de los minerales de manganeso en Cuba está restringida principalmente a la parte suroeste de Oriente, donde se hallan los depósitos más extensos; mayores y económicamente importantes. Sin embargo, los depósitos de otras zonas de Cuba son de gran interés como futuras fuentes de manganeso y llegarán a ser más importantes si el incremento de la demanda de manganeso tiende al desarrollo de mejores métodos de concentración.

Aunque los depósitos de silicatos de manganeso como los de Pinar del Río tienen una gran impor-

tancia, probablemente no serán utilizados en largo tiempo.

Los depósitos de la parte suroeste de Oriente incluyen todos los tipos de minerales hallados en otras regiones de Cuba, por eso en depósitos de esta limitada área de la Isla puede servir como ejemplo de los depósitos hallados en otras zonas del país.

1) GEOGRAFIA:

Los rasgos físicos del suroeste de Oriente están dominados por la Sierra Maestra. Al Norte de la misma se halla una extensa área de llanuras, incluso se hace referencia a las llanuras de Guantánamo y Cauto, que se extienden desde el Golfo de Guacanayab o a la bahía de Guantánamo. Hacia el este, estas planicies están limitadas con las Sierras de Nipe y Cristal. La zona suroeste de Oriente está drenada por los ríos Cauto, Guaninicón, Contramaestre, Cautillo, Bayamo, Guantánamo Baconao y otros.

2) ZONAS MANGANESIFERAS:

Las distintas manganesíferas se hallan en la Sierra Maestra, Sierra de Nipe, Sierra Cristal y en las llanuras de Cauto y Guantánamo, con alturas que alcanzan desde 100 hasta cerca

tancia, probablemente no serán utilizados en largo tiempo.

Los depósitos de la parte suroeste de Oriente incluyen todos los tipos de minerales hallados en otras regiones de Cuba, por eso en depósitos de esta limitada área de la Isla puede servir como ejemplo de los depósitos hallados en otras zonas del país.

1) GEOGRAFIA:

Los rasgos físicos del suroeste de Oriente están dominados por la Sierra Maestra. Al Norte de la misma se halla una extensa área de llanuras, incluso se hace referencia a las llanuras de Guantánamo y Cauto, que se extienden desde el Golfo de Guacanayab o a la bahía de Guantánamo. Hacia el este, estas planicies están limitadas con las Sierras de Nipe y Cristal. La zona suroeste de Oriente está drenada por los ríos Cauto, Guaninicún, Contramaestre, Cautillo, Bayamo, Guantánamo Baconao y otros.

2) ZONAS MANGANESIFERAS:

Las distintas manganesíferas se hallan en la Sierra Maestra, Sierra de Nipe, Sierra Cristal y en las llanuras de Cauto y Guantánamo, con alturas que alcanzan desde 100 hasta cerca

de 1000 m sobre el nivel del mar. La mayoría -- de los depósitos se encuentran en las partes -- más bajas del flanco hasta la cordillera del -- Turquino y en las faldas meridionales de la Sierra de Nipe, principalmente a alturas inferiores a 500 m. Los únicos depósitos en flanco sur de la Sierra Maestra están cerca de las últimas estratificaciones occidentales de la cordillera del -- Turquino en la parte norte de las llanuras de -- Santiago de Cuba al norte de la bahía del mismo nombre, y en los valles de los ríos Cobre y Dos Bocas que drenan las llanuras de Santiago.

3) ESTRATIGRAFIA:

El suroeste de Oriente está caracterizado por rocas volcánicas y sedimentarias cuyas edades oscilan desde el Cretácico Inferior hasta el Cuaternario. Se reconocen seis formaciones y tres secuencias estratigráficas sin nombre, sumándose así unos 7000 m o más de espesor de los sedimentos. Las rocas más viejas están expuestas en la Sierra Maestra, Sierra de Nipe, Sierra Cristal y localmente en colinas y Tierras bajas que rodean estas montañas. El Cretácico Inferior de la formación Vinent en la Sierra Maestra contiene principalmente rocas volcánicas con intercalaciones de rocas sedimentarias

marinas en menor cantidad, con un espesor de ---
1500 m, la base de la formación Vinent no se ha
encontrado.

La formación Habana en las laderas de las
Sierras de Nipe y Cristal consiste de rocas se-
dimentarias y en menor cantidad, volcánicas, ---
con una potencia de cerca de 300m, que descan-
san discordantemente sobre rocas ultramáficas.

La formación Cobre, del Cretácico Inferior
a Eoceno Medio, yace sobre la formación Vinent
en la Sierra Maestra, pero las relaciones es-
tratigráficas son desconocidas. Descansan dis-
cordantemente sobre la formación Habana al sur
de las tierras altas de la Sierra de Nipe y Sie-
rra Cristal. La formación Cobre consiste por -
lo menos de 4000 m de rocas volcánicas con ca-
pas más pequeñas de calizas marinas y rocas e-
lásticas. La unidad próxima más joven es la --
formación del San Luis del Eoceno Medio a Supe-
rior. Esta formación consiste principalmente de
pizarra calcárea y arenisca; yace en la mayoría
de las llanuras de Cauto y Guantánamo y en las
laderas exteriores de las áreas montañosas.

La formación San Luis descansa concordantemen-
te con la formación Cobre pero la sobreyacen ---

diversas formaciones en varios lugares. A lo largo del borde de la llanura del Cauto y en un área pequeña en las colinas al sureste de las laderas de la Sierra de Nipe, Sobreyacen concordantemente sobre sedimentos sin nombre del Oligoceno.

En las llanuras de Santiago está cubierta por la formación La Cruz y en las estribaciones accidentales de la Sierra Maestra por la formación de Manzanillo, ambas del Mioceno. Estas formaciones también se sobrepone a la formación San Luis, y descansan discordantemente sobre rocas de las formaciones Cobre y Vincent. Las rocas del Plioceno no son ciertamente conocidas su existencia en el suroeste de Oriente. Los estratos cuaternarios incluyen rocas sedimentarias marinas a lo largo de algunas partes de la costa sur y depósitos fluviales de la mayoría de los valles fluviales.

Las rocas sedimentarias calcáreas son invariablemente fosilíferas. Las fósiles más abundantes son los Foraminíferos, pero los corales, gasterópodos y pelecípodos son localmente abundantes; especialmente en los estratos del Cretácico Inferior, Oligoceno y Mioceno.

Los depósitos de manganeso de la parte --

suroeste de Oriente, se hallan ampliamente distribuidos en rocas volcánicas y sedimentarias del Terciario; unos pocos depósitos se encuentran en rocas sedimentarias y volcánicas que provisionalmente han sido asignadas al Cretácico.

4) ESTRUCTURA:

La estructura regional del suroeste de Oriente se orienta hacia el este. Las estructuras principales, de norte a sur, son la Sierra Maestra, esencialmente un homoclinal de rocas terciarias buceando hacia el norte; el sinclinal de la cuenca de los valles del Cauto y Guaninicúm; y un extenso anticlinal formado por dos elevaciones dómicas: la Sierra de Nipe y la Sierra Cristal, separadas por la garganta sinclinal buceando hacia el norte del valle de Mayarí. Diez pequeños domos circulares a elípticos han formado el flanco norte de la Sierra Maestra.

5) TECTONICA:

Las rocas del Terciario están cortadas por muchas pequeñas fallas, que parecen concentrarse en tres áreas: la de Güisa, Los Negros, donde están las fracturas de escarpas normales con desplazamientos de más de 200 m; las lade--

ras de la Sierra de Nipe donde existen escarpas normales de fallas inclinadas, e inversas con desplazamientos de unos 200 m; y la cuenca de Santiago de Cuba, valle de Dos Bocas donde fallas oblicuas e inversas con desplazamientos inclinados mayores de 1500 m han sido reconocidos.

6) MINERALOGIA:

Los depósitos de las minas se dividen en en dos tipos: de capas o superficiales. Los de capas pueden subdividirse en depósitos estratificados y no estratificados y otras subdivisiones están basadas en la mineralogía, roca encajante y la asociación o no asociación con el jaspe. Los depósitos de capa son mucho más productivos que los superficiales y los estratificados han producido un poco menos de un pequeño por ciento de las minas de manganeso de Cuba.

Las principales minerales de las minas de los depósitos son varios óxidos de manganeso. Los óxidos del tipo psilomelano son los minerales primarios más importantes y se hallan en casi todos los depósitos; parece ser derivada de una intensa oxidación supergénica de los óxidos del tipo psilomelano y de varios silicatos de manganeso, y es el mineral principal de las mi-

nas residuales. Se encuentran en pequeñas cantidades hausmanita, manganita, ranciélite, y wad. Varios silicatos de manganeso se hallan en muchos depósitos y son el mineral primario principal en unos pocos. Los hidrosilicatos bementita y neotocita son los silicatos más abundantes; la braunita es bastante abundante, y la inesita, orientita y piedmontita son conocidos en muy pocas localidades. Los minerales de ganga son en gran manera productos de alteración de andesitas y tobas basálticas. Los minerales más abundantes son montmorillonita, clorita y zeolita; la hematita es bastante común, y la calcita negra es sólo abundante en las gangas de los depósitos no estratificados en calizas, además es bastante común en los depósitos estratificados de caliza.

Los depósitos estratificados son cuerpos tabulares yaciendo junto con ciertas capas de secuencias piroclásticas o junto con capas piroclásticas en caliza. Tienen una extensión que va desde unos pocos cm hasta 15 m de potencia y más de 1000 m de longitud. La mayoría parece ser de contorno más o menos elíptico y consisten en óxidos de manganeso en una matriz de toba o aglomerado, pero unos pocos, incluyendo un

depósito muy grande (Sigua), está formado por -
proporciones variables de silicatos de mangane-
so en una matriz tobácea.

Los depósitos en las calizas ordinariamen-
te están acompañados por cantidades muy peque-
ñas de jaspe; mientras que aquellas en secuen-
cias piroclásticas a menudo contienen grandes -
lentes o láminas de jaspe marrón, rojo o blanco.
El jaspe usualmente subyace en las minas y casi
siempre las minas de mayor luz se hallan cerca
del jaspe.

Las menas estratificadas particularmente -
aquellas en calizas, sobreyacen en algunos lu-
gares por conglomerados intraformacionales que
contienen fragmentos de óxidos de manganeso de-
rivados de las capas minerales subyacentes.
Los diques clásticos de toba o caliza, muchos -
conteniendo fragmentos de óxidos de manganeso,
han sido observados en numerosos depósitos.
Ambos rasgos indican que la capa mineral que --
sobreyace o corta fue depositada y parcialmente
consolidada antes que el material sobreyacente
fuese depositado.

Los depósitos generalmente cuerpos de reem-
plazamiento en las calizas Charco Redondo, aun-

que se han hallado algunos en tobas, aglomeradas u otras rocas. La mayoría de ellos parecen ser controladas por la permineralización de fallas. Los únicos minerales de estos depósitos son varios óxidos. Sólo unos pocos depósitos productivos no estratificados se han hallado.

Los depósitos superficiales incluyen granzón - pellas o bolas de óxido de manganeso formado bajo condiciones supergénicas en suelos arcillosos, usualmente cerca de afloramientos de minerales estratificados, y fragmentos de óxidos de manganeso derivados directamente de la base rocosa mineral por intemperismo y desintegración de la matriz rocosa, también depósitos de cantos rodados de calcedonia, los cuales han sido hallados solamente en Las Villas y consisten de óxidos de manganeso supergénicos cementando los fragmentos de calcedonia, y los depósitos cavernosos de granzón y arcilla manganesífera en el peso de ciertas cuevas calizas. Muchos minerales superficiales son de alta ley, pero los depósitos son usualmente pequeños.

7) YACENCIA:

Los depósitos orientales están notablemente concentrados en unos cien metros en la parte su-



perior de la formación Cobre, y casi todos los depósitos yacen dentro de unos 10 m. sobre o -- debajo de la base las calizas Charco Redondo. Aunque en nueve áreas minerales manganesíferas de la provincia se hallan en domos estructura-- les, ningún control regional estructural puede ser demostrado para la mayoría de los depósitos.

8) ORIGEN:

Ningún modo simple del origen puede ser dado para todos los tipos de depósitos de -- manganeso, o aún para todos los depósitos de un tipo determinado.

La base de los depósitos de Oriente se ha opinado que es hipogénica, no muestran características atribuibles a la concentración por procesos supergénicos y por otra parte, nuestras zonas locales de rocas con altera-- ción típica de mineralización hipogénica, la mayoría de los depósitos consisten de varios óxidos de manganeso que están reemplazados p por tobas, aglomerados a calizas; algunos ó-- xidos de manganeso se depositaron por preci-- pitación química. Los depósitos estratifica-- dos se consideran en general como singenéti-- cos; un número de depósitos ofrece eviden-- cias concluyentes (conglomerado intraforma--

cional diques clásticos y relaciones concordantes con las rocas encajantes) de tal origen. Los depósitos no estratificados son -- claramente epigenéticos pero probablemente -- formados alrededor del mismo tiempo, que en los depósitos singenéticos más recientes.

La fuente de manganeso se piensa que proviene de manantiales calientes que se convirtieron especialmente activos durante los estados menguantes del vulcanismo del Cobre".

BIBLIOGRAFIA

Edward Lewis and John A. Straszak:
GEOLOGY OF THE MANGANESE DEPOSITS OF
CUBA.- Geological Survey Bulletin #1057
U.S. Government Printing, Wash, 1953.

Dana-Hurlbut:
MANUAL DE MINERALOGIA.-

I.V. Mijeev:
TABLAS DETERMINATIVAS.

SPEKTRALTAKELLEN.-