

APLICACION DE LA GEOQUIMICA EXPLORATORIA DE SUELOS PARA LA BUSQUEDA Y DELIMITACION DE CUERPOS FOSFATICOS EN LA REGION SURORIENTAL DEL ESTADO FALCON

Por SIMON E. RODRIGUEZ, DARIO CALDERA y ANGEL FRANCO

Ministerio de Minas e Hidrocarburos
Dirección de Geología
División de Recursos Minerales
Torre Norte, piso 19, C.S.B.
Caracas, 101

(Recibido en diciembre 1975)

RESUMEN

Estudios geoquímicos de suelos realizados sobre áreas del Terciario Superior de Riecito Oriental, Estado Falcón, demostraron su aplicabilidad en la ubicación y delimitación de cuerpos estratiformes de fosfatos. La zona se caracteriza por gruesos espesores de calizas homogéneas, densas, de colores amarillentos, areniscas calcáreas amarillentas y estratos irregulares de fosfatos oscuros, densos y macizo. La zona no posee buenos afloramientos en su parte norte como para dar una clara idea de la estratigrafía local. Las muestras de suelos fueron tomadas a lo largo de ejes paralelos, perpendicularmente al rumbo de la estratificación, separados cada 1.000 metros. Los valores de P_2O_5 en suelos provenientes de las zonas de calizas, varían entre 0.16% y 0.83%. La zona posiblemente asociada con los cuerpos fosfáticos presenta valores altos de P_2O_5 , variando entre 3.43% y 17.88%. De acuerdo a los resultados de la geoquímica de suelos el depósito fosfático se caracteriza por su lenticularidad y su variable morfología.

ABSTRACT

Geochemical soil studies on areas of Upper Tertiary rocks of Eastern Riecito, Falcon State, proved its applicability in locating and outlining stratiform bodies of phosphatic rocks. The area is characterized by thick beds of uniform, dense, yellowish limestone; calcareous sandstones, and irregular bodies of dark, dense and massive phosphatic rocks. No good outcrops are present in the area, specially in the northern zone in order to have a idea of the local stratigraphy. The soil samples were taken a long of parallel lines done perpendicular to the general strike of the bedding. Distances between lines were 1000 meters. The values of P_2O_5 on soils coming from zones with limestone, vary between 0.16% and 0.83%. The area possibly associated with the phosphatic bodies presents high values of P_2O_5 varying between 3.43% and 17.88%. According with the results of the soil geochemical program, the phosphatic ore zone is characterized by a variable morphology.

INTRODUCCION

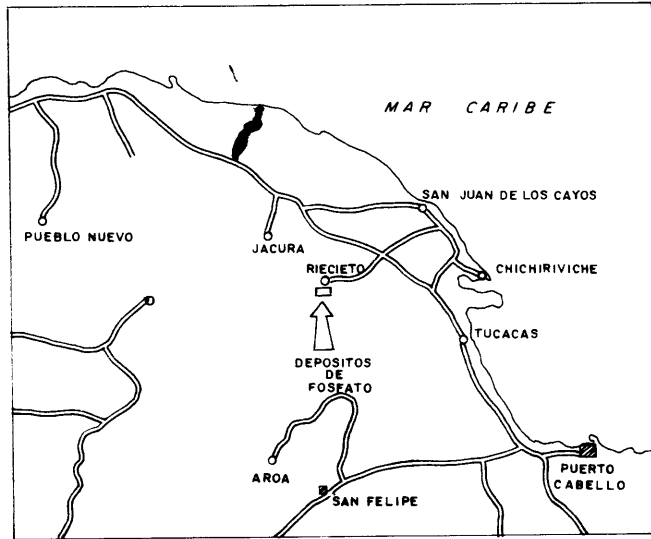
En vista de que la División de Recursos Minerales del Ministerio de Minas e Hidrocarburos (M.M.H.) ha iniciado un programa integral de ubicación de depósitos fosfáticos asociados con las rocas del Terciario Superior de Falcón suroriental, se creyó oportuno ensayar métodos exploratorios de geoquímica, tanto de suelos como de sedimentos, con miras a agilizar los trabajos de prospección.

Estos planes ambiciosos de exploración emprendidos en toda la cuenca terciaria de Falcón suroriental se deben esencialmente a la necesidad que posee el país de incrementar su producción y aumentar drásticamente las reservas fosfáticas. En la actualidad Venezuela produce 140.000 toneladas métricas (TM) de roca fosfática por año y los planes son de llevar esa producción a 700.000 TM para 1980. Esto por supuesto conlleva, en forma paralela, exploraciones geológicas con miras a incrementar reservas. Los depósitos de Riecito, actualmente bajo producción por el Instituto Venezolano de Petroquímica (IVP), poseen reservas del orden de los 14 millones de TM, y los horizontes fosfáticos de Lizardo guardan más de 40 millones de TM.

Los estudios exploratorios geoquímicos fueron realizados por la División de Recursos Minerales del MMH durante el último trimestre de 1974 y los primeros meses de 1975. Los ensayos se realizaron sobre zonas en las cuales se conocían depósitos comerciales de fosfatos, específicamente en la región de Riecito oriental. Esta zona se caracteriza por gruesos espesores de calizas macizas, evidencias de cuerpos fosfáticos irregulares y un recubrimiento casi total. La presencia de una red de picas que cubre totalmente la zona estudiada facilitó mucho la labor de toma de muestras. Las muestras fueron analizadas por vía húmeda en el Centro de Evaluaciones del M.M.H., y los resultados fueron ubicados en mapas a escala 1:10.000, los cuales incluyen también los sitios de perforaciones exploratorias realizadas por el IVP y el M.M.H.

El presente trabajo es publicado con autorización del Director de Geología del Ministerio de Minas e Hidrocarburos.

Fig. 1



MAPA DE UBICACION



UBICACION GEOGRAFICA

El cerro Riecito está ubicado en el Municipio Jacura, Distrito Acosta del Estado Falcón, 2 kilómetros al norte del Río Tocuyo y a 3 kilómetros del caserío Riecito (Fig. 1). Se comunica con las poblaciones vecinas por carreteras engranzonadas transitables todo el año con vehículos de motor. El cerro Riecito es una de las últimas estribaciones orientales de la Serranía Churuguara-Agua Linda. Tiene forma alargada este-oeste; la parte oeste es la más elevada y alcanza hasta 600 metros de altura. Hacia el sur su pendiente es suave, más o menos uniforme y muere en el valle del Río Tocuyo, hacia el norte es muy pronunciada hasta el caserío Riecito, desde donde continúa con suaves ondulaciones hasta el valle del río Araurima.

La zona estudiada se caracteriza por una pendiente pronunciada en su parte sur y un drenaje con una dirección preferencial este-oeste, siguiendo áreas de contacto entre los gruesos paquetes de calizas y las secuencias fosfáticas de la zona norte.

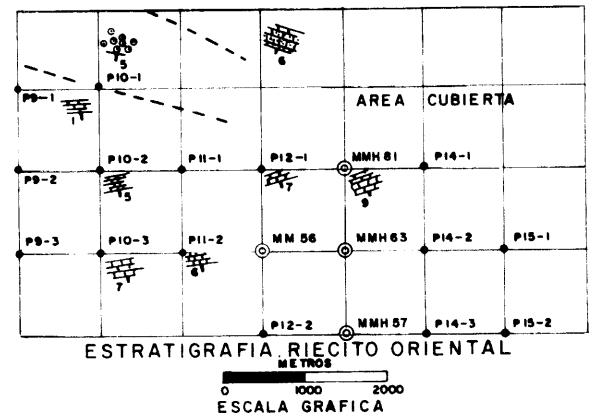
Los suelos de la región de Riecito se caracterizan por una espesa cubierta vegetal, por un nivel húmico relevante muy oscuro y por zonas arenoso-arcillosas residuales muy características. El drenaje en la zona estudiada está controlado principalmente por los gruesos paquetes de calizas, y se caracteriza por un enrejamiento típico con una dirección preferencial este-oeste. El drenaje de la región de Riecito pertenece a la hoya del río Tocuyo.

CARACTERISTICAS GEOLOGICAS LOCALES

Los depósitos fosfáticos de Riecito se ubican en la cuenca sedimentaria comprendida entre Urama, Barquisimeto y Falcón Central. La zona de Riecito coincide con un levantamiento tectónico en forma de anticlinal asimétrico con el eje orientado más o menos este-oeste. Grandes fallas de corrimientos paralelos al eje afectan la parte norte; fallas transversales son muy abundantes, aunque no se pueden observar en el yacimiento.

RENZ (1948). considera las calizas de Riecito, que incluyen el horizonte fosfático, como reemplazamientos marginales y locales de las lutitas, arcillas y areniscas (Fig. 2) que constituyen el Grupo Agua Salada con su sección tipo en El Pozón y El Mene de Acosta (Norte y Noreste de Riecito), considerando su edad entre el Oligoceno Medio y el Mioceno Medio.

Fig. 2



LEYENDA

- PERFORACIONES EFECTUADA POR IVP
- ⊙ PERFORACIONES EFECTUADA POR MMH
- ▨ CALIZAS BLANCAS HOMOGENEAS
- ▩ CALIZAS ARENOSAS
- ↘ RUMBO Y BUZAMIENTO DE LA ESTRATIFICACION
- FOSFATOS
- - - CONTACTO GEOLOGICO

GONZALEZ DE JUANA (1938), considera las calizas de Riecito como pertenecientes a la cuenca miocena del río Tocuyo, con características diferentes a la cuenca del Grupo Agua Salada. Esta misma opinión la comparte MENDEZ (1966) cuando profundiza sobre la estratigrafía y correlaciones geológicas de Falcón suroriental.

Los estudios que se realizan en la actualidad a todo lo largo de la faja Riecito-Chichiriviche indican que los cuerpos fosfáticos están íntimamente asociados estratigráficamente con unidades dolomíticas originadas muy posiblemente por reemplazamiento de calizas en cuencas muy cerradas.

La estratigrafía y características litológicas de las secuencias fosfáticas de Falcón suroriental han sido descritas en detalle por PONTE (1951) y PONTE *et al.* (1961) y SANTELIZ (1972). Mucha de la descripción presente en este informe ha sido tomada de esas publicaciones.

La sucesión estratigráfica desde la superficie hasta la base de los depósitos fosfáticos de Riecito es como sigue: *Sedimentos aluvionales*. Estos se encuentran a lo largo del cauce de pequeñas quebradas que cruzan la zona, son de espesores variables y están formados por arcillas arenosas y arenas conglomeráticas de colores amarillentos y rojizos. *Calizas y dolomitas superiores*. Gruesos espesores de calizas densas, amarillentas y fosilíferas, y dolomitas muy densas de colores claros cubren los horizontes fosfáticos en forma concordante. Estas rocas constituyen rasgos fisiográficos sobresalientes entre Riecito y Lizardo (RODRIGUEZ, 1975).

Roca fosfática. Se presenta en varias tonalidades desde gris claro a marrón oscuro, bastante fosilífera, sílicea y muy cavernosa. La presencia de granos de cuarzo es muy variable, constituyendo uno de los materiales más abundantes. Petrográficamente la roca fosfática se puede clasificar como una marga fosfática arenosa con contenido de cuarzo que varía de 15 a 25%. El mineral fosfático que predomina es la colofanita, que generalmente se encuentra formando la matriz. El mineral secundario es la dialblita y como mineral accesorio la estafelita. La textura predominante en las rocas fosfáticas es la brechoide, aunque se observan texturas radiales, bandeadas y drusíticas.

GEOQUIMICA EXPLORATORIA

En vista de lo extenso de la cuenca fosfática de Falcón suroriental, se creyó oportuno tratar de aplicar métodos de geoquímica exploratoria con el fin de ubicar y delimitar áreas potenciales en depósitos fosfáticos. Los ensayos preliminares para sedimentos fueron realizados en la región de Yaracuyare y los de suelo en la zona de Riecito Oriental. En el presente trabajo sólo se detalla lo concerniente a suelos.

El área de Riecito Oriental fue escogida para las labores de exploración geoquímica de suelos por una serie de razones entre las cuales estaban:

a) La región está ubicada en un área fosfática conocida, en la cual se ubican los diferentes tipos de rocas fosfáticas de Falcón suroriental.

b) La estratigrafía de la región abarca todas las secuencias litológicas conocidas, a saber: las calizas macizas densas superiores, los niveles fosfáticos, las lutitas grises inferiores y los niveles arenosos y conglomeráticos.

c) La zona presenta un recubrimiento casi total hacia la región septentrional y central, observándose buenos afloramientos sólo en su parte sur, representando exclusivamente, los gruesos espesores de calizas.

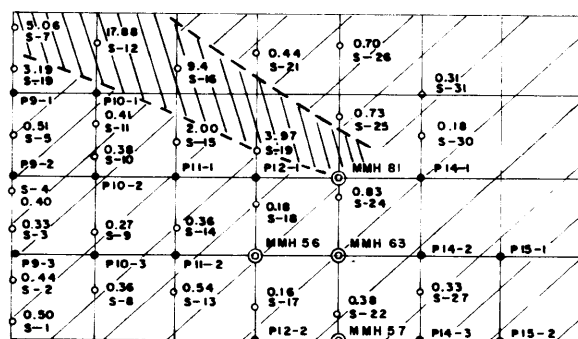
d) Los suelos presentes a lo largo de toda la región central presentan pocas evidencias de deslizamiento o zonas de soliflucción.

e) El área está en evaluación por parte del IVP, por lo que se ha efectuado una red integral de picas sobre la cual puede realizarse un excelente trabajo preliminar de toma de muestras.

f) La zona se encuentra bajo activa perforación con miras a cálculos de reservas de roca fosfática en forma local. Esto permite en forma clara comparar los resultados geoquímicos con las labores de evaluación y delimitación a profundidad de los estratos fosfáticos.

Las muestras de suelos fueron tomadas sobre distancias inferiores a los 300 metros y en forma irregular, debido principalmente a lo abrupto del terreno y a la presencia de una exuberante vegetación. La profundidad del sitio de toma de muestras fluctuó entre 10 y 30 centímetros, pero siempre se trató de mantener la mayor uniformidad posible a nivel local. El nivel de suelo investigado correspondió a la típica zona arcillosa ubicada por debajo del horizonte húmico. En total se tomaron 31 muestras de suelos a lo largo de 6 picas paralelas cubriendo una superficie de aproximadamente 20 kilómetros cuadrados.

Fig. 3



CONTENIDO DE P_2O_5 RIECITO ORIENTAL

MÉTROS
0 1000 2000
ESCALA GRAFICA

LEYENDA

• PERFORACIONES EFECTUADA POR IVP

⊙ PERFORACIONES EFECTUADA POR MMH

○ SITIO DE TOMA DE MUESTRA

▨ ZONA ANOMALA EN CONTENIDO DE P_2O_5

▧ AREA DE MUY BAJO CONTENIDO DE P_2O_5

0.40 CONTENIDO DE P_2O_5 (%).

Las muestras fueron analizadas normalmente por vía húmeda para P_2O_5 en los laboratorios de química analítica del Centro de Evaluaciones del MMH.

A continuación se especifican en forma detallada los resultados obtenidos:

Muestra	Pica	% P_2O_5
S-1	9	0.50
S-2	9	0.44
S-3	9	0.33
S-4	9	0.40
S-5	9	0.51
S-6	9	3.19
S-7	9	5.06
S-8	10	0.36
S-9	10	0.27
S-10	10	0.38
S-11	10	0.41
S-12	10	17.88
S-13	11	0.54
S-14	11	0.36
S-15	11	Trz.
S-16	11	9.04
S-17	12	0.16
S-18	12	0.18
S-19	12	3.97
S-20	12	3.43
S-21	12	0.44
S-22	13	0.38
S-23	13	0.50
S-24	13	0.83
S-25	13	0.73
S-26	13	0.70
S-27	14	0.33
S-28	14	0.32
S-29	14	0.67
S-30	14	0.18
S-31	14	0.31

Estos valores fueron ubicados en el mapa topográfico para tener una clara idea de la configuración de la anomalía de P_2O_5 . El mapa geoquímico, construido a la misma escala del mapa geológico, presenta una clara evidencia de la existencia de cuerpos fosfáticos paralelos a la estratificación.

INTERPRETACION GEOQUIMICA

De acuerdo a la configuración del mapa geoquímico de suelos es fácil deducir la presencia de un grueso estrato de roca fosfática que se extiende desde la pica 9 hasta aproximadamente la 13, donde las evidencias hacen suponer la lenticularidad del depósito (Fig. 3). Perforaciones efectuadas por el IVP y el M.M.H. a lo largo de las picas 9, 10 y 11 indicaron gruesos paquetes de roca fosfática, mientras que los sondeos efectuados a lo largo de las picas 14 y 15 no cortaron roca fosfática o mostraron niveles fosfáticos de muy poco espesor.

Tomando en cuenta los valores de P_2O_5 (%) a lo largo de cada pica, se ha hecho la siguiente interpretación sobre el tipo de roca ubicada a profundidad.

MUESTRA	PICA	ROCA
S-1	9	Caliza
S-2	9	Caliza
S-3	9	Caliza
S-4	9	Caliza
S-5	9	Marga
S-6	9	Roca fosfática
S-7	9	Roca fosfática arenosa
S-8	10	Caliza
S-9	10	Caliza
S-10	10	Caliza margosa
S-11	10	Marga
S-12	10	Roca fosfática
S-13	11	Caliza
S-14	11	Caliza
S-15	11	Caliza
S-16	11	Roca fosfática
S-17	12	Caliza
S-18	12	Caliza margosa
S-19	12	Roca fosfática
S-20	12	Roca fosfática
S-21	12	Margas arenosas
S-22	13	Caliza densa
S-23	13	Caliza densa
S-24	13	Caliza margosa
S-25	13	Caliza margosa
S-26	13	Margas arenosas lutíticas
S-27	14	Calizas densas
S-28	14	Calizas
S-29	14	Margas arenosas
S-30	14	Margas arenosas
S-31	14	Margas arenosas y lutitas

Parte de la interpretación de la litología se basó en la coloración de suelo, porcentaje de material clástico, reacción ante el HCl y presencia de material lutítico gris.

CONCLUSIONES

a)) Los resultados obtenidos indican la factibilidad de usar métodos geoquímicos de exploración para la ubicación y delimitación de cuerpos fosfáticos.

b) El método es factible de usar cuando se trabaja en áreas de gran recubrimiento y de reconocida potencialidad en depósitos fosfáticos sedimentarios.

c) Es muy importante conocer a fondo la estratigrafía de la zona, así como todo lo referente a facies y paleogeografía, para planificar mejor los trabajos geoquímicos exploratorios.

d) El método geoquímico exploratorio de suelos trabaja muy bien en cuadrículas cerradas con espaciamiento reducido.

e) Es recomendable, en los trabajos preliminares de exploración geoquímica, la aplicación de métodos rápidos de detección de fósforo tal como el explicado por STANTON (1966) y PEACHEY *et al.* (1973).

f) Es recomendable que para trabajos extensos de geoquímica exploratoria con relación a fósforo se usen métodos analíticos de campo, tales como los desmeritos por STANTON (1966), JACKSON (1962) y SHAPIRO y BRANNOCK (1962), o por el método colorimétrico de determinación rápida perfeccionado por PEACHEY *et al.* (1973).

BIBLIOGRAFIA

- GONZALEZ de JUANA (1938) Contribución al Estudio de la Cuenca Sedimentaria Zulia-Falcón. *Bol. Geol. y Min. (Caracas)*. 2(2-3-4):123-138.
- JACKSON, M. L. (1962) Soil Chemical Analysis. Constable. London, pp. 176-177.
- MENDEZ, J. (1966) Definición de la Formación Agua Linda, Sección de Referencia de la Formación Casupal y descripción de algunas secciones de esta Formación en la parte sur-oriental de la Subcuenca de Falcón. *Bol. Inf. Asoc. Venezolana Geol. Min. Petr.* 10:111-121.
- PEACHEY, J.; L. ROBERTO y J. SCOT-BAKER (1973) Rapid Colorimetric Determination of Phosphorus in Geochemical Survey Samples. *Journal of Geoch. Expl.* 2(1973):115-120
- PONTE, P. L. (1951) Depósitos fosfáticos del Cerro Riecito, Estado Falcón, *Bol. Geol. (Caracas)*, 1(1):7-39.
- PONTE, P. L.; G. MARQUEZ y H. GARRIGA (1961). Yacimientos fosfáticos del Cerro Riecito, Estado Falcón. *Bol. Geol. (Caracas)*. Pub. Esp. 3,4:1641-1660.
- RENZ, H. H. (1948) Stratigraphy and Fauna of the Agua Salada Group, State of Falcón, Venezuela. *Geol. Soc. Amer. Mem.* 32, 219 p.
- RODRIGUEZ, S. E. (1975) Relaciones Estratigráficas de los Depósitos de Fosfato de Falcón Suroriental, Venezuela. II Congreso Ibero-Americano de Geología Económica, Buenos Aires, Argentina, 1975. Resúmenes.
- SANTELIZ, H. (1972) Evaluación de Reservas de Rocas Fosfáticas en el Cerro Riecito, Estado Falcón. *Bol. Geol. (Caracas)*. Pub. Esp. 5,5:2773-2788.
- SHAPIRO, L. y W. W. BRANNOCK (1962) Rapid Analysis of Silicate, Carbonate and Phosphate rocks. *U. S. Geol. Surv. Bull.* 1144-A.
- STANTON, R. E. (1966) Rapid Methods of Trace Analysis. Edward Arnold, London, pp. 77-78.