

es prácticamente imposible asignar valores únicos de intensidades. Por ello, es necesario asignarles, en su lugar, intervalos de intensidades.

Atendiendo a esta necesidad realizamos una modificación del método de Bakun&Wentworth en la cual se consideran intervalos de intensidades. Supongamos que para un determinado sismo se dispone de intensidades correspondientes a N sitios de los cuales a  $M < N$  sitios se le han asignado dos valores de intensidad por dos o más autores distintos y en  $N - M$  los diferentes autores coinciden en un único valor. Se realiza una permutación aleatoria de los M sitios y a los primeros P se les asignan los valores máximos de intensidades reportados, en donde P es un número aleatorio que cumple con la condición  $0 \leq P \leq M$ . A los restantes  $M - P$  se les asignan los valores mínimos. Se aplica de manera usual el método de Bakun&Wentworth a las intensidades resultantes para los N sitios. El proceso se repite un número suficientemente grande de veces como para evaluar el efecto de las incertidumbres en las intensidades sobre la incertidumbre en la determinación del centro de intensidades y de la magnitud.

En el caso de los eventos sísmicos que ocurren cerca de la costa se presenta, además, el problema de falta de valores de intensidades en el mar, esto conduce a errores sistemáticos en el método de Bakun&Wentworth. Se presenta una proposición para disminuir el efecto de esta asimetría.

### **IDENTIFICACIÓN DE ESPESORES DE SEDIMENTOS, ESTRATOS Y ACUÍFEROS EN LA CUENCA DE TANAGUARENA, EDO. VARGAS, MEDIANTE SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES (SEV)**

Dávila Luis A.<sup>1</sup>, SENA Armando R.<sup>1</sup> & GUTIÉRREZ Octimio<sup>2</sup>

<sup>1</sup>UCV. Fac. Ciencias. Caracas 1053. <sup>2</sup>INGEOMIN 1010. Caracas. email: davila.luis@gmail.com

(Texto completo 11 p. en DVD anexo, carpeta 86)

Por medio de un estudio geofísico realizado mediante Sondeos Eléctricos Verticales (SEV) en el estado Vargas, cuenca de Tanaguarena (antigua Urbanización Cerro Grande), se pudo obtener información geológica e hidrogeológica de la cuenca. En total se realizaron cuatro SEV con arreglo tipo Schlumberger a lo largo de la cuenca, con aperturas AB/2 en el rango de 110 a 230 m. Los resultados de resistividad aparente fueron invertidos para obtener la resistividad y espesores de las capas geoelectricas. De estos datos, se interpretó una primera unidad geológica cuyo espesor varía entre 1,3 a 1,6m de Sur a Norte (extremo proximal al distal del abanico aluvial, respectivamente) asociada a aluviones no consolidados (deslave, diciembre 1999). La segunda unidad encontrada está constituida por aluvión semi-consolidado, su espesor varía de 13,5 a 4,5 m. La tercera unidad corresponde a aluvión semi-consolidado saturado de agua fresca (acuífero) y su espesor varía de 2 a 6,5m. Hacia el extremo sur (proximal del abanico) se encuentra, infra-yacente al acuífero, una unidad formada por esquistos poco saturados con un espesor máximo de 37 m y su espesor se reduce acunándose hacia el norte. La siguiente unidad es interpretada como esquistos saturados con agua fresca, su espesor varia de 17 a 14,5m. La última unidad hallada son los mismos esquistos (fase Tacagua) pero en presencia de agua salobre (influencia marina). Estos resultados son consistentes con estudios previos de gravimetría (CRAGNO *et al.*, 2001) y refracción sísmica (RODRÍGUEZ, 2001) en los que se encontraron espesores de sedimentos de 0 a 50 m (de pie de monte a la zona distal), pero además permiten discriminar en mayor detalle las unidades geológicas e hidrogeológicas, lo cual resulta de importancia para el estudio de la evolución geológica del abanico aluvial así como para la posible utilización del acuífero localizado en el área.

### **MODELADO GRAVIMÉTRICO Y MAGNÉTICO DE LA FAJA PETROLÍFERA DEL ORINOCO**

GODDELIEETT Adriana<sup>1,2</sup>, RODRÍGUEZ Inírida<sup>2</sup> & FALCÓN Rafael<sup>2</sup>

<sup>1</sup>LUZ. Fac.Ingeniería. Maracaibo. <sup>2</sup>UCV. Fac. Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Caracas 1053.

email: goddelieett\_a@hotmail.com

(Texto completo 9 p. en DVD anexo, carpeta 87)

Se cuantificó la profundidad del basamento cristalino y de la secuencia paleozoica en la región meridional de la Cuenca Oriental de Venezuela, Faja Petrolífera del Orinoco, a partir del modelaje gravimétrico y magnético de perfiles de orientación Norte-Sur y Este-Oeste, trazados sobre mapas de Anomalía de Bouguer e Intensidad Magnética Total respectivamente, e integrados con información sísmica y geológica de superficie y subsuelo. La extensión de dicho estudio abarca aproximadamente 600 km. de Este a Oeste y 70 km en dirección Norte Sur, con un área aproximada de 55.314 km<sup>2</sup> y comprende los antiguos campos petrolíferos de Machete, Zuata, Hamaca y Cerro Negro, en los estados Guárico, Anzoátegui y Monagas.

Se validaron y procesaron 1.585 datos gravimétricos y magnéticos, cuyos resultados se presentan en mapas de Anomalías de Bouguer para la densidad 2,2 g/cc, e Intensidad Magnética Total, los cuales se caracterizan por presentar contornos de orientación preferencial Este-Oeste, con valores cuya magnitud decrece de Sur a Norte, con suave gradiente, evidenciando la profundización del basamento cristalino en esa dirección.

Para el modelado del subsuelo se interpretaron cuatro perfiles Norte-Sur y uno Este-Oeste, sobre los cuales se impusieron restricciones geológico-geofísicas basadas en datos sísmicos de superficie, geológicos y subsuelo. Los modelos permiten visualizar el tope del basamento y las fallas que lo afectan, así como la continuidad de las unidades del Paleozoico y del Cretácico en la región de la Faja Petrolífera del Orinoco.

### **RESULTADOS PRELIMINARES DE UN ESTUDIO GEOELÉCTRICO REALIZADO EN LAS FUENTES TERMALES DE GUARUMEN, AL NORESTE DEL ESTADO GUÁRICO, VENEZUELA**

GONZÁLEZ R., PIÑERO FELICIANGELI L., SENA A. & MONJAK T.

UCV. Fac.Ciencias. ICT. Centro de Geofísica. Caracas 1053. email: rose\_5121@hotmail.com

(Texto completo 11 p. en DVD anexo, carpeta 88)

Se presentan resultados preliminares del estudio geoelectrico realizado en la aguas termales de Guarumen, ubicadas al noroeste del estado Guárico. Esta zona corresponde a la Formación Quebradón (Miembro Galera), la cual consiste en arenisca de ambiente costero intercalada con capas de lutita como componente menor. La estructura principal en el área consiste en un sinclinal y las emanaciones hidrotermales en la zona están asociadas a fallas secundarias relacionadas con el corrimiento Frontal de Guárico.

Con el objetivo de proponer un modelo geoelectrico del acuífero, se realizaron 6 sondeos eléctricos verticales (SEV) con dispositivo Schlumberger y Wenner, con semiespaciado máximo entre electrodos de corriente (AB/2) de 60 m a 200 m, y calicatas eléctricas Wenner con una extensión máxima de 420 m y separación interelectrónica máxima de 100 m.

En base a los resultados obtenidos, podemos dividir la zona en dos partes: a) zona de pendiente alta correspondiente al flanco Norte de la galera Sur y b) zona de pendiente baja cercana al centro del sinclinal. En la primera zona se identifica una primera capa con resistividad y espesor promedio de 50,1 ohm-m y 1,4 m respectivamente, correspondiente a sedimentos sueltos de arenas y gravas no saturados. La segunda capa, con similar litología a la primera, se encuentra completamente saturada y posee una resistividad promedio de 5,3 ohms-m y un espesor de 22,7 m. La tercera capa se interpreta como areniscas saturadas con una resistividad promedio de 17,9 ohm-m. En la segunda zona se interpretan cuatro capas, donde la primera se asocia a suelo compuesto de arcillas y arenas saturado (resistividad de 5,3 ohm-m y 1,8m de espesor), una segunda capa de sedimentos similar a la primera capa de la zona 1 saturada, una tercera correspondiente a arenisca saturada y la última capa de muy alta resistividad (1314 ohm-m) interpretada como una base local del acuífero.

### **DETERMINACIÓN DE VELOCIDADES DE ONDAS P Y S DE LA CIUDAD DE MÉRIDA A PARTIR DE MEDICIONES DE SÍSMICA REFRACCIÓN**

KLARICA Stéphanie<sup>1</sup>, ARANGUREN Reina<sup>1</sup>, GUADA Carlos<sup>1</sup>, LAFFAILLE Jaime<sup>1</sup>, CHOY José<sup>1</sup>, RENGIFO Martin<sup>1</sup>, PALME Christl<sup>1</sup>, CARRILLO Doralbert<sup>1</sup>, MAZUERA Fernando<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ULA. Fac. Ciencias. Laboratorio de Geofísica. <sup>2</sup>ULA. Fac. Ingeniería. Escuela de Ingeniería Geológica. Mérida 5101. email: klarica@ula.ve

(Texto completo 4 p. en DVD anexo, carpeta 89)

La ciudad de Mérida como otras ciudades de los Andes de Mérida se ha desarrollado sobre potentes espesores de sedimentos de abanicos aluviales recientes. Aunque, se han realizado varios estudios sobre estos depósitos, no se conocen exactamente la conformación de la secuencia sedimentaria y los espesores de las capas. Por otra parte existe una amenaza sísmica por lo que es importante conocer el comportamiento de estos sedimentos.

Este estudio se encuentra enmarcado dentro del proyecto de Microzonificación Sísmica de Mérida, desarrollado en el Laboratorio de Geofísica ULA, y financiado por Fonacit.

La propuesta del proyecto es realizar la adquisición de unos 30 perfiles de sísmica de refracción para determinar los valores de velocidades de las ondas P y S, en el área metropolitana de Mérida, incluyendo los municipios Libertador (Mérida) y Campo Elías (Ejido). La ciudad tiene una configuración alargada, y representa una gran

llanura influenciada por los ríos El Chama, El Mucujún, y El Albarregas, y otras quebradas laterales de régimen depositacional variable, como Montalban, La Pedregosa, Carvajal y Milla, entre otras. La adquisición de la data se hizo utilizando dos sismógrafos GEODE de GEOMETRICS de 48 canales, 48 geófonos verticales y 48 horizontales. La longitud de los perfiles varía de acuerdo a la disponibilidad de espacio, ya que la zona está densamente urbanizada, y la apertura entre geófonos es variable entre 2 y 5 m. Sobre cada perfil, se realizaron cinco puntos de tiro que permiten tener una información 2D del subsuelo. El análisis de las primeras llegadas y el procesamiento de los datos permiten determinar valores confiables de velocidades de las ondas P y S del subsuelo. Las mediciones se integran en un SIG, y complementan otros estudios geofísicos ya realizados, como son los datos de ruido ambiental, gravimetría y el análisis de una imagen satelital alta resolución.

### **DETERMINACIÓN DE LAS TRAZAS ACTIVAS DE LA FALLA LA HECHICERA EN LA ZONA NORTE DE MÉRIDA, USANDO DETECTORES PASIVOS DE GAS RADÓN**

MANZANILLA Norvis & RENGIFO Martin

ULA. Laboratorio de Geofísica. Mérida 5101. email: norvis\_manzanilla@yahoo.com

**(Texto completo 6 p. en DVD anexo, carpeta 90)**

La falla La Hechicera se ubica al norte de la ciudad de Mérida, donde corta algunos de sus espacios urbanizados. Esta falla ha sido cartografiada por varios autores, aunque con cierta discrepancia en su trazado en los sectores Santa Rosa y Los Chorros, lo que sirvió de motivo para la realización de un estudio de la concentración de gas radón en el entorno de dicha falla con la intención de definir su(s) traza(s) en esta zona. Para este fin se midió la concentración de gas radón en el suelo, aplicando el método pasivo por medio de películas Kodak LR-115; los dosímetros se colocaron formando una línea transversal a la supuesta traza de falla con un tiempo de permanencia en el campo de 30 días en promedio, en cuatro sectores al norte de la ciudad de Mérida. Los resultados confirman la presencia de la(s) traza(s) en los lugares esperados según los rasgos geomorfológicos observados, coincidiendo con lo cartografiado por algunos autores. Así mismo, estos resultados dan cuenta la efectividad del método utilizado y confirman que uno de los parámetros que más afecta la concentración de radón en suelos es la excesiva humedad del mismo.

### **EL SISMO DEL 21/12/2001 EN EL QUINÓ, MÉRIDA**

RENGIFO Martin, LAFFAILLE Jaime & CHOY José

ULA. Laboratorio de Geofísica. Mérida 5101. email: martinr@ula.ve

**(Texto completo 7 p. en DVD anexo, carpeta 91)**

El día 21 de diciembre de 2001 cerca de las cinco de la tarde un fuerte temblor de tierra sacudió gran parte de los Andes venezolanos. Este evento fue reportado por el Laboratorio de Geofísica (ULA) con magnitud  $M_b = 5.7$ , epicentro con coordenadas  $8.23^\circ N - 70.96^\circ O$ , al noreste de Aricagua, estado Mérida y profundidad de 6 Km. En este trabajo se analiza la información, tanto instrumental como macrosísmica, relacionada con este sismo. La información instrumental permitió conocer la distribución de las réplicas y de otro conjunto de sismos, cuyos epicentros se encuentran dispuestos en dos grupos bien definidos, separados en espacio y tiempo, sugiriendo que el evento principal disparó otro conjunto de sismos sobre la misma falla y a aproximadamente 20 Km de su epicentro. De igual forma, estos datos permiten la determinación del mecanismo focal, el cual resulta consistente con movimiento de rumbo hacia la derecha, que puede asociarse al sistema de fallas de Caparo. Aunque inicialmente no se reportaron daños graves, posteriormente se conoció que este evento produjo serios daños en la población merideña de El Quinó, los cuales se documentan en este trabajo. La información macrosísmica permitió la elaboración del mapa de isosistas, que muestra coherencia con la localización epicentral y con el mecanismo focal.

## **MODELOS METODOLÓGICOS PARA LA PROSPECCIÓN GEOFÍSICA DE ALGUNOS TIPOS DE DEPÓSITOS AURÍFEROS PRESENTES EN LA REGIÓN GUAYANA**

SÁNCHEZ CRUZ Roberto, DÍAZ Gelvis Maricela, SIMOZA ABRAMS Jorge Jans & PÉREZ PEÑA Eduardo  
 INGEOMIN. Caracas 1010. email: rsc\_ko@yahoo.es  
 (Texto completo 12 p. en DVD anexo, carpeta 92)

Desde el 2005, INGEOMIN, prospecta depósitos minerales, fundamentalmente auríferos en la región Guayana, particularmente en el estado Bolívar, para aumentar el grado del conocimiento geológico de los depósitos conocidos y en su mayoría explotados con técnicas de minería irracional y/o para descubrir nuevos depósitos en zonas perspectivas, con el propósito de comenzar a resolver algunos de los grandes problemas socio-ambientales de la región.

Sobre la base del conocimiento geológico actual, limitado por la escala regional de los mapas y por el déficit de información de consulta en los archivos, y del tipo de depósito buscado, se han planificado un conjunto de técnicas de prospección geofísica que posibilitarán: primero a la detección/localización de zonas perspectivas de aparición de mineralización industrial a escala de evaluación regional, entre 1:50.000 y 1:25.000, ambas inclusive y segundo: en la prospección directa de cuerpos minerales a escalas 1:10.000 – 1:5.000 y más detalladas cuando se trate de la delimitación de depósitos conocidos.

En los trabajos de escala regional se hace énfasis en los aspectos cartográfico/prospectivo del complejo de métodos diseñados y en los detallados, en sus aspectos prospectivo/cartográfico. La metodología incluye el uso de Magnetometría (Ta, Gradiente Vertical/Horizontal), espectrometría Gamma (512 canales), VLF, Polarización Inducida (GM, SEV, PD-DD) y GPR, como técnicas de avance, así como Gravimetría, Mercurimetría (sedimentos y aguas), Perfilaje Eléctrico (Simétrico Doble Abertura y/o trielectrónico) y EM (Espira Vertical y NanoTEM), en los trabajos detallados. En los complejos de métodos se incluyen importantes volúmenes de muestreos para análisis petrofísico (muestras de mano, pozos y sedimentos friables): Susceptibilidad Magnética, Densimetría, Conductividad/Polarizabilidad y Radiactividad; aparecen métodos geofísicos para la evaluación de laboreos mineros y depósitos de colas. Se presenta la metodología de los trabajos, sus volúmenes y el tipo de equipamiento a utilizar.

## **PERSPECTIVIDAD AURÍFERA DE LOS ALREDEDORES DE LOMA JACINTO (CUBA) SOBRE LA BASE DE LA INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA-GEOFÍSICA**

SÁNCHEZ CRUZ Roberto, PETRUS MARCOS Noel, OVIEDO BALBÍN Antonio, RODRÍGUEZ BASANTE Beatriz  
 Instituto de Geología y Paleontología. La Habana Cuba. email: rsc\_ko@yahoo.es  
 (Texto completo 12 p. en DVD anexo, carpeta 93)

Una vez reconocido un objeto mineral se recurre al establecimiento de patrones similares de rasgos físicos en su periferia donde no es raro hallar objetos semejantes a los modelos originarios de la pesquisa: ese es el objetivo seguido en las cercanías del depósito de oro de baja sulfidación con adularia-sericita “Jacinto”, primero del Caribe. Atados a este proceder están las técnicas de reconocimiento de patrones, supervisados o no, empero, no es este el rumbo tomado... En ocasiones una adecuada inspección ocular de los datos por un especialista entrenado, brindan con tolerable aproximación la ubicación espacial de sectores perspectivas análogos al patrón y, la incertidumbre del acierto, no mejora siempre de manera tal que justifique el procedimiento de clasificación, pese al mayor peso que la cuantificación numérica de los rasgos físicos brinden a la interpretación. El depósito Jacinto, sui generis por la caracterización de sus campos físicos entre los depósitos auríferos cubanos a cuentas de la monotonía de sus respuestas MAG y GAM-ESP, no lo es en cuanto a resistividad.

Las transformaciones de adquisiciones aerogeofísicas pretéritas resaltaron los atributos buscados: los coeficientes de anomalía de gamma-espectrométricos, las respuestas resistivas para diferentes frecuencias y profundidades tratando de identificar visualmente el patrón conceptualizado del depósito sobre la base de su modelo a priori, el relieve residual.

Se identificaron por analogía con el bloque Santa Elena, que acuna al depósito patrón, los bloques resistivos San Jacinto y SE San Pablo. El grado del conocimiento geológico permitió hacer inferencias sobre la ocurrencia de mineralización tipo stockwork y la de bonanza, vinculada al centro del antiguo sistema epitermal, si existió, y si la mineralización no está en aloctonía como podría derivarse de los resultados de las determinaciones entre sus edades. Se brinda un mapa con la ubicación de los sectores perspectivas para cada tipo de mineralización.

## **LA VERDADERA EXTENSIÓN DE LAS ANOMALÍAS RADIACTIVAS (GAMMA TOTAL) Y LA IMPORTANCIA DE SU CORRECTA EVALUACIÓN: ESTE DE GUANTÁNAMO Y LA SIERRA MAESTRA, CUBA**

SÁNCHEZ CRUZ Roberto<sup>1</sup>, ROSALES JUNCO César M.<sup>2</sup>, PETRUS Noel<sup>1</sup>, RODRÍGUEZ Beatriz<sup>1</sup> & OVIEDO Antonio<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Geología y Paleontología. La Habana Cuba. <sup>2</sup>Geominera Oriente. Santiago de Cuba Cuba.

email: rsc\_ko@yahoo.es

**(Texto completo 12 p. en DVD anexo, carpeta 94)**

En regiones donde las condiciones geológicas y climáticas favorecen el desarrollo de potentes cortezas de intemperismo; donde los litotipos existentes presentan baja intensidad y poca variabilidad de la radiactividad, o fueron afectadas por procesos que favorecieron la equidistribución de los elementos radiactivos, los mapas resultantes de las investigaciones radiométricas son muy poco informativos.

Las Anomalías Radiactivas están influenciadas en su distribución espacial por distintos fenómenos geológicos que sumados a los inconvenientes de cualquier proceso de adquisición de datos deforman esa distribución, por lo cual cualesquier procedimiento de elaboración que permita restringir su variabilidad, posibilita el acercamiento a la realidad de su Verdadera Distribución Espacial.

El procedimiento expuesto permite marcar en mapas de radiactividad monótonos, sectores con niveles de radiactividad cuya explicación puede no estar vinculada al tipo de litología presente en ellos, desbordando los estrechos márgenes de los límites litológicos y caracterizar procesos vinculados con otros fenómenos actuantes en dicho sector a lo largo de su desarrollo geológico, léase: intemperismo, metalogenia/alteraciones hidrotermales, milonitización, polución y posiblemente fenómenos asociados con la migración vertical de iones.

Se obtuvieron los estadígrafos de posición, tipos de curvas y la bondad del ajuste de todas las distribuciones de la intensidad gamma para cada población presente (litologías y formaciones) en dos tipos de escenarios: volcánico en la Sierra Maestra y metavolcánico-ofiolítico, extremo oriental de Cuba, de 52.526 datos de intensidad gamma, agrupados por las descripciones macroscópicas de campo, con un área total de 5500 Km<sup>2</sup>, (densidad de 9,6 PF/Km<sup>2</sup>) en una red irregular de 1.000m x 100m (escala 1:100.000). Mediante procedimientos aritméticos se independizaron espacialmente todas las mediciones de la litología presente e igualmente se calcularon los diferentes niveles anómalos, para cada punto de medición, según la dispersión de cada distribución, expresados en mapas de anomalía para cada coeficiente ( $\mu+\sigma$ ,  $\mu+2\sigma$  y  $\mu+3\sigma$ ) en veces sobre el fondo.

## **EVALUACIÓN DEL DIQUE DE LA PRESA ZAZA POR MÉTODOS GEOFÍSICOS**

SILVERIO NAVARRINA Miguel

Empresa Nacional de Investigaciones Aplicadas. Unidad de Investigaciones para la Construcción. Villa Clara

Cuba. email: silverio@eniavc.vcl.cu

**(Texto completo 10 p. y presentación 35 p. en DVD anexo, carpeta 95)**

La Presa Zaza es el mayor embalse del país. Está situada a 10 km de la ciudad de Sancti Spíritus. Tiene una capacidad de almacenaje de 1.020 millones de m<sup>3</sup>, con una cuenca hidrográfica que alcanza un área de 2.146 km<sup>2</sup>. La altura máxima del dique es de 38,5 m.

Generalmente ha presentado fugas de las aguas embalsadas, a tal extremo que en varias etapas se realizaron trabajos para eliminar este fenómeno, pero con el paso del tiempo los salideros eran más alarmantes y se decide realizar una investigación Geofísica que evaluara esos fenómenos.

Los trabajos geofísicos se realizaron en perfiles sobre la cortina, en áreas del embalse y aguas abajo, e incluyeron mediciones de geoelectricidad (Sondeo Vertical, Perfilaje Simétrico y Tomografía Eléctrica) y Sísmica de Refracción. Atendiendo a sus resultados se ubicaron 5 pozos de 50 m de profundidad encima de la cortina, donde se realizaron mediciones con el método de carotaje en las variantes de gamma natural, resistividad, neutrón-gamma, gamma-gamma, resistivimetría, termometría y sísmica (carotaje sísmico).

En este trabajo se expone un resumen de los resultados de cada Método Geofísico, en planos en planta y en profundidad donde se muestran, para toda la zona estudiada, las características de humedad, compacidad, resistencia y zonas de filtraciones actuales y las más propensas a ello, todo lo cual se obtiene a través de las correlaciones estadísticas entre los parámetros geofísicos y los geotécnicos.

Además, queda aclarada la disposición de las capas geológicas en el corte, las causas de las filtraciones, afectaciones en el embalse y aguas abajo, incremento sísmico en el área, tectonismo, se definen los lugares donde se

deben realizar inyecciones de cemento al subsuelo y por último se realiza un diagnóstico ambiental de todas las zonas afectadas por esta presa.

### **INVERSIÓN DE DATOS SÍSMICOS A APERTURA VARIABLE MEDIANTE UN MÉTODO DE OPTIMIZACIÓN. APLICACIÓN A UN YACIMIENTO DE GAS**

TORRES Astrid, BOSCH Miguel & ALDANA Milagrosa  
UCV. Fac. Ingeniería. Dpto. Física aplicada. Caracas 1053. email: astridtorres11@gmail.com  
(Texto completo 8 p. en DVD anexo, carpeta 96)

La sísmica representa una de las herramientas más importantes en la exploración de hidrocarburos y el estudio de la respuesta al estímulo producido permite la generación de modelos del subsuelo. Una de las técnicas utilizadas para obtener las propiedades físicas del medio es la inversión, la cual consiste en inferir los valores de los parámetros del mismo a partir de datos observados. En este proyecto se utiliza un método de inversión, partiendo de datos sísmicos a apertura fuente-receptor variable para generar un modelo de parámetros elásticos del medio: lentitud P (lentitud de onda compresional), lentitud S (lentitud de onda de cizalla) y densidad de masa. Como método de inversión, se emplea una técnica de optimización, la cual se basa en mejorar de forma iterativa una configuración de parámetros, buscando la maximización de la densidad de probabilidad. La técnica de optimización que utilizamos, consiste en la linearización de una función objetivo y en la actualización del modelo de parámetros del medio aplicando el método de Newton; la función objetivo que proponemos es producto de la combinación de la información estadística previa y de información sísmica. Utilizando el método de trazado de rayos en un medio estratificado y resolviendo las ecuaciones de Zoeppritz de forma exacta, simulamos la información sísmica que son datos a apertura variable en secciones sísmica apiladas según el ángulo de incidencia. La información estadística previa sobre las propiedades elásticas la obtenemos de la caracterización de registros de pozos e incluye elaboración de modelos de valores medios, varianzas y covarianzas. La técnica es validada en datos sintéticos y aplicada a un conjunto de datos reales en un yacimiento de gas. Se comparan los resultados de la inversión contra datos de registros de pozo para ilustrar su funcionamiento.

### **HIDROGEOLOGÍA Y GEOLOGÍA AMBIENTAL**

#### **PROCESOS, FACTORES Y CALIDAD QUÍMICA DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA REGIÓN DE SANTA ANA, PENÍNSULA DE PARAGUANÁ, ESTADO FALCÓN, VENEZUELA**

AYALA Laura Mercedes, MONTERO Ramón Luis & TOSIANI Tommaso  
UCV. Fac. Ciencias. ICT Caracas 1053. email: lauraayalita@yahoo.com  
(Texto completo 13 p. y presentación 38 p. en DVD anexo, carpeta 97)

Se realizó un estudio geoquímico en 36 muestras de aguas subterráneas captadas por el Ministerio del Ambiente (MINAM) en el estado Falcón, específicamente en la región de Santa Ana en la Península de Paraguaná, con el objetivo de conocer la calidad química de las mismas, así como los procesos y factores que la determinan. Para ello, durante la etapa de campo fueron medidos los parámetros fisicoquímicos pH y conductividad; asimismo, la fase de laboratorio consistió en la determinación de las especies químicas  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  y  $\text{HCO}_3^-$ . La variación en la concentración de las especies, junto con su distribución espacial y el diagrama de Piper, permitió la caracterización química de las aguas subterráneas del área bajo estudio. En ese sentido, las aguas que dominan en la región son del tipo  $\text{Na}^+-\text{Cl}^-$ , no obstante son también detectadas aguas tipo  $\text{Ca}^{2+}-\text{Cl}^-$  ó  $\text{Mg}^{2+}-\text{Cl}^-$ , mientras que sólo 2 muestras son clasificadas como  $\text{Ca}^{2+}-\text{HCO}_3^-$  y  $\text{Mg}^{2+}-\text{HCO}_3^-$ . Las aguas  $\text{Na}^+-\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}-\text{Cl}^-$  ó  $\text{Mg}^{2+}-\text{Cl}^-$  están asociadas a procesos de evaporación, interacción del agua con sedimentos de origen marino, probable mezcla con paleoaguas marinas y la posible intrusión de aguas de mar provocada por la sobreexplotación de pozos. Las aguas  $\text{Ca}^{2+}-\text{HCO}_3^-$  y  $\text{Mg}^{2+}-\text{HCO}_3^-$  obedecen a procesos de interacción agua-roca, que involucra la disolución de carbonatos e hidrólisis de silicatos. Así mismo, la composición química de las aguas subterráneas de la región, está fuertemente influenciada por factores como: el clima árido reinante en la zona, las características geológicas, las actividades antrópicas y la historia geológica de la región bajo estudio. Igualmente, en la región de Santa Ana, el 6% de las muestras son

consideradas de buena calidad y aptas para el consumo humano, mientras que el 94% restante con altas concentraciones de Na<sup>+</sup> y Cl<sup>-</sup>, son de baja calidad.

### **CONCENTRACIONES DE METALES MAYORITARIOS Y TRAZAS EN DOS CURSOS DE AGUA DEL ESTADO VARGAS, VENEZUELA**

BARRIENTOS Yolanda, MÉNDEZ Williams, RUÍZ Simón, PERDOMO Ysley & IZTÚRIZ Ana  
UPEL. Dpto. Ciencias de la Tierra. email: yolanda.barrientos@gmail.com  
(Texto completo 7 p. y presentación 23 p. en DVD anexo, carpeta 98)

Se determinaron las concentraciones de las especies calcio, magnesio, sodio, potasio, aluminio, hierro, bario, zinc, manganeso, cobre, estroncio y mercurio en las aguas de los ríos Piedra Azul y Osorio, como parte de la caracterización físico-química y microbiológica de estos recursos hídricos. Las muestras mensuales de agua se recolectaron en el lapso julio 2001– julio 2002. Se utilizaron las técnicas de espectroscopía de absorción y emisión atómica con llama, espectroscopía de absorción atómica por vapor frío, y espectrometría de masa con plasma inductivamente acoplado (ICP). Se midieron In Situ la temperatura ambiental y del agua, conductividad específica, sólidos disueltos totales, pH y Eh. La caracterización físico-química de los ríos Piedra Azul y Osorio los tipificó como hipotermales de aguas básicas (pH de 8,38 y 8,05 respectivamente), y de mineralización intermedia (conductividad específica de 460 y 384,4 µohms/cm en cada caso). El aluminio superó en promedio el valor guía para aguas de consumo humano en los tres cuerpos de agua al igual que el hierro en el río Piedra Azul. Para el resto de las especies tanto mayoritarias como traza reportadas, sus concentraciones promedio no superaron los máximos permisibles para el agua potable según la normativa nacional e internacional. Potencialmente los valores obtenidos para el cobre podrían tener un origen antrópico además del geoquímico, debido a la presencia de desarrollos agrícolas en la cuenca alta del río Piedra Azul. Se reporta por primera vez la presencia de bario, estroncio y mercurio metálico. Las fluctuaciones estacionales en las concentraciones de estos metales en los cursos de agua estuvieron influenciadas principalmente por el régimen pluviométrico, y los procesos de intemperismo físico y químico que han actuado sobre los perfiles de alteración y rocas, expuestos posteriormente a la ocurrencia de los aludes torrenciales de 1999.

### **LAS CUEVAS EN VENEZUELA EN PELIGRO LATENTE DE EXTINCIÓN POR CONFLICTOS DE USO**

BERTORELLI Gustavo  
UCV. Fac. Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Caracas 1053.  
email: bertorelligus@hotmail.com  
(Texto completo 8 p. en DVD anexo, carpeta 99)

Las cuevas en la mayoría de los casos se han visto amenazadas por estar ubicadas dentro de una zona de concesión para la explotación caliza, tal es el caso del “Morro de Paso del Medio” ubicado en el Distrito San Sebastián, Estado Aragua, entre las poblaciones de San Juan de los Morros y San Sebastián de los Reyes en las cuales están ubicadas las cuevas: “Sima Loma del Medio” (AR.4), “Grutas N°1 y N°2 del abrigo de Loma del Medio” (Ar. 5 y Ar.6) y “Cueva de los Murciélagos”.

Actualmente existe una gran preocupación en buscar mecanismos de preservación y/o protección de las cuevas en Venezuela por parte de ciertas Organizaciones no Gubernamentales (ONG), considerando que las mismas se ven amenazadas a desaparecer o ser altamente impactadas como producto de la necesidad de extraer la caliza para requerimiento industrial, ya sea en la construcción o con otros fines industriales. Es por esto necesario crear una matriz de opinión, en donde se pueda sopesar el conflicto de uso y así evaluar: ¿cuál tipo de uso es más recomendable y por qué?, lo cual es el objetivo principal de este trabajo.

Entre las recomendaciones citadas en este trabajo esta la de realizar un catastro a nivel Nacional de todas las áreas con Conflictos de Uso de la Caliza, de manera de poder exigir en las mismas una mayor rigurosidad en sus estudios de Impacto Ambiental y poder determinar cual conflicto de uso prevalece.

## **ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO EL LIMÓN. ESTADO ARAGUA. VENEZUELA**

BRICEÑO G. Katiuska, SÁNCHEZ T. Yaritza, UZCÁTEGUI S. Marisela & GONZÁLEZ Leonardo  
ULA. Fac. Ingeniería. Escuela de Ingeniería Geológica. Mérida 5101. email: katiuskabg@cantv.net  
(**Texto completo 8 p. y presentación 26 p. en DVD anexo, carpeta 100**)

Las zonas montañosas, como la región central de Venezuela, por su cercanía a fuentes de agua, la presencia de suelos productivos, las condiciones climáticas y la belleza natural, se han convertido en zonas codiciadas por el hombre para la construcción de centros poblados, que no cumplen las normativas de planificación urbana; este es el caso de la cuenca hidrográfica del Río El Limón, la cual conforma un área que ha sido intervenida y convertida en una región vulnerable ante cualquier desastre natural.

La investigación tiene como objetivo determinar y evaluar los factores de vulnerabilidad y peligrosidad que afectan esta cuenca, basando su metodología en la aplicación del método científico clásico, considerando una serie de variables dentro de cinco etapas, realizando el reconocimiento de las formaciones y estructuras geológicas; identificación de los factores que definen los procesos de riesgo; caracterización de los suelos y rocas por ensayos de laboratorio; y actualización del mapa geológico (escala 1:25.000), para elaborar un mapa de Riesgos Geológicos (escala 1:25.000), que sea utilizado por organismos competentes para generar planes de prevención que favorezcan el desarrollo del Plan de Ordenación del Territorio del Estado Aragua. Los resultados obtenidos se fundamentaron en la creación de una metodología nueva, que evalúa los procesos geológicos en estudio: deslizamientos e inundaciones, a través de sus factores desencadenantes, los cuales se jerarquizaron, asignándoles una puntuación según su importancia en la generación del mismo; para luego reclasificarlos según su grado de vulnerabilidad y peligrosidad. La cartografía temática de éstos, junto al álgebra de mapas, permitieron elaborar el mapa de riesgo geológico.

Puede decirse entonces que la cuenca está sectorizada en: alto riesgo en la parte media, por la conjunción de deslizamientos, inundaciones y denso urbanismo; riesgo medio en la parte alta y bajo riesgo en la parte baja de la misma.

## **VARIABLES QUE AFECTAN A LOS TRAZADORES FLUORESCENTES EN ESTUDIOS HIDROGEOLÓGICOS**

CARRILLO C. Jhessenia<sup>1</sup>, UZCÁTEGUI Marisela<sup>1</sup> & HERNÁNDEZ Samuel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ULA. Fac. Ingeniería. Escuela de Ingeniería Geológica. Mérida 5101. <sup>2</sup>Desarrollo Urbante Caparo (DESURCA)  
Cadafe. Email: jhesseniacarrilloc@yahoo.com  
(**Texto completo 12 p. en DVD anexo, carpeta 101**)

Los trazadores fluorescentes son la técnica por excelencia usada en estudios hidrogeológicos, pero pueden verse alterados, ante las variables que se presentan en el agua. El presente estudio determina la conducta de los dos principales trazadores fluorescentes más usados, la Uranina y la Rodamina WT. Por ello, se realizó una evaluación de éstos efectos sobre la respuesta de fluorescencia de dichos trazadores. Los sitios de estudio corresponden a la Presa Borde Seco (DESURCA), ubicada en el Estado Táchira-Venezuela, y la Presa José M. Pilé (Sistema Hidráulico Yacambú-Quibor), ubicada en el Estado Lara-Venezuela. De los resultados se tiene: que para la temperatura, existe una mayor dependencia a la misma, cuando se use Rodamina WT, en comparación a la Uranina; debido a la distribución molecular de este trazador. El efecto de la fotosensibilidad y el pH desfavorece a la Uranina, comparándolo con Rodamina WT, ya que en medios ácidos, la respuesta de éste decae, pudiendo revertir los resultados si se altera el pH. Del ensayo de agentes oxidantes (cloro residual), el trazador más afectado fue la Rodamina WT, la Uranina se vio poco afectada y sólo con bajas concentraciones de trazador. Para los ensayos de sedimentos en el embalse Camburito-Caparo se demostró que el trazador es poco afectado; en la zona de la Presa José M. Pile, el sedimento absorbe casi en su totalidad el trazador, por lo que no se recomienda el uso de trazadores fluorescentes en esta zona. Por último, el ensayo de interconexión de la presa Borde Seco, realizado a la cota 291.31 msnm, permitió concluir que la interconexión entre el embalse y las aguas captadas en las galerías está bastante controlada, gracias a las obras de ingeniería que obstaculizan el flujo anteriormente significativo que poseía el agua por dentro del estribo derecho.

## ESTUDIO DE VARIABLES HIDROGEOLÓGICAS EN LAS SABANAS DE CARORA, ESTADO LARA

DÍAZ Ricardina<sup>1</sup> & JÉGAT Hervé<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ULA. Fac. Ingeniería. Escuela de Ingeniería Geológica. Mérida 5101. <sup>2</sup>CIDIAT. Mérida.  
email: ricardinad@ula.ve

(Texto completo 12 p. en DVD anexo, carpeta 102)

Se estudió la disponibilidad del agua subterránea en las sabanas de Carora, Estado Lara, con la finalidad de proponer un modelo hidrogeológico conceptual, que permita observar el comportamiento de las variables hidrogeológicas, con el propósito de contribuir con el desarrollo de la región, evaluando el recurso hídrico subterráneo como fuente alterna de abastecimiento de agua, para consumo humano y riego.

Las Sabanas de Carora son una extensa llanura de 915 km<sup>2</sup> con pocos rasgos topográficos que se destaquen. Geológicamente están constituidas por rocas terciarias cubiertas por depósitos Cuaternario, con zonas inundables, de escurrimiento lento, cruzada por quebradas y ríos con un drenaje dendrítico mal desarrollado; así como áreas semi-árida, donde el recurso hídrico es limitado. Parte de su población se dedica a actividades agrícolas y ganaderas.

El estudio consta de varias etapas: una de recopilación de la información bibliográfica, cartográfica, e hidrogeológica; otra de campo, donde se reconoce la geología del área y los pozos existentes. Seguimiento del procesamiento de la información y elaboración del modelo hidrogeológico conceptual, mapas hidrogeológicos y clasificación química del agua. Por último, es realizado el análisis de las etapas anteriores. El volumen de reservas permanentes en la zona es de 59x10<sup>3</sup> m<sup>3</sup> por hectárea. La recarga ocurre por el piedemonte, a través de la infiltración de la corriente superficial y flujo subterráneo. Los acuíferos existentes en las sabanas de Carora, presentan aguas de buena calidad para consumo humano, según las normas de la Organización Mundial de la Salud (OMS), aunque en el área se distingue la presencia de sales y sulfatos, debida a las condiciones geológicas de la cuenca. Asimismo, el agua puede ser utilizada para riego, clasificándose como C3S1, indicando que son altamente salinas con un bajo peligro de alcalinización del suelo.

## HIDROGEOQUÍMICA DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA REGIÓN NOR-CENTRAL DEL VALLE DE CARACAS, DISTRITO CAPITAL, VENEZUELA

MONTERO Ramón Luis, YÁNEZ Carlos E. & BOLÍVAR Víctor J.

UCV. Fac. Ciencias. ICT. Caracas 1053. email: rmontero@ciens.ucv.ve

(Texto completo 11 p. y presentación 19 p. en DVD anexo, carpeta 103)

El acuífero del Valle de Caracas es un importante reservorio de agua dulce, sin embargo ha sido poco estudiado desde el punto de vista hidrogeoquímico. Las investigaciones previamente realizadas, han sido dirigidas hacia la identificación de las características hidrogeológicas del mismo; en consecuencia, el presente trabajo tiene como objetivo principal caracterizar geoquímicamente las aguas subterráneas en la región nor-central del mencionado valle, a fin de identificar los tipos de agua presentes y de conocer los procesos que controlan su composición química. Para alcanzar los objetivos propuestos, en el año 2004 fueron captadas 28 muestras de aguas provenientes de 25 pozos de bombeo y 3 de manantiales. Durante el muestreo fueron medidos los parámetros pH, conductividad y Eh, mientras que en el laboratorio fueron determinadas las especies químicas N<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> y HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Los resultados obtenidos interpretados a través de la elaboración de mapas de distribución espacial, diagramas de Piper y Schoeller y de algunas relaciones iónicas, indican la presencia de 4 tipos de agua: Ca<sup>2+</sup>-HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-SO<sub>4</sub><sup>2+</sup>; Ca<sup>2+</sup>-Na<sup>+</sup>-Mg<sup>2+</sup>-HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>; Ca<sup>2+</sup>-Na<sup>+</sup>-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>; y Na<sup>+</sup>-Ca<sup>2+</sup>-HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-Cl<sup>-</sup>. Estos tipos de aguas permitió proponer 4 zonas hidrogeoquímicas, a saber: (1) zona propensa a la contaminación doméstica; (2) zona expuesta a la contaminación urbana; (3) zona de acumulación, ubicada sobre una depresión tectónica, donde hay un enriquecimiento de los iones nitrato (30 mg/l), cloruro (28 mg/L) y sulfato (32 mg/l); y (4) zona propensa a la "karstificación" controlada por la disolución de minerales carbonáticos y de pirita. La generación de estas zonas es consecuencia de los procesos de interacción agua- roca, incluyendo al intercambio iónico, del tiempo de residencia del agua y de la mezcla entre el agua meteórica y el agua servida que provienen de las actividades antrópicas urbanas, propias de una ciudad en constante crecimiento demográfico.

## **EVOLUCIÓN GEOQUÍMICA E IDENTIFICACIÓN DE LOS PROCESOS QUE CONTROLAN LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA REGIÓN SUR-CENTRAL, CUENCA DEL LAGO DE MARACAIBO, VENEZUELA**

MONTERO Ramón Luis<sup>1</sup>, YÁNEZ Carlos E.<sup>1</sup> & REDONDO Ramón<sup>2</sup>

<sup>1</sup>UCV. Fac. Ciencias. ICT Caracas 1053. <sup>2</sup>Universidad Autónoma de Madrid. Fac. Ciencias. Laboratorio de Isótopos Estables. SIDI C-9, 28049 Madrid España. email: rmontero@ciens.ucv.ve

**(Texto completo 10 p. en DVD anexo, carpeta 104)**

Fueron captadas 41 muestras de aguas subterráneas en la región sur-central de la Cuenca del Lago de Maracaibo, con el objetivo de estudiar la evolución hidrogeoquímica de las mismas, así como el origen, procesos y factores que controlan su composición química; asimismo, fue tomada una muestra del río Zulia y una de lluvia. Durante la etapa de campo se midieron los parámetros fisicoquímicos pH, conductividad y Eh, evaluando simultáneamente la concentración de  $\text{HCO}_3^-$ ; mientras que en el laboratorio, fueron determinadas las especies químicas  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{SiO}_2$  (sílice disuelta), Fe y Mn, y los isótopos estables D y  $^{18}\text{O}$ . Los resultados obtenidos permitieron identificar dos principales facies hidrogeoquímicas, a saber:  $\text{Ca}^{2+}\text{-HCO}_3^-$  y  $\text{Na}^+\text{-HCO}_3^-$ . Existe una dependencia entre la topografía y el tiempo de residencia con las facies hidrogeoquímicas, la facies  $\text{Ca}^{2+}\text{-HCO}_3^-$  está ubicada a nivel de piedemonte en áreas topográficamente altas y de reciente infiltración, mientras que la facies  $\text{Na}^+\text{-HCO}_3^-$  es observada en la planicie del lago con alto tiempo de residencia. Esta distribución está asociada a la evolución geoquímica del agua desde el área de recarga hacia la planicie del lago de Maracaibo. Especialmente, las mayores concentraciones de Fe y Mn son observadas en las áreas confinadas del acuífero. Los principales procesos y factores identificados son: el intercambio iónico y la hidrólisis de silicatos y aluminosilicatos, el relieve, las características geológicas, el clima y el tiempo de residencia. No obstante, la influencia antrópica parece ser responsable de la contaminación en  $\text{NO}_3^-$ , probablemente por el uso de fertilizantes y por los desechos orgánicos originados en las actividades agropecuarias o a través de la lixiviación de aguas servidas desde sus redes de distribución. Genéticamente, estas aguas subterráneas son meteóricas, aunque podrían haber estado sometidas a períodos de evaporación previa a su infiltración definitiva en el acuífero.

## **ESTUDIO GEOAMBIENTAL DE ZONA LA ESTRELLA. CAYO SANTAMARÍA. CUBA**

NAVARRINA Miguel Silverio

Empresa Nacional de Investigaciones Aplicadas. Unidad de Investigaciones para la Construcción. Villa Clara  
Cuba. email: silverio@eniavc.vcl.cu

**(Texto completo 10 p. en DVD anexo, carpeta 105)**

Con el objetivo de aprovechar las zonas vírgenes de la Cayería Norte de Villa Clara como ofertas al turismo internacional, se proyectaron una serie de edificaciones en las áreas de interés turístico. Tal es el caso del complejo de hoteles planificados para construir en la zona de "La Estrella" en la parte central de Cayo Santa María situado al Norte de Cuba en el archipiélago Sabana-Camagüey.

Atendiendo a que por sus características naturales, toda esta área es considerada como un ecosistema sensible, fue necesario realizar un estudio geológico ambiental de la misma que permitiera conocer diversos aspectos sobre la geología, las propiedades físico mecánicas de los litotipos presentes, evaluación de las condiciones sismológicas, delimitación de zonas cársicas y análisis de los principales riesgos geológicos que pueden tener lugar en el área que puedan influir negativamente sobre las construcciones proyectadas.

Por otra parte, resultó imprescindible analizar las afectaciones ambientales que provocarían las construcciones al medio natural, siendo necesario confeccionar mapas que delimitaran el área desde el punto de vista geomorfológico, desarrollo de la flora y la fauna, tipos de suelos y unidades geoespaciales.

Los estudios en el área se realizaron fundamentalmente con exploraciones visuales, complementadas con mediciones geofísicas empleando los métodos de tomografía eléctrica y sísmica de refracción, a través de perfiles (trochas) que atraviesan meridionalmente al área.

En el presente trabajo se presentan los resultados obtenidos en esta investigación, cuyo acápite fundamental es la delimitación de la zona donde se deben realizar las construcciones y la forma de ejecutar las mismas, para contrarrestar los riesgos geológicos y lograr afectaciones mínimas al medio ambiente, respectivamente.

## UTILIZACIÓN DEL MAPA AEROGAMMA-ESPECTROMÉTRICO A ESCALA 1: 100.000 DE LA REPÚBLICA DE CUBA PARA LA CARTOGRAFÍA DE CAUCES FLUVIALES: RÍO CAUTO

SÁNCHEZ CRUZ Roberto, PETRUS Noel, RODRÍGUEZ Beatriz & OVIEDO Antonio  
 Instituto de Geología y Paleontología. La Habana Cuba. email: rsc\_ko@yahoo.es  
 (Texto completo 12 p. en DVD anexo, carpeta 106)

El Instituto de Geología y Paleontología (IGP), posee en sus bancos de datos, los correspondientes a la información Aerogamma-Espectrométrica de la República de Cuba y el conjunto de sus mapas en diferentes formatos, lo que le permite un manejo eficaz de esas bases de datos estandarizadas y corregidas y la interacción entre ellas en plataforma SIG CARIS para la resolución de tareas de geología integrada: cartografía, prospección, geomorfología, tectónica, ambiental, hidrogeología y geobiología. Los mapas gamma espectrométricos de Cuba incluyen los mapas de los canales de uranio, torio, potasio, el canal integral y otras transformaciones útiles: F, R, W, Th/K.

Uno de los usos más importantes de esos datos es la cartografía de áreas que por los contenidos de sus elementos radioactivos o en paragénesis con ellos puedan ser consideradas anómalas por alguna razón natural y/o tecnogénica y las posibles implicaciones que de ello se deriven en dependencia del uso del dato. El Mapa del canal de Potasio (K) en las áreas de cuencas con amplias redes fluviales, permite el contorno de los cauces de ríos y afluentes en cuyos sedimentos aparezcan elevados contenidos de ese elemento, dibujándose exactamente la extensión de la presencia o contaminación. La posible génesis de esta es determinada a partir del estudio de las rocas emplazadas dentro de cada cuenca en específico, mediante un proceso de simple eliminación. Los resultados pueden ser utilizados para el manejo a escalas medias de las afectaciones que estos elementos puedan traer al medio y/o a la salud. Se ejemplifica con la cuenca del río Cauto, donde aparecen concentraciones de K de génesis aún indeterminada, aparentemente muy influenciadas por los procesos de fertilización de grandes extensiones de sembradíos de caña de azúcar, aunque pueda existir contribución de la litología volcánica periférica.

## PETROLOGÍA ÍGNEO-METAMÓRFICA

### PETROGÉNESIS DE LA SUITE TTG DEL COMPLEJO DE SUPAMO

APONTE Edgar  
 Av. Siegert #20. Ciudad Bolívar. email: apontedgar@gmail.com  
 (Texto completo 13 p. y presentación 22 p. en DVD anexo, carpeta 107)

El Complejo de Supamo (CS) agrupa rocas sódicas Tonalíticas, Trondjemíticas y Granodioríticas (TTG) Paleoproterozoicas (2,29-2,08 Ga), especialmente relacionadas con los Cinturones de Rocas Verdes (CRV) de la Provincia Pastora (PP). Análisis geoquímicos realizados a un grupo de muestras del CS recolectadas al norte, este y oeste del contacto del complejo con el CRV de Guasipati se utilizaron para dilucidar las características petrogenéticas y condiciones geodinámicas que gobernaron el magmatismo del CS. Los resultados indican que estas rocas son calcoalcalinas variando entre metaluminosas y peraluminosas, las bajas relaciones K/Na confirman la naturaleza sódica; valores altos de  $Al_2O_3$  (>14%) a elevadas concentraciones de  $SiO_2$  (> 65 %), conjuntamente con el enriquecimiento en Sr y el empobrecimiento en Y, que originan elevadas relaciones Sr/Y, son características que en conjunto sugieren que estas rocas se formaron a partir de la fusión parcial de un protolito metabasáltico, dentro de condiciones de presión en equilibrio con el campo de estabilidad del granate (> 10 Kbar); El empobrecimiento en Y, Nb, en conjunción con radios moleculares de magnesio ( $Mg\#$ ) > 30 y el predominio de índices de saturación de aluminio ( $A/CNK$ ) < 1,1 sugieren fases residuales eclogíticas (i.e., presencia residual de granate + rutilo). El predominio de valores relativamente altos de  $Mg\#$ , Cr y Ni indican interacción de los magmas del CS con material peridotítico. Estas evidencias sugieren que los magmas TTG del CS se formaron por un moderado grado de fusión parcial de corteza oceánica en subducción y una vez segregados estos magmas interactuaron durante su ascenso con la cuña de manto sublitosférica. El emplazamiento de esta suite de rocas en la PP fue sintectónico y la actividad magmática de esta zona de subducción fue continua y controlada por un elevado gradiente geotérmico hasta la colisión de la PP con el Complejo de Imataca.

## **CHIMENEA DE BRECHA CUARZO-TRAQUÍTICA ALCALINA EN EL CERRO DELGADO CHALBAUD, AMAZONAS**

GRANDE Sebastián

UCV. Fac. Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Caracas. email: sgrande52@gmail.com

**(Texto completo 5 p. en DVD anexo, carpeta 108)**

Una roca volcánica proveniente del cerro Delgado Chalbaud, sierra de Parima, exhibe una marcada textura porfídica y autoclástica, con fenocristales de sanidina, Na-plagioclasa y cuarzo de 1-4 cm, con glomero-cristales de Na-clinopiroxeno y cantidades menores opacos. Su mineralogía es: sanidina 38%, plagioclasa 8%, cuarzo-beta 9%, egirina 2%, apatito, mena <1%, y 42% de matriz afanítica de color verde. Corresponde a cuarzo-traquita alcalina, según la clasificación I.U.G.S. La sanidina muestra textura micropertítica y una incipiente inversión a microclino, con débil maclado en rejilla en parches; la plagioclasa maclada es del tipo Na-oligoclasa, fracturada y alterada sericita. El cuarzo es euhedral, con vacuolas de otrora vidrio volcánico y embahiamientos que indican resorción por parte del líquido residual. El piroxeno es de color verde con pleocroismo moderado, posible egirina o augita-egirina. Un accesorio subtranslúcido pudiera ser casiterita SnO<sub>2</sub> o columbita, ya que en el área existen placeres de esos minerales, explotados artesanalmente. La matriz está totalmente desvitrificada, con parches de microgranofiro. La textura es autoclástica puesto que los cristales de feldespato y cuarzo se muestran fracturados, con bordes agudos, de modo que la roca proviene de una posible chimenea de brecha cuarzo-traquítica.

La inversión a microclino y el desarrollo de micropertita en la sanidina indica una gran antigüedad, posiblemente precámbrica. La Na-sanidina de la roca volcánica cristalizó rápidamente, no ocurriendo el fenómeno de exsolución. Pero luego de centerares de Ma fue posible lograr la exsolución a profundidades epizonales, junto con la inversión a microclino.

El oeste del Escudo de Guayana estuvo afectado por rifting mesoproterozoico, donde fueron intrusionados varios cuerpos ígneos alcalinos; un evento termal neoproterozoico ocasionó la intrusión de lamprofiros, kimberlitas y carbonatitas en Guaniamo. Esta chimenea cuarzo-traquítica debe estar relacionada con una de estas provincias magmáticas; hasta que se tengan datos radimétricos, ésta es la mejor hipótesis acerca de su origen.

## **DATACIÓN GEOCRONOLÓGICA DE OLISTOLITOS TRONDHJEMÍTICOS PRESENTES EN EL CINTURÓN TECTÓNICO DE VILLA DE CURA, VENEZUELA NORCENTRAL**

IZTÚRIZ MOREAU Ana Teresa<sup>1</sup> & GRANDE Sebastián<sup>2</sup>

<sup>1</sup>UPEL, Dpto. Ciencias de La Tierra. Caracas. <sup>2</sup>UCV. Fac. Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica.

Caracas. email: atizturiz44@hotmail.com

**(Texto completo 6 p. y presentación 15 p. en DVD anexo, carpeta 109)**

Se determinó la edad radimétrica de rocas metaígneas plutónicas félsicas (metatrondhjemitas), presentes como olistolitos en afloramientos de la Formación Garrapata en el cerro Pariapán, al Este de San Juan de Los Morros, Guárico. Se estudiaron secciones finas y se hicieron análisis de difracción de rayos X (DRX) y de fluorescencia de rayos X (FRX) para determinar los minerales presentes y la composición química de las rocas. Finalmente se enviaron 8 kg de metatrondhjemita a ActLabs, en Canadá para su datación isotópica por el método U-Pb en circones. A través del análisis petrográfico fueron identificados cuarzo y albita como los minerales esenciales, y como accesorios anfíbol actinolítico, esfena, epidoto, clorita y circón. Los resultados se corroboraron con los datos obtenidos a través de DRX y FRX. La información obtenida por FRX reveló una composición intermedia para otros olistolitos de rocas ígneas (dioritas: Mar-01 y lavas: Mar-02) relacionadas con las trondhjemitas (Par-01). Éstas pudieron formarse por procesos de diferenciación magmática, como inmiscibilidad o cristalización fraccionada, a partir de un magma de composición andesítico-basáltica en un ambiente de arco de islas volcánico, donde generalmente ocurren procesos de fraccionamiento en cámaras magmáticas andesítico-basálticas que pueden generar diferenciados trondhjemíticos. La trondhjemita analizada aportó una edad aparente U-Pb de  $119 \pm 0,3$  Ma, lo cual permite establecer una relación temporal entre las unidades litológicas que se hallan en la zona de estudio. Se pudo determinar que las trondhjemitas no intrusionan a las rocas pertenecientes a la Formación Garrapata, de carácter turbidítico, como menciona KONISMARCK (1965), ya que las primeras son más antiguas que las segundas, de edad Maastrichtiense-Paleoceno, constituyendo bloques alóctonos u olistolitos dentro de esa unidad clástica.

## EL GRANITO ANOROGÉNICO DE LAS TAPIAS: PETROLOGÍA Y GEOQUÍMICA, CORDILLERA DE MÉRIDA (PARTE MERIDIONAL), BAILADORES, ESTADO MÉRIDA, VENEZUELA

SIFONTES G. Ramón

UCV. Fac. Ciencias. ICT. Centro de Geología. Caracas. email: rsifonte@ciens.ucv.ve

(Texto completo 15 p. y presentación 32 p. en DVD anexo, carpeta 110)

El Granito de la Tapias constituye un cuerpo intrusivo de pequeño tamaño que aflora en la quebrada del mismo nombre a unos 5 km al suroeste de la población de Bailadores, estado Mérida. Constituye dos pequeñas apófisis, una al sur de 1,2 km de largo por 300 m de ancho y otra al norte de 1,5 de largo por 170 m de ancho orientadas N10W-S10E. Es un granito tipo A (granito anorogénico), de edad Paleozoico Tardío, masivo, de grano medio y de color blanquecino, con un índice de color menor del 10%. Su textura, grosso modo, es equigranular y mineralógicamente consiste de micropertita a veces en altos porcentajes, cerca del 50%; el feldespató potásico es microclino (40-50%) y la plagioclasa es bastante sódica (10%), en cristales discreto y en intercrecimiento micropertítico con microclino; cuarzo intersticial (25-30%); biotita dispuesta intersticialmente (4-8%); clorita (~2%), producto de la alteración de la biotita; moscovita (1%) y como minerales accesorios aparecen magnetita, titanita, epidoto, circón, apatito y turmalina.

Desde el punto de vista geoquímico, el Granito de Las Tapias pertenece al clan de los granitoides anorogénicos, ya que presenta características químicas distintivas y diagnósticas de este tipo de granitoides, esto es: alta concentración de álcalis (9,41%), así como altas concentraciones de Ga (24 ppm), V (79 ppm), Nb (50 ppm), Zr (286 ppm) y Ta (24 ppm); así mismo, muestra bajos valores de  $Al_2O_3$  (11,89%), CaO (0,25%), MgO (0,097%),  $H_2O$  (~0,3%), Sc (12 ppm), Sr (37 ppm) y Eu (0,75ppm).

Según el índice de saturación de la alúmina, el Granito de Las Tapias es ligeramente metalumínico, ubicado en el límite, prácticamente, con los peralumínico y peralcalino. La baja relación  $Eu/Eu^*=0,19$  refleja fusión con plagioclasa residual y/o plagioclasa como una mayor fase de fraccionamiento.

La determinación del ambiente tectónico de formación no es conclusiva, en cambio parece firme su caracterización como granito anorogénico.

## ESTUDIO DE LA METEORIZACIÓN DE MUESTRAS DEL ESQUISTO DE LAS MERCEDES, REGIÓN CAPITAL, VENEZUELA

URBANI Franco<sup>1</sup>, DE ABRISQUETA Ander<sup>2</sup>, DÍAZ Dorfe<sup>2</sup>, ANGULO Freddy<sup>2</sup> & BOLÍVAR Carmelo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>UCV. Fac. Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. <sup>2</sup>INGEOMIN. Gerencia de los Laboratorios.

<sup>3</sup>UCV. Fac. Ciencias. Escuela de Química. Caracas 1053 email: adeabris@yahoo.com

(Texto completo 6 p. en DVD anexo, carpeta 111)

El Esquisto de las Mercedes se caracteriza mayoritariamente por litologías como filita y esquisto cuarzo-muscovítico-grafitoso carbonático. Tanto la filita como el esquisto grafitoso, son negras pero al meteorizarse cambian a blanco. Por otra parte, las rocas de esta unidad están cruzadas por vetas con variaciones de colores desde pardo-marrón a blanco. Dado el desconocimiento de la naturaleza de estos cambios de coloración, el objetivo de este estudio es contribuir al entendimiento del proceso de meteorización de estas rocas, e identificar a que se deben dichos cambios.

A medida que la filita se meteoriza, el color oscuro pasa en forma súbita a blanco. En esta última zona por microscopía electrónica de barrido, se observa una alta densidad de poros y un aumento en el tamaño de los mismos, así como cambios texturales (escalones y micro-cavidades). Se interpreta que esto se debe a la pérdida total o parcial del material grafitoso.

En cuanto a las vetas, tanto las partes pardas como las blancas fueron identificadas por difracción de rayos-x como calcita. Las muestras también fueron estudiadas por espectroscopía infrarroja-transformada de Fourier y no se encuentra evidencias que la coloración sea debida a componentes orgánicos. Por técnicas de fluorescencia de rayos X se determinó que las zonas pardas contienen el doble de la concentración de hierro, que aquellas blancas.

Estos procesos solamente se encuentran en zonas superficiales donde las rocas presentan con algún grado de meteorización, mientras que en muestras muy frescas las rocas siempre son muy oscuras a casi negras, en tanto que las vetas de calcita solo son de color blanco. Con la identificación de las vetas como calcita, se corrige un error de la literatura, dado que previamente habían sido clasificadas por DENG (1951), WEHRMANN (1972) Y GONZÁLEZ DE JUANA *et al.* (1980) como ankerita o siderita.

## **MODELADO PETROGENÉTICO DE LOS BASALTOS DE LA FORMACIÓN EL CALLAO, EN LA REGIÓN DE EL CALLAO, ESTADO BOLÍVAR**

VELÁSQUEZ Germán & TOSIANI Tommaso  
UCV. Fac. Ciencias. ICT. Caracas 1053. email: gevelasqueza@gmail.com  
(Texto completo 13 p. y presentación 29 p. en DVD anexo, carpeta 112)

Mediante el estudio realizado a los basaltos de la Formación El Callao, en el Bloque B de la Empresa minera hecla venezolana, C.A., estado Bolívar, se obtuvo que los basaltos se caracterizan químicamente por presentar una restringida variación en la concentración de SiO<sub>2</sub> (44,45%-51,15%), con una concentración de MgO desde 5,12% hasta 7,08%; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> desde 13,3% hasta 17,63% y TiO<sub>2</sub> desde 0,81% hasta 1,47%, los cuales han sido clasificados como basaltos con una tendencia química toleítica rica en hierro. En cuanto a las REE se refiere, los basaltos presentan un patrón casi plano, como se puede determinar de las relaciones La/SmNC (0,84–1,16), La/YbNC (0,88–1,39) y la relación Eu/Eu\* (0,90–1,17). La uniformidad presentada por los elementos mayoritarios, minoritarios y trazas, conlleva a establecer que los basaltos de la Formación El Callao, en el espesor evaluado, pudieron haber sido originados a partir de un único pulso magmático. De los modelos de fusión desarrollados, se determinó que los basaltos de la Formación El Callao pueden corresponderse con el producto de la solidificación, en superficie, de un fundido generado a partir de una fusión parcial de 17% de la fuente mantelar, con una composición química similar a la del manto pirolítico propuesto por RINGWOOD (1979), luego que este fundido sufriera un proceso de cristalización fraccionada, en su ruta hacia la superficie, siendo el producto los gabros que se encuentran en el área de estudio, estableciendo así una relación genética entre los basaltos y los gabros, ya que pudieron haber sido generados de un mismo magma. Por medio de la caracterización química realizada a la formación, se logró determinar un ambiente de formación relacionado con un plateau oceánico, originado a partir de una pluma mantelar, evidenciado principalmente por el comportamiento del Nb-Ta, los cuales no muestran anomalías en los diagramas de variación.

## **RECURSOS MINERALES**

### **PROGRAMA DE EXPLORACIÓN REGIONAL DE LOS YACIMIENTOS DE MINERAL DE HIERRO DE LA PROVINCIA DE IMATACA – ESTADO BOLÍVAR**

BARRIOS Fernando, MARCANO Raysa, FOSSI Adriana, RIVERA Ciro & HERNÁNDEZ Alba  
C.V.G. Ferrominera Orinoco C.A. Gerencia de Tecnología Mineral. Puerto Ordaz.  
email: fernandob@ferrominera.com  
(Texto completo 7 p. en DVD anexo, carpeta 113)

Se inició un programa de exploración geológica regional, con la finalidad de realizar estudios geoexploratorios adicionales a los ya existentes para obtener una visión regional y local de la extensión lateral de las formaciones de hierro que se encuentran en la Provincia de Imatata, determinar aquellas zonas que presentan engrosamiento por causas estratigráficas y/o estructurales y posibles enriquecimientos del contenido de hierro total.

La Provincia Imatata se dividió en cuatro zonas, correspondientes a: Zona I: área Puerto Ordaz-Gurí-Ciudad Piar; Zona II: área Puerto Ordaz-El Pao-Upata; Zona III: área limitada entre el río Aro y el río Caura; y la Zona IV: área limitada entre la autopista Puerto Ordaz- Upata y Delta Amacuro.

El proyecto abarca, la recopilación de la información geoexploratoria existente y disponible sobre los yacimientos de mineral de hierro en la Provincia, con la finalidad de crear una Base de Datos apta para su utilización directa como SIG (Sistema de Información Geográfica), mediante la aplicación de software especializados, que permitirán determinar rasgos geológico estructurales y/o geofísicos para la elaboración del modelo que se aplicará en las áreas de estudio.

Realizar trabajos adicionales de geología en el campo y profundizar en detalle la estructura de las zonas que se encuentran en prolongación de los yacimientos actualmente localizados.

Las actividades de campo se iniciaron con el levantamiento geológico a semidetalle del Cerro Portachuelo por su aparente continuidad geológica con el yacimiento Los Barrancos, actualmente el mayor yacimiento en explotación y en lo inmediato, se continuará con los Cerros Aguas Calientes y Piacoa.

La integración de los datos de la exploración, la aplicación del modelo geológico estructural, así como sus características físico-químicas, darían como resultado la definición de objetivos potencialmente atractivos como depósitos de mineral de hierro.

### **DISMINUCIÓN DEL CONTENIDO DE FÓSFORO EN MINERALES DE HIERRO DE ALTO TENOR**

BENAVIDES Máximo<sup>1</sup>, YARZABAL Andrés<sup>2</sup>, GARCÍA María<sup>1</sup>, BALL María<sup>2</sup>, BARRIOS Fernando<sup>3</sup> & RONDÓN Francisco<sup>3</sup>

<sup>1</sup>UNEXPO. Dpto. Metalurgia. Centro de Tecnología Mineral. Puerto Ordaz. <sup>2</sup>ULA. Microbiología Molecular & Biotecnología. Mérida. <sup>3</sup>C.V.G. Ferrominera Orinoco, C.A. Gerencia de Tecnología Mineral. Puerto Ordaz. email: bmaximo@cantv.net

**(Texto completo 9 p. en DVD anexo, carpeta 114)**

Se establece una alternativa tecnológica que permita la disminución del contenido de fósforo (P) en el mineral de hierro de alto tenor proveniente de yacimientos ubicados en el Municipio Raúl Leoni (Estado Bolívar-Venezuela), cuyo contenido en fósforo varía entre 0,11 – 0,24%. Las reservas geológicas de minerales de hierro de alto tenor alcanzan aproximadamente 1.800 millones de toneladas, de las cuales sólo pueden utilizarse 400 millones que se adaptan a las exigencias de los mercados nacionales e internacionales (P total < 0,060 %). Para la ejecución de este trabajo se realizó una caracterización química-mineralógica de estos minerales comprobándose que están constituidos principalmente por goethita/limonita y hematita y, en proporciones menores, por magnetita. Sobre la base de las características mineralógicas y geoquímicas del mineral, los trabajos se orientaron hacia la búsqueda de métodos metalúrgicos (concentración utilizando separación física) y biológicos (biomejoramiento), que en forma conjunta permitan obtener productos minerales de alto tenor de hierro con un mínimo contenido de fósforo. Los resultados preliminares han permitido establecer a escala banco la ruta tecnológica Atrición – Separación Magnética – Biolixiviación. En relación con este último aspecto, se han logrado aislar y caracterizar 130 cepas bacterianas a partir de muestras de mineral colectadas en los diferentes yacimientos, las cuales demostraron tener una buena capacidad solubilizadora de fosfato mineral (Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>). De este total, se observó que 12 de ellas presentaron una excelente actividad solubilizadora. Por razones prácticas se optó por continuar el proyecto con 2 cepas del género *Pantoea* sp. Los resultados preliminares indican que el tratamiento del mineral con diferentes ácidos orgánicos (producto del metabolismo bacteriano) conjuntamente con la aplicación de métodos de separación física, permite una disminución del 15% en el contenido de fósforo total.

### **EVALUACIÓN DE APLICABILIDAD DEL ANALIZADOR PORTÁTIL DE ESPECTROMETRÍA XRF EN DEPÓSITO SAPROLÍTICO NIQUELÍFERO**

CHÁVEZ N.<sup>1</sup>, PÉREZ A.<sup>1</sup>, GONZÁLEZ I.<sup>1</sup> & WINTERBURN P.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Minera Loma de Níquel C.A, ARC Km 54, Tiara. <sup>2</sup>Anglo Research. Johannesburg South Africa. email: nell.chavez@mldn.com.ve

**(Texto completo 5 p. y presentación 11 p. en DVD anexo, carpeta 115)**

Para optimizar el control de dilución in situ, durante el proceso de explotación del yacimiento saprolítico níquelífero, se programó un riguroso proceso de evaluación para determinar la aplicabilidad del analizador portátil de espectrometría de XRF. La evaluación fue dirigida a determinar repetibilidad, reproducibilidad, calibración, causas de desvíos y limitaciones del equipo, mediante pruebas metódicas en muestras de pulpas de pozos y muestras en frentes de extracción. El efecto matriz del mineral y las características físicas de la muestra empleadas son factores que influyen en el buen desempeño del instrumento, no obstante con la buena selección de materiales para la calibración y una adecuada estandarización del muestreo puede ayudar a mejorar el uso en campo.

## **GEOLOGÍA Y MINERALIZACIÓN AURÍFERA DEL DEPÓSITO DE ISIDORA EL CALLAO – CINTURÓN DE ROCAS VERDES DE GUASIPATI-EL CALLAO, ORIENTE DE VENEZUELA**

CECCHI Alessandro, SALAS Arturo & FRASER Robert

Minera Hecla Venezolana. Dpto. Exploración Bloque B. El Callao. email: [acecchi@mh-vz.com](mailto:acecchi@mh-vz.com)

**(Texto completo 13 p. y presentación 20 p. en DVD anexo, carpeta 116)**

El depósito aurífero de Isidora se encuentra ubicado en el cinturón de rocas verdes de Guasipati - El Callao, el cual data del Proterozoico Inferior y que pertenece al Escudo de Guayana en el Oriente Venezolano. El depósito está constituido por dos vetas mineralizadas principales que exhiben una geometría de tipo “en-echelon”, emplazadas en zonas de cizalla frágil-dúctil con orientación E-W.

La geología del depósito está conformada principalmente por meta-basaltos almohadillados y granulares pertenecientes a la Formación El Callao. Los análisis químicos de roca total han determinado que los basaltos presentan tendencia toleítica y han discriminando dos patrones de basaltos distintos: uno enriquecido en hierro y el otro enriquecido en magnesio. La secuencia basáltica está intrusiónada por pórfidos cuarzo-feldespáticos con afinidad calco-alcalina, que están emplazados en las zonas de cizalla y claramente preceden la mineralización.

Las zonas de cizalla principales tienden a ocurrir al contacto entre basaltos granulares y almohadillados, con la mineralización generalmente concentrada en los basaltos enriquecidos en hierro. En Isidora los dos cuerpos mineralizados están asociados con las vetas M y S, con la Veta M que ocurre en el piso de la Veta S.

El depósito está caracterizado por dos estilos de mineralización distintos: oro libre en veta y oro asociado con pirita en zonas de cizalla, de los cuales el primero representa el estilo dominante. Durante las fases iniciales de la deformación los fluidos hidrotermales circularon a través de amplias secciones de las zonas de cizalla activas induciendo una intensa alteración. Aunque la mineralización en estas zonas presenta un contenido limitado de sulfuros, la abundancia de oro muestra una correlación directa con el incremento de pirita de grano fino y una alteración más intensa de ankerita=sericita. A medida que la deformación fue progresando, tuvo un comportamiento más frágil y la mineralización migró hacia zonas de bajo esfuerzo generando la ocurrencia de oro libre en veta.

## **GEOLOGÍA Y MINERALIZACIÓN EN EL SECTOR BIZKAITARRA. DISTRITO MINERO KM 88, ESTADO BOLÍVAR, VENEZUELA**

CHMAIT B. Zaher<sup>1</sup>, GALLARDO Emiliano<sup>2</sup> & MORENO Cherlis<sup>1</sup>

<sup>1</sup>INGEOMIN. Región Guayana. <sup>2</sup>GEOMINERA SA. Cuba. email: [zaherchb@yahoo.com](mailto:zaherchb@yahoo.com)

**(Texto completo 6 p. en DVD anexo, carpeta 117)**

Se realizó un reconocimiento geológico realizado en un área de 34 km<sup>2</sup> en el sector Bizkaitarra, formando parte del proyecto de reconocimiento y exploración para Au Las Claritas, ejecutado por un colectivo del Convenio Cuba-Venezuela, realizado durante el periodo Octubre–Marzo de 2006, en el distrito minero Las claritas-Km 88, Estado Bolívar. Los trabajos realizados consistieron en itinerarios de reconocimiento geológicos a escala 1:25.000, en las áreas delimitadas o parceladas para la Pequeña Minería, la documentación geológica de las labores mineras de explotación, toma de muestras y ensayos de laboratorio.

Se caracterizan las litologías presentes (Formación Caballape, Grupo Carichapo y complejo granítico Supamo), pertenecientes al cinturón de rocas verdes del proterozoico del Escudo Guayanés, que están intensamente metamorfizadas y meteorizadas formando potentes espesores de rocas saprolíticas. Se establecen los principales aspectos estructurales que afectan las rocas y con los cuales están estrechamente vinculada genética y espacialmente la mineralización.

Se describe la mineralización existente, perteneciente al tipo genético vetas de cuarzo aurífero con bajo sulfuros, caracterizando las principales zonas mineralizadas, desarrolladas en zonas de cizalla, con presencia de vetas irregulares de cuarzo aurífero acompañadas por hematita, limonita, goethita, manganeso y oro. Estas vetas poseen una longitud de hasta 5 m y 2 m de espesor, en estas zonas se presenta el oro libre y los tenores de Au alcanzan valores de hasta 30g/t. También existen depósitos aluviales-fluviales (Placeres de oro) que han sido explotados durante décadas.

## **APPLICATION OF BEST PRACTICE GRADE CONTROL PROCESSES IN ADDING VALUE TO THE OPERATION**

EDDIE Allan, MUÑOZ Carin, SUEGART Patricia & BRITO Jolfre  
Promotora Minera de Guayana, P.M.G., S.A. Mina Choco10. email: cmunoz@goldfields.com.ve  
(Texto completo 11 p. en DVD anexo, carpeta 118)

Grade control is an essential part of the production process. The primary purposes of grade control are; to provide an efficient discrimination of material above a cut-off grade, and; provide a reliable prediction of the grade of the material that is being mined. The interpretation of ore outlines based on poor quality sample data will result in misclassification of ore and waste. This misallocation can result in significant value-loss to the operation. RC grade control drilling, in a structurally complex ore body such as the Choco 10, is essential to minimise misallocation and improve prediction of grades. Reverse circulation grade control drilling was implemented in May 2005, to better delineate the resource material. Reverse Circulation is a type of Percussive Drilling that enables production of uncontaminated samples.

With assay return and QAQC checks carried out, the process of grade control modelling and estimation at all mines is undertaken. Ore domains are defined based on; geology, principally alteration, pyrite concentration, structure and quartz vein content; and gold grade. Exploration and grade control samples are selected within the ore wireframes, which act as hard boundaries, and are composited down-hole to 1 m intervals representing the dominant sample interval and the narrow ore surfaces. Grades are interpolated using Ordinary Kriged parent cell estimation. Density is applied to individual lithological units and weathering horizons based on the mean of the data within each unit.

Reconciliation is the act of comparing various measures of production, with the aim of making them consistent. By measuring the performance of each stage in the cycle, areas requiring improvement can be identified and acted upon. Risk can be reduced through feedback of reconciliation outcomes into resource models to improve confidence in predictions. A reconciliation system was established at the Choco 10 site to collect data to enable measurement of the performance across the resource to mine to mill process.

## **BAUXITA: SÍNTESIS DE LOS RECURSOS MINEROS PRESENTES EN LA REGIÓN GUAYANA, VENEZUELA**

MARIÑO PARDO Noel & GUZMÁN SUÁREZ Luís  
CVG BAUXILUM, C.A. email: noel.marino@bauxilum.com.ve  
(Texto completo 4 p. y presentación 14 p. en DVD anexo, carpeta 119)

Se revisó la bibliografía geológica existente, donde se describen los afloramientos de bauxita de la región Guayana y se subdividieron, de acuerdo a su roca parental como en “ocurrentes en rocas graníticas”, de potencial prospecto minero y en “no graníticas”, con alto contenido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$  mayor a 30%). Paralelamente, se desarrolló un estudio prospectivo utilizando fotografías aéreas e imágenes de radar, con el objetivo de determinar superficies de erosión (plateau), entre los 500 y 800 m sobre el nivel del mar y rasgos morfológicos similares al depósito de bauxita de Los Pijiguaos, para así precisar la potencialidad de la región oeste del Estado Bolívar e incluso del norte del Estado Amazonas, en cuanto a mineralización de bauxita y establecer, si las áreas prospectadas son de interés económico. La metodología empleada se enfoca hacia la recopilación de información, imágenes, franjas y mosaicos de radar, bibliografía del área, fotografías aéreas, mapas bases a escala 1:100.000, interpretación geomorfológica y la descripción de las diferentes unidades litológicas, estimación de reservas, perfiles de cada zona y digitalización de los mapas a través del programa MineSight®. A las zonas estudiadas aledañas a Los Pijiguaos, se le propone el nombre de “cuadrilátero de reservas de bauxita del Municipio Cedeño” y lo conforman recursos mineros inferidos en el orden de 1.075.000.000 toneladas. En el norte del Estado Amazonas se detectaron recursos mineros inferidos de 660.000.000 toneladas. Por otro lado, el yacimiento de El Palmar, proveniente de la laterización de rocas graníticas, se encuentra ubicado en el Municipio Padre Chien, con un aproximado de 150.000.000 toneladas. En conclusión, los recursos mineros inferidos de origen granítico, alcanzan valores de 1.885.000.000 toneladas. Asimismo, se describen los yacimientos de rocas “no graníticas”, ubicadas en la Serranía de Los Guaicas, en la Altiplanicie de Nuria y en la región sur de la Gran Sabana, donde se registran recursos mineros inferidos por 120 millones de toneladas.

**EVALUACIÓN GEOLÓGICA Y TÉCNICO-ECONÓMICA DE LOS CUERPOS GRANÍTICOS QUE AFLORAN EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO PARGUAZA, MUNICIPIO CEDEÑO, ESTADO BOLÍVAR, VENEZUELA**

MARIÑO PARDO Noel, GUZMÁN SUÁREZ Luís, CEQUEA LEÓN Diego, GUERRA Debajanice, GUEVARA María,  
PARRA Pedro & MACABRI Raisy  
CVG BAUXILUM, C.A. email: noel.marino@bauxilum.com.ve  
(Texto completo 10 p. en DVD anexo, carpeta 120)

La cuenca baja del graben del río Parguaza está rodeada por la Serranía de los Castillos de El Parguaza por su vertiente este y por la Serranía de Carichata por la vertiente oeste, compuestas ambas por relieves abruptos correspondientes a intrusiones de granito que se elevan de 300 a 400 m s.n.m. Para la caracterización del área, se realizaron levantamientos geológicos y se tomaron muestras frescas de diferentes afloramientos que presentaban un potencial interés económico, con el objeto de efectuar los estudios petrográficos y los ensayos de laboratorio correspondientes, para obtener las características tecnológicas (peso específico, absorción de agua, ensayo de abrasión, resistencia a la flexión y compresión), de acuerdo a las normas ASTTO y UNE para rocas graníticas, donde se determinó que todos los afloramientos estudiados cumplen con estas normas, como rocas ornamentales de calidad para la industria de la construcción. A continuación, se realizaron las fichas técnicas de los granitos potencialmente aprovechables, se elaboraron los mapas geológicos y de afloramientos, con los ocho (8) colores encontrados, entre los que se destacan los de tonalidad verde, identificados principalmente como verde parguaza y verde diamante, ambos equivalentes al verde uvatuva, oriundo de la República del Brasil. Además se localizó el rosado amazonas, muy análogo al rosa pourriño oriundo de España. Para cada uno de los colores, se describen las reservas inferidas y su porcentaje de aprovechamiento. En vista de estos resultados, se realizó el estudio de factibilidad para el aprovechamiento del granito prospectado para uso ornamental y su posterior comercialización, cubriendo todas las etapas del proceso hasta lograr su transformación en láminas pulidas y así generar fuentes de desarrollo endógeno y empleo en el Municipio Cedeño del Estado Bolívar.

**CARACTERIZACIÓN GEOMECAÁNICA CON FINES DE DISEÑO DE SOSTENIMIENTO EN MINERÍA SUBTERRÁNEA. UN CASO DE APLICACIÓN. NIVEL 6 DE LA MINA COLOMBIA, EL CALLAO, ESTADO BOLÍVAR**

MÁRQUEZ MUÑOZ Omar  
UCV. Fac. Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Caracas 1053. email: marquez@ucv.ve  
(Texto completo 12 p en DVD anexo, carpeta 121)

La Mina Colombia, es una mina de oro, subterránea, propiedad del estado venezolano, ubicada al sur del país, en la población de El Callao, estado Bolívar, explotada por el Método de Cámaras y Pilares. El descubrimiento de nuevas zonas mineralizadas, conlleva a una ampliación, la cual viene, acompañada de un incremento en los riesgos, para la seguridad de la mina, de los trabajadores y de los equipos. Se plantea la necesidad de un Diseño de Sostenimiento, que garantice la seguridad de las operaciones de extracción; se realiza un Levantamiento Geológico, detallado, se define tipo, características y orientación espacial en las estructuras geológicas detectadas. Se realiza un programa de perforaciones a máquina con broca de diamante, diámetro BX, las muestras se describen petrográficamente. Sobre los núcleos de roca recuperados, se realizan ensayos para determinar parámetros geomecánicos como la Resistencia a la Compresión Uniaxial y Densidad. La clasificación geomecánica del macizo rocoso, se obtiene usando las Metodologías de Barton, Bieniawski y Hoek-Brown. Clasificándose el macizo como de resistencia media a buena. Se establece la estabilidad del techo de las Cámaras, por medio de un Análisis de Estabilidad; se fija un criterio de diseño, basado en un valor mínimo, requerido, del Factor de Seguridad de 1,2. Para aquellas configuraciones que no cumplen con el criterio establecido, se hacen recomendaciones de sostenimiento y refuerzo, para elevar su valor de FS a los niveles exigidos. Los elementos de sostenimientos recomendados son pernos del tipo Friccional, dispuestos en cuadrículas, de aberturas variables. Se usa el Software UNWEDGE 3.0, el cual se basa en el Método del Bloque Clave. Finalmente, se establecen las condiciones de estabilidad de las caras de los pilares, usando las técnicas de las Proyecciones Hemisférica.

## **PATRÓN ESTRUCTURAL DE LAS VETAS Y ZONAS DE CIZALLA AURÍFERAS DEL SECTOR LAS CLARITAS, DISTRITO MINERO LAS CLARITAS-KM88**

MORENO Cherlis<sup>1</sup>, GALLARDO Emiliano<sup>2</sup>, QUINTERO Karen<sup>1</sup> & CAPOTE Carbeny<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INGEOMIN. Región Guayana. <sup>2</sup>GEOMINERA SA. Cuba. email: cherlis\_carolina\_m@hotmail.com

(Texto completo 10 p. en DVD anexo, carpeta 122)

Durante los trabajos de reconocimiento y exploración de Au las Claritas se realizó la documentación geológica y mediciones de elementos de yacencia de vetas y zonas de cizalla contenedoras de mineralización aurífera en el área comprendida entre las concesiones Bizkaitarras y Albino 1, en el distrito minero las Claritas-km 88, pertenecientes al cinturón de rocas verdes del proterozoico del escudo guayanés venezolano. Posteriormente se realizó un procesamiento estadístico que comprendió todas las mediciones, estableciéndose los principales rasgos estructurales, en concordancia con el patrón regional, previo análisis de los datos pretéritos obtenidos en áreas limítrofes de los yacimientos las Cristinas y Brisas del Cuyuní y la interpretación de imágenes satelitales.

Como principal resultado se obtuvo el patrón estructural predominante en el área de las vetas, zonas de cizalla y diaclasas, estableciéndose además las peculiaridades referentes al espesor y tenores de Au, lo cual permitió incrementar el grado de conocimiento de las ocurrencias minerales auríferas y establecer una guía en los trabajos exploratorios futuros en las investigaciones que se desarrollan en el distrito. A mayor escala permite además el mejor entendimiento de los eventos geológicos ocurridos en el escudo guayanés venezolano y establecer las regularidades de la mineralización en los cinturones de rocas verdes del Proterozoico de la provincia Pastora en el escudo guayanés venezolano.

## **ESTUDIO GEOLÓGICO DE LOS DEPÓSITOS DIAMANTÍFEROS DE LA REGIÓN DE GUANIAMO**

NEUMANN José, USÓ Manuel, HERRERA Jhonny, CONTRERAS Luís, FERRER José, BECERRA Yohana & SOBRINO Eliécer

INGEOMIN. Región Guayana. email: neumannjna@yahoo.com

(Texto completo 6 p. en DVD anexo, carpeta 123)

El sector diamantífero de Guaniamo está situado en el municipio Cedeño del estado Bolívar, a 150 km. al Sur de Caicara del Orinoco. Cuenta con una superficie aproximada de 62.000 Has, en la cual se localizan depósitos diamantíferos, tanto primarios como secundarios. El estudio geológico consiste en desarrollar un plan de exploración y evaluación geológica/geoquímica/geofísica, en las áreas de los mantos kimberlíticos así como en los diferentes depósitos secundarios en búsqueda de determinar el potencial diamantífero presente en el área de Guaniamo, en un periodo de cinco años. En este sector se encuentran depósitos primarios que poseen una extensión de 10 km. de longitud por 5 km. de ancho con espesores variables menores de 1 m y hasta 10 m, además de depósitos secundarios, constituidos en aluviones, coluviones y aluviones. Debido a que estas áreas están asignadas a la actividad de pequeña minera, los estudios geológicos permitirán reorientar la explotación diamantífera mediante un plan geo-exploratorio y por ende hacerla sostenible. De igual forma este estudio permitirá establecer un patrón de comportamiento geoquímico/geofísico para ser aplicado en otras áreas de ambientes geológicos similares y que podrían estar asociadas a fuentes primarias aun no conocidas.

## **EXPLORACIÓN DE URANIO EN VENEZUELA**

PASQUALI Jean & SIFONTES Ramón

UCV. Fac. Ciencias. ICT. Caracas 1053. email: pasquali@cantv.net

(Texto completo 10 p. y presentación 18 p. en DVD anexo, carpeta 124)

Ha habido tres pulsos intensos en la exploración de uranio (U) en el mundo. El de los años 1950, el cual tenía como aliciente la producción y acumulación de armas nucleares, el de los años 1970, el cual tenía como propósito la producción de electricidad y el presente, que tiene como propósito contribuir a la producción de energía en un tiempo de gran crecimiento económico, de inestabilidad mundial y de problemas ambientales de gran alcance.

El U es un material energético por excelencia, que no involucra emisiones de sustancias tóxicas o de invernadero a la atmósfera, que tiene el menor costo de producción de energía eléctrica “de base” de 1,68 céntimos

de \$USA por Kwh (carbón: 1,9; gas natural: 5,87; y petróleo: 5,39; se excluye en la producción “de base” la hidroelectricidad: 0,5 y la eólica: 0,2, por no ser “de base”, al variar sin control con las condiciones hidrológicas y climáticas). Se presenta datos ilustrativos sobre plantas instaladas, plantas en construcción y plantas planeadas, para indicar la actividad esperable en la núcleo-electricidad.

A través de la exploración mundial de U se ha establecido que, hasta ahora, más del 90 por ciento del U de bajo costo de extracción está asociado a rocas precámbricas o a rocas fanerozoicas cercanas al basamento. Sobre esta base se determinan los ámbitos geológicos favorables para yacimientos importantes de U en Venezuela.

Los resultados ya publicados de la exploración de U en Venezuela, son resumidos en términos de su alcance y su relación con los ámbitos geológicos favorables.

Se recomiendan acciones para un próximo futuro, con la idea de que Venezuela pueda obtener los datos que requiere para la toma de decisiones en esta materia.

## **GEOLOGÍA DEL COMPLEJO AURÍFERO CHOCO 10, PROVINCIA PASTORA, ESTADO BOLÍVAR**

PHILLIPS Enghela, VOSS Maygualida, VEGA Neidelith, AZEVEDO Luciana & GRADIM Rafael  
Promotora Minera de Guayana, P.M.G., S.A. Mina Choco 10. email: ephillips@goldfields.com.ve  
(Texto completo 11 p. en DVD anexo, carpeta 125)

El complejo aurífero Choco 10 está ubicado 15 km al oeste de la población El Callao, estado Bolívar. Geológicamente está incluido en la porción central del cinturón de rocas verdes Guasipati, Provincia Paleoproterozoica Pastora, en la zona de charnela de un sinclinal regional con eje buzando hacia noreste. La estratigrafía se divide en tres grandes unidades: i) una secuencia toleítica, incluyendo basaltos, brechas de tope de flujo y rocas volcanoclásticas máficas, ii) una secuencia calcoalcalina, incluyendo rocas volcanoclásticas intermedias, y iii) rocas intrusivas incluyendo un lacólito de gabro emplazado en la secuencia calcoalcalina y un plutón de trondhjemita intrusionando todo el paquete.

La arquitectura estructural del complejo es dominada por pliegues. La deformación es fuertemente particionada y consecuentemente grandes volúmenes de rocas preservan características primarias, mientras zonas discretas presentan fuerte foliación. Por lo menos cuatro generaciones de fábricas dúctiles son reconocidas, y las tres principales son: i) una foliación continua S1 sub-paralela a S0, ii) un clivaje de crenulación S2 con rumbo noreste y buzamiento hacia sureste, plano-axial en relación al sinclinal regional y pliegues en varias escalas y iii) otro clivaje de crenulación S3 que afecta los pliegues F2 causando variación en la geometría de S2 y doble-buzamiento de ejes F2.

La mineralización está asociada a la alteración proximal ankerita-dolomita-pirita±silice±sericita y la proporción entre esos minerales es influenciada por la composición de la roca caja. La mineralización está ubicada a lo largo de planos S2, y presenta zonas lineales de alto tenor a lo largo de ejes F2 y de la intersección entre S2 y rocas caja favorables.

## **INVENTARIO INTEGRADO DE LOS RECURSOS MINERALES CON FINES DE GESTIÓN EN EL ESTADO MÉRIDA**

ROA Greta  
INGEOMIN. Región Los Andes. Mérida email: gretaroa@yahoo.com  
(Presentación 57 p. en DVD anexo, carpeta 126)

La elaboración del inventario integrado de los recursos minerales para el estado Mérida, surgió de la necesidad de organizar el sector minero, mediante los entes regionales y nacionales responsables de la administración y regimentación de los recursos minerales. Como elementos metodológicos claves se destacan, la creación de la ficha minera para la recopilación y actualización de la información; establecimiento de un nuevo enfoque integral; exhaustiva labor de campo y especialmente, como apoyo para los actores y usuarios se aplicó, vía tecnológica de punta, un Sistema de Información Geográfico (SIG).

Los análisis realizados indican la prioridad de modificar y actualizar la Ley de Minas estatal; crear el reglamento correspondiente a esta Ley y llevar a cabo una verdadera descentralización del Poder Ejecutivo Regional hacia sus estratos organizativos, aunando todos estos esfuerzos permitirá una gestión con miras al desarrollo integral minero, el cual mejorará las condiciones ambientales de las cuales padece el sector.