

4. GARCÍA, I.; E. FONSECA. *La mineralización cromítica y su relación con las cloritas en el Yacimiento Amores*. Evento Soc. Cub. de Geología. Filial Habana, 1988.
5. ADAMOVICH, A. y V. CHEJOVICH. *Principales características de la geología y de los minerales útiles para la región nordeste de la provincia de Oriente*. Rev. Tecnol. 2(1) 1984.
6. NAGY, E. y OTROS: *Texto Explicativo del Mapa Geológico de la provincia de Oriente a escala 1:250 000*. Brigada Cubano-Húngara. IGP. 1976.
7. SAWKINS, F. J.: *Metal Deposits in Relation to Plate Tectonics*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York, Tokyo, 1984.

# Influencia de las paleocorrientes en las acumulaciones de fosfato del mioceno inferior-medio de Cuba

Ing. Pedro Mederos\*  
Ing. Guillermo Franco\*

## RESUMEN

Según resultados de investigaciones precedentes, el método hasta hoy más eficaz para el pronóstico de fosforitas lo constituye el litológico-paleogeográfico. Este método incluye la reconstrucción del clima y del rumbo de las paleocorrientes marinas. Existen varias hipótesis sobre la fosfatogénesis basadas fundamentalmente en la fuente de aporte de fósforos a las cuencas marinas. A pesar de esto la más arraigada es la llamada Teoría del Acualongo de Kazalov (1939), en base a la cual se realiza el presente trabajo.

Como resultado se considera que las acumulaciones fosfáticas de nuestro país, en el tránsito del Mioceno Inferior al Medio, tuvieron lugar en los paleoshelfs que bordeaban los islotes en que estaba desmembrado nuestro territorio en esa época, debido a la precipitación del fósforo transportado por las paleocorrientes que se dirigían a través de ellos hacia el norte, para unirse a la paleocorriente del Golfo (Gulf Stream), y por otro lado debido al encuentro de contracorrientes frías profundas con las cálidas en latitudes subecuatoriales. Esta última variante parece dar explicación a la existencia de pequeñas y pobres en  $P_2O_5$  yacimientos de fosforitas en Cuba.

Se recogen datos sobre los contenidos de fósforo en los mares y océanos según varios autores, y sobre la distribución espacial de las fosforitas en el mundo. Tanto una variante como otra ponen de manifiesto las perspectivas en las Antillas, las Bahamas y América Central, para la detección de acumulaciones de fosfatos donde las condiciones fueron favorables, como resultado de un proceso único en los límites de la llamada *Lanura Litoral del Atlántico*.

## INTRODUCCION

En la geología de los fosfatos una de las cuestiones más debatidas es la relacionada a su génesis, y el carácter controversial sobre la misma se mantiene aún.

Para tratar de descifrar el proceso genético de las fosforitas, diferentes investigadores en el transcurso de la historia han tratado de vincularla a distintos factores, como son: las fuentes de aportes de fosfatos a las cuencas marinas, a partir de las cuales se diseñaron los distintos

mecanismos de sedimentación de los fosfatos en los sedimentos marinos, los que a su vez conllevaron a establecer las condiciones de formación de capas de rocas fosfatadas, y de las regularidades de formación de yacimientos de fosforitas.

Partiendo de las distintas fuentes de aportes en el transcurso de mucho tiempo, se han formado distintas hipótesis de la fosfatogénesis; así por ejemplo, en sus tiempos se formuló la hipótesis biolítica, homogénea, vulcanógeno-sedimentaria y la biogeoquímica. Como se ha demostrado en el transcurso de las investigaciones sobre la génesis de las fosforitas, un mayor énfasis

\* Instituto de Geología y paleontología.

ESQUEMA DE SEDIMENTACION DE FOSFATO A PARTIR DEL AGUA DE MAR. EN LA ZONA DEL SHELF  
EN CONDICIONES DE CORRIENTES FRIAS PROFUNDAS ASCENDENTES, SEGUN A. KAZACOV.

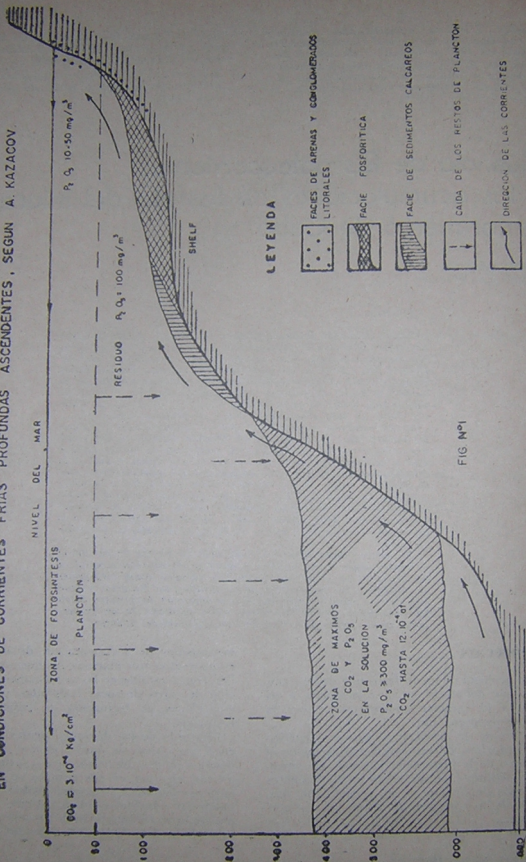


FIG N°1

fasis se hace en la conjugación específica de los factores que en cada caso juegan un papel principal. Hasta nuestros días el esquema más aceptado y a partir del cual se realizan todos los análisis, es el de A. Kazakov, presentado en 1939, el que también se llamara la "Teoría del Acualongo".

Aunque las fuentes del fósforo son varias y sus orígenes en las cuencas marinas son analizados por otros autores, en el presente trabajo se hará énfasis fundamental en las corrientes marinas.

Este análisis está basado fundamentalmente en la necesidad de establecer esquemáticamente el rumbo de las paleocorrientes, según método del actualismo, y de aquí las regularidades de distribución de los depósitos fosfatados en América Central.

## TEORIA DEL ACUALONGO

Kazakov (1939) determina cuatro horizontes de agua con distintos contenidos de fósforo, los que de arriba hacia abajo son los siguientes (Fig. 1):

1. Hasta 50 m de profundidad se encuentra la zona de fotosíntesis, donde se absorbe fósforo por el fitoplancton y existe un residuo en el agua que raramente alcanza de 10 a 50 mg/m<sup>3</sup>.
2. De 50 a 300-400 m, que es la zona por donde pasan los organismos muertos con contenidos bajos de fósforos que aumentan hacia la profundidad.
3. De 300-400 m hasta 1 000-1 500 m, zona en la que se produce la descomposición en masa de los organismos muertos de la cual se obtiene fósforo que se diluye en el agua, el contenido del cual llega a alcanzar hasta 200-300 y más mg/m<sup>3</sup>.
4. A mayor profundidad de 1 000-1 500 m, donde el contenido del fósforo vuelve a descender.

Según esta hipótesis la fosfatogénesis tiene lugar si existen corrientes profundas afluyentes hacia el litoral. En este caso cuando las aguas frías saturadas de CO<sub>2</sub> y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ascienden se produce una disminución de la presión parcial de CO<sub>2</sub>, a lo que favorece la disminución de la presión hidrostática, el calentamiento de las aguas ascendentes, la difusión del excedente del CO<sub>2</sub> hacia las zonas no saturadas de fitoplancton, así como la posible disolución adicional por la "agresión" de estas aguas de los sedimentos carbonatados. Como consecuencia de la disminución de la presión parcial de CO<sub>2</sub> en estas capas ascendentes de agua, el equilibrio del sistema se rompe y las aguas se sobresaturan

las condiciones favorables para la sedimentación de calcita y fosforitas.

Esta teoría como punto fundamental toma en cuenta de CO<sub>2</sub>Ca y 3Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> CaF<sub>2</sub>; surgiendo así consideración las corrientes marinas y el fósforo en ellas disueltos asociados a capas profundas y frías que por una u otra ascienden al litoral. Otras investigaciones realizadas posteriormente basadas en esta teoría, han dado como conclusión que no es tan sólo el ascenso de aguas frías profundas cargadas de fósforo el causante de la formación de fosfato, sino también el encuentro de estas aguas con las aguas provenientes de la superficie. Desde luego existen otros factores como el vulcanismo, los restos orgánicos y las precipitaciones atmosféricas que también son portadores de fósforo, pero deben analizarse en cada caso como factores concretos para regiones determinadas (A. I. Smirnov, 1962).

## EL FOSFORO EN EL AGUA DE MARES Y OCEANOS

Durante el estudio realizado por G. N. Baturin (1978) de las características de las fuentes portadoras de fósforo, especial atención se brindó a las corrientes marinas. Este autor considera que en las aguas oceánicas el fósforo se brindó a las corrientes marinas. Este autor considera que en las aguas oceánicas el fósforo se encuentra diluido y en suspensión, tanto en forma mineral como orgánica. Asimismo demuestra que los contenidos de fósforo mineral aumentan hacia la profundidad desde 0,1 hasta 300 mg/kg/l, y que en los mares tropicales la concentración de este elemento en la superficie es menor que en los mares polares, oscilando desde 3-6 mg/kg/l en los primeros hasta 60-68 mg/kg/l en los últimos.

En la capa intermedia de agua los contenidos de fósforo se registran en distintas profundidades en los distintos océanos y mares.

El fósforo orgánico se comporta contrariamente al mineral, y su concentración aumenta hacia las capas superficiales.

El contenido de fósforo en suspensión alcanza un promedio aproximado de 0,3 %, notándose los máximos en las partes periféricas de océanos y en las zonas de ascendencia de agua, donde se observa una correlación entre el fósforo y el carbono orgánico. Esto demuestra la relación de este fósforo en suspensión con la sustancia orgánica muerta y viva. Así por ejemplo, en la parte norte del trópico de Cáncer por el Atlántico se registraron cantidades considerables de fósforo en suspensión en los horizontes de 200-1 000 m de profundidad (Volocnix, 1973).



Entre otras formas del fósforo en el océano señalados por Baturin, se encuentran los del fósforo disperso en los sedimentos marinos y oceánicos. de esta forma Baturin demostró que los contenidos mayores de fósforo disuelto se registran en los mares del norte donde oscila desde 0.2 a 0.9%.

En lo referente a la fuente volcánica de aporte de fósforo, aunque no se haya establecido un criterio unánime, se conoce que es de suma importancia. Así Vinogradov (1959, 1964, 1967) consideró que la fuente de aporte de los aniones principales que compone el agua oceánica, son resultado de la degasación del Manto. Según Rubey (1951) en la actualidad a la superficie llegan 63 km<sup>3</sup> de hidrotermas vulcanógenas.

El fósforo que llega a las aguas oceánicas se dispersa parcialmente en la capa de agua, y otra parte sedimenta conjuntamente con el hierro (Baturin, 1978).

P. J. Cook, M. Mc Elhinig (1979) consideran la posible relación entre el vulcanismo y la fosfatogénesis, aunque datos concretos sobre esta temática no existen. Estos autores relacionan el vulcanismo como una consecuencia del comienzo de la riftogénesis, lo cual antecede el desarrollo de la cuenca oceánica.

## INFLUENCIA DE LAS PALEOCORRIENTES EN LA FLORIDA

En el Mioceno, condiciones favorables para la fosfatogénesis existieron en América Central, principalmente en la península de la Florida. En esa época las elevaciones emergidas Ocala y Sanford estaban rodeadas por zonas de amplios shelves ubicados en las cercanías de los Apalaches, hacia el sur el territorio cubano estaba representado por islotes rodeados también por zonas de shelf (Fig. 3).

Según Riggs (1984), la fosfatogénesis en la Florida fue favorecida por el arribo a la zona de shelf que bordea las elevaciones Ocala y Sanford de las corrientes Gulf Stream (Fig. 2). En esta zona de shelf existían depresiones que constituyeron las "trampas" en las cuales sedimentaron grandes cantidades de fosfatos. Como resultado de esta sedimentación se formaron en las zonas litorales capas de fosforitas microgranulares o microforitas (Riggs, 1980). Estas microforitas llegaron a formar capas lenticulares de poca potencia que constituyeron las facies neríticas de sedimentación.

Otros diferenciados litológicos de facies marinas de poca profundidad se encuentran hacia el sur, norte y este de la elevación Ocala, y bordeando la elevación Sanford. Se observa por Riggs que tanto la granulometría de mineral fosfatado como los minerales acompañantes guar-

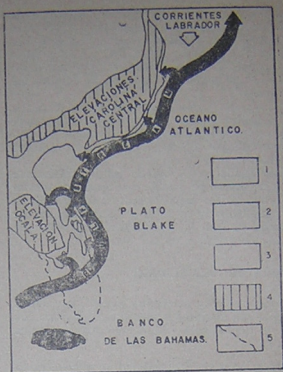


FIGURA No. 2

Paleogeografía de la Florida en el Mioceno Medio con la posición hipotética del eje de los corrientes del GULF STREAM. Según S. Riggs, 1984.

1.- Mar Profundo; 2.- Shelf aguas someras; 3.- Zonas de inundación periódica; 4.- Elevaciones sometidas a la erosión; 5.- Litoral contemporáneo de la península de la Florida.

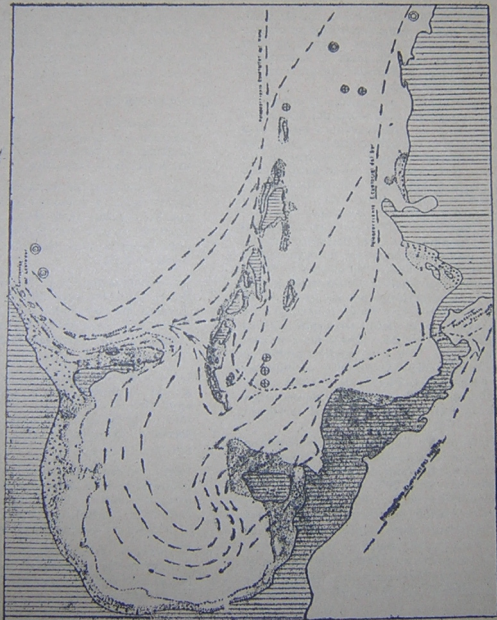
dan una relación directa. De esta forma hacia el norte, con granulometría que disminuye a partir de la elevación hacia la cuenca Florida Norte, aumenta el contenido del material terrígeno, aportado según Riggs de los Apalaches. Hacia el sur en dirección a la cuenca Okeechobee disminuye la granulometría, y aumenta el contenido de material dolomítico, es en esta dirección donde el autor considera que por disolución de los fosfatos y su nueva sedimentación se forman los "Pellets" fosforíticos.

Los contenidos de  $P_2O_5$  en estas variedades litológicas disminuyen de las facies neríticas a las marinas, y los yacimientos más importantes se ubican en las cercanías de las elevaciones antes señaladas.

Aunque en el esquema paleogeográfico confeccionado por Riggs (1984) aparecen las contracorrientes frías del Labrador, no se hace ningún análisis de la participación de éstas en la fosfatogénesis.

ESQUEMA PALEOGEOGRAFICO DE AMERICA CENTRAL CON LA DISTRIBUCION  
HIPOTETICA DE LAS CORRIENTES MARINAS DURANTE EL MIOCENO INFERIOR-MEDIO  
Escala 1:100000000

Elaborado por el M. I. de Geología, 1981. A.C. URDS Y ESQUEMA PALEOGEOGRAFICO. Modificado de S. HUBERT, 1989



LEYENDA

- AGUAS PROFUNDAS
- AGUAS CALIENTES
- AGUAS FRÍAS
- AGUAS MIXTAS
- ALTA LATITUD
- BAJA LATITUD
- ECUADORIAL
- TROPICAL
- SUBTROPICAL
- TEMPERADA
- FRÍO TEMPERADO
- POLAR
- HIELO
- ESTEREO DE HIELO
- MARGEN DE HIELO
- BORDE DE ESTEREO DE HIELO
- INTERIOR DE ESTEREO DE HIELO
- FRENTE DE ESTEREO DE HIELO
- ESPALDA DE ESTEREO DE HIELO
- SUPERFICIE DE ESTEREO DE HIELO
- FONDO DE ESTEREO DE HIELO
- LADO DE ESTEREO DE HIELO
- CORNER DE ESTEREO DE HIELO
- LÍNEA DE BORDE DE ESTEREO DE HIELO
- LÍNEA DE FRENTE DE ESTEREO DE HIELO
- LÍNEA DE ESPALDA DE ESTEREO DE HIELO
- LÍNEA DE SUPERFICIE DE ESTEREO DE HIELO
- LÍNEA DE FONDO DE ESTEREO DE HIELO
- LÍNEA DE LADO DE ESTEREO DE HIELO
- LÍNEA DE CORNER DE ESTEREO DE HIELO
- LÍNEA DE BORDE DE ESTEREO DE HIELO
- LÍNEA DE FRENTE DE ESTEREO DE HIELO
- LÍNEA DE ESPALDA DE ESTEREO DE HIELO
- LÍNEA DE SUPERFICIE DE ESTEREO DE HIELO
- LÍNEA DE FONDO DE ESTEREO DE HIELO
- LÍNEA DE LADO DE ESTEREO DE HIELO
- LÍNEA DE CORNER DE ESTEREO DE HIELO

FIG. Nº 3

## INFLUENCIAS DE LAS PALEOCORRIENTES EN EL TERRITORIO CUBANO

El territorio cubano conformado por islotes en dimensiones más pequeñas que las señaladas en la Florida, las paleocorrientes tanto ecuatoriales como las del norte al parecer tenían un esquema complicado de circulación, donde adquirirían ambas corrientes temperaturas tendentes a cálidas.

Si analizamos la hipótesis de Riggs sobre la circulación hacia el norte de las paleocorrientes ecuatoriales (Fig. 3), podemos darnos cuenta que éstas circulan por las Antillas bordeando la América Central pasando al Golfo de Méjico hasta llegar a la Florida, y que teniendo en cuenta que en los islotes del territorio cubano y otros de las Antillas existieron zonas de shelf, sería lógico que en estos territorios se acumularan cantidades de fosfatos mayores que en la Florida; claro está, sin tener en cuenta que estas aguas hacia la Florida van enfriándose, aunque la diferencia sea poca.

Un modelo distinto se presenta si consideramos todo lo que plantea la teoría del Acualongo, y los resultados de investigaciones posteriores en el océano, lo que concluye que las aguas frías concentran mayor cantidad de fósforo que las cálidas. De esta forma (Fig. 4) se hace posible pensar que la acumulación y concentración de fosfatos en la Florida, haya sido el resultado del encuentro y mezcla de las aguas frías profundas enriquecidas de fósforo, con las cálidas portadoras también de este elemento, que lógicamente está determinado por la existencia de los amplios shelves y de las depresiones o "trampas" en éste. Estas aguas pudieron haber irrumpido como contracorrientes por las costas de las Bahamas y las Antillas, donde a medida que fueron ganando calor fueron perdiendo fósforo que depositaban a su paso donde las condiciones lo permitían. Con este modelo quizás se explique la existencia de grandes yacimientos ricos en fósforo en la Florida de grandes extensiones como su shelf lo permitió, y de pequeños y pobres en  $P_2O_5$  yacimientos en el territorio cubano.

P. J. Cook, M. Mc Elhinny, 1979, reafirmaron la teoría sobre la fosfatogénesis en regiones de bajas latitudes, fundamentalmente en las sub-ecuatoriales (de 10 a 20°), y en menor grado en las ecuatoriales de 0 a 10°, aunque no desechan la distribución de yacimientos entre los 10-40° característico para depósitos Cámbricos Jurásicos y en menor grado de edad Pérmica. Esto, al parecer, tiene también relación con el encuentro de las contracorrientes frías con las corrientes cálidas, que al ocurrir en latitudes

más altas sería en condiciones de temperaturas más altas y de menor contenido de fósforo.

P. Mederos (1984) estableció una comparación de las regularidades de distribución de las fosforitas de la región Güines-Pipían y la Florida, de la cual se concluyó sobre la analogía de ambas.

Al parecer, la región Güines-Pipían con contenido más bajo de  $P_2O_5$  que los contenidos de yacimientos representativos en la Florida, y la composición mineral asociadas a granulometrías finas, hacen posible su comparación con la región Banes en la parte oriental de Cuba.

En la región estudiada se encuentra la zona fosforítica Jácuro de Venezuela, al parecer vinculadas al mismo proceso, la que por falta de datos sobre la misma no se correlaciona con el resto de las regiones.

El estudio presentado en el presente trabajo no contempla la variedad de factores que influyen en la fosfatogénesis en las distintas fuentes de aporte; para lo cual sería necesario un estudio más amplio por regiones.

## CONCLUSIONES

1. El esquema de Riggs, 1984, de las paleocorrientes ecuatoriales no se corrobora con la ubicación y características de los yacimientos fosforíticos conocidos.
2. Con el esquema propuesto de encuentro de las corrientes y paleocorrientes, se evidencia que las regiones fosforíticas en Cuba deben aparecer hacia el sur de las elevaciones con granulometría más pequeñas y contenidos bajos de  $P_2O_5$ .
3. La sedimentación en el Mioceno Inferior-Medio en Cuba fue sucedida por una fuerte sedimentación de carbonatos, por lo que puede esperarse la capa mineral a grandes profundidades en las distintas cuencas del paleo shelf cubano.
4. La asociación espacial de la fosfatogénesis a bajas latitudes tiene al parecer una relación directa con el calentamiento y enfriamiento de las aguas profundas y con la consecuente disminución de fósforo en las mismas.
5. Tanto un esquema como otro brinda perspectivas para la detección de fosforitas en otras regiones de las Bahamas, las Antillas y América Central, que tuvieran condiciones favorables en ese intervalo de tiempo.
6. El proceso de fosfatogénesis en la región demuestra que las regiones fosforíticas cubanas pertenecen a la llamada Llanura Litoral del Atlántico.



ESQUEMA  
HIPOTETICO DE  
LAS CORRIENTES  
MARINAS DURANTE  
EL MIOCENO INFERIOR - MEDIO

PALEOGRAFICO DE AMERICA CENTRAL CON LA DISTRIBUCION  
DE LAS CORRIENTES MARINAS DURANTE EL MIOCENO INFERIOR - MEDIO

Estadio 10,000,000

Received at the College of Arts and Sciences, University of Illinois at Chicago, Chicago, Illinois 60607

586



## APPENDIX

...

[illegible]

Copyright © 2003 by John Wiley & Sons, Inc.

[illegible]

100% pure, 100% natural, 100% organic, 100% delicious.

**Keywords:** child sexual abuse; disclosure; self-blame

It is important to note that the "true" value of the effect is not known, and the true value of the effect is not known.

100

1990-1991 1991-1992 1992-1993 1993-1994 1994-1995 1995-1996 1996-1997 1997-1998 1998-1999 1999-2000 2000-2001 2001-2002 2002-2003 2003-2004 2004-2005 2005-2006 2006-2007 2007-2008 2008-2009 2009-2010 2010-2011 2011-2012 2012-2013 2013-2014 2014-2015 2015-2016 2016-2017 2017-2018 2018-2019 2019-2020 2020-2021 2021-2022 2022-2023 2023-2024 2024-2025 2025-2026 2026-2027 2027-2028 2028-2029 2029-2030 2030-2031 2031-2032 2032-2033 2033-2034 2034-2035 2035-2036 2036-2037 2037-2038 2038-2039 2039-2040 2040-2041 2041-2042 2042-2043 2043-2044 2044-2045 2045-2046 2046-2047 2047-2048 2048-2049 2049-2050 2050-2051 2051-2052 2052-2053 2053-2054 2054-2055 2055-2056 2056-2057 2057-2058 2058-2059 2059-2060 2060-2061 2061-2062 2062-2063 2063-2064 2064-2065 2065-2066 2066-2067 2067-2068 2068-2069 2069-2070 2070-2071 2071-2072 2072-2073 2073-2074 2074-2075 2075-2076 2076-2077 2077-2078 2078-2079 2079-2080 2080-2081 2081-2082 2082-2083 2083-2084 2084-2085 2085-2086 2086-2087 2087-2088 2088-2089 2089-2090 2090-2091 2091-2092 2092-2093 2093-2094 2094-2095 2095-2096 2096-2097 2097-2098 2098-2099 2099-2100 2100-2101 2101-2102 2102-2103 2103-2104 2104-2105 2105-2106 2106-2107 2107-2108 2108-2109 2109-2110 2110-2111 2111-2112 2112-2113 2113-2114 2114-2115 2115-2116 2116-2117 2117-2118 2118-2119 2119-2120 2120-2121 2121-2122 2122-2123 2123-2124 2124-2125 2125-2126 2126-2127 2127-2128 2128-2129 2129-2130 2130-2131 2131-2132 2132-2133 2133-2134 2134-2135 2135-2136 2136-2137 2137-2138 2138-2139 2139-2140 2140-2141 2141-2142 2142-2143 2143-2144 2144-2145 2145-2146 2146-2147 2147-2148 2148-2149 2149-2150 2150-2151 2151-2152 2152-2153 2153-2154 2154-2155 2155-2156 2156-2157 2157-2158 2158-2159 2159-2160 2160-2161 2161-2162 2162-2163 2163-2164 2164-2165 2165-2166 2166-2167 2167-2168 2168-2169 2169-2170 2170-2171 2171-2172 2172-2173 2173-2174 2174-2175 2175-2176 2176-2177 2177-2178 2178-2179 2179-2180 2180-2181 2181-2182 2182-2183 2183-2184 2184-2185 2185-2186 2186-2187 2187-2188 2188-2189 2189-2190 2190-2191 2191-2192 2192-2193 2193-2194 2194-2195 2195-2196 2196-2197 2197-2198 2198-2199 2199-2200 2200-2201 2201-2202 2202-2203 2203-2204 2204-2205 2205-2206 2206-2207 2207-2208 2208-2209 2209-2210 2210-2211 2211-2212 2212-2213 2213-2214 2214-2215 2215-2216 2216-2217 2217-2218 2218-2219 2219-2220 2220-2221 2221-2222 2222-2223 2223-2224 2224-2225 2225-2226 2226-2227 2227-2228 2228-2229 2229-2230 2230-2231 2231-2232 2232-2233 2233-2234 2234-2235 2235-2236 2236-2237 2237-2238 2238-2239 2239-2240 2240-2241 2241-2242 2242-2243 2243-2244 2244-2245 2245-2246 2246-2247 2247-2248 2248-2249 2249-2250 2250-2251 2251-2252 2252-2253 2253-2254 2254-2255 2255-2256 2256-2257 2257-2258 2258-2259 2259-2260 2260-2261 2261-2262 2262-2263 2263-2264 2264-2265 2265-2266 2266-2267 2267-2268 2268-2269 2269-2270 2270-2271 2271-2272 2272-2273 2273-2274 2274-2275 2275-2276 2276-2277 2277-2278 2278-2279 2279-2280 2280-2281 2281-2282 2282-2283 2283-2284 2284-2285 2285-2286 2286-2287 2287-2288 2288-2289 2289-2290 2290-2291 2291-2292 2292-2293 2293-2294 2294-2295 2295-2296 2296-2297 2297-2298 2298-2299 2299-2300 2300-2301 2301-2302 2302-2303 2303-2304 2304-2305 2305-2306 2306-2307 2307-2308 2308-2309 2309-2310 2310-2311 2311-2312 2312-2313 2313-2314 2314-2315 2315-2316 2316-2317 2317-2318 2318-2319 2319-2320 2320-2321 2321-2322 2322-2323 2323-2324 2324-2325 2325-2326 2326-2327 2327-2328 2328-2329 2329-2330 2330-2331 2331-2332 2332-2333 2333-2334 2334-2335 2335-2336 2336-2337 2337-2338 2338-2339 2339-2340 2340-2341 2341-2342 2342-2343 2343-2344 2344-2345 2345-2346 2346-2347 2347-2348 2348-2349 2349-2350 2350-2351 2351-2352 2352-2353 2353-2354 2354-2355 2355-2356 2356-2357 2357-2358 2358-2359 2359-2360 2360-2361 2361-2362 2362-2363 2363-2364 2364-2365 2365-2366 2366-2367 2367-2368 2368-2369 2369-2370 2370-2371 2371-2372 2372-2373 2373-2374 2374-2375 2375-2376 2376-2377 2377-2378 2378-2379 2379-2380 2380-2381 2381-2382 2382-2383 2383-2384 2384-2385 2385-2386 2386-2387 2387-2388 2388-2389 2389-2390 2390-2391 2391-2392 2392-2393 2393-2394 2394-2395 2395-2396 2396-2397 2397-2398 2398-2399 2399

Figure 1a

Copyright © 2000 by John Wiley & Sons, Inc.

1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 26

**[continued]**

... ..

Journal of Management Education 30(1)

© 2000 Blackwell Science Ltd, *Journal of Internal Medicine* 247: 105–112

*Journal of Management Education*, Vol. 26 No. 7, December 2002  
DOI: 10.1177/0095687402238605  
© 2002 Sage Publications

10

FIG. N°4

## BIBLIOGRAFIA

1. BATURIN, G. N. Fosforitas en el fondo del oceano. NAUKA, Moscú, 1978, pp. 17-45. (Ruso).
2. COOK, P. J. and M. W. Mc ELHINNY, 1979. A Reevaluation of the spatial and temporal distribution of sedimentary phosphate deposits in the Light of plate tectonics. *Economic Geology*, V. 74, No. 2, p. 315-330.
3. LUKA, J. y L. PREVOT. Síntesis de la apatita sobre la cuestión de un nuevo modelo de la génesis de fosforita sedimentaria. XXVII Congreso Internacional de Geología. Sección de Minerales no-Metálicos. Tomo 15 Moscú, 1984, pp. 59-67. (Ruso).
4. MAPA DEL OCEANO ATLANTICO 1:20 000 000. Geodesia y Cartografía, Moscú, 1981.
5. MEDEROS, P. Regularidades de distribución y composición sustancial de los yacimientos de fosforitas de la región Güines Piplan (Cuba). Tesis de Candidato a Doctor. Moscú, 1984, pp. 133-153. (Ruso).
6. POKRISHKIN, V. I. Regularidades de distribución de yacimientos industriales de fosforitas del pre-Cámbrico y Fanerozoico en el Mundo. NEDRA, Moscú, 1981, pp. 162-190.
7. RIGGS, S. Sedimentación fosforítica en la Florida: Modelo de sistema fosfogénico. Geología de yacimientos fosforíticos MIR, Moscú, 1983. (Ruso).
8. RIGGS, S. Paleogeographic model of Neogene phosphorite deposition. U.S. Atlantic Continental Margin Science, 1984, pp. 223-231.
9. SOKOLOV, A. S. Litología de sedimentos fosfatados: Camino fundamental hacia el establecimiento de las regularidades de la génesis y distribución de fosforitas. Litología de sedimentos fosfatados. NAUKA, 1976. (Ruso).
10. SMIRNOV, A. I. Regularidades de la génesis de las fosforitas del tipo Karatau. Geología de los yacimientos de fosforitas. GOSGORTECHIZDAT, Ed. 7. pp. 132-138. (Ruso).

# Purificación de gases combustibles mediante zeolitas naturales cubanas

Ing. Rolando Roque Malherbe, C.Dr.\*

Lic. Miguel Autié Pérez, C.Dr.\*\*

Ing. Francisco Benítez Echegoyen, C.Dr.\*

Ing. Hildelisa Valle Ríos\*\*\*

Ing. Mario Moreno Aguilera\*

## RESUMEN

Se realizó un estudio de la adsorción del  $H_2O$  y el  $SH_2$  en la zeolita (mezcla de mordenita-clinoptilolita) del yacimiento propilo-Tasajera. Se determinaron las capacidades de adsorción, y se confirmaron los modelos teóricos que describen el proceso. Sobre la base de lo anterior se diseñó, construyó y montó una planta semi-industrial para la zona Varadero-Cárdenas de la EPEP Centro, la cual producirá anualmente más de 700 000 m<sup>3</sup> de gas combustible natural, libre de  $H_2O$  y  $SH_2$ , que serán utilizados en instalaciones aledañas con el consiguiente ahorro de 639 toneladas de petróleo, y una ganancia anual neta de alrededor de \$17 000. La tecnología propuesta permitiría la recuperación del gas contaminado que actualmente se quema en la atmósfera, y que sólo en la zona Varadero-Cárdenas ascenderá, en el quinquenio 85-90, a 54 millones de m<sup>3</sup> (es decir, \$2 592 000 ó 49 000 toneladas de petróleo), contaminando la zona turística aledaña.

\* Centro Nacional de Investigaciones Científicas.

\*\* Laboratorio "Isaac del Corral", MINBAS.

\*\*\* Ministerio de la Industria Básica.