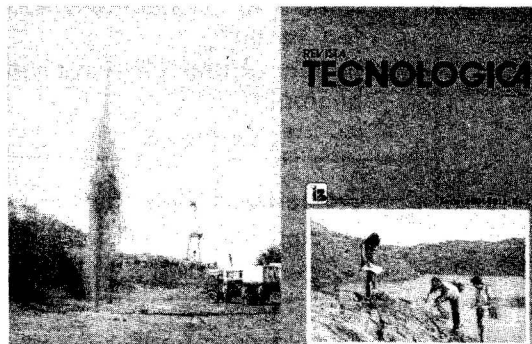




MINISTERIO DE LA INDUSTRIA BASICA  
REPUBLICA DE CUBA

# REVISTA TECNOLOGICA

Vol. XVI, Geología, No. 2, mayo, 1986



Portada: Toma de muestras de levantamiento geológico, en Jibacoa, Región Escambray


Contraportada: Explosión en un pozo con el fin de producir ondas elásticas al aplicar métodos sísmicos destinados a la prospección de estructuras geológicas profundas, favorables para la acumulación de petróleo y gas. (Fotos Emilio Herrera, Divugación, MINBAS).

## SUMARIO

## SUMMARY

- |   |  |                |
|---|--|----------------|
| 1 | <b>Evaluación de los resultados de la aplicación del método sísmico del punto común de profundidad en las condiciones sismogeológicas de Cuba</b><br>Evaluation of results in the application of the common-depthpoint seismic method in the seismogeological conditions of Cuba<br>Ing. Guillermo Hernández   | 3 <sup>v</sup> |
| 2 | <b>Radiolarios del Campaniano de la formación Vía Blanca en la Región Habana-Matanzas</b><br>Radiolaria from the Campanian of the "Vía Blanca" formation in the Havana-Matanzas area<br>Lic. Emilio Florez Albín   | 7              |
| 3 | <b>Confección de los mapas hidrotimétricos y de mineralización por los horizontes acuíferos <math>F_1</math> y <math>F_2</math> (<math>K_1^{ne}</math>) del yacimiento "Boca de Jaruco"</b><br>Preparation of mineralization and hydrometric maps from horizons " $F_1$ " and " $F_2$ ( $K_1^{ne}$ )" of the "Boca de Jaruco" oil field<br>Ing. Jorge F. Gracia, Ing. Luis M. Torres | 19             |
| 4 | <b>Tendencias de la Ciencia y la Técnica en las investigaciones analíticas de muestras geológicas</b><br>Scientific and technical trends in the analytical investigation of geologic samples<br>Lic. Angel Rodríguez, Lic. C. González, Lic. R. Furef e Ing. A. Brito  | 24             |
| 5 | <b>Ofiolitas de Camagüey: naturaleza, posición tectónica y sedimentos derivados</b><br>Camagüey ophiolites: their nature, tectonic location and derived sediments<br>Lic. Manuel A. Hurrealde, R. Hartwich y otros   | 29             |

Estudio físico-químico y estructural de la bentonita de la manifestación "La Tagua"	33
Structural and physico-chemical study of the "La Tagua" show of bentonite	
Lic. José G. Alonso, Ing. Amelia Brito, N. Vega y Donis P. Coutín	
Cromatografía en zeolitas naturales cubanas	43
Chromatography of natural zeolites in Cuba	
Lic. Miguel Autié Pérez	
Estudio comparativo de muestras para ensayo granulométricos tomadas de pozos y laboreos en yacimientos de arenas eluviales	47
Comparative study of samples taken from pits and minings in eluvian sands deposits, for granulometric tests.	
Ing. Diógenes Carballo, Ing. Juan Suros	
Procedimiento estadístico para evaluar la exactitud de los métodos analíticos	51
Statistics procedure to evaluate the accuracy of analitic methods	
Lic. Félix Castillo, Lic. Fabio Rojas	
El Cuaternario en el Mediterráneo americano y sus inmediaciones	58
The Cuaternary in the caribbean sea an ets surroundings	
Prof. Manuel Acevedo	
Composición sustancial del yacimiento artificial "Colas de Moa"	66
Substantial composition of the artificial deposits in "Colas de Moa"	
Ing. Nylis Ponce, Ing. Idenia Altarriba, Ing. Dalia Carrillo, Ing. José Fernández	
<b>ABSTRACTS</b>	<b>76</b>
<b>РЕФЕРАТЫ</b>	<b>78</b>

 <p> <b>Editada por el Centro Nacional de Información Científico-Técnica del Ministerio de la Industria Básica</b>   <b>Revista Tecnológica Geología es continuación en parte de REVISTA TECNOLÓGICA</b>   <b>DIRECTOR</b>  Francisco Valdés García   <b>REDACTOR PRINCIPAL</b>  Rafael Pérez Vega   <b>CONSEJO DE REDACCION</b>   Elsa Lam García  Mario Chapottín Barco  Teresa Pedraza de los Ramos  Zenaida Morales González  Virginia Domínguez Álvarez </p>	<p><b>CONSEJO TECNICO ASESOR:</b></p> <p> Alfredo Norman Vega  Nylis Ponce Seoane  Angel Rodríguez Ronda  Francisco Sánchez  Gustavo Furrázola Bermúdez  Manuel Marrero Paz  Guillermo Hernández Pérez  Mireya Pérez Rodríguez </p> <p><b>DISEÑO Y EMPLANE</b></p> <p>Plácido Gómez Madruge</p> <p><b>FOTOGRAFIA</b></p> <p>Jesús Olivera Salabarría</p> <p><b>REDACCION</b></p> <p> Ministerio de la Industria Básica  Ave. Salvador Allende 666  Zona Postal Habana 3   Ciudad de la Habana, Cuba  Telfs. 70-2540, 79-8676  Telex-511-183 </p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se desea el canje con publicaciones congéneras</li> <li>• On accepte des échanges avec les publications congénères</li> <li>• Exchange with similar publications is desired</li> <li>• Si desidero il cambio colla pubblicazione congeneri</li> <li>• Accltam-se permutas con publicado con-gene</li> <li>• Wir bitten um austausch ähnlichen fach-schriften.</li> </ul> <hr/> <p> Impresa en el taller 01 de la Empresa Poligráfica "Osvaldo Sánchez" del Ministerio de Cultura.   Inscripta en la Administración de Correos de Ciudad de la Habana como impreso periódico. </p>
--	--	--

# Confección de los mapas hidrotimétricos y de mineralización por los horizontes acuíferos $F_1$ y $F_2$ ( $K_1^{ne}$ ) del yacimiento "Boca de Jaruco"

Ing. Jorge F. Gracia\*

Ing. Luis M. Torres

## RESUMEN

*El objetivo del presente trabajo se encuentra enmarcado en la continuación del estudio hidrogeológico del yacimiento gasopetrolífero Boca de Jaruco, siendo este el segundo intento de este tipo presentado al respecto.*

*Consideramos como los logros fundamentales de este trabajo, la confección de las mapas de Mineralización e Hidrotimétricos por los horizontes productivos  $F_1$  y  $F_2$  ( $K_1^{ne}$  (b-ba)), donde yacen las mayores acumulaciones de petróleo y agua en la región de estudio. De igual forma realizamos una caracterización general por complejos del Ph de estas aguas.*

*Igualmente se realizaron los gráficos de las variaciones de la mineralización y dureza con la profundidad en cada uno de los complejos estructurales Alóctono-miogeosinclinal y Parautóctono-miogeosinclinal. Todo lo cual se realiza por primera vez en un yacimiento gasopetrolífero de nuestro país.*

## INTRODUCCION

La región de estudio, desde el punto de vista hidrogeológico no ha sido estudiada; y es por ello que la mayoría de los parámetros se han podido calcular a partir de la composición química de las aguas. Se confeccionaron utilizando las mismas como base, los mapas de dureza y mineralización; así como se profundizaron en otros aspectos, que han servido para tener un mayor conocimiento de

las características hidrogeológicas del yacimiento gasopetrolífero Boca de Jaruco; el cual adolecía de un estudio sistemático de las aguas acompañantes en los horizontes petrolíferos, tanto en el complejo estructural Alóctono-miogeosinclinal, como en el complejo miogeosinclinal Parautóctono.

Puede concluirse que el grado de interrelación entre los fluidos del yacimiento y las aguas que lo acompañan es de máxima importancia en la producción de petróleo, pues el principal mecanismo de empuje en el yacimiento en el piso Parautóctono

\*E.F.E.P.-Occidente, MINBAS

lo tiene la presión ejercida por la energía cinética del agua que tiende a desplazar el petróleo hacia arriba. Por lo que consideramos que manteniéndose la presión de fondo alta aumentamos el coeficiente de recuperación de petróleo, así como alargamos en tiempo la curva del declino de producción de los pozos, todo lo cual nos demuestra que es fundamental el mantenimiento de la presión en estos horizontes; así como el conocimiento profundo de estos parámetros hidrogeológicos.

En este trabajo se han tratado de recopilar todos los datos existentes hasta la actualidad, de los análisis químicos de las aguas, y a partir de ellos se trató de realizar una mejor caracterización hidrogeológica del yacimiento.

### CONDICIONES HIDROGEOLOGICAS DEL YACIMIENTO

La formación de yacimientos de petróleo y de gas natural está relacionada con determinadas condiciones hidrogeológicas que se dan en las estructuras (trampas); y cerca de ellas, siendo los yacimientos mismos, elementos de complejos sistemas de agua bajo presión, los cuales guardan interacción física, química y mecánica, no obstante la gran cantidad de pozos perforados en el área, estas condiciones hidrogeológicas son poco conocidas aún en el yacimiento Boca de Jaruco.

Consideramos necesario señalar que la diferenciación fundamental desde el punto de vista hidrodinámico de las aguas de los complejos Parautóctonos y Aloctono-miogeosinclinal, se debe a la forma de yacencia de las mismas, o sea, las aguas encontradas en el piso Alóctono-miogeosinclinal se consideran como sistemas hidrogeológicos cerrados, es decir son aguas entrampadas que carecen de movimiento y fuente de alimentación o infiltración, coincidiendo su formación con los procesos sedimentológicos ocurridos en la región, no siendo así en el piso Parautóctono, donde está por definir aún la dirección y movimiento de las mismas, así como la zona de carga. (Esto será tema de un próximo trabajo).

Se debe destacar igualmente que las aguas de los yacimientos gasopetrolíferos comprendidos en nuestra región de estudio, se encuentran enmarcadas desde el punto de vista hidrogeológico en la cuenca Habana-Matanzas.

### CONCENTRACION DE LOS IONES DE HIDROGENO (PH)

La agresión del agua se determina por la concentración de los iones hidrógenos, de ahí su importancia como índice clasificador de las mismas. Por la magnitud del Ph las aguas se dividen en:

Tipo de agua	PH
Aguas muy ácidas	5
Aguas ácidas	e/ 5 y 7
Aguas neutras	7
Aguas básicas	e/ 7 y 9
Aguas muy básicas	9

Generalmente las aguas de los yacimientos de petróleo y gas el PH es elevado; y en nuestro caso, las aguas oscilan entre valores de 7 y 9, o sea, es un PH característico para las bases débiles, observándose valores anómalos (inferiores a 7) dentro de los análisis considerados como confiables, los cuales son debido a que se utilizó para su determinación el papel indicador, el cual tiene una imprecisión de  $\pm 0.5$ . También son valores anómalos aquellos menores de 7 como el observado en una de los pozos analizados con un valor de 2.2, el cual es debido a la contaminación de las aguas con ácido proveniente de la acidificación del pozo, así como valores de PH mayores que 9, característico de bases fuertes, como consecuencia de la contaminación de las muestras de agua, debido a un período grande de tiempo transcurrido entre la toma de la muestra y el análisis de la misma.

El complejo Alóctono miogeosinclinal se caracteriza por tener un PH medio igual a 7.45 y el complejo Parautóctono tiene un PH medio igual a 8.21 por lo cual podemos decir que las aguas de este complejo se caracterizan por tener una basicidad mayor que el primer complejo.

### MINERALIZACION DE LAS AGUAS

La mineralización es un parámetro muy importante en las aguas subterráneas, ya que caracterizan el contenido de aniones y cationes presentes en ellas. Además sirve como parámetro clasificador de las mismas y conjuntamente con otros elementos se pueden valorar de forma integral las aguas subterráneas; también constituye un método hidroquímico de búsqueda.

Según el grado de mineralización de las aguas éstas se pueden clasificar en:

Tipo de agua	Mineralización g/l
Aguas potables o dulces	1
Aguas salobres	1-3
Aguas salinas	3-50
Aguas salmueras	50

De acuerdo con esto podemos decir entonces que las aguas del yacimiento Boca de Jaruco son aguas salinas, pues la mineralización de ellas se encuentran en el rango de 3-50 g/l, lo cual puede verse a continuación:

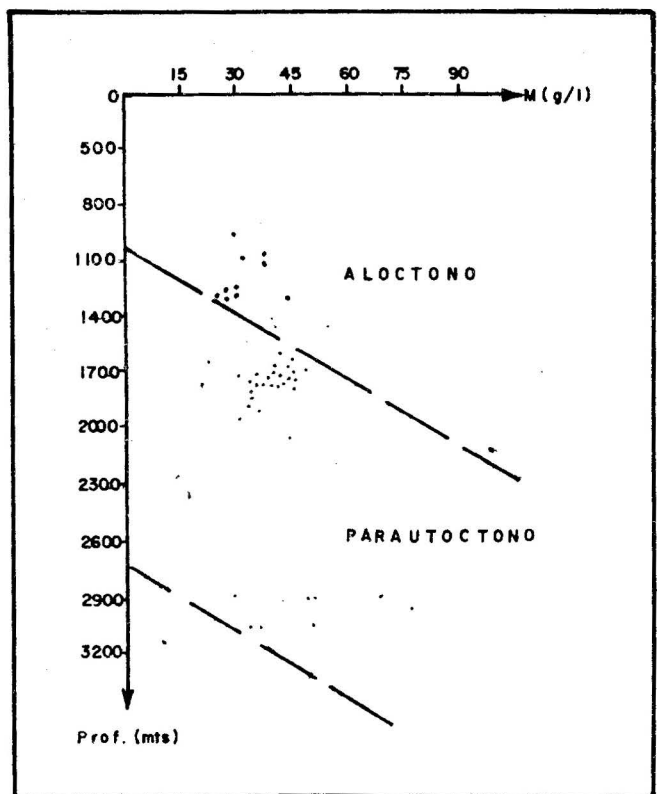
**Complejo estructural      Horizonte      Mineralización**

Miogeosinclinal	"A"	33,83 g/l
Alóctono	"B"	27,53 g/l
	"C-D"	33,60 g/l
Parautóctono	"E"	34,10 g/l
	"F <sub>1</sub> "	38,85 g/l
	"F <sub>2</sub> "	41,98 g/l
	"G"	48,31 g/l

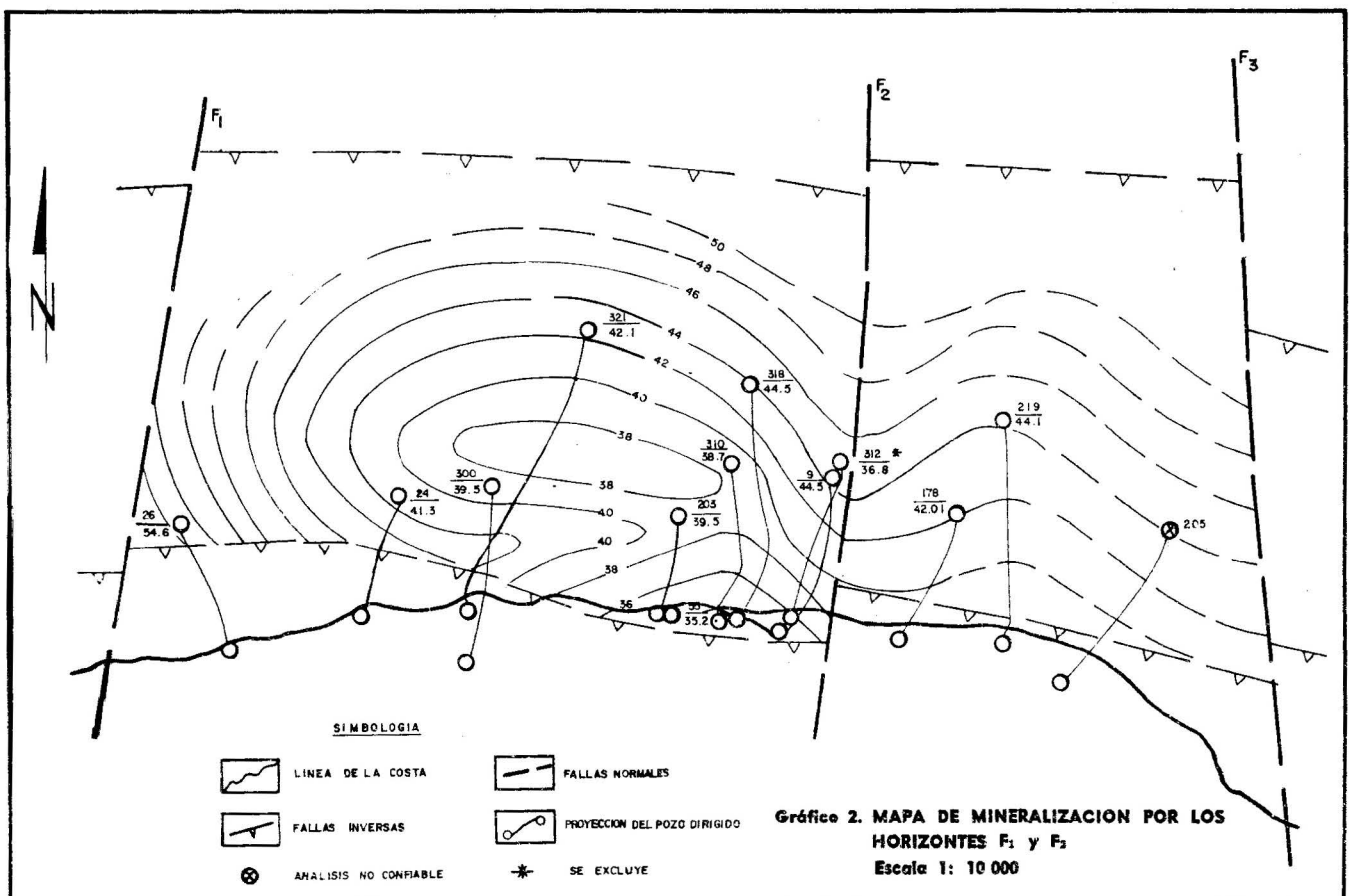
A partir de estos datos se puede concluir que al igual que el PH, la mineralización de las aguas es mucho mayor en el complejo Parautóctono que en el Complejo Alóctono-miogeosinclinal, es decir aumenta con la profundidad (gráfico No. 1).

Esto puede explicarse por la propia diferenciación estratigráfica de los horizontes, ya que, aunque el Alóctono-miogeosinclinal se caracteriza por poseer un agua Cloro-Cálcica (de procedencia marina profunda), la cual debería tener una mayor mineralización que las aguas hidrocarbonatadas-Sódicas del Parautóctono (de procedencia continental), consideramos que estas últimas tienen algún tipo de movimiento (desplazamiento) entre la zona de carga, y el lugar de acumulación de las mismas, (esto será tratado más profundamente en trabajos posteriores).

De la interpretación del mapa de Mineralización (Gráfico No. 2), el cual se realizó sólo para los hori-



**Gráfico 1. VARIACION DE LA MINERALIZACION (M) CON LA PROFUNDIDAD (Prof)**



**Gráfico 2. MAPA DE MINERALIZACION POR LOS HORIZONTES F<sub>1</sub> y F<sub>2</sub>**  
Escala 1: 10 000



zontes  $F_1$  y  $F_2$ , por presentar éstos la cantidad suficiente de pozos con análisis, pues los restantes horizontes no presentan datos suficientes que permitieran su confección, llegándose a la siguiente conclusión:

1. Se observa de igual forma que los valores de mineralización del yacimiento hacia el norte, lo cual se justifica, por la mayor distancia recorrida por estas aguas desde la zona de carga, hasta el lugar de su acumulación, por lo que consideramos que ésta debe seguir aumentando hasta el cierre de la estructura.
2. Este mapa igualmente pone de manifiesto que la falla  $F_2$  es una falla de tipo abierta, lo que permite la interrelación hidrodinámica entre ambos sub-bloques.

El valor del pozo 312 no lo tuvimos en cuenta para la realización de este mapa, ya que este pozo está muy cerca del pozo 9, encontrándose ambos dentro del mismo sub-bloque; y siendo considerable la variación entre sus valores, de 36,8 y 44,5 g/l respectivamente, lo que puede ser debido al error de este análisis (1,2), que aunque se encuentra entre los valores permisibles, es evidente la existencia de cierta anomalía.

### DUREZA DEL AGUA

Las cantidades apreciables de Calcio y Magnesio en disolución que se encuentran en el agua, nos da la medida de dureza de la misma. En dependencia de la dureza, las aguas se clasifican de la siguiente forma:

Tipo de agua	Dureza (meq/l)
Aguas muy blandas	1,5
Aguas blandas	1,5-3
Aguas relativamente duras	3-6
Aguas duras	6-9
Aguas muy duras	9

Las aguas de este yacimiento, de acuerdo a la clasificación, pueden considerarse como aguas duras y muy duras, aunque esta dureza disminuye a medida que descendemos en el corte (ver gráfico No. 3), además existe un aumento en el horizonte «C-D»; y a partir del horizonte «E» desciende bruscamente. Llegando a esta conclusión por la interpretación que damos a partir de los siguientes datos:

Complejo estructural	Horizonte	Dureza (meq/l)
Alóctono	«A»	115,23
Miogeosinclinal	«B»	67,37
	«C-D»	131,32

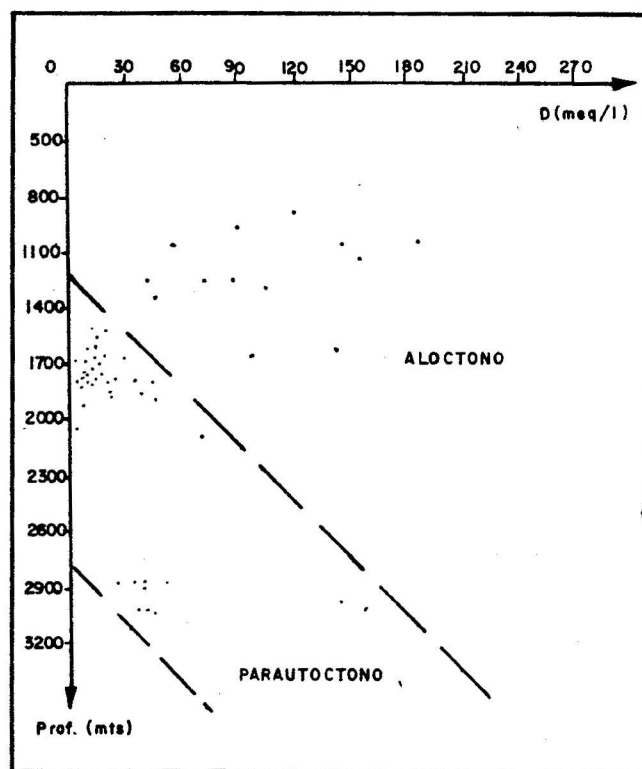


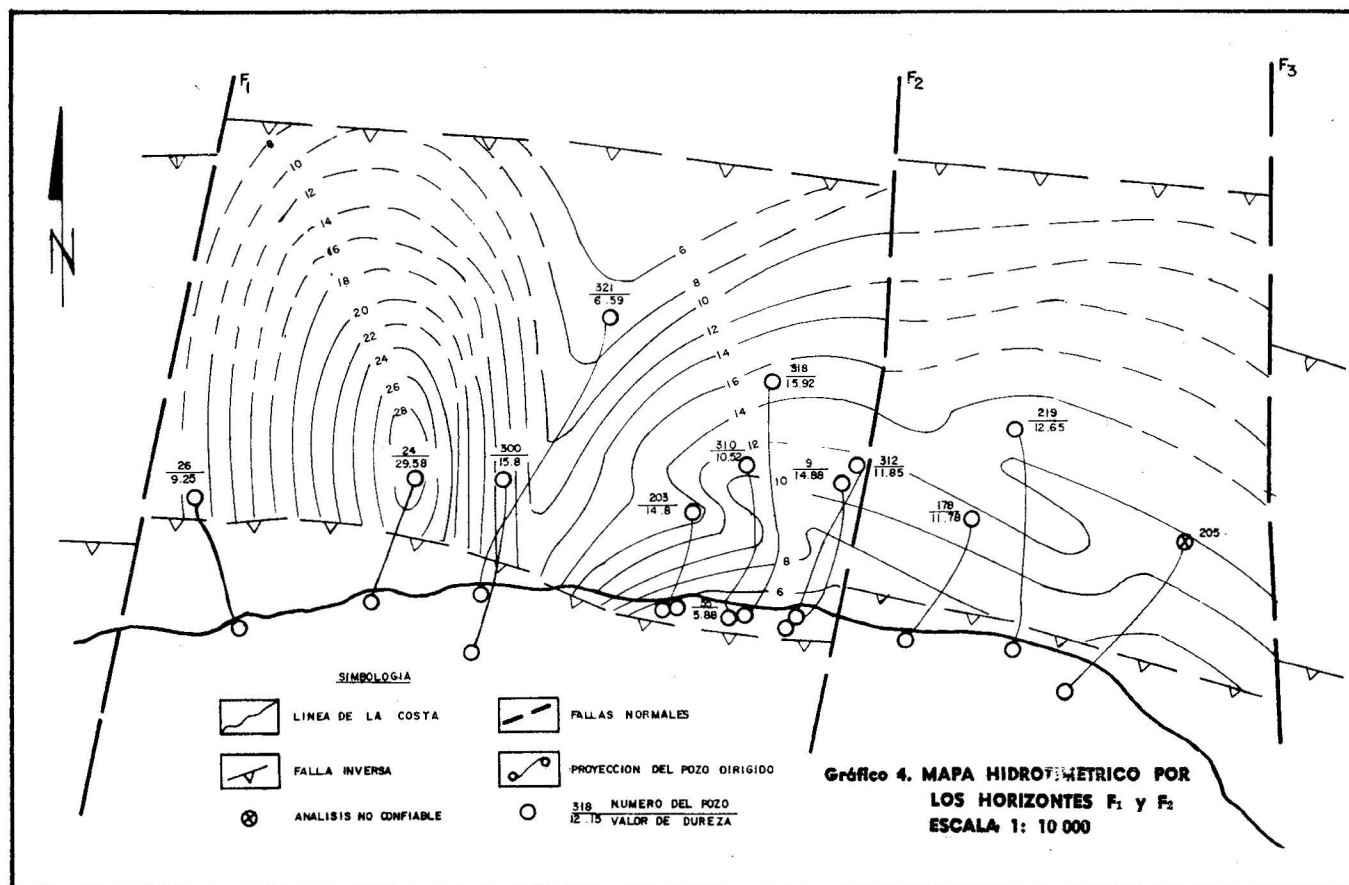
Gráfico 3. VARIACION DE LA DUREZA (D) CON LA PROFUNDIDAD (Prof)

Parautóctono	«E»	17,63
	«F <sub>1</sub> »	26,61
	«F <sub>2</sub> »	14,12
	«G»	37,02

Podemos añadir también que las aguas del complejo Alóctono miogeosinclinal presentan mayor dureza que las aguas del complejo Parautóctono lo que está acorde a las condiciones de formación de ambos complejos, recordando que el primero se forma en un medio marino profundo acumulándose en estructuras geológicas favorables para la acumulación de petróleo y gas (trampas), mientras que el segundo complejo es de procedencia continental.

Para complementar este epigrafe confeccionamos también un mapa Hidrotimétrico por los horizontes  $F_1$  y  $F_2$  (Gráfico No. 4) al igual que en el mapa de mineralización, éste se confeccionó sólo para estos horizontes, debido a que es en ellos donde tenemos el mayor volumen de pozos con análisis de agua, no siendo así en los otros horizontes, que por su poca cantidad no es posible su realización.

El análisis del mapa Hidrotimétrico nos puso de manifiesto que la dureza de estas aguas dentro del mismo horizonte disminuyen hacia los flancos del pliegue, es decir, hacia los cierres de la estructura. Igualmente se puede reafirmar; como se puso de manifiesto en el mapa de mineralización (Gráfico No. 2), el carácter abierto de la falla  $F_2$  desde el punto de vista hidrodinámico.



De igual forma se aprecia la no similitud existente entre el mapa de dureza y el mapa de mineralización, reafirmandose de esta forma el principio de Sulin A. V. de que: «En un mismo horizonte sufren poca variación los valores de dureza». [1].

## CONCLUSIONES

1. Las aguas de los horizontes  $F_1$  y  $F_2$  del yacimiento Boca de Jaruco son aguas duras cuyos valores oscilan de 14 meq/l en el piso Parautóctono hasta valores de 131 meq/l en el piso Alóctono-miogeosinclinal.
2. Se puso de manifiesto en el mapa de mineralización que los valores de la misma en el yacimiento aumentan hacia el Norte, y consideramos que la misma debe ir aumentando hasta el cierre de la estructura.
3. El mapa de mineralización pone de manifiesto que la falla  $F_2$  es una falla de tipo abierta, demostrándose la comunicación con el bloque adyacente.
4. El valor de PH en estas aguas son altos, caracterizado por valores entre 7 y 9, característicos para las bases débiles.
5. Se demostró igualmente que las aguas del yacimiento son aguas salinas; pues la mineralización alcanza valores entre 3-50 g/l.
6. Consideramos de vital importancia que la toma de muestras de agua debe realizarse bajo el asesoramiento de un técnico geólogo, para evitar deficiencias; y la contaminación de las mismas.
7. Proponemos que se hagan extensivos a los demás bloques la confección de los mapas de Mineralización e Hidrotimétricos, para un mejor conocimiento de los horizontes acuíferos en cada uno de los yacimientos de la E.P.E.P. Habana.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] AI. VERNESCU. "Mecanica Zacamintelor Petrolifere".
- [2] AL. GEORGE. "Prelucrarea si Sinteza Datelor Hidrogeologice". E. T. Bucuresti. 1981.
- [3] G. MANOLESCU. "Fizico-Chimia Zacamintelor de Hidrocarburi". E. Didáctica si Pedagogica. Bucuresti. 1981.

- [4] J. FERMÍN GRACIA. "Metodos Radiométricos aplicados en la Geofísica hidrogeológica".
- [5] J. FERMÍN GRACIA Y OTROS. "Clasificación y características principales de las aguas por complejos estratigráficos en el yacimiento Boca de Jaruco de la E.P.E.P. Habana.
- [6] J. FERMÍN GRACIA Y OTROS. "Propuesta de Aplicación de los Isótopos Radioactivos en la Industria Petrolera". R. Tecnológica. Nr. 2 .1985.
- [7] LORELEY CABRERA C. "Evaluación hidrogeológica del yacimiento Gasopetrolífero Boca de Jaruco".
- [8] J. GUILLEMOT. "Geología del Petróleo".
- [9] P. P. KLIMENTOV. "Metodología de las investigaciones Hidrogeológicas". E. D. Moscú. 1978.
- [10] KENNETH K. LANDES. "Geología del Petróleo". Ediciones Omega, S. A. Barcelona. 1972.
- [11] *Files de pozos del yacimiento Boca de Jaruco.* Archivo Técnico E.P.E.P. Habana.

CDU 550.82

# Tendencias de la Ciencia y la Técnica en las investigaciones analíticas de muestras geológicas

Lic. Angel Rodríguez\*  
 Lic. C. González  
 Lic. R. Furet  
 Ing. A. Brito

## RESUMEN

Se exponen brevemente las principales tendencias del desarrollo mundial en el campo de las investigaciones analíticas de muestras geológicas. Se consideran las direcciones fundamentales de trabajo en los laboratorios al servicio de la Geología: determinación de la composición química elemental, determinación de la composición de fases mineralógicas y determinación de propiedades y otras características mediante ensayos físicos.

## I. INTRODUCCION

El incremento de las reservas de minerales útiles es una premisa indispensable para garantizar el desarrollo económico nacional. Dicho incremento se alcanza no sólo a partir del descubrimiento de nuevos yacimientos, sino también mediante la utilización multilateral más completa de los yacimientos ya estudiados. En ambos casos, la ampliación de la base de materias primas minerales depende considerablemente del grado de estudio de la composición química (elemental y mineralógica) y de las propiedades físicas de las muestras geológicas, por cuanto estas características determinan la factibilidad del aprovechamiento industrial.

El estudio de la composición química y las propiedades físicas de materiales geológicos requiere la ejecución de un complejo de investigaciones analíticas en laboratorios especializados. Se distinguen tres esferas principales de actividad, sobre las que se reportan trabajos en decenas de publicaciones periódicas, monografías y eventos internacionales [1-10]: 1) estudios de la composición química elemental, 2) estudios de

\*Centro de Investigaciones Geológicas (C. I. G.) MINBAS