

EL ORIGEN DE LAS « ESCORIAS »

Por CESAR R. CORTELEZZI

RESUMEN

El estudio petrográfico y experiencia de laboratorio en un sistema cerrado con circulación de soluciones ligeramente ácidas y neutras, sobre muestras de sedimentos de las barrancas de Miramar y Mar del Plata, Prov. de Buenos Aires, Rep. Argentina; demuestran que las llamadas « escorias » que aparecen dentro de los sedimentos de esa zona son de origen epigenético. Debido a un proceso metasomático se libera SiO_2 , a partir de vidrio volcánico y minerales de las arcillas que forman parte del sedimento y se deposita como calcedonia u opalo.

Este proceso de formación descarta la posibilidad de que las « escorias » sean producto de la acción del hombre, como lo suponía Ameghino o que correspondan a fragmentos de rocas volcánicas, como concluyera Outes *et al.*

ABSTRACT

Petrographic studies and laboratory experiences on a closed system with circulating solutions of slightly acid and neutral character, on samples of sediments from the cliffs of the Mar del Plata-Miramar area, Prov. Buenos Aires, Argentina, suggest that the so called « escorias » (slags) occurring within sediments of that area, are of an epigenetic origin and due to metasomatic process. By these process SiO_2 is freed from volcanic glass and clay minerals forming the surrounding sediments and precipitates as chalcedony and opal.

This origin opposes to the idea of the « escorias » being an indirect product of man, as proposed by Ameghino, or fragments of volcanic rocks, as stated by Outes *et al.*

La acción metasomática que se produce en ciertos sedimentos, formando estructuras peculiares u originando nuevos minerales, no es más que un proceso físico-químico sobre minerales detríticos. Esta acción se produce en general por soluciones acuosas circulando a través de sedi-

mentos con estructuras especiales, lo cual permite una íntima acción entre minerales y soluciones. El más conocido es el efecto que producen aguas bicarbonatadas sobre minerales. Walker (1960), sintetiza los estudios sobre este tema, según este autor el fenómeno de reemplazo de SiO_2 por CaCO_3 constituye un mecanismo físico químico que aún no está perfectamente aclarado. Correns (1950) y Ramberg (1958), explican los reemplazos de SiO_2 por CaCO_3 en conchillas de organismos marinos con alto porcentaje de ópalo. Según este autor la solubilidad de la SiO_2 amorfa aumenta con los valores del pH y es importante entre 5 y 9. Un aumento de pH favorece la solubilidad de la SiO_2 y una disminución del mismo produce el fenómeno inverso.

Walker describe los reemplazos metasomáticos en rocas de distinta naturaleza, en minerales como cuarzo, feldspatos y glauconita. En todos estos casos se produce el reemplazo pseudomórfico según el silicato por calcita, y se libera SiO_2 ; este es uno de los fundamentos del trabajo. Uno de los problemas que se plantea de inmediato es el lugar donde se ubica esta sílice liberada y la distancia que puede recorrer. Según este autor el lugar del reemplazo y la distancia recorrida pueden encontrarse a solo micrones, es decir que el recorrido sería microscópico. En base a nuestras observaciones, podemos afirmar que en ciertos casos esta distancia puede llegar a ser de varios centímetros.

En nuestro país Kilmurray (1966), ha descrito en toscas, el reemplazo de cuarzo por calcita, recalando la presencia de ópalo y calcedonia en finas venas que ocupan grietas del sedimento. Esto representa sin lugar a dudas la precipitación de los geles silícios liberados por reemplazo de los silicatos.

En una comunicación anterior sobre este tema (1960) he mencionado las experiencias realizadas en sistemas cerrados, produciéndose ataques de arcillas por soluciones ácidas o alcalinas y formándose un hidrosol de SiO_2 puro, el cual al adsorber iones floclula y precipitando grandes agregados.

La curva de Walker invalida las explicaciones de Correns, pues la solubilidad alta de SiO_2 es a partir de pH 9, valor difícilmente observable en condiciones geológicas.

La presencia de estructuras especiales observadas en los sedimentos de las barrancas de Mar del Plata y Chasicó, conocidas como escorias, motivó el estudio de su génesis y las conclusiones que se expondrán a continuación, ya esbozadas en una comunicación anterior.

Para todos los antropólogos es sabido que la polémica de las escorias y tierras cocidas, ha quedado detenida después de 1919, con el

trabajo de Outes, en el cual se refutan con todo rigor científico las ideas postuladas por Ameghino. Outes, H. Ducloux y Bücking (1908), sostenían que las escorias correspondían a lavas volcánicas transportadas desde la cordillera por cauces fluviales. Se basaron en criterios geológicos, químicos y petrográficos. Las excelentes fotografías que acompañan las descripciones petrográficas de la obra de Outes, muestran una base isótropa, a su criterio vidrio volcánico, e incluida en ella tablillas de plagioclasas, minerales ferromagnesianos y alveolos rellenos por calcita, todo lo cual determina para los autores una lava de tipo andesítica.

Diremos que es imposible considerar las escorias como fragmentos de rocas volcánicas, por una serie de evidencias, las cuales ya hiciera notar Ameghino y que podemos resumir en los siguientes puntos:

No hay indicios en las barrancas, sino ocasionalmente, de cauces ligados a las escorias.

En general se presentan en niveles dentro de los sedimentos, pudiendo seguirse a lo largo de las barrancas en trechos definidos.

No hay límite neto entre las escorias y los sedimentos que las rodean, observándose en muchos casos un pasaje gradual de uno al otro.

Es imposible el transporte de una material tan frágil desde distancia considerable sin que se destruya totalmente. Además no presentan indicios de haber sufrido transporte.

Por lo tanto consideramos que las escorias se forman *in situ*, a partir de un sedimento similar al circundante.

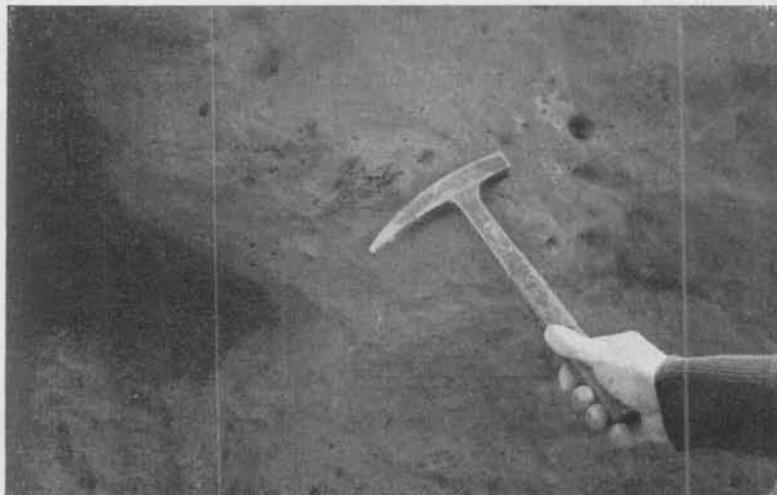
Se han estudiado las escorias desde el punto de vista petrográfico, en cortes delgados de distintas muestras. Se observa una base castaño oscura ligeramente anisótropa de calcedonia. Dentro de ella se observan fragmentos tabulares de minerales; plagioclasas, hipersteno, augita y fragmentos de rocas volcánicas. Frecuentemente se constata la presencia de alveolos redondeados o alargados rellenos por sílice amorfo (ópalo).

Cotejando esta somera descripción petrográfica, que en general involucra todas las escorias, con ligeras variaciones, en la proporción de "pasta" de base y clastos de minerales, con la publicada por Outes, se constata una gran similitud. Este autor no menciona clastos de rocas volcánicas, trizas de vidrio volcánico, ni minerales arcillosos.

Es indudable que existe un gran parecido entre los minerales de las escorias y los de los sedimentos de las barrancas de la zona estudiada, con excepción de los últimos minerales citados.



Fotografía 1. — Puede observarse la distinta compactación del sedimento y el comienzo de la formación de « escorias »



Fotografía 2. — Detalle de la anterior, en el sedimento menos compacto se han formado « escorias » de tamaño variado

Suponemos que la acción de aguas circulantes carbonatadas se produce sobre los fragmentos de vidrios volcánicos y sobre los minerales de las arcillas, esta acción metasomática no produce un reemplazo pseudomórfico, sino la degradación del mineral. Se trata de un fenómeno similar al que se observa en otras reacciones alcalinas y minerales poco estables, como lo son las trizas de vidrio volcánico y los minerales de las arcillas. Es decir, que al actuar sobre estos minerales aguas bicarbonatadas alcalinas, reaccionan con ellos liberando SiO_2 y aumentando el contenido de calcio, el cual se depositará como CaCO_3 en distintos niveles de las barrancas.

La reacción produce entonces un gel silíceo cargado de óxido de hierro, de allí su coloración oscura. En los lugares donde el sedimento posee canaliculos en abundancia, la superficie de contacto es mayor y la reacción es más intensa en esos sectores; por lo tanto debemos considerar como factor de gran importancia para la formación de escorias, la estructura del sedimento.

Las fotografías adjuntas n^o 1 y n^o 2, muestran dentro de la barranca dos zonas con estructura distinta: una compacta y otra, menos coherente, entrecruzada por numerosos canaliculos, dentro de este tipo de sedimentos es donde se encuentran siempre las escorias.

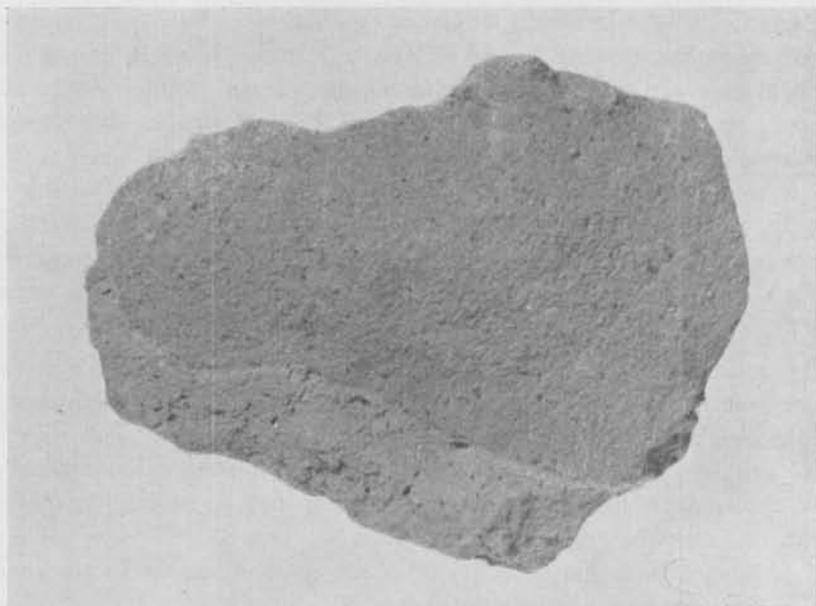
La fotografía n^o 3 muestra un detalle del contacto entre los dos tipos de sedimentos.

Las fotografías n^o 4 y n^o 5 muestran el comienzo de formación de escorias dentro del sedimento menos compacto.

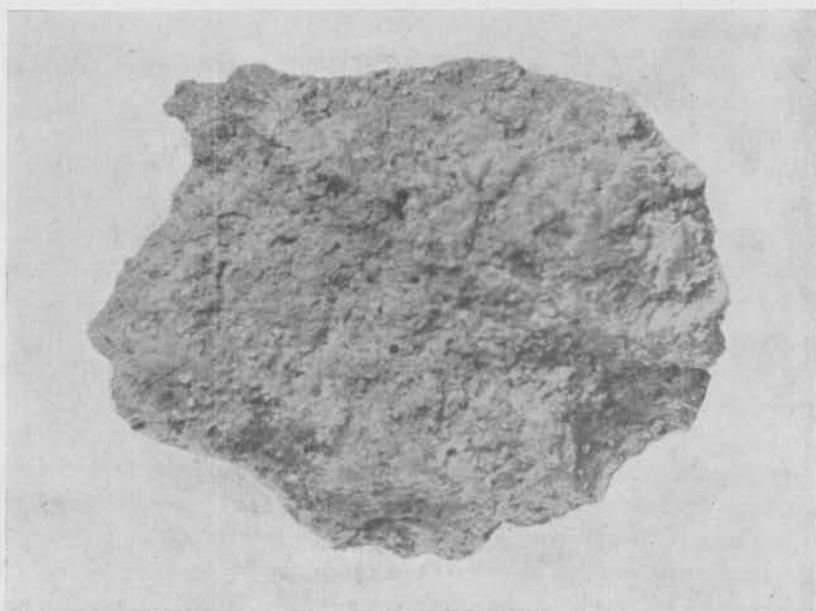
A medida que la reacción avanza desaparecen los fragmentos de vidrios volcánicos y los minerales de las arcillas, los canaliculos se anastomosan produciendo cavidades mayores. El gel pierde agua y se deposita en esas cavidades en forma de ópalo o calcedonia, englobando los minerales más resistentes al ataque. Pueden observarse sobre las paredes de las cavidades, típicas formas esferoidales de sílice opalina.

La reacción explicada se produciría a temperatura ambiente y en condiciones de pH determinado.

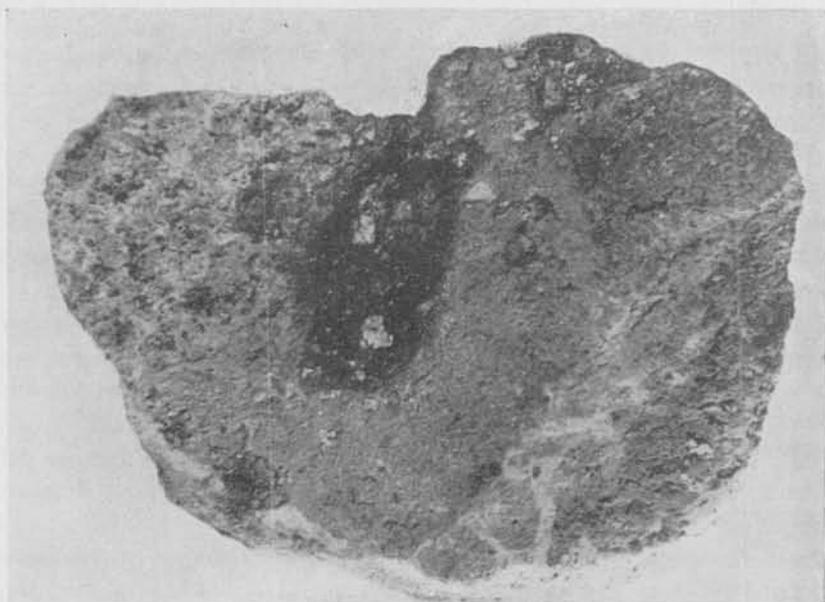
A fin de estudiar la acción de soluciones sobre los sedimentos que forman las barrancas de Mar del Plata, en el laboratorio, hemos construido un equipo que permite la circulación de soluciones a través de los sedimentos sin producir perturbaciones mecánicas. A diferencia de lo realizado por los autores americanos, cuyos datos se basan exclusivamente en la acción de soluciones alcalinas sobre las arcillas por medio de la agitación del sedimento.



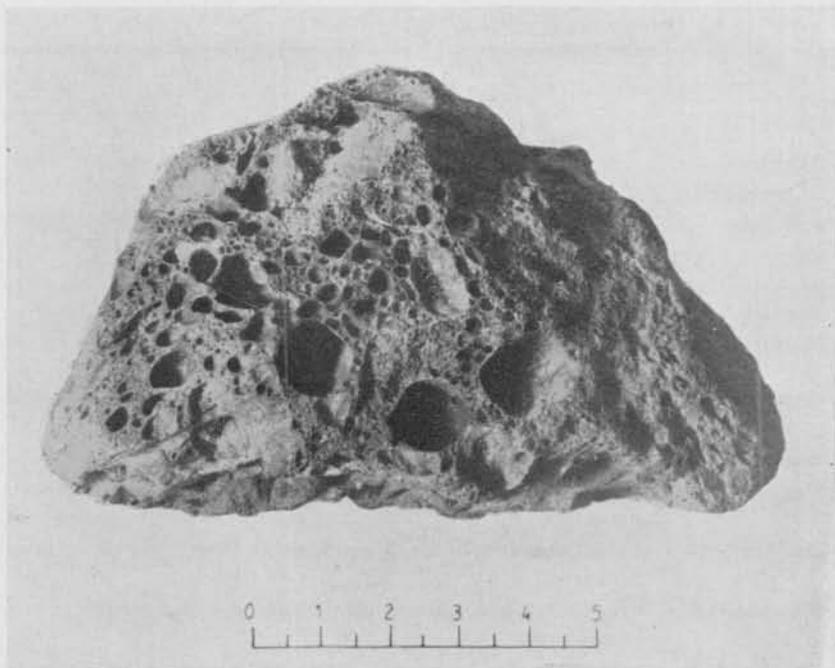
Fotografía 3. — Puede observarse la diferencia estructural entre los dos tipos de sedimentos que se encuentran en las barrancas, correspondientes a la fotog. 1



Fotografía 4. — Comienzo de formación de «escoria», en sedimento poco compacto. pueden observarse los numerosos canalículos que el mismo posee



Fotografía 5. — Estado más avanzado en la formación de la «escoria», ahora bien delimitada dentro del sedimento, pero sin poseer todavía su estructura alveolar



Fotografía 6. — Aspecto de una muestra de «escoria» extraída de la barranca de Miramar

La experiencia consistió en colocar entre dos tubos de vidrio herméticamente cerrados, una muestra de sedimento inalterado de un espesor de 3 cm y de un diámetro de 6,5 cm. La cara superior e inferior de la muestra se encuentra protegida por una fina malla metálica. La parte superior del tubo de vidrio se conecta a un recipiente con la solución utilizada, permitiéndose la salida de la misma de forma tal, que la altura de la columna sobre el sedimento fuera constante.

El líquido que filtraba a través de la muestra se recogió en otro recipiente, volviéndolo al superior para su recirculación. De tal manera fue posible hacer circular la solución conocida en distintos lapsos.

Al mismo tiempo se realizó la experiencia en botellas, que se agitaron a temperatura ambiente durante períodos de tiempo determinados.

Se utilizaron soluciones con pH alcalinos y ligeramente ácidos, como así también dos soluciones con pH neutro.

En la tabla adjunta figuran los valores de los análisis químicos de las soluciones, antes y después de realizados sus pasajes por el sedimento o la agitación.

Muestra N°.....	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂ (ppm).....	—	38,5	18,0	4,0	52,0	64,0	20,0	46,0
Al ₂ O ₃ (ppm).....	—	—	—	5	5	5	5	5
CaO (ppm).....	15	—	15	40	20	40	310	550
Ph.....	7,9	8,4	8,2	6,4	7,0	6,8	8,4	7,9

Muestra N° 1. — Solución original.

Muestra N° 2. — Solución a los siete días de circulación por la muestra de sedimento.

Muestra N° 3. — Solución a los cuarenta y cinco días de circulación por la muestra de sedimento.

Muestra N° 4. — Nueva solución original.

Muestra N° 5. — Solución a los 17 días de agitación en botella, de un sedimento compacto.

Muestra N° 6. — Solución a los 17 días de agitación en botella, de un sedimento no compacto.

Muestra N° 7. — Solución a los 45 días de circulación por una nueva muestra con solución N° 4.

Muestra N° 8. — Solución a los 17 días de agitación en botella de un sedimento no compacto, utilizándose la solución N° 4.

De los análisis se demuestra que la muestra nº 2 sufre un ataque rápido a los 17 días, con liberación de 38.5 ppm de SiO_2 , y que disminuye este contenido en el análisis efectuado a los 45 días; el Al_2O_3 se encuentra en proporciones ínfimas en la solución, mientras que el CaO se mantiene en la proporción original.

Al retirarse la muestra del equipo quedó un material gelatinoso sobre la malla metálica, cuyo análisis dio los siguientes resultados:

35 % de SiO_2 ; 25 % de Al_2O_3 y 40 % de CaCO_3

Lo cual indica que la mayoría de SiO_2 ha quedado como gel juntamente con Al_2O_3 y CaCO_3 . Podrá observarse un aumento de pH a 8.2 que probablemente se deba a los álcalis del sedimento liberados durante la reacción. Este mismo valor hace que el calcio precipite como carbonato.

En las soluciones 5 y 6 el aumento del contenido de SiO_2 es considerablemente más alto, esto demuestra que la agitación en botella del sedimento triturado produce un ataque intenso y liberación de SiO_2 en un tiempo más corto.

En la solución 7, la cantidad de SiO_2 es baja y como en el caso anterior el pH ha aumentado considerablemente a pesar de haber utilizado una solución original ligeramente ácida.

Seguidamente se realizó un ataque con OHNa al 1 %, al sedimento original y a la muestra, después de sometida al proceso en el equipo dispuesto anteriormente.

Al_2O_3 (sedimento original).....	1220 ppm
Al_2O_3 (muestra procesada)	1620 »
Diferencia de ataque.....	400 »
SiO_2 (sedimento original).....	10.000 »
SiO_2 (muestra procesada).....	12.800 »
Diferencia de ataque.....	2.000 »

Como podrá observarse la muestra de sedimento tratada en el equipo de estudio, presenta una activación marcada de Al_2O_3 y SiO_2 frente al sedimento original y que por lo tanto la acción de la solución alcalina es muy notoria frente a la SiO_2 .

CONCLUSIONES

Del estudio petrográfico se deduce que las escorias son de origen epigenético y que su formación se debe a un proceso físico-químico de ataque de minerales por soluciones ligeramente ácidas o casi neutras; con liberación de SiO_2 el cual se deposita como gel en canaliculos. Por desecamiento del mismo cristaliza calcedonia o precipita ópalo, que engloban a minerales más resistentes al ataque.

BIBLIOGRAFIA

1. ALEXANDER, G. B., HESTON, W. E ILER, H. K. 1945. *The solubility of amorphous silica in water.* — Jour. Phys. Chem. CVIII, 453.
2. AMEGHINO, F. 1934. *El litigio de las escorias y de las tierras cocidas antrópicas de las formaciones neocenas de la Rep. Argentina.* — En Obras Completas y corresp. Cient. de F. Ameghino XVIII, 563. La Plata.
3. — 1934. *Exámen crítico de la memoria del señor Outes sobre las escorias y las tierras cocidas.* — En Obras Completas y corresp. Cient. de F. Ameghino XVIII, 74, La Plata.
4. BADE, F. 1920. *Estudio petroquímico del loess pampeano.* — En Investigaciones geológicas en la llanura pampeana. Rev. Mus. La Plata, XXV, 3^{er} Ser. I, 135-342, Buenos Aires.
5. CAROZZI, A. V. 1960. *Microscopic sedimentary petrography.* — J. Wiley & Sons, New York.
6. CORRENS, CARL, W. 1950. *Zur Geochemie der Diagenese.* — Geochim. et Cosmochim. Acta I, 49-54.
7. CORTELEZZI, CÉSAR R. 1960. *Acción metasomática de soluciones alcalinas en los sedimentos cuaternarios.* — Tercer Congreso de la Sociedad Arg. de Ciencias del Suelo, La Plata. Inédito.
8. GONZÁLEZ BONORINO, F. 1965. *Mineralogía de las fracciones arcilla y limo del pampeano en el área de la Ciudad de Buenos Aires y su significado estratigráfico y sedimentológico.* — Rev. Asoc. Geól. Arg. XX, 67-150.
9. KILMURRAG, JORGE. 1966. *Estudio petrográfico de las toscas de los partidos del sur de la prov. de Buenos Aires.* — LEMIT, II, 104.
10. NUTTING, P, G. 1934. *The action of some aqueous solution on clays of the montmorillonite groups.* — U. S. Dep. Int. Geol. Surv. Prof. Paper 197-F, 219-233.
11. OUTES, F., HERRERO DUCLOUX, E. y BÜCKING, H. 1908. *Estudio de las supuestas escorias y tierras cocidas de la serie pampeana de la Rep. Argentina.* — Rev. Mus. La Plata XV (2^a ser. II), 138-197.
12. OUTES, F. y BÜCKING, H. 1910. *Sur la structure des scories et « terres cuites », trouvés dans la série pampeenne et quelques éléments de comparaison.* — Rev. Mus. La Plata XVII (2^o ser. IV) 78-85.

13. RAMBERG, H. 1958. *The origin of metamorphic and metasomatic rocks.* — Univ. of Chicago Press. Chicago.
14. TERUGGI, M. E., ETCHICURY, M. y REMIRO, J. R. 1957. *Estudio sedimentológico de los terrenos de las barrancas de la zona de Mar del Plata-Miramar.* — Rev. Mus. Arg. Cienc. Naturales Geól. IV, 2.
15. WALKER, TH. 1960. *Carbonate replacement of detrital crystalline silicate minerals a source of authigenic silica in sedimentary rocks.* — Geol. Soc. Amer. Bull. 71, 145-162.