

# Estudio morfoestructural de La Española

Mario Octavio Cotilla Rodríguez  
Lázaro Díaz Larrinaga  
Dolores González Despeigne\*  
Manuel Fundora Granda  
Maritza Pacheco Puchades

Instituto de Geofísica y Astronomía  
\*Empresa Nacional de Investigaciones Geofísicas



# MOA

LE OFRECE LA POSIBILIDAD  
QUE Ud. ESPERA

**RESUMEN:** Se presentan los resultados obtenidos con el análisis morfoestructural para La Española, definiéndose a esta desde el punto de vista histórico-genético como un megabloque en ascenso diferencial en la Zona Límite de Placas Litosféricas del Norte del Caribe.

Los métodos aplicados en gabinete son del tipo geomorfológico - geofísico - estructural, sobre mapas topográficos y cartas batimétricas a escala 1:50 000, 1:500 000 y 1:1 000 000, imágenes cósmicas del Landsat y del Thematic Map, a escala 1:250 000 y mapas gravimétricos, a escala 1:500 000. Así se obtuvo una red de morfoalineamientos desde el primero hasta el cuarto, órdenes que configura al sistema articulado a macro, meso y bloques con sus correspondientes nudos morfoestructurales neotectónicos (áreas de mayor amenaza geológica).

La dirección predominante de los elementos estructurales es NW y se destaca, por primera vez, la existencia de un heterogéneo escalón morfoestructural, de larga y variada evolución en la dirección NE, desde las inmediaciones de Beata, que atraviesa la isla hasta la costa Norte marcando la diferenciación del relieve de la superficie y del campo gravimétrico (este elemento puede ser considerado como el límite este de la denominada microplaca Gonaive). Esto explica la ocurrencia de terremotos profundos en la parte oriental de La Española.

Otra particularidad resulta ser la multiplicidad del Parteaguas Principal del Primer Orden, que permite proponer la vinculación del megabloque con la unidad neotectónica oriental de Cuba, y que representa un elemento de suma importancia para la preparación de un mapa neotectónico de la Región Cuba - La Española. El levantamiento de la red fluvial demostró que sobre ella existe un importante control estructural que refleja los resultados de la acción de los esfuerzos tectónicos a que estuvo y está sometido el territorio. Las amplitudes máximas positivas de los movimientos neotectónicos verticales están en el Macrobloque central, que no posee una significativa actividad sísmica y las zonas marítimas adyacentes tienen un perfil mucho menos complejo que el de las fosas de Bartlett- Caimán en la parte suboriental de Cuba, aunque la sismicidad más importante está localizada en ella. Se propone un modelo preliminar de evolución morfotectónica.

**ABSTRACT:** Results from theorethico-morphostructural analysis on Hispaniola are presented. From a historic-genetical standpoint, Hispaniola is defined as a differentiated uplifted megablock into the so called Plate Boundary Zone (PBZ) of Northern Caribbean.

Though the geomorphologico-structural methods used on topographic maps (1:50 000, 1:500 000 and 1:1 000 000) and satellite images (1:250 000) a network of morpholineaments was thus obtained ranging from 1st to 4th orders which shaping the jointed system of macro-meso- and blocks with their respective morphostructural knots. However a prevailing NW orientation of morphostructural elements, a steep relief lineament, running from the Beata surroundings goes through the island up to the north shore. It shows a close correspondence between the differentiation of the surface relief and that of the gravimetric field. Another remarkable particularity arises from multiplicity observed on the Main First Order Watershed (pppo) which leads to propose a link between the megablock and the Eastern Neotectonic Unit of Cuba (UNOR). From the topographical survey of the fluvial network we found out an important structural control resulted from past and still present tectonic stress to which this territory is subdued.

Vertical neotectonic movements have maximal positive amplitudes on the central macroblocks whose seismic activity (AS) is negligible. A preliminar morphostructural evolution model is proposed.

## INTRODUCCIÓN

La problemática de la evolución geológica de Las Antillas Mayores ha sido y continúa siendo en el presente objeto de muchas y variadas discusiones científicas. En tal dirección se localizan resultados de investigadores de muy diversos campos (geológico, geofísico, sísmológico, geodésico y geomorfológico), que en ocasiones difieren entre sí. Para el muy peculiar caso de La Española y Cuba oriental, territorios cercanos desde el punto de vista geográfico, han sido relacionadas algunas similitudes en cuanto a su constitución geológica y en consecuencia elaborados modelos de evolución tectónica. Sin embargo, estos no son aún suficientes para explicar, satisfactoriamente, la relación espacio-temporal-energética entre estas dos grandes unidades geomorfológicas en la etapa neotectónica.

En el proceso del conocimiento están demostrados el desarrollo de las investigaciones geomorfológico - estructurales y su importancia como método de estudio de las características estructurotectónicas de la corteza terrestre. En este sentido la combinación geotextura-morfoestructura-morfoescultura, constituye su base teórica, fundamentada en el principio genético del surgimiento-desarrollo del relieve. Los estudios morfoestructurales de cualquier región conllevan la aplicación de diferentes métodos y procedimientos científicos previamente seleccionados, de acuerdo a las condiciones geológicas, geofísicas y geomorfológicas.

Es práctica común en esta tarea científica buscar en principio un patrón regional para emprender una clasificación sistémica del territorio

atendiendo a las formas y las relaciones estructurales del relieve, que surgen como resultado de la interacción dialéctica de las fuerzas endógenas y exógenas. De otra parte dicha clasificación se debe y tiene que adecuar a las condiciones particulares del relieve, por lo que en este tipo de trabajo hay un permanente proceso de retroalimentación (información-resultado).

Los métodos de análisis morfoestructural son empleados con eficiencia para las tareas: 1) sismotectónica; 2) búsqueda de yacimientos minerales; 3) constructiva de grandes obras; 4) evaluación geodinámica. De ahí que el objetivo de un esquema o mapa estructuro-geomorfológico sea mostrar los elementos del relieve (de los terrenos emergidos y/o de los fondos de mares y océanos) en su interrelación con las grandes estructuras regionales, en las que precisamente surgen y se desarrollan los complejos morfogenéticos.

Consecuentemente, la estructura diseñada para el contenido del referido esquema o mapa, se elabora sobre la base del principio tipológico, por el que son clasificadas las grandes unidades de los complejos morfogenéticos, los cuales a su vez son caracterizados utilizando los rasgos morfológicos, hipsométricos y genéticos.

Esta investigación pretende, de forma preliminar, demostrar la valía del análisis morfoestructural para cualquier territorio y en particular, desbrozar el camino en una primera etapa para encontrar vinculaciones y regularidades estructuro-geomorfológico-geofísicas entre Cuba y La Española en un marco científico de gabinete.

#### Características geológicas fundamentales

La situación tectónica de la región Caribe-América se enfrentó con mucho atino y éxito en el trabajo de Molnar y Sykes (1969).

Estos autores expusieron con datos geofísicos y de terremotos que la frontera de las placas litosféricas de Norteamérica y del Caribe se evidencia en el Golfo de Tehuantepec, donde se unen o ramifican los sistemas disyuntivos Polochic-Motagua y Jicotán-Chamelcon con la denominada trinchera de América central. Esta frontera se reconoce también al sur de la cuenca de Yucatán con el sistema de fallas Caimán-Oriente (Bartlett-Caimán), hasta converger con las depresiones del norte de La Española y Puerto Rico. Esta zona tectónicamente activa constituye la más importante estructura sismogeneradora de la porción norte del Caribe.

Cobiella (1984), planteó que Cuba oriental y el norte de La Española estuvieron unidos hasta el mioceno, en que la apertura de la fosa de Bartlett-Caimán las desplazó a sus actuales posiciones. Esta fosa de orientación E-W en su extremo oriental, se enlaza con dos ramas divergentes (depresiones) de 2 000 metros de profundidad, que se continúan al norte y al centro-oeste de La Española. Esta última en la dirección de la Hoya de Enriquillo.

La Española puede ser considerada en primera aproximación una morfoestructura emergida de primer

orden (no desde el punto de vista global), en ascenso diferencial, incorporada en su totalidad a la zona de interacción dinámica de las placas litosféricas de la América del Norte y del Caribe. Y desde el punto de vista regional ella está en contacto con un conjunto de estructuras marinas como: las Hoyas de Colombia y de Venezuela, el Elevado de Beata, la Cuenca del Norte y las fosas de Puerto Rico y de Bartlett-Caimán, cada una con características geológicas diferentes, actualmente localizadas en un marco geodinámico similar. Al norte de La Española existe una zona de subducción activa (sin vulcanismo actual) que es responsable de la ocurrencia de terremotos fuertes (Bracey y Vogt, 1970).

Por todo lo anterior, el análisis local de los elementos disyuntivos presentes en La Española debe permitir encontrar la influencia de esas estructuras regionales en la conformación de su plano morfoestructural actual. De otra parte, en este territorio hay rocas no más antiguas que el jurásico, pero sí como protolitos de las rocas metamórficas del cretácico en un complicado cuadro estructural (Butterlin, 1986; Burke *et al.*, 1981; Colectivo de autores, 1991) e incluso vinculadas a los mayores niveles hipsométricos de la región caribeña. Estas formaciones rocosas reflejan el carácter estructural regional de la isla, que según se plantea es de un tipo de corteza oceánica modificada (Case y Holcombe, 1984).

La Española es una estructura que sufrió una evolución del tipo de arco insular desde el cretácico inferior, que contiene rocas metamórficas (esquistos verdes, metavulcanitas y peridotitas serpentinizadas en la zona montañosa central y esquistos azules, serpentinitas y otras rocas asociadas en las montañas del norte).

Posee también abundantes rocas volcánicas y volcanoclásticas del cretácico superior con intrusiones de granitoides del cretácico superior-terciario inferior. En su extremo este, hay grandes extensiones de calizas pelágicas depositadas durante el paleoceno-eoceno (Bowin, 1966).

Pubellier *et al.* (prensa) plantean que entre los sistemas de fallas Enriquillo-Plantain Garden y Septentrional está representada la dirección de las zonas de fracturas N130, así como que no existen en la actualidad sobreempujes en la cadena montañosa Matheux, pero que al existir enlace entre la fosa de Muertos y la Hoya de Enriquillo es discutible que el sobrecorrimiento alcanzó a los bloques de la Sierra Martín García, hasta justamente donde está representado el alineamiento de Beata; luego cesaron los desplazamientos laterales y el proceso se transformó íntegramente hacia la vertical.

Esos autores además, proponen que el noroeste de Haití, aunque en el terciario estaba en la etapa de plataforma, estuvo afectado por fallas transpresivas y transtensivas como lo confirman los episodios volcanoclásticos del eoceno y neógeno. Por su parte, Mann *et al.* (1983) aseguran que los accidentes sinestrosales del norte de La Española, así como las fallas Trans-Haitian (Pubellier *et al.*, inédito) forman una familia asociada a la rama oeste de la Fosa de Muertos. Esta familia, establecen esos autores, corresponde a un resultado del esfuer-

zo regional E-W (de la propia placa Caribe) y no al acercamiento de las placas norteamericana y suramericana. Otras fallas importantes son: Neiba, San Juan, Ocoa y Bonao, las cuales tienen dirección predominante WNW y NW, al igual que los ocho bloques morfoestructurales que las mismas delimitan (Lewis y Draper, 1990), todas ellas tienen diferente carácter desde, al menos, el mioceno (Bowin, 1966).

#### Apuntes sobre la sismicidad

La sismicidad de La Española expuesta en los trabajos de (Molnar y Sykes, 1969; Chuy y Álvarez, 1988; McCann y Pennington, 1990) está plenamente justificada por su posición geodinámica, tanto en la frecuencia de ocurrencia como en la magnitud de los eventos sísmicos. Para un territorio de tanta diversidad tectónica y con la lógica imprecisión de la ubicación de los sismos históricos es en extremo simplista asumir que sólo existen dos bandas de sismicidad como propusieron Chuy y Álvarez (1988), no obstante tener como precedente una muy interesante investigación al respecto de Álvarez (1985).

En su análisis de la sismicidad del período 1502-1971, Chuy y Álvarez (1988), encontraron que en La Española han ocurrido 15 sismos de intensidad VII, 12 de VIII, 10 de IX y 1 de X grados (escala MSK). Así también González y Vorobiova (1989), analizaron la distribución, tanto espacial como energética, de la ocurrencia de sismos en parte del Caribe norte. Estos dos últimos autores no proponen zona sismogeneradora alguna en la parte sur, aunque sí dos bandas transversales de dirección NW, sosteniendo que en el extremo SE de la isla hay una capa sismoactiva profunda.

Una interpretación algo diferente de la sismicidad se expone en (Cotilla *et al.*, inédito), ya que a las bandas N y S, antes mencionadas, se añadió una zona central muy heterogénea que incluye la zona suroriental de focos profundos. En ellas se propone también la ocurrencia de eventos sísmicos de diferentes magnitudes, pero no como una sola unidad, sino que ellas están integradas, por sectores de diferentes niveles y características.

También en Cotilla *et al.* (1991a) se propusieron para la región La Española-Jamaica varias zonas de origen de terremotos, donde las bandas sismotectónicas se caracterizan por sectores; lo que coincide en gran medida con Byne *et al.* (1985) y McCann y Pennington (1990). Es precisamente en el norte de La Española, específicamente al noroeste y al noreste (partes marinas), que el mapa de los potenciales sísmicos preparado por Cotilla *et al.*, inédito) muestra las áreas con posibilidad de generar eventos sísmicos con Ms 8,0.

#### MATERIALES EMPLEADOS Y MÉTODOS APLICADOS

Para la consecución de los resultados de la investigación fueron utilizados los siguientes materiales:

1. Mapas topográficos de la escala 1:50 000, 1:500 000, 1:250 000, 1:1 000 000 y 1:4 000 000.
2. Cartas náuticas de las escalas 1:500 000, 1:1 000 000 y 1:4 000 000.
3. Mapas geológicos de las escalas 1:100 000 y 1:250 000.
4. Mapas gravimétricos de anomalías de Bouguer (tierra) y de Aire Libre (mar) de escala 1:500 000.
5. Imágenes cósmicas del Landsat, canales 5(600-700 nm) y 7 (800-1 100 nm) (en blanco y negro), escala ampliada 1:250 000.
6. Imágenes del Tematic Map, escala 1:250 000.

Las imágenes fueron empleadas, fundamentalmente para la delimitación e interpretación analógica de los alineamientos y sus nudos, y los sistemas de bloques de las partes noroccidental y centromeridional de La Española, mientras que el método aplicado para el tratamiento de las imágenes fue el analógico, atendiendo a los índices directos e indirectos (Bankwitz, 1987). Como apoyo a este propósito contamos con mapas topográficos (Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía, 1987) y geológicos (Butterlin, 1958; Colectivo de autores, 1991). Los alineamientos se clasificaron atendiendo a sus características espaciales y morfológicas (dimensión, orientación y configuración) y posteriormente fueron comparados con las fallas propuestas en los materiales geológicos y geofísicos.

El análisis morfoestructural incluyó la delimitación y la parametrización de la red fluvial y sus parteaguas, la caracterización cuantitativa y cualitativa del relieve, y la confección de diferentes esquemas de tectónica vertical para etapas del neógeno-cuaternario.

Una verdadera evaluación morfoestructural requiere de la información de tipo geofísica y en este caso se contaba inicialmente con dos mapas gravimétricos (Reblin, 1972 a,b), que sólo permitían un análisis cualitativo. Por ello, se decidió construir un mapa de Anomalías Gravimétricas de Bouguer Total, que incluyera las partes de mar y tierra, a una densidad de 2,67 t/m. Luego de esta etapa se efectuaron varias transformaciones al campo obtenido con el sistema automatizado IMAG - PC VI.2 (Valdés *et al.*, 1990), con el propósito de determinar los alineamientos principales. Las transformaciones realizadas fueron: 1) Bordes y Lineamientos; 2) Correlación interperfiles con Dirección Variable; 3) Filtrado Digital, a) Método de los Promedios Móviles; b) Filtrado por Convolución; 4) Análisis de Tendencia; 5) Continuación Analítica Ascendente; 6) Gradiente Horizontal Máximo; 7) Gradiente Total Normalizado.

Y al final, sobre la base de los datos de sismicidad tectónica regional y de todos los resultados alcanzados en las tareas de geomorfología cuantitativa, geología del neógeno-cuaternario, teledetectiva, gravimétrica y morfoestructural, se realizó el análisis de las zonas de alineamientos y los nudos principales; así como se pro-

cedió a la confección de un modelo de evolución geodinámica. Toda la tarea se desarrolló a nivel de gabinete, por lo que sus resultados tendrán este nivel de confiabilidad.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Hidrogeomorfología

El levantamiento de la red fluvial de La Española, con la metodología aplicada, muestra su diferenciación en cuanto a densidad y configuración. La cantidad total de corrientes fluviales es de unos 230, cifra aproximadamente igual a la existente en Cuba.

Solamente el río Yaque del Sur alcanzó el sexto orden (en esta escala 1:500 000), a pesar de tener un nivel hipsométrico superior a los 3 000 m. Señalamos que para Cuba, con una altura máxima de 1 974 m y a esta misma escala, el río Cauto alcanzó séptimo orden. El resto de los grandes ríos (Yuna, Yaque del Norte y Artibonite) tienen como orden máximo un valor de cinco, el cual mantiene un recorrido muy largo. Esto los diferencia del Yaque del Sur que posee dos corrientes de quinto orden en un recorrido «minúsculo». Son precisamente estos ríos los únicos en La Española, que obtienen sus aguas de por lo menos dos sistemas montañosos.

La relación de bifurcación (Rb) de los ríos resulta ser un parámetro significativo, ya que hay un gran número de valores anómalos (3 y 5) que representan el 45 % del total, lo que es una confirmación del control estructural regional en este territorio y mucho más al constatar que es en los órdenes superiores (mayor desarrollo) donde están concentrados.

Los extensos valles fluviales Yaque del Norte a Yuna, Guayajayuco-Naciyá a San Juan, Artibonite-Savaniet y la Hoya de Enriqueillo conforman un sistema paralelo y escalonado de zonas deprimidas de dirección NW, que es cortado por la dirección NE (más joven), como también se aprecia en el caso de los parteaguas transversales. Esta dirección NE se refleja de forma seccionada (no extensa) en los elementos fluviales.

El territorio de La Española es un ejemplo de la significativa y particular expresión geomorfológico-estructural de la red fluvial en el Caribe. Por ejemplo, los ríos de órdenes 5 y 6 están asociados en su inmensa mayoría a antiguas y actuales zonas de debilidad tectónica, y en particular los ríos Yaque del Norte y Artibonite son ríos «enrejados» (que la literatura recoge como ríos típicos de regiones plegadas, donde los tributarios son cortos y similares en longitud). Así también el 53,6 % de los 41 ríos analizados son asimétricos en cuanto a sus parteaguas.

Los valles fluviales de los ríos Guayajayuco y Nacaciyá están más elaborados que el del río San Juan. En este sentido el río Artibonite debió adaptar su curso a un giro de 180 grados para drenar sus aguas al NW, que interpretamos como consecuencia de las compresiones NE y de los intensos ascensos neotectónicos que impu-

sieron otros bloques elevados en la región como la Sierra de Neiba, entre ellos. También la Sierra Martín García fue interpuesta en el drenaje del antiguo San Juan y por ello los ríos Artibonite y Yaque del Sur tienen una parte de su recorrido en franca dirección NE (zona de debilidad regional).

Consideramos que el sistema fluvial Guayajayuco-Nacaciyá (Artibonite) y San Juan (Yaque del Sur) conformaban antiguamente una unidad fluvial que drenaba sus aguas desde el NW al SE en la bahía de Ocoa. De igual forma se presupone que estuvieron enlazados los ríos Yaque del Norte y Yuna, actualmente separados y desplazados lateralmente por los esfuerzos compresivos de dirección NE. Además, en la parte más oriental de La Española hay una serie de indicaciones fluviales que permiten inferir que existe continuación (ramal) al SE de la zona de debilidad, Yaque del Norte-Yuna.

Otra comprobación de la existencia de los esfuerzos compresivos NE está en los espectaculares alineamientos de los ríos al este de Santo Domingo como Osana-Yabaca.

Es característico de los ríos Yaque del Norte y San Juan su asimetría transversal. Es decir, se encuentran más cercanos a la parte norte (Cordillera Septentrional) y a la parte sur (Sierra de Neiba) respectivamente, que a la Cordillera central, lo que sólo es factible de explicar a través de un importante control tectónico (fallas Cibao y San Juan respectivamente).

La aplicación del método del coeficiente de sinuosidad del río (Ks) para dos variantes diferentes de cálculo, por longitud y por altura máxima, muestra cuantitativamente la apreciable influencia de la tectónica disyuntiva y ascendente, en la conformación actual del plano morfoestructural de La Española. De esta relación sólo comentaremos lo paradójico que resultan los bajos valores del Yaque del Sur, Yuna, Yaque del Norte y Artibonite, a pesar de poseer extensos tramos rectilíneos. Sin embargo, esto demuestra que ellos son ríos que están sometidos a un importante control tectónico, pero de diferentes direcciones (enrejamiento), lo que les hace parecer, a partir de cifras, como no influenciados por la tectónica.

Determinamos que el Parteaguas Principal de Primer Orden (PPPO) de La Española (Figura 1) divide la red fluvial en un sistema multiparalelo con dirección predominante NW. En principio es factible proponer que este sistema de PPPO está compuesto por cuatro partes y tiene una longitud total aproximada de 1 650 km. La descripción del PPPO de S a N y de W a E es como sigue:

Primera rama: desde Canisse hasta Ojeda sobre Montagnes du Sud y el Massif de la Selle (365 km); segunda rama: desde Poinde Saint Maxc sobre Chaines des Matheux -Sierra de Neiba (Gebet Mermelade) para enlazar a la tercera rama al N en la Cordillera central (225 km); tercera rama: desde Pointe Cap a Foux sobre la Cordillera central (Sierra de Arroyo Toro) se inflexiona para enlazar a la cuarta rama al N en la Cordillera sep-

tentrional (788 km); cuarta rama: desde Monte Cristi, sobre la Sierra septentrional hasta Julia Molina (bahía Escocesa) (272 km).

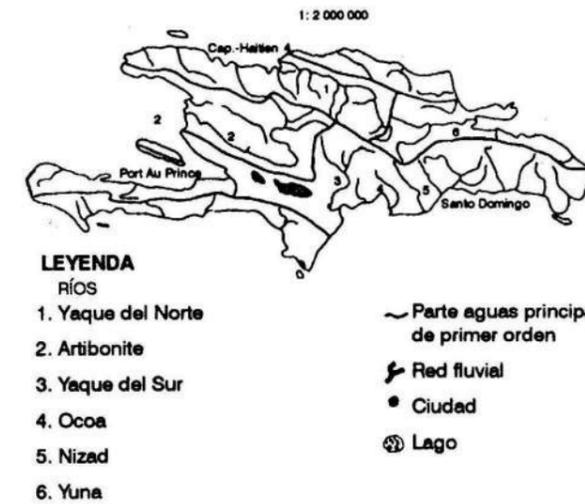


FIGURA 1. Esquema del Parteaguas principal de primer orden con sus cuatro ramas y algunos de los ríos principales.

El mayor número de corrientes fluviales está al sur de las cuatro ramas del PPPO. En general el sistema fluvial posee un orden mayor en las partes sur y central de La Española, que en la parte norte, lo que lógicamente tiene una repercusión significativa en el desarrollo y la explotación de los recursos.

Los ríos Yaque del Norte y Yuna, que drenan al NW y E respectivamente, están separados de la costa norte por la cuarta rama del PPPO. A su vez, las cuencas de estos dos ríos se delimitan por la inflexión N-S de la tercera a la cuarta rama del PPPO en niveles hipsométricos relativamente bajos. Además de ser la más extensa, la tercera rama del PPPO es la que divide prácticamente a la mitad al territorio de La Española. Ella también separa las cuencas antes mencionadas de las muy irregulares corrientes fluviales del Yaque del Sur y del Artibonite - Guayajayuco - Yabanico - Nacaciyá. Los ríos Artibonite y Yaque del Sur presentan en sus mitades inicial y final, respectivamente, una inflexión en dirección aproximada N-S, al igual que el enlace del PPPO que a su vez separa dichas cuencas.

La segunda rama del PPPO delimita la depresión de los lagos Saumatre y Enriqueillo de las cuencas fluviales del Yaque del Sur y del Artibonite. La primera rama del PPPO se extiende al sur de la depresión de La Española con una marcada tendencia E-W en tres cuartas partes de su longitud (desde el extremo oeste) para inflexionarse al SE en la parte oriental. Esta rama no tiene enlace con las tres anteriores. Todas estas ramas del PPPO se extienden por los niveles hipsométricos más elevados de los sistemas montañosos. Es decir, hay plena correspondencia entre los alzamientos neotectónicos y el trazado de las divisorias de las aguas, cuestión esta que la diferencia del territorio de Cuba oriental (Sierra Maestra).

Por otra parte, al este de la línea imaginaria (N-S, entre los poblados San Cristóbal en la costa sur, por consiguiente al sur de la tercera rama del PPPO, de los poblados Cotui y Pimentel (al norte de la tercera rama del PPPO) y del poblado de San Francisco de Macoris (sur de la cuarta rama del PPPO), el relieve es notoriamente llano y la red fluvial, en cuanto a su diseño y su orden, es muy diferente de la correspondiente de la parte oeste, lo cual asumimos que es debido a un control estructural regional. En este orden de ideas para dos variantes diferentes, los resultados del análisis de los perfiles o espectros de algunos de los sistemas fluviales muestra que hay en principio un predominio a las mayores pendientes hacia la vertiente sur de todas las ramas de los PPPO.

Las distancias (extensión) de los ríos no siempre coinciden cuando se miden por la mayor longitud y por la mayor altura, lo cual puede ser interpretado como una tendencia diferencial del desarrollo fluvial en el tiempo. Entonces, las máximas distancias corresponden a los lugares de una evolución más antigua y sostenida dentro del sistema fluvial, mientras que las más elevadas (y de distancias menores) corresponden a zonas reactivadas intensamente por la neotectónica vertical. Es posible explicar por la influencia tectónica regional las siguientes regularidades morfológicas, las distancias entre los PPPO, ramas 1-2 y 2-3 son aproximadamente 40 y 65 km respectivamente. La distancia de la inflexión del PPPO (ramas 2-3) a las inflexiones de los ríos Yaque del Sur y Nacaciyá-Artibonite fluctúa en 50 km, los ríos Yaque del Norte y Yuna tienen aproximadamente de longitud recta 100 km y este valor coincide con el valor de la longitud rectilínea final del Artibonite.

La aplicación del Índice de Gavelius (Ig) a un conjunto de ríos demuestra que la forma circular de las cuencas no es alcanzada en La Española, lo que reafirma su contenido tectónico de tipo disyuntivo y el Índice de Rugosidad (Ir), parámetros que cuantifican la forma transversal de las cuencas entre sus parteaguas, lo que muestra el bajo orden de los resultados.

Insistimos en que existe un manifiesto control estructural en el diseño del PPPO de La Española, ya que permite reafirmar el planteamiento de Cotilla *et. al.* (inédito) de la vinculación morfoestructural de los territorios de esta isla y Cuba oriental, por ser los únicos lugares del arco de las Antillas Mayores y Menores, donde se aprecia multiplicidad o diversidad de dirección en este elemento. Además, en atención al trazado y orientación de los parteaguas, las cuencas y los ríos, es factible encontrar las direcciones del fracturamiento y con ello diferenciar al territorio de La Española en sistema de bloques, lo cual fue también utilizado en el caso de Cuba para su clasificación morfoestructural.

Al delinear el PPPO (primera rama) comprobamos que, aunque con cierta tendencia paralela al sistema general, él no se alcanza a enlazar con las restantes ramas, por lo que resulta ser otro elemento a considerar en la vinculación del bloque sur de La Española con Jamaica y su «independencia» con respecto al bloque norte.

Por último, el conjunto fluvial Yaque del Norte - Yuna y la Cordillera Septentrional consideramos conforman una «barrera» hidrogeológica natural que impide el desarrollo de los sistemas fluviales y la abundancia de agua (mantos freáticos) en la costa norte (Luperón-Puerto Plata-Cabrera).

#### Teledetección

El análisis de los materiales muestra el problema de la delimitación de las fallas sismogeneradoras y sus nudos es complejo y no tiene una sola vía de solución e incluso es necesario una interrelación de varios enfoques. Así, en las rosadiagramas se aprecia que las direcciones predominantes del fracturamiento son E-W, NE y NW, lo cual coincide con las principales estructuras del área.

Los tipos formacionales de rocas son fácilmente descifrables en las imágenes empleadas, en particular, los sedimentos de cuaternario y las rocas ígneas del cretácico. Las rocas eocénicas, oligocénicas y miocénicas están dislocadas tanto por las grandes fallas que limitan las cuencas, como por las fallas más pequeñas concordantes o no con la dirección de las dislocaciones de plegamientos principales. Y, todas ellas están dispuestas en el neoplano con un arreglo de bloques de diferentes figuras y disposición.

De las zonas de alineamiento propuestas para la parte centromeridional hay cuatro que se corresponden con las fallas de Neiba, San Juan, Ocoa y Bonao mencionadas anteriormente. Estas zonas conforman, de acuerdo a nuestra interpretación, un sistema disyuntivo escalonado de morfología arqueada (concavidad al Sur), siendo el caso más espectacular la falla Bonao. Esta concavidad tiene su eje medio en la dirección del Elevado de Beata (NE).

Las fallas Neiba y San Juan tienden a converger al SE, entre las localidades de Barahona y Azua, con un alineamiento costero del NE, que limita por el E a la Sierra de Barahuco y a la Sierra de Martín García. Este último elemento tiene una clara relación de continuidad en el Elevado de Beata y con un escalón morfoestructural activo en la parte insular desde Azua en la costa sur hasta Julia Molina en la costa norte, que es aprovechado por la red fluvial Maimón-Yuna en el sector oeste del poblado de Cotui. Este escalón fue señalado a partir de un intenso estudio de campo por Bowin (1966) para el sector del este de la falla Bonao, la cual no tiene aquí adecuada expresión para su trazo, pero delimita las formaciones metamórficas de esta zona montañosa oeste.

Los sistemas de fallas Ocoa y Bonao también convergen en su extremo suroriental, pero esta vez, en las inmediaciones de las localidades de Baní y San Cristóbal para conformar un nudo. Ellos con los sistemas de fallas Neiba y San Juan representan un macrosistema escalonado activo de dirección NW con una larga evolución que responde al mecanismo tectónico regional del desplazamiento de las placas litosféricas del Caribe y Norteamérica en interrelación directa con las estructuras marinas del Elevado de Beata y la Fosa de Muertos. A partir de ese

proceso y con esos elementos disyuntivos surge el escalón morfoestructural activo, ya mencionado, y al que se puede relacionar con un grupo de terremotos de magnitudes bajas y de diferentes profundidades en la parte insular y con terremotos fuertes al norte en la zona costera reportados por agencias internacionales. Esos aspectos serán tratados más adelante.

La falla Bonao es la terminación este de la Cordillera Central (al oeste del poblado Menseñor Noel) y se asegura que es de tipo vertical de edad oligoceno. Ella no está bien expresada (o es desconocida) al sur de esta localidad, aunque supuestamente se extiende entre el río Yuna y el poblado El Tablazo (oeste de San Cristóbal) (Bowin, 1966). Ese mismo autor sostiene que ahí ella posee un comportamiento anormal, al conformar una escarpa que diferencia a las rocas metamórficas pre oligoceno, situados al este de la zona más elevada del oeste. Esta escarpa aún manifiesta actividad (por datos de ríos y terrazas) (Bowin, 1966). Resultados de Bourgeois *et. al.* (1979) que demostraron la existencia de una tectónica tangencial contemporánea de vergencia SW en la parte meridional de la Cordillera Central (localidades de Azua-Baní-San José de Ocoa) permiten asegurar lo anterior.

El sistema deprimido Enriquillo, de aproximadamente 140 km de extensión y más de 10 km como promedio de ancho, es un valle intramontano en un marco de compresión regional de dirección NE y antiguo desplazamiento lateral E-W. Este sistema de llanuras bajas es de suave pendiente, de orientación NW, con los extremos oriental en la bahía de Neiba en la República Dominicana y occidental en Puerto Príncipe y Haití, y posee un conjunto de lagos como Saumatre, Enriquillo y Rincón, al que se denomina Hoya de Enriquillo. Las fallas aquí delimitadas poseen una apariencia distensiva y por sectores (pequeños) hay índices de desplazamientos laterales izquierdos, estos últimos heredados de la tendencia de movimiento regional de las placas. Consideramos al igual que Pubellier (inédito), que esta depresión intramontañosa está interpuesta, como una solución geodinámica regional transcurrente inactiva y que actualmente funciona en la dirección vertical, entre las Chaines des Matheux-La Sierra de Neiba al Norte y las Montagnes du Sud - el Massif de La Selle - La Sierra de Bahoruco al sur, en asociaciones de bloques escalonados.

Los ejes estructurales en la Sierra de Bahoruco aunque están ligeramente arqueados mantienen la dirección NW. Este característica se percibe también en la Sierra de Martín García, pero aquí los ejes estructurales están mucho más arqueados y su parte cóncava está dirigida al sur y SW, al igual que se aprecia en la forma y la disposición espacial de las bahías de Neiba y Ocoa. Las escarpas de las Sierras de Bahoruco y Neiba están muy manifiestas en las imágenes, lo cual indica un grado importante de actividad neotectónica de tipo vertical.

El río Yaque del Sur, desde su nacimiento en las Cordilleras Central y de Neiba posee una franca orientación NW en el valle intramontano de San Juan, que luego modifica, espectacularmente, al SW (en dirección del ali-

neamiento de NE de Beata) para finalmente desembocar al SE en la bahía de Neiba, lo cual se explica únicamente por la conjugación de sistemas articulados de fallas en un marco de compresión regional.

De la comparación morfológica y morfométrica de los valles intramontanos de San Juan y Enriquillo podemos plantear que el primero es muy heterogéneo, de mayores niveles altimétricos y pendientes, aunque más estrecho que el de Enriquillo debido a los procesos de reelaboración neotectónica. Este último tiene un nivel y una configuración bastante homogéneos y en consecuencia induce a pensar que está sujeto a una menor intensidad de los movimientos neotectónicos, amén de su diferente génesis. Esto coincide con lo planteado por Lewis y Draper (1990) en cuanto a que estos valles tienen los estratos afectados con plegamientos y fallas. No obstante, ambos constituyen en la actualidad un solo sistema de estructuras escalonadas y articuladas.

A lo largo de los valles de Enriquillo y de San Juan varios conos de deyección, síntomas inequívocos de actividad neotectónica vertical y de procesos exógenos intensos de agradación (corrientes anastomazadas), lo cual puede ser utilizado en la búsqueda de yacimientos minerales (Strahler, 1975).

El conjunto de fallas inversas propuestas por otros autores en la Sierra Martín García permiten, a nuestro juicio, asegurar la existencia del mecanismo compresivo de dirección NE expuesto en Rodríguez (1983).

La compleja y diferencial interacción de los sistemas de alineamientos NE (joven) y de fallas geológicamente conocidas (antiguo NW) se refleja en el plano morfoestructural actual. Este es resultado del proceso de la dinámica regional que limitó decididamente el desarrollo de tipo lateral izquierdo de las fallas de Neiba-Hoya de Enriquillo (en Haití)-Plantain Garden (en Jamaica), el cual perdió considerablemente su nivel de actividad, decidió en su cambio de estilo y que actualmente esté muy seccionado conformando pequeños bloques.

El límite norte de la Hoya Enriquillo es la falla Neiba (rama del sistema disyuntivo sur de Haití). El estudio de este macrosistema es de mucha importancia para comprender la evolución geodinámica de La Española y en particular su relación con el sistema noroeste (fallas San Juan, Ocoa y Bonao), los cuales se interceptan diferentemente bajo un amplio rango de ángulos en la parte insular y en la zona del Mar Caribe entre las ciudades Baní y Santo Domingo en relación con la Fosa de Muertos (Pubellier *et. al.*, en prensa).

La hoya de Enriquillo posee una amplia cubierta de sedimentos aluviales, que se caracteriza por una textura continua y tonos claros. Estos sedimentos están asociados al sistema de fallas del sur de Haití (E-W) (no activo en toda su extensión) que está interceptado por los sistemas noroeste (más joven) y noroeste (más antiguo) en varios escalones.

El sistema de fallas del sur de Haití es de desarrollo antiguo y aún está relacionado débilmente con el macrobloque Jamaica (Burke *et. al.*, 1980). Este sistema de fallas transcurrentes siniestras, consideramos fue desactivado coetáneamente al converger los bloques del norte y sur de La Española en la dirección de la depresión de Enriquillo y a partir de la apertura de la fosa de Bartlett. En ese momento se activó en toda su extensión el sistema de fallas noroeste, con desplazamientos laterales intensos y verticales en una primera etapa. Surgen entonces el frente de convergencia subductivo del Elevado de Beata - La Española en la parte este, que involucra a la Fosa de Muertos (en la actualidad se comporta como un sistema de fallas profundas en sacalón con epicentros asociados) y la Fosa de Puerto Rico como una nueva zona de subducción a expensas de la de Muertos.

Al respecto de la actual dirección de desplazamiento de la losa de subducción de Norteamérica bajo la Caribe a partir de la Fosa de Puerto Rico, McCann y Pennington (1990), reconocen que es hacia el SW con su eje al NW, lo que fue resaltado también en la Figura 2 de Brace y Vogt (1970), pero explicado muy ingeniosamente, a partir de fallas de tijera. Por lo que proponer un ajuste regional escalonado de tipo transversal, para los sistemas de fallas y fracturas en un marco geodinámico tan complejo no resulta en lo absoluto increíble.

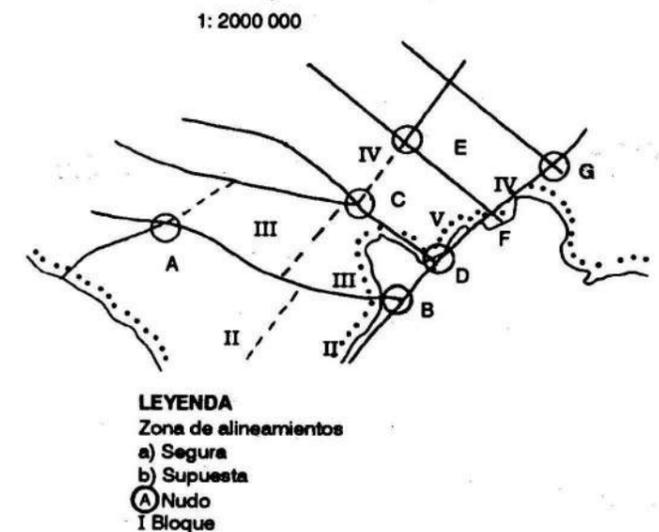


FIGURA 2. Esquema de las zonas de alineamientos y nudos de la parte centro meridional.

Este sistema de alineamientos NW tiene características similares al de Cuba oriental (Cotilla *et. al.*, 1991), como por ejemplo en Baconao (este de la zona montañosa de la Sierra Maestra de corteza continental modificada), en cuanto a que como zonas de debilidad son aprovechados por las corrientes fluviales, para constituir límites de bloques de alta intensidad de los movimientos neotectónicos, y que al ser interceptado por los sistemas de fallas más jóvenes conforman nudos activos de articulación de bloques con su correspondiente liberación energética.

Al atender los reportes de los terremotos fuertes ocurridos en La Española y sus inmediaciones, tenemos que el ISS ubicó el sismo de 1949 en la parte marítima norte, y el CGS propuso su localización en la parte insular, precisamente en la venedad del escalón morfoestructural antes mencionado; mientras que al sismo de 1946 el CGS lo ubicó en la parte marina y Gutenberg y Richter (1954) en la falla de Cibao. Es factible entonces comprender que para explicar la ocurrencia de terremotos fuertes en toda esta región hay aún en la actualidad un amplio margen de imprecisiones. No obstante, McCann y Pennington (1990) proponen en su Figura 3 un mapa de localización de ocho zonas donde se concentra la actividad sísmica de la parte noroeste del Caribe. De ellas hay cinco zonas inactivas en los últimos 35 años.

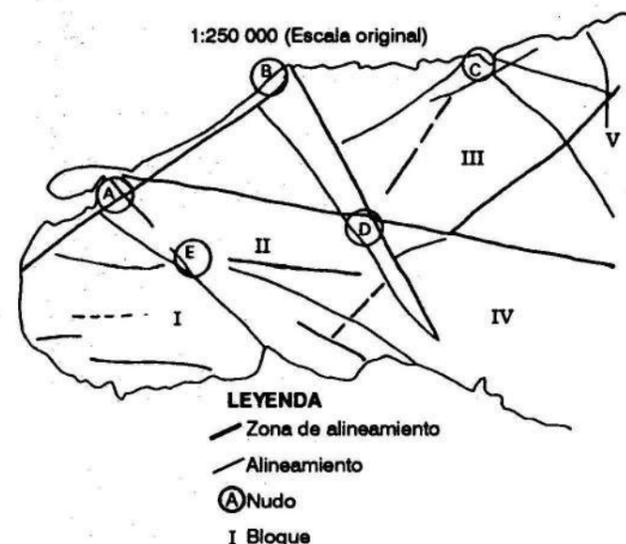


FIGURA 3. Esquema de las zonas de alineamiento y nudos de la parte noroccidental.

Es nuestro interés referirnos a tres de esas zonas por su importancia morfoestructural. Una de ellas está localizada al norte en la dirección del escalón morfoestructural aquí mencionado, la segunda zona en la parte SE está relacionada con un alineamiento del sistema NW y con las zonas de ocurrencia de eventos sísmicos profundos a que también nos referimos antes; y la tercera zona corresponde a una franja netamente marina en el empalme de la Fosa de Puerto Rico y de otras estructuras regionales. Es decir, en principio se puede asegurar que a nivel regional las zonas de intercepción de estructuras, demuestran cierta correspondencia con la sismicidad. La región en que están localizadas las tres zonas han sido interpretadas, como dijimos antes, dentro de un marco complejo de fallas del tipo de tijeras (Bracey y Vogt, 1970) y más recientemente McCann y Pennington (1990) ratificaron que la sismicidad de la zona Este de La Española está dada por la subducción de la placa norteamericana bajo la placa del Caribe a partir de las inmediaciones de la Fosa de Puerto Rico, cuya pared interior está formada por un bloque de la Plataforma de Bahamas.

La localización de las tres zonas de McCann y Pennington (1990) coinciden con importantes contrastes morfoestructurales donde están involucrados elementos de primer orden en el contexto regional, como fallas de transformación, fosas submarinas, etc, que justifican el nivel de actividad. De ahí resulta factible asumir que los siete nudos de zonas de alineamiento (A-G) delimitados en el trabajo (Figura 2) serán siempre de menor categoría que los propuestos por esos autores. Esos siete nudos de articulación activos son los lugares más propensos para la liberación energética y en particular los relacionados con la zona de alineamientos costeros de dirección NE (B,D,F y G) los más activos y sobresaliendo F y G.

Por otro lado, la región noroccidental también posee un heterogéneo sistema de alineamientos con direcciones E-W, NW y NE que se relaciona con el sistema de fallas principal del norte de La Española (Oriente). En ella se destacan cinco bloques escalonados (I-V), los cuales están limitados por zonas de alineamientos que conforman cinco nudos articulados (A-E) de baja energía (Figura 3). Para esta parte del territorio se aprecia que las corrientes fluviales poseen un manifiesto control tectónico, lo que es lógico de esperar dada su inmediata cercanía y relación con la falla norte.

Es de interés para la vinculación espacial de los territorios, señalar que el sistema de las terrazas marinas pleistocénicas aquí observada tiene una morfología y morfometría similar al de Cuba oriental.

**Gravimetría**

El mapa de anomalías gravimétricas de Bouguer (MAGB) de La Española muestra en sus isolíneas, que en casi toda su superficie se identifican anomalías positivas en un campo regional y tranquilo, aunque se destacan tres zonas (de tendencia paralela y espaciada) de mínimos gravitacionales orientados en la dirección E-W a NW.

Una zona de mínimos (I) se ubica en la parte septentrional y está constituida por un conjunto de mínimos relativos gravitacionales (de poca extensión) orientados en dirección NW - SE, con magnitudes que varían entre - 20 mgal y - 40 mgal. Esta zona pudiera corresponderse con la cuenca del Cibao. Ellos, los mínimos, están limitados francamente al norte y al sur por dos zonas que asociamos a fallas profundas. La II, de hasta - 30 mgal, está localizada en la parte central y se corresponde con la cuenca San Juan, también se contornea con zonas de gradientes. Y la última zona aunque de mínimos III se observa en la posición meridional con una intensidad de hasta - 20 mgal. Esta zona le corresponde al Graben de Enriquillo, ya que las orientaciones de las líneas de fuerte gradiente así lo indican.

Aunque hay un predominio de valores gravitacionales positivos, los máximos más significativos están localizados al sureste de Enriquillo, donde alcanzan valores de hasta 260 mgal. Otros de menor intensidad se

observan al norte, con valores que oscilan entre 100 y 160 mgal.

Se apreció que en el MAGB el brusco cambio que experimentan las anomalías al noreste del mínimo II, donde existe un fuerte gradiente de intensidad de 40 mgal/km, es factible suponer la presencia de un alineamiento y en consecuencia asociarle una falla, como se verá posteriormente. Además, este alineamiento marca diáfamanamente las diferencias, en cuanto al valor, de los máximos gravimétricos en las partes este y oeste del territorio.

Los máximos absolutos aquí determinados son de orden similar a los de Cuba oriental (Cuevas *et al.*, 1991) y ellos están en asociación con cadenas montañosas de dirección NW en las que se conservan las rocas más antiguas en general, y donde están determinados los máximos ascensos geotectónicos.

La delimitación de los alineamientos principales por el complejo de materiales gravimétricos obtenidos se realizó de forma cualitativa como se refleja en la Figura 4. En todo el análisis y la interpretación de los 22 alineamientos se tuvo en cuenta que no es posible en modo alguno resaltar uno de estos elementos que no se reconozca por algún indicio en el campo de Bouguer. De esta forma se detectan seis alineamientos (3, 4, 6, 19, 20 y 22) con el mayor grado de certeza y en consecuencia los consideramos como fallas con datos geofísicos. Estas fallas indican que las direcciones estructurales predominantes son EW y NW, y en una cantidad menor NE, y que las dos primeras, generalmente, tienen las longitudes mayores. Ellas, sin embargo, se interrumpen manifiestamente por alineamientos del NE [al este del mínimo II (ejemplo el 19)] y al que hicimos referencia anteriormente. Tal observación se aviene perfectamente con los resultados tectónicos de (Pubellier *et al.*, inédito) y morfoestructurales.

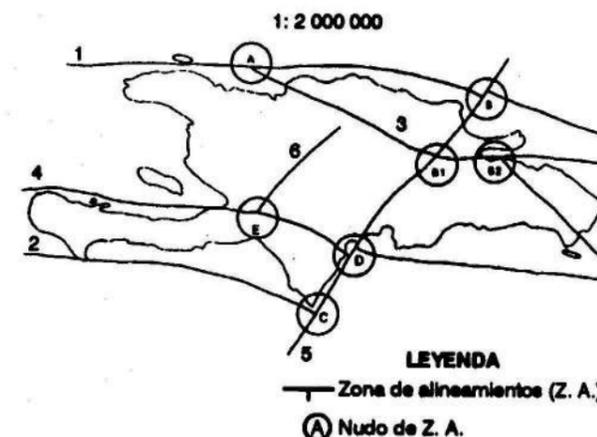


FIGURA 4. Esquema de las zonas de alineamientos y nudos del análisis gravimétrico.

En todos los métodos de transformación aplicados se pudo comprobar la existencia inequívoca de los alineamientos III y IV a partir de fuertes gradientes que

limitan por el sur y el norte, respectivamente, la zona de mínimos que se observa en el norte de La Española. Ellos se corresponde con zonas de fallas profundas de gran intensidad y extensión. También se destacan otros alineamientos reflejados indistintamente en cada método. Con la técnica del GTN sobre los perfiles regionales se pudieron reafirmar algunos de los alineamientos; así como la profundidad a la que se encuentran los mismos, dato cuantitativo de gran importancia en las tareas de contenido sísmológico.

De la evaluación gravimétrica realizada queda claro que por simple mayoreo los alineamientos 3 y 4 son los más importantes; luego viene el 19, a continuación el 6 y el 20, y por último el 22. Sin embargo, no sólo por ese procedimiento estadístico, sino también por el método de identificación, es posible establecer un orden de importancia y seguridad, así tenemos al alineamiento 4, luego al 3 y 19, y finalmente al 6, 20 y 22. Además, atendiendo a las direcciones estructurales que mantienen el neoplano y las que interrumpen, los alineamientos se categorizan de la siguiente manera; el 19 deforma a los 3 y 4, e interrumpe abruptamente a los 6 y 20, y valorando su extensión resulta ser el 3 el más extenso, luego el 4 y por último el 6, 19 y 20. En la Tabla 1 se expone un resumen de las características de estos alineamientos más importantes y su clasificación.

Los seis alineamientos obtenidos o delimitados con este procedimiento se corresponden muy bien con los resultados morfoestructurales, ya que los nudos de actividad neotectónica son espacialmente congruentes con las intersecciones de estos. Aquí se establecen cuatro nudos (A,B, C y D) en que, lógicamente está involucrado el alineamiento 19 con tres. Tal representación cartográfica ilustra espacialmente la liberación energética de La Española a través de líneas y de nudos de debilidad tectónica actual, y en consecuencia debe ser utilizada para los estimados de peligrosidad sísmica y las evaluaciones de riesgos geológicos.

TABLA 1. Resumen de las características de los alineamientos más importantes

No. de Orden	Dirección	Identificac. (total)	Categoría	Asociado al Nudo
3	E-W a NW	10	1	A,C
4	E-W a NW	11	1	A,B
6	E-W a NW	9	3	D
19	NE	10	1	B,C,D
20	E-W a NW	9	2	D
22	NW	8	2	A

**Complejo morfoestructural**

Resulta indiscutible que con los epígrafes anteriores ya se obtiene para La Española una valoración morfoestructural; sin embargo, ella es aún parcial para las conclusiones y su posible vinculación espacio-temporal con Cuba oriental. Por ello, se decidió continuar la

presentación de los resultados y su discusión en dos etapas: individual y conjunta.

#### Análisis individual

**Esquema hipsométrico:** El territorio aparece conformado por un sistema de isolíneas del relieve desde cero metros hasta más de 2 000 m. Las partes occidental y central son montañosas con depresiones fluviales alternas, y la parte oriental es de llanura y altura. La orientación del relieve en general es WNW y NW, y se aprecian en este alineaciones transversales de diversa longitud y configuración.

#### Esquema de morfoisohipsas

De la aplicación del método resultaron seis grandes bloques y varios pequeños aislados con dirección de su eje principal predominantemente al NW para cuatro de ellos y para los restantes WNW. Los mayores niveles (> 2 000 m) se concentran desde la parte central hacia la sur. Al este no se describe ninguna estructura. La separación y la configuración de los bloques permiten proponer un conjunto de fallas cuyos ejes principales tienen las mismas direcciones que los bloques, aunque hay lógicamente algunas de ellas del NE y del NW. Estas dos de corta extensión con la excepción de la que coincide con la línea de Beata. Este esquema descarta la existencia de la falla Plantain Garde - Enriquillo en el interior de la Península del sur de La Española en la etapa neotectónica, al menos en toda su longitud y con la cinemática lateral del prelioceno.

De la literatura se conoce que en las regiones donde las fallas adquieren gran magnitud, con desplazamientos de cientos de metros, se originan grandes masas montañosas. Estos bloques fallados pueden ser de dos tipos; basculados y levantados. Un bloque basculado presenta una cara abrupta, la escarpa de falla, y otra de pendiente suave. La divisoria de aguas iniciales se halla cerca de la parte superior de la escarpa de falla, y por consiguiente está sobre una de las orillas del bloque. Un bloque levantado, que en realidad no es más que un tipo de horst, se halla limitado siempre por ambos lados vertientes pronunciados. Este es el caso de los bloques presentes en La Española.

#### Apuntes iniciales a la tectónica vertical

Previo al análisis de los esquemas de tectónica vertical consideramos oportuno exponer lo siguiente:

Calmus (1986) plantea que después de los movimientos laramídicos hay un cambio radical en la sedimentación en el sur de Haití, ya que en ella se depositan sedimentos carbonatados poco profundos (plataforma) en forma discordante sobre las rocas anteriores. Además, asegura que al contrario del norte de La Española, esta parte no sufrió una tectónica eocénica y que el oligoceno inferior al estar presente en el Macizo de La Selle y no al oeste hace pensar que sería consecuencia de un retardo

de los movimientos verticales del eoceno superior. Además, los primeros movimientos de rumbo se produjeron durante el oligoceno superior y se expresan por un plegamiento de las secuencias paleógenas al lado del actual (Deslizamiento Sinistral Sur-Haitians). Sin embargo esta fase no fue identificada al norte del Macizo (Jeremie) entre el oligoceno y el mioceno inferior, donde la sedimentación se realizó en un medio batial amplio y sin emersión o aporte detrítico.

El desarrollo de la cuenca del sureste del Macizo Macaya del Sur está controlada por la tectónica local desde el mioceno, aunque en un ambiente distensivo. Existen varias cuencas del tipo Pull-Apart Basin (Man *et. al.*, 1983) a lo largo de la falla del Sur de Haití en varias localidades como Tiburón, Clonard y Miragoene (en diferentes estadíos en la actualidad). En el cuaternario hay tendencia vertical Pico Micaya 2 405 m y en las alineaciones sobre la falla al igual que las cuencas de Pull-Apart Basin. La diferencia del sur (fracturas y plegamientos asociados) no existe al norte del Macizo (30 km). Igual sucede con el Macizo de La Selle que emerge y potentes depósitos de conglomerados (aproximadamente 1 000 m) se depositan al pie, sobre todo al lado norte.

La prolongación este de la Península del Sur en la República Dominicana (Península de Beata) tiene siete terrazas arrecifales cuaternarias cuyas fallas son: extensión N30 y siniestra N85-N95 (falla sur de Haití) y fallas dextrales NO-N10. Esto implica según Calmus (1986) movimientos del rumbo al sur de La Española hasta ahora.

Esquemas de tectónica vertical realizados para la:

a) *Etapa eoceno-oligoceno:* El territorio muestra un considerable número de bloques de diferentes dimensiones, aunque con similares valores hipsométricos. Tiene tendencia al agrupamiento de los bloques más antiguos y en consecuencia existe un aumento de estructuras elevadas. Las islas de Gonave y la Tortuga ya aparecen en el contexto espacial emergido de esta etapa. También las Sierras de Neiba, Bahoruco y Martín García se expresan en el relieve, lo que redujo sustancialmente las dimensiones de la cuenca de Enriquillo. El escalón morfoestructural NE (Beata) se percibe en los trazos del relieve emergido.

Grahan y Jarzen (1969) y Grahan (1978) plantearon que en el oligoceno y Yucatán, Cuba, La Española y Puerto Rico estaban más unidas, y en La Española había elevaciones de hasta 4 000 m. Es decir, habían mayores alturas que en la actualidad. Quizás estos niveles también prevalecieron en el mioceno. Ellos se apoyaron en la existencia de areniscas y conglomerados marinos de poca profundidad el Grupo Tabera, y las areniscas de playa y de mares someros de las formaciones Cercado y Bulla, los cuales fueron depositados en cuencas limitadas por fallas a lo largo del flanco norte de la Cordillera Central.

b) *Etapa paleógeno-neógeno:* El relieve de esta etapa es muy parecido al actual en cuanto a distribución de bloques y posición de la línea de costa. Para esta recons-

trucción se evidencia una gran cantidad de bloques en el territorio. La parte sur presenta un gran bloque de dirección E-W donde sus extremos tienen niveles de 2 500 m y 2 000 m respectivamente. También la zona norte posee un gran bloque, aunque de menor altitud, 1 500 m, que se orienta al NW. Las amplitudes son mayores de 2 500 m en el bloque central, el cual se amplió y se continúa al oeste en Haití, donde también hay otros dos bloques de igual valor. El bloque al este del escalón morfoestructural mantiene igual configuración y valores.

En la parte norte los pequeños bloques (etapa anterior) del oeste de Puerto Plata se agruparon y conforman uno largo y estrecho de dirección NW con una amplitud máxima local de 1 000 m.

Los bloques del NW de Nagua también se agruparon y su amplitud máxima es de 500 m. Dos bloques de dirección NW están al sur, uno pequeño de hasta 1 000 m de altura al norte de la bahía de Neiba y el otro bloque, mayor en su parte oeste de hasta 2 000 m de altura (Sierra de Bahoruco) se continúa hacia Haití. Entre el bloque central y el bloque de la bahía de Bahoruco se representaron otros alargados en dirección E-W con amplitudes máximas de 2 000 m que se continúan también al oeste en Haití. El bloque central, el del norte (Inmediaciones de Puerto Plata) y el bloque del NW de Nagua, así como la parte E del escalón morfoestructural (bloque rectangular de dirección E-W) son la larga evolución mientras que los bloques al sur del bloque central (Sierra de Bahoruco, Sierra Martín García, Sierra de Neiba) son más jóvenes; y la isla de Gonave con dos pequeños bloques, uno de los cuales alcanza la altitud de 500 m.

Las amplitudes negativas (zonas de cuencas) de > - 1 000 m están localizadas entre los bloques central y el de Puerto Plata Nagua, se mantienen, pero en un bloque más reducido. La cuenca Enriquillo se redujo también, aunque se mantienen valores similares.

De las dos etapas es factible proponer un conjunto de fracturas y fallas especialmente de direcciones NNW y NNE, que han perdido expresión y dimensiones; así como también sucede con la tendencia observada en las direcciones E-W y al NW en las estructuras delimitadas principalmente en las inmediaciones de Enriquillo. En general la dirección NW continúa prevaleciendo. Los indicios de elevación cuaternaria (actual) sugieren una actividad erosiva fuerte para reducir este relieve a las elevaciones actuales.

**Esquema Morfoestructural:** La taxonomía, aquí empleada parte de la actual posición de La Española en la zona Límite de Placas Litoféricas de Norteamérica y del Caribe. Es decir, en una región geodinámica activa de corteza oceánica. Ella es un megabloque emergido (unidad independiente) compuesto de cinco macrobloques que reflejan diferentemente el proceso neotectónico y que a su vez se multiplican en mesobloques, bloques microbloques, los cuales se relacionan a continuación:

Macrobloques	Cantidad de		
	Meso-bloques	Bloques	Micro-bloques
1. Cordillera Septentrional	3	7	29
2. Cordillera Central-Montagnes Noires-Grebet Mermelade	5	14	87
3. Sierra de Neiba-Chaines Matherux	3	8	20
4. Montagnes du Sud-Massif de la Selle-Sierra de Bahoruco	4	15	49
5. Este de la Española	4	8	33
Total	5	19	218

#### MESOBLOQUES MORFOTECTÓNICOS

- |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| 1.1. Bajabonico         | 4.1. Montagnes du Sud   |
| 2. Escocesa             | 2. Les Cayes - Jacmel   |
| 3. Yuna                 | 3. Massif de la Selle   |
|                         | 4. Sierra de Bahoruco   |
| 2.1. Cibao              | 5.1. Ocoa               |
| 2. Grebet Mermelade     | 2. Santo Domingo        |
| 3. Montagnes Noires     | 3. San Pedro de Macoris |
| 4. Gallo-Jarabacoa      | 4. Cordillera oriental  |
| 5. Duarte               |                         |
| 3.1. Chaines de Matheux |                         |
| 2. Sierra de Neiba      |                         |
| 3. Ocoa                 |                         |
| 4. Hoya de Enriquillo   |                         |

El megabloque La Española está definido entre los morfoalineamientos de primer orden del norte (Bartlett-Puerto Rico) y del sur (escarpe norte de la Hoya de Colombia - Cresta de Beata - Fosa de Muertos). Estos elementos se caracterizan por tener en sus extremos este, dos fosas.

Los morfoalineamientos están sujetos a una clasificación similar a la de los bloques, en atención a sus dimensiones, expresión y elementos que delimitan entre otras características. Así se plantean como morfoalineamientos de segundo orden a: 1) Cibao, 2) San Juan, 3) norte de Enriquillo, 4) sur de Haití, 5) noreste de La Española, y 6) Beata. Como quiera que los morfoalineamientos se intersectan diferentemente y en dependencia de su categoría, así será su importancia morfoestructural; se proponen entonces los siguientes nudos morfoestructurales: A) Gran Duabe, B) Neiba, C) Ocoa, D) Hato Nuevo, E) El Cercado, F) El platano, G) Samará y H) Enriquillo (Figura 5). Ellos representan las áreas de mayor posibilidad para la liberación energética dentro del megabloque.

Señalamos que en La Española predominan morfoalineamientos de dirección NW (tanto de segundo como de tercer orden). Las direcciones de los macrobloques y mesobloques son también del NW fundamentalmente, aunque hay tendencia desde el límite Haití Dominicana

al WnW, que asumimos, es debido a la influencia de la dirección NE de Beata.



FIGURA 5. Esquema morfotectónico.

De acuerdo a los resultados de Lewis y Draper (1990) La Española se compone de ocho bloques morfotectónicos de características geológicas diferentes, que en la mayoría de los casos tienen límites precisos. Estos bloques en general coinciden con los cinco macrobloques aquí propuestos, pero indudablemente difieren en otras cuestiones referidas a sus dimensiones y configuraciones, que analizaremos en otro trabajo.

Esquema de regionalización morfoestructural de La Española.

Consideramos pues, que La Española está incorporada a la zona de interacción de las placas litosféricas del Caribe y Norteamérica, y en consecuencia esta es una geotextura compleja y heterogénea, donde hay elementos de los tipos oceánico y continental modificado. La Española, constituye una morfoestructura emergida de primer (I) orden que se diferencia por un conjunto de fallas importantes, en un sistema escalonado y complejamente articulado de larga evolución. Es a partir de estas zonas de fallas que se delimitan dos morfoestructuras de segundo (II) orden, que a su vez contienen a las morfoestructuras básicas (montañas, alturas y llanuras) que son de tercer (III) orden. Sin embargo, debido a la falta de mapas topográficos de escala 1:50 000 - 1:1 000 000 no es factible determinar las morfoestructuras de orden menor.

Dentro de los límites de la región que se analiza, hay una variada gama de elevaciones y depresiones, cuyos bordes están en la mayor parte de las ocasiones condicionados estructuralmente. Luego entonces se propusieron ocho regiones morfoestructurales para el territorio emergido de La Española. Ellas son: 1) Crestas Pleans-Mermelade, 2) Montañas de San Nicolás-Montañas Negras, 3) Cadena de Matheux - Sierra de Neiba, 4) Montañas del Sur- Macizo de Silla, 5) Sierra de Bahoruco, 6) Cordillera Central, 7) Cordillera Septentrional y 8) Samaná Cordillera Oriental (Figura 6).

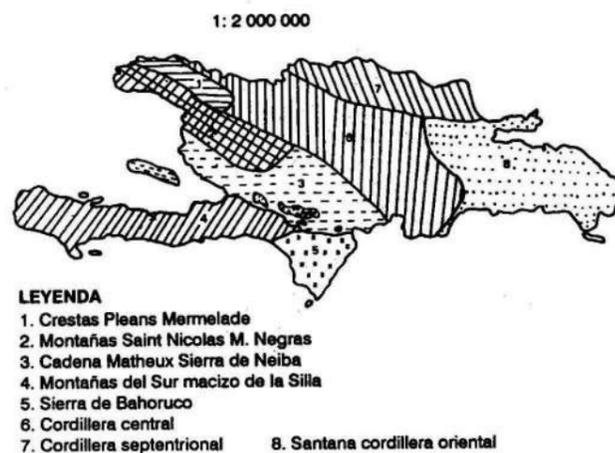


FIGURA 6. Esquema de regionalización morfoestructural.

A continuación se dan algunas características de cada una de ellas:

Leyenda: M : montaña  
LL: llanura  
D : directa

ZONA	1	2	3	4	5	6	7	8
Orden máximo del río	3	6	5	4	4	6	4	5
Altura máxima (m)	1 160	1 793	2 261	2 680	2 000	3 087	1 249	701
Relieve predominante	M	M	M	M	M	M	M	LL
Dirección predominante	NW	NW	NW	E-W	E-W	NW	WNW	E-W
Relación con la estructura	D	D	D	D	D	D	D	D
Dirección vertical (m)	1 000	1 300	1 800	2 100	1 400	2 800	1 000	400

En la siguiente tabla se muestra la correspondencia (aproximada) de los esquemas morfotectónico y morfoestructural.

Región morfoestructural	Región morfotectónica
1	parte de la 2,2
2	2,3
3	3,1; 3,2 y 3,3
4	4,1 y 4,2
5	4,3
6	parte de la 2,2; 2,1; 2,4; 2,5; 3,3; 5,1 y parte de la 5,2
7	1,2
8	1,1; parte de la 5,2; 5,3 y 5,4

Esquema batimétrico: La Española es el único megabloque del Caribe, e incluso del mundo, que está limitado por tres fosas oceánicas profundas: Bartlett por el oeste, Puerto Rico por el NE y Muertos por el sur. De ellas se dieron algunos datos en el epígrafe de Geología. La pared sur de la depresión de La Española es más escalonada que la norte, lo cual coincide con un perfil de subducción de norte a sur.

Dillon *et. al.* (1989) plantearon que el noroeste de La Española tiene una diferenciación en la morfología de su relieve submarino (dos estilos diferentes: tipo I, entre las longitudes de 71 42' W - 72 22' W y hacia ambos lados tipo II). En el tipo I la pendiente, es plano-cóncava con fallas de cabalgamiento y de 4 grados, mientras que la de tipo II es convexa y de perfil complejo con muchas fallas y pendientes de 9-16 grados. El contacto con la costa es diferente. El de tipo I es transicional, mientras que el II es abrupto. Ambos tipos de estructuras se originaron bajo las mismas circunstancias y en ninguna de ellas se observaron síntomas de transcurrancia.

De otra parte, según Herzen *et. al.* (1985) la Fosa de Puerto Rico se originó a principios del pleistoceno al revelar la interrupción de la subducción en la Fosa de Muertos. Además, las fallas que existen en el Pasaje de La Mona son normales y del mioceno o más jóvenes (Lane y Ryan, 1989). Resulta entonces, una región marina activa y joven, pero con condiciones diferentes a Bartlett o Caimán. Tampoco existe la pendiente abrupta desde la Isla a la Fosa de Muertos y la depresión de La Española como ocurre en Cuba oriental y Bartlett.

Para la zona marina de La Española consideramos que hay un conjunto de bloques articulados de diferentes dimensiones y orientaciones, que guardan relación con la zona insular adyacente. Lamentablemente por la insuficiencia de nuestra información de base no es factible proponer siquiera un esquema de los mismos. Ahora bien, si hemos delimitado un conjunto de alineaciones del relieve submarino que permiten fijar su vinculación con los alineamientos correspondientes de la parte insular. Además, hemos confeccionado una rosa-diagrama de ellos, donde se evidencia que las direcciones E-W y NE son de gran importancia para esta parte del Caribe.

En la parte suroccidental existe un conjunto de alineamientos cortos de dirección NW (locales) que se enmascaran en el contexto de las estructuras regionales de dirección E-W y NE como la cuenca de Venezuela y el elevado de Beata. Al este del elevado de Beata los alineamientos son considerablemente más extensos y las direcciones predominantes son E-W y NE. Este elevado contiene también un conjunto de alineamientos transversales cortos (dirección NW) que no lo alcanzan a desplazar. La dirección NW de los alineamientos en la bahía de Neiba es apreciable, aunque está francamente cortada por la NE (Beata). Ella se localiza también en el NE de La Española (específicamente al norte de los poblados río San Juan y Cabrera, este de la bahía escocesa), y es de importancia, ya que inflexiona y corta a las direcciones E-W. Al norte de Puerto Plata existe un alineamiento NNW que tiende a converger en la Costa Norte de La Española con los alineamientos E-W y NE antes mencionados. Esta zona la consideramos un nudo morfoestructural importante. Y en la parte noroccidental las direcciones NW y E-W de los alineamientos son las que prevalecen y conforman una serie de bloques escalonados, pero más distantes de la costa que los de la parte oriental. Aquí se conforma otro nudo morfoestructural de importancia.

El alineamiento de direcciones NE (en la parte norte de La Española) es el límite izquierdo de la fosa de Puerto Rico de franca dirección latitudinal. No obstante, el alineamiento de Beata está muy bien definido en la parte marina sur e incluso está marcado con una serie de indicios morfoestructurales en la parte marina norte (como inflexiones de isolíneas batimétricas la presencia de los bancos de la Plata y la Navidad, así como el inicio oeste de la Fosa de Puerto Rico). En esta área hay otros índices como la dirección de las máximas profundidades de la fosa (ENE) y la NNW de la plataforma de Bahamas (al norte de La Española) que se interceptan precisamente en la salida del alineamiento al norte.

El esquema de los nudos de alineamientos más significativos del relieve submarino de La Española, muestra un total de cuatro nudos de articulación morfoestructural, tres en la parte norte (I, II y III) y uno en la parte sur (IV) (Figura 7). El nudo I se conforma con los alineamientos de Bartlett (E-W), norte cubano (NW) y Paso de los Vientos (NE) en la parte noroeste de Haití. La rama norte del alineamiento de Bartlett y los alineamientos NW que limitan la Fosa de La Española delimitan al nudo II. Esta misma rama de Bartlett con los alineamientos del este de la Fosa configuran el nudo III. El nudo IV se delimita en la intercepción de los alineamientos NW de Beata E-W de la Fosa de Muertos y NW de Enriquillo. Los nudos II y III tienen una figura alargada en la dirección latitudinal, mientras que en los dos restantes es circular.

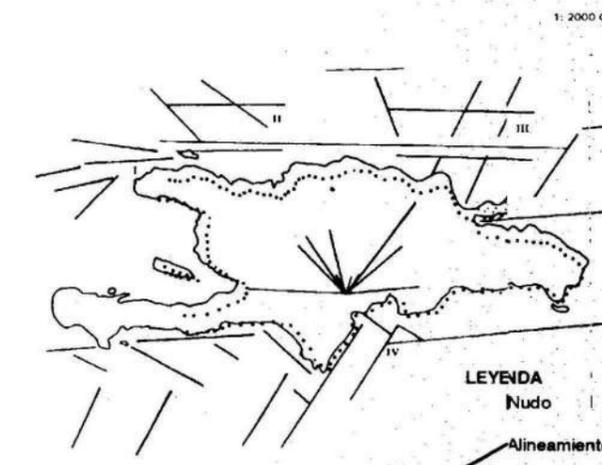


FIGURA 7. Esquema de las zonas de alineamientos y nudos más significativos para la parte marítima.

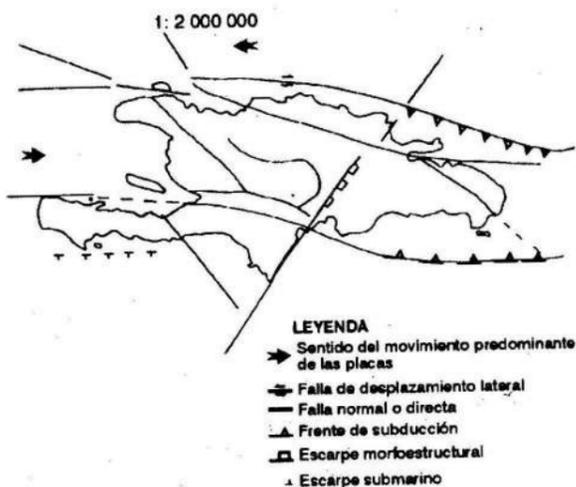
Ladd y Watkins (1977) propusieron un origen Pacífico a la corteza de la Fosa de Muertos y esto permite reafirmar nuestra posición en cuanto a los desplazamientos escalonados de los bloques desde el oeste hacia el frente o escalón morfoestructural de la República Dominicana.

Del epígrafe de Teledetección se dijo que McCann y Pennington (1990) proponen en su Figura 3 un mapa de localización de ocho zonas donde se concentra la actividad sísmica de la parte norte del Caribe. De ellas se

ñalamos que hay cinco zonas inactivas en 35 años. El nudo A lo relacionan con el terremoto de 1953 (Ms -7,0) y plantean que está al oeste de la zona de ruptura del evento de 1946 (Ms-8,1) pero muy cercano. En el área de encuentro de la plataforma de Bahamas y la Fosa de Puerto Rico, estos autores ubican al nudo C (entre La Española y Puerto Rico) donde existen anomalías características de zonas marinas. Estas apreciaciones coinciden, en general, con las nuestras.

**Análisis conjunto**

De todo esto resulta que La Española es una estructura emergida que ha evolucionado desde el jurásico en el contexto del Caribe y que mantuvo una vinculación con Cuba oriental y Jamaica hasta la apertura de la fosa de Bartlett - Caimán en su extremo este (Figura 8). En su territorio se encuentran elementos de la zona subductiva cretácica de la placa litosférica de América del Norte bajo el Caribe, así como del desplazamiento lateral de los diferentes bloques transversales de dirección WnW y NW en un marco compresivo. Con posterioridad la modificación de la dinámica regional de los sistemas de placas litosféricas mayores influyeron sobre la Isla, se produjeron los sobrecorrimientos de algunas estructuras para luego darle paso a una situación transpresiva al norte (actual trazo de la zona de fallas Oriente) con el origen de la Fosa de Puerto Rico a expensas de la extinción de la Fosa de Muertos. Surge entonces en tal contexto el escalón morfoestructural NE (continuación de Beata) lo que coincide en líneas generales con lo planteado por Nadai (1989) y Mattson (1984) en las investigaciones en San Francisco de Macoris. Así se conformó el plano morfoestructural de La Española.



**FIGURA 8.** Esquema de las principales líneas de fallas.

Otra observación morfoestructural de interés en La Española se refiere a la relación o correspondencia entre la actividad sísmica (A.S.) y las amplitudes de los movimientos neotectónicos verticales (A.M.N.V.). Se eviden-

cia que la mitad oeste del megabloque, zonas donde las A.M.N.V. son mayores, se caracteriza por un menor nivel de A.S. que la mitad este. Sin embargo, la mayor A.S. de esta parte del Caribe aparece en las partes septentrional y meridional del megabloque, y con particular relevancia hacia el oriente. Esta evaluación se fundamentó en mapas de epicentros, de liberación de deformaciones y de actividad sísmica, así como de perfiles de terremotos en profundidad.

Un análisis de las causas de tal comportamiento refleja lo siguiente: 1) las morfoestructuras elevadas de la parte oeste del megabloque y sus límites están en una etapa de estabilidad; 2) los límites norte y sur del megabloque, son los contactos de la zona Límite de placas litosféricas y en consecuencia donde está la mayor interacción de los elementos estructurales y donde ocurren la mayor cantidad de terremotos y se libera la mayor cantidad de energía; 3) el prisma o losa de subducción en la parte este del megabloque es también el otro responsable de la ocurrencia de terremotos en esta zona menos accidentada.

Con estos resultados y la propuesta de (Cotilla et al., 1991a) para las zonas de origen de terremotos es factible realizar una estimación preliminar de la peligrosidad sísmica de La Española para las siguientes zonas sismogeneradoras:

Zona sismogeneradora	Terremotos más fuertes		Mmáx	Profundidad (km)
	Mmáx	Año		
Zona de fallas septentrional	7,2	1 562	8,3	0-70
	8,25	1 843		
	7,8	1 943		
	8,1	1 943		
Zona de falla del sur (norte de la Fosa de Muertos)	7,5	1 673	7,6	0-70
	7,5	1 867		
	7,0	1 943		
Zona de falla del sur (norte de la península sur de Haití)	7,9	1 887	8,0	0-70
	7,0	1 911		
Zona de falla del sur (Española-Jamaica)	5,5	1 818	6,0	0-70
	5,7	1 924		
Zona de falla central (parte este)	7,0	1 916	7,1	70-220
	6,3	1 979		

Lamentablemente no se puede efectuar una valoración similar para las zonas de fallas de dirección NW de la parte oeste y de dirección NE (que configura el escalón morfoestructural) por la falta de información sísmológica. Sin embargo, de lo expuesto se comprueba que el patrón sismogenerador de La Española resulta mucho más complejo y activo que el de Cuba. Baste en este sentido decir que en ella hay terremotos con focos a más de 200 km de profundidad.

Una apreciación morfoestructural, en lo absoluto trivial, por su contenido sismogénico obtenida de las investigaciones ejecutadas en Cuba y La Española se re-

fiere a la jerarquía de los elementos disyuntivos y su directa correspondencia con la sísmicidad. Es decir, que las zonas de fallas, límites externos, de estos megablocos son de un nivel y categorías superiores al más importante de los elementos sismogeneradores de su plano interior.

Por último, resaltamos que La Española, Cuba oriental y Jamaica tienen una característica común, la no manifiesta existencia de estructuras de dirección NE. Esto fue reconocido para Jamaica por (Burke et al., 1980) y para La Española por muchos investigadores. No obstante, destacamos que este patrón tectónico es característico para los territorios emergidos de la Z.L.P.L. del norte del Caribe, por lo que consideramos un elemento más de su relación espacio - temporal - energética.

**CONCLUSIONES**

De lo expuesto es factible extraer las conclusiones siguientes:

1. La metodología aplicada permite definir a La Española como un megabloque emergido y en ascenso diferencial dentro de un área de transpresión de la zona Límite de Placas Litosféricas del norte del Caribe.
2. La Española constituye una provincia sismotectónica con varias unidades sismotectónicas y zonas sismogeneradoras; siendo las zonas sismogeneradoras más importantes aquellas que se localizan en las partes marinas (septentrional y meridional) adyacentes.
3. El patrón sismogenerador de La Española es más complejo y activo que el de Cuba, destacándose los sistemas de fallas sismogeneradoras (norte de La Española, Cibao, Enriquillo - Neiba, Bonao - Ocoa - San Juan, Muertos y Beata con nudos sismoactivos).
4. La hipótesis de que la frontera de Moho desde Cuba oriental hacia la parte este de La Española aumenta con la profundidad, permite explicar las diferencias de valores del campo gravimétrico y el incremento de la profundidad de los hipocentros de terremotos.
5. Hay una importante vinculación geomorfológico-geofísica en el contexto espacio - temporal - energético la unidad neotectónica oriental de Cuba y el megabloque La Española.
6. Se expone un modelo geodinámico que sintetiza los resultados obtenidos con los de otros especialistas (recopilados de las publicaciones) y promueve un nuevo enfoque del desarrollo neotectónico de la región.
7. Es factible aplicar en La Española la clasificación morfoestructural ensayada en Cuba y evidenciar el carácter tectónico de su patrón fluvial. La red fluvial delimitada alcanza un orden máximo de seis, y este se localiza en el Yaque del Sur.

8. El río Yaque del Norte y la Cordillera Septentrional conforman un «diq» natural que impide el desarrollo de un manto freático potente y de un sistema fluvial amplio y bien desarrollado en la parte norte de La Española.
9. Existe un sistema multiparalelo y articulado en cuatro ramas del Parteaguas Principal de Primer Orden.
10. Los máximos niveles hipsométricos se corresponden especialmente con el trazo de los Parteaguas Principales.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ÁLVAREZ, L.: *Sismicidad de Cuba oriental*, Tesis en opción al grado de doctor en ciencias físico - matemáticas, IFT, Moscú, 1985.

BOWIN, C. O.: *Geology of Central Dominican Republic. (A case historic of part of an island arc)*, The Geol. Soc. Memoir - 98, Caribbean Geol. Inv., 11-84 pp., 1966.

BRACEY, D. and P. VOGT: *Plate tectonics in the Hispaniola Area Geol. Soc. of Am. Bull.*, vol. 81, pp. 2885-2860, sept., 1970.

BUTTERLIN, J.: *Carte géologique de la République D' Haiti, 1:250 000*, 1958.

BURKE, K.; T. DIXON and N. NEMEC: *Neotectonics of Hispaniola*. EOS, vol. 62, no. 45, nov., 1981.

BOURGOIS, J.; N.G.R. TAVARES y J.M. VILA: *L' Eocene a' bloc d' Ocoa (Republique Dominicane, Grandes Antilles), Terrain de un Tectonique Tangentielle a' de' vergence sud dans l'ile d' Hispaniola*, Bull. Soc. Geol., France (7), t. XXI, no. 6, pp. 759-764, 1979.

BYRNE, D.; G. SUÁREZ and W.R. McCANN: *Muertos trough subduction. Are microplate tectonics in the northern Caribbean?* Nature, vol. 317, pp. 420-421, 1985.

CALMUS, T.: *La frontera de las placas norteamericana y Caribe. Estructuras principales y evolución cenozoica*, Bol. Dpto. Geol. Univ. Sonora, vol. 3, no. 1, pp. 19-37, 1986.

CASE, J.E.; T.L. HOLOMBE and R.G. MARTIN: *Map of geologic provinces in the Caribbean region*, Geol. Soc. of Am. Memorou 162, pp. 1-31, 1984.

COBIELLA, J.: *Sobre el origen del extremo oriental de la fosa de Bartlett*, Ed. Oriente, S. de Cuba, 1984.

COLECTIVO DE AUTORES: *Mapa geológico de la República de Haití, escala 1:250 000 (Mapa geológico General)*, BGR, Hannover, 1991. Secretaría de Estado de Industria y Comercio. Dirección General de Minería Santo Domingo D. N. y Budestadt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Hannover, República Federal de Alemania, Proyecto Servicio Geológico Nacional, 4 hojas, 1991.

COTILLA, M. y L. ÁLVAREZ: *Determinación de las zonas de origen de terremotos de La Española y Jamaica*, Inf. Cient. - Técnico, Instituto de Geofísica y Astronomía de la Academia de Ciencias de Cuba, 11 pp., 1991.

COTILLA, M., y otros: « Mapa neotectónico de Cuba, escala 1:1000 000 », en: *Comunicaciones sobre Geofísica y Astronomía*, no. 22, 45 pp., Academia de Ciencias de Cuba, 1991.

—: *Potenciales sísmicos del norte del Caribe* (inédito).

CHUY, T. y L. ÁLVAREZ: «Sismicidad de la Española», en: *Com. Cient. sobre geofísica y astronomía*, no. 16, 11 pp., Academia de Ciencias de Cuba, 1988.

DILLON, W.S. et al.: *Morphology, structure and active tectonism of northwestern Hispaniola*, Transaction 12 th. Caribbean Geological Conference Miami, Soc. Geol., august. 7 th - 11 th, 133-142 pp., 1989.

GONZÁLEZ, B. y E. VOROBOVA: «Distribución de las profundidades focales de los terremotos y su relación con su magnitud en la región de las Antillas Mayores», en: *Com. Cientif. sobre geofísica y astronomía*, no. 8, 7 pp., Academia de Ciencias de Cuba, 1989.

GUTENBERG, B. and L.F. RICHTER: *Seismity of the Earth*. 310 pp., Priceton, New Jersey, Priceton University, 1954.

LADD, J.W. and J.S. WATKINS: *Active margin structures within the north slope of the Muertos Trench*, Geologie in Mynbouuw, vol. 57, no. 2, 250 - 260 pp., 1977.

LEWIS, J. and G. DRAPE: *Geology and tectonic evolution of northern Caribbean region*, The Geol. of North America. vol. H, The Caribbean Region. The Geol. Soc. of Am., chapter 4, 77 - 140 pp., 1990.

Mann, P. et al.: *Development of pull - apart basin*, J. of Geol., vol. 91, 529-554 pp., 1983.

MATSON, R.H.: *Caribbean structural breaks and plate movements*, Geol. Soc. of Am. Memoir, 162, 131-151 pp., 1984.

Mc CANN, W. R. and W.D. PENNINGTON: *Seismicity large earthquakes, and the margin of the Caribbean Plate*, The Geol. of North Am., vol. H, The Caribbean region, The Geol. Soc. of Am., 291-305 pp., 1990.

MOLNAR, P. and L. SYKES: *Tectonics of the Caribbean and Middle America from focal mechanism and seismicity*, GSAB, vol. 80, no. 9, 1639-1684 pp., 1969.

PUBELLIER, M. and J.M. VILA: *North Caribbean Neotectonic events the Transhaitian faulting system tertiary record of an oblique transcurrent shear zone today uplifted in Hispaniola* (en prensa).

REBLIN, P.: *Mapa de anomalías de Bouguer, escala 1:500 000 de La Española*, 1972a.

—: *Mapa de anomalías de aire libre, escala 1:500 000 de La Española*, 1972b.

RODRÍGUEZ, R.: «Sismotectónica del área del Caribe; en especial de la región de la isla de La Española y la necesidad de su zonificación», en: *Sodosmíca*, año 3, no. 2, 77-97 pp., 1983.

STRAHLER, A.: *Geografía física*, Ed. Omega, S. A., Barcelona, 1975.

VALDÉS, J. L. y otros: *Sistema de procesamiento de imágenes e información bidimensional IMAG - PC V 1.2*, Manual de Usuario Softel, ACC, 105 pp., La Habana, 1990.

## Acerca de la definición de Control de Gestión empresarial

Ing. Maritza Hernández Torres  
Ing. Rubén Santiago Herrera  
Dr. Ing. José Israel Rodríguez Domínguez\*

Facultad Ingeniería Industrial, ISPJAE, La Habana  
\* Dpto. de Metalurgia, Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa

**RESUMEN:** En el artículo se hace una reflexión acerca del contenido y el alcance del Control de Gestión, mostrando cómo varía según los autores, con el transcurso del tiempo y con el cambio de las condiciones del entorno y de la competencia industrial.

**ABSTRACT:** In this work, a reflection is made about the content and the scope of the Controlling, which depends of the point of view of the authors. The developing of this concept shows the changes of the environment and the conditions of the industrial competition.

### INTRODUCCIÓN

Según García (1975) el Control de Gestión (CG) es ante todo un método, un medio para conducir con orden el pensamiento y la acción, lo primero es prever, establecer un pronóstico sobre el cual fijar objetivos y definir un programa de acción. Lo segundo es controlar, comparando las realizaciones con las previsiones, al mismo tiempo que se ponen todos los medios para compensar las diferencias constatadas. (6)

Blanco (1984) plantea que la moderna filosofía del CG presenta la función de control como el proceso mediante el cual los directivos se aseguran de la obtención de recursos y del empleo eficaz y eficiente de los mismos en el cumplimiento de los objetivos de la empresa. (1)

La gestión es una mezcla de decisiones locales con objetivos globales de la compañía, según lo ve Goldratt (1990) desde su teoría sobre gestión de las limitaciones (TOG), precisando que el Control es una parte del sistema de información que responde a una de las preguntas gerenciales más candentes: ¿cómo medir objetiva y constructivamente el desempeño local pasado? (13)

Según Hüge y Jordan (1995) el CG es un instrumento de la gestión que aporta una ayuda a la decisión, y sus útiles de dirección van a permitir a los directores alcanzar los objetivos; es una función descentralizada y coordinada para la planificación de objetivos, acompañada de un plan de acción y la verificación de que los objetivos han sido alcanzados. (9)

Si continuáramos citando autores se comprobaría que la definición de CG no es única, varía con cada autor y con el transcurso de los años, ya que el constante cambio del entorno empresarial conduce a una evolución en la forma de pensar y actuar, así como en los métodos y herramientas empleadas para dirigir una organización. Algunos autores diferencian el término *Gestión* del de *Control de Gestión*; otros se refieren a estos términos indistintamente, también aparece el CG contenido en el término de gestión, y más recientemente se encuentra bajo la denominación de *controlling*.

### DESARROLLO

#### Acerca de la definición de Control de Gestión (CG)

Repasando diferentes definiciones sobre Control de Gestión se observa que:

- Todos los autores reconocen que los objetivos son la categoría rectora, porque el proceso de toma de decisiones está orientado a alcanzar los objetivos marcados y luego estos son el patrón para evaluar a la Gestión, o sea, el grado en que los resultados de la Gestión se acercan a los objetivos previamente establecidos. (6) (10) (1) (8) (12) (2) (3) (9)
- El Control de Gestión se relaciona con las actividades siguientes: formulación de objetivos, fijación de estándares, programas de acción (presupues-

