

**JORNADAS 65 ANIVERSARIO DE LA ESCUELA DE GEOLOGÍA,  
MINAS Y GEOFÍSICA, UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA,  
CARACAS, NOVIEMBRE 2002**  
**(Realizadas en el marco de las *Jornadas de Investigación  
de Ingeniería UCV - JIFI 2002*)**

**Índice de ponencias**

	<b>Página</b>
ALBRIZZIO C. Símbolos en fallamiento transcurrente.	4
ALBRIZZIO C. Sistemas de fallamiento de Caracas.	4
ÁNGEL E., RODRÍGUEZ I. & HERNÁNDEZ A. Análisis geoestadístico y espectral de datos aeromagnéticos de la zona centro-occidental del estado Amazonas.	5
ARIAS I., ESPÍNOLA E., NOGUERA M. & OLLARVES R. Las rocas ultramáficas en la Quebrada Serrano, Río Miguelena, Camurí Grande, estado Vargas.	7
ARIAS I., OLAYA J., FOURNIER H. & URBANI F. Composición química y mineralógica del guano de murciélagos de la cueva Ricardo Zuloaga, Peñón de las Guacas, Estado Miranda.	9
ARIAS I. & YÉPEZ S. Estudio químico y petrográfico de algunas rocas del Esquisto de Tacagua, Quebrada Seca, estado Vargas.	11
BARBOZA L. & RODRÍGUEZ S. Cartografía geológica del estado Vargas y del flanco Sur del Ávila.	12
BARITTO I., ARIAS I., CAMPOSANO L., FOURNIER H. & URBANI F. Caracterización química y radiométrica de muestras de sedimentos superficiales de la fachada atlántica.	13
BERMÚDEZ-CELLA M., ALSON P. & MORA-MATOS J. Equivalencias entre las diversas fórmulas del cálculo de errores de la edad determinada por el método de huellas de fisión.	15
BERMÚDEZ-CELLA M., ALSON P. & MORA-MATOS J. Adaptación de la ecuación fundamental de edad a la ecuación práctica para el método de huellas de fisión y su problema determinístico subyacente.	16
BOSCH M. Tomografía geoestadística en datos sísmicos de larga apertura.	17
BRAVO A. & VILAS B. Estudio microtectónico de la vertiente norte del macizo Ávila entre La Guaira y Punta Caire, estado Vargas.	18
CAMPOSANO L., MARTÍNEZ N. & URBANI F. Análisis de funciones discriminantes a partir de elementos mayoritarios y traza de la Formación Mirador, San Pedro del Río, estado Táchira.	19
CAMPOSANO L., URBANI F. & CONTRERAS O. Petrografía y análisis químico de fragmentos de rocas ígneas halladas en Isla de Aves, noreste de Venezuela.	21
CANO V. & MELO L Reconocimiento geológico entre las cuencas de Quebrada Seca y Río Care, estado Vargas.	23

CASTILLO A. & SUÁREZ J. Reconocimiento geológico de la región Anare-Osma, vertiente norte del macizo del Ávila, estado Vargas.	24
CEDILLO J. Variación química en mármoles pertenecientes a la región central de la Cordillera de la Costa, Distrito Capital y estado Miranda, Venezuela.	26
CEDILLO J. & OLAYA W. Caracterización química y radiométrica de sedimentos cuaternarios de la plataforma deltana, Venezuela.	27
CHACÍN C. Caracterización química y radiométrica de muestras de canal correspondientes a cuatro pozos del campo petrolífero La Concepción, estado Zulia.	30
ESCORIHUELA N. & RONDÓN J. Estudio geológico de las rocas ígneas aflorantes en la parte centro oriental de la cuenca de Falcón.	31
ESPÍNOLA E. & OLLARVES R. Metodología para el estudio de una cuenca sedimentaria con fines neotectónicos.	33
FERNÁNDEZ F., NEVADO N. & ARAUJO F. Campo geomagnético de Venezuela y sus variaciones.	35
FOURNIER H., ARIAS I., BARITTO I., CAMPOSANO L., MARTINEZ N. & URBANI F. Las rocas ígneas de la quebrada Yaracuibare, estado Falcón.	37
GUÉDEZ R., SCHMITZ M., CAVADA J. & SÁNCHEZ J. Estudio cortical en el área centro-norte de Venezuela a partir de datos de sismica de refracción.	39
LOZANO L., YÉPEZ S., ROCABADO V. & SÁNCHEZ J. Mediciones gravimétricas y de ruido ambiental en Barquisimeto, estado Lara.	40
MACHADO A. & REY O. Estudio comparativo entre las variaciones en el carbonato de calcio y la distribución del nannoplancton calcáreo en la Formación La Luna, sección del Río San Miguel, estado Mérida.	41
MARCANO R., BERMÚDEZ-CELLA M. & MORA-MATOS J. Construcción de diagramas ternarios mediante el uso de una hoja de cálculo.	42
MÁRQUEZ O. & DE ABREU J. Diseño de un plan de explotación de yacimiento de caliza, Cantera La Gamarra, Magdalena, estado Aragua.	43
MARTÍZ M., DI YORIO C. & GARCÍA M. Investigación en el área de beneficio mineral de menas venezolanas.	44
NOGUERA M. El Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela (1984-2000): Análisis de su contenido.	45
NOGUERA M. & YÉPEZ S. Caracterización química de secciones estratigráficas: Formaciones Naricual y Querecual, estados Anzoátegui y Monagas.	46
OMANA L. Integración geológica de la región de Morón – Valencia y Ocumare de la Costa.	47
PADRÓN C. Estudio sedimentológico de la cuenca de Taguanes, Tinaquillo, estado Cojedes.	48
PETRÁSH D. Diagenesis and dolomitization in the Mid-Cretaceous lower Cogollo Group: from microbial to burial. Implications for high frequency analysis on carbonate deposits.	49
PIÑA A. Resultados acerca de la identificación de identificadores de sustentabilidad, aplicados a minería metálica caso oro, en el estado Bolívar.	51

REY O., SIMO J. & LORENTE M. Microfacies laminadas en la Formación La Luna, sección del Río San Miguel, estado Mérida, Venezuela.	52
ROMERO L, RODRÍGUEZ I. & MARTÍNEZ J. Interpretación geofísica integrada del Alto de Pirital.	54
SÁNCHEZ J., ORIHUELA N., MEZA R. & AMBROSIO R. Modelado gravimétrico del basamento de la cuenca de Los Palos Grandes.	55
SAYA R. & VILLANUEVA A. Proyecto de explotación minero. Cantera de calizas San Bernardo. Cementos Lafarge. Ocumare del Tuy.	56
SIERRA R., RODRÍGUEZ I. & HERNÁNDEZ A. Reprocesamiento y reinterpretación de datos aeromagnéticos del sur de Puerto Ayacucho, estado Amazonas.	57
SUÁREZ C. Los mapas y litografías históricas de La Guaira como fuente de información geomorfológica.	59
TARDÁGUILA P. Integración geológica del área de Cata – Puerto Maya – Maracay, estados Aragua y Carabobo.	59
UGHI A., REYES J. & RODRÍGUEZ I. Modelaje geofísico integrado de la región central de Venezuela por medio del análisis de flexión de placas en las secciones 66°00'00''W y 67°00'00''W.	60
URBANI F. Geología del macizo del Ávila y adyacencias, estados Vargas, Miranda, Aragua y Distrito Capital.	62
URBANI F., CONTRERAS O. & CAMPOSANO L. Análisis de la cartografía histórica de Isal de Aves, Venezuela: 1647 – 2002.	64
URDANETA N. & VILLANUEVA A. Estudio de factibilidad de la explotación de arcilla en la hacienda El Molino, estado Lara.	65
VILLANUEVA A. Estudio geoestadístico de la cantera de calizas San Bernardo.	66

## SIMBOLOS EN FALLAMIENTO TRANSCURRENTE

ALBRIZZIO C.

UCV, Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Caracas

Estado actual: Se propone un símbolo nuevo para indicar en secciones geológicas, la cinemática del desplazamiento de los bloques de falla transcurrente, de acercamiento o alejamiento al observador. Los métodos comunes en publicaciones internacionales son:

1. Letras: El método usa la letra inicial de la palabra en Inglés que indica el movimiento de los bloques en relación al observador:

T(oward) = acercamiento del bloque, y A(way) = alejamiento del bloque.

2. Tornillos: Los extremos de un tornillo indican el movimiento de los bloques:

⊙ = Un círculo con un • central, representa la punta del tornillo y el bloque cercano

⊗ = Un círculo con una x inscrita, representa la cabeza del tornillo y el bloque alejado.

3. Flechas: Muestran 2 flechas orientadas según los desplazamientos: ←, →, ↑, ↓.

4. Círculos: Método propuesto. Basado en perspectiva, usa círculos de diferente tamaño, con un O grande para el bloque cercano y un o pequeño para el bloque lejano.

Conclusiones: En los métodos 1 y 2 el significado de sus símbolos no es evidente para el lector, no son autónomos, requieren información previa, ya que son provinciales al idioma usado, hay multiplicidad de ellos, no están normalizados, y su traducción no es apropiada para uso internacional. El 3 es solo aplicable a mapas y bloques 3D. Proposición: Los símbolos del método 4 son autoevidentes de la cinemática de los bloques, son autónomos, normalizados para uso internacional, sirven para indicar los componentes transcurrentes en otros tipos de fallas. Se recomienda el uso de este nuevo símbolo, que ha sido probado exitosamente, y tiene futuro.

## SISTEMAS DE FALLAMIENTO DE CARACAS

ALBRIZZIO C.

UCV, Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Caracas

Objetivo: Identificar los patrones de fallas sismogénicas previo a la evaluación de la amenaza, el riesgo y la vulnerabilidad sísmica de las poblaciones y líneas vitales de esta provincia sísmica activa, que tiene la mayor concentración de población del país.

Metodología y alcance: Se interpretaron mapas topográficos e imágenes de Percepción Remota de escala 1:100,000 a 1:25,000, con un alcance del trabajo relacionado a las escalas utilizados. Las fallas se identificaron Fotogeológicamente con los indicadores de los caracteres de las imágenes y del Medio Físico: geomórficos, estructurales y litológicos.

La Geomorfología de la Región Capital de Caracas comprende extensas filas de cerros, con depresiones y valles de rumbo en roca metamórfica, con la depresión de Caracas, que no es un valle, sino una fosa tectónica!, alargada estrecha e irregular E-O de 22 Km., con una planicie central y con depresiones radiales en su vertiente S. Su borde N es una ladera empinada que desciende al S limitada por el escarpe abrupto bastante rectilíneo de la falla Avila, y del cual bajan abanicos aluviales hacia la Planicie Central, que es un terreno aluvial de 4 Km. de ancho N-S, con suave pendiente al S, que desciende hasta el río Guaire, el cual está adosado a un escarpe de rocas. Su borde S es muy recortado de colinas suaves, indentadas, con una serie alternada de estrechas, alargadas y paralelas depresiones rellenas de aluvión, y filas de colinas radiales que penetran en la planicie central aluvial, cuyo borde inclinado al N es un escarpe parcialmente recubierto por aluvión, que se interpreta como la evidencia geomórfica de la falla Caracas.

Estructura: El desplazamiento de las placas tectónicas generó deformación de Plegamiento: los flancos N y S de la fila Maestra de la Serranía de la Costa forman el gran anticlinal Avila; Fallamiento, se identificó y cartografió el fallamiento que creó la fosa tectónica.

Patrón de fallas de la fosa de Caracas: El flanco N de la fosa tiene lo siguiente: Conjunto longitudinal E-O.90: falla Avila, transcurrente dextral de 60 Km de longitud y de orientación regional E-O.90, con plano de falla alabeado, con un componente normal del lado S bajado. Su lado levantado forma el cerro Avila y el flanco N de la depresión. Su tramo al NO de Catia, se le ha denominado Tacagua. Conjunto oblicuo N35W.60S-90?: Falla Chacaito y otras entre las fallas San Sebastián y Avila.

Planicie Central: En el borde S de la planicie central, se postula la falla normal Caracas, contra la cual termina un conjunto radial de fallas normales.

Flanco Sur: Conjunto radial de fallas. En el bloque S se ha interpretado un conjunto de fallas normales orientadas con un patrón radial y convergentes hacia el N, que han basculado el relieve en varios bloques, que generan las fosas y pilares tectónicos que subyacen las depresiones y filas que entran a la planicie aluvial de Caracas, y que de O a E son: 1. Topo, 2. Guamal, 3. El Portachuelo, 4. 23 de Enero, 5. La Yaguara, 6. Antimano, 7. UCV, 8. Los Rosales, 9. El Valle, 10. Chaguaramos, 11. Colinas de Bello Monte, 12. Las Mercedes, 13. Cafetal, 14. El Marques, 15. La Urbina. Adicionalmente hay otras de diversa orientación como: Santa Sofia, San Luis, Santa Paula, Cerro Verde, etc. Mas al S hay un conjunto transcurrente dextral E-O.90, con las fallas Baruta, Fuerte Tiuna, Monte Elena, etc. Al S de la falla Baruta, se encuentran los siguientes conjuntos transcurrentes dextrales: Conjunto E-O, Cantarrana, interseca la falla Canoas, y continúa como la falla Chícora, Yagrumal o Sucatre?; Corralito, Tusmare, Prepo, San José. Conjunto NNO- (N-S): Tucusiapón, El Piloto.

Modelo Tectónico de la fosa de Caracas y cinemática de las fallas: De las relaciones de las fallas se interpreta el modelo de la fosa y la cinemática de su génesis. 1) La falla San Sebastian se desplazó como falla transcurrente dextral, con descenso del lado N, formando el escarpe y acantilado del Litoral Central. 2) Luego se generó la falla AVILA semejante a la anterior, con desplazamiento transcurrente dextral orientado O a ONO, con su bloque S desplazado al O y con una componente normal de descenso. En su desplazamiento hacia el O, chocó contra el bloque N de la falla San Sebastián que la frenó, amortiguó y plegó su plano de falla. 3) Hay transcurrancia en toda la falla, excepto en el tramo orientado ONO, donde hay transextensión con componente normal. Prosiguiendo su desplazamiento, el bloque S se pandeó hacia el S, se arqueó y elevó en medio domo, causando esfuerzos de tracción perpendicular a la falla, y para cubrir la mayor dimensión de este arco, generó tracción N-S, esfuerzo que fue relevado con la generación de la aquí postulada falla normal Caracas, paralela a la falla Avila, cuyo lado N bajó e inclinó hacia la depresión, formando el borde S de la depresión.

Fallas normales: La continúa transcurrancia con el empuje al O del bloque S de la falla Avila, generó pandeo alrededor del semidomo del bloque S. Este para alcanzar el arco vertical de mayor longitud que demandó al ser ampliado, creó un conjunto de esfuerzos de tracción variable, paralelos al rumbo del borde arqueado cuya orientación en todo el bloque fue: en el oeste: NO, en el centro: O-E, y en el este: NE. Así los esfuerzos fueron relevados cuando el flanco se extendió por fallas normales en bloques inclinados, generando pilares y fosas tectónicas, con un patrón de orientación radial, perpendicular a la extensión del terreno, que convergen al centro de la depresión.

Dinámica de los esfuerzos genéticos. Actividad del fallamiento: La Sismicidad está relacionada con el régimen tectónico activo que generó fallas con orientación definida. Este es el resultado de la transcurrancia dextral y la subducción tangencial ESE de la placa oceánica Caribe (CAR) bajo la placa continental de América del Sur (SA), que ha generado los conjuntos de fallas: Maestras longitudinales transcurrente dextral E-O, las oblicuas N35W.90, las de corrimiento con transporte tectónico hacia el S, y el Corrimiento Frontal en el borde S de la cordillera. Los registros sísmicos instrumental, histórico y geológico revelan que los epicentros están relacionados con las extensas fallas activas orientadas E-O y demás de las menores NO. La Cordillera del Caribe es el lugar común de la sismicidad activa regional, y Caracas está en ella.

Conclusiones: 1. La Depresión de Caracas no es un valle!, sino una fosa tectónica, generada por conjuntos de fallas. 2. Se identificó y cartografió el complejo sistema de fallas geológica de la depresión y se ha interpretado la posible cinemática de los patrones de fallas regionales y locales sismogénicos E-O y NO, según su relación con el régimen tectónico actual. 3. Esto hace posible tomar decisiones vitales, después de evaluar la amenaza, el riesgo y la vulnerabilidad sísmica local, como parte importante de la Geología Ambiental de la región.

## **ANÁLISIS GEOESTADÍSTICO Y ESPECTRAL DE DATOS AEROMAGNÉTICOS DE LA ZONA CENTRO-OCCIDENTAL DEL EDO. AMAZONAS.**

ÁNGEL E. <sup>(1)</sup>, RODRÍGUEZ I. <sup>(1)</sup> & HERNÁNDEZ A. <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>UCV, Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. <sup>(2)</sup>INGEOMIN, Caracas.

En este trabajo se presenta los resultados de un estudio gravimétrico magnetométrico realizado en la zona centro occidental del Edo. Amazonas (Figura 1) ERASMO (2002). Los datos magnéticos provienen de la digitalización de los mapas 10e, 10f, 11e y 11f pertenecientes al M.E.M y los gravimétricos de la Red Gravimétrica Nacional. A partir de esta matriz de datos se generaron dos mapas, uno de Intensidad Magnética Total y otro de Anomalía de Bouguer con la  $\rho_B=2.67 \text{ g/cm}^3$ . Se efectuó un análisis espectral a los datos magnéticos, el cual mostró tres valores de profundidad de fuente: 5 km, 500 m y 150 m. Se trazó un perfil, con orientación O-E, sobre ambos mapas para luego construir un modelo gravimétrico-magnético y estimar la geometría y profundidad de los cuerpos modelados. Como resultado se obtuvo un sistema de graben en el que se identifican tres fallas con buzamiento hacia el Oeste y con un rumbo

aproximado N-S. Esta investigación tiene como objetivo primordial: Generar una base de datos en formato digital de la información aeromagnética existente del área bajo estudio para la elaboración de un mapa aeromagnético con criterio geoestadístico y modelar perfiles aeromagnéticos para inferir la geometría del subsuelo.

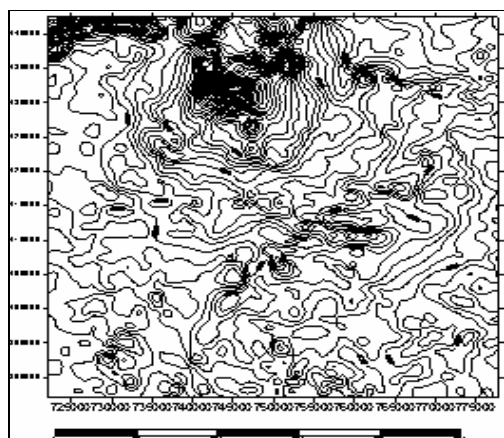


**Figura 1.** Mapa de ubicación del área de trabajo

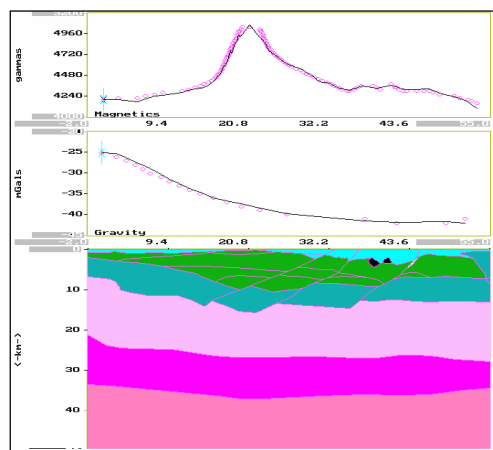
La metodología seguida en este trabajo incluyó la digitalización de los mapas aeromagnéticos, el análisis geoestadístico, la construcción de los mapas gravimétrico y magnético, el análisis espectral y la interpretación cualitativa y cuantitativa del modelo 2D.

El Mapa de Intensidad Magnética Total producto de este estudio (Figura 2) cubre un área de 3025 Kms<sup>2</sup>. Hacia la parte norcentral se nota la influencia de una anomalía de primer orden, con un valor máximo de 5040 gammas. El gradiente tiende a disminuir hacia las partes más lejanas de la anomalía. En el extremo noroccidental, se advierte la presencia de una anomalía local con orientación E-W y un gradiente de 100 g/Km.

Como resultado del modelaje de los perfiles gravimétricos y magnéticos (Figura 3) se obtuvo un sistema de graben con definición de su flanco Este mediante tres fallas con buzamiento hacia el Oeste y con un rumbo aproximado N-S. El modelo incluye el manto superior, las provincias: Imataca, Pastora, Cuchivero y el Granito de Parguaza. En la provincia de Cuchivero se observa la presencia de gabro, anortosita y complejos alcalinos GONZÁLEZ DE JUANA *et al* (1980). Por medio de los datos gravimétricos se modelaron los cuerpos profundos como el manto superior y la corteza inferior; esto dio como resultado que hacia el Oeste Moho alcanza una profundidad de 33-35 km, en concordancia con los resultados del análisis espectral (Figura 3). La integración de los métodos gravimétrico-magnético permitió definir la estructura del modelo en el área objeto de estudio, con base en datos geológicos y estimados de profundidad.



**Fig. 2.** Mapa de Intensidad Magnética Total.



**Fig. 3.** Modelaje gravimétrico magnético del subsuelo.

**Referencias**

(ERASMO 2002)

ÁNGEL A., Erasmo M. 2002. Análisis geoestadístico y espectral de datos aeromagnéticos de la zona centro-occidental del edo. Amazonas. TEG-Geofísica-UCV. Inédito.

GONZÁLEZ DE JUANA C., J. ITURRALDE & X. PICARD. 1980. *Geología de Venezuela y sus Cuencas Petrolíferas*. Tomo I–II. Ed. Foninves.

# LAS ROCAS ULTRAMÁFICAS EN LA QUEBRADA SERRANO, RÍO MIGUELENA, CAMURÍ GRANDE, ESTADO VARGAS

(The ultramafic rocks of Serrano creek, Miguelena river, Camurí Grande, Vargas state)

ARIAS I., ESPÍNOLA E., NOGUERA M. & OLLARVES R.

UCV, Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Laboratorio de difracción y fluorescencia de rayos X. Caracas. Profesor Tutor: F. URBANI

En el flanco norte de la Cordillera de la Costa, han sido cartografiados numerosos y dispersos cuerpos de serpentinita. Estos se presentan en forma de lentes de dimensiones métricas a hectométricas, dispuestos generalmente en orientación E-W. Estos cuerpos forman parte de la Asociación Metamórfica La Costa. Entre Maiquetía y Los Caracas, usualmente se encuentran a lo largo del contacto por la falla de Macuto, entre el Mármol de Antímamo y alguna de las unidades de la Asociación Metamórfica Ávila.

La Quebrada Serrano es una pequeña afluente de la margen derecha del Río Miguelena, que junto al Río Masare constituyen el Río Camurí Grande. La zona ha sido cartografiada recientemente por CANO & MELO (2001). El cuerpo en cuestión está delimitado por dos fallas paralelas del sistema de fallas de Macuto, hacia el sur se encuentra en contacto con rocas esquistosas del Complejo San Julian, y al norte con mármoles contentivos de boudines de anfibolita correspondientes al Mármol de Antímamo. El tipo de roca predominante es la serpentinita, pero en el muestreo realizado se hizo énfasis en los otros tipos de rocas asociados. Igualmente se colectaron algunas rocas de las unidades adyacentes.

Las muestras fueron analizadas petrográficamente y químicamente (Tabla 1). Los principales tipos de rocas identificados correspondientes al cuerpo de serpentinitas son: serpentinita (desde casi pura a clorítica), cloritocita, anfibolita (clorítica, clorítico-epidótica, clorítica-epidótica-granatífera), metagabro (con anfíbol, plagioclasa y clorita).

El anfíbol en todas las variedades litológicas es actinolita, ya sea sola o acompañada con barroisita. La asociación mineralógica presente indica que las rocas estuvieron sujetas a una fase metamórfica de alta P/T (indicado por la presencia de barroisita + granate), habiendo estado sujetas a un segundo evento en las facies de los esquistos verdes, probablemente no mayor a la zona de clorita (actinolita, clorita, epidoto).

Los análisis químicos parciales muestran una concordancia con los tipos de rocas, muy altos en MgO para la serpentinita y en segunda instancia para las rocas ricas en clorita, altas en  $Fe_2O_3$  ricas en granate almandino.

Lamentablemente no se dispone de los elementos químicos Nb, Y y P en los cuales se basan la mayor parte de los gráficos utilizados para establecer el ambiente tectónico de rocas máficas, así que de los numerosos gráficos indicados por OSTOS (1990), sólo se usó el de Ni vs. Ti/Cr, que indica que esas rocas se formaron en un ambiente MORB. Este mismo resultado es el obtenido por numerosos autores que han analizado rocas máficas de la Asociación Metamórfica La Costa.

Este cuerpo, entonces presenta una amplia gama de rocas típicas de corteza oceánica, posteriormente metamorfozadas, a saber: peridotita (serpentinita), rocas máficas de grano fino ya sea basalto o diabasas (varios tipos de anfibolitas, pero interesa señalar que todas presentan plagioclasa o sus productos de alteración), gabro de grano medio a muy grueso, casi pegmatítico (metagabro). Debe notarse que no se encontraron rocas eclogíticas o sus productos posteriores de transformación.

## Referencias

- OSTOS M., 1990. Tectonic Evolution of the South-central Caribbean Based on Geochemical Data, Rice University, Geos, UCV, Caracas. 30.
- CANO V. & L. MELO. 2001. Reconocimiento geológico entre la cuenca de quebrada Seca y la cuenca del río Care. Edo. Vargas. UCV. Escuela de Geología. Trabajo especial de grado. Inédito.

**Tabla 1.** Análisis químicos e identificación petrográfica

ID	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	V	Cr	Co	Cu	Ni	Ga	Ge	Sr	Zr	Ba	La	Ce	Tipo petrográfico	Unidad
CG-1	80,2	5,75	3,28	0,03	<1	1,31	0,07	0,39	<30	213	25	157	80	21	<10	66	<100	432	46	96	Esquisto cz.-fel.	ASJ
CG-2	47,1	5,88	6,08	0,15	24,65	6,87	<0,01	0,16	67	2576	40	68	1370	40	16	<50	<100	1610	<10	<10	Serpentinita	CSp
CG-3	43,2	<2	9,71	0,12	31,73	0,48	<0,01	<0,1	64	2700	109	<50	1700	22	<10	<50	<100	943	<10	55	Serpentinita	
CG-4	37,7	8,97	8,36	0,08	26,12	1,84	<0,01	0,56	<30	909	75	<50	1070	18	<10	<50	<100	797	<10	58	Cloritocita	
CG-5	47,1	2,22	9,16	0,11	33,63	2,48	<0,01	<0,1	50	2840	84	<50	1680	<15	<10	<50	<100	1340	<10	18	Anfibolita cloritica	
CG-6	39,3	10,00	13,97	0,37	6,26	7,30	0,16	0,35	<30	220	114	<50	<50	49	24	124	<100	1100	<10	<10	Anfibolita granat.	
CG-7	43,3	13,07	10,19	0,18	9,38	5,58	1,79	0,41	<30	223	112	130	<50	49	30	107	341	1460	<10	22	Metagabro (4-5 mm Ø)	
CG-8	38,5	6,73	9,84	0,09	12,64	6,12	<0,01	0,38	<30	334	79	<50	727	31	18	<50	<100	712	<10	33	Anfibolita	
CG-9	34,3	11,84	12,55	0,19	13,72	5,14	<0,01	0,98	66	197	115	<50	127	21	16	147	<100	742	<10	37	Anfibolita cloritica	
CG-10	50,3	14,88	6,73	0,09	9,77	9,63	0,41	0,38	<30	197	37	87	<50	30	17	364	190	1090	28	69	Metagabro (5 a 10 mm)	
CG-11	41,1	13,51	6,02	0,14	1,89	10,23	1,13	0,33	<30	227	33	75	<50	38	12	465	202	1690	19	17	Metagabro (<15 mm)	
CG-13	22,0	2,19	10,33	0,18	<1	16,54	0,15	0,66	51	687	56	<50	721	17	23	418	<100	1230	<10	<10	Anfibolita granat.	
CG-15	33,9	11,01	12,91	0,22	8,7	5,31	0,26	0,39	83	219	127	367	195	22	<10	194	<100	900	<10	33	Anfib. clorítica granat.	
CG-16	32,4	6,44	11,23	0,17	13,02	4,83	<0,01	2,04	94	114	90	<50	125	16	<10	<50	<100	1380	<10	<10	Anfibolita cloritica	
CG-17	28,2	13,45	12,35	0,26	15,62	2,82	<0,01	1,31	<30	147	117	39	180	41	20	123	<100	<100	<10	99	Metagabro (< 20 mm)	
CG-18	30,1	15,71	7,85	0,14	<1	17,58	0,1	0,12	<30	275	32	<50	<50	31	23	2470	103	1520	<10	<10	Metagabro	
CG-19	38,0	9,36	11,28	0,21	8,66	9,72	0,17	0,56	72	241	97	78	187	40	23	913	164	890	<10	28	Metagabro	
CG-20	45,7	<2	7,96	0,13	32,33	0,27	<0,01	<0,1	59	2040	83	<50	1950	<15	<10	<50	<100	986	25	72	Serpentinita	
CG-21	42,7	<2	9,58	0,13	31,76	0,21	<0,01	<0,1	93	3440	117	<50	1540	19	13	<50	<100	685	<10	61	Serpentinita	
CG-22	41,6	11,5	9,18	0,14	5,34	8,73	0,14	0,64	53	459	68	<50	275	24	16	163	<100	827	<10	<10	Anfibolita granatífera	CA
CG-23	34,3	8,58	5,64	0,05	0,33	18,39	0,95	0,48	<30	271	<15	<50	339	21	31	362	<100	1710	23	37	Mármol	

**Métodos analíticos:** Espectrometría de fluorescencia de rayos X por dispersión de energía (FRX-DE). Componentes mayoritarios con el equipo Minipal Philips fuente de tubo de Rh en paso de aire y los elementos traza V, Cr, Co, Cu, Ga, Ge, Zr, Ba, La y Ce con paso de He. Elementos traza: Ni y Sr con un equipo de FRX-DR con fuente de <sup>109</sup>Cd (Niton XL 722S)

**Unidades:** ASJ: Complejo San Julián de la Asociación metamórfica Ávila. CSp: Cuerpo de serpentinita de la Asociación metamórfica La Costa (AMLC), CA: Marmol de Antímamo de la AMLC.



# COMPOSICIÓN QUÍMICA Y MINERALÓGICA DEL GUANO DE MURCIÉLAGOS DE LA CUEVA RICARDO ZULOAGA, PEÑÓN DE LAS GUACAS, ESTADO MIRANDA

(Chemical and mineralogical composition of guano of bats of the Ricardo Zuloaga caves, Miranda state)

ARIAS I., OLAYA J., FOURNIER H. & URBANI F.

UCV, Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica.

Laboratorio de difracción y fluorescencia de rayos X. Caracas.

La Cueva Ricardo Zuloaga (Mi.42) se ubica en el Peñón de las Guacas adyacente al río Guaire, al Este de la Urbanización La Lagunita Country Club, al sureste de Caracas. Esta cavidad presenta la mayor colonia de murciélagos insectívoros de la región de Caracas, estando el piso cubierto de un grueso espesor de guano en diferentes grados de descomposición.

Previamente FOURNIER & URBANI (1998) determinaron la mineralogía de 27 muestras del guano presente en la cavidad, mostrando tres zonas mineralógicas diferenciables entre sí, que de más viejos y descompuestos a recientes son: 1.- Whitlockita - Yeso – Whitlockita. 2.- Hidroxilapatito – Estruvita. 3.- Hidroxilapatito – Ardealita (Figura 1).

Se realizaron análisis químicos con el fin de caracterizar las muestras integrando los datos químicos y mineralógicos. Para el análisis químico de las muestras se utilizó Espectrometría de fluorescencia de rayos X por dispersión de energía. Componentes mayoritarios con el equipo Minipal Philips fuente de tubo de Rh en paso de aire y los elementos traza V, Cr, Ni, Cu, Ga, Ge, Zr, Sn, Ba, La, Ce con paso de He. Elementos traza Co, Zn, Rb y Sr, con un equipo Niton XL 722S de fuente de  $^{109}\text{Cd}$ .. Los datos se presentan recopilando toda la información química y mineralógica disponible (Tabla 1).

Los resultados indican que las muestras más viejas (>14 ka) que corresponden a la Zona de Whitlockita - Yeso – Whitlockita presentan los valores máximos de Zn, S, Ni, Sr, Ce, MnO, CaO y  $\text{P}_2\text{O}_5$  y los valores mínimos de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ , Rb, Cu, Ba y Cr, mientras que el  $\text{Al}_2\text{O}_3$  no se detectó. Las muestras más jóvenes de la Zona de Hidroxilapatito – Ardealita presentan los valores máximos de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ , Cr, Cu y Rb, siendo la única zona donde se detectó  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , además tiene los valores mínimos de S, Sr, Ni, MnO, CaO,  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Las muestras de la Zona de Hidroxilapatito – Struvita, que son recientes pero algo más descompuestas que aquellas de la zona anterior, presentan valores medios de todas las variables a excepción del valor máximo del Ba mientras que el  $\text{Al}_2\text{O}_3$  no se detectó.

Se interpreta que el calcio es el producto de la disolución de la calcita y dolomita de la roca caja, y a medida que el guano se descompone tiende a precipitar mayores cantidades de yeso, que a su vez concentra altas cantidades de azufre. El fósforo y azufre provienen de la materia orgánica aportada por los murciélagos, el hierro posiblemente provenga de la oxidación de la pirita de la roca caja, mientras que el aluminio podría proceder de los filosilicatos de la roca encajante que en algunos sectores es bastante rica en muscovita. Los cambios químicos observados muestran un comportamiento que afianzan los hallazgos mineralógicos anteriores. La Figura 2 representa la agrupación de las muestras según la composición química determinada, indicando una discriminación de las zonas mineralógicas anteriormente detectadas.

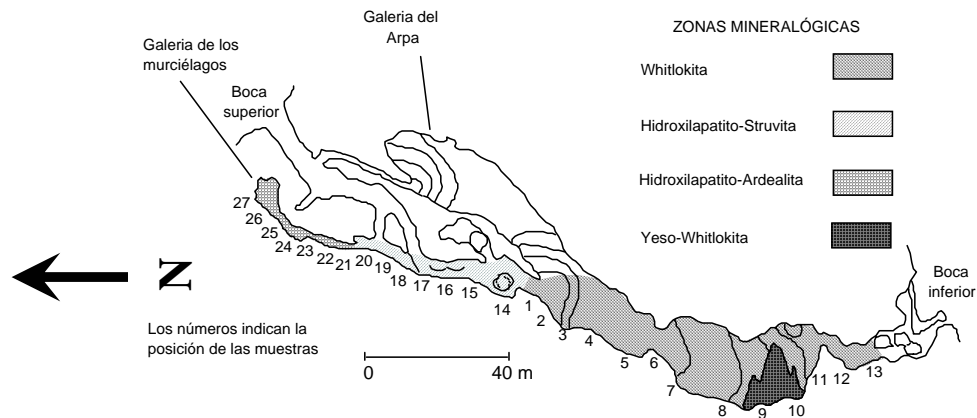
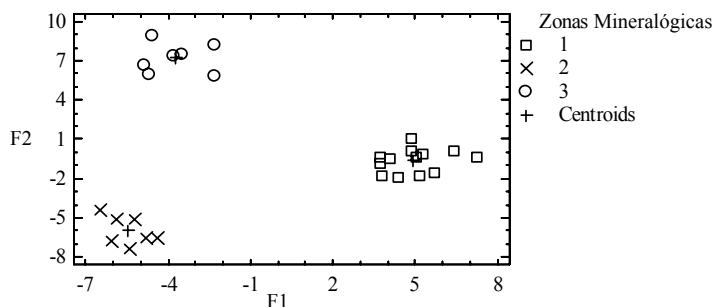


Figura 1. Mapa de ubicación de muestras. Tomado de FOURNIER & URBANI (1998)



**Figura 2.** Funciones discriminantes de las tres zonas mineralógicas establecidas, utilizando componentes mayoritarios y traza. Zonas: 1= Whitlockita - Yeso-Whitlockita. 2=Hidroxilapatito-Struvita. 3=Hidroxilapatito-Ardealita

**Tabla 1.** Tabla análisis químicos de guanos.

ID	Elementos mayoritarios (%)								Elementos traza (ppm)												Zona		
	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	Rb	Sr	Zr	Sn	Ba		La	Ce
RZ - 1	0,16	0,10	1,87	0,07	18,08	10,05	1,16	20	72	<50	361	50	653	<15	36	98	57	164	<4	1100	37	77	1
RZ - 2	0,06	0,01	0,92	0,08	26,67	12,64	3,65	113	29	<50	780	117	953	<15	50	67	81	<100	<4	673	24	30	
RZ - 3	0,09	0,01	1,39	0,11	28,57	17,09	2,49	20	<10	<50	922	155	1510	<15	47	92	118	211	<4	583	56	133	
RZ - 4	0,01	0,01	0,62	0,09	32,10	12,82	6,63	110	12	<50	1027	155	1150	<15	59	45	99	<100	<4	<100	28	75	
RZ - 5	0,60	0,01	1,40	0,09	31,16	15,53	3,46	20	<10	<50	1006	149	1130	<15	58	77	117	340	<4	<100	57	156	
RZ - 6	0,06	0,01	1,27	0,10	30,06	16,29	3,28	50	28	<50	916	189	1580	<15	48	72	122	<100	<4	<100	33	83	
RZ - 7	0,04	0,01	0,95	0,11	31,50	16,57	4,62	20	<10	<50	1027	179	1690	<15	30	62	119	248	<4	<100	52	119	
RZ - 8	0,04	0,01	1,48	0,05	26,78	6,02	3,47	20	<10	<50	752	91	522	<15	40	46	101	269	<4	815	39	90	
RZ - 9	0,01	0,01	0,25	0,05	26,97	1,42	2,37	20	34	<50	1061	92	208	<15	40	26	125	160	<4	2100	31	14	
RZ - 10	0,01	0,01	0,36	0,06	28,76	4,02	3,39	20	<10	<50	1119	139	579	<15	35	41	88	186	<4	1000	49	66	
RZ - 11	0,02	0,01	0,76	0,10	32,09	15,67	5,23	20	<10	<50	1133	169	1370	<15	58	47	103	377	<4	<100	67	142	
RZ - 12	0,01	0,01	0,77	0,10	32,04	16,08	5,39	42	<10	<50	1008	180	1380	<15	71	52	98	<100	<4	<100	42	99	
RZ - 13	0,15	0,01	2,54	0,17	27,00	7,54	2,64	20	62	<50	791	119	515	<15	53	114	89	161	<4	1600	27	17	
<b>Media</b>	<b>0,10</b>	<b>0,02</b>	<b>1,12</b>	<b>0,09</b>	<b>28,60</b>	<b>11,67</b>	<b>3,68</b>	<b>38</b>	<b>24</b>	<b>50</b>	<b>916</b>	<b>137</b>	<b>1018</b>	<b>&lt;15</b>	<b>48</b>	<b>65</b>	<b>101</b>	<b>194</b>	<b>&lt;4</b>	<b>660</b>	<b>42</b>	<b>85</b>	
RZ - 14	0,06	0,01	1,26	0,06	12,62	5,99	2,78	20	84	<50	182	247	690	<15	42	61	63	<100	9	1725	28	<10	2
RZ - 15	0,09	0,01	1,54	0,07	15,21	8,44	2,57	20	93	<50	254	208	742	<15	59	73	83	<100	8	1631	24	<10	
RZ - 16	0,11	0,01	1,75	0,08	22,78	15,28	1,53	20	16	<50	614	201	942	<15	53	77	110	312	<4	689	46	114	
RZ - 17	0,11	0,01	1,70	0,04	11,91	5,65	3,01	34	90	<50	146	217	590	<15	44	73	64	<100	10	2000	10	<10	
RZ - 18	0,10	0,01	1,60	0,03	13,36	4,63	4,08	20	70	<50	162	227	566	<15	33	64	82	<100	6	1685	21	<10	
RZ - 19	0,08	0,01	1,51	0,04	10,82	4,96	3,57	32	88	<50	180	280	650	<15	34	65	73	<100	6	2100	11	<10	
RZ - 20	0,10	0,01	1,83	0,03	6,85	4,04	1,74	20	117	<50	87	348	607	<15	35	63	52	<100	11	2700	16	<10	
<b>Media</b>	<b>0,09</b>	<b>0,01</b>	<b>1,60</b>	<b>0,05</b>	<b>13,36</b>	<b>7,00</b>	<b>2,75</b>	<b>24</b>	<b>80</b>	<b>50</b>	<b>232</b>	<b>247</b>	<b>684</b>	<b>&lt;15</b>	<b>43</b>	<b>68</b>	<b>75</b>	<b>130</b>	<b>8</b>	<b>1810</b>	<b>22</b>	<b>25</b>	
RZ - 21	0,35	1,76	4,40	0,02	9,44	5,87	1,53	23	136	<50	154	314	542	16	28	153	56	<100	6	1600	28	29	3
RZ - 22	0,48	4,35	5,74	0,03	5,75	6,87	0,81	56	110	140	122	342	456	25	25	169	39	135	8	1400	14	42	
RZ - 23	0,29	5,31	3,58	0,04	13,38	10,21	1,05	20	124	<50	236	223	918	<15	40	161	45	179	<4	1700	28	37	
RZ - 24	0,24	0,01	2,93	0,04	10,61	5,69	2,19	52	70	102	107	406	881	<15	41	86	30	<100	<4	1700	15	24	
RZ - 25	0,16	0,01	2,24	0,03	12,90	5,67	2,61	32	97	86	163	362	880	<15	55	81	38	134	<4	1600	19	21	
RZ - 26	0,27	0,07	3,19	0,04	9,60	5,11	1,41	20	150	<50	165	255	586	<15	30	138	39	<100	8	2000	22	17	
RZ - 27	0,51	7,03	4,87	0,04	6,54	7,18	0,63	77	143	<50	74	378	702	<15	22	243	69	<100	10	1700	12	17	
<b>Media</b>	<b>0,33</b>	<b>2,65</b>	<b>3,85</b>	<b>0,03</b>	<b>9,75</b>	<b>6,66</b>	<b>1,46</b>	<b>40</b>	<b>119</b>	<b>75</b>	<b>146</b>	<b>326</b>	<b>709</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>147</b>	<b>45</b>	<b>121</b>	<b>5</b>	<b>1670</b>	<b>20</b>	<b>27</b>	

Métodos analíticos: Espectrometría de fluorescencia de rayos X por dispersión de energía. Componentes mayoritarios con el equipo Minipal Philips fuente de tubo de Rh en paso de aire y los elementos traza V, Cr, Ni, Cu, Ga, Ge, Zr, Sn, Ba, La, Ce con paso de He. Elementos traza Co, Zn, Rb y Sr, con un equipo Niton XL 722S de fuente de <sup>109</sup>Cd.

**ESTUDIO QUÍMICO Y PETROGRÁFICO DE ALGUNAS ROCAS DEL ESQUISTO DE TACAGUA,  
QUEBRADA SECA, ESTADO VARGAS  
(Chemical and petrographic study of rocks of Tacagua Schist, Quebrada Seca, Vargas state)**

ARIAS I. & YÉPEZ S.

UCV, Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Laboratorio de difracción y fluorescencia de rayos X. Caracas. Profesor Tutor: F. URBANI

Las rocas del Esquisto de Tacagua de la Asociación Metamórfica La Costa (AMLC) de posible edad cretácica, fueron objeto de estudio en la localidad de la Qda. La Concha, afluente de Quebrada Seca de Caraballeda. Allí aparece un cuerpo de serpentinita que fue muestreado en detalle, el bloque se presenta como un conspicuo cuerpo lenticular y masivo de aproximadamente de 5 m de ancho y quizás una decena de metros de largo, no observando evidencias de que se encuentre en una zona de fallas, como ocurre en la mayor parte de los cuerpos de serpentinita observados en la AMLC. El cuerpo es de serpentinita y está rodeado de rocas verde claro y esquisto grafitoso típicas de la Unidad, estas últimas muy deformadas en régimen dúctil.

Las muestras se estudiaron petrográficamente, dando como resultado que las muestras LC1 a LC5 resultaron ser serpentinita, pero un tanto anómalas ya que a diferencia de otros cuerpos de serpentinita de la Cordillera de la Costa, estas presentan un alto porcentaje de carbonato de muy alto relieve (magnesita?), con cristales esparcidos homogéneamente en la roca y no como vetas, dando por consiguiente a un valor relativamente bajo para los minerales del grupo de la serpentinita. La muestra LC6 es un esquisto de color verde claro, actinolítico albitico epidótico, muy típico de la Unidad.

La serpentinita aparte del alto porcentaje de carbonatos, tienen variedades mineralógicas con proporciones variables de clorita, epidoto y talco. Este tipo de roca se han descrito con frecuencia en complejos ofiolíticos. El cuerpo en si de serpentinita parece constituir un olistolito rodeado de metatobas (rocas verdes). El bloque original pudo haberse incorporado a la cuenca volcano-sedimentaria desde un talud tectónicamente activo. Posteriormente durante el metamorfismo debieron ocurrir condiciones apropiadas para ocurrir cierto grado de metasomatismo, que permitiera la formación de la roca hoy visible.

Las muestras fueron analizadas petrográficamente y químicamente con espectrometría de fluorescencia de rayos X por dispersión de energía (FRX-DE). Componentes mayoritarios con un equipo Philips Minipal con tubo de Rh en paso de aire y los elementos traza V, Cr, Co, Ga, Ge, Zr y Ba con paso de He. Elementos traza: Ni, As y Sr con un equipo de FRX-DE (Niton XL722S) con fuente radioactiva de <sup>109</sup>C, los resultados se muestran en las tablas siguientes:

**Tabla 1.** Composición mineralógica de las muestras (% en volumen)

<b>Mineral</b>	<b>LC1</b>	<b>LC2</b>	<b>LC3</b>	<b>LC4</b>	<b>LC5</b>	<b>LC6</b>
<b>Grupo de la serpentina</b>	36	39	48	47	39	
<b>Albita</b>						28
<b>Grupo del epidoto</b>	10	8	7	4	3	10
<b>Clorita</b>	6	18	16	8	20	
<b>Talco</b>	8	5	5	3	1	
<b>Mica blanca</b>			5			
<b>Hematita</b>	15	5		3		2
<b>Pirita</b>	5		1		1	
<b>Carbonato</b>	20	25	18	27	25	
<b>Cuarzo</b>				7	10	12
<b>Esfena</b>				1	1	
<b>Actinolita-Tremolita</b>						48

**Tabla 2.** Análisis químicos

ID	Componentes mayoritarios (%)								Elementos traza (ppm)								Litología	
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	V	Cr	Co	Ni	Ga	As	Sr	Ge		Ba
LC1	39,6	0,35	8,41	0,21	25,9	6,61	<0,01	0,02	48	1480	72	1659	17	51	174	<10	1511	Serpentinita
LC2	47,4	0,25	8,30	0,04	26,6	0,96	<0,01	<0,01	89	1850	110	2000	33	27	18	<10	1258	Serpentinita
LC3	41,2	0,00	8,96	0,22	28,7	4,45	<0,01	<0,01	14	1210	80	1690	<15	43	53	<10	1458	Serpentinita
LC4	46,0	0,00	8,71	0,08	28,0	1,38	<0,01	<0,01	51	1560	91	1659	<15	47	30	<10	1057	Serpentinita
LC5	44,1	0,53	8,40	0,12	29,6	4,05	<0,01	<0,01	43	1859	75	1360	<15	84	35	<10	1099	Serpentinita
LC6	38,4	10,21	9,88	0,16	6,55	8,78	<0,01	0,76	39	432	65	179	25	53	211	10	798	Esquisto

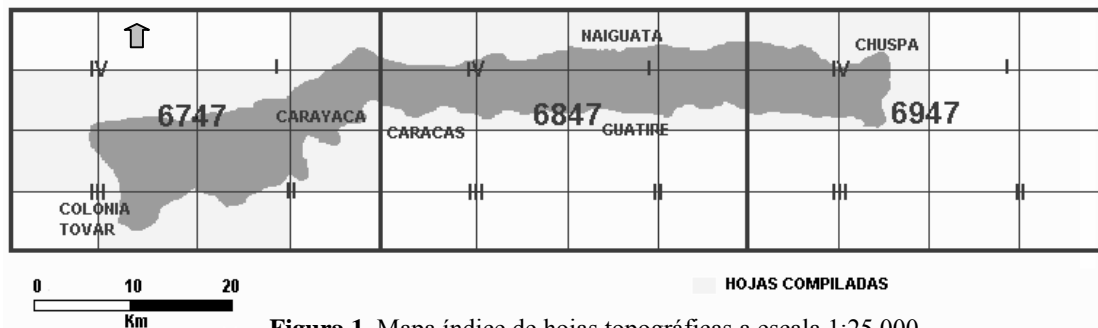
**Métodos analíticos:** Espectrometría de fluorescencia de rayos X por dispersión de energía (FRX-DE). Componentes mayoritarios con un equipo Philips Minipal con tubo de Rh en paso de aire y los elementos traza V, Cr, Co, Ga, Ge, Zr y Ba con paso de He. Elementos traza: Ni, As y Sr con un equipo de FRX-DE (Niton XL722S) con fuente radioactiva de <sup>109</sup>Cd.

## **CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA DEL ESTADO VARGAS Y DEL FLANCO SUR DEL ÁVILA. (Geological mapping of the Vargas State and Southern Side of the Ávila massif)**

BARBOZA L. & RODRÍGUEZ S.

UCV, Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Laboratorio de difracción de rayos X.  
Caracas. Profesores tutores: F. URBANI y J. A. RODRÍGUEZ

El objetivo principal de este trabajo fue realizar la integración de la cartografía geológica existente para el estado Vargas y del flanco sur del Ávila, debido a que era necesario tener la información geológica en hojas 1:25.000 para la posterior elaboración de mapas de riesgos, a raíz de los eventos de flujos torrenciales de diciembre de 1999. Se obtuvieron 23 mapas, con un área total de 2.400 Km<sup>2</sup> (Figura 1).



**Figura 1.** Mapa índice de hojas topográficas a escala 1:25.000.

Para ello, la metodología empleada fue de recopilación de los trabajos previos (incluyendo Trabajos Especiales de Grado e informes geológicos), estudio fotogeológico, excursiones geológicas de los sectores con información escasa o contradictoria y elaboración del informe escrito y las 23 hojas geológicas.

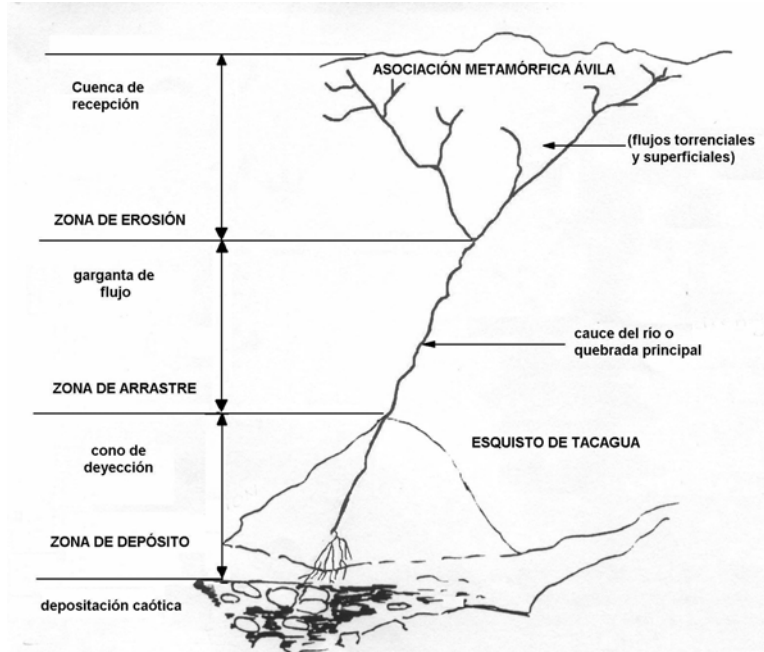
Las unidades que afloran en la zona son las siguientes: Rocas Sedimentarias (Formación La Playita, Formación Guatire, Formación La Sabana y Grupo Cabo Blanco); Asociación Metamórfica La Costa (Anfibolita de Nirgua, Mármol de Antimano, Esquisto de Tacagua y Serpentina); Asociación Metasedimentaria Caracas (Esquisto de Las Mercedes y Esquisto de Las Brisas); Asociación Metamórfica Ávila (Metadiorita de Todasana, Metatonalita de Caruao, Metagranito de Naiguatá, Metaígneas de Tócome, Gneis de Colonia Tovar, Complejo San Julián y Augengneis de Peña de Mora).

Las facies metamórficas del último evento metamórfico de las rocas de la región corresponde a los esquistos verdes entre las zonas de la clorita, biotita y almandino. En diversas rocas se presentan anfíbol verde-azul o glaucofano, como relictos de una fase anterior de metamorfismo de mayor relación P/T (esquistos azules). Hay evidencias de transformaciones retrógradas, debido a la presencia de clorita como producto de transformación del granate y/o biotita.

Se determinaron tres patrones de fallas, siendo el más antiguo el de orientación E-W, a este sistema pertenecen las fallas de San Sebastián, Macuto y Ávila. Los otros dos son N40-70° W y N30-70° E. La foliación se debe a las

texturas metamórficas lepidoblástica y nematoblástica. La foliación predominante es N10-80° E con buzamiento al norte y al sur, entre 16 y 84°. Las diaclasas tienen orientación principal N 35-80° E y buzamiento de 40-80 tanto al sur como al norte y N 35-80° W, con buzamiento 30-85° al norte.

Los flujos torrenciales que afectaron al estado Vargas y a algunas quebradas de Caracas, fueron de dos tipos: fangosos y granulares. Los flujos torrenciales fangosos provinieron del Esquisto de Tacagua y los granulares (de tamaño de grano que variaba desde arena hasta bloques métricos) de la Asociación Metamórfica Ávila (Figura 2). Este fenómeno ocurrió como consecuencia de unas intensas y prolongadas lluvias que afectaron a la costa de Venezuela, en el mes de diciembre de 1999.



**Figura 2.** División de la ladera norte del Ávila. Tomado y modificado de GONZÁLEZ (1992).

## Referencias

- BARBOZA L. & S. RODRÍGUEZ. 2001. *Integración de la geología del estado Vargas y del flanco sur del macizo del Ávila al norte de Caracas*. Trabajo Especial de Grado UCV. 316 p.
- GONZÁLEZ C. 1992. La actividad torrencial en ciudades circundadas por laderas y sus consecuencias. *Mem. Curso internacional sobre mitigación de desastres: uso de información de peligros naturales en la preparación de proyectos de inversión*. Universidad Nacional de Ingeniería. Centro Peruano japonés de Investigaciones Sísmicas y mitigación de desastres. 14-9 al 9-10, Lima, (II): 691 – 698.

## CARACTERIZACIÓN QUÍMICA Y RADIOMÉTRICA DE MUESTRAS DE SEDIMENTOS SUPERFICIALES DE LA FACHADA ATLÁNTICA

(Chemical and radiometric characterization of surface sediments from the Atlantic Front, Venezuela)

BARITTO I., ARIAS I., CAMPOSANO L., FOURNIER H. & URBANI F.  
UCV, Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica.  
Laboratorio de Difracción y Fluorescencia de Rayos X. Caracas.

La caracterización química y radiométrica (radiactividad γ natural) de sedimentos, puede aportar información sobre procesos y ambientes sedimentarios, así como eventos genéticos y/o cíclicos, discriminación de litofacies, además vincular procesos geológicos que tienen lugar en las cercanías de la costa con la distribución sedimentaria. Se caracterizaron química y radiométricamente 60 muestras de sedimentos superficiales del fondo marino frente al Delta del Orinoco, obtenidos con el objeto de establecer relaciones de distribución areal y de fuentes de aporte sedimentario.

Las muestras fueron secadas y disgregadas, luego analizadas químicamente por espectrometría de fluorescencia de rayos X por energía dispersiva (FRX-DE) y por espectrometría gamma (EG) multicanal con cristal de NaI(Tl). Se

determinó la concentración de los componentes mayoritarios SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO, MgO, TiO<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>O por FRX-DE con fuente de tubo de Rh, y de los elementos traza Ni, Zn, Zr, Rb, Pb, Sr y V por FRX-DE con fuente radioactiva de <sup>109</sup>Cd. A través del equipo de EG se obtuvieron los espectros gamma de donde se discriminaron las ventanas correspondientes a  $\gamma$  <sup>40</sup>K (1460,75 eV),  $\gamma$  <sup>214</sup>Bi (609,3 eV),  $\gamma$  <sup>208</sup>Tl (583,14 eV),  $\gamma$  <sup>214</sup>Bi (1764,5 eV),  $\gamma$  <sup>228</sup>Ac (911,07 eV),  $\gamma$  <sup>208</sup>Tl (2614,7 eV),  $\gamma$  <sup>214</sup>Bi (1120,3 eV) y las ventanas  $\gamma$  Total,  $\gamma$  F1,  $\gamma$  F2,  $\gamma$  F3,  $\gamma$  F4,  $\gamma$  F5 y  $\gamma$  F6 ubicadas entre los isótopos antes mencionados. Los datos se procesaron con herramientas estadísticas univariadas y multivariadas tales como: histogramas de frecuencia, diagramas caja, diagramas de dispersión y perfiles de distribución, entre otros.

Los datos químicos permiten visualizar diferencias químicas significativas entre los diferentes transectos. Se destaca que en el transectos A y E las concentraciones de los elementos Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, MnO, K<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y Zn están en un orden de magnitud mayor y bastante similares entre sí, mientras que para los transectos B y C el contenido de CaO es el preponderante y las concentraciones de los otros elementos químicos mayoritarios son de menor concentración. De igual forma se tiene un contenido notable de Zr como elemento traza para el transecto B, mientras que se observa una mayor cantidad de los elementos Sr, Ni y Pb para las muestras pertenecientes a los transectos C y E. En cuanto al Rb podemos destacar una mayor concentración de este elemento en las muestras pertenecientes a los transectos E y B. De los análisis radiométricos realizados tenemos que para el transecto B tenemos los mayores conteos de <sup>208</sup>Tl, <sup>40</sup>K y <sup>228</sup>Ac, mientras que para el transecto E es mayor el contenido de <sup>214</sup>Bi. De acuerdo a las características químicas y radiométricas observadas en los diferentes transectos se realizaron interpretaciones sobre las zonas de aporte sedimentario.

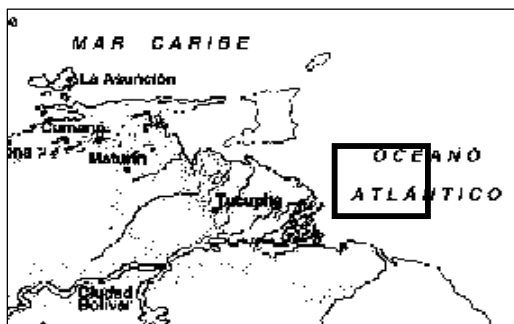


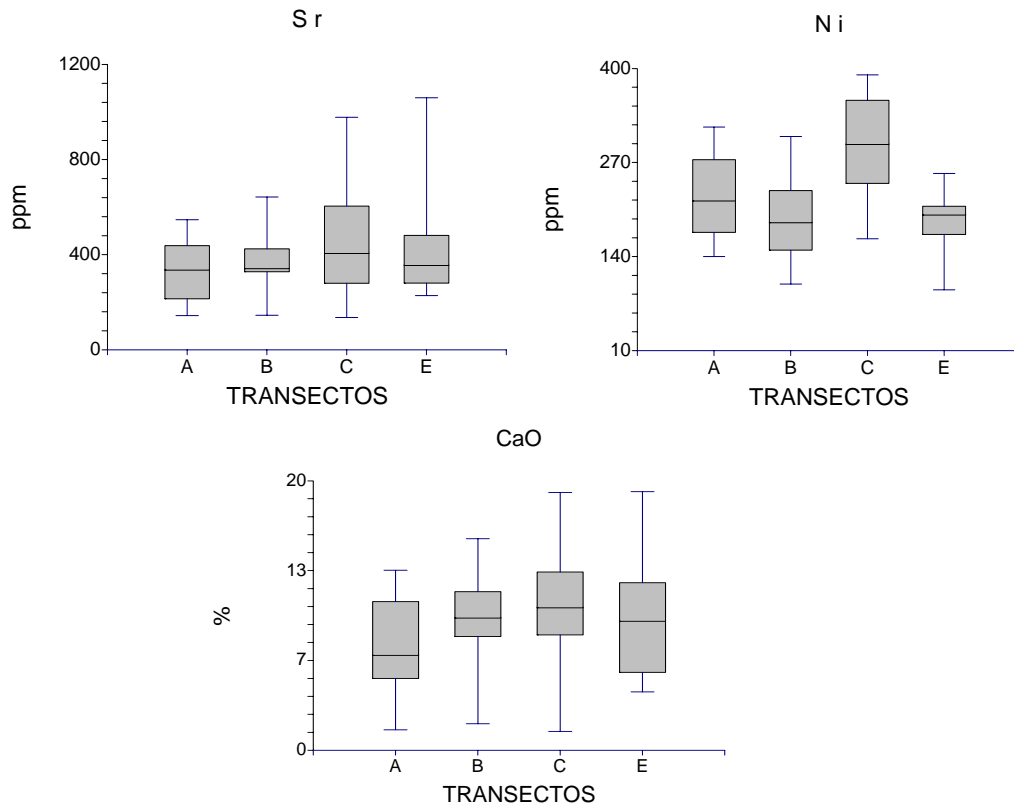
Figura 1. Mapa de localización de zona de estudio.

Tabla 1. Composición química promedio

TRANSECTOS	ELEMENTOS MAYORITARIOS (%)								ELEMENTOS TRAZAS (ppm)						
	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	V	Ni	Zn	Rb	Sr	Zr	Pb
A	39,02	0,57	11,67	5,58	0,08	<1	7,57	1,55	<25	200	88	183	330	165	44
B	35,26	0,52	8,98	4,99	0,07	<1	9,97	1,41	<25	147	69	158	372	205	40
C	36,26	0,48	8,5	5,12	0,03	<1	10,71	1,22	<25	292	68	139	462	148	39
E	34,72	0,51	10,15	5,13	0,09	<1	9,96	1,56	<25	171	75	178	433	88	45

Tabla 2. Promedios de variables radiométricas.

TRANSECTOS	VARIABLES RADIOMÉTRICAS (cps)												
	<sup>208</sup> Tl	<sup>214</sup> Bi	F1	<sup>228</sup> Ac	<sup>214</sup> Bi	<sup>40</sup> K	<sup>214</sup> Bi	F2	<sup>208</sup> Tl	F3	F4	F5	F6
A	2,24	3,20	3,16	5,21	2,68	3,71	1,98	1,66	2,34	0,41	1,30	0,39	0,66
B	2,26	3,20	3,16	5,29	2,66	3,74	1,98	1,68	2,39	0,41	1,33	0,42	0,63
C	2,23	3,21	3,16	5,11	2,70	3,69	1,94	1,69	2,36	0,40	1,29	0,37	0,67
E	2,25	3,25	3,17	5,24	2,73	3,76	1,98	1,69	2,41	0,40	1,34	0,39	0,66



**Figura 2.** Diagramas caja donde se muestra la variabilidad de ciertos componentes químicos entre los diferentes transectos

## EQUIVALENCIA ENTRE LAS DIVERSAS FÓRMULAS DEL CÁLCULO DE ERRORES DE LA EDAD DETERMINADA POR EL MÉTODO DE HUELLAS DE FISIÓN

BERMÚDEZ-CELLA M. <sup>(1)</sup>, ALSON P. <sup>(2)</sup> & MORA-MATOS J. <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>UCV, Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Laboratorio de Termocronología.

<sup>(2)</sup>UCV, Facultad de Ciencias. Escuela de Matemáticas. Caracas.

**Resumen:** Existen en la literatura diversas fórmulas para el cálculo de los errores asociados con la determinación de la edad de una roca utilizando el Método de Huellas de Fisión, en este artículo se toman todas estas fórmulas y se generalizan en un solo enunciado, con la finalidad de formalizar la equivalencia de todas ellas. Sin embargo, en este trabajo no se realizan pruebas rigurosas, sino se justifican con algunas operaciones válidas realizadas en el área de ingeniería.

**Objetivos generales:** Formalizar la equivalencia entre las distintas fórmulas para el cálculo de las incertidumbres según el Método de Huellas de Fisión. **Objetivos Específicos:** Formalizar mediante un enunciado la fórmula general para el cálculo de incertidumbres

- Utilizar diferentes aproximaciones usadas en ingeniería para demostrar la fórmula general.
- Aplicar esta fórmula general con el fin de mostrar la deducción de las fórmulas de incertidumbre en el caso de la aplicación al Método de Huellas de Fisión.

**Metodología:** Se usará diversas propiedades matemáticas de la esperanza de variables aleatorias independientes y aproximaciones conocidas en el área de ingeniería con la finalidad de resumir mediante un enunciado la equivalencia entre las diversas fórmulas usadas para el cálculo de incertidumbres de la edad en el Método de Huellas de Fisión.

**Resultados:** Al final de este artículo se tendrá un enunciado matemático junto con su prueba no rigurosa el cual permitirá a los usuarios del método de datación por huellas de fisión la equivalencia entre las distintas fórmulas para el cálculo de las incertidumbres. Este artículo representa un aporte significativo en cuanto a la justificación

matemática de estas equivalencias entre las distintas fórmulas de incertidumbres ya que hasta ahora el cálculo de estas a nivel de los laboratorios de huellas de fisión en el mundo no son estándar.

### Referencias

- WAGNER G. and VAN DEN HAUTE P. 1992. *Fission track dating*, Solid Earth Sciences Library, Kluwer Academic Publishers. Netherlands, 285p
- HAACK, U. 1973. The influence of the uranium distribution on the error of fission tracks ages of garnets. *Abstr. Geochronol. Isotope Geol.* (3<sup>rd</sup>. Europ. Colloq. Geochronol. Cosmochronol. Isotope Geol. Oxford) p 9.
- McGee, V.E., and JOHNSON, N.M. 1979. Statistical treatment of experimental errors in the fission track dating method. *Math. Geol.*, Vol. 11, No. 3, USA.
- JOHNSON, N.M., MCGEE, V.E and NAESER, C.W. 1979. A practical method of estimating standard error of age in the fission track dating method. *Nucl. Tracks*, Vol. 3, pp. 93-99, Great Britain.
- MCGEE, V.E., JOHNSON, N.M. and NAESER, C.W. 1985. Simulated fissioning of uranium and testing of the fission track dating. *Nucl. Tracks*, Vol. 10, pp. 365-379, Great Britain.
- BURCHART, J. 1981: Evaluation of uncertainties in fission track dating: some statistical and geochemical problems” *Nucl. Tracks*, Vol. 5, Nos. 1/2,
- BIGAZZI, G., BONNADONA, F., and HADLER, J.C. 1986: Contribution to statistics in fission track counting. *Nucl. Tracks*, Vol. 11, No. 3, pp.123-136, Great Britain.
- BERMÚDEZ, M. (2002): *Estudio de métodos estadísticos para la datación de material rocoso utilizando huellas de fisión*. Universidad Central de Venezuela, Trabajo Inédito. Caracas, Venezuela, 92 p.

## ADAPTACIÓN DE LA ECUACIÓN FUNDAMENTAL DE EDAD A LA ECUACIÓN PRÁCTICA PARA EL MÉTODO DE HUELLAS DE FISIÓN Y SU PROBLEMA DETERMINÍSTICO SUBYACENTE

BERMÚDEZ-CELLA M. <sup>(1)</sup>, ALSON P. <sup>(2)</sup> & MORA-MATOS J. <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>UCV, Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Laboratorio de Termocronología.

<sup>(2)</sup>UCV, Facultad de Ciencias. Escuela de Matemáticas. Caracas.

Resumen: En este artículo se muestra un estudio exhaustivo de la Ecuación Fundamental de la Edad, desde la deducción de esta ecuación hasta su respectiva adaptación al Método de Huellas de Fisión (MHF). Aquí se ha compilado diversas manipulaciones realizadas por los investigadores del área, se da una justificación geológica-matemática y se explica el problema determinístico que se origina al realizar tal adaptación. Este artículo representa un primer intento para familiarizar al lector con los fundamentos teóricos básicos que rigen el método de datación radiométrica por fisión nuclear utilizado en el Laboratorio de Termocronología de la Universidad Central de Venezuela para la datación de material rocoso tanto en cuencas sedimentarias como en terrenos fuentes.

Objetivo General: Familiarizar al lector con los fundamentos teóricos básicos que rigen el método de datación radiométrica por fisión nuclear utilizado en el Laboratorio de Termocronología de la Universidad Central de Venezuela para la datación de material rocoso tanto en cuencas sedimentarias como en terrenos fuentes.

Objetivos específicos:

- Mostrar al lector dos formas de deducir la ecuación fundamental de edad según la Teorías de Rutherford-Soddy y Von Schweidler.
- Familiarizar al lector con la terminología actual usada para fechar una roca o eventos tectotérmicos por el Método de Huellas de Fisión.
- Señalar el problema determinístico que subyace en esta ecuación.
- Explicar la manera como se ha resuelto este problema según el Método de Huellas de Fisión.

Metodología Con la finalidad de cumplir los objetivos planteados en este trabajo, se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva, y se discutió con diversos investigadores del área para poder formalizar y establecer el lenguaje común actual en la metodología utilizada para fechar rocas o eventos tectotérmicos en cuencas sedimentarias.

Resultados: Al final de este artículo se logrará tener una formalización completa de los fundamentos teóricos que rigen el método de datación por huellas de fisión. A pesar de que esto no representa un aporte se explica detalladamente el surgimiento de un problema matemático determinístico que subyace al adaptar la ecuación fundamental de edad a la ecuación práctica para el Método de Huellas de Fisión. También representa un primer intento en familiarizar al lector con esta técnica de datación usada en el Laboratorio de Termocronología de la Facultad de Ingeniería de la UCV.

### Referencias

- FAURE, G. 1986. *Principles of isotope geology*. Second Edition. New York, John Wiley & Sons, 589 p.



- WAGNER G. and VAN DEN HAUTE P. 1992. *Fission track dating*, Solid Earth Sciences Library, Kluwer Academic Publishers. Netherlands, 285p.
- BERMÚDEZ, M. 2002. *Estudio de métodos estadísticos para la datación de material rocoso utilizando huellas de fisión*. Universidad Central de Venezuela, Trabajo Inédito. 92 p.
- FRIEDLANDER, G., KENNEDY, J.W. AND MILLER J.M. 1964. *Nuclear and radiochemistry*, 2<sup>nd</sup> ed., Chapter 6, pp. 166-190. Wiley, New York.
- BURCHART, J. 1981. Evaluation of uncertainties in fission track dating: some statistical and geochemical problems. *Nucl. Tracks*, Vol.5, Nos. ½, pp. 87-92, Great Britain.
- GREEN, P.F. 1981. A new look at statistics in fission track dating, *Nucl. Tracks*, Vol.5, Nos. ½, pp. 77-86, Great Britain.

## TOMOGRFÍA GEOESTADÍSTICA EN DATOS SÍSMICOS MARINOS DE LARGA APERTURA

BOSCH M.

UCV, Facultad de Ingeniería. Departamento de Física Aplicada. Caracas. Correo-e: mbosch@reacciun.ve

Para fines de exploración y de interpretación de la información sísmica es de importancia estimar el campo de velocidades de ondas sísmicas compresionales en el volumen de medio terrestre que las propaga. Una de las técnicas para realizar esta estimación utiliza los tiempos de viaje de distintas fases de la señal que retornan a la superficie y son grabadas en los receptores. Dado un cierto modelo del campo de velocidades los tiempos de viaje para cada fase son simulados por medio de métodos numéricos para trazado de rayos, y comparados con las observaciones. Mediante un proceso de optimización se modifica iterativamente una configuración inicial del campo de velocidades a fin de ir mejorando el ajuste entre tiempos observados y calculados. Este es el procedimiento usual de la tomografía por tiempos de viaje.

La metodología de tomografía geoestadística que se formula en el presente trabajo incorpora criterios adicionales a la optimización que enriquecen el enfoque tradicional, reduciendo la incertidumbre en la estimación del campo de velocidades sísmicas. Conjuntamente con el objetivo de aproximar tiempos observados y calculados, se incorporan los objetivos de honrar en las configuraciones de velocidad estimadas características esperadas por razones geológicas y petrofísicas, que son descritas en términos geoestadísticos, tales como (1) la textura y continuidad espacial en el campo, (2) valores centrales esperados para las velocidades y estructura, y (3) varianzas de la configuración estimada respecto a la configuración esperada previamente.

Para ello la optimización consiste en minimizar una función objetivo a dos términos,

$$S = (\mathbf{d}^{\text{cal}} - \mathbf{d}^{\text{obs}})^t \mathbf{C}_d^{-1} (\mathbf{d}^{\text{cal}} - \mathbf{d}^{\text{obs}}) + (\mathbf{m} - \mathbf{m}^{\text{previo}})^t \mathbf{C}_m^{-1} (\mathbf{m} - \mathbf{m}^{\text{previo}}), \quad (1)$$

en el cual el primer término a la derecha corresponde al ajuste de datos observados y calculados y el segundo término a la derecha corresponde a la proximidad con las hipótesis geoestadísticas sobre el campo de velocidades. En la expresión anterior S es la función objetivo,  $\mathbf{d}^{\text{cal}}$  y  $\mathbf{d}^{\text{obs}}$  son los tiempos de viaje calculados y observados respectivamente,  $\mathbf{m}$  es el arreglo de parámetros del modelo de velocidades,  $\mathbf{m}^{\text{previo}}$  son los valores centrales para la configuración *a priori* del campo de velocidades,  $\mathbf{C}_d$  y  $\mathbf{C}_m$  son las matrices de covarianza previas de los datos y el modelo respectivamente.

El procedimiento es aplicado a datos de sísmica marina recolectados en una región del margen europeo del océano Atlántico, utilizando fases de corta apertura reflejadas en las interfaces geológicas del medio, y de larga apertura retornadas por el gradiente vertical de velocidades en el basamento. Los valores previos esperados para las velocidades se obtuvieron de medidas en pozos cercanos y para las interfases entre capas a partir de sísmica migrada. El modelo de velocidades estimado mejoró significativamente el ajuste a los tiempos de viaje y facilitó la interpretación estructural en el área.

**ESTUDIO MICROTTECTÓNICO DE LA VERTIENTE NORTE DEL MACIZO ÁVILA ENTRE LA  
GUAIRA Y PUNTA CARE, ESTADO VARGAS**  
**(Microtectonic study of the northern slope of Avila massif between La Guaira and Punta Care, Vargas state)**

BRAVO A. & VILAS B.

UCV, Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica.

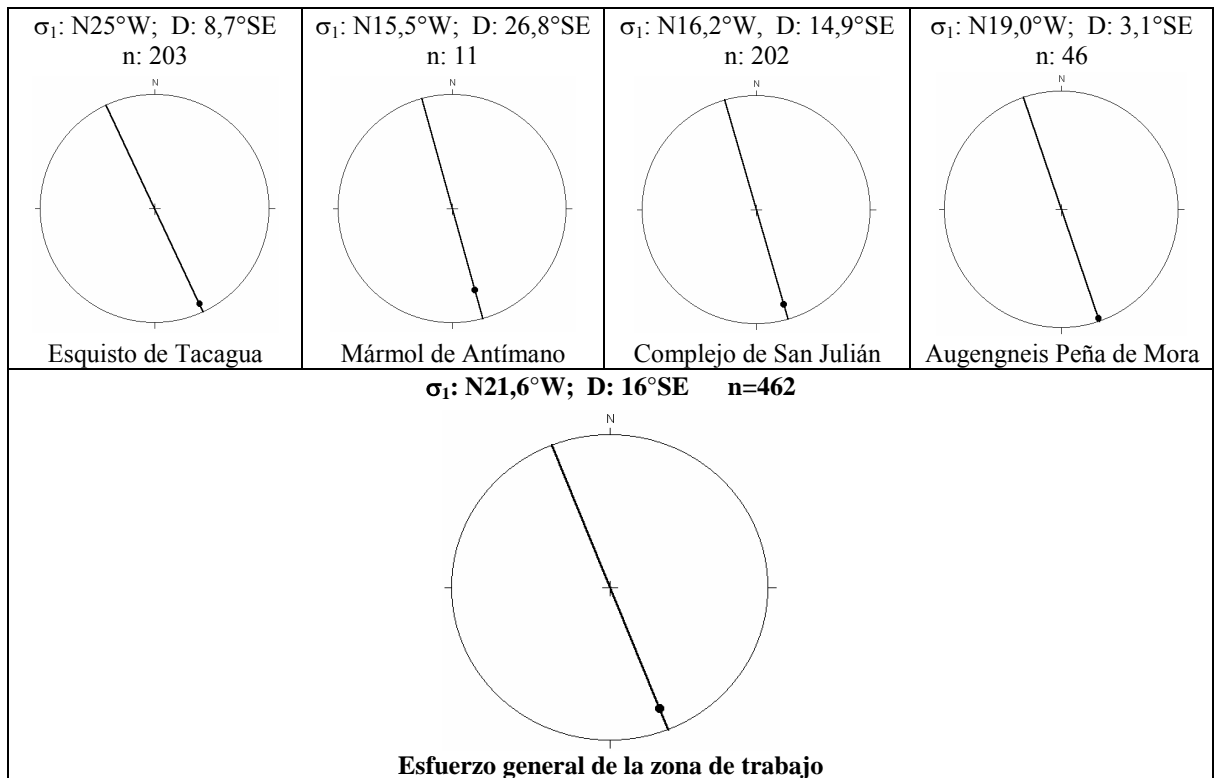
Profesores tutores: F. URBANI & F. AUDEMARD.

La microtectónica es una herramienta usada en geología estructural que relaciona los vectores de esfuerzo presentes en una zona específica, a través de estructuras geológicas determinadas a escala de afloramiento o inferior a ésta, para establecer rasgos relacionados con la geodinámica de una localidad determinada. Bajo esta premisa, en este trabajo se realizó un estudio microtectónico en la zona comprendida entre las cuencas de las quebradas Care y Piedra Azul, vertiente norte del macizo Ávila del estado Vargas (un área aproximada de 120 km<sup>2</sup>). En el área se trabajaron 16 cuencas drenadas tanto por ríos como por quebradas, con el propósito de obtener información sobre la tectónica de ésta, y precisar la geodinámica que ha incidido en su morfología, comparándola con los modelos geodinámicos propuestos para el Caribe. Por ello se realizó un levantamiento y un croquis en treinta y siete (37) estaciones de trabajo, tanto para las unidades litodémicas (Esquisto de Tacagua, Mármol de Antímamo, Complejo San Julián y Augengneis de Peña de Mora) así como para los contactos entre éstas; se recolectaron y caracterizaron muestras orientadas y se midieron los diversos elementos de fallas y pliegues, estableciendo los sentidos de movimientos a través de criterios microtectónicos; además, se analizaron estructuras microtectónicas a través del microscopio petrográfico, obteniéndose las direcciones de esfuerzos principales responsables de las deformaciones ocurridas en la zona.

Durante la fase de campo, en las rocas de dominio frágil se midió fracturamiento, fallamiento y diaclasado, y en las de dominio dúctil plegamiento y esquistosidad. La recolección de muestras orientadas fue indispensable para el análisis de orientaciones preferenciales, investigación de superposición de foliaciones, relaciones entre crecimientos de minerales metamórficos y fábrica tectónica, determinaciones de esfuerzo, entre otras. El trabajo de campo consistió en la medición y registro de los datos estructurales de la muestra y de la estación de trabajo (foliación, diaclasas, limbos, plano y eje de pliegue, estilolitos, estructuras rotacionales, espejos de falla, estrías, fallas, color fresco y meteorizado, litología, textura, orientación espacial de las muestras, dirección de movimiento tanto de estría, como de lineación mineral y eje del pliegue, etc). A las muestras: espejo de falla con estrías, roca foliada o bandeada, pliegues y roca masiva, se les hizo secciones finas, elaborando a su vez la estereografía del plano de corte y sus estructuras correspondientes.

Durante el trabajo de laboratorio, mediante criterios microtectónicos evaluados en secciones finas, se determinó el vector compresivo ( $\sigma_1$ ) característico de cada estación de trabajo. Los criterios microtectónicos para determinar el  $\sigma_1$  fueron: deslizamientos de zonas internas de los granos o “kink bands”, estructuras granulares de diamante tipo “M y geometría de las protuberancias en los límites de grano.

Los resultados de  $\sigma_1$  determinaron que la dirección general es NNW-SSE con un leve declive al SE, coincidiendo con el proceso geodinámico en macroescala actualmente activo (movimiento relativo “transpresivo - dextral” de la placa Caribe contra la placa Suramericana). El  $\sigma_1$  se relaciona con un sistema de deformación y esfuerzo de carácter dextral aplicado en una tectónica frágil de rocas pre-deformadas con distintas fases y tipos de deformación (dúctil y frágil). En un análisis del dominio frágil, en este trabajo se obtuvieron dos familias de estrías de falla, una de carácter subhorizontal (tectónica actual o fase de deformación presente) y otra subvertical (fase de deformación anterior, sin distinción de edad). Aunque el patrón de estrías subvertical pertenecen a una fase de deformación que precede a la subhorizontal, la inclinación del plano de falla donde se hallaron parece no coincidir con la inclinación del plano de origen. En dominio dúctil, a través del estudio de las distintas generaciones de pliegues, se observaron tres fases de deformación, a través de las evidencias de S1, S2 y S3. En general, tanto las fallas como las fracturas de la zona son NNW-SSE, NNE-SSW y E-W, de carácter dextral, surgidas por el acomodo de una estructura dextral de mayor escala, tal como el sistema de fallas de San Sebastián y Macuto. Sin embargo, se observaron algunas fallas sinestrales NNW-SSE. Según lo observado, la mayoría de los pliegues encontrados, en el Esquisto de Tacagua y el Complejo San Julián, parecen haber surgido como desarrollo de un esfuerzo de compresión, por la presencia de foliación dispuesta en abanico. En general, la dirección de los vectores  $\sigma_1$  en micropliegues y microfallas, obtenidos experimentalmente, corresponden con una orientación NNW-SSE.



$\sigma_1$ : Rumbo del vector compresivo, D: Declive del vector compresivo, n: Número de mediciones

**Figura 1.** Representación estereográfica de los esfuerzos compresivos de la zona estudiada

Al comparar los resultados de las distintas medidas de  $\sigma_1$  para cada una de las litologías expuestas en la zona de estudio, no se evidenció una variación apreciable, lo cual sugiere un proceso compresivo homogéneo para la zona en general. Sin embargo a escala de afloramiento, se observaron variaciones apreciables de  $\sigma_1$ , posiblemente correspondiente a las características geológicas del entorno en función de su escala, lo que contribuye a teorizar sobre la posibilidad del concepto “partición de esfuerzos” a escalas inferiores a la regional.

**ANÁLISIS DE FUNCIONES DISCRIMINANTES A PARTIR DE ELEMENTOS MAYORITARIOS Y TRAZA DE LA FORMACIÓN MIRADOR, SAN PEDRO DEL RÍO ESTADO TÁCHIRA  
(Discriminant functions analysis of major and trace elements of Mirador Formation, San Pedro del Rio, Táchira state, Venezuela)**

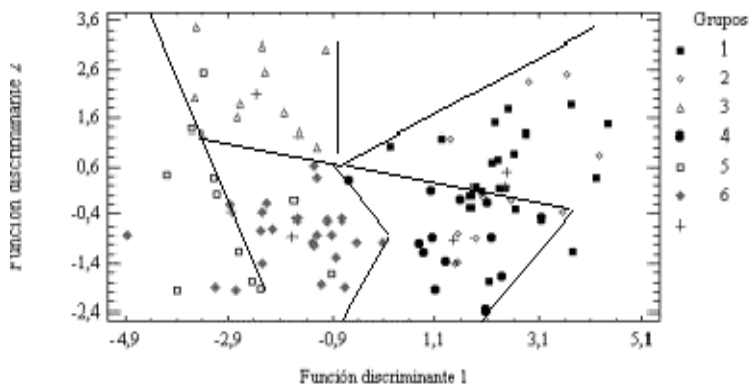
CAMPOSANO L, MARTÍNEZ N. & URBANI F.

UCV, Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Laboratorio de Difracción de Rayos X. Caracas. Correo-e: lualcamp@yahoo.com

A partir de elementos mayoritarios y traza, se realizó el estudio químico de una sección estratigráfica de la Formación Mirador, en el occidente venezolano, la cual se ubica 250 m río arriba desde la confluencia del río Lobaterita con la Quebrada Honda, en un corte de la autopista en construcción Lobatera - La Fría cercana a la población de San Pedro del Río en el estado Táchira. Un total de 89 muestras fueron colectadas, preparadas y analizadas, correspondientes básicamente a lutitas, limolitas y areniscas de la Formación. Empleando el método de fluorescencia de rayos x por energía dispersiva se determinaron las concentraciones de los elementos SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, K<sub>2</sub>O, MgO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Ba, Cu, V, La, Ce, Zr, Sr, Rb, Zn, Ni y Cr y con el método de espectrometría gamma, las cps de radiactividad gamma natural en las ventanas  $\gamma$ Total,  $\gamma$ F1,  $\gamma^{40}$ K,  $\gamma$ F2,  $\gamma^{214}$ Bi,  $\gamma$ F3,  $\gamma^{208}$ Tl y  $\gamma$ F4.

MARTÍNEZ & CAMPOSANO (2000) definen “Unidades químico-radiométricas” a partir de las variaciones verticales de todos los datos analizados, que al ser integradas con la información sedimentológica existente, muestran

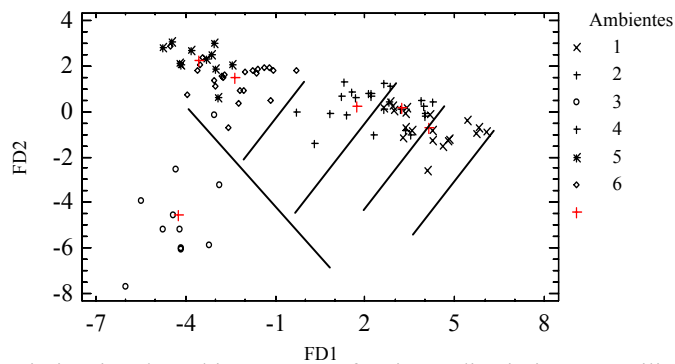
que tales unidades representan posibles cambios en los ambientes de deposición y sus límites constituyen límites de unidades sedimentarias, identificando dentro de algunas unidades superficies de máxima inundación. Estos autores, proponen un par inicial de funciones discriminantes (FD) que permiten separar cada uno de los ambientes sedimentarios propuestos por PAPANONI (1992), a partir de datos de elementos mayoritarios y cps de variables radiométricas, alcanzando un 86% de aciertos en la clasificación (Figura 1).



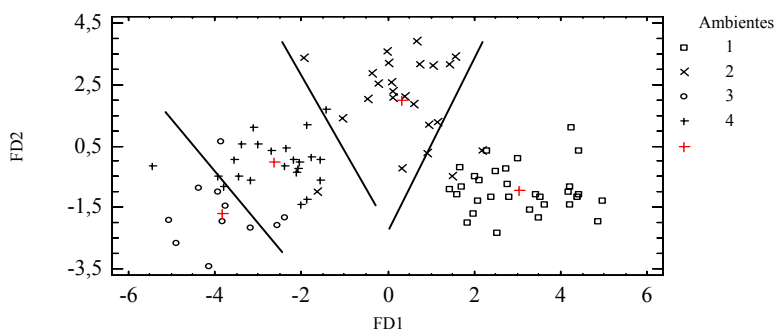
**Figura 1.** Discriminación de ambientes según funciones discriminantes, utilizando variables químicas más radiométricas. Leyenda: 1. Delta de cabecera con influencia mareal, 2. Depósitos de llanura costera y tormenta, 3. Estuario medio, 4. Porción fluvial del estuario, 5. Prodelta, 6. Frente proximal deltaico (Modificado de MARTÍNEZ & CAMPOSANO 2000).

En el mismo, se distribuyen las muestras de toda la sección en zonas que corresponden en primer lugar a las unidades químico-radiométricas anteriormente definidas y a su vez a los distintos ambientes sedimentarios propuestos en la localidad. Al añadir como nuevas variables los elementos traza (28 variables en total), el porcentaje de aciertos en la clasificación de las muestras en cada uno de estos grupos aumenta considerablemente a 91% y se genera un gráfico de funciones discriminantes que representa una nueva distribución de cada uno de estos ambientes (Figura 2).

En un tercer análisis de FD (Figura 3), se utilizan 35 variables incorporando algunas relaciones elementales de elementos traza y elementos mayoritarios, con la finalidad de añadir más características químicas que definan mejor la sección. Además, se reagrupan en cuatro los seis ambientes definidos por PAPANONI (1992), ya que, espacial y regionalmente se encuentran muy próximos entre sí y en esta localidad representan la zona media y el tope de la sección estratigráfica. Los ambientes reagrupados son el 1 y 2 y los ambientes 3 y 4. Con los nuevos criterios de clasificación (4 ambientes) y con las nuevas variables incorporadas, se obtiene en esta oportunidad un porcentaje de clasificación de 95,5% y cuatro ambientes espacialmente bien definidos a través de funciones discriminantes.



**Figura 2.** Discriminación de ambientes según funciones discriminantes, utilizando elementos mayoritarios trazas y variables radiométricas. Leyenda igual a la Figura 1.



**Figura 3.** Discriminación de ambientes según funciones discriminantes, utilizando elementos mayoritarios trazas, variables radiométricas y relaciones elementales. Leyenda: 1. Delta de cabecera con influencia mareal y depósitos de llanura costera y tormenta, 2. Estuario medio y porción fluvial del estuario, 3. Prodelta, 4. Frente proximal deltaico.

Con este tipo de análisis, se proponen cuatro nuevas funciones discriminantes que permiten ubicar muestras de origen desconocido en esta localidad de la Formación Mirador, dentro de cada uno de los ambientes definidos. Dos de ellas permiten hacer la discriminación con 91% de aciertos en el caso de los seis ambientes originales y las otras dos con 95,5% de aciertos usando los cuatro ambientes reagrupados.

#### Referencias

- PAPARONI G. 1993. *Análisis y caracterización de litofacies pertenecientes a parasecuencias de edad Eoceno (ambientes de transición) Formación Mirador de Venezuela Occidental*. UCV. Dept. de Geología. Caracas. Trabajo Especial de Grado. Inédito. 199 p.
- MARTÍNEZ N & CAMPOSANO L. 2000. Caracterización química y radiométrica de secciones estratigráficas de las Formaciones Barco y Mirador, San Pedro del Rio, Edo. Táchira. UCV. Dept. de Geología. Caracas. Trabajo Especial de Grado. Inédito. 265 p.

## PETROGRAFÍA Y ANÁLISIS QUÍMICO DE FRAGMENTOS DE ROCAS ÍGNEAS HALLADAS EN ISLA DE AVES, NORESTE DE VENEZUELA

### (Petrography and chemical analysis of igneous rocks fragments of Island Aves, North-East of Venezuela)

CAMPOSANO L., URBANI F. & CONTRERAS O.

UCV, Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Laboratorio de Difracción y Fluorescencia de Rayos X. Caracas. Correo-e.: lualcamp@yahoo.com

Isla de Aves está ubicada en el mar Caribe al este de las Antillas Menores y en el noreste del territorio venezolano a unos 650 kms de la ciudad de Caracas, geológicamente la isla representa la única zona emergida de la Prominencia de Aves. Como parte de visitas realizadas en marzo de 2001 y julio 2002, fueron recolectadas muestras de sedimentos superficiales, rocas sedimentarias carbonáticas, y pequeños fragmentos de rocas ígneas muy redondeados. Se recogieron 33 muestras, de las cuales solo cuatro poseen características de rocas de origen ígneo.

En este trabajo, se realizó el estudio petrográfico y el análisis químico de las cuatro muestras ígneas utilizando la técnica de fluorescencia de rayos x por energía dispersiva. Se determinaron de esta manera las concentraciones de los elementos SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, K<sub>2</sub>O, MgO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO, Ba, Cu, V, Zr, Sr, Rb, Zn, Ni, Cr, Mo, Pb, Se, Hg y Co, así como las clasificaciones petrográficas de las muestras.

NAGLE (1972), presenta una descripción preliminar de rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas recolectadas en dragados realizados en diversas localidades de la Prominencia de Aves. Estas incluyen, tomas de muestras en dos zonas cercanas a Isla de Aves, ubicadas al noreste y al sureste de la isla en distancias no mayores a 8 kilómetros. Dentro de la variedad de rocas descritas por este autor, se mencionan entre otras, rocas ígneas tales como andesitas, pórfidos de andesita, basaltos, fragmentos de pumitas, brechas volcánicas, andesitas piroxénicas, basaltos amigdaloides, dacitas y diabasas.

El análisis petrográfico de las cuatro muestras ígneas, objeto de este trabajo, revela la existencia de tres rocas volcánicas y una plutónica, cuya mineralogía observada y la clasificación puede apreciarse en la tabla 1. Las rocas volcánicas poseen algunas características comunes como la existencia de fenocristales de piroxenos y andesina (An<sub>30-50</sub>). También se destaca la existencia de texturas eutaxítica y admidaloide en la muestra iav31, lo que refleja su carácter de flujo piroclástico. Estas rocas forman parte de la serie calco-alcalina: Basaltos – Andesitas – Dacitas –

Riolitas, ya propuesta por DALY (1933) en el arco de las Antillas Menores, donde las características principales de las mismas son la existencia de rocas porfíricas, fenocristales de plagioclasa calcica zonada, ortopiroxenos (hiperstenos), hornblenda y biotita.

**Tabla 1.** Resumen general de la mineralogía observada en secciones finas de muestras ígneas de Isla de Aves

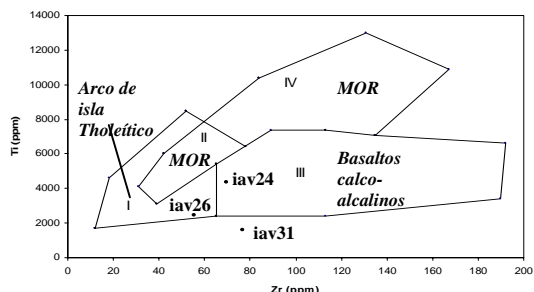
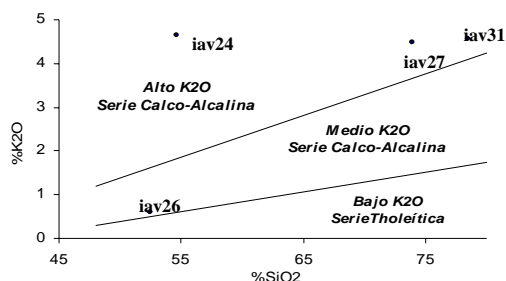
Muestra	Mineralogía/características	Clasificación
iav 24	Matriz afanítica, piroxeno (augita) prismático y alargado, andesina, pirrotita	Andesita porfídica
iav 26	Matriz vítrea, andesina tabular zonada, hiperstenos, hematita, apatito, hornblenda	Pórfido de andesita
iav 27	Holocristalina, cuarzo, andesina y feld.K, biotita, epidoto, hematita	Melanosienogranito
iav 31	Matriz afanítica, cuarzo, andesina, feld.K, pirrotita, apatito	Riolita cuarcífera

En cuanto a la composición química, REA & BAKER (1980) presentan una revisión de datos químicos de rocas del norte de las Antillas Menores, encontrando valores generales de SiO<sub>2</sub> entre 48% y 65 %, con rangos para andesitas entre 54 y 63 % y mayores a 70% para las riolitas. Otras características químicas de estas rocas calco-alcalinas mostradas por los autores son bajas concentraciones de TiO<sub>2</sub> (< 0,9%) y MgO (< 4,5%) y relativamente altas de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (17% - 18,5%) y CaO (6,8% - 9,4%). Al comparar los datos obtenidos en muestras de Isla de Aves (Tabla 2), se puede apreciar, con excepción de iav31 (melano-sienogranito), que los valores de SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO y CaO corresponden con los rangos establecidos al norte de las Antillas Menores. Con respecto a los valores de elementos traza, estos varían dependiendo de la localidad, por lo que se muestran datos de Dominica (BROWN *et al.*, 1977) ya que esta se ubica al este de Isla de Aves. Los siguientes datos son valores promedios de andesitas de dicha isla: Zr (102ppm), Rb(42ppm), Ni (37ppm), Cr (126ppm), Sr (284ppm) y Ba (215ppm). Al comparar estos valores con las andesitas obtenidas en este trabajo (iav24 y iav26) se observa una diferencia significativa entre estas.

**Tabla 2.** Concentraciones de componentes mayoritarios ( %) y traza ( ppm ) de las muestras ígneas

ID	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	MnO	Mo	Zr	Sr	Rb	Pb	Se	V	Hg	Zn	Cu	Ni	Co	Cr	Ba
iav24	14,40	54,60	5,23	4,66	0,73	6,73	4,71	0,047	181	70	774	16	<15	577	<20	2339	5210	7955	<70	2349	395	328
iav26	14,52	52,52	5,82	0,59	0,41	5,78	0,71	0,178	6	56	285	33	<15	27	39	87	254	292	118	252	<100	157
iav27	11,50	73,96	0,68	4,48	0,11	2,55	2,11	0,025	35	221	28	416	39	<4	<20	7	135	<40	<70	<35	<100	<15
iav31	10,82	78,46	0,42	4,57	0,27	2,17	2,83	<0,01	4	77	79	295	24	<4	<20	<5	45	<40	74	<35	135	856

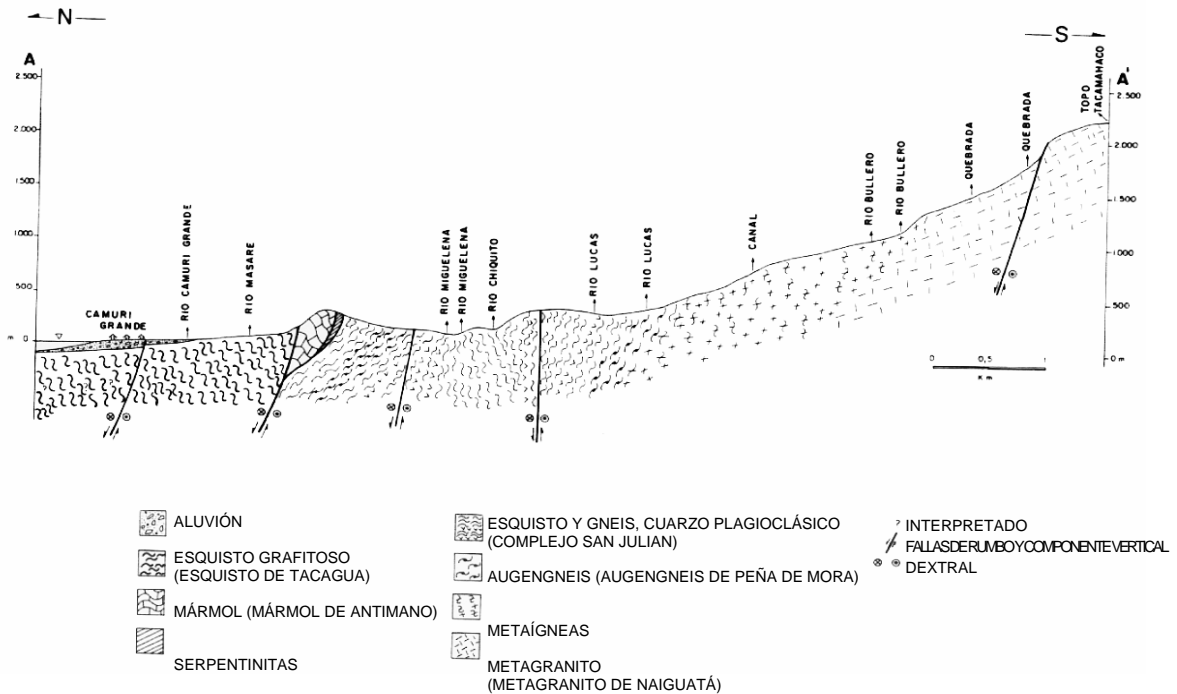
Según el diagrama K<sub>2</sub>O vs SiO<sub>2</sub> de LE MAITRE *et al.* (1989) (Figura 1a), las muestras de Isla de Aves corresponden a una serie calco-alcalina, distribuyéndose en zonas correspondientes a medio y alto contenido de K<sub>2</sub>O. Esto concuerda con la secuencia de rocas propuesta por DALY (1933). De la misma manera, al representar las concentraciones de Ti y Zr en el diagrama de discriminación de basaltos propuesto por PEARCE & CANN (1973) (Fig.



**Figura 1. a)** Diagrama de LE MAITRE (1989) para series toleíticas y calco-alcalinas.  
**b)** Diagrama de PEARCE & CANN (1973) para discriminación de basaltos

1b), la zona de estudio químicamente corresponde, como era de esperarse a basaltos calco-alcalinos o toleíticos de arco de islas. Finalmente se tiene que las muestras recolectadas en Isla de Aves en primer lugar guardan relación con las rocas reportadas por NAGLE (1972). Las mismas (iav24, iav26, iav31) corresponden a series calco-alcalinas que conforman la secuencia de rocas Basaltos-Andesitas-Dacitas-Riolitas reportadas por REA & BAKER (1980) en islas de las Antillas Menores. Las composiciones químicas obtenidas por FRX-ED se ubican dentro de los rangos





**Figura 2.** Corte geológico de la zona de estudio.

De norte a sur dichas unidades son las siguientes:

- A. Sedimentos.
- B. Asociación Metamórfica La Costa (Esquisto de Tacagua, Mármol de Antemano, Serpentinita).
- C. Asociación Metamórfica Ávila (Metaígneas plutónicas, Metagranito de Naiquatá, Complejo San Julián, Augengneis de Peña de Mora).

El grado alcanzado durante la última fase metamórfica encontrada en la zona corresponde a la facies de los esquistos verdes ubicándose entre las zonas de la clorita y granate. Con reliquias de un posible evento metamórfico anterior en la facies de los esquistos azules.

Las rocas presentan una foliación con rumbo promedio  $N60^{\circ}E$  con buzamientos entre los  $50^{\circ}$  y  $70^{\circ}$  tanto norte como al sur. Se observaron plegamientos en las distintas unidades que conforman el flanco de un antiforme de carácter regional, el cual contiene plegamientos de segundo orden. En el área se reconocieron cuatro sistemas de fallas, el de mayor extensión tiene un rumbo E-W con ligero buzamiento al norte y movimiento dextral, correspondiente al sistema de fallas de San Sebastián y Macuto. El segundo grupo tiene una orientación  $N40^{\circ}-60^{\circ}W$ , con movimiento dextral y más joven que el anterior, y por último  $N50^{\circ}-70^{\circ}E$ , posibles fallas inversas de movimiento dextral, ambas con buzamiento de ángulo alto hacia el norte.

## RECONOCIMIENTO GEOLÓGICO DE LA REGIÓN ANARE-OSMA, VERTIENTE NORTE DEL MACIZO DEL ÁVILA, ESTADO VARGAS

(Geological reconnaissance of the Anare-Osma region, Avila northern mountainside, Vargas estate)

CASTILLO A. & SUÁREZ J.

UCV, Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica.

Profesores tutores: F. URBANI, H. FOURNIER & J. A. RODRÍGUEZ

Se realizó la cartografía geológica a escala 1:25.000 de la zona comprendida entre Anare y Osma, pertenecientes al flanco norte del macizo del Ávila, estado Vargas, representando un área aproximada de  $175 \text{ km}^2$ , la cual no había sido estudiada previamente en detalle.

En la zona de estudio afloran mayoritariamente rocas metamórficas con pequeñas áreas de aluviones recientes. Según su génesis, texturas, características geomorfológicas, litología, mineralogía y protolitos inferidos, las rocas metamórficas se subdividieron en 5 unidades identificadas como: Mármol de Antimano y Esquisto de



Tacagua pertenecientes a la Asociación Metamórfica La Costa y Complejo San Julián, Augengneis Peña de Mora y Metaigneas plutónicas de la Asociación Metamórfica Ávila (Tabla 1).

El grado metamórfico corresponde con la facies de los esquistos verdes ubicándose entre las zonas de la clorita y la del granate, con temperaturas entre los 350 y 500°C y presiones que van desde los 5 hasta los 8 Kb. Existen reliquias de un posible evento metamórfico anterior en la facies de los esquistos azules, demostrado por la presencia de barroisita (anfíbol verdiazul) formado en condiciones de alta relación P/T.

Las rocas presentan una foliación con rumbo promedio N70°E con buzamientos tanto norte como sur con predominio norte e inclinaciones entre los 60° a subvertical. Se observaron plegamientos en las distintas unidades con ángulos interlimbares desde 0 hasta 120°, se presume que son pliegues menores en el flanco de un antiforme de carácter regional. En el área se reconocieron cuatro sistemas de fallas. El de mayor extensión tiene un rumbo E-W con ligero buzamiento al norte y movimiento dextral, correspondiente al sistema de fallas de San Sebastián y Macuto. El segundo grupo tiene una orientación N70°W, con movimiento dextral; otro patrón N70°E que corresponde a posibles fallas inversas de movimiento dextral, ambas con buzamiento de ángulo alto hacia el norte principalmente, y por último una sola falla con orientación N10°W presumiblemente sinistral.

**Tabla 1.** Descripción de unidades litodémicas

UNIDADES		GEOMETRÍA Y UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA
<b>Aluvión</b>		Se presenta en la parte más septentrional del sector, en forma de banda costera donde los conos aluviales de los ríos principales se extienden formando anchas playas de muy baja inclinación interrumpidas solo por la aparición monótona de las estribaciones y en terrazas en topografías más elevadas.	En las terrazas pueden observarse gradaciones, laminaciones e intercalación de espesores de sedimentos gruesos y finos, indicando eventos con variaciones de energía durante los procesos depositacionales.
<b>Asociación Metamórfica La Costa (C)</b>	Esquisto de Tacagua (CT)	Se encuentra aflorando en toda la zona en una franja paralela a la costa desde el río Anare hasta el poblado de Osma, en forma de banda alargada con orientación este-oeste, posee un espesor máximo de 1 km.	Esquisto plagioclásico grafitoso con intercalaciones monótonas de bandas de espesores variables de esquisto actinolítico epidótico
	Mármol de Antimano (CA)	Se dispone en forma de banda alargada paralela a la E-W con un ancho de 250 m, se encuentra intercalado con el Esquisto de Tacagua	Mármol cuarzo muscovítico y demas rocas carbonáticas
<b>Asociación Metamórfica Ávila (A)</b>	Complejo San Julián (ASJ)	Se encuentra distribuido en toda la zona de estudio, en forma de franja con dirección este-oeste y un espesor aparente aproximado de 6 km convirtiéndose en la más extensa entre todas.	Esquisto de grano grueso y gneis cuarzo plagioclásico micaceo, anfíbolita esquistosa, augengneis cuarzo feldespático y en menor proporción mármol cuarzo-muscovítico, que se intercalan de forma monótona y sin patrón aparente, en espesores variables que van desde algunos centímetros hasta varias decenas de metros, el esquisto y el gneis suelen variar transicionalmente su composición mineralógica haciéndose más o menos anfibólico
	Augengneis de Peña de Mora (APM)	Se encuentra en la mitad norte del área de estudio, se extiende en forma de banda alargada con orientación este-oeste, desde la cuenca del río Anare hasta desaparecer en el sector de Quebrada Seca, tiene un ancho aparente aproximado de 300 m.	Augengneis feldespático cuarzo clorítico; augengneis feldespático cuarzo biotítico; esquisto micaceo cuarzo; esquisto cuarzo micaceo; esquisto anfibólico micaceo; esquisto plagioclásico clorítico, anfíbolita esquistosa epidótica.
	Metaigneas plutónicas (AMP)	Se encuentra aflorando en la cuenca media del río Los Caracas, con un área aproximada de 1.250 m <sup>2</sup> , se presenta intercalada con el gneis cuarzo plagioclásico del Complejo San Julián en diferentes espesores que van desde los 10 cm hasta los 12 m.	Esta unidad está compuesta por rocas metaigneas, cuyo contenido mayoritario son plagioclasa y cuarzo, en particular corresponden a metatonalita
	Metagranito de Naiguatá (AN)	Esta unidad se ubica en la cuenca alta de los ríos Anare y Los Caracas (Fila Tierra Blanca) en forma de cuerpo alargado cercano a la Fila Maestra, la localización se realizó basándose en el hallazgo de cantos rodados, interpretación aerofotográfica y de imagen radar	WEHRMANN (1972) Ubica cantos rodados de metagranito en diversas quebradas y ríos. GARCIA <i>et al.</i> (1993) señalan que el Metagranito de Naiguatá es un metaleucosienogranito de grano medio, metamorfozado en la facies de los esquistos verdes, ARANGUREN (1996) lo clasifica como un metasiengranito, BAENA (1998) lo cataloga como una metagranodiorita poco foliada.

**VARIACIÓN QUÍMICA EN MÁRMOLES PERTENECIENTES A LA REGIÓN CENTRAL DE LA CORDILLERA DE LA COSTA, DISTRITO CAPITAL Y ESTADO MIRANDA, VENEZUELA**  
**(Chemical variation in marbles from the central region of the Coast Range, Capital District and state Miranda, Venezuela)**

CEDILLO J.

UCV, Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Laboratorio de difracción y fluorescencia de rayos X. Caracas. Profesor Tutor: F. URBANI

El objetivo de este trabajo es el estudiar, evaluar y comparar la variación regional de componentes mayoritarios y elementos trazas en mármoles, ubicados en la región central de la Cordillera de la Costa y estado Miranda, con el propósito de analizar su significado para la geología regional.

Se estudiaron muestras de diferentes mármoles ubicados en (Figura 1):

*Chichiriviche* (45 muestras), en el mármol de la Anfibolita de Nirgua, perteneciente a la Asociación Metamórfica La Costa.

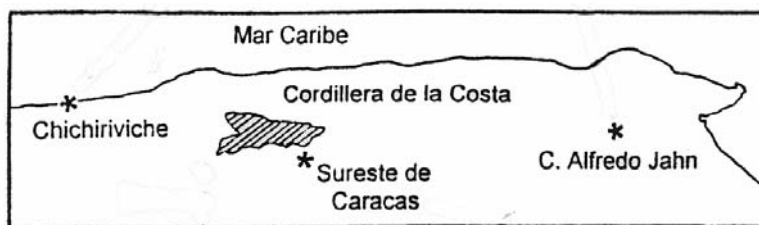
Al sureste de Caracas, en *Baruta* (39 muestras), *La Trinidad* (17 muestras), *Peñón de Iglesias* (75 muestras), *Cantera del Este* (241 muestras), *Peñón de las Guacas* (216 muestras), *Peñón de Liras* (82 muestras), en el Mármol de Zenda, perteneciente al Esquisto Las Brisas.

*Cueva Alfredo Jahn* (48 muestras): en el Mármol Los Colorados, perteneciente al Esquisto Las Mercedes.

En la tabla 1 se presentan los valores promedios de los análisis químicos y mineralógicos (% dolomita) para cada una de las localidades. Los resultados indican que existe una marcada diferencia entre cada una de las unidades metamórficas, lo que hace indicar que el protolito de estos mármoles se debieron formar en ambientes sedimentarios distintos.

Por ejemplo, al recorrer las localidades de Este a Oeste, se puede observar que los porcentajes de  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  y las concentraciones de Sr aumentan rápidamente hacia el Oeste, es decir, hacia los mármoles de Nirgua; en cambio, hacia el Este (Mármol de Zenda y Mármol Los Colorados) se mantienen muy similar; marcando así un cambio brusco entre la Anfibolita de Nirgua y el Mármol de Zenda. (Figura 2).

Según URBANI *et al.* (1997), la variación regional del contenido de dolomita en estos mármoles se atribuyen a los ambientes sedimentarios de cada uno de los protolitos. El mármol de la Anfibolita de Nirgua proviene posiblemente de un ambiente marino pelágico donde las condiciones no permitieron la formación de dolomita y donde su posible contaminación con material volcánico permitió el incremento de elementos como el Si, Fe y el Sr. El Mármol de Zenda se caracteriza por un ambiente marino de plataforma somera, donde los bancos carbonáticos actuaron con mayor intensidad, así como los mecanismos de dolomitización. Finalmente, el Mármol Los Colorados se debió formar en un ambiente marino no muy profundo, de circulación restringida.



**Figura 1.** Mapa de ubicación del área de estudio

**Tabla 1.** Valores mineralógicos y químicos promedios

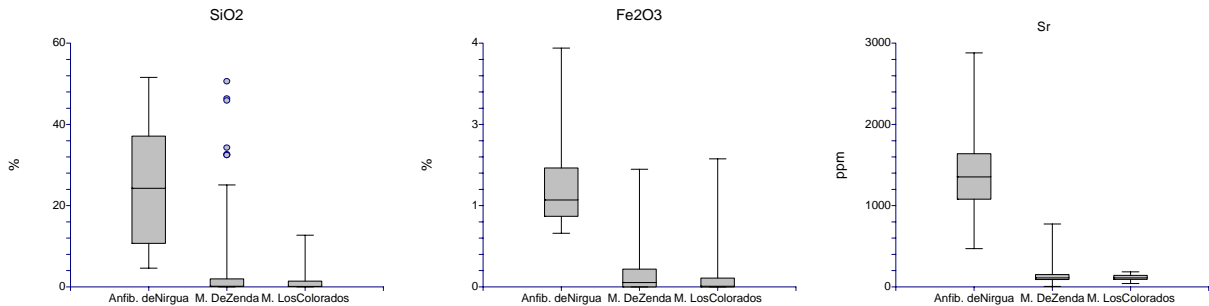
Fase	Localidad	#	% dol.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	MnO	V	Cr	Ba	Ge	La	Sn	Te	Zr	Sr	Rb	Pb	Se	Hg	Zn	Cu	Ni
Anfibolita de Nirgua	Chichiriviche	45	0	24,42	1,84	37,34	1,3	1,66	0,15	0,01	147	287	2319	28	18	4	1	16	1367	15	28	15	25	49	150	323
Mármol de Zenda	Baruta	39	91	3,84	2,22	33,72	15,1	0,50	0,11	0,15	41	98	3017	46	24	5	1	16	89	37	25	15	25	49	150	293
	Trinidad	17	99	6,71	1,79	30,77	11,7	0,24	0,10	0,13	24	85	2678	40	31	4	1	15	77	38	25	15	25	49	150	224
	Peñón de Iglesias	75	43	2,05	1,77	45,42	7,9	0,39	0,08	0,08	24	152	3248	47	36	8	1	15	155	17	25	15	25	49	150	212
	Cantera del Este	241	-	2,17	2,12	45,19	10,5	0,11	0,07	0,03	24	111	2436	42	40	8	1	15	123	14	28	15	25	49	150	289
	Peñón de las Guacas Canal	102		2,64	1,90	45,75	7,8	0,12	0,07	0,02	-	155	3414	50	40	8	1	15	147	18	25	15	27	57	154	190
	Peñón de las Guacas Camino	54	35	5,77	1,90	44,76	9,1	0,02	0,06	0,03	-	-	-	-	-	-	-	15	101	15	25	15	25	49	150	209
	Peñón de las Guacas C.R.Z	60		1,29	2,01	46,40	9,2	0,01	0,07	0,04	-	113	2938	44	46	7	1	15	94	16	25	16	30	62	165	215
	Peñón de Lira Cantera Los Naranjos	72		0,78	2,32	47,48	9,8	0,37	0,07	0,14	-	17	401	6	4	1	0	15	170	16	25	15	25	50	150	420
	Peñón de Lira Guanasna	6	39	0,44	2,04	46,14	10,1	0,41	0,07	0,07	0	12	327	6	4	1	0	15	83	15	25	15	25	49	150	183
	Peñón de Lira San Antonio	4		0,22	2,04	36,46	19,9	0,13	0,07	0,11	0	8	336	5	3	1	0	15	75	14	25	15	25	49	150	155
Mármol Los Colorados	Cueva Alfredo Jahn	48	20	1,26	0,08	49,49	7,3	0,18	0,08	0,01	-	-	-	-	-	-	-	15	115	18	25	15	28	59	152	203

# N° de muestras; (% dol.) Porcentaje de dolomita; (-) Sin analizar. Los valores de los componentes mayoritarios están dados en %, mientras que los elementos trazas están dados en ppm.

Los límites de detección de los elementos trazas son: V (20), Ba (100), Ge (10), La (10), Sn (2), Te (0,5), Zr (15), Rb (14), Pb (25), Se (15), Hg (25), Zn (49), Cu (150), Ni (150).

Las muestras fueron analizadas químicamente por medio de la técnica de fluorescencia de rayos X por energía dispersiva (FRX – DE).

El % de dolomita fue tomado del trabajo de URBANI et al. (1997)



**Figura 2.** Diagramas de algunos elementos selectos que permiten visualizar la variación Oeste – Este.

**Referencias**

URBANI F., G. AROSTEGUI, C. MACHILLANDA & C. VILLALTA 1997 *Variación del contenido de dolomita en mármoles de la parte central de la Cordillera de la Costa, Distrito Federal y estado Miranda, Venezuela.* Memorias del VIII Congreso Geológico Venezolano, Soc. Venezolana de Geol., Caracas, (2): 455 – 461.

**CARACTERIZACIÓN QUÍMICA Y RADIOMÉTRICA DE SEDIMENTOS CUATERNARIOS DE LA PLATAFORMA DELTANA, VENEZUELA**  
**(Chemical and radiometric characterization of Quaternary sediments of the Orinoco Delta Shelf, Venezuela)**

CEDILLO J. & OLAYA W.

UCV, Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Laboratorio de difracción y fluorescencia de rayos X. Caracas. Profesores tutores: F. URBANI & L. CAMPOSANO

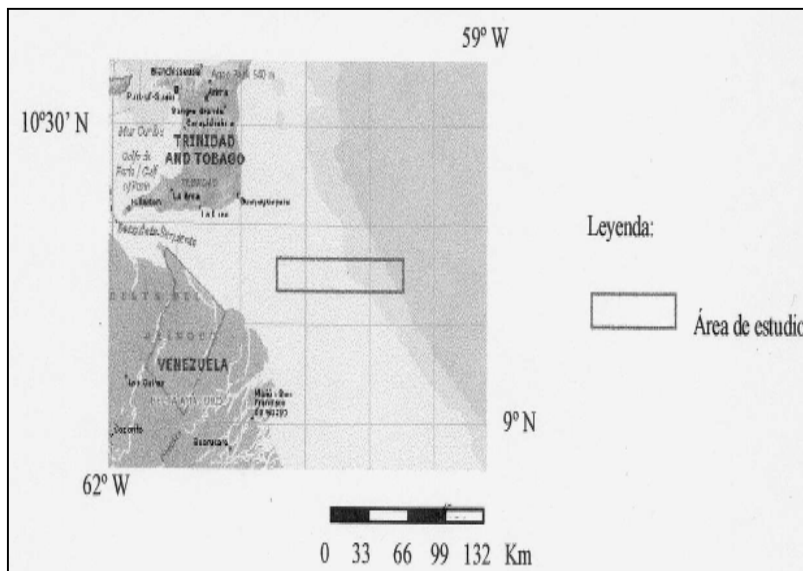
Los cambios geológicos ocurridos durante el Cuaternario en las regiones costeras de Venezuela, son eventos que deben haber afectado la distribución de los distintos sedimentos aportados a las profundidades marinas en la región de la plataforma del delta del río Orinoco (Plataforma Deltana). La zona de estudio se ubica en aguas territoriales de Venezuela, en el Océano Atlántico entre los 100 y los 200 m de profundidad. (Figura 1)

Se caracterizaron química y radiométricamente los sedimentos depositados durante el Cuaternario en la Plataforma Deltana venezolana, correspondiente a los núcleos PD-01G P29, PD-01G S4, PD-01G C38 y PD-01G Q3, con el fin de correlacionar los cambios de las variables analizadas con diversos procesos geológicos. Así como, comparar y establecer las relaciones verticales y laterales entre ellos, para así relacionar los sedimentos de la Plataforma Deltana con las posibles provincias de aporte.

Se analizaron un total de 376 muestras de la fracción limo – arcillosa, tomadas cada 2 cm, las mismas fueron secadas durante 48 horas y disgregadas con un mortero de ágata para sus respectivos análisis.

Se elaboraron perfiles de distribución con las variables determinadas para definir unidades químico – radiométricas, las cuales, mediante el uso de la estadística descriptiva univariante y multivariante permitieron caracterizar química y radiométricamente los sedimentos pertenecientes a la Plataforma Deltana, estableciéndose funciones discriminantes que permitieron correlacionar las variables químicas y radiométricas, demostrando un comportamiento químico – sedimentario acorde a los procesos geológicos que han afectado la zona.

En las tablas 1 y 2, se presentan los valores promedios de los análisis químicos y radiométricos respectivamente, para cada uno de los núcleos. Los resultados indican que la variación vertical y lateral de los elementos químicos y radiométricos en la zona de estudio, están marcados por las distintas condiciones y tipos de sedimentación, y las características de las posibles provincias de aporte. (Figura 2)



**Figura 1.** Mapa de ubicación del área de estudio

**Tabla 1. Variables químicas promedios**

Núcleo	#	Esp. (m)	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	MnO	CO <sub>2</sub>	V	Zr	Sr	Rb	Pb	As	Zn	Cu	Ni
PD -01G P29	117	2,33	60.12	14.86	1.28	1.90	1.79	5.89	0.81	0.07	0.56	32	223	124	204	48	-	101	110	262
PD - 01G S4	68	1,35	60.57	11.80	2.67	1.29	1.45	4.44	0.64	0.05	1.17	30	264	139	140	41	-	75	112	263
PD - 01G C38	109	2,17	56.85	15.92	0.55	1.53	2.15	7.45	0.89	0.09	0.24	39	170	109	256	58	-	117	-	306
PD - 01G Q3	82	1,63	55.75	12.17	4.20	1.10	1.57	6.35	0.67	0.03	1.85	30	275	199	187	48	46	89	-	273

# N° de muestras; (-) Elementos sin detectar. Los valores de los componentes mayoritarios están dados en %, mientras que los elementos trazas están dados en ppm.

Los límites de detección de los elementos trazas son: V (30), Zr (107), Sr (40), Rb (70), Pb (36), As (45), Zn (60), Cu (110), Ni (260)

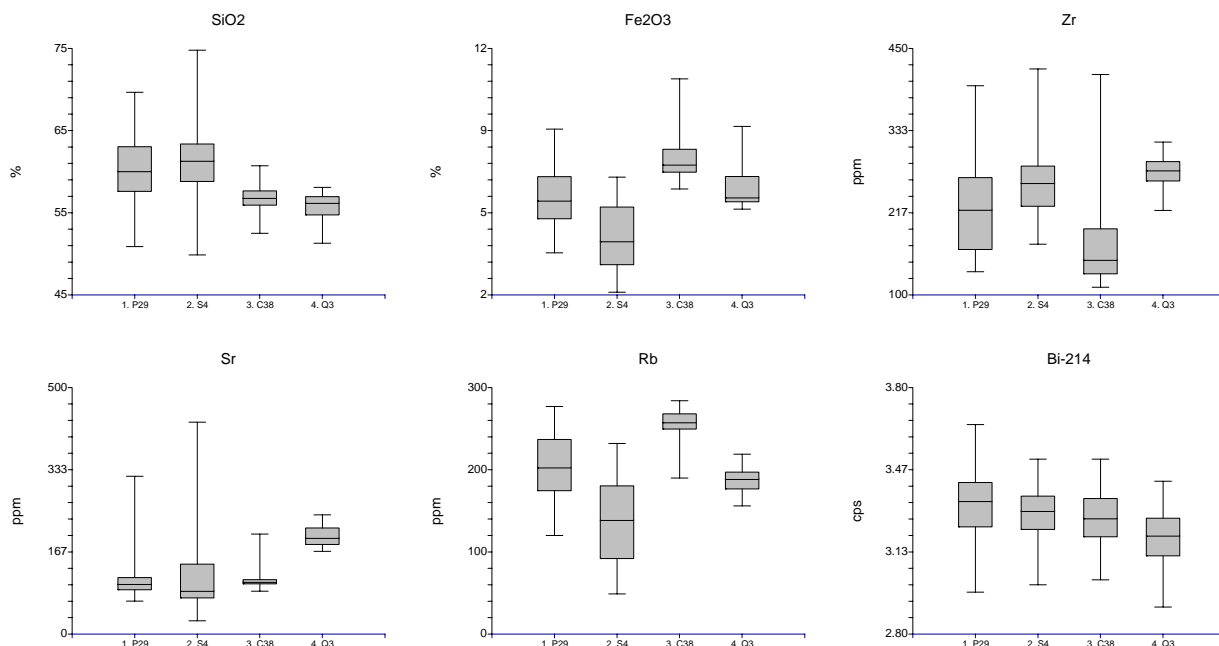
Las muestras fueron analizadas químicamente por medio de la técnica de fluorescencia de rayos X por energía dispersiva (FRX-DE), utilizando el espectrómetro Minipal PW4025 y el espectrómetro Niton XL-722S con una fuente radiactiva de <sup>109</sup>Cd

**Tabla 2. Variables radiométricas promedios**

Núcleo	#	Esp. (m)	<sup>208</sup> Tl	<sup>214</sup> Bi	F1	<sup>228</sup> Ac	<sup>214</sup> Bi	<sup>40</sup> K	<sup>214</sup> Bi	F2	<sup>208</sup> Tl	F3	F4	F5	F6
PD - 01G P29	117	2,33	2.28	3.32	3.22	5.25	2.69	3.75	2.00	1.74	2.38	0.401	1.33	0.405	0.654
PD - 01G S4	68	1,35	2.23	3.28	3.12	5.50	2.67	3.75	1.96	1.70	2.37	0.422	1.31	0.434	0.598
PD - 01G C38	109	2,17	2.25	3.27	3.16	5.35	2.69	3.78	1.99	1.72	2.41	0.409	1.35	0.410	0.645
PD - 01G Q3	82	1,63	2.19	3.19	3.05	5.53	2.65	3.78	1.96	1.70	2.41	0.435	1.32	0.449	0.579

# N° de muestras. Los valores radiométricos están dados en cuentas por segundo (cps).

Las muestras fueron analizadas radiométricamente por espectrometría de rayos gamma multicanal (EG) mediante el espectrómetro Amptek MCA 8000A.



**Figura 2.** Diagramas de algunos elementos selectos que permiten visualizar la variación Oeste – Este a través de los núcleos analizados.

**CARACTERIZACIÓN QUÍMICA Y RADIOMÉTRICA DE MUESTRAS DE CANAL  
CORRESPONDIENTES A CUATRO POZOS DEL CAMPO PETROLÍFERO LA CONCEPCIÓN,  
ESTADO ZULIA**

**(Chemical and radiometric characterization of well cuttings in four wells from  
La Concepción oil-field, Zulia State)**

CHACÍN C.

UCV, Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Laboratorio de Difracción y Fluorescencia de rayos x. Caracas. Profesores tutores: F. URBANI y L. CAMPOSANO.

En este trabajo se realizó la caracterización de elementos mayoritarios y traza en muestras de canal correspondientes a cuatro pozos los cuales atraviesan a la Formación Misoa de edad Eoceno en el campo petrolífero La Concepción, estado Zulia. Dicha caracterización se llevó a cabo mediante la técnica de fluorescencia de rayos x por dispersión de energía. Se realizó también el análisis radiométrico de estas muestras con el fin de elaborar perfiles de distribución vertical, en los cuales pueden observarse variaciones a lo largo de la sección estratigráfica, que permiten establecer unidades químico - radiométricas.

Con los datos obtenidos de las técnicas anteriores se desarrolló un análisis estadístico que está representado por histogramas, diagramas de caja y diagramas de dispersión (estadística univariante), y de análisis de agrupaciones y funciones discriminantes (estadística multivariante), útiles en la comparación de secciones y en la determinación de afinidades de ciertos componentes hacia asociaciones sedimentarias químicas predeterminadas.

Los resultados parciales de ambas técnicas y para un solo pozo se presentan en las tablas 1 y 2, a partir de tablas similares, se construyeron perfiles verticales con los que se establecieron unidades químico - radiométricas, basándose en las variaciones y tendencias.

Además se realizó la clasificación geoquímica de las muestras de acuerdo a lo establecido por HERRON (1988) en su trabajo, siendo estas separadas en cuatro tipos litológicos principales (areniscas ricas en Fe, lutitas, lutitas ricas en Fe y wackas).

Con los datos totales se reconocen 3 unidades principales, que se subdividen en un total de 8 subunidades, las cuales se comparan con unidades informales y previamente establecidas en la zona de estudio por la industria petrolera. Se encuentra que no hay coincidencia entre las unidades definidas en este trabajo, con las informales previamente establecidas.

En base a la clasificación geoquímica y en los perfiles de distribución realizados, se reconoce un nivel carbonático en los pozos estudiados que no ha sido reportado anteriormente y que representa una de las subunidades químico – radiométricas definidas.

**Tabla 1.** Tabla parcial de la composición química de muestras del pozo A

MUESTRA	%	%	%	%	%	%	%	%	%	V	Zr	Sr	Rb	Pb	Hg	Zn	Ni
A1	69,37	1,00	13,02	4,18	0,02	<1	0,52	0,21	0,41	74	260	112	40	368	---	---	---
A2	65,57	0,90	11,55	6,15	0,01	<1	0,44	0,22	0,35	85	208	99	43	68	---	---	---
A3	61,97	0,77	9,87	12,24	0,03	<1	0,41	0,24	0,32	148	183	107	58	55	---	134	---
A4	68,44	0,60	6,82	9,15	0,02	<1	0,33	0,14	0,26	124	138	72	42	57	---	---	---
A5	71,41	0,49	6,71	7,04	0,02	<1	0,31	0,12	0,25	115	165	64	35	---	---	---	---
A6	63,12	0,58	9,98	11,69	0,03	<1	0,42	0,35	0,33	82	157	74	52	---	---	102	---
A7	65,02	0,50	6,52	11,89	0,05	<1	0,42	0,37	0,33	80	119	114	59	---	---	191	---
A8	55,86	0,66	10,97	13,69	0,09	<1	0,52	0,72	0,41	110	109	118	117	91	---	434	---
A9	55,40	0,66	10,12	13,52	0,09	<1	0,53	0,72	0,42	100	111	122	111	66	---	495	---
A10	54,96	0,84	13,34	9,38	0,10	<1	0,87	1,23	0,68	95	122	135	172	47	---	286	---
A11	59,93	0,72	13,42	9,33	0,08	<1	1,04	0,81	0,82	75	146	108	117	149	---	216	---
A12	49,43	0,75	14,63	7,33	0,08	<1	6,91	1,10	5,43	60	109	180	147	146	---	253	---
A13	29,80	0,40	6,16	3,78	0,03	<1	26,07	0,62	20,48	<50	58	243	77	54	---	405	---
A14	38,31	0,40	6,87	3,96	0,04	<1	20,42	0,65	16,04	<50	50	213	75	89	---	409	1440
A15	46,01	0,43	7,43	4,30	0,04	<1	15,00	0,74	11,79	<50	49	184	76	87	---	245	---

Unidad de elementos traza: ppm

--- significa por debajo del límite de detección que corresponden a Pb: 45 ppm, Hg: 20 ppm, Zn: 90 ppm, Ni: 300 ppm.

Los elementos mayoritarios (SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO, MgO, CaO, K<sub>2</sub>O) y el traza V fueron determinados mediante la utilización del equipo Philips Minipal PW4025 y los traza restantes por el equipo Niton XL-722S.

**Tabla 2.** Tabla parcial de variables radiométricas correspondientes al pozo A

MUESTRA	$\gamma^{208}\text{Tl}$	$\gamma^{214}\text{Bi}$	$\gamma\text{F1}$	$\gamma^{228}\text{Ac}$	$\gamma^{214}\text{Bi}$	$\gamma^{40}\text{K}$	$\gamma^{214}\text{Bi}$	$\gamma\text{F2}$	$\gamma^{208}\text{Tl}$	$\gamma\text{F3}$	$\gamma\text{F4}$	$\gamma\text{F5}$	$\gamma\text{F6}$	$\gamma\text{Total}$
A1	2,28	3,11	3,08	5,28	2,62	3,80	2,01	1,62	2,38	0,49	1,40	0,36	0,67	29,10
A2	2,19	3,17	3,20	5,43	2,69	3,78	2,00	1,66	2,22	0,44	1,28	0,40	0,71	29,15
A3	2,16	3,23	3,18	5,25	2,65	3,65	2,05	1,81	2,20	0,41	1,23	0,42	0,63	28,84
A4	2,25	3,07	3,24	5,12	2,81	3,70	1,97	1,79	2,53	0,38	1,28	0,35	0,59	29,06
A5	2,18	3,09	3,13	5,35	2,68	3,56	1,95	1,74	2,37	0,37	1,31	0,38	0,61	28,72
A6	2,22	3,29	3,09	5,35	2,70	3,75	1,99	1,82	2,32	0,44	1,33	0,41	0,71	29,41
A7	2,23	3,02	3,16	5,35	2,46	3,72	1,91	1,63	2,48	0,39	1,28	0,42	0,65	28,69
A8	2,32	3,18	3,21	5,16	2,68	3,76	1,99	1,78	2,33	0,42	1,33	0,37	0,65	29,17
A9	2,25	3,31	3,07	5,30	2,68	3,54	1,95	1,61	2,42	0,47	1,44	0,42	0,67	29,12
A10	2,30	3,20	3,04	5,53	2,71	3,67	2,08	1,73	2,44	0,43	1,42	0,42	0,63	29,58
A11	2,23	3,30	3,21	5,23	2,70	3,72	2,02	1,62	2,49	0,50	1,33	0,37	0,73	29,43
A12	2,14	3,15	3,10	5,23	2,71	3,74	2,08	1,75	2,38	0,34	1,39	0,40	0,61	29,01
A13	2,15	2,98	3,15	5,24	2,66	3,72	1,95	1,69	2,33	0,39	1,31	0,45	0,59	28,61
A14	2,07	3,01	2,85	5,19	2,65	3,62	1,87	1,63	2,27	0,38	1,30	0,44	0,64	27,90
A15	2,22	3,24	3,23	5,17	2,61	3,76	1,95	1,79	2,32	0,41	1,26	0,44	0,68	29,06

Niveles de energía (en eV):  $\gamma^{208}\text{Tl}$  (1): 583,  $\gamma^{208}\text{Tl}$  (2): 2614,  $\gamma^{214}\text{Bi}$  (1): 609,  $\gamma^{214}\text{Bi}$  (2): 1120,  $\gamma^{214}\text{Bi}$  (3): 1764. Estas variables fueron determinadas con un equipo de espectrometría de rayos gamma, GAMMA X de Amptek.

## Referencias

HERRON M. 1988. Geochemical Classification of Terrigenous Sands and Shales from core or Log Data. *Journal of Sedimentary Petrology*, 58(5): 820-829.

## ESTUDIO GEOLÓGICO DE LAS ROCAS ÍGNEAS AFLORANTES EN LA PARTE CENTRO ORIENTAL DE LA CUENCA DE FALCÓN (Geological study of igneous rocks in the east-central Falcón Basin)

ESCORIHUELA N. & RONDÓN J.

UCV, Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica.

Profesores tutores: S. GRANDE, H. FOURNIER, R. ALEZONES.

El principal objetivo de este trabajo es el estudio de las rocas ígneas aflorantes en la cuenca centro-oriental de Falcón, mediante análisis petrográficos y químicos, que permitan establecer el ambiente tectónico de formación de las mismas.

Se realizó un levantamiento geológico de campo, orientado a determinar la naturaleza de los cuerpos ígneos, los mismos se encuentran alineados y con dirección N70E, el cuerpo ubicado más al suroeste es Cerro Redondo, el mismo se encuentra a 50 Km. al sur de La Cruz de Taratara, hasta el cerro ubicado más al noroeste (Cerro Manaure) ubicado al oeste de el caserío El Arco, el cual representa mayor magnitud. (Figura 1).

Se recolectaron los diferentes tipos litológicos presentes en cada uno de las distintas localidades, para establecer relación entre las mismas. Se realizó un análisis petrográfico de 59 muestras ígneas (Tabla 1). Se seleccionaron 48 muestras para ser enviadas al Laboratorio ACTLAB, Ontario-Canadá para ser análisis químicos por medio del Método del Plasma Inductivamente Acoplado (Inductively Coupled Plasma ICP), los cuales incluyeron: óxidos mayoritarios, elementos trazas y tierras raras, los datos obtenidos fueron procesados mediante los programas *SINCLAS*® y *MINPET*®, (Tabla 2).

Los cuerpos se encuentran intrusionando a las Formaciones Paraíso y Pecaya las cuales representan al Oligoceno en la cuenca y ocupan una posición muy cerrada al eje de la cuenca oligocena de Falcón central.

Cerro Agachiche representa un complejo de chimeneas volcánicas erosionadas. Cerro Alonzo representa un plugs, Cerro Atravesado consiste en dos plugs, uno de los cuales se ubica al norte y el otro hacia el sur. El Cerro la Ciénaga y las Guarabitas representan sill. Cerro el Sol representa un plugs. Cerro Mataire representa un plugs en forma de una colina asimétrica. Cerro Paraguachoa y Cerro Pascual representan plugs. Cerro Redondo se divide en dos cuerpos que representan plugs. Cerro Redondo Oeste (Garrapata) y Cerro Redondo Este.

Petrográficamente se obtuvo un 70% de basaltos porfídicos, 7% basaltos porfídicos con olivino 7% de pórfidos de basaltos con olivino, 5% de andesita porfídica con olivino, 5% pórfido de andesita, 3% andesita porfídica y un 3% de basalto porfídico vítreo y tefrita porfídica. Se caracterizan por presentar texturas típicas de rocas ígneas volcánicas. Existe predominio de matriz sobre los fenocristales, la matriz está formada predominantemente por microcristales de piroxeno y plagioclasas, mientras que los fenocristales presentes son serpentina como

pseudomorfos de olivino; piroxeno (augita titanífera), plagioclasa cálcica (labradorita), biotita primaria (rica en Ti) y en menor proporción anfíboles.

Estas muestras han sido sometidas a un proceso de hidratación que ha permitido la alteración de las mismas, petrográficamente puede observarse la presencia de Antigorita como pseudomorfos de olivino y piroxeno, además carbonato, sustituyendo cristales de plagioclasa, piroxenos y olivino ya sean fenocristales o microcristales de la matriz, clorita, biotita, zeolitas y cuarzo secundario.

Respecto los análisis químicos realizado a 48 muestras un 50% representan basaltos alcalinos y subalcalinos, mientras que un 31% representa traquibasaltos (hawaiitas), 13% basanitas, 2% riolita, 2% fonotefrita, 2% tefrofonolita.

En base a los datos químicos obtenidos se realizaron los diagramas de discriminación de basaltos han indicado que estas rocas pertenecen a basaltos alcalinos intraplaca (WPB).

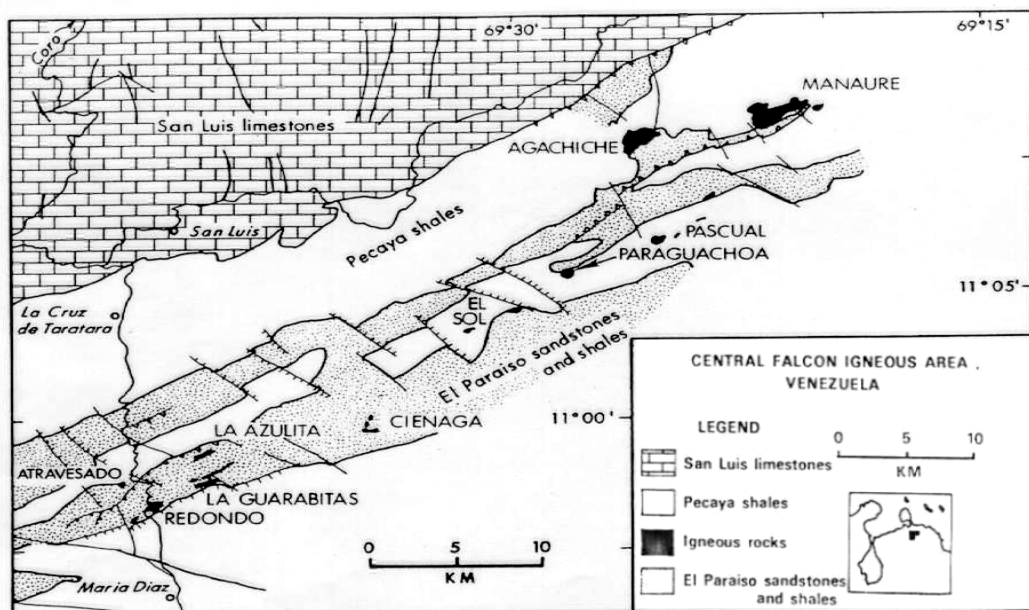


Figura 1. Mapa de ubicación de los cuerpos ígneos según MUESSIG (1978)

Tabla 1. Resultados petrográficos, valores promedios en porcentajes por cerros

	Fenocristales							Minerales de alterción y Accesorios							
	Matriz	Ol.	Px.	Flde	Ca-plag.	Biot.	Anf.	Antg	Carb.	Clor.	Biot.	M. Opac.	Anl.	Zeol	Qz.
Ag.	62,28	4,14	10,42	0,28	22,71			4,14	3,71	2,28	0,57	2,42			0,28
At.	85,83	1,66	4,83	1,83	5,83			1	6,66	2,16	0,83	4,33	0,66		0,33
Az.	49	4,75	20,25	1,5	24,25			5,75	6	4,75	1	15			0,5
Ci.	55,8	3,16	10,33	0,16	30,33			4,8	5,83	2,6	0,6	0,6			
Gr.	84	1,5	7	0,75	7			2,25	2,25	3,5	4,5	3,25			
Mn.	63,75		9,25		26,75				2,5	4,5	1	2,25			
Mt.	89,66	0,66	5,3	1	3			0,33	3	2	1	2,66		0,33	0,33
Pr.	79	5,1	5,5	2	8,33			4,66	3,66	2,33	2				
Ps.	55	3,4	17,2	1,6	23,4			3,2	10,4	4	4,4	1,2		0,5	0,5
Rd.	81,62	3,4	7,4	0,12	7,1		0,12	7,13		3,25	0,5	2			0,25
Sl	73,6	1,33	10,83	0,33	12	0,33	1,5	2	3,66	4	2,66	2,33			0,5

Leyenda. Ag: Agachiche, At: Atravesado, Az: Alonzo, Ci: Ciénaga, Gr: Guarabitas, Mn: Manaure, Mt: Mataire, Pr: Paraguachoa, Ps: Pascual, Rd: Redondo, Sl: El sol, Ol: Olivino, Px: Piroxenos, Flde: Feldespatoides, Ca-plag: Plagioclasa cálcica, Biot: Biotita, Anf: Anfíbol, Antg: Antigorita, Carb: Carbonato, Clor: Clorita, Biot: Biotita, Act: Actinolita, Ili: Ilita, M Opac: Minerales Opacos, Anl: Analcima, Zeol: Zeolita, Qz: Cuarzo.



**Tabla 2.** Elementos mayoritarios, valores ajustados a la relación Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/FeO (SINCLAS). Datos promediados por cerros, en porcentajes.

	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
<b>Ag.</b>	48,58	151	15,79	1,99	9,95	0,10	11,19	9,07	2,48	1	0,34
<b>At.</b>	46,17	2,01	15,96	2,52	10,85	0,12	9,59	7,45	3,66	1,05	0,63
<b>Az.</b>	47,44	1,78	15,98	2,44	10,33	0,14	9,44	7,11	4,45	0,43	0,46
<b>Ci.</b>	48,36	1,52	16,20	2,44	9,82	0,14	9,13	7,20	4,34	0,54	0,30
<b>Gr.</b>	44,99	2,01	15,32	2,34	11,71	0,18	9,81	9,06	3,10	0,99	0,53
<b>Mn.</b>	48,65	1,34	15,81	2,16	9,30	0,13	8,96	8,83	3,08	1,47	0,28
<b>Mt.</b>	46,64	1,75	16,48	2,25	11,25	0,14	7,88	8,59	3,45	1,13	0,43
<b>Pr.</b>	55,16	1,54	14,82	2,40	8,55	0,11	6,22	6,58	2,08	2,12	0,39
<b>Ps.</b>	46,60	1,60	15,99	2,77	9,90	0,15	9,32	7,78	3,73	1,70	0,46
<b>Rd.</b>	48,01	1,51	16,12	2,24	9,64	0,15	10,13	7,56	3,60	0,70	0,34
<b>Sl</b>	48,24	2,06	17,10	2,91	8,95	0,13	5,30	7,17	5,04	2,44	0,65

## **METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO DE UNA CUENCA SEDIMENTARIA CON FINES NEOTECTÓNICOS (Methodology to study a sedimentary basin for neotectonics goals)**

ESPÍNOLA E. & OLLARVES R.

UCV, Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Caracas.

FUNVISIS

Profesores tutores: F. AUDEMARD & R. ALEZONES

La neotectónica es una disciplina de la tectónica cuyo significado ha sido ampliamente discutido. MERCIER & VERGELY (1999) la definen como las deformaciones mecánicas o físicas recientes de materiales geológicos. Por otra parte, JARANOFF (1960) define que la neotectónica corresponde a la fecha del último cambio radical en el movimiento tectónico. Para el presente trabajo, se define neotectónica como la tectónica del último evento de deformación, tomando como edad, la del inicio de la última deformación que afecte una región y que aún esté activa.

Al emplear la neotectónica para estudiar una cuenca, se obtiene una mejor comprensión de la sismicidad, de los sistemas de fallas activos y su evolución. Por esto, es importante establecer una metodología de estudio con fines neotectónicos para las cuencas actuales.

AUDEMARD & SINGER (1999) proponen una metodología para un estudio neotectónico, en la que establecen tres etapas de desarrollo: a) Compilación; b) interpretación y; c) geología de superficie. A diferencia, este trabajo aporta una metodología más amplia, con el fin de obtener un mejor entendimiento de la génesis y evolución de una cuenca sedimentaria (ver Figura 1). Dicha metodología propone las siguientes actividades:

**Recopilación de información:** Consiste en recabar información de la zona. Incluye mapas geológicos y geofísicos, fotografías aéreas, imágenes de radar, líneas sísmicas y reportes de sismicidad. También son importantes los mecanismos focales, geotermia, riesgos geológicos, núcleos y pozos de agua, con el fin de establecer la existencia de actividad tectónica reciente.

**Modelaje preliminar:** Consiste en definir la geometría de la cuenca, estilos estructurales y conocer las diversas unidades estratigráficas, así como los modelos de facies sedimentarias y de paleoambientes, definidos por autores previos.

**Geología de superficie:** El objetivo es corroborar la información previa plasmada en los modelos preliminares y obtener nuevos indicios de actividad tectónica reciente para establecer los tensores de esfuerzo. Esta etapa requiere: a) Levantamiento geológico de las zonas de mayor interés, que incluye realizar columnas estratigráficas, recolectar muestras de mano y medir las estructuras sedimentarias; b) estudiar y caracterizar las geoformas presentes y; c) ubicar afloramientos deformados, para establecer en ellos estaciones microtectónicas, donde se toman las mediciones de actitud de los planos de falla y de "pitch" y/o "plunge" de las estrías de falla, además de establecer las relaciones temporales y geométricas de las rocas sedimentarias afectadas. El objetivo es establecer las fases de deformación que han afectado la región y determinar los tensores de esfuerzo responsables de dichas deformaciones. Entre los métodos de análisis de poblaciones de fallas para obtener tensores de esfuerzo, están los de ANGELIER (1979) y de ETCHECOPAR *et al.* (1981), ya que ambos métodos dan resultados confiables y sus resultados son fáciles de comparar entre sí.

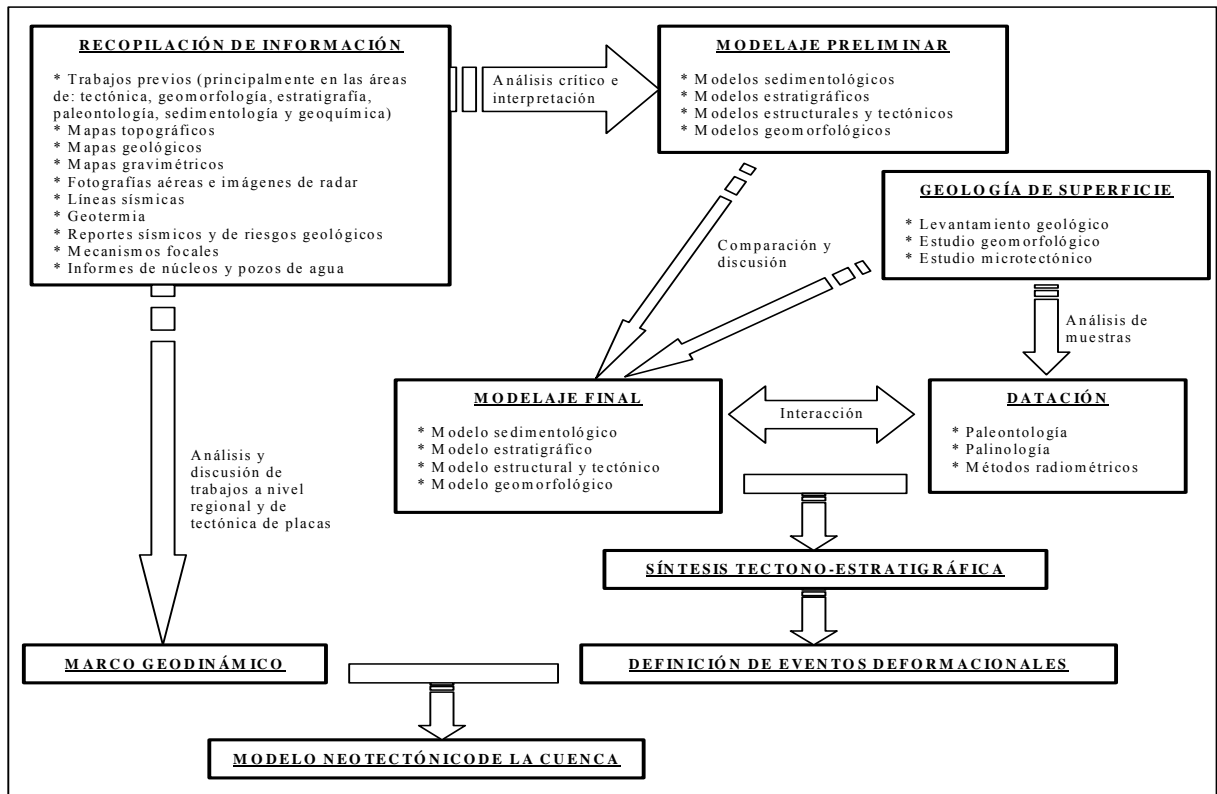
**Datación:** El propósito es obtener edades. Para ello se utilizan como herramientas la paleontología, la palinología y los métodos radiométricos.

**Modelaje final:** A partir de la comparación y discusión del modelaje preliminar con los datos de campo, se generan uno o varios modelos geológicos que expliquen la geología de la región.

**Síntesis tectono-estratigráfica:** Consiste en establecer la relación espacial y cronológica de las unidades estratigráficas en el marco tectónico y estructural establecido.

**Definición de eventos deformacionales:** A partir de las observaciones realizadas en campo y comprendiendo el marco estratigráfico, se establecen las fases de deformación que han actuado.

**Modelo neotectónico de la cuenca:** Se construye con la última fase de deformación (que aún esté activa) y trata de explicarla, bajo el marco geodinámico propuesto por otros autores.



**Figura 1.** Metodología para el estudio neotectónico de una cuenca sedimentaria.

## Referencias

- ANGELIER, J. 1979. Determination of the mean principal directions of stresses for a given fault population. *Tectonophysics*, 56:17-26.
- AUDEMARD, F. & A. SINGER. 1999. La ingeniería de fallas activas en Venezuela: historia y estado del arte. *Curso internacional sobre protección del patrimonio construido en zonas sísmicas*. Caracas: 45-67 p.
- ETHECOPAR, A., G. VASSEUR. & M. DAIGNIERES. 1981. An inverse problem in microtectonics for the determination of stress tensors from fault striation analysis. *Jou. Struct. Geol.*, 3 (1): 51-65.
- JARANOFF, D. 1960. *Tectonics of Bulgaria*. Tehnika: Sofia, 283p.
- MERCIER, J. & P. VERGELY. 1999. *Tectónica*. México: Limusa. 259 p.

## CAMPO GEOMAGNÉTICO DE VENEZUELA Y SUS VARIACIONES

FERNÁNDEZ F.<sup>(1)</sup>, NEVADO N.<sup>(1)</sup> & ARAUJO F.<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>PDVSA-INTEVEP, <sup>(2)</sup>UCV, Facultad de Ingeniería. Departamento de Física Aplicada.

En este trabajo se muestra por primera vez el campo geomagnético de referencia internacional de Venezuela, usando las ecuaciones de análisis armónico modelados en 100 años para calcular el campo magnético teórico y sus componentes. Se presenta el campo geomagnético de Venezuela y sus componentes para el año 2.000 y también se muestran las variaciones temporales de todas las componentes del campo en Venezuela, analizando sus variaciones en las ciudades de Caracas, Maturín, Maracaibo y Ciudad Bolívar. El resultado del estudio de variación temporal en un siglo del campo geomagnético de Venezuela, sugiere una disminución de todas sus componentes.

El campo magnético teórico fue estudiado por el matemático Alemán Henry Carl Friederich Gauss 1838, realizando las primeras observaciones a escala global dándole el formalismo matemático al aplicar análisis de armónicos esféricos para sistematizar el conjunto de medidas disponibles en su tiempo en 1838 cerca de la cuarta década del siglo XIX, cuando llegó a la conclusión que el campo observado en la superficie de la Tierra se originaba dentro de la Tierra [STACEY, 1969], [PRESS, 1980], [BLAKELY, 1996].

La Tierra es uno de los planetas del Sistema Solar que posee un campo magnético y este campo geomagnético es variable en intensidad y dirección en escalas que varían en milisegundos hasta milenios.

Se modeló el campo geomagnético terrestre considerando fuentes internas, haciendo expansión en armónicos esféricos con normalización de Schmit hasta  $n=10$ . Esta expansión correspondería a la contribución del núcleo externo [BLAKELY 1996].

La importancia desde el punto de vista de exploración se traduce en la posibilidad de discriminar la contribución magnética del núcleo, del campo magnético inducido producido en la corteza terrestre. Siendo la contribución magnética de la corteza la que se utiliza con mayor fuerza en los métodos magnéticos.

En el presente trabajo se presenta la variación del campo geomagnético teórico usando el análisis en armónicos esféricos para Venezuela. Las ecuaciones que describen el campo se programaron en el lenguaje FORTRAN77.

Cálculo del Campo Geomagnético de Venezuela, análisis y resultados: Para realizar la simulación del campo geomagnético de Venezuela se utilizaron los coeficientes de Gauss para calcular  $B_z$ ,  $B_x$  y  $B_y$ , a partir de estas componentes se calculó la inclinación y la declinación magnética [CARLE *et al*, 1982].

Las figuras 1,2 y 3 muestran los mapas teóricos de contornos de la intensidad magnética total, de la inclinación y la declinación magnética en Venezuela para el año 2.000.

Los coeficientes de Gauss que se usan para calcular el campo geomagnético internacional de referencia se actualizan cada 5 años, ya que éstos no cambian apreciablemente en tiempos pequeños. En la figura 4 se muestra la variación de la intensidad magnética total desde 1.900 al año 2.000, en las ciudades de Caracas, Ciudad Bolívar, Maracaibo y Maturín, y muestran una clara tendencia a la baja siendo aproximadamente de un 12% de disminución en los 100 años, en la magnitud de la intensidad magnética total.

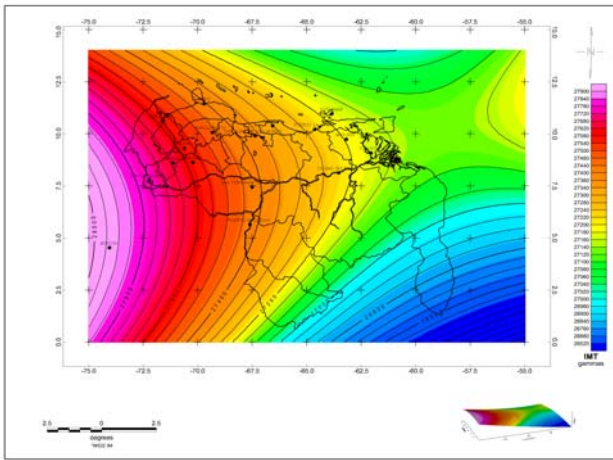
En la figura 5 se presenta un gráfico tipo Bauer [STACEY, 1969] donde se observa el cambio progresivo en la inclinación y declinación a través del tiempo en las mismas ciudades y se observa que en un siglo la inclinación decrece al igual que la declinación haciéndose más negativa.

Conclusiones: De acuerdo al modelado del campo magnético internacional de referencia para Venezuela, usando análisis armónico hemos podido simular todos los componentes del campo magnético y sus variaciones en Venezuela, notándose una variación de aproximadamente 12 % en un siglo de la magnitud de la intensidad magnética total y sus componentes, así como 6,44 % en Inclinación y 124,5 % en la Declinación.

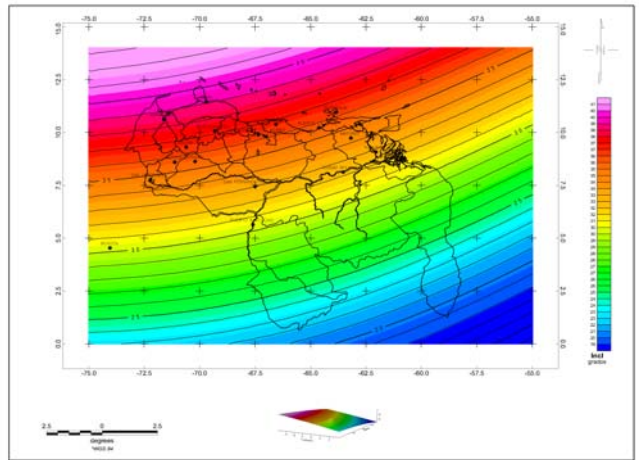
Se estudiaron las variaciones en las cuatro ciudades más importantes de Venezuela de todos los componentes del vector magnético, cuantificando por primera vez sus variaciones temporales en una centuria, donde se sugiere una disminución de todas sus componentes.

### Referencias

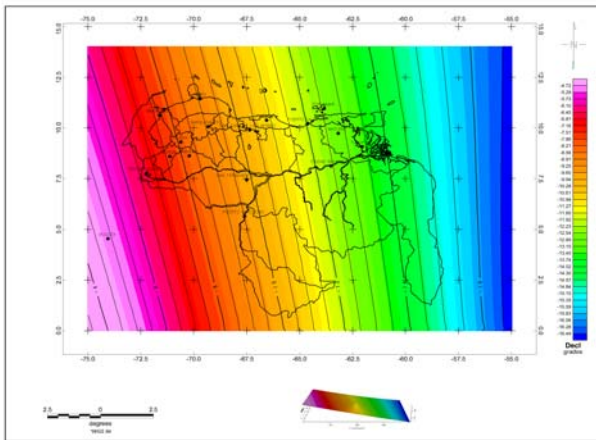
- BLAKELY, R., 1996. Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications. Cambridge Univ. Press. U.K. 441 p.  
CARLE, H. M., HARRISON, C., 1982. A problem in representing the core magnetic field of the earth using spherical harmonics. Geophysical Research Letters, Vol. 9, N° 4, p. 265 – 268.  
PRESS, F., SIEVER, R., 1980. Earth. W. H. Freeman and Co. pp. 649.  
STACEY, F., 1969. Physics of the Earth. John Wiley & Sons. 324 p.



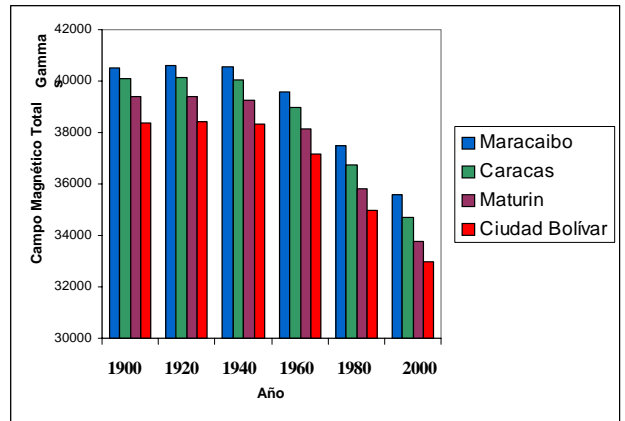
**Figura 1.** Mapa del Campo Magnético Total para Venezuela



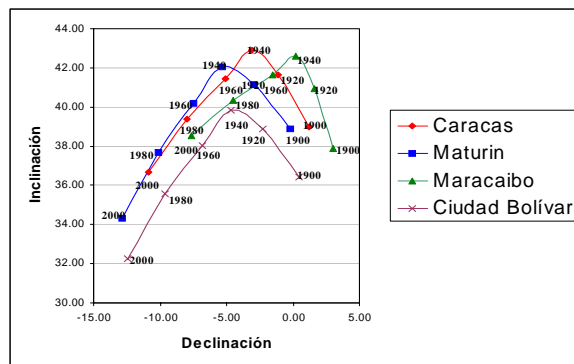
**Figura 2.** Mapa de Inclinación Magnética para Venezuela



**Figura 3.** Mapa de Declinación Magnética para Venezuela



**Figura 4.** Variación Temporal del Campo Magnético Total en las ciudades de Caracas, Maracaibo, Maturin y Ciudad Bolívar



**Figura 5.** Gráfico tipo Bauer donde se muestra la inclinación versus la declinación a través del tiempo para las ciudades de Caracas, Maracaibo, Maturin y Ciudad Bolívar

## LAS ROCAS ÍGNEAS DE LA QUEBRADA YARACUIBARE, ESTADO FALCÓN (The igneous rocks of the Yaracuibare creek, Falcon State)

FOURNIER H., ARIAS I., BARITTO I., CAMPOSANO L., MARTINEZ N. & URBANI F.

UCV, Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica.

Laboratorio de Fluorescencia y Difracción de rayos X. Caracas.

A 5,5 km al oeste del pueblo de Sanare, Distrito Silva, estado Falcón, se encuentra la quebrada Yaracuibare (Figura 1) en donde se levantó una sección con sentido oeste-este, en ésta se describieron dos afloramientos separados cada uno por 210 m aproximadamente compuestos por rocas ígneas y sedimentarias. Se encontraron cinco cuerpos ígneos uno en el afloramiento A y cuatro en el afloramiento B, dichos cuerpos intrusionan lutitas y areniscas de la Formación Cerro Misión de edad Eoceno Tardío. Se colectaron un total de veinte muestras de las cuales la mitad se estudió petrográficamente haciendo énfasis en las rocas ígneas (Tabla 1).

En el primer afloramiento (A), se levantó una sección compuesta en su mayoría por rocas de tipo areniscas, el espesor total de este primer afloramiento es de 1,2 m, variando las capas desde 10 cm hasta unos 50 cm como máximo, el rumbo y buzamiento general de este afloramiento es de N55°E67°S. En este afloramiento la primera roca (A-1) es de origen ígneo conservando la misma dirección geológica que las rocas sedimentarias. En el contacto entre esta roca y la arenisca adyacente se puede observar un material gris oscuro de unos 10 cm de espesor, de grano muy fino y de aspecto filítico que delata algún proceso de cocción. En el segundo afloramiento (B) se puede apreciar mucho mejor el estado de los cuerpos ígneos y el contacto con la roca caja lutítica. Son cuerpos tabulares, de aproximadamente 2 m de altura y con variaciones de espesor desde 0,7 m hasta 5,1 m. El rumbo de estas rocas es de N50°E y un buzamiento predominante de 60°S, en algunos es subvertical (B-1 y B-8). En este mismo afloramiento y en contacto inmediato con las rocas ígneas anteriores, se presenta una capa de grano sensiblemente más fino, de color negro a gris oscuro y de aspecto y consistencia filítico muy parecido al encontrado en el primer afloramiento, el espesor de este material no se pudo verificar ya que se presenta muy removido por su fragilidad. Todos los cuerpos ígneos se pueden clasificar como apófisis (Tabla 2).

Debido a la concordancia geométrica entre las areniscas del afloramiento A y su cuerpo ígneo adyacente, se pudiera pensar en un sill como estructura ígnea (concordante con la roca caja), sin embargo no se puede aseverar para los cuerpos del afloramiento B debido al desgaste y remoción del material cocido, aunque como se observa en la Figura 1 estos guardan cierto paralelismo, no siendo concluyente debido a la porción cubierta entre ambos afloramientos.

En cuanto a los resultados petrográficos, la plagioclasa y los carbonatos son los minerales esenciales, seguido de la antigorita. Algunos cristales de antigorita tienen hábitos prismáticos, así como también en algunos cristales de siderita. También se observa una relación muy íntima entre la calcita y la plagioclasa siendo la primera la alteración de la segunda. Cabe destacar que a las muestras B-1 y B-2 se les pudo determinar el tipo de plagioclasa resultando labradorita ( $An_{53}$  y  $An_{58}$  respectivamente). La cristalinidad de la mayoría es holocristalina, con granularidad afanítica, de fábrica hipidiomórfica y porfíricas. Las texturas reportadas son las siguientes: poikilítica (leucoxeno en antigorita y en siderita), afieltrada (matriz de plagioclasa sin orientación) y ofítica (interrelación entre piroxeno y plagioclasa).

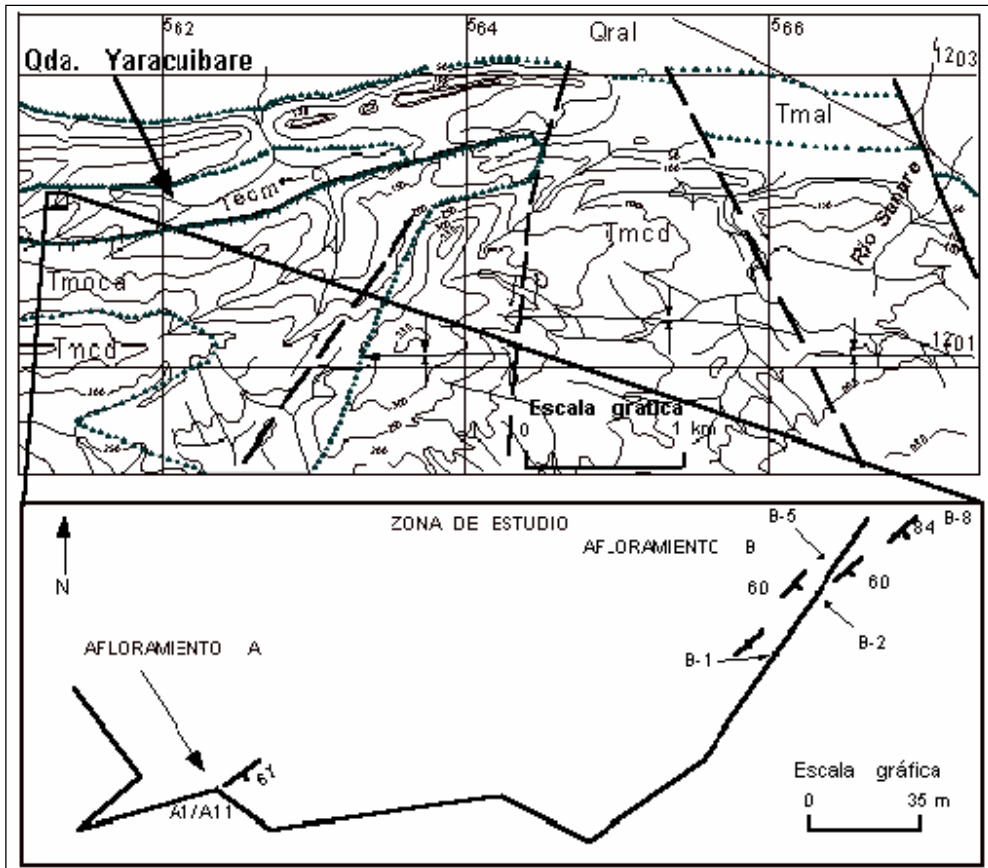
Los resultados petrográficos indican que las rocas ígneas han sido alteradas por un proceso de hidratación y de carbonatización, ya que se puede observar que en algunos granos se conservan los hábitos de minerales máficos, tales como olivino y piroxeno y que han sido reemplazados por antigorita, siderita y calcita, presentándose ahora como pseudomorfos. Es muy posible que el  $Ca^{+2}$  de los carbonatos haya sido aportado por la matriz plagioclásica debido precisamente a su composición.

Muchos autores han demostrado la serpentización de olivino y piroxeno como resultado de la hidratación, los trabajos clásicos de BOWEN & TUTTLE (1949) demostraron que la formación de la serpentina por la acción del agua puede ocurrir solamente debajo de los 400°C. Probablemente el  $H_2O$  para estas reacciones pudo haber sido aportada por los filosilicatos de la roca caja lutítica de la Formación Cerro Misión, ya que el resultado de la cocción de dicha roca se observa en campo como el material antes descrito y en algunos afloramientos a ambos lados del cuerpo ígneo.

**Tabla 1.** Clasificación APQ de rocas volcánicas según STRECKEISEN (1978).

Muestra	Mineralogía (%)										IC	Clasificación
	Q	Plag	Ant	Px	Bi	Cal	Sid	Zir	Le	Opa		
A-1		48		Tz		51				1	1	Leucobasalto
B-1		51*	35			10	3	<1	1		39	Melanoandesita
B-2	<1	50*	25		Tz	20			5		30	Leucobasalto
B-5	<1	25	20		Tz	30	15		10		45	Basalto
B-8	Tz	18	20	Tz	Tz	40	20		2		42	Basalto

Legenda: Q: cuarzo, Plag: plagioclasa, Ant: antigorita, Px: piroxenos, Bi: biotita, Cal: calcita, Sid: siderita, Zir: circón, Le: leucoxeno y Opa: minerales opacos. Tz: traza. IC: índice de color (%), \*: como labradorita. Para la diferenciación andesita-basalto se contó con el % de SiO<sub>2</sub>.



**Figura 1.** Mapa geológico regional basado en CAMACHO & MIJARES (1989).

Legenda: Qral: Aluvión, Tmcd: Formación Capadare, Tmal: Formación Agua Linda, Tmca: Formación Casupal y Tecm: Formación Cerro Misión.

**Tabla 2.** Dimensiones de las apófisis ígneas.

Afloramiento de la muestra	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m <sup>2</sup> )
A-1	0,20	1,5	0,3
B-1	5,1	2,0	10,2
B-2	1,15	2,0	2,3
B-5	0,7	2,0	1,4
B-8	1,4	*	*

\* No se pudo determinar.

## Referencias

- BOWEN, N. L. & O. F. TUTTLE (1949) The system MgO-SiO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O. *Bull. Geol. Soc. Amer.* 60, p. 439.
- CAMACHO, A. & M. MIJARES (1989) *Geología de la zona de Sanare Buena Vista, Sector Agua Linda, Distrito Silva, Estado Falcón*. U.C.V. Dept. Geología. Trabajo Especial de Grado, Inédito, 97 pp.
- STRECKEISEN, A. L. (1978) Classification and nomenclature of volcanic rocks, lamprophyres, carbonatites and melilitic rocks. *Neves. Jahrb. Mineral. Abh.* 134: 1-14.

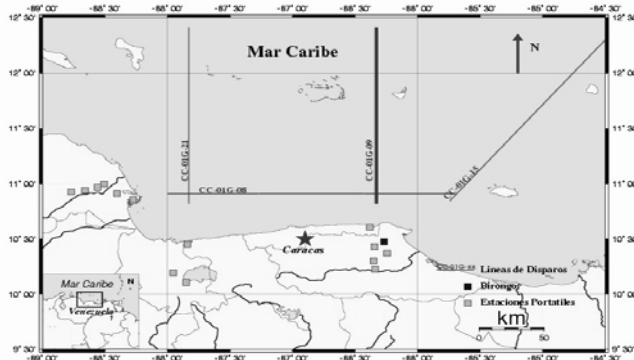
## ESTUDIO CORTICAL EN EL ÁREA CENTRO-NORTE DE VENEZUELA A PARTIR DE DATOS DE SÍSMICA DE REFRACCIÓN

GUÉDEZ R.<sup>(1,2)</sup>, SCHMITZ M.<sup>(2)</sup>, CAVADA J.<sup>(1)</sup> & SÁNCHEZ J.<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>UCV, Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica.

<sup>(2)</sup>Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS)

En el año 2002 PDVSA realizó en el Mar Caribe frente a las costas venezolanas un levantamiento sísmico bidimensional (2D) denominado “Caribe Central”. Con el fin de adquirir información adicional sobre las características más resaltantes de la corteza terrestre en la región central, durante dicho levantamiento se colocaron estaciones sismológicas portátiles, siguiendo la prolongación en tierra de las líneas sísmicas adquiridas en el mar (Proyecto: *Mar y Tierra*, Figura 1). Igualmente, se empleó la información recibida de la estación sismológica *Birongo*, la cual pertenece a la red sismológica nacional RESVAC. De esta manera se contó con un total de 15 estaciones receptoras.

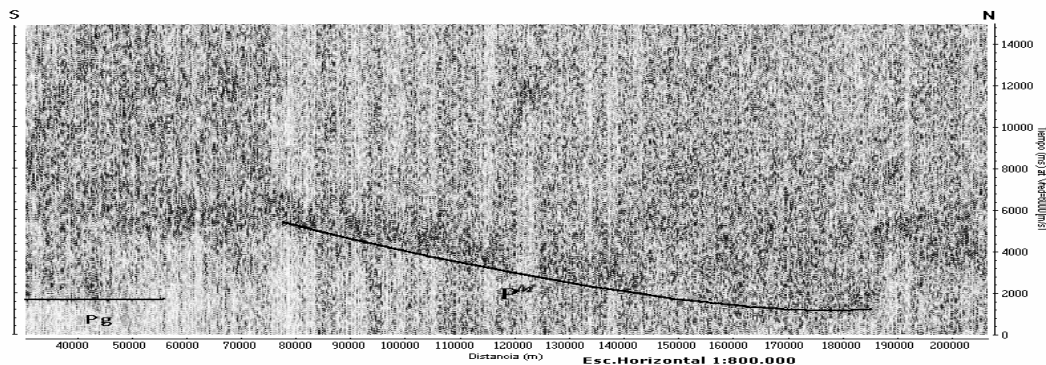


**Figura 1.** Zona de Estudio, Proyecto “Mar y Tierra”. La línea gruesa corresponde a la sección de la figura 2

La energía registrada por las estaciones ubicadas en tierra fue generada durante el levantamiento sísmico por disparos realizados con cañones de aire comprimido (*air gun*), los cuáles se realizaron a intervalos de tiempo entre 11 y 19 segundos. Esto resultó en una separación promedio entre cada disparo de 37 metros en las líneas 9,15 y 21, y de 25 metros para la línea 8. Cada disparo realizado en el mar es captado y procesado en tierra como una traza sísmica relacionada al punto de registro, por lo que las secciones sísmicas obtenidas están compuestas por más de 6000 trazas en las líneas de mayor longitud. Para el procesamiento de los datos, después de haber calculado las respectivas distancias de los disparos al equipo de registro y de haber montado las secciones sísmicas, se procedió a aplicar el filtraje de los datos usando el programa *Reflexw*® (Sandmeier Software, 2000). Las frecuencias usadas en los estudios de sísmica profunda se encuentran generalmente entre 1-10 Hz y el análisis espectral arrojó valores que se encuentran dentro de este rango (4-10 Hz), por lo tanto se aplicó un filtro pasabanda el cual abarco dichos valores. Posteriormente, se aumentó la separación entre trazas a una distancia promedio de 250 metros a través del apilamiento (*Stack*) o suma de las trazas vecinas. De esta forma se logra una notable mejoría en la calidad de las secciones sísmicas.

La interpretación de las secciones sísmicas ha permitido identificar varias de las principales fases corticales (Pg, P<sup>M</sup>). A partir de los tiempos de viaje de estas fases, y empleando ecuaciones de cálculos aproximados (GIESE, 1976) se ha podido estimar hasta la fecha algunos valores de profundidad en función del tiempo, la distancia y de las llegadas. Basado en los resultados de los cálculos aproximados, se procedió al modelado de los perfiles mediante el trazado de rayos. A continuación en la figura 2 se muestra la sección correspondiente a la línea 9 en la estación Birongo y las principales fases corticales observadas en ella.

Los resultados obtenidos hasta la fecha de las líneas 9, 15 y 21 proponen la profundidad del límite corteza-manto superior (Discontinuidad de *Moho*) debajo de la costa en 36-39 km con una importante disminución de esta profundidad hacia la Placa del Caribe en el norte a unos 18-20 km y una velocidad promedio de la corteza entre 5.9 y 6.3 km/s. No se observa llegadas de ondas que penetraran el manto superior (Pn), por lo cual se estimó para los cálculos la velocidad del manto superior en 8.2 km/s. Estos resultados están en el mismo orden que los espesores determinados cercanos a la ciudad de Barcelona (200 km al este de la zona de estudio) analizando mediciones sísmicas de refracción (Martins et al., 2002). Los modelados gravimétricos efectuados en la zona central indican para la corteza continental cercana a la costa espesores entre 35 km (Bosch y Rodríguez, 1992) y 40 km (ORIHUELA & RUIZ, 1990), disminuyendo su espesor hacia el sur a 33 y 35 km, respectivamente.



**Figura 2.** Sección sísmica del registro de los disparos de la línea 9 (CC-01G-09) en la estación Birongo (Velocidad de reducción: 6 km/s). Se observan las llegadas de la Pg hasta 55 Km. y la reflexión del Moho ( $P^M$ ) entre 180 y 76 Km.

### Referencias

- BOSCH, M. AND RODRIGUEZ, I., 1992. North Venezuelan collisional crustal Block: the boundary between the Caribbean and South American plates. *J. South Am. Earth Sci.*, 6, pp. 133-143
- GIESE P., 1976. Depth calculation. In: Giese, P., Prodehl, K., Stein S. (Eds.), *Explosion Seismology in Central EUROPE, DATA AND RESULTS*. SPRINGER, BERLIN, pp. 146-161.
- MARTINS, A., SCHMITZ, M. Y CASTILLO, J., 2002. Estructura cortical en la Cuenca Oriental de Venezuela, determinada a partir de sísmica de refracción profunda. XI Congreso Venezolano de Geofísica, Caracas, aceptado.
- ORIHUELA, N. & RUIZ, F., 1990. Modelaje Gravimétrico de un perfil comprendido entre los poblados de Altagracia de Orituco, Edo. Guarico y Caraballeda, Dtto. Federal, Venezuela. V Congreso Venezolano de Geofísica, Caracas, pp. 466-473.

### MEDICIONES GRAVIMÉTRICAS Y DE RUIDO AMBIENTAL BARQUISIMETO – ESTADO LARA

LOZANO, L.<sup>(1)</sup>, YÉPEZ, S.<sup>(1)</sup>, ROCABADO, V.<sup>(2)</sup> & SÁNCHEZ, J.<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> UCV, Facultad de Ingeniería. Caracas.

<sup>(2)</sup> Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS)

Barquisimeto, una de las ciudades más importantes de Venezuela, está ubicada en las cercanías de la Falla de Boconó, la cual ha originado varios terremotos destructivos a lo largo de la historia, tal como el terremoto de 1812, que causó alrededor de 4.000 víctimas en Barquisimeto. Actualmente Barquisimeto es una ciudad de rápido crecimiento con más de 1 millón de habitantes, expandiéndose principalmente sobre antiguas terrazas fluviales. Muy poco se conoce de las condiciones de suelo, con afloramientos de esquistos en la parte oriental de la ciudad, la cual concentra la mayoría de las construcciones formales, y terrazas de espesor desconocido en el oeste, donde predominan áreas de construcciones informales, las cuales continúan expandiéndose.

Mediciones de ruido ambiental y análisis de perforaciones geotécnicas, se realizaron en diversas zonas de Barquisimeto a objeto de evaluar las características del suelo. Los periodos predominantes de suelo, obtenidos a partir de la relación H/V, varían entre 0,2 s a 0,9 s. Hacia el oeste, los periodos predominantes aumentan, con valores entre 0,5 y 0,8 s, asociados a un aumento en el espesor de sedimentos. Del análisis de las perforaciones geotécnicas



se deriva que el espesor de la terraza esta en el orden de 15 m en el centro de la ciudad, aumentando hacia el oeste. Los sedimentos muestran una intercalación monótona de arcillas con arenas y gravas.

Adicionalmente se realizaron mediciones gravimétricas en las terrazas sobre las cuales se encuentra la ciudad. Los datos fueron reducidos hasta obtener anomalía de Bouguer. Los valores de Anomalía de Bouguer registrados se encuentran entre -11 y 24 mgal. Se encontraron valores máximos al norte, noreste y noroeste de la ciudad. En región central de la ciudad se encontró un mínimo gravimétrico de 23.5 mgal. Estimaciones preliminares sugieren que dichas anomalías están controladas por los accidentes estructurales de la región y la presencia de los sedimentos que conforman la terraza sobre la cual reposa la ciudad.

Este estudio forma parte de un proyecto que comenzó a desarrollarse en 1998, incorporando a las autoridades del gobierno local, tales como Municipalidad y Gobernación del Estado Lara. Recientemente, bajo la modalidad de estudios de pasantías, se han expandido las mediciones existentes en el área, tanto gravimétricas como de ruido ambiental, con miras a cubrir completamente la zona urbana de la ciudad de Barquisimeto a objeto de estimar los espesores sedimentarios de la terraza.

## **ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LAS VARIACIONES EN EL CARBONATO DE CALCIO Y LA DISTRIBUCIÓN DEL NANNOPLÁNTON CALCÁREO EN LA FORMACIÓN LA LUNA, SECCIÓN DEL RÍO SAN MIGUEL, ESTADO MÉRIDA.**

MACHADO A. & REY O.

UCV, Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica.

El objetivo de este trabajo es estudiar la distribución del nannopláncton calcáreo en la Formación La Luna, y evaluar la relación que existe entre la abundancia y composición de las asociaciones de nannofósiles identificadas y las fluctuaciones rítmicas en el carbonato de calcio reportadas en esta unidad.

Para este estudio se escogió la sección del río San Miguel, estado Mérida. En esta localidad la Formación La Luna aflora, de forma continua, en el núcleo de un anticlinal simétrico con un espesor aproximado de 22 m. El contacto inferior no fue observado y el superior es concordante con la Formación Colón. A nivel de afloramiento, esta unidad se caracteriza por la presencia de margas negras intercaladas con calizas negras, es común la presencia de concreciones de tamaño variable (de 0.03 a 1.50 m de longitud) y, en menor proporción, capas silicificadas muy delgadas (de 3 a 20 cm de espesor). Dos unidades informales pueden ser reconocidas, en la unidad inferior dominan las margas, concreciones y capas silicificadas, mientras que en la unidad superior incrementan las calizas, las concreciones y capas silicificadas son escasas. El tope de la formación presenta un nivel fosfático-glaucónico de un metro de espesor conocido como el Miembro Tres Esquinas. Tres tipos litológicos se han identificado en base al porcentaje de carbonato de calcio: calizas (%CaCO<sub>3</sub> >80%), calizas margosas (%CaCO<sub>3</sub> entre 60-80%) y margas (%CaCO<sub>3</sub> <60%). Estos tipos litológicos se disponen en patrones cíclicos, caracterizados por la alternancia de hemicíclios pobres y ricos en carbonato de calcio. REY *et al.* (2002) sugirieron que estos ciclos son el resultado de fluctuaciones en la productividad de carbonato en las aguas superficiales y dilución por terrígenos.

Un total de 40 muestras fueron seleccionadas, pertenecientes a 10 ciclos distribuidos a lo largo de toda la secuencia, en este estudio se excluyó el Miembro Tres Esquinas. Las muestras fueron preparadas por métodos convencionales, la materia orgánica fue oxidada utilizando una solución de hipoclorito de sodio al 10%. En la identificación taxonómica se utilizó un microscopio petrográfico de luz polarizada con un aumento de 1600X, se contabilizó la totalidad de especímenes presentes en 180 campos de visión, finalmente se revisaron tres transversos adicionales incluyéndose en el último campo de visión todas aquellas especies que no se habían reportado con anterioridad. Se calculó para cada especie la frecuencia de ocurrencia y, utilizando el software **divers.exe**, se obtuvieron en cada una de las muestras analizadas los índices de diversidad de Shannon (H), uniformidad (e) y Simpson (Ds). Estos resultados fueron comparados con las variaciones en el porcentaje de calcio.

En términos generales, la asociación de nannofósiles identificada se caracteriza por una riqueza en especies baja, la cual disminuye en la unidad informal superior. El conjunto floral está representado por las especies *Watznaueria barnesae*, *Micula staurophora*, *Quadrum gartneri*, *Prediscosphaera cretacea*, *Lithraphidites carniolensis*, *Braarudosphaera bigelowii*, *Tranolithus orionatus*, *Lithastrinus floralis*, *Cribrosphaera ehrenbergii*, *Cretarhabdus crenulatus*, *Eiffellithus turriseiffelii*, *Gartnerago obliquum*, *Helicolithus trabeculatus*, *Glaukolithus compactus*, *Marthasterites furcatus*, *Eprolithus* sp y *Staurolithites* sp.

Igualmente, se observó una diversidad baja, el índice de Shannon varía entre 0.325 y 1.277, el de uniformidad entre 0.248 y 0.991 y el de Simpson entre 0.190 y 0.828. Los índices de diversidad, vistos con anterioridad, tienen en consideración conjuntamente la riqueza en especies y la distribución de individuos entre especies. La diversidad en una asociación fósil dada, dependerá del grado de homogeneidad en que se distribuya el número de individuos entre

las especies identificadas, incrementando en la medida en que los individuos se encuentren homogéneamente distribuidos.

La tendencia general observada indica un aumento en el número de especies cuando disminuye el porcentaje de carbonato de calcio. Relaciones similares se presentan con los índices de diversidad, a excepción de aquellas muestras donde se observó una silicificación intensa. El índice de Simpson demostró tener la más baja sensibilidad al tamaño de la muestra.

El número de individuos en cada una de las especies identificadas es bajo, sólo aquellas especies más resistentes a la disolución (*Watznaueria barnesae* y *Quadrum gartneri*) exhibieron valores mayores y se presentan a lo largo de toda la sección. Basados en este criterio, se calculó la frecuencia de ocurrencia de estas especies, este valor relaciona el número de campos en que se observa la especie con relación al número total de campos contabilizados. Si bien, la *W. barnesae* es mucho más abundante que el *Q. gartneri*, las curvas de frecuencia mantienen la misma tendencia entre sí, y son inversas al porcentaje de carbonato de calcio, esto sugiere que este parámetro es poco sensible al tamaño de la muestra y no se ve afectado por los procesos de silicificación.

Los resultados obtenidos en este estudio indican que la diversidad en el conjunto floral responde a la ciclicidad reportada en la Formación La Luna, incrementando en los hem Ciclos pobres en carbonato de calcio. Resulta difícil reconstruir patrones de paleoproductividad, debido a que no se reconocieron especies indicativas de aguas superficiales fértiles (*Biscutum constans*, *Zygodiscus erectus*) las cuales son muy sensitivas a la disolución (BELLANCA *et al.*, 1996). Sin embargo, se ha inferido que la *W. barnesae* también refleja aguas superficiales fértiles (TREMOLADA *et al.* 1999, 2000 y ERBA *et al.*, 1994; cit en STOLL & SCHRAG, 2001), en las muestras analizadas la frecuencia de ocurrencia de esta especie es inversa al porcentaje de carbonato de calcio. Probablemente durante la sedimentación de los hem Ciclos pobres en carbonato de calcio, la descarga fluvial favoreció por un lado, la descarga de nutrientes y por otro lado, la dilución biogénica tal como lo indica el bajo nivel de preservación observado en las muestras analizadas, en donde predominan formas resistentes como la *W. barnesae* y el *Q. gartneri*. Procesos diagenéticos de silicificación modifican los valores obtenidos en los índices de diversidad utilizados. La disminución en el número de especies identificadas en la unidad informal superior podría representar una disminución en la profundidad de la columna de agua, tal como ha sido indicado por ERLICH *et al.* (1999) y se correlaciona con la disminución en el contenido de foraminíferos plácticos reportado por REY *et al.* (2002).

## Referencias

- BELLANCA, A.; Claps, M.; Erba, E.; Masetti, D.; Neri, R.; Premoli Silva, I. And Venecia, F. (1996) Orbitally induced limestones/marlstone rhythms in the Albian-Cenomanian Cismos section (Venetian region, northern Italy): sedimentology, calcareous and siliceous plankton distribution, elemental and isotope geochemistry. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 126: 227-260.
- ERLICH, R.N., MACSOTAY, O., NEDERBRAGT, A.J. AND LORENTE, M.A. (1999) Palaeoceanography, palaeoecology, and depositional environments of Upper Cretaceous rocks of western Venezuela. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 153: 203-238.
- Rey, O., SIMO, T.(JA), ZAPATA, E., PADRÓN, V., LORENTE, M.A., 2002. Ciclicidad en la Formación La Luna, sección río San Miguel, estado Mérida, Venezuela. I Congreso Virtual de Sedimentología, Caracas, Venezuela.
- STOLL, H.M. AND SCHRAG, D.P. (2001) Sr/Ca variations in Cretaceous carbonates: relation to productivity and sea level changes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 168: 331-336.

## CONSTRUCCIÓN DE DIAGRAMAS TERNARIOS MEDIANTE EL USO DE UNA HOJA DE CÁLCULO

MARCANO R., BERMÚDEZ-CELLA M. & MORA-MATOS J.

UCV, Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Laboratorio de Termocronología. Caracas.

En la geología muchas de las clasificaciones de las rocas, ígneas o sedimentarias, son basadas en diagramas ternarios. En los cuales las rocas están definidas por tres variables calculadas en base al 100% de la composición total. En el mercado existen varios programas que permiten realizar estas clasificaciones, pero la mayoría son totalmente inaccesibles para estudiantes de pregrado, debido al costo o por su dificultad de manejo. En este trabajo se trata de implementar una metodología que permita graficar y clasificar objetos definidos en diagramas ternarios, con el uso de un programa de fácil acceso como Microsoft Excel.

Palabras y frases claves: diagramas ternarios, triángulo, escala, variables y parametrización.

Objetivo General: Desarrollar una rutina en Microsoft Excel que permita graficar usando diagramas ternarios con el fin de determinar la clasificación de una roca, ígnea o sedimentaria.

Objetivos Específicos:

- 1) Definir el área de graficado y las rectas que encierran cada clasificación.

- 2) Parametrizar los valores de composición de una roca, para que se encuentren dentro del área definida.
- 3) Crear un algoritmo que permita determinar la ubicación del punto según la clasificación.

Metodología: Con el uso del Microsoft Excel, en la opción de gráficos, se define un triángulo equilátero. El tipo de gráfico a usar es el de dispersión con líneas de unión entre puntos. Para la simplificación de los cálculos, se considera que los vértices se encuentran en los puntos (0;0), (100;0) y (50; 50√3). Esto se debe a que la suma de los valores que se usan para la clasificación con el uso de diagramas ternarios es igual a cien por ciento (100%).

En el gráfico anterior se le agrega una segunda serie la cual va a graficar los valores composicionales. Dichos valores no se pueden graficar directamente ya que no entrarían en el triángulo. Por lo que deben ser parametrizados o puestos en escala.

En la siguiente figura se puede observar un diagrama ternario definidos por los valores de “A”, “B” y “C”. Para el caso del triángulo definido anteriormente, “A” corresponde a las coordenadas (0;0), “B” a las coordenadas (100;0) y “C” a las coordenadas (50; 50√3).

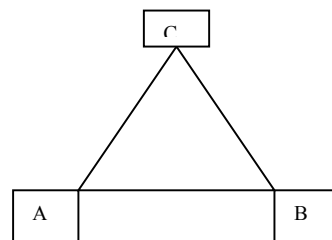
Por lo tanto el valor de “C” define la coordenada en el eje de la “y”, y los valores “A” y “B” el valor de la coordenada en eje de las “x”.

El valor de la coordenada “x” se calcula mediante la expresión:

$$X = \frac{(100 + B - A)}{2}$$

El valor de la coordenada “y” se calcula mediante la expresión:

$$Y = C \times \text{sen}(60^\circ)$$



Por ultimo los valores parametrizados se introducen dentro de un comparador lógico, el cual determina si dicho punto se encuentra en una determinada región del triángulo la cual se ha definido previamente según la clasificación que se este implementando.

Resultados: Al final de la rutina, el usuario tendrá la clasificación de la roca según los diversos autores presentes en la literatura, así como un gráfico que le permita visualizar la ubicación de dicha roca dentro del diagrama ternario. Este trabajo representa un aporte práctico ya que la mayoría de las personas no disponen de software especializados para la construcción de diagramas ternarios.

## **DISEÑO DE UN PLAN DE EXPLOTACIÓN DE YACIMIENTO DE CALIZA, CANTERA LA GAMARRA MAGDALENO, ESTADO ARAGUA.**

MÁRQUEZ O. & DE ABREU J.

UCV, Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Caracas.

El yacimiento de caliza que se encuentra ubicado en la zona conocida como el Zamuro, en el cerro Los Perros de Agua, Magdalena Estado Aragua, es un depósito de pequeñas dimensiones que puede ser explotado por el método minero convencional de cantera. El total de recursos mineros delimitados por el levantamiento geológico de superficie y evaluados mediante el método de secciones verticales arrojó un volumen cercano a los 6.000.000 de m<sup>3</sup>, pero las condiciones generales del yacimiento reducen el alcance de la explotación y sumado a una baja relación límite estéril / mena de un 20% solo se logró el diseño de la misma para una cantidad cercana a los 479.840 m<sup>3</sup>. Se estima que la explotación debe alcanzar un periodo de cuatro años con un rendimiento de 25.000 t/mes debido a la baja recuperación de los recursos.

El diseño final de la explotación contempla bancos de diez (10) m con un declive de 72° y bermas de cuatro (4) m de ancho, estos parámetros originan un talud final de pendiente máxima de 55° geomecánicamente estable. La explotación debe avanzar desde el nivel superior 790 hasta llegar al nivel 720, cada nivel debe extraerse completamente antes de avanzar al próximo. Los equipos necesarios para realizar las operaciones mineras básicas son: una (1) perforadora, un (1) cargador, tres (3) camiones; como equipos de apoyo: dos (2) tractores, una (1) motoniveladora y un (1) camión cisterna. El consumo específico de explosivo calculado es de 0,39 kg/m<sup>3</sup>.

## INVESTIGACIÓN EN EL ÁREA DE BENEFICIO MINERAL DE MENAS VENEZOLANAS

MARTÍZ M., DI YORIO C. & GARCÍA M.

UCV, Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica y Escuela de Metalurgia y Ciencia de los Materiales. Caracas.

Desde los Laboratorios de Preparación y Concentración de Minerales del Departamento de Minas de la Escuela de Geología, Minas y Geofísica y de Metalurgia Extractiva de Escuela de Metalurgia y Ciencia de los Materiales, ambos de la Facultad de Ingeniería UCV, en el transcurso de más de 30 años, se ha ido consolidando la línea de investigación de estudios de beneficio de minerales en menas metálicas y no metálicas de yacimientos venezolanos con el objetivo de analizar la factibilidad de obtener productos concentrados que cumplan con las especificaciones técnicas como materia prima industrial.

En los depósitos minerales se encuentra una agrupación de minerales tanto útiles como ganga que requieren ser separados y así obtener los concentrados de los útiles, que son la materia prima industrial para la fabricación de materiales, artefactos, utensilios y equipos empleados por la civilización.

Para llegar a una planta industrial de beneficio mineral, es preciso realizar ensayos de laboratorio que suministran la información sobre la posibilidad de obtener dichos concentrados, a través de las pruebas a escala de laboratorio y planta piloto, desde la caracterización, siguiendo con los ensayos de reducción de tamaño, para luego aplicar las pruebas de concentración.

La industria fabril venezolana utiliza materia prima mineral concentrada, importada en su mayor parte, con especificaciones técnicas estrictas de calidad a un costo elevado. La potencialidad demostrada de depósitos de minerales metálicos y no metálicos en Venezuela, proveerían de dicha materia prima si las condiciones de ubicación, transporte, suministro de energía, preparación profesional, inversión, tecnología y estabilidad política proporcionarían la facilidad de implantación de plantas de este tipo.

Más sin embargo, las instituciones de promoción al desarrollo de la industria minera nacional ha hecho esfuerzos para que se efectúen estudios de desarrollo minero que incluyen trabajos de beneficio mineral, que se han realizado en los diferentes centros de investigación nacional, siendo uno de ellos los que se realizan desde la Universidad Central de Venezuela.

La UCV, ha tenido un protagonismo relevante en el desarrollo nacional. Además de la formación del capital humano que el país demanda, ha contribuido al desarrollo y resolución de problemas desde todas sus áreas específicas. Gracias a la colaboración de las empresas y autoridades oficiales responsables de la administración y crecimiento económico, se ha apoyado la investigación técnica y científica que ha producido beneficios mutuos derivadas de convenios o contratos de I+D, lo cual ha significado abrir el horizonte académico hacia la sociedad.

En el tema que se trata, se puede citar ejemplos de fructífera colaboración bajo varias modalidades de trabajo, en el aprovechamiento empresarial de la universidad, como apoyo técnico y como agente innovador, que reflejan una trayectoria de interrelación mutua academia, industria y entes oficiales.

Desde estos Laboratorios, el personal y equipos han cumplido con sus funciones académicas, de investigación y de prestación de servicios para lo cual fueron creados.

En ellos, se cuenta con los equipos y máquinas a escala de laboratorio y planta piloto donde, se realizan toda clase de ensayos y pruebas exploratorias y semi industriales de Reducción de Tamaño, Clasificación Dimensional e Isodrómica, operaciones de Concentración e Hidrometalurgia.

Trituradoras de mandíbulas, cilindros trituradores, trituradoras de discos, molinos de bolas y barras, apoyan a los investigadores en pruebas de *Triturabilidad*, *Moliendabilidad* y *Liberación*. Rop-Tap vibratorios de techo y piso, ciclosizer y cribas vibratorias de dos pisos permiten la realización de *Análisis Granulométricos* y *Distribución de Tamaños*.

El espectro de máquinas y equipos de concentración exploratorias es suficiente para acometer pruebas de *Gravimetría*: espiral Humphreys, mesa Wilfley, cribas hidráulicas o Jigs, concentrador Knelson; *Flotación*: celdas Denver, Wemco y column, y *Concentración Magnética* con el separador magnético de banda en seco de alta intensidad.

La unidades de planta piloto tales como la unidad de molienda clasificación Hardinge, la unidad de seis celdas de flotación Denver, la unidad de lavado y separación de 50 kg/h de capacidad, la unidad de separación de medios densos Wemco, han permitido realizar estudios en modo continuo de producción de concentrado y estéril.

Disco peletizador y horno de sinterización de altas temperaturas para pruebas de aglomeración y quemado de pellas.

Y más recientemente, dada la importancia creciente de tomar en cuenta los aspectos ambientales dirigidos hacia la minería sustentable, se ha iniciado en este mismo año 2002, mediante el financiamiento de FONACIT, un proyecto de *Biotecnología Minera*, que incluye la instalación de un laboratorio con equipos tales como: estufas,

autoclaves, agitadores, microscopios, centrifugas, orientado hacia la extracción de níquel, cobalto y cromo de laterita ferruginosa y desechos de procesos, que iniciará estudios de menas provenientes del Estado Cojedes y del yacimiento de Loma de Níquel.

Estudios relacionados con 1) optimización de procesos de tratamiento de rocas y minerales, 2) factibilidad de obtención de preconcentrados y concentrados propiamente dichos, 3) diseños de flujograma de procesos, 4) selección de equipos y 5) estudios de simulación, que implican la aplicación ensayos de caracterización química (composición elemental, tenores), física (dureza, gravedad específica, liberación, distribución granulométrica e índice de Bond), mineralógica (estructura cristalina, color, brillo, raya, clivaje, forma), petrográfica (tamaños de granos y partículas, ocurrencia, génesis); y arduos diseños de experimentos para las operaciones unitarias de reducción de tamaño, clasificación y concentración (que informan sobre recuperaciones R, grados de concentración K y rendimiento de la operación), muy costosos en tiempo y dinero, han sido un reto continuo para patrocinantes, profesores, estudiantes y técnicos de los laboratorios mencionados.

En este trabajo se conocerá una visión general de los trabajos de investigación realizado sobre los más importantes depósitos nacionales, que constituye la base de información de partida para la subsiguiente toma de decisiones, como una muestra de la contribución al desarrollo que puede desarrollar la unión de las voluntades de las instituciones académicas, industriales y oficiales.

**EL BOLETÍN DE HISTORIA DE LAS GEOCIENCIAS EN VENEZUELA (1984-2000):  
ANÁLISIS DE SU CONTENIDO**  
**(The Bulletin for the History of Venezuelan Geosciences (1984-2000): Analysis of its content)**

NOGUERA M.

UCV, Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Caracas.

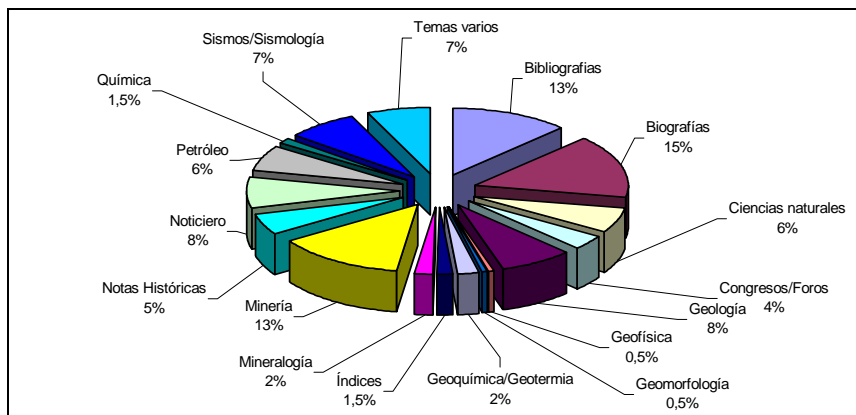
Tutores: F. URBANI & J. RODRÍGUEZ

Un total de 71 números del *Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela* (BHGeV) ha sido publicado ininterrumpidamente desde 1984 hasta el año 2000 cuando su publicación cesó.

Esta publicación fue el órgano de la *Sociedad Venezolana de Historia de las Geociencias* (SVHGc), dedicada principalmente a divulgar una gran variedad de temas históricos y bibliográficos sobre las ciencias de la tierra. Temas como biografías, minería, ciencias naturales, geología y sismología, entre otros no menos importantes (Figura 1), han sido abordados por un denso cúmulo de colaboradores, quienes reflejan desde los primeros avances de las ciencias geológicas en Venezuela y otros lugares del mundo, hasta trabajos e investigaciones más contemporáneas.

Actualmente, después de la publicación del último número, la totalidad de los volúmenes fue recopilada y presentada mediante un formato digital, con el objetivo fundamental de distribuirlo a nuevas generaciones de estudiantes y profesionales del campo de las geociencias, como incentivo para la investigación y conocimiento de la evolución de todas sus ramas tanto dentro como fuera del país.

Ante los avances de la era digital, la oportunidad de publicación de los boletines se ha hecho un tanto dificultosa y por ello se está estudiando la factibilidad de elaborar una página web de la SVHGc en la que serían insertados los trabajos que los socios tengan a bien enviar para su edición, contribuyendo así a que los esfuerzos iniciales nacidos en 1984 no se pierdan. Dicha inserción se hará “de tiempo en tiempo”, muy al estilo de la *Linterna Mágica*, una publicación de principios del siglo XX, cuya aparición solía ser de esa manera, de tiempo en tiempo.



**Figura 1.** Temas abarcados por el BHGeV (1984 – 2000).

**CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE SECCIONES ESTRATIGRÁFICAS: FORMACIONES NARICUAL Y QUERECUAL, ESTADOS ANZOÁTEGUI Y MONAGAS**  
**(Chemical characterization of stratigraphical sections: Naricual and Querecual Formations, Anzoátegui and Monagas states)**

NOGUERA M. & YÉPEZ S.

UCV, Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica.

Laboratorio de Difracción y Fluorescencia de rayos X. Caracas.

Profesor Tutor: F. URBANI

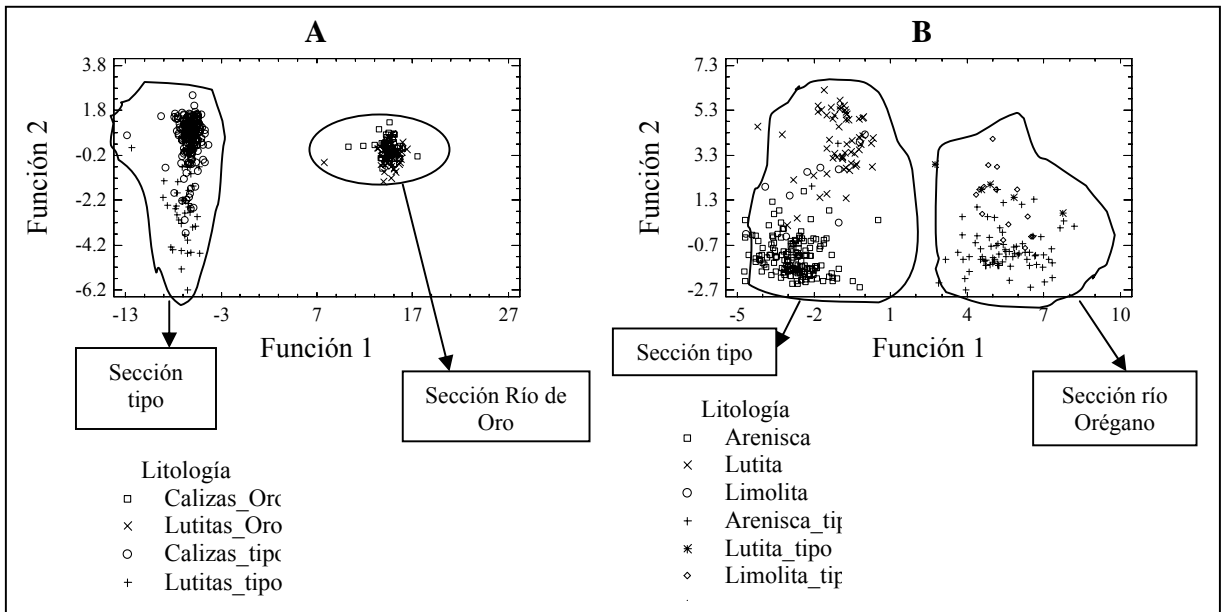
Dos secciones estratigráficas, pertenecientes a los principales sistemas petrolíferos del Oriente de Venezuela, fueron caracterizadas químicamente y comparadas con otras secciones previamente conocidas en las localidades tipo. Para esto se seleccionaron las formaciones Querecual (Albiense Tardío – Santoniense) y Naricual (Oligoceno Tardío – Mioceno Temprano), ubicadas respectivamente en las secciones de superficie de Río de Oro (estado Monagas) y río Orégano (estado Anzoátegui).

Se utilizó la técnica de fluorescencia de rayos X por dispersión de energía (FRX-DE) en la determinación de 8 componentes mayoritarios ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$  y  $\text{K}_2\text{O}$ ) y 13 elementos traza (V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Se, Rb, Sr, Zr, Mo, Hg y Pb). Se agregó el  $\text{CO}_2$  como variable química presente en rocas carbonáticas. Los análisis estadísticos estuvieron representados por histogramas, diagramas de caja y diagramas de dispersión (estadística univariante), y de análisis de agrupaciones y funciones discriminantes (estadística multivariante), útiles en la comparación de secciones y en la determinación de afinidades de ciertos componentes hacia asociaciones sedimentarias químicas predeterminadas.

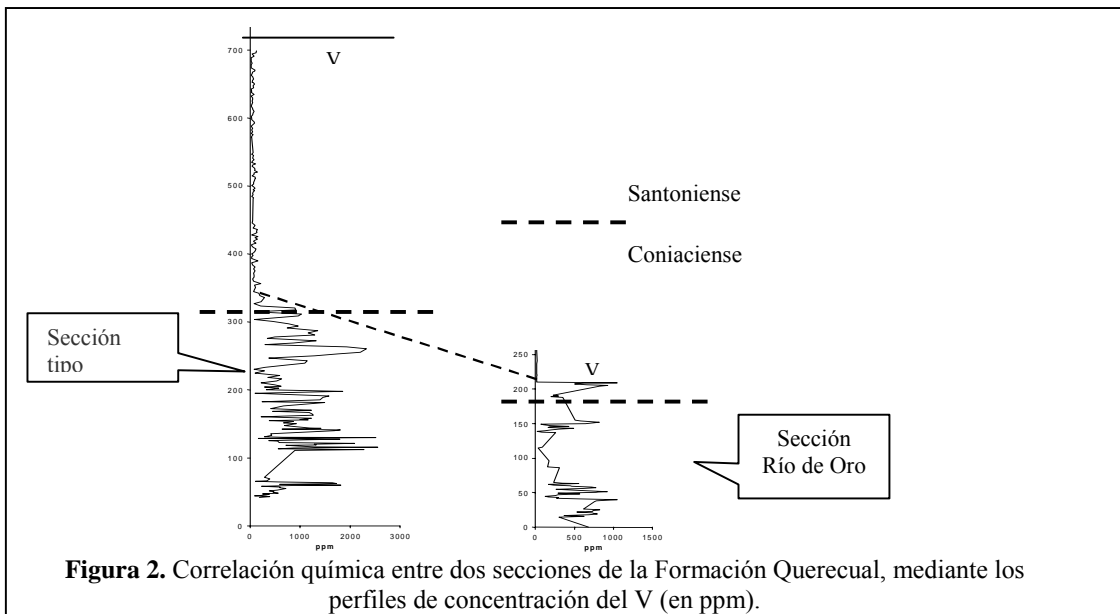
La construcción de perfiles de concentración química permitieron la definición de 5 unidades químicas tanto en la sección Río de Oro como en la sección río Orégano. Estas unidades reflejan condiciones físico-químicas de sedimentación propias y diferenciables entre sí, que además tienden a coincidir con grupos de litofacies previamente establecidos. Los análisis de agrupaciones ratifican los criterios establecidos en la definición de estas unidades.

La Formación Querecual en la sección Río de Oro es más carbonática y con condiciones menos reductoras que en la sección tipo. Adicionalmente, las diferencias químicas registradas en litologías de ambas secciones, reflejan diferencias en el material fuente aportado a la cuenca (Figura 1A). Regionalmente representa la sedimentación de una espesa secuencia carbonática en ambientes someros de plataforma bajo condiciones anóxicas generadas por un evento transgresivo de gran magnitud, acompañado por subsidencia de la cuenca dentro de un margen pasivo. En la depositación de esta secuencia ocurre un cambio en las condiciones físico-químicas, reflejado en un ligero aumento de la oxigenación de las aguas, el cual comienza a principios del Santoniense, y que marca el límite entre un sistema transgresivo y un sistema de alto nivel. Además se logró la correlación entre las secciones cretácicas a través de los perfiles de concentración (Figura 2).

Los depósitos de llanura deltaica de la Formación Naricual marcan el inicio del levantamiento de la Serranía del Interior Oriental coincidiendo con un drástico evento regresivo. Éstos se componen de intercalaciones de lutitas, limolitas y areniscas con frecuentes facies carbonáceas, que a nivel regional representan un ambiente de sedimentación masiva sobre una plataforma inestable que esta sumergiéndose rápidamente, con una alta tasa de sedimentación y algunas evidencias de facies turbidíticas. No se pudo lograr realizar una correlación eficaz entre las secciones río Orégano y tipo a través de los perfiles químicos, debido a la poca variabilidad de los componentes químicos. Por otra parte se estableció la existencia de potenciales niveles de paleosuelos dentro de la sección río Orégano. Igualmente se registraron diferencias en la composición química de las litologías de una sección a otra, reflejando variaciones laterales en el aporte sedimentario a la cuenca (Figura 1B).



**Figura 1.** Representación gráfica de las funciones discriminantes por litología. A) Formación Querecual. B) Formación Naricual.



**Figura 2.** Correlación química entre dos secciones de la Formación Querecual, mediante los perfiles de concentración del V (en ppm).

## INTEGRACIÓN GEOLÓGICA DE LA REGIÓN DE MORÓN – VALENCIA Y OCUMARE DE LA COSTA. (Geologic integration of the region of Morón – Valencia and Ocumare de la Costa)

OMANA L.

UCV, Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Lab. de Geoquímica y Petrología.

Tutores: F. URBANI & J. RODRÍGUEZ

El presente trabajo consistió en la integración de los estudios geológicos realizados en la zona comprendida entre Morón, Valencia y Ocumare de la Costa, estados Carabobo y Aragua, incluyendo la síntesis y reinterpretación de la información preexistente, con especial énfasis en la determinación de los contactos geológicos entre las

asociaciones metamórficas La Costa (rocas con elementos ofiolíticos) y Ávila (rocas esquistosas y graníticas del núcleo de la Cordillera de la Costa). En total se editaron 13 hojas geológicas a escala 1:25.000.

**Tabla 1.** Unidades metamórficas de la región de Morón – Valencia y Ocumare de La Costa.

Asociaciones ígneo-metamórficas	Unidad litodémica	Características resaltantes
Asociación Metamórfica La Costa (Mesozoico).	Mármol de Antímano	Rocas carbonáticas entremezcladas con rocas máficas y esquistos con mineralogía variada.
	Anfibolita de Nirgua	Presencia de rocas anfibólicas de diversos tipos (glaucofanita y eclogita); incluidos en esquistos y gneis de mineralogía variable, estas últimas de litologías mayoritarias.
	Esquistos de Tacagua	Rocas metasedimentarias, como esquistos grafitosos, de origen anóxico intercalados con niveles de rocas actinolíticas – epidóticas, de origen piroclástico.
	Serpentinita	Rocas ultramáficas metamorfozadas.
Asociación Metasedimentaria Caracas (Mesozoico).	Esquistos de Las Brisas	Constituida por rocas de colores claros, con predominio de esquistos con alterable combinación de muscovita, clorita, cuarzo y albita; así como metarenisca y metaconglomerado.
	Esquistos de Las Mercedes	Compuesta por rocas de colores gris oscuro a negro, básicamente filita y esquistos grafitosos, con cantidades notables de cuarzo, muscovita, albita y calcita, con niveles minoritarios de metarenisca.
Asociación Metamórfica Ávila (Paleozoico – Precámbrico)	Gneis de Cabriales	Constituida por gneis granítico, caracterizado por la presencia de grandes megacristales de feldespato potásico.
	Metagranito de Guaremal	Caracterizada por granito no foliado, granitos, enclaves y diques de aplita; así como también por augengneis granítico.
	Complejo San Julián	Compuesta por esquistos, gneis y anfibolita.
	Augengneis de Peña de Mora	Presencia de gneis de grano fino a medio, mayoritariamente augengneis grueso bandeado, alguna cuarcita, esquistos cuarzo – muscovíticos y en ocasiones anfibolitas.

## ESTUDIO SEDIMENTOLÓGICO DE LA CUENCA DE TAGUANES, TINAQUILLO, ESTADO COJEDES PADRÓN C.

UCV, Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Caracas.

El presente trabajo, tiene como objetivo el estudio sedimentológico de los depósitos holocénicos aflorantes en la zona de Taguanes, Tinaquillo, estado Cojedes. Además, se presenta un plan de extracción minera a cielo abierto, tomando en cuenta los parámetros geoeconómicos que avalan una minería intensiva.

En el área de estudio se observa la presencia de una gran reserva de gravas, arenas, limos y arcillas comercialmente explotables que se asocian exclusivamente con la cuenca holocénica (RODRÍGUEZ 1996) que se extiende desde la zona de Tocuyito, estado Carabobo hasta Taguanes, Cojedes septentrional.

Los niveles se presentan como un manto uniforme de gravas, arenas gruesas a finas y limos de composición cuarzosa, débilmente estratificados, intercalados frecuentemente con arcillas lenticulares. Estos materiales se presentan en contacto discordante con el Complejo San Julián, importante unidad metamórfica al norte de Cojedes.

De acuerdo con la clasificación de facies de MIALL (1978) y RUST (1978), se identificaron las facies Gms, Gm, Gt, St, Sh y F. La distribución lateral y vertical de las mismas, indica que el ambiente de depositación de estas unidades se corresponde con un abanico aluvial (partes proximal y media).



El abanico proximal está representado por depósitos de flujo de detritos (facies Gms, en menor proporción facies Gm y Sh) y rellenos de canales entrelazados dominados por gravas (facies Gt, Sh).

El abanico medio está caracterizado por el relleno de canales entrelazados (facies Gt, St), depósitos de inundación laminares ( facies Sh, F) y en menor proporción depósitos de llanura de inundación (facies F).

El espesor promedio del intervalo económico supera los 35 metros, expuestos en los afloramientos de las distintas empresas areneras de la región, lo cual hace suponer la presencia de una alta reserva de material económico, esto sin tomar en cuenta las reservas que se encuentran en el subsuelo no cuantificadas por la inexistencia de perforaciones a lo largo de la cuenca.

La zona no presenta una cobertura vegetal importante, solo gramíneas, herbáceas bajas y chaparros, por lo que la puesta en marcha de proyectos de extracción en la zona de Taguanes no causará impactos ambientales negativos de gran magnitud.

Perfectamente los niveles económicos pueden ser explotados integralmente a cielo abierto y a gran escala a través de una extracción descendente con miras a la producción de materiales de alta calidad utilizables por diferentes sectores industriales.

#### **Referencias**

- MIALL, A.D (1978) *Lithofacies Types and Vertical Profile Models in Braided River Deposits*: Sumario. En Miall D. (ed.), *Fluvial Sedimentology*. Canadian Soc. Pet. Geol., Mem. 5: 597-604
- RODRÍGUEZ, S (1996) *Estudio Estratigráfico, Litológico y Morfológico detallado de Depósitos de Arena y Gravas Cuaríferas, Valle de María, Tinaquillo, Cojedes*. Informe Técnico. Inédito. Oficina Técnica de Geología y Minería, Caracas. 47 pp.
- RUST, B.R (1978) *Depositional Models for Braided Alluvium*. En Miall, A.D (ed.), *Fluvial Sedimentology*. Canadian Soc. Pet. Geol., Mem. 5: 605-635.

### **DIAGENESIS AND DOLOMITIZATION IN THE MID-CRETACEOUS LOWER COGOLLO GROUP: FROM MICROBIAL TO BURIAL. IMPLICATIONS FOR HIGH FREQUENCY ANALYSIS ON CARBONATE DEPOSITS**

PETRÁSH D.

UCV, Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Caracas.

The Early Cretaceous Cogollo Group is a mixed carbonate-siliciclastics platform developed in an extensional tectonic setting in the northern region of South America. Parts of it crop out in the Perijá Range and in the northern termination of the Andean belt in north-western Venezuela. The carbonate depositional system first developed during Aptian major transgression, progressively expanding in an epicontinental shallow interior "shelf lagoon" until the Early Albian.

Two successive second-order transgressive cycles, were controlled by relative sea level and paleomorphology of the basin. A carbonate ramp which formed during the Early Barremian- Early Aptian (stage 1) evolved progressively into a platform with clastic and carbonate build-ups during the Early Aptian to Mid-Late Albian (stage 2) Facies are specific to each stage. The first setting consists predominantly of muddy carbonates (limestones and dolomites) deposited along a ramp dipping towards the west and northwest. Laterally equivalent high-energy facies occur in the southeast, close to a possible shoreline. The second setting is characterized by the deposition of high-energy, bioclastic and oolitic sand bodies, together with nearshore sand bars trending NNW-SSE. (MURAT & AZPIRITXAGA, 1995). Facies geometries identified are:

(1) Backstepping, attributed to a rapid rise in relative sea level. Such rise may cause a lag, during which the marginal depositional surface of the platform displays drowning characteristics;

(2) Aggradation first in a catch up carbonate system, later during the late highstand, when accommodation is reduced, the catch-up system may display keep-up characteristics; and finally,

(3) Progradation of the tidal flats out over a shallow-shelf lagoon, which occurs when the growth potential of the platform exceeds the rate of sea level rise during highstand stages. Such shoreline progradation produce meter-scale, shallowing-upward, stratigraphic successions formed in response to short-term eustatic pulses in sea level and/or variations in the amount of carbonate production due with environmental changes (HARDIE AND SHINN, 1986).

The cyclic peritidal cycles consist on parasequences shoaling from skeletal or oolitic mudstone to peloid or skeletal wackestone. Grainstone is common in different amounts in the shallow-water facies association, but of considerable significance is the fact that, in the protected shallow interior, individual pellets and other silt to sand-sized micritic aggregates (peloids), regarded as calcified bacterial aggregates rimmed by euhedral calcite crystals (CHAFETZ, 1986; WRIGHT, 1997), become hardened when cementation occurs. This combination transforms soft

mud deposited in a low current and wave energy into hard sand grains with significantly different hydrodynamic properties (DEMICCO & HARDIE, 1994, p. 4). The faunal assemblages of these parasequences are characterised by bivalves, benthic foraminifera, echinoderms and blue-green algae (RINALDI AND BELLIZZI, 2000). An upward decrease in species diversity is common, in which microbially induced micritic fabrics, miliolids and agglutinated benthic foraminifera become dominants. The occurrence of miliolids suggest that circulation may have been semi restricted (WILSON, 1975).

The cyclic limestone facies associations described above are interbedded with cyclic dolomite facies. Regionally, the most restricted cycles consist on dolomitized muds overlain dolomitized laminates (Guáimaras Member in the Apón Formation). Dolomite cyclic subfacies appear to occur in a transitional stage between the catch-up to keep-up carbonate depositional system, enhanced by the development of anoxic episodes close to the bottom-water surface where mixed marine and terrestrial organic matter were deposited (ALBERDI & TOCCO, 1999). In these intervals, the development of microbial communities, including sulphate-reducing bacteria occurs, is evidenced by the presence of framboidal pyrite, phosphates and authigenic minerals of the Berner (1980) sulphuric zone (e.g. Barite).

In this work the potential effects of extensive microbial degradation in organic-rich shallow-sea sediments and the role of bacterial sulphate-reduction and methanogenesis in overcoming kinetic barriers for dolomite nucleation within anoxic organic-rich depositional settings at water sediment interface were considered in order to explain the stratigraphic distribution of interbedded dolomite subfacies. Early diagenetic features, and possible chemical transitions of sediments due with increasing burial that were considered in relation to dolomite formation process, textural observations and geochemical evidence presented here, have implications in timing and process of dolomitization in the study area.

This study is based mainly on evidences obtained from scanning electron microscopy (SEM) techniques. In addition, X-ray diffraction (XRD) serves as a complement for dolomite paragenesis definition. In backscattered mode (BSEM), using in conjunction with electron dispersive x-ray diffraction (EDAX), individual features of dolomite crystals as well as their relationship with surrounded matrix material and authigenic minerals present were defined. On high magnification analysis, the presence of nanometer-sized spheroids within or upon the face of crystal was identified. These nanometer-scale textures are interpreted as a morphological representation of former bacterial bodies or nannobacteria (FOLK, 1993). Results are consistent with the revaluation on isotopic values of  $\delta^{13}\text{C}_{\text{CPDB}}$ , which show a slightly negative to neutral values. It may be expected that organogenic dolomites should be enriched in  $^{12}\text{C}$ , derived from bacterially degraded organic matter.

The dolomite subfacies development could be related with eustacy and environmental changes, as COMPTON (1988), Given and WILKINSON (1987), BURNS *et al.* (2000), ARVIDSON (2000), among other suggest; however, climatic cycles attributed to orbital precession (Milankovitch non-glacial periodicities) might offer an explanation for the cyclic peritidal facies of Lower Cogollo Group by potentially affecting sedimentological factors as a organic productivity, degree of oxidation of marine waters, oceanic temperature and circulation, and the development of cryptic environments propitious for heterotrophic metabolism, without significant changes in relative sea-level.

Because of interaction between the eccentricity and precession effects, which drive phases of intense seasonality that alternate over periods of 104 years (MIALL, 1996 and references therein), such changes have dramatic effects on surface air- and oceanic temperature distributions, thermal expansion of surface waters, and drive small sea level changes in the order of 10 to 15 m, which could have contributed to high frequency cycles. In this scenario, increasing exchange with open-marine water seaward, due with high frequency cycles would have progressively restored sulphate levels and depressed pH, and therefore carbonate ion activities. By this mean, dolomite formation is restricted to localised sites of the platform where favourable conditions for microbial sulphate-reducing communities prevailed.

## References

- ALBERDI, M. & TOCCO, R. 1999). Trace metals and organic geochemistry of the Machiques (Aptian-Albian) and La Luna Formation (Cenomanian-Campanian), Venezuela, *Chemical Geology*, 160, 19-38.
- ARVIDSON, R.S. , MACKENZIE, F.T. & GUIDRY, M., 2000. Ocean/ Atmosphere history and carbonate precipitation rates. A solution to the "Dolomite Problem" in Marine Authigenesis. From Global to Microbial. *SEPM Spec. Pub.* 66
- BURNS, S. J. , VASCONCELOS, C & MCKENZIE, J., 2000. Dolomites formation and biogeochemical cycles in the Phanerozoic. *Sedimentology* 47, 49-61
- CHAFETZ, H.S., 1986. Marine peloids: A product of bacterially induced precipitation of calcite. *J. Sediment. Petrol.* 56, 812-817

- COMPTON, J.S., 1988. Sediment composition and precipitation of dolomite and pyrite in the Neogene Monterrey and Sisquoc Formations, Santa María Basin Area, California. In *Sedimentology and Geochemistry of Dolomite*. SEPM Spec. Pub. 43
- DEMICCO, R. & HARDIE, L. A., 1994. Sedimentary Structures and Early Diagenetic Features in Shallow Marine Carbonate Deposits. AAPG Atlas Series No.1
- FOLK, R. (1993) SEM imaging of bacteria and nannobacteria in carbonates sediments and rocks. *J. Sediment Petrol.* 463, 990-999
- GIVEN, R. K & WILKINSON, B.H., 1987. Dolomite abundance and stratigraphic age. constraints on rates and mechanism of Phanerozoic dolomite formations. *J. Sediment. Petrol.* 57, 1068-1078
- HARDIE, L.A. AND SHINN, E. A. 1986. Carbonate depositional environments modern and ancient, part 3: tidal flats. *Colorado School of Mines Quarterly*, v. 81, p 7-41
- MIALL, A. D., 1996. *The Geology of Stratigraphic Sequences*. Springer-Verlag, Berlin.
- MURAT, B. & AZPIRITXAGA, I., 1995. Aplicación del análisis secuencial en los carbonatos Cretácicos de la Cuenca de Maracaibo. *Bol. Soc. Vzlana. de Geol.* 20 (1-2) 7-29
- RINALDI, A. & BELLIZZI, L., 2000. Estudio Bioestratigráfico y Definición de Secuencias Estratigráficas del Grupo Cogollo en la Cuenca de Maracaibo. Escuela de Geología, Minas Y Geofísica, UCV. Tesis Especial de Grado. (Inedito)
- WRIGTH, D.T., 1997. An organogenic origin for widespread dolomite in the Cambrian Eilean Dubh Formation, Northwestern Scotland. *J. Sediment. Res.*, 67, 54—64

## **RESULTADOS ACERCA DE LA IDENTIFICACIÓN DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD, APLICADOS A MINERÍA METÁLICA CASO ORO, EN EL ESTADO BOLÍVAR**

PIÑA A.

UCV, Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Caracas.

En el siguiente trabajo se contempla exponer, los resultados parciales obtenidos en el Trabajo Especial de Grado titulado: “Indicadores de Sustentabilidad en la Toma de Decisiones para Creación de Distritos Mineros, Aplicados a Minería Metálica: Au y Fe, en el estado Bolívar”, como parte de la necesidad actual de la incorporación de la actividad minera en el Desarrollo Sustentable, mediante la identificación de indicadores particulares que permitan no sólo la autocrítica de la misma actividad minera, sino la revisión de aquellos procesos que alejan a la actividad de la meta de alcanzar a futuro el mejoramiento de la calidad ambiental y el Desarrollo Sustentable.

La razón primordial de la presentación de los resultados parciales en minería del oro, se debe a la importancia que está tomando en el ámbito latinoamericano los casos de pequeña minería y su relación con la sustentabilidad. Venezuela no es un caso aparte de la realidad de pequeña minería aurífera, pues la actividad coexiste en relación permanente con ecosistemas de vital importancia para toda la comunidad mundial, los cuales se ven amenazados de manera directa e indirecta, muchas veces involucrando a los mismos actores y a poblaciones aborígenes, creando escenarios de insostenibilidad social y ambiental.

Para el caso de minería aurífera en el estado Bolívar en este trabajo, no sólo se tomó en cuenta la pequeña minería, sino que se tomó en cuenta la mediana y gran minería, en los cuales se empleó un proceso de evaluación de sus características y métodos, para identificar dentro de sus procesos, aquellas que pueden llevarnos a la identificación de indicadores de sustentabilidad en diversos ámbitos, tales como: sociales, económicos, de calidad ambiental y otros, mostrados en el Cuadro 1, donde se incluyeron aquellos indicadores identificados a partir de los Criterios de Sustentabilidad de la Cumbre de Río 1992 (Cumbre de la Tierra), entre ellos Convención de Biodiversidad, Convención sobre el Cambio Climático y la Convención de Lucha contra la Desertificación.

Entre los resultados más importantes acerca de los Indicadores de Sustentabilidad, que se exponen en este trabajo están los siguientes: Pérdida de suelos, Acumulación de mercurio en agua y sedimentos, Indicadores económicos y sociales, Fragmentación de hábitats, Producción de colas cianuradas anualmente, Conflicto de uso la tierra para diversas actividades económicas y sociales, Percepción pública de la minería.

Dentro de las conclusiones se contemplaron los aspectos a los que se considera, se deben prestar mayor atención: la fragmentación de hábitats, debido a que la mayor potencialidad minera en oro se encuentra en Áreas Bajo Régimen de Administración Especial; la pérdida de suelos a causa del arranque de material en la extracción de las zonas mineralizadas y la acumulación de mercurio en sedimentos.

Se recomiendan la fiscalización y normalización de las actividades mineras auríferas, así como la construcción de diques de sedimentación para evitar la colmatación de los cauces naturales y la realización de mayores estudios de acumulación de mercurio en sedimentos, que permitan llevar registros y hacer seguimiento a este indicador.

**Tabla 1.** Indicadores de Sustentabilidad Identificados en el estado Bolívar

<p><b>Indicadores sociales</b></p> <p><b>Indicadores económicos</b></p> <p><b>Indicadores de calidad ambiental</b></p> <p><b>Indicadores identificados a partir de los criterios de sustentabilidad de las Convenciones de Río 1992</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Número de personas que trabajan en actividades mineras</li> <li>⊕ Número de conflictos de usos de la tierra por distintas actividades económicas</li> <li>⊕ Número de casos de enfermedades ambientales – ocupacionales por actividades mineras</li> <li>⊕ Número de conflictos socioculturales</li> <li>⊕ Número de empleos generados – distribución del empleo</li> <li>⊕ Producción</li> <li>⊕ Precio oro</li> <li>⊕ Costos de producción</li> <li>⊕ Generación de colas cianuradas / mes</li> <li>⊕ Mercurio en sedimentos</li> <li>⊕ Medición de mercurio en fauna y personas</li> <li>⊕ Mercurio en agua</li> <li>⊕ Aporte de partículas a la atmósfera</li> <li>⊕ Pérdida de suelo</li> <li>⊕ Protección y racionalización en el uso de la biomasa en el estado Bolívar (Convenciones de Cambio climático y Biodiversidad)</li> <li>⊕ Tasa de deforestación anual</li> <li>⊕ Pérdida de productividad del ecosistema</li> <li>⊕ Cantidad de hectáreas disponibles para el desarrollo y protección de la biodiversidad</li> <li>⊕ Pérdida de biodiversidad – fragmentación de hábitats</li> </ul>
---	--

**MICROFACIES LAMINADAS EN LA FORMACIÓN LA LUNA, SECCION DEL RÍO SAN MIGUEL, ESTADO MÉRIDA, VENEZUELA.**

REY O.<sup>(1,2)</sup>, SIMO J.<sup>(2)</sup> & LORENTE M.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>UCV, Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Caracas.

<sup>(2)</sup>Department of Geology and Geophysics, University of Wisconsin, USA.

Correo-e: olgarey@cantv.net; simo@geology.wis.edu; lorente\_1954@hotmail.com

La Formación La Luna es considerada la principal roca generadora de hidrocarburos en la Cuenca de Maracaibo, en el occidente de Venezuela. Esta unidad puede ser reconocida en toda la cuenca, consiste típicamente de calizas y lutitas calcáreas fétidas finamente estratificadas y laminadas, de color gris oscuro a negro, con abundante materia orgánica laminada y finamente dispersa (COMITÉ INTERFILIAL DE ESTRATIGRAFÍA Y NOMENCLATURA 1997). Esta formación fue depositada en un margen pasivo en condiciones anóxicas a disaeróbicas (DE ROMERO & GALEA-ALVAREZ 1995; LUGO & MANN 1995; PARNAUD *et al.* 1995; VILLAMIL & PINDELL 1998; y referencias allí citadas), durante el intervalo Cenomaniense tardío al Campaniense tardío (LORENTE *et al.* 1997).

El objetivo de este trabajo es estudiar la laminación en la Formación La Luna, en la sección del río San Miguel y discutir la ciclicidad observada a escala milimétrica. La Formación La Luna en esta localidad aflora en el núcleo de un anticlinal simétrico con un espesor aproximado de 22 m. El contacto inferior no está expuesto y el contacto superior es concordante con las lutitas de la Formación Colón. La edad de la secuencia estudiada se extiende desde el Coniaciense tardío al Campaniense Temprano (?). La asociación de foraminíferos bénticos, indica condiciones de sedimentación en la zona nerítica externa a batial superior de acuerdo con el modelo ambiental propuesto por KOUTSOUSKY & HART (1990).

El afloramiento examinado fue muestreado a intervalos de 25 cm para análisis sedimentológicos, bioestratigráficos y geoquímicos (CaCO<sub>3</sub>% y COT%). Se realizó el estudio petrográfico enfatizando en la descripción de los diferentes componentes y estructuras sedimentarias. Los intervalos laminados fueron

caracterizados en base a diferencias en composición y arreglo de las láminas. Con el fin de evaluar la ciclicidad sedimentaria a escala milimétrica, se realizaron análisis espectrales utilizando el programa POWGRAF2 (Graphical Power Spectrum Analysis, ver. 2.0; PARDO-IGÚZQUIZA *et al.*, 1994). Las secciones delgadas que mostraban laminación fueron escaneadas. Con la ayuda de un procesador de dibujo (Canvas 7), se determinó visualmente variaciones en la proporción relativa de los diferentes componentes a intervalos de 0.1 mm, definiéndose intervalos (o bandas) ricos y pobres en componentes carbonáticos. Se generó una base de datos para cada sección definida por la variación en los espesores medidos de las bandas, a la cual se le sustrajo la media con el fin de eliminar la distorsión que se genera en la frecuencia cercana a cero. Los espectros fueron obtenidos con el método de Transformadas Rápidas de Fourier (FFT). Los periodogramas fueron suavizados aplicando una función de tipo promedio móvil, específicamente la técnica Hamming. A través de un proceso autoregresivo de orden 1 (AR(1)), el programa calcula el nivel de ruido rojo (no periódico), igualmente calcula los diferentes intervalos de confiabilidad (90%, 95% y 99%) usando una distribución chi-cuadrado.

Se definieron tres grupos en base a los diferentes arreglos observados en la laminación: a) intervalos finamente laminados caracterizados por la alternancia de láminas claras enriquecidas en componentes carbonáticos y láminas oscuras enriquecidas en arcillas y materia orgánica, b) intervalos gruesamente laminados caracterizados por la alternancia de bandas claras y oscuras de pocos milímetros de espesor (0.13 a 39 mm), internamente estas bandas se presentan finamente laminadas, y el último grupo (c), caracterizado por la alternancia de bandas no laminadas compuestas por foraminíferos fosfatizados y bandas laminadas similares al primer grupo.

Variaciones en la relación de foraminíferos plácticos/bénticos,  $\text{CaCO}_3\%$  y COT%, responden con la tendencia general descrita en esta formación (incremento subiendo en la sección en el  $\text{CaCO}_3\%$ , porcentaje de foraminíferos bénticos, bénticos infaunales y bioturbación, acompañado por la disminución en el COT%)(REY *et al.*, 2002), y permiten subdividir los grupos anteriormente señalados en siete microfácies: microfácies finamente laminada de foraminíferos plácticos (L1P), microfácies finamente laminada de foraminíferos bénticos (L1B), microfácies finamente laminada con foraminíferos, restos de peces e intraclastos (L1M), microfácies gruesamente laminada de foraminíferos plácticos (L2P), microfácies gruesamente laminada de foraminíferos bénticos (L2B), microfácies gruesamente laminada silicificada (L2S), y microfácies bandeada de foraminíferos plácticos (L3).

Los diferentes arreglos en la laminación y su asociación con los intervalos no laminados permitieron definir parasecuencias que se somerizan hacia el tope, depositadas en una plataforma externa. Las microfácies laminadas fueron depositadas por debajo del nivel base de tormentas. La ciclicidad observada fue interpretada como resultado de fluctuaciones en la productividad de carbonato y dilución por terrígenos. La ocurrencia de tormentas dio como resultado la acumulación de restos de peces, intraclastos y foraminíferos que se observan en L1M y L3.

Los análisis espectrales definieron dos ciclos, los cuales pueden reconocerse en cada una de las microfácies y presentan las siguientes periodicidades expresadas en milímetros: a) 1.35 a 2.44 mm y b) 0.62 a 1.28 mm. En ausencia de una calibración bioestratigráfica adecuada se aplicó la tasa de sedimentación reportada para esta formación por COTILLON *et al.*(2000) de 13mm/Ka. La duración de los ciclos identificados en este trabajo corresponde con: a) 104-188 años y b) 48-98 años y permiten asociarlos con ciclos solares.

## Referencias

- COMITÉ INTERFILIAL DE ESTRATIGRAFÍA Y NOMENCLATURA, 1997. Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela. Petróleos de Venezuela S.A. <http://www.intevep.pdv.com/~ibc03/lexico.htm>.
- COTILLON, P., PICARD, A., TRIBOVILLARD, N., 2000. Compared cyclicity and diagenesis of two anoxic deposits in the Caribbean domain: The Pleistocene-Holocene of Cariaco Basin (Site 1002) and the Upper Cretaceous La Luna-Querecual Formation (North Venezuela). In: Leckie, R.M., Sigurdsson, H., Acton, G.D., Draper, G., (Eds.), Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, 165: 125 – 140.
- DE ROMERO, L., GALEA-ÁLVAREZ, F., 1995. Campanian *Bolivinoidea* and microfácies from the La Luna Formation, western Venezuela. Marine Micropaleontology 26: 385-404.
- KOUTSOUKOS, A.M., HART, M.B., 1990. Cretaceous foraminiferal morphogroup distribution patterns, palaeocommunities and trophic structures: a case study from the Sergipe Basin, Brazil. Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences, 81d: 221-246.
- LORENTE, M.A., RULL, V., RUÍZ M., DURÁN, I., TRUSKOWSKI, I., DI GIÁCOMO, E., 1997. Nuevos aportes para la datación de los principales eventos tectónicos y unidades litoestratigráficas de la Cuenca de Maracaibo, Venezuela Occidental. República de Venezuela. Ministerio de Energía y Minas. Dirección General Sectorial de Minas y Geología, XVIII (31): 33-50.
- LUGO, J., MANN, P., 1995. Jurassic-Eocene tectonic evolution of Maracaibo Basin, Venezuela. In: Tankard, A.J., SUÁREZ, R., WELSINK, H.J., (Eds), Petroleum basins of South America. AAPG Memoir 62: 699-725.
- PARDO-IGÚZQUIZA, E.; CHICA-OLMO, M., RODRÍGUEZ-TOVAR, F.J., 1994. CYSTRATI: A computer program for spectral analysis of stratigraphic successions. Computers & Geosciences 20(4): 511-584.

- PARNAUD, F., GOU, Y., PASCUAL, J.C., CAPELLO, M.A., TRUSKOWSKI, I., PASSALACQUA, H., 1995. Stratigraphic synthesis of Western Venezuela. In: TANKARD, J., SUÁREZ, R., WELSINK, H.J., (Eds), Petroleum basins of South America, AAPG Memoir 62: 681-698.
- REY, O., SIMO, T.(JA), ZAPATA, E., PADRÓN, V., LORENTE, M.A., 2002. Ciclicidad en la Formación La Luna, sección río San Miguel, estado Mérida, Venezuela. I Congreso Virtual de Sedimentología, Caracas, Venezuela.
- VILLAMIL, T., PINDELL, J., 1998. Mesozoic paleogeographic evolution of northern South America: Foundations for sequence stratigraphic studies in passive margin strata deposited during non-glacial times. In PINDELL, J.L., DRAKE, CH., (Eds) Paleogeographic evolution and non-glacial eustasy, Northern South America, SEPM Special Publication N. 58: 283-318.

## INTERPRETACIÓN GEOFÍSICA INTEGRADA DEL ALTO DE PIRITAL

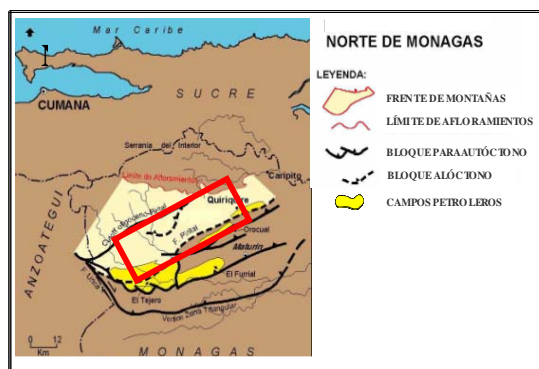
ROMERO L<sup>(1)</sup>, RODRÍGUEZ I.<sup>(1)</sup> & MARTÍNEZ J.<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>UCV, Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Caracas. <sup>(2)</sup>PDVSA E & P.

El Alto de Pirital es un área exploratoria con escasa información sísmica y de pozos, y un alto grado de incertidumbre, es por ello que se requirió un estudio integrado del área, basado en la interpretación estructural de 9 transectos, utilizando datos sísmicos, gravimétricos y magnéticos (ROMERO, 2002). De los modelos estructural, gravimétrico y magnético se concluye que el Alto de Pirital representa una estructura de crecimiento asociada a una secuencia de pliegues de propagación, originada por el Corrimiento de Pirital.

El Alto de Pirital es una de las estructuras frontales de rumbo NE de la Serranía del Interior, limitado al sur por el corrimiento de Pirital. Está compuesto en su núcleo por sedimentos de la Formación Carapita. Este Alto está ubicado en el Norte de Monagas, Cuenca Oriental de Venezuela (Figura 1).

Esta investigación se realizó con la finalidad de obtener un modelo geológico-geofísico, que permitiera la reconstrucción geométrica y descripción de la evolución estructural del Alto de Pirital, además de la generación de mapas estructurales y modelajes gravimétricos y magnéticos que validen la interpretación.



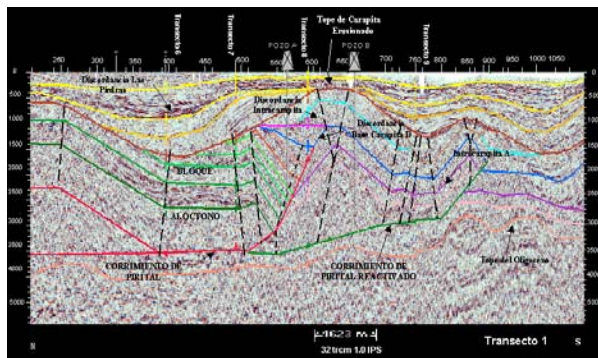
**Figura 1.** Ubicación del área de estudio

El área de estudio tiene una cobertura sísmica regional 2D escasa, concentrada hacia el este, de calidad pobre a regular, en cuanto a relación señal-ruido se refiere. La información gravimétrica y magnética consiste de un mapa de anomalía de Bouguer y un mapa de intensidad magnética total a escala 1:250.000. Los modelos gravimétricos y magnéticos fueron realizados para dos de los 9 transectos estudiados, uno transversal (Figura 2) y uno en dirección NE. (ROMERO 2002).

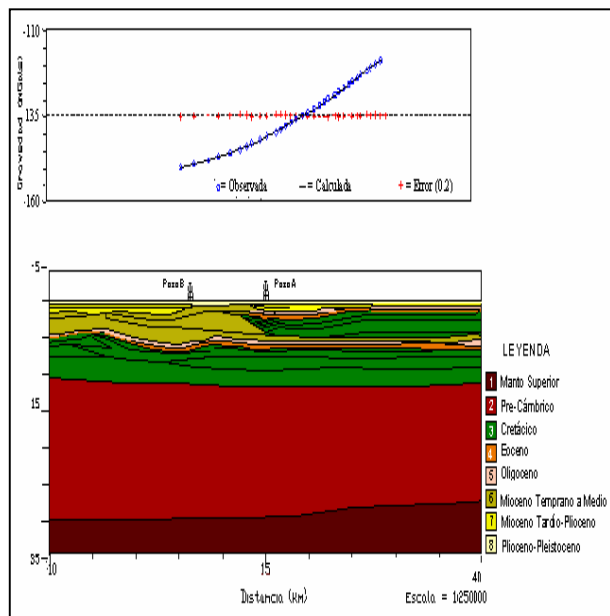
**Estratigrafía y tectónica:** La columna estratigráfica que caracteriza al Alto de Pirital consiste de una sección normal de sedimentos Cretácico Inferior a Reciente. La sección Cretácico-Oligoceno representa el paleo-margen pasivo norte de Sudamérica. El Mioceno-Plioceno inferior contiene los sedimentos sintectónicos contemporáneos con la orogénesis de la Serranía del Interior y del Frente de Montaña; mientras que el Plioceno superior a Reciente, se caracterizan por ser post-tectónicos y no estar deformados.

**Metodología “Kink” (SUPPE 1983) como herramienta para la interpretación:** Esta metodología se basa en la identificación de dominios de buzamiento continuo y fue utilizada en este estudio debido a que fue desarrollada para áreas en donde están presentes cinturones de plegamiento y corrimiento y para la elaboración de secciones geológicas balanceadas. La metodología “Kink” asume preservación de espesores y longitudes de las capas.

Conclusiones: El Alto de Pirital es una estructura de crecimiento, debido a que en su flanco norte presenta sedimentos truncados y en su flanco sur estructuras en “onlap”. Este alto se va consumiendo hacia el este del área y fue rebasado en el Plioceno Tardío cuando se detuvo la deformación. Se reconoce una secuencia de pliegues de propagación y se descarta la presencia de una zona triangular. Los modelos gravimétrico y magnético validan la interpretación sísmica estructural y muestran de manera consistente el comportamiento de las secuencias sedimentarias en profundidad. La zona de estudio representa un área exploratoria de interés debido a las formas estructurales presentes y su asociación con los corrimientos de la zona, las cuales pueden generar trampas de hidrocarburos.



**Figura 2.** Interpretación sísmica del Transecto 1 mostrando el Alto de Pirital en su máxima expresión.



**Figura 3.** Modelaje Gravimétrico del Transecto 1.

## Referencias

- ROMERO, L., 2002, “Interpretación Estructural del Alto de Pirital, Norte de Monagas, Cuenca Oriental de Venezuela, utilizando datos sísmicos, gravimétricos y magnéticos”. TEG-Geofísica-UCV. Inédito.
- SUPPE, J. (1983), “Geometry and kinematics of fault bend folding”. *Am. Jour. of Science*. 283: 684-721.

## MODELADO GRAVIMÉTRICO DEL BASAMENTO DE LA CUENCA DE LOS PALOS GRANDES.

SÁNCHEZ J. <sup>(1)</sup>, ORIHUELA N. <sup>(2)</sup>, MEZA R. <sup>(1)</sup> & AMBROSIO R. <sup>(1)</sup>.

<sup>(1)</sup>UCV, Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Caracas.

<sup>(2)</sup>Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS).

Resumen: En este trabajo se presentan los resultados de un estudio gravimétrico realizado en la cuenca de Los Palos Grandes, enmarcado en el Proyecto de Microzonificación Sísmica de la Ciudad de Caracas, respaldado por la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas.

Fueron usadas 205 estaciones ordinarias para generar el mapa anomalías de Bouguer, referido a 850 m sobre el nivel medio del mar. Adicionalmente se realizó un estudio estadístico y un análisis espectral de los datos gravimétricos. Se construyeron 10 modelos gravimétricos, 5 en perfiles de orientación Norte- Sur y 5 orientados Este-Oeste. A partir de los perfiles modelados se construyó el mapa de profundidad de basamento de la cuenca de Los Palos Grandes.

Del mapa de anomalías de Bouguer y del modelado gravimétrico se concluye que las curvas de isoanomalías de Bouguer poseen una tendencia general Este Oeste, y que existen dos importantes cierres en la zona, vinculados a la presencia de fallas con dirección Norte-Sur y N.45°.O. La profundidad de basamento varía entre 0 y -340 m, destacándose la presencia de dos accidentes en el basamento rocoso: un mínimo absoluto superior a -340 m en la zona Noroeste y otro de -200 m en la zona Noreste de la región de estudio.

**PROYECTO DE EXPLOTACIÓN MINERA. CANTERA DE CALIZA SAN BERNARDO.  
CEMENTOS LAFARGE. OCUMARE DEL TUY.**

SAYA R. & VILLANUEVA A.

UCV, Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Caracas.

La Fábrica Nacional de Cementos adquirió recientemente la cantera San Bernardo, dedicada anteriormente a la producción de piedra para la fabricación de asfalto, a fin de cubrir sus necesidades de largo plazo de caliza con alto contenido de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), para la fabricación de cemento

El presente trabajo presenta el desarrollo del Proyecto de Explotación orientado a la consecución de los siguientes objetivos específicos: Evaluar los recursos y reservas geológicas del yacimiento. Definir el método de explotación a cielo abierto para la producción de caliza. Diseñar la geometría de excavación para el yacimiento: pit limits. Determinar la producción y el esquema operativo para la cantera San Bernardo. Establecer la secuencia de extracción de caliza para la cantera San Bernardo. Establecer el plan de explotación a largo plazo para la cantera. Establecer medidas de prevención, mitigación y corrección ambiental.

La evaluación del depósito de caliza de la cantera San Bernardo dio por resultado los siguientes recursos geológicos estimados:

	<b>Recursos Medidos</b>	<b>Recursos Indicados</b>	<b>Recursos Inferidos</b>
<b>m<sup>3</sup> en miles</b>	8.500,00	2.452,20	1.000,00
<b>Tons. en mill.</b>	21,25	6,13	2,50

Las reservas (recursos explotables del depósito), circunscritas a los límites del pit final, indican un volumen de 7.00 mill m<sup>3</sup>, básicamente clasificadas como reservas probadas, esto es, 17.50 mill toneladas métricas de reservas, con la siguiente calidad promedio:

<b>CaCO<sub>3</sub></b>	<b>SiO<sub>2</sub></b>	<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>MgO</b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>
94,78	2,31	0,66	0,45	0,63	0,06

La cantera San Bernardo se explotará a cielo abierto, a través de una combinación del método de canteras (Quarry) y el método de Fosa Abierta (Open Pit), abarcando las actividades convencionales de perforación, voladura, carga y acarreo.

Las labores de arranque de la roca se realizarán a través del método de perforación y voladura, debido a la dureza que presenta la caliza, puesto que no puede ser arrancada por medio de métodos mecánicos. Se utilizarán perforadoras marca Tamrock, modelo CHA 550, para un patrón de perforación en forma de tresbolillo con 2.25 metros de retiro y 2.80 metros de espaciamiento.

Los equipos para la carga y acarreo serán una combinación de cargadores frontales modelo 980G, montados sobre cauchos, y camiones roqueros 769D, todos marca Caterpillar, en consideración a que es una marca reconocida a nivel mundial y posee un amplio servicio técnico y ventas de repuestos en el país.

El diseño de los límites finales de excavación, pit limits, se elaboró considerando una relación límite estéril/mena de 2:1, con una altura de bancos de 10 mts y un ángulo de inclinación de 70°, para un talud general de 45°. Esta altura de banco está en correspondencia con el alcance del cargador, a fin de facilitar el desprendimiento de los bloques inestables del frente mismo de explotación.

El esquema de operación de la cantera San Bernardo, para una meta de 2.100 toneladas métricas diarias, será el siguiente: 240 días / año. 11 meses / año. 5 días / semana. 1 turno / día. 8 horas / turno.

El plan de producción y la operación minera de la cantera San Bernardo incorporan la variable ambiental, dentro de la concepción del proyecto minero, a fin de mitigar los impactos sobre el entorno. En este sentido, se toman en cuenta los aspectos legales involucrados a fin de mantener las operaciones bajo control según las normas establecidas.

El proyecto en definitiva es factible desde el punto de vista técnico, ambiental y económico. La identificación de los impactos ambientales recomiendan la incorporación de medidas de control que incluyan el seguimiento del plan de explotación, el plan de drenajes, programa de mantenimiento vial, control de maquinarias, conformación de las áreas explotadas, reforestación y los programas de Seguridad Industrial.



# REPROCESAMIENTO Y REINTERPRETACIÓN DE DATOS AEROMAGNÉTICOS DEL SUR DE PUERTO AYACUCHO, ESTADO AMAZONAS

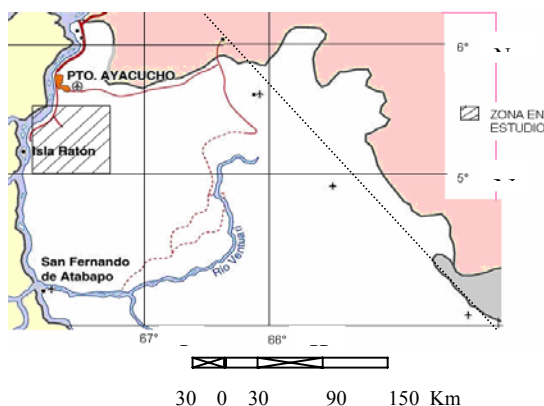
SIERRA R.<sup>(1)</sup>, RODRÍGUEZ I.<sup>(1)</sup> & HERNANDEZ A.<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>UCV, Facultad de Ingeniería. <sup>(2)</sup>INGEOMIN

En este trabajo se aplican herramientas estadísticas, geoestadísticas y análisis espectral en las etapas de procesamiento e interpretación de datos aeromagnéticos y gravimétricos provenientes de una zona ubicada al noroeste del Estado Amazonas, para generar los modelos geológicos estructurales del subsuelo en las direcciones de mayor interés geofísico y geológico. Los modelos geológicos están constituidos por nueve unidades litológicas en las que destacan dos cuerpos intrusivos de forma elipsoidal con propiedades paramagnéticas y dos estructuras en forma de “horst”, además, la interfase entre las provincias de Cuchivero e Imataca se ubica en 7,1 km.

La zona de interés está ubicada en el Escudo de Guayana, al noroeste del Estado Amazonas, 25 kilómetros en dirección sur de Puerto Ayacucho. Cubre un área de aproximadamente 3050 Km<sup>2</sup>, limitada por las coordenadas geográficas 5° 0' N a 5° 30' N, y 67° 15' W a 67° 45' W (Figura 1).

Los objetivos planteados para la zona en estudio son: construir el mapa de intensidad magnética total y el gravimétrico de anomalía de Bouguer, con la aplicación de la geoestadística como herramienta, y definir los modelos geológicos estructurales de mayor interés geofísico y minero por medio de datos geológicos, análisis espectral y datos de susceptibilidad magnética de muestras de roca, además, del modelado magnético y gravimétrico (SIERRA, 2002).



**Figura 1.** Ubicación geográfica de la zona en estudio.

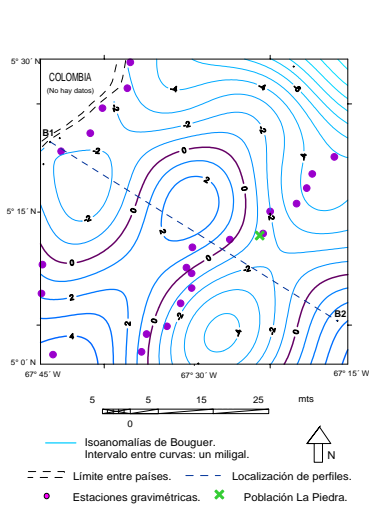
La documentación de trabajos previos, geológica y geofísica del área (GONZÁLEZ DE JUANA *et al*, 1980; CHALBAUD, 2000 ; y MENDOZA, 1977) fue de importancia para correlacionarla con datos de análisis espectral para determinar modelos geológicos del subsuelo altamente coherentes.

Resultados: Se pueden observar el mapa magnético y el mapa gravimétrico con criterio geoestadístico junto con el perfil B1B2 de mayor interés en las figuras 2 y 3 respectivamente. Se aprecia que la dirección en la que se mantienen las propiedades gravimétricas coincide con la dirección en la que se mantienen las propiedades magnéticas.

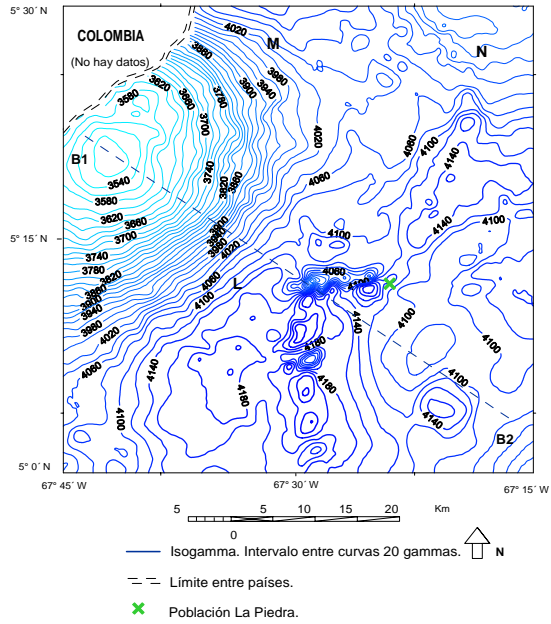
El modelo geológico en la dirección B1B2 se ilustra en la figura 4. Está constituido por siete unidades litológicas; las rocas superiores hasta una profundidad de 7,2 km son principalmente granitos y metatobas riolíticas de baja densidad y susceptibilidad magnética correlacionables con rocas de la Provincia de Cuchivero. Subyacentes a esta litología, constituida por charnockita máfica de alta densidad y susceptibilidad magnética, se identifican rocas de la Provincia de Imataca. Cabe destacar la presencia de dos cuerpos de forma esferoidal con propiedades paramagnéticas, ubicados en el extremo NW del perfil; además, en el centro se observan dos estructuras en forma de “horst” que desplazaron a unidades suprayacentes.

Conclusiones: El método geoestadístico permitió generar mapas aeromagnéticos suavizados con gradiente más uniformes de acuerdo a respuestas geológicas comunes; esto conlleva a eliminar efectos de ruido y conservar frecuencias espaciales propias de cuerpos anómalos.

El análisis espectral permitió estimar la profundidad de 7,1 Km que corresponde a la interfase entre las Provincias de Cuchivero e Imataca, así como también la profundidad de 760 mts de interfase entre los granitos pos-tectónicos y los granitos sintectónicos que integran la Provincia de Cuchivero.



**Figura 2.** Mapa de anomalía de Bouguer de la zona en estudio. (SIERRA, 2002).

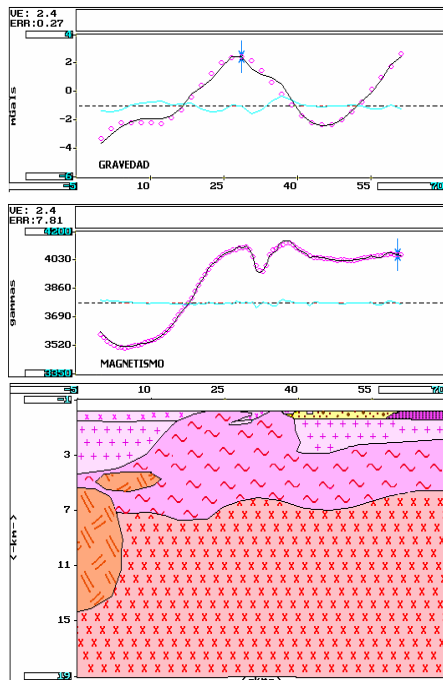


**Figura 3.** Mapa de Intensidad Magnética Total de la zona en estudio. (SIERRA, 2002).

El uso de modelos geológicos con estructuras litológicas horizontales de forma tabular en el modelado magnético y gravimétrico produjo ajustes consistentes entre las curvas de anomalía calculada y observada; con errores menores de 9 gammas y 0,3 miligal.

Los errores porcentuales de ajuste entre curvas observadas y calculadas son mayores en el dominio gravimétrico que en el dominio magnético a consecuencia de la menor cantidad de datos gravimétricos respecto a los datos magnéticos.

El proceso de modelado gravimétrico y magnético permitió reconocer dos estructuras geológicas importantes entre las cuales se presenta un cuerpo con forma elipsoidal y propiedades paramagnéticas que controla una importante anomalía magnética negativa; la otra, constituida por estructuras en forma de “horst”.



**Figura 4.** Modelo geológico en dirección B1B2.

## Referencias

- CHALBAUD D. (2000). "Determinación del espesor cortical del Escudo de Guayana a partir de análisis de información de sísmica de refracción". Tesis de Grado, Dep. Geofísica U.S.B. Caracas 98 p. Inédito.
- GONZÁLEZ DE JUANA, C., J. ITURRALDE Y X. PICARD (1980) "Geología de Venezuela y sus Cuencas Petrolíferas". Tomo I. Ediciones Foninves. Caracas, 680p.
- MENDOZA, V. (1997) "Evolución tectónica del Escudo de Guayana" II Congreso Latinoamericano de Geología, Caracas. Bol. Geol., Caracas. Pub.Especial V.3: 2237-2250.
- MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS (1972) "Mapa geológico de Venezuela". Ed. 1-DG. Escala 1:500000.
- SIERRA R. (2002) "Reprocesamiento y reinterpretación de datos aeromagnéticos del sur de Puerto Ayacucho, Estado Amazonas". TEG-Geofísica UCV. Caracas. 98 p. Inédito.

## LOS MAPAS Y LITOGRAFÍAS HISTÓRICAS DE LA GUAIRA COMO FUENTE DE INFORMACIÓN GEOMORFOLÓGICA

SUÁREZ C.

Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Instituto Pedagógico de.  
Departamento de Ciencias de la Tierra. Caracas

El área de estudio corresponde al casco urbano de La Guaira, estado Vargas. El objetivo fue determinar los rasgos geomorfológicos en base a mapas y litografías de los siglos XVIII y XIX. Los materiales utilizados son planos desde 1737, litografías y pinturas de 1845 a 1860, y fotos aéreas pre y post desastre de Diciembre de 1999. La metodología consistió en el análisis de los planos y litografías históricas para identificar líneas de drenaje, procesos en pendientes y formas de relieve, lo cual se complementó con la fotointerpretación y trabajo de campo. Los resultados indican la presencia de un nivel de terraza a 60 m en la cuenca baja del río Osorio, una antigua línea de acantilado al Este del cauce, drenaje "fósil" en la terraza, y escarpe de un gran deslizamiento en 1860 en la vertiente oriental, reactivado en 1999. La combinación de recursos empleados permitió la identificación de elementos geomorfológicos que han sido modificados o encubiertos por la expansión urbana de La Guaira, y que deben considerarse en los planes de gestión de riesgo para reducir la vulnerabilidad de ciertos sectores de la ciudad, repetidamente afectados por inundaciones y flujos de sedimentos a lo largo del tiempo.

## INTEGRACIÓN GEOLÓGICA DEL ÁREA DE CATA-PUERTO MAYA-MARACAY, ESTADOS ARAGUA Y CARABOBO. (Geological integration of the area of Cata-Puerto Maya-Maracay, Aragua and Carabobo state)

TARDÁGUILA P.

UCV, Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Caracas.

Tutores: F.URBANI & J. RODRÍGUEZ

En un área de aproximadamente 1425 km<sup>2</sup>, ubicada entre las longitudes 67°45' y 67°22'30" y entre las latitudes 10°35' y 10°10', comprendida entre Bahía de Cata-Puerto Maya (hacia el norte), hasta San Vicente-Cagua (hacia el sur), se llevo a cabo como objetivo principal la compilación e integración geológica de trece mapas geológicos a escala 1:25.000 a partir de los trabajos de RODRÍGUEZ (1972), BECK (1985), CONTRERAS (1988) y NOVOA & RODRÍGUEZ (1990).

RODRÍGUEZ (1972), realiza la geología de la región de Choroní – Colonia Tovar y Lago de Valencia, dando como resultado un mapa geológico de la región. BECK (1985) estudia la región comprendida entre Puerto Colombia-Cepe. CONTRERAS (1988) recopila la geología de la región de Valencia-Mariara, estado Carabobo, a partir de tesis de grado anteriores. NOVOA & RODRÍGUEZ (1990) establecen la geología de una zona ubicada al norte de la ciudad de Maracay, estado Aragua, dando como resultado los mapas geológicos de la región y los análisis petrográficos de las rocas colectadas. La integración de la información geológica se realizó con apoyo de fotografías aéreas (escala 1:50.000), mapas topográficos a escala 1:25.000, ortofotomapas (escala 1:25.000) y los mapas geológicos de los autores antes mencionados a escala 1:25.000.

Realizada la inspección geológica de campo en la localidad de Puerto Colombia hasta Cepe, y con apoyo del trabajo de BECK (1985), se estableció el contacto entre las rocas de la asociación ofiolítica costera (Asociación Metamórfica La Costa) y las rocas esquistosas y graníticas del núcleo de la Cordillera (Asociación Metamórfica

Ávila). De esta manera, en la región costera entre Puerto Colombia y Cepe aflora el Esquisto de Tacagua en contacto de falla con el Complejo de San Julián.

En el cuadro resumen anexo se muestran las unidades litológicas aflorantes en el área, básicamente son rocas metasedimentarias y metaígneas.

El metamorfismo de tipo dinamo-termal regional donde se encontraron las facies de transición y de los esquistos verdes, ubicándose entre las zonas del almandino y, clorita y biotita, respectivamente. Las unidades litológicas del Gneis de Cabriales y el Complejo de San Julián se encuentran afectadas por un metamorfismo de alto grado dentro de la facies de transición. Mientras que los esquistos de Las Brisas y de Las Mercedes están afectadas por la facies de los esquistos verdes.

El área bajo estudio se encuentra controlado en mayor parte por tres sistemas de fallas, cuyos rumbos aproximados son E-W, N50W y N40E. Se identifican al menos dos períodos de plegamiento y la foliación (ampliamente expuesta) principalmente con dos superficies, una regional y otra incipiente.

Resumen de las asociaciones aflorantes en el área según la nomenclatura propuesta por URBANI (2002)

Napas de la Serranía del Litoral	Asociación Metamórfica La Costa	Esquisto de Tacagua Anfibolita de Nirgua
	Asociación Metamórfica Ávila	Gneis de Colonia Tovar Gneis Granítico de Choroni Gneis de Cabriales Complejo de San Julián
	Asociación Metasedimentaria Caracas	Esquisto de Las Mercedes Esquisto de Las Brisas
Napa de Caucagua – El Tinaco		Filita de Tucutunemo Esquisto de Tinapú

## Referencias

- BECK, C. (1985). Caribbean colliding, andean drifting and the mesozoic-cenozoic geodynamic evolution of the caribbean. Cong. Geol. Venez., 6. Caracas. 10:6575-6614. 1985.
- CONTRERAS, O. (1988). Geología de la región Valencia-Mariara, estado Carabobo. UCV, Escuela de Geología, Trabajo Especial de Grado, 173 p. Inédito.
- NOVOA, E. & RODRÍGUEZ, C. (1990). Geología de una zona ubicada al norte de la ciudad de Maracay, estado Aragua. UCV, Escuela de Geología, Trabajo Especial de Grado, 121p. Inédito.
- RODRÍGUEZ, D. (1972). Geología de la región de Choroni-Colonia Tovar y Lago de Valencia. (Resumen). Cong. Geol. Venez., 4. Caracas. 3:1783-1784. 1972.
- URBANI, F. (2002). Nomenclatura de las Unidades de rocas Ígneas y Metamórficas de la Cordillera de La Costa, Venezuela. GEOS, UCV, Caracas, (35):1-107.

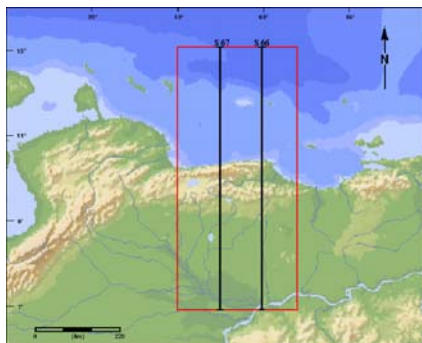
## MODELAJE GEOFÍSICO INTEGRADO DE LA REGIÓN CENTRAL DE VENEZUELA POR MEDIO DEL ANÁLISIS DE FLEXIÓN DE PLACAS EN LAS SECCIONES 66°00'00" W Y 67°00'00" W

UGHI A., REYES J. & RODRÍGUEZ I.

UCV, Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Caracas.

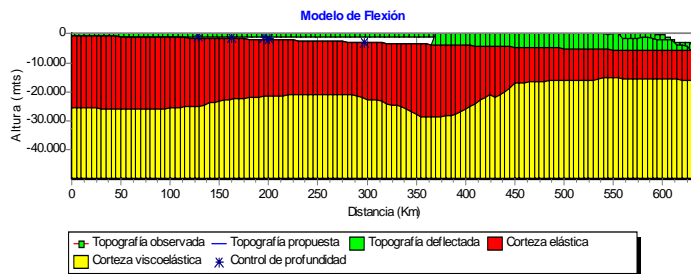
Es bien conocido que el proceso geológico regional que dio origen a buena parte del territorio venezolano y la totalidad de sus cordilleras, es el asociado a la formación del denominado Cinturón de Corrimientos y Cuencas de Antepaís. Este proceso, que sólo se da en ambientes tectónicos convergentes, ocasiona que grandes masas de rocas se desplacen y coloquen sobre otras, propiciando así la formación de cordilleras y cerrando cuencas que antes estaban cubiertas por océanos y mares (KARNER Y WATTS, 1983). Por otra parte, las cordilleras formadas se convierten en cargas que ejercen presión sobre el basamento, deformándolo y modificando sus propiedades físico – químicas, particularmente, variando el gradiente de temperatura.

Los cambios geológicos y topográficos que se derivan de la formación de este tipo de cuencas modifican el campo gravitatorio regional, lo que se traduce en un conjunto de anomalías gravimétricas caracterizadas por una “cupla” o secuencia de una anomalía positiva y una negativa que puede ser explicada por el proceso de flexión de placas, mediante el uso del modelo de “Placa Rota”; para este fin se debe determinar el espesor elástico de la placa involucrada en los procesos tectónicos así como también la ubicación de su borde libre. En consecuencia, este estudio tuvo como objetivo generar un modelo estructural que explique las anomalías gravimétricas observadas en la región central de Venezuela a partir del análisis de flexión de placas, la estimación del espesor elástico de la corteza en dicha zona, así como también, la edad de la misma al momento de su carga y el límite septentrional de la Placa Suramericana. Se recopilaron datos geológicos y geofísicos y se generaron modelos estructurales a partir de la información gravimétrico – magnética sobre las secciones de 66° 00’ W y 67° 00’ W (Figura 1) para definir las principales estructuras presentes.

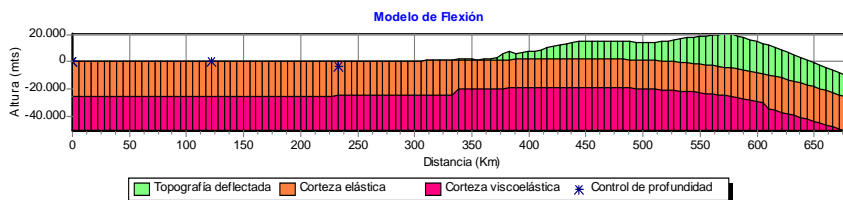


**Figura 1.** Mapa de ubicación del área estudiada y de las secciones utilizadas para el modelaje de flexión.

Posteriormente, se determinaron las cargas supra e intra corteza para modelar la flexión de la misma a través de un algoritmo computacional para el cálculo de flexión de placas. El modelo final mostró un ajuste razonable tanto en la deflexión como en las anomalías gravimétricas observadas (Figuras 2 y 3).



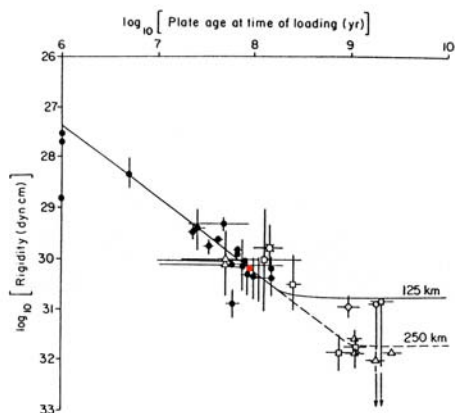
**Figura 2.** Modelo de flexión para la falla marginal del Caribe Sur en la sección 66° 00’ W.



**Figura 3.** Modelo de flexión para la falla marginal del Caribe Sur en la sección 67° 00’ W.

Se determinó que la Falla Marginal del Caribe Sur es el límite más probable entre las Placas Suramericana y Caribe y que el espesor elástico  $T_e$  de la Placa Suramericana es de aproximadamente 25km. También se pudo comprobar a partir de la geometría de la carga intracortical, que la corteza litosférica de la Placa Suramericana ha

sufrido un adelgazamiento (probablemente de tipo termal) en la zona cercana al límite propuesto y adicionalmente, ha sufrido un engrosamiento de corteza en la zona subyacente a la Cordillera de la Costa que correspondería con la flexión de la placa. Finalmente, se determinó mediante un gráfico de rigidez contra tiempo, que la edad de la Placa Suramericana al momento de ser cargada por los procesos de sedimentación y obducción es de Cretácico – Tardío (Figura 4).



**Figura 4.** Gráfico de rigidez de la placa contra edad del evento de carga. (Modificado de KARNER & WATTS, 1983).

## GEOLOGÍA DEL MACIZO DEL ÁVILA Y ADYACENCIAS, ESTADOS VARGAS, MIRANDA, ARAGUA Y DISTRITO CAPITAL.

(Geology of the Ávila massif and its surroundings, Capital District and Miranda and Aragua states, Venezuela)

URBANI F.

UCV, Facultad de Ingeniería. Escuela de geología, Minas y Geofísica y FUNVISIS.

Se realizó la cartografía geológica del estado Vargas y regiones circunvecinas, resultando en la integración de 23 hojas a escala 1:25.000 de la parte central de la Cordillera de la Costa, la cual fue realizada por tesisistas de UCV y FUNVISIS, a saber L. Barboza, S. Rodríguez, V. Cano, L. Melo, A. Castillo y J. C. Suárez. Este nuevo mapa muestra una configuración regional con tres asociaciones de rocas, que de norte a sur son:

- *Asociación Metamórfica La Costa* (AMLC) (Mesozoico) una unidad con abundantes elementos ofiolíticos, que forma una estrecha faja paralela a la Costa, con su mayor ensanchamiento en la zona de Carayaca - Antímano.
- *Asociación Metamórfica Ávila* (AMÁ) (Paleozoico-Precámbrico), con rocas de un margen continental pasivo exhumado y ahora formando el núcleo y con las mayores elevaciones.
- *Asociación Metasedimentaria Caracas* (AMC) (Mesozoico), probablemente la más extensa arealmente, desde la Falla del Ávila (y otras) hasta la Falla de La Victoria (y otras) al sur.

La distribución general de las asociaciones permite distinguir varios bloques tectónicos:

Bloque	Interacción entre las Asociaciones Metamórficas	Características geográficas
<b>Colonia Tovar</b>	AMLC-AMÁ-AMC (compleja intercalación con fallas NE y NW)	Pico Codazzi (2.420 m s.n.m.), el mayor pico fuera del macizo del Ávila
<b>Chichiriviche</b>	AMLC-AMÁ-AMC (compleja intercalación con fallas NE y NW)	< 2.200 m s.n.m.
<b>Carayaca</b>	AMLC-AMC (con fallas NE y NW). <i>Notable ausencia de la AMÁ</i>	< 2.200 m s.n.m.
<b>Galipán</b>	AMLC-AMÁ (con fallas NE, NW y E-W). AMÁ-AMC (con fallas E-W).	< 2.200 m s.n.m. Mayor elevación es el pico Ávila (Hotel Humboldt) de 2.159 m s.n.m.
<b>Naiguatá</b>	AMLC-AMÁ-AMC (con fallas E-W). Las fallas E-W permiten una estructura horst al macizo del Ávila	Mayores alturas de la Cordillera: Silla de Caracas (2.640 m) y Naiguatá (2.765 m)
<b>Chuspa</b>	AMLC-AMÁ-AMC (con fallas E-W y NW)	< 1.500 m s.n.m.

Al visualizar el tramo de la Cordillera en consideración, en sentido Este-Oeste puede notarse un claro escalonamiento que muestra grados distintos de exhumación de las rocas más viejas. El macizo del Ávila propiamente dicho corresponde a los bloques Galipán y Niguatá.

En los trabajos de síntesis de la Cordillera de la Costa, se ha divididas en fajas con tendencia Este-Oeste, a saber:

1. Faja Cordillera de la Costa. 2. Faja Caucagua – El Tinaco. 3. Faja Paracotos. 4. Faja Villa de Cura.

Posteriormente, la primera es subdivida por BECK (1985) en Faja Margarita – Costera y Faja de la Cordillera de la Costa, propiamente dicha. Pero con el trabajo realizado, proponemos que las rocas al norte de la falla de La Victoria sean subdivididas en tres fajas, como se indica a continuación y en forma comparativa con autores previos.

MENÉNDEZ (1966) y otros	STEPHAN (1982) y otros	Este trabajo
Cordillera de la Costa	Margarita - Costera	Costera
	Cordillera de la Costa	Ávila
		Caracas

A la luz de la anterior subdivisión y usando las ideas de BECK (1985), las rocas ígneo-metamórficas de toda la Cordillera pueden dividirse en:

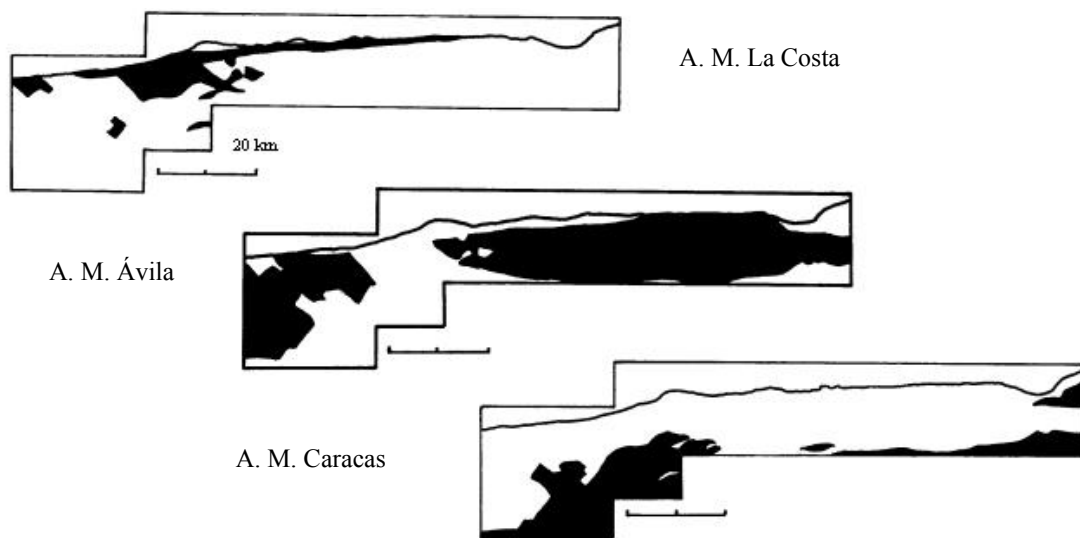
Napas de la Serranía del Litoral

- Napa Margarita - Costera
- Napa del Ávila
- Napa de Caracas

Napas de la Serranía del Interior (“Napas de Aragua” según BECK 1985)

- Napa de Caucagua - El Tinaco
- Napa de Loma de Hierro (incluye Paracotos)
- Napa de Villa de Cura

Durante las tres últimas décadas se han propuesto fundamentalmente dos tipos de modelos geotectónicos de evolución de la Cordillera, entre los cuales aún hay debate, a saber: Un primer grupo que pudiéramos denominar locales, y un segundo grupo o modelos del Pacífico, que son los más aceptados actualmente en la literatura internacional y proponen traslaciones de más de mil kilómetros y rotación de casi 90°, donde tanto de las rocas de Villa de Cura como las de la AMÁ habrían llegado a su posición actual desde lo que hoy es el océano Pacífico. A la luz de este trabajo, de continuar usando una denominación específica para el bloque o “microcontinente” Sebastopol, su nombre debería cambiarse a *Ávila*, dejando el nombre de *Sebastopol* exclusivamente para el basamento de la AMC. Para explicar el origen de esta última Asociación, consideramos apropiada la explicación previa (BELLIZZIA 1986 y otros autores), que consideran que se formó en el margen continental pasivo de la parte septentrional de la placa suramericana.



**Figura 1.** Esquema de la distribución de las tres asociaciones metamórficas.

## Referencias:

BECK C. 1985. *Soc. Geol. de Nord, Villeneuve s'Ascq, Francia, Public. 14*: 1-462.

### **ANÁLISIS DE LA CARTOGRAFÍA HISTÓRICA DE ISLA DE AVES, VENEZUELA: 1647-2002. (Historical Cartography Analysis of Aves Island, Venezuela: 1647-2002)**

URBANI F.<sup>(1,2)</sup>, CONTRERAS O.<sup>(3)</sup>, & CAMPOSANO L.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>UCV, Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Caracas

<sup>(2)</sup>Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS)

<sup>(3)</sup>PDVSA-INTEVEP, Los Teques.

Dada la importancia de la Isla de Aves tanto para Venezuela como otros países, muchos autores han mencionado o trabajado en la isla. De todos ellos hemos podido compilar el siguiente material cartográfico o menciones de sus dimensiones: (1) croquis, Robert DUDLEY 1647, (2) croquis, Padre LABAT 1705, (3) mapa, Levantamiento Británico 1840-1850, en US HYDROGRAPHIC OFFICE 1887, (4) croquis, grupo SHELTON 1855, (5) croquis, anónimo 1866, (6) mapa, H. SORINO 1920, (7) mapa, R. C. MITCHELL 1939, (8) mención, P. Wagennar HUMMELINK 1949, (9) mención, padre PICHÓN 1951, (10) mapa, G. ZULOAGA 1954, (11) mapa, C. SHUBERT & J. MARLOWE 1968, (12) mapa, MMH 1970, (13) foto aérea SARAVENCA 1978, (14-15) mapas 31-7-80 y 24-10-1980, FUDENA. (16) mapa, C. SHUBERT 1983, (17) foto aérea 1984, (18) mapa, Armada Venezolana 8-2000 y (19) mapa, FUNVISIS - UCV, 10-7-2002. De todos los mapas y croquis, los únicos que parecen confiables para fines comparativos son: 3, 7 y 10 al 19, que entre sí presentan consistencia de forma. En 1968, MALONEY & SCHUBERT tuvieron a su disposición los mapas 3, 7, 10 y 11 y presentan un cálculo de la disminución del área, prediciendo la desaparición de la isla para el año 2000, lo que no ocurrió. La comparación entre los citados mapas, muestra una disminución significativa del área desde 1840 hasta 1968, para luego estabilizarse. Entre las causas probables de este comportamiento pudieran mencionarse:

- Explotación de guano. Según la documentación existente, ésta pudo llegar al orden de  $10^5$  tm. Las islas de guano previo a la explotación, usualmente presentan una dura coraza superficial de fosfatos, que las hacen menos propensas a los efectos de la erosión, pero al removerse este nivel que es precisamente el más rico en fosfatos y dejar expuesto el material subyacente más incoherente, el efecto erosivo puede incrementarse notablemente.

- Subsistencia del basamento ígneo-metamórfico de la Prominencia de Aves.

- Erosión por los vientos alisios normales y muy en especial por las tormentas tropicales y huracanes que todos los años afectan la Isla.

- Deslizamientos en la parte occidental de la isla (hecho propuesto por PANTIN 1972).

La mayor incógnita de tipo histórico de este análisis cartográfico, estriba en que si aceptamos como verídica la versión de Dudley y Labat (siglos XVII a XVIII) de que la Isla era casi redonda y de dimensiones mucho mayores a cualquiera de las medidas posteriores, entonces para pasar a la forma elongada en dirección norte - sur de toda la documentación posterior, entonces entre 1705 a 1850 debió haber ocurrido algún evento catastrófico mayor.

Los mapas de 1968 a 2002, son muy parecidos y muestran áreas fluctuantes fundamentalmente debido a la dinámica de distribución de arena, en gran parte debido a los efectos de las tormentas tropicales. Muestra su menor extensión en las medidas de octubre 1980, después de los efectos del huracán Allén de agosto de ese mismo año.

Hay que notar que la Isla de Aves es la única expresión superficial de un arco de islas inactivo, como lo es la Prominencia de Aves, por consiguiente toda esta estructura parece estar destinada a una continua subsidencia en el tiempo geológico. Esto de por sí no implica que la Isla vaya a desaparecer, como no ha ocurrido con cientos de islas del océano Pacífico por el desarrollo coralino sobre ellas. La clave está en que se mantenga un equilibrio entre los efectos negativos, como son la subsistencia del basamento y la erosión, con el efecto positivo de un sano crecimiento de las barreras de material carbonático constituidas por corales y demás organismos.

Recientemente la Armada Venezolana ha construido en la Isla un pedestal para mediciones geodésicas de primer orden (BM), habiéndose ya iniciado un proyecto de investigación utilizando equipos GPS de alta precisión, que en el transcurso de algunos años probablemente permita conocer a escala de milímetros cualquier cambio en las coordenadas X, Y o Z.

Se recomienda que al menos bianualmente se realicen levantamientos topográficos, en fechas anterior y posterior a la temporada de huracanes, a fin de seguir monitoreando la evolución areal de la Isla. Tal y como lo hicimos en nuestra corta visita, esto se puede hacer en menos de dos horas usando un distanciómetro y brújula (algunos equipos actuales permiten la medida simultánea tanto de la distancia como del azimut), tomando medidas por irradiación hasta la línea de costa desde los dos puntos geodésicos de la Isla, el pedestal para medidas GPS de la parte norte y otro ubicado en la parte sur.



Igualmente se recomienda obtener una batimetría detallada e imágenes del fondo marino por sonar (“side scan sonar”), lo cual podría confirmar o no la hipótesis de deslizamientos propuesta por PANTIN (1972), pieza fundamental para entender la probable evolución pasada y futura de la Isla, incluyendo el presunto y drástico cambio de forma probablemente ocurrido entre 1705 y 1850.

### Referencias

PANTIN J. 1972. Nuevas observaciones geológicas acerca de la Isla de Aves, Venezuela. *Trans. 6<sup>th</sup>. Caribbean geological Conference*, Margarita, 15 p.

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA EXPLOTACIÓN DE ARCILLA EN LA HACIENDA EL MOLINO, QUÍBOR, ESTADO LARA.

URDANETA N. & VILLANUEVA A.

UCV, Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Caracas.

Estudios de campo realizados en la hacienda agropecuaria El Molino, localizada en las cercanías de Quibor, Estado Lara, muestran una gruesa secuencia de sedimentos perteneciente a la Formación Morán, donde afloran mantos de arcillas blancas plásticas, caolíníticas illíticas, de potencial valor comercial.

La finalidad de este trabajo es evaluar la factibilidad de explotación de estas arcillas, en cuanto a su viabilidad técnica, económica y ambiental, a través de un proyecto de explotación de la cantera, tomando en cuenta los parámetros técnicos de diseño minero y las variables ambientales.

La geología de la zona en estudio está representada por la Formación Morán, una secuencia de lutitas y areniscas con algunas calizas lenticulares que aflora sobre gran parte de Lara suroccidental, esencialmente a lo largo del área comprendida entre El Tocuyo, Quibor y Cubiro.

El manto principal de arcilla de la hacienda El Molino, está a menos de 200 metros del valle aluvional, aflora en forma visible a lo largo de más de 150 metros, con un espesor de 4 metros en forma continua y con alta uniformidad, con una inclinación general de 20°S, rumbo N40°E.

La evaluación de los recursos de arcilla permite estimar los siguientes resultados:

Recursos	Mena(m <sup>3</sup> )	Mena (Ton)
<b>Medidos</b>	18.000	29.000
<b>Indicados</b>	27.000	45.000
<b>Total</b>	45.000	74.000

La composición química de las arcillas se encuentra dentro de los rangos de una típica “ball clays”, con un contenido de sílice alrededor de 65%, 23% de alúmina y otros componentes como óxidos de hierro, titanio, calcio en muy baja proporción (<3%).

El cono pirométrico de la arcilla está entre 1.385 a 1520° C, lo que corresponde a una arcilla refractaria que funde a elevadas temperaturas, pero manteniendo cierta plasticidad. El color de calcinado después de los 1000 °C es un blanco crema debido al bajo contenido de hierro.

El sistema de explotación será a cielo abierto. El método se define como una explotación a tajo abierto (open cut mining), el cual consiste en el desmonte del recubrimiento mediante bancos en forma descendente y luego la explotación de la arcilla.

Los bancos se han diseñado con una altura de cinco metros (5 m.), para garantizar una mayor selectividad de la explotación, con mínima dilución, y a la vez lograr mayor seguridad de la operación con los equipos mineros. El talud final de excavación se prevé de 60° de pendiente.

El talud de trabajo en bancos será 68° de pendiente con una berma mínima de un metro aproximadamente, con la finalidad de retener los pequeños rodados que eventualmente pudieran caer de la cresta del banco superior y así evitar la contaminación de la arcilla.

Para el diseño de los límites de excavación se evaluaron las reservas y analizaron los beneficios económicos para varios escenarios:

- Escenario promedio: según costos y precios estimados
- Escenario pesimista: con el aumento del 20% en los costos de producción
- Escenario optimista: con una disminución del 20% en los costos de producción

Se determina que todos los casos aseguran un beneficio económico importante e indican como condición de beneficio máximo una relación límite E/M entre 3:1 y 5:1, dependiendo del escenario. En definitiva, la relación adoptada de E/M = 4:1 corresponde al criterio de diseño conservador de un escenario entre promedio y pesimista.

La excavación total de la cantera será de 22.510 ton de mena, más 38.060 ton de estéril, para un total de 60.570 ton de material; es decir, en un esquema de 5 días laborales/semana representa una excavación de 1.400 ton/día a lo largo de 9 semanas.

El equipos más adecuado para el arranque es un tractor Caterpillar sobre oruga modelo D8L, o un modelo equivalente, con un desgarrador de un vástago. Para la carga el cargador 966E es el más apropiado para cargar camiones de descarga trasera, marca Pegaso o Mack, con capacidad entre 18 y 40 m<sup>3</sup>

Una vez finalizada la extracción en la hacienda El Molino se procederá a concluir las labores de recuperación de la zona ya explotada, en conjunto con los trabajos de conformación del terreno y reforestación. Se habilitará en la fosa, producto de la explotación, una pequeña laguna con el fin de utilizarla para el riego de las áreas y uso recreativo.

El proyecto es en definitiva completamente viable y el análisis económico determina una importante rentabilidad, puesto que los beneficios prácticamente triplican la inversión inicial en un breve plazo de operaciones.

## ESTUDIO GEOESTADÍSTICO DE LA CANTERA DE CALIZA SAN BERNARDO

VILLANUEVA A.

UCV, Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Caracas.

El término geoestadística se usa en este trabajo no para referirse a cualquier estudio de estadística en problemas geo-mineros sino que específicamente se refiere a la aplicación de la teoría de variables regionalizadas, bajo los conceptos de las funciones aleatorias, desarrollada por George Matheron.

La geoestadística se basa en la observación de que los tenores de todo fenómeno mineralizado poseen una función de autocorrelación espacial, por compleja que esta sea, denominada variograma y que expresa el aspecto aleatorio, representado por las fuertes variaciones locales, y el aspecto estructural, representado por la conformación geológica del depósito.

Bajo esta perspectiva se ha estudiado el yacimiento de calizas San Bernardo, perteneciente a Cementos Lafarge para su Planta en Ocumare del Tuy, ubicado en las cercanías de la misma, en el Municipio Tomás Lander del Estado Miranda.

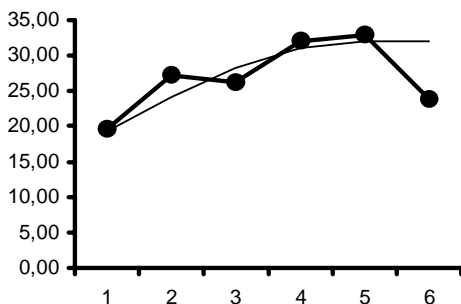
La información disponible de 18 sondeos de reconocimiento geológico, dispuestos en una malla irregular y muestreados cada 10 mts de longitud, permite la estimación de los variogramas experimentales, en base a la siguiente expresión:

Donde:

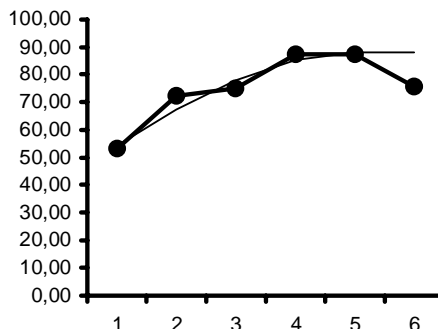
- $2\gamma(h)$ : variograma para la distancia  $h$ .
- $Z_x$ : tenor en un punto "x" del yacimiento.
- $Z_{(x+h)}$ : tenor en un punto "x+h" del yacimiento.

$$2\gamma(h) = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n \{Z_x - Z_{(x+h)}\}^2$$

**Variograma SiO<sub>2</sub>**



**Variograma CaCO<sub>3</sub>**



La importancia práctica de éstos variogramas está en que permiten predecir la variabilidad de la producción de la cantera a diferentes escalas. En efecto, las varianzas de dispersión de los promedios diarios de calidad ( $V$ ) dentro de un mes cualquiera ( $B$ ),  $D^2(V/B)$ , resultan:

$$D^2(V/B) = \bar{\gamma}(B, B) - \bar{\gamma}(V, V)$$

	<b>CaCO<sub>3</sub></b>	<b>SiO<sub>2</sub></b>	<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>
<b>D<sup>2</sup>(V/B)</b>	12,33	4,62	0,25	0,07
<b>D (V/B)</b>	± 3,51	± 2,15	± 0,50	± 0,26

Estas fluctuaciones requieren necesariamente un proceso de homogeneización en la planta, con pilas tipo Chevrón o Windrow; además, para asegurar las mezclas requeridas se debe estimar la calidad diaria de la producción. Para este fin se acostumbra muestrear las perforaciones para voladuras, generalmente aprovechando el colector de polvos de los equipos.

La densidad de muestreo dependerá naturalmente de la precisión que se desee para la estimación de la calidad de la producción diaria. Para un modelo simplificado de evaluación, sólo tomando la información interna a cada bloque, la precisión se determina en términos de varianza de estimación,  $\sigma_e^2$ , a través de los variogramas medios, esto es:

$$\sigma_e^2 = \frac{1}{n} [\bar{\gamma}(V, V) - \bar{\gamma}(S, S)]$$

La desviación estándar del error de estimación ( $\sigma_e$ ) para estimar cada parámetro de calidad de un bloque de 10x10x10 m<sup>3</sup>, equivalente a un día de producción, con los análisis químicos de “n” sondeos (o perforaciones de voladura), resulta:

	<b>CaCO<sub>3</sub></b>	<b>SiO<sub>2</sub></b>	<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>
<b>n = 1</b>	± 4,77	± 2,84	± 0,65	± 0,37
<b>n = 2</b>	± 3,37	± 2,01	± 0,46	± 0,26
<b>n = 3</b>	± 2,76	± 1,64	± 0,38	± 0,21
<b>n = 4</b>	± 2,39	± 1,42	± 0,33	± 0,18
<b>n = 5</b>	± 2,13	± 1,27	± 0,29	± 0,17

En conclusión, no superar un error de ± 1,50 en SiO<sub>2</sub> significa muestrear al menos 4 sondeos por cada bloque de evaluación, lo cual en términos prácticos significa muestrear alternadamente las perforaciones de voladuras para cubrir el 25% de ellas.