

# Sistema computarizado

## NUEVA VARIANTE PARA EL CALCULO DEL COSTO EN SOFTWARE YA DISEÑADOS

Sencilla variante de cálculo que permite conocer con gran precisión el costo del software diseñado, a partir de algunas modificaciones realizadas a la metodología ADESA (Análisis y Diseño Estructurado de Sistemas Automatizados).

## BASE DE DATOS GEOLOGICA REGIONAL

Basado en las Asociaciones Estructuro-Formacionales como elemento integrador de los conjuntos litológicos, estructuras, evolución tectónica y metalogenia, brinda una información novedosa de alta base científica que le puede ser útil a cualquier investigador de Cuba o del Caribe

## SISTEMA COMPUTARIZADO DE INFORMACION ACERCA DEL LEXICO ESTRATIGRAFICO CUBANO

En su versión actual describe 12 Grupos, 226 Formaciones, 59 Miembros y 17 Unidades Litodémicas (Complejos, Metamorfitas, Olistostromas, etc.) Incluye autores, referencias originales y descripciones, sinonimias, localidades tipo, holoestratotipos e hipoestratotipos, fósiles índices, correlaciones y relaciones estratigráficas y otros datos de interés. Soportado sobre el Sistema Operativo Windows 3.1, puede ser útil para los estudios de la Geología de Cuba y del Caribe y de gran utilidad práctica en los Institutos de Investigación, Centros de Educación Superior y Empresas Geólogo-Mineras

**INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALURGICO**  
Las Coloradas, Moa, C.P. 83320  
Holguín, Cuba.  
Telf.: (53) (24) 6 6678 y (53) (24) 6 6234  
Telefax: (53) (24) 6 4428  
Telex: 021 397

Para una información más detallada,  
diríjase a:

# MODELACION DE CORTES GEOLOGICOS A PARTIR DE INFORMACION GRAVIMETRICA UTILIZANDO MICROCOMPUTADORAS

Ing. Willy R. Rodríguez Miranda

Instituto Superior Politécnico "José A. Echeverría". Departamento de Geofísica

### RESUMEN

Se muestra la modelación de un corte geológico en el occidente cubano donde, utilizando una combinación de transformaciones a los datos gravimétricos, es posible llegar a obtener resultados favorables al realizar la interpretación geofísica aún en condiciones de escaso nivel de información adicional. La experiencia acumulada en la elaboración e interpretación de perfiles de campos potenciales, permitió desarrollar una nueva forma de procesamiento de estos perfiles. Para ello se empleó una combinación de técnicas de uso tradicional y otras no tan usadas, contando además con la posibilidad de la implementación de las mismas para ser ejecutadas con la ayuda de un ordenador personal. Algunas de estas transformaciones pueden realizarse utilizando datos gravimétricos o magnéticos, pero los mejores resultados se logran evidentemente cuando se usan los datos de ambos métodos a la vez.

En el trabajo se aplica una metodología para la interpretación automática de campos potenciales sobre perfiles, utilizando para ello una combinación de transformaciones simples a los datos observados que han sido desarrollados e implementados por diferentes autores, en general, de forma aislada, y que a su vez numerosos investigadores, de las ciencias de la Tierra, han empleado en la resolución de tareas asociadas con la elaboración de datos gravimétricos y magnéticos. En esta oportunidad se muestra una solución donde la utilización conjunta de estas transformaciones, permite obtener mejores resultados al ser empleadas, según una secuencia lógica y armónica, sobre los datos de partida.

Esta secuencia de trabajo es ejemplificada con el empleo de un modelo simplificado para un perfil gravimétrico regional en el occidente de Cuba.

### Modelación del corte geológico

El ejemplo que se muestra permite comprobar la efectividad de la aplicación consecutiva de una serie de transformaciones a los datos de campos potenciales sobre perfiles. Se realizó la elaboración de los resultados de Vz para un perfil regional con orientación norte-sur en la provincia de Pinar del Río.

Se hizo la propuesta de corte geológico después de haber realizado una serie de transformacio-

### ABSTRACT

This paper shows a geological modelling in western cuban from gravimetric data with a few additional information. Author's experiences in elaboration and interpreting potential field profiles allowed to develop a new way for processing potential field profiles in the 80's. In this case some traditional and new methods were used by the help of personal computers. Some of these transformations may be used with gravimetric or magnetic data but if they are used both together the results would be better.

nes a los datos de  $\Delta g$  y se utilizaron resultados de sísmica de refracción, así como, algunas perforaciones coincidentes con el perfil de interés en aras de verificar el modelo propuesto. La secuencia de elaboración empleada fue ejecutada casi en su totalidad, utilizando un paquete de programas desarrollado por el autor.

Los pasos seguidos durante el modelaje se detallan a continuación:

### Obtención de los valores de partida

Para ello se cuenta con los resultados del levantamiento realizado, ya sea a partir de los datos primarios o los mapas de isolíneas correspondientes; pero siempre con las correcciones generales ya ejecutadas, o sea, se debe disponer de los valores de Vz en el perfil de interés.

### Delimitación de posibles contactos verticales y horizontales

Esta tarea se desarrolló a partir de la combinación de los resultados de Vz y Vzxx, según trabajos de Malovichko con los resultados de Vz, y utilizando los resultados del Gradiente Total Normalizado (GTN) según propuesta de Beriozkin, combinado con los criterios de las Zonas de Altos Gradientes, todo lo cual permite proponer una distribución de posibles contactos verticales y horizontales como se muestra en las Figuras 1 y 2.

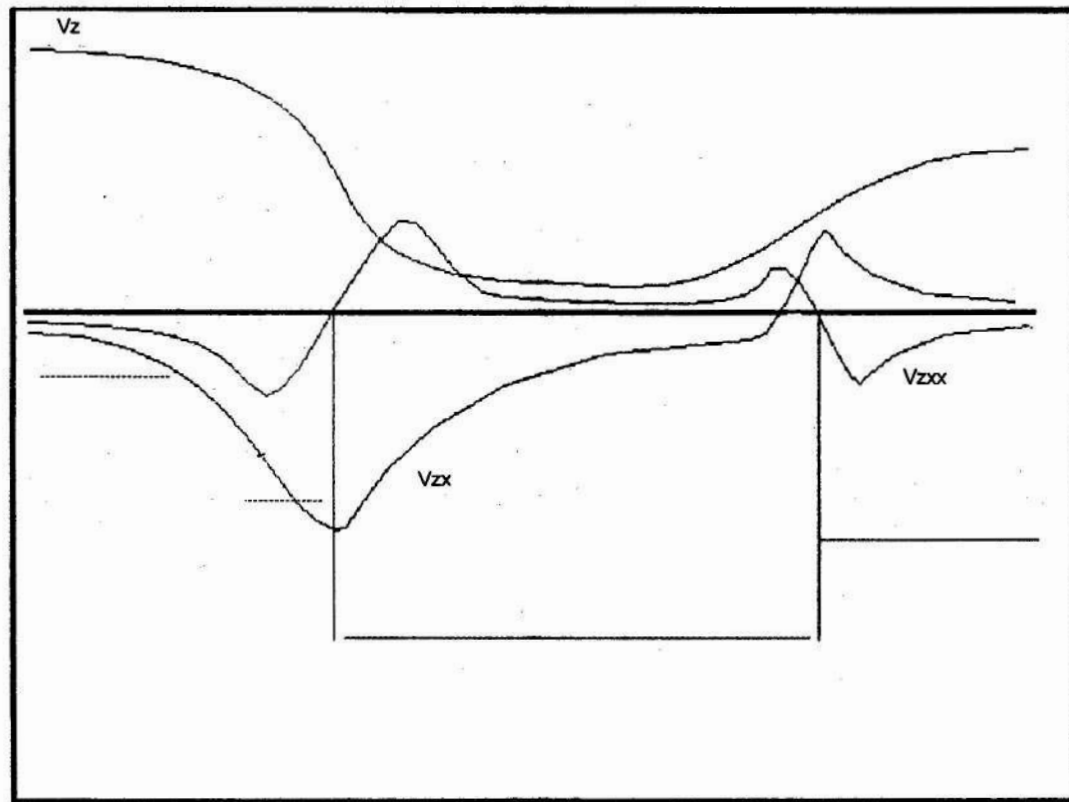


FIGURA 1. Resultados del empleo del método de Malovichko para la ubicación de contactos utilizando las curvas de Vz, Vzx y Vzxx.

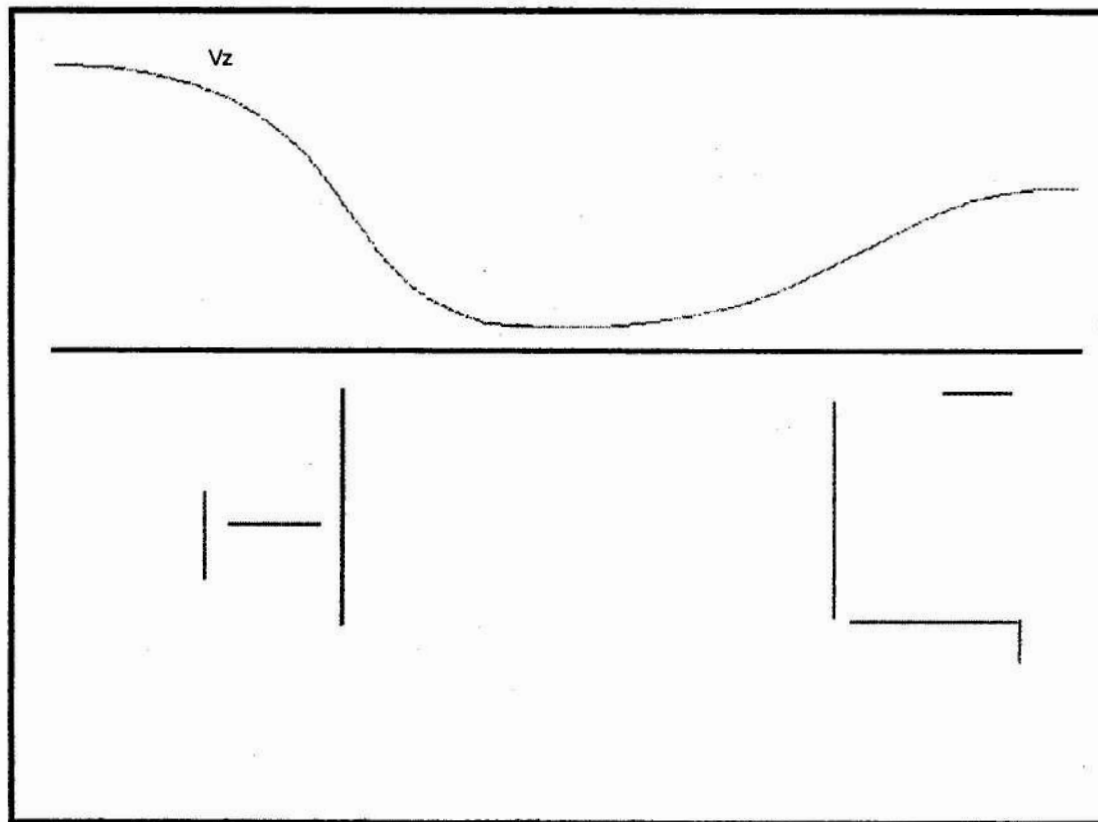


FIGURA 2. Resultados del empleo del método de Beriozkin para delimitar contactos verticales y horizontales a partir de la utilización del Gradiente Total Normalizado.

*Proposición del buzamiento de los contactos verticales*

En esta oportunidad se hace uso de un criterio empírico desarrollado por Tiapkin, quien plantea que si con el resultado del recálculo ascendente a varios niveles, según la variación del campo sea más o menos

significativa, se confecciona un corte de isóneas para los valores de Vz en los diferentes niveles, es posible establecer el buzamiento de los contactos propuestos, como el valor de la isónea que coincide con la proyección en superficie de cada contacto vertical. Los resultados de este proceso se muestran en la Figura 3.

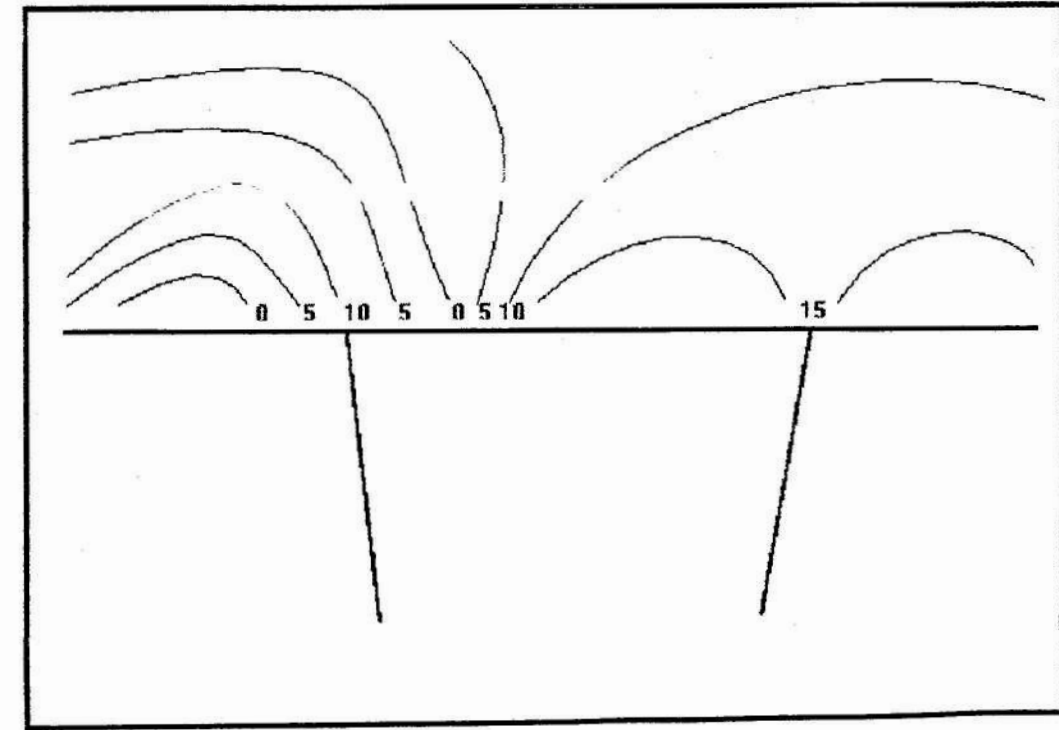


FIGURA 3. Resultados del empleo del método Empírico de Tiapkin para estimar el ángulo de buzamiento de los contactos verticales propuestos con el empleo de la Continuación Analítica Ascendente a varios niveles.

*Propuesta de cuerpos perturbadores en profundidad.*

Este paso permite, utilizando un procedimiento implementado por el investigador Vitulockin a partir del empleo de una modificación del método de transformación de anomalías de Saxov Nygaard, realizar la

separación de masas perturbadoras en profundidad, separando posibles cuerpos con exceso o déficit de masa a partir de los valores extremos de esta transformación, así como la presencia de zonas de gradientes en el corte de isóneas, que debe ser confeccionado para dicha transformación como se observa en la Figura 4.

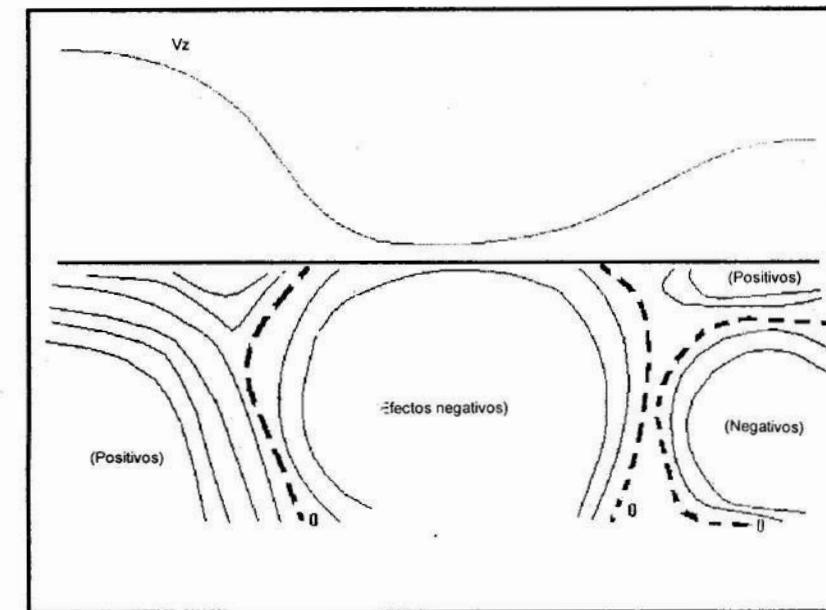


FIGURA 4. Resultados del método de Vitulockin para la delimitación de fuentes perturbadoras en profundidad a partir del empleo de la Función de Saxov-Nygaard Modificada.

**Propuesta del modelo físico-geométrico inicial**

Este proceso se ejecuta combinando los resultados obtenidos en cada uno de los anteriores e incorporando, de existir, la información complementaria

proveniente de otras fuentes (geofísica de pozos, perforaciones paramétricas, investigaciones sísmicas, resultados petrográficos). En este caso el resultado se presenta en la Figura 5.

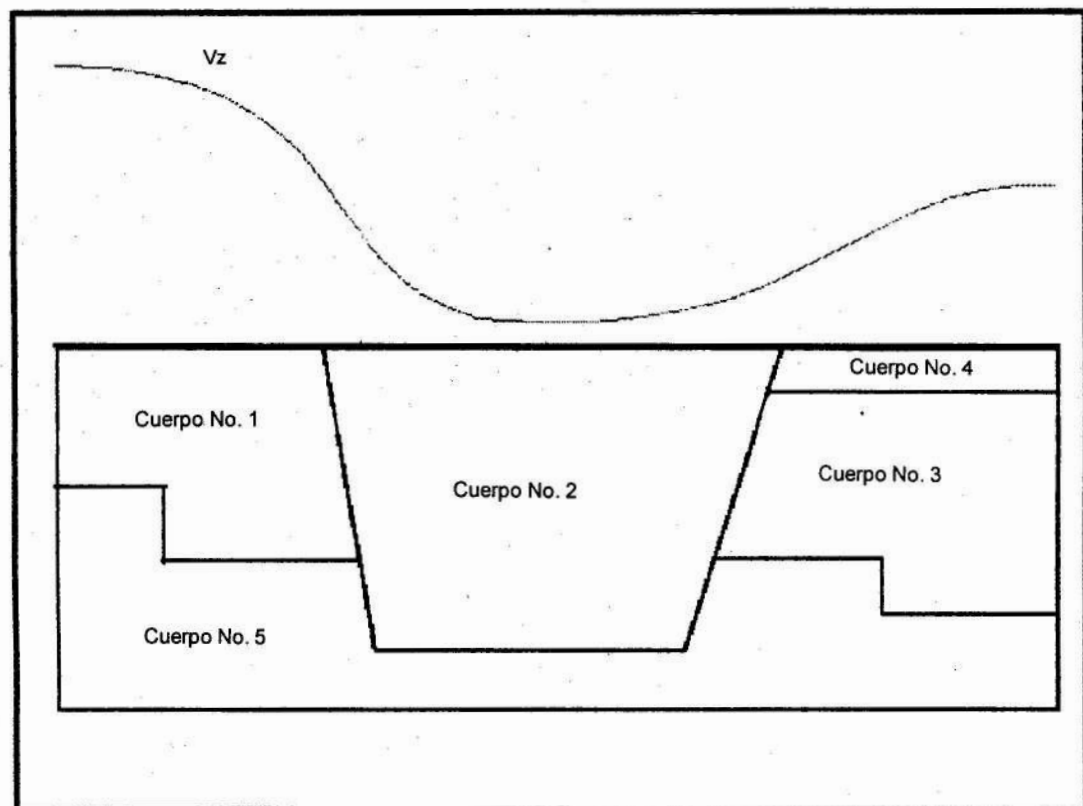


FIGURA 5. Modelo físico-geométrico inicial obtenido a partir de los resultados parciales alcanzados en los pasos anteriores. (Figuras 1-4).

**Empleo del método de aproximaciones sucesivas**

Para desarrollar este paso se ha implementado el método de Talwani, que permite asumir la presencia de cuerpos con extensión infinita a lo largo de su generatriz o cuerpos de extensión 2l, si se puede suponer su longitud aproximada, además de que en este algoritmo es posible el empleo de secciones irregulares de los cuerpos perturbadores, cuestión no considerada en otros procedimientos, donde se asumen solamente cuerpos de forma prismática. No obstante, en este punto la resolución de la tarea directa puede ser ejecutada con cualquier otro algoritmo que permita darle solución a este paso importantísimo dentro de la elaboración e interpretación de campos potenciales, pues será el que permita la obtención de un modelo físico-geométrico final, logrado por sucesivas aproximaciones desde el modelo inicial, donde también se

muestran las curvas práctica y teórica correspondientes al mismo; las discrepancias existentes entre ambas no rebasan el 5 %, lo cual está dentro del rango de error del levantamiento gravimétrico para los datos de partida utilizados, ver Figura 6.

Los resultados de la interpretación se encuentran plasmados en la Figura 7, donde se observa la propuesta de corte geológico para el perfil utilizado, así como la ubicación de algunas perforaciones existentes en el área investigada. Es necesario destacar que en este resultado la propuesta obtenida, exclusivamente, a partir de los procedimientos señalados, satisface las exigencias de la investigación y muestra como una correcta utilización de métodos, que aislados pueden no resolver una tarea geofísica dada, si son empleados de forma armónica, proporcionan buenos resultados, sobre todo en aquellos casos donde el nivel de información complementaria disponible sea escasa.

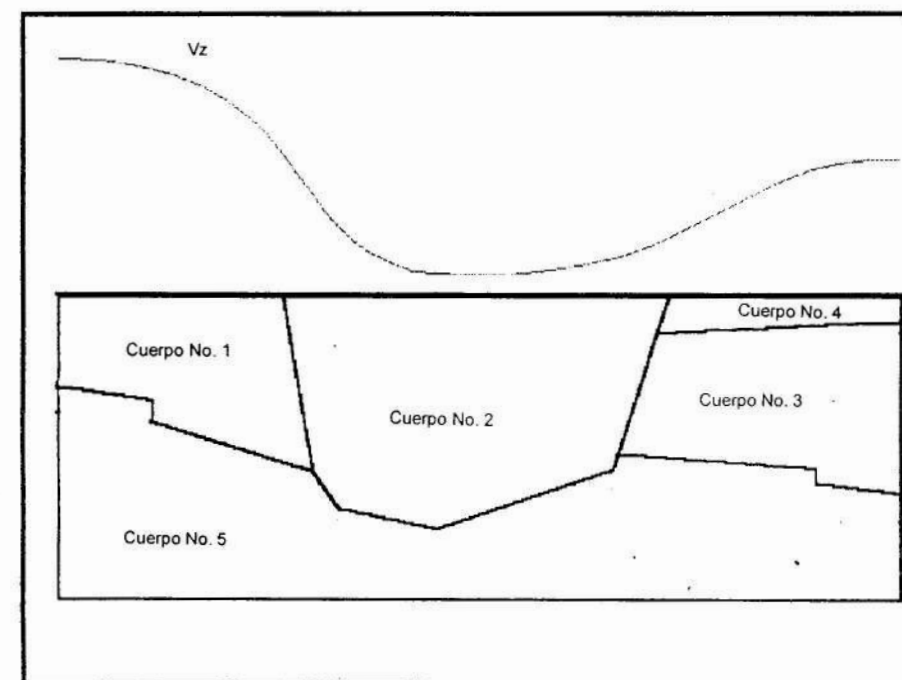


FIGURA 6. Resultado del método de Talwani para el ajuste del modelo propuesto mediante el proceso de aproximaciones sucesivas, considerando el caso de cuerpos infinitos según la generatriz.

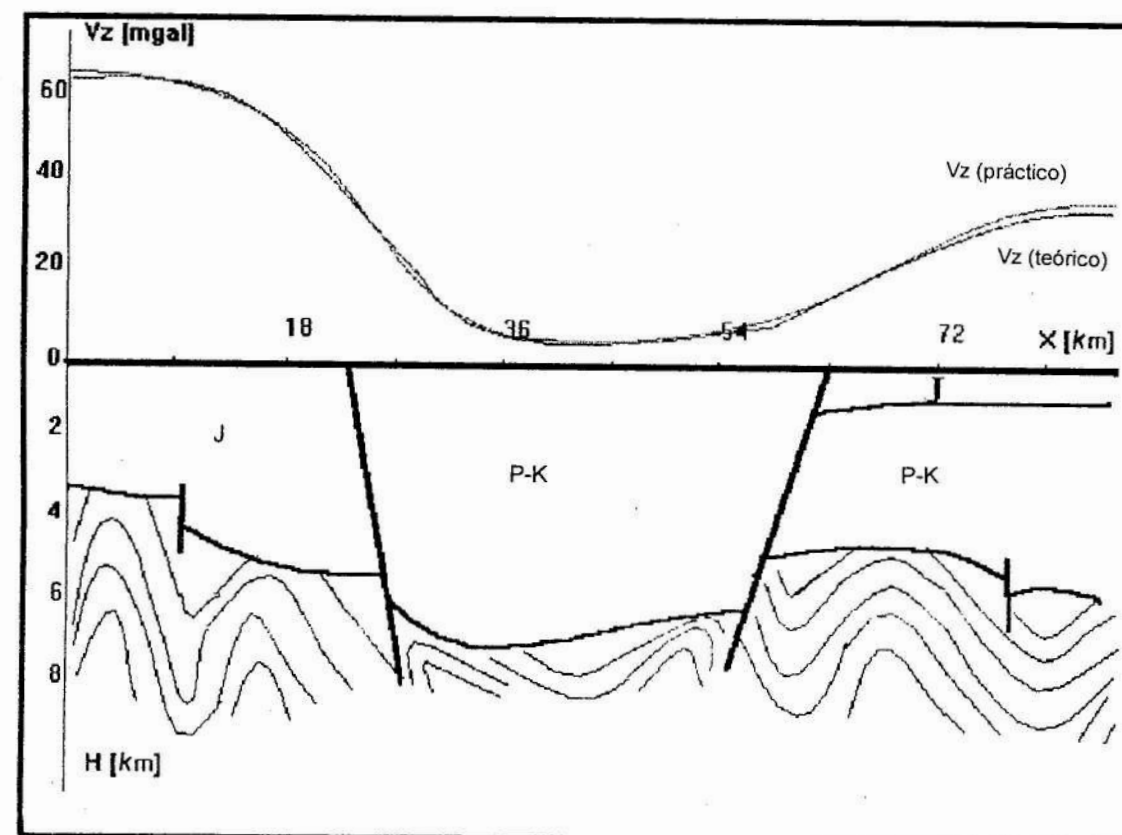


FIGURA 7. Corte geológico propuesto.



## CONCLUSIONES

En el trabajo se exponen, los resultados obtenidos durante la elaboración e interpretación de datos gravimétricos sobre un perfil regional en el occidente cubano, utilizándose para ello la combinación de una serie de procedimientos elaborados por diferentes investigadores, durante el trabajo con campos potenciales. También como cuestión adicional se señala que esta elaboración se desarrolló utilizando un paquete de programas del autor, que ofrecen la posibilidad de analizar un número grande de variantes de interpretación en un periodo corto, aspecto fundamental durante el procesamiento de información en las ciencias geológicas.

Es necesario señalar que la opción de elaboración e interpretación propuesta, es lo suficientemente sólida como para ser considerada al realizar la interpretación de perfiles de campos potenciales, sobre todo cuando la información geológica inicial disponible es poco confiable o sencillamente no existe.

Ante la posibilidad de empleo de la mayoría de los métodos propuestos, tanto para datos gravimétricos como magnéticos, es recomendable el empleo de una combinación de los mismos, con el fin de lograr una respuesta más eficiente en los resultados finales.

## BIBLIOGRAFIA

- GARCIA TRUJILLO, C. R. y P. E. FERNANDEZ: "Interpretación geológico-geofísica de perfiles regionales en el área del mar Caribe", Trabajo de diploma, ISPJAE, 1987.
- MIRONOV, V. S.: *Curso de prospección gravimétrica*, Ed. Reverte, Barcelona, 1977.
- MOYA, V. R.: "Empleo de técnicas interactivas durante la interpretación preliminar de perfiles regionales", Trabajo de diploma, ISPJAE, 1986.
- RODRIGUEZ, M. W.: *Teoría de los campos potenciales para geofísicos*, Ed. ENPES, Ciudad de La Habana, 1988.
- : *Propuesta de metodología para la elaboración e interpretación de campos potenciales sobre perfiles*, Monografía del Dpto. Geofísica del ISPJAE, 1990.
- : *Sistema PERFIL para la elaboración de campos potenciales sobre perfiles. II Encuentro Nacional de Geofísica*, ISPJAE, 1991.
- : *Modelación de cortes geológicos a partir de datos gravimétricos utilizando microcomputadoras. La corteza terrestre y el manto superior en Cuba*. Taller del Instituto de Geofísica Aplicada, EXPOCUBA, 1994.
- VTULOCKIN, A. K. y V. BELLO: *Materiales sobre el método de transformación de anomalías e interpretación de datos gravimétricos basado en la modificación del método de transformación de anomalías Saxov-Nygaard*, Gp. de Geología, Instituto de Geología y Paleontología, Ciudad de La Habana, 1985.

# CARACTERISTICAS PETROFISICAS Y AEROGEOFISICAS DE LAS ROCAS AL SUR DE LA SIERRA MAESTRA

Ing. María del Carmen Fuentes Fuentes  
Ing. Alfredo Hernández Ransay  
Tec. Eduardo Terrero Matos

Instituto Superior Minero Metalúrgico. Empresa Geólogo-Minera. Santiago de Cuba

## RESUMEN

Se exponen las características petrofísicas de densidad y susceptibilidad magnética de las rocas predominantes en la Sierra Maestra según investigaciones geológicas y mediciones de laboratorio. La interpretación de materiales aerogeofísicos permite valorar sus perspectivas desde el punto de vista metalogénico, caracterizando cuerpos, formaciones, complejos intrusivos, efusivos y secuencias efusivo-sedimentarias.

La litología de la Sierra Maestra es muy complicada desde el punto de vista estructuro-formacional, tiene un amplio grado de estudio basado fundamentalmente en la determinación y explicación de su génesis y desarrollo geológico.

Los estudios en el área comenzaron a partir de 1956-1958 por M. Kosary, y continuaron hasta el levantamiento aerogeofísico de 1990 realizado por J.L. Chang, G. Grebniev y A. Brodovai, recopilados con el fin de caracterizar de forma general la Sierra Maestra.

Las investigaciones geofísicas han jugado un papel fundamental en los estudios geológicos realizados, procesando estadísticamente los datos aportados por los diferentes métodos, tanto de superficie como profundos.

El volumen de trabajos realizados incluye Gravimetría, Magnetometría, Prospección Geoeléctrica y Electromagnética. Se utilizaron por primera vez en Cuba, equipos electromagnéticos (Maxi-Probe, Slingram y Turam) y eléctricos (Diapir 18 y 10R), así como nuevas variantes de dispositivos de medición como son los dipolares, y además, equipos aéreos entre los que se encuentran el espectrómetro AGS-71 y el magnetómetro YAMP-3. Esto permite obtener resultados precisos y confiables en condiciones de difícil acceso para las mediciones como es esta área de categoría de dificultad IV especial.

## Principales características geológicas

La Sierra Maestra puede considerarse como un gran accidente geológico que abarca todo el paleogénico aflorado y otros sectores subordinados. Tectónicamente se encuentra formando parte del cinturón vulcano-plutónico, situado en el límite sur de la placa del Caribe.

Presenta dos ciclos magmáticos: uno de edad Cretácico y otro de edad Paleógeno.

El amplio desarrollo de los procesos del magmatismo efusivo e intrusivo, determina el complejo de minerales útiles, donde el principal papel lo juegan las

## ABSTRACT

Exposed are the main petrophysic characteristics of density and magnetic susceptibility of rocks in the south of Sierra Maestra mountain obtained from geological researches. The interpretation of the aerogeophysical materials let us value the metallogenic perspectives and other properties of rocks as volume, form, volcanic and efusive sequences.

manifestaciones de tipo hidrotermal y metasomático de contacto. Aparecen metales ferrosos, sulfurosos y materiales de construcción.

La estructura geológica de la región está comprendida por la zona estructuro-facial Cayman, una de las zonas en que fue dividida geológicamente la antigua provincia debido al levantamiento geológico realizado por la brigada cubano-húngara (1972-1976).

Estas zonas pre-cubanas terminaron su formación con la fase postlarámica, siendo sus límites tectónicos, y se representan por fracturas profundas (activas en las fases subherciana, larámica y cubana). La formación de las cuencas superpuestas empezó con la fase cubana y representa el período de plataforma del desarrollo geológico de la provincia (M. Iturralde, 1976).

La parte principal del corte estratigráfico lo constituyen las formaciones vulcanógenas sedimentarias de edad pre-neogénica que incluyen los depósitos de los sistemas del Cretácico y Paleógeno.

En el sistema cretácico se encuentran desarrolladas, fundamentalmente, dos formaciones parecidas por su composición litológica pero distintas por la edad: la Fm. Turquino (Albiano-Turoniano) y la Fm. Manacal (Campaniano-Maestrichtiano).

El sistema paleogénico está compuesto por el grupo El Cobre, destacándose las formaciones siguientes: El Jobo (Paleoceno), Uvero (Paleoceno Superior-Eoceno Inferior), Guamá (Eoceno Inferior) y Naguas (Eoceno Medio).

Los depósitos del Cuaternario están representados por calizas arrecifales que yacen en una superficie muy erosionada.

## Fundamentación petrofísica

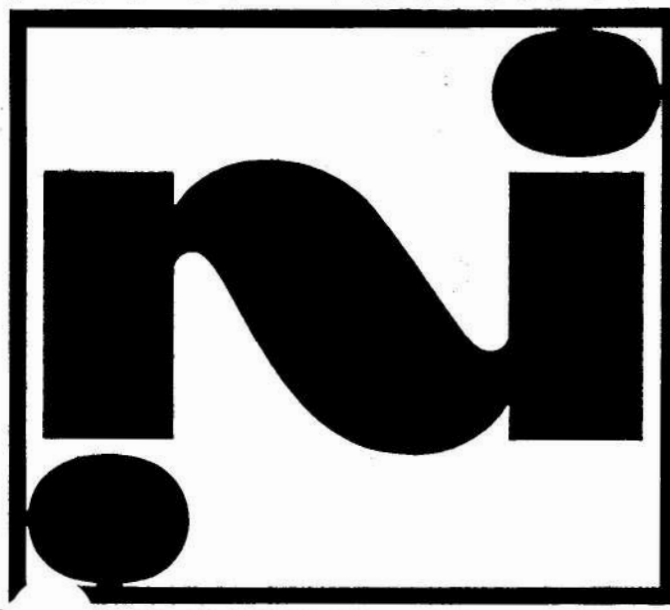
En las diferentes etapas de los trabajos, se realizó un muestreo que permitió el aporte de informaciones valiosas, logrando una mayor efectividad en la interpretación geológica, luego de seleccionar el complejo de métodos óptimo y racional.

CUBANIQUEL

Empresa Cubana Exportadora de Minerales y Metales

Cuban Mineral and Metal Exporting Enterprise

¡PÓNGASE EN CONTACTO CON CUBANIQUEL!



MÁS NÍQUEL  
MÁS CERCA  
DE USTED

Oficina Central:  
Calle 23 No. 55. Vedado.  
La Habana. Cuba.



7-8460

CUBANIQUEL



P. O. BOX  
6128