



SERVICIO GEOLÓGICO NACIONAL  
REPÚBLICA DOMINICANA

**MAPA GEOMORFOLÓGICO Y DE PROCESOS ACTIVOS  
SUSCEPTIBLES DE CONSTITUIR RIESGO GEOLÓGICO  
DE LA REPÚBLICA DOMINICANA**

**ESCALA 1:100.000**

**CONSTANZA**

**(6072)**

**Santo Domingo, R.D., Enero 2007-Diciembre 2010**

La presente Hoja y Memoria forma parte del Programa de Cartografía Geotemática de la República Dominicana, Proyecto 1B, financiado en consideración de donación por la Unión Europea a través del programa SYSMIN II de soporte al sector geológico-minero (Programa CRIS 190-604, ex No 9 ACP DO 006/01). Ha sido realizada en el periodo 2007-2010 por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), formando parte del Consorcio IGME-BRGM-INYPSA, con normas, dirección y supervisión del Servicio Geológico Nacional, suponiendo una adaptación de la Hoja realizada durante el Proyecto C (1997-2000) a la normativa establecida con motivo de la elaboración de los proyectos K y L (2002-2004). En su ejecución han participado los siguientes técnicos y especialistas:

#### CARTOGRAFÍA GEOMORFOLÓGICA

- Ing. Alberto Díaz de Neira (IGME)

#### CARTOGRAFÍA DE PROCESOS ACTIVOS SUSCEPTIBLES DE CONSTITUIR RIESGO GEOLÓGICO

- Ing. Alberto Díaz de Neira (IGME)

#### REDACCIÓN DE LA MEMORIA

- Ing. Alberto Díaz de Neira (IGME)

#### ELABORACIÓN DE LA METODOLOGÍA Y ASESORÍA DURANTE LA ELABORACIÓN DE LOS TRABAJOS

- Dr. Ángel Martín-Serrano (IGME)

#### TELEDETECCIÓN

- Dra. Carmen Antón Pacheco (IGME)

#### DIRECTOR DEL PROYECTO

- Ing. Eusebio Lopera (IGME)

#### SUPERVISIÓN TÉCNICA POR PARTE DE LA UNIÓN EUROPEA

- Ing. Enrique Burkhalter. Director de la Unidad Técnica de Gestión (TYPSA) del Programa SYSMIN

#### EXPERTO A CORTO PLAZO PARA LA ASESORÍA EN LA SUPERVISIÓN TÉCNICA POR PARTE DE LA UNIÓN EUROPEA

- Dr. Andrés Pérez-Estaún (Instituto de Ciencias de la Tierra Jaume Almera del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Barcelona, España)

#### SUPERVISIÓN TÉCNICA POR PARTE DEL Servicio Geológico Nacional

- Ing. Santiago Muñoz

- Ing. María Calzadilla
- Ing. Jesús Rodríguez

Se quiere agradecer muy expresamente al Dr. Andrés Pérez-Estaún la estrecha colaboración mantenida con los autores del presente trabajo; sus ideas y sugerencias sin duda han contribuido notablemente a mejorar la calidad del mismo.

## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	6
1.1.	Metodología .....	6
1.2.	Situación geográfica .....	9
1.3.	Marco geológico.....	11
1.4.	Antecedentes .....	14
2.	DESCRIPCIÓN FISIAGRÁFICA.....	16
3.	ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO .....	20
3.1.	Estudio morfoestructural .....	20
3.1.1.	Formas estructurales .....	21
3.1.2.	Formas volcánicas .....	22
3.2.	Estudio del modelado .....	25
3.2.1.	Formas gravitacionales .....	27
3.2.2.	Formas fluviales y de escorrentía superficial .....	27
3.2.3.	Formas lacustres y endorreicas .....	31
3.2.4.	Formas originadas por meteorización química .....	33
3.2.5.	Formas poligénicas .....	33
4.	FORMACIONES SUPERFICIALES.....	34
4.1.	Formaciones volcánicas .....	34
4.1.1.	Basaltos y andesitas. Centros de emisión y coladas (a). Plioceno- Pleistoceno .....	36
4.1.2.	Traquiandesitas y dacitas. Centros de emisión, calderas, domos y coladas (b). Pleistoceno .....	38
4.1.3.	Traquiandesitas. Centros de emisión, cráteres y coladas (c). Pleistoceno .....	40
4.1.4.	Basaltos y andesitas. Centros de emisión y coladas (d). Cuaternario ..	42
4.2.	Formaciones gravitacionales .....	43
4.2.1.	Lutitas. Coladas de soliflucción (e). Holoceno .....	43
4.2.2.	Cantos, lutitas y arenas. Coluvión (f). Holoceno .....	44
4.2.3.	Lutitas, bloques y cantos. Deslizamiento (g). Holoceno .....	44
4.3.	Formaciones fluviales .....	44
4.3.1.	Gravas, arenas y lutitas. Abanicos aluviales y conos de deyección (h, j, m). Pleistoceno-Holoceno.....	44
4.3.2.	Gravas, arenas y lutitas. Terraza (i, k). Pleistoceno .....	45
4.3.3.	Gravas, arenas y lutitas. Llanura de inundación (l). Pleistoceno- Holoceno .....	45

4.3.4.	Lutitas, gravas y arenas. Mantos de arroyada (n). Holoceno .....	46
4.3.5.	Gravas, arenas y lutitas. Fondo de valle (o). Holoceno .....	46
4.4.	Formaciones lacustres-endorreicas .....	46
4.4.1.	Lutitas. Fondo endorreico (p, q). Pleistoceno-Holoceno .....	46
4.4.2.	Lutitas. Laguna (r). Holoceno .....	47
4.5.	Formaciones originadas por meteorización química.....	47
4.5.1.	Arcillas de descalcificación. Fondo de dolina (s). Plioceno-Holoceno ..	47
4.6.	Formaciones poligénicas .....	48
4.6.1.	Gravas, arenas y lutitas. Piedemonte (t). Pleistoceno .....	48
5.	EVOLUCIÓN E HISTORIA GEOMORFOLÓGICA .....	49
6.	PROCESOS ACTIVOS SUSCEPTIBLES DE CONSTITUIR RIESGO GEOLÓGICO.....	51
6.1.	Actividad sísmica .....	52
6.2.	Tectónica activa .....	53
6.3.	Actividad volcánica .....	54
6.4.	Actividad asociada a movimientos de laderas .....	55
6.5.	Actividad asociada a procesos de erosión.....	55
6.6.	Actividad asociada a procesos de inundación y sedimentación .....	55
6.7.	Actividad asociada a litologías especiales .....	59
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	60

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Metodología

Debido al carácter incompleto y no sistemático del mapeo de la República Dominicana, la Secretaría de Estado de Industria y Comercio, a través de la Dirección General de Minería (DGM), se decidió a abordar a partir de finales del siglo pasado, el levantamiento geológico y minero del país mediante el Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana, incluido en el Programa SYSMIN y financiado por la Unión Europea en concepto de donación. En este contexto, el consorcio integrado por el Instituto Geológico y Inero de España (IGME), el Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) e Informes y Proyectos S.A. (INYPSA), ha sido el responsable de la ejecución del denominado Proyecto 1B, bajo el control de la Unidad Técnica de Gestión (UTG, cuya asistencia técnica corresponde a TYPESA) y la supervisión del Servicio Geológico Nacional (SGN).

Este Proyecto comprende varias zonas que junto con las ya abordadas con motivo de los proyectos previos (C, ejecutado en el periodo 1997-2000; K y L, ejecutados en el periodo 2002-2004), completan la mayor parte del territorio dominicano. El Proyecto 1B incluye, entre otros trabajos, la elaboración de 24 Hojas Geomorfológicas y otras tantas de Procesos Activos susceptibles de constituir Riesgo Geológico, a escala 1:100.000, correspondientes a los siguientes cuadrantes a dicha escala (Fig. 1.1):

#### Zona Norte:

- La Vega (6073)
- San Francisco de Macorís (6173)
- Sánchez (6273)
- Samaná (6373)
- Santiago (6074)
- Salcedo (6174)
- Nagua (6274)
- La Isabela (5975)
- Puerto Plata (6075)
- Sabaneta de Yásica (6175)

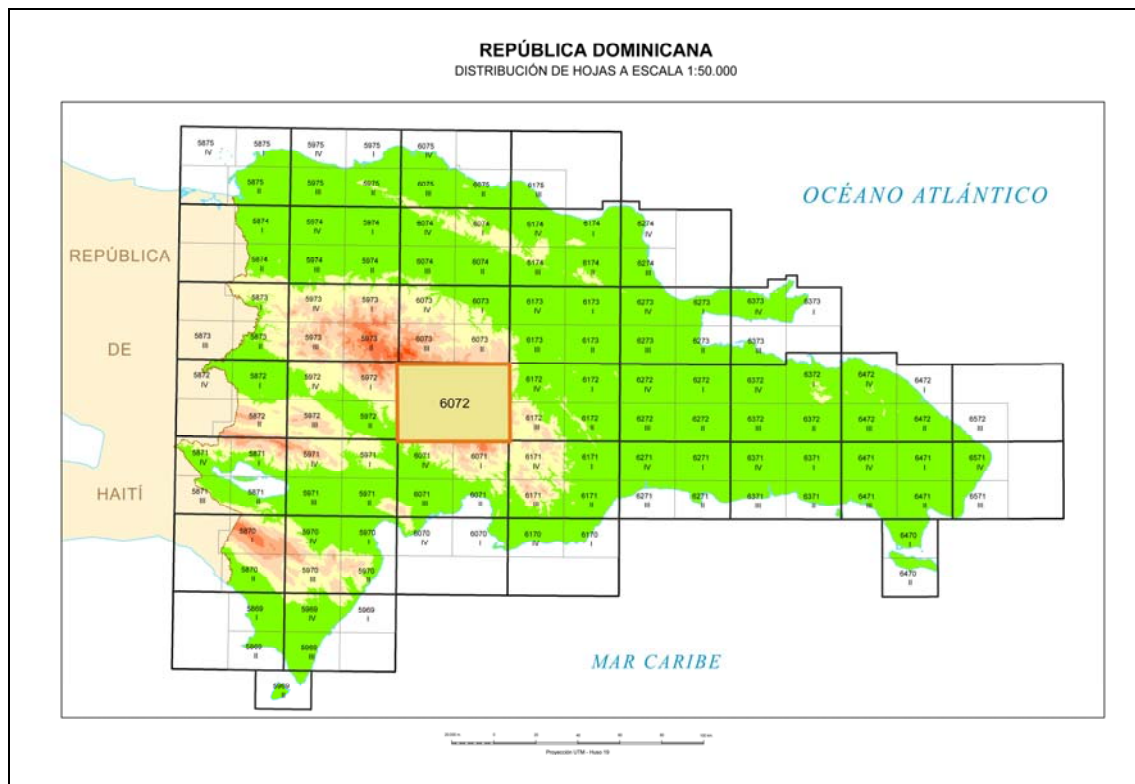


Fig.1.1. Distribución de Hojas a escala 1:100.000 de la República Dominicana y situación de la Hoja de Constanza (6072)

Zona Sureste:

- La Granchorra (6470)
- Santo Domingo (6271)
- San Pedro de Macorís (6371)
- La Romana (6471)
- Juanillo (6571)
- Las Lisas (6472)
- Bávaro (6572)

Zona Sur:

- Sabana Buey (6070)
- Baní (6170)

Zona Suroeste:

- Isla Beata (5868)
- Cabo Rojo (5869)
- Enriquillo (5969)

- Pedernales (5870)
- Barahona (5970)

Además de las Hojas señaladas, el Proyecto 1B incluye la reelaboración de las Hojas Geomorfológicas a escala 1:100.000 efectuadas durante el Proyecto C, con objeto de adaptarlas a la normativa establecida en los Proyectos K y L, consistente básicamente en una modificación del esquema de la Hoja y, especialmente, en la incorporación de forma independizada, de las correspondientes Hojas de Procesos Activos susceptibles de constituir Riesgo Geológico a escala 1:100.000. Con ello, se ha incluido también la elaboración de las siguientes Hojas a dicha escala:

- Ázua (6071)
- Constanza (6072)
- Bonao (6172)

Ya que cada Hoja forma parte de un contexto geológico más amplio, la ejecución de cada una de ellas se ha enriquecido mediante la información aportada por las de su entorno.

Durante la realización de la Hoja Geomorfológica a escala 1:100.000 de Constanza se han utilizado las cartografías geológica a escala 1:50.000 y geomorfológica a escala 1:100.000 elaboradas durante el proyecto C, además de la información disponible de diversa procedencia y las fotografías aéreas a escala 1:40.000 del Proyecto MARENA, tomadas en los años 1983-84, y las imágenes de satélite Spot P, Landsat TM y SAR. La cartografía previa ha sido complementada con numerosos recorridos de campo, siendo uno de los principales objetivos de los mismos la toma de datos que pudieran ser de utilidad para la realización de la Hoja a escala 1:100.000 de Procesos Activos susceptibles de constituir Riesgo Geológico, derivada en buena medida de la cartografía geomorfológica.

Los trabajos se efectuaron de acuerdo con la normativa del Programa Nacional de Cartas Geológicas a escala 1:50.000 y Temáticas a escala 1:100.000 de la República Dominicana, elaborada por el Instituto Tecnológico y Geominero de España y el Servicio Geológico Nacional de la República Dominicana. Esta normativa, inspirada en el Modelo del Mapa Geológico Nacional de España a escala 1:50.000, 2ª serie (MAGNA), fue adaptada durante el desarrollo de los Proyectos K y L a la Guía para la elaboración del Mapa Geomorfológico de España a escala 1:50.000 (IGME, 2004) que



incluye la correspondiente al Mapa de Procesos Activos, si bien en el presente trabajo se han adoptado ligeras modificaciones en función de la diferente escala de trabajo y de la cantidad de información existente.

La presente Memoria tiene carácter explicativo de los Mapas Geomorfológico y de Procesos Activos susceptibles de constituir Riesgo Geológico del cuadrante de Constanza (6072). Tras la presente introducción, en la que se abordan brevemente la metodología seguida, la ubicación de la Hoja en los contextos regionales geográfico y geológico, y los antecedentes más relevantes, se detallan los siguientes aspectos:

- Descripción fisiográfica, en la que se señalan los rasgos físicos más destacables, como los accidentes geográficos (sierras, ríos, llanuras...), los parámetros climáticos generales y los principales rasgos socioeconómicos.
- Análisis morfológico, en el que se trata el relieve desde un punto de vista puramente estático, entendiendo como tal la relación y explicación de las distintas formas de aquél, agrupadas en función del agente responsable de su origen (estructural, gravitacional, fluvial...), incidiendo en su geometría, tamaño y génesis.
- Estudio de las formaciones superficiales, es decir, de las formas acompañadas de depósito, haciendo hincapié en su litología, espesor y cronología, agrupadas igualmente en función de su agente responsable.
- Evolución e historia geomorfológica, contemplando el desarrollo del relieve en función del tiempo, tratando de explicar su génesis y evolución.
- Procesos activos susceptibles de constituir riesgo geológico, resultado de la potencial funcionalidad de diversos fenómenos geodinámicos, la mayoría testimoniados por diversas formas de la superficie terrestre.

## **1.2. Situación geográfica**

La Hoja a escala 1:100.000 de Constanza (6072) se encuentra situada en el sector central de la República Dominicana, en pleno corazón de la Cordillera Central. La mayor parte de su territorio pertenece a las provincias de Ázua (sector occidental) y La Vega (sector centro-oriental), estando representadas en menor medida las provincias de San José de Ocoa (suroeste), Monseñor Nouel (este-noreste) y San Juan

(noroeste). Sus principales centros de población son Constanza, que domina el sector septentrional de la Hoja, y Padre Las Casas, núcleo más destacado del sector suroccidental. El extremo suroccidental de la Hoja se enmarca en el Valle de San Juan, si bien mayoritariamente forma parte de la Cordillera Central; ambos dominios constituyen dos de las principales unidades morfoestructurales de La Española (Fig. 1.2), cuyas principales características son:

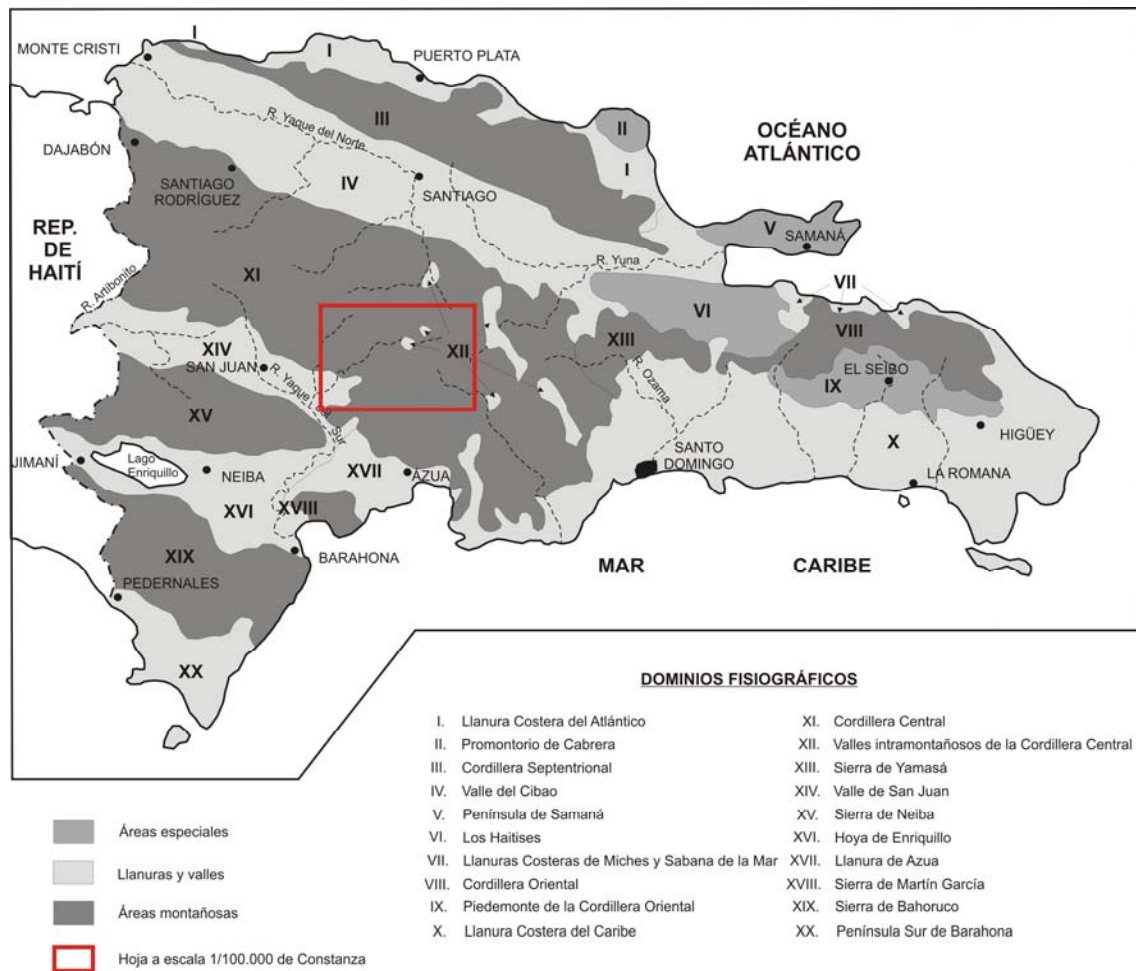


Fig.1.2. Dominios fisiográficos de la República Dominicana y situación de la Hoja a escala 1:100.000 de Constanza (De la Fuente, 1976, modificado)

- Cordillera Central. Es el principal sistema montañoso de La Española, discurriendo desde San Nicolás hasta las inmediaciones de Santo Domingo con dirección NO-SE, flanqueada por el Valle del Cibao, al noreste, y por el Valle de San Juan y la Llanura de Ázua, al suroeste (Fig. 1.3). Alcanza la máxima altitud de las Antillas en el pico Duarte (3.087 m) y en ella nacen los principales ríos de la isla. Alberga diversos valles intramontañosos notables, entre ellos el de Constanza, incluido en la Hoja.

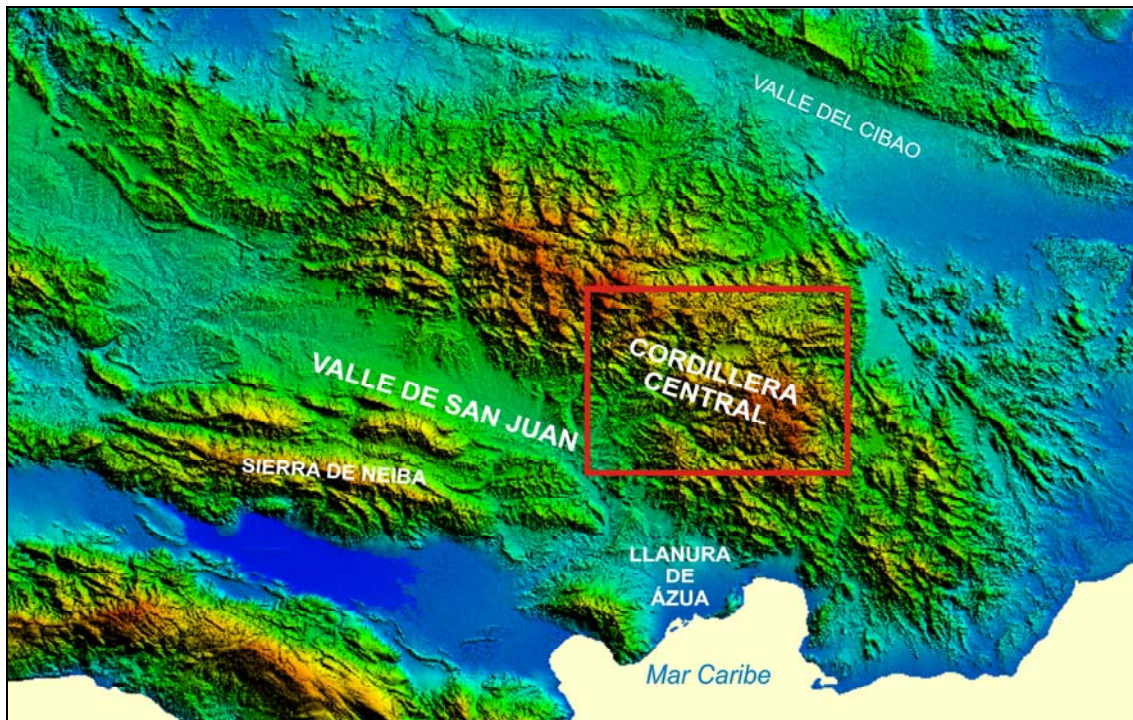


Fig.1.3. Modelo digital del terreno de los principales dominios fisiográficos incluidos en la Hoja de Constanza

- Valle de San Juan. Es una depresión alargada de NO a SE y relativamente elevada, flanqueada por la Sierra de Neiba, al sur, y la Cordillera Central, al norte, pasando en su extremo suroriental a la Llanura de Ázua

### 1.3. Marco geológico

La fisiografía de la Hoja de Constanza se encuentra directamente condicionada por las características de las grandes unidades geológicas de las que forma parte: Cordillera Central y Cuenca de San Juan (Fig. 1.4), coincidentes en buena medida con los dominios geográficos señalados.

La **Cordillera Central** presenta una notable complejidad derivada de su azarosa evolución, si bien en la región tan sólo incluye dos de sus grandes conjuntos (Fig. 1.5): el Grupo Tireo y el Cinturón de Peralta. Los materiales volcano-sedimentarios del Grupo Tireo, asignado al Cretácico Superior, afloran en la mitad septentrional y el extremo oriental de la Hoja. Dispuesta sobre ellos y, más frecuentemente, cabalgada por aquéllos, en el sector meridional aflora la potente sucesión turbidítica del Cinturón de Peralta, asignada al Paleógeno, que a su vez cabalga hacia el suroeste sobre los materiales sedimentarios de la cuenca de San Juan. A nivel de la cordillera, la

amalgamación de dominios tan diferentes orientados de ONO-ESE a NO-SE, fue debida a la implantación de un régimen transpresivo en el Eoceno, provocado por la colisión oblicua entre las placas Norteamericana y del Caribe.

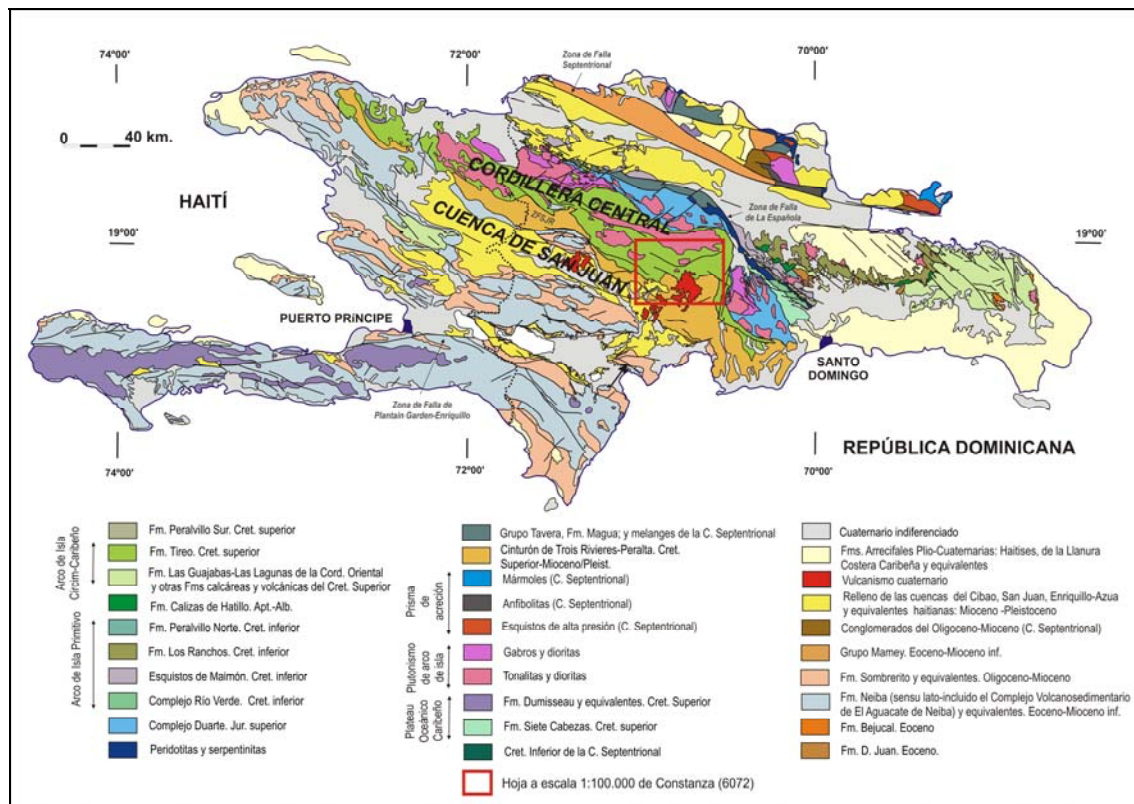


Fig.1.4. Esquema geológico de La Española y principales dominios de la Hoja de Constanza

En cuanto a la **Cuenca de San Juan**, posee una orientación NO-SE, caracterizándose por un potente relleno sedimentario neógeno de carácter somerizante, que registra el paso desde ambientes marinos profundos a un régimen continental, actuando la Cordillera Central como su borde activo.

El registro más antiguo de la Hoja está constituido por el complejo volcano-sedimentario de arco-isla del Grupo Tiro, generado durante el Cretácico Superior. Con el cese de la actividad del arco, durante el Paleógeno se produjo el depósito de los materiales sedimentarios del Cinturón de Trois Rivières-Peralta (Mann *et al.*, 1991b), interpretados como un fragmento de cuenca de *back-arc* extendido a lo largo del flanco suroccidental de la Cordillera Central. Esta franja de materiales depositados en un surco sedimentario muy subsidente, de orientación NO-SE, posee un espesor original probablemente superior a 10.000 m. La presencia en su seno de una acusada discordancia ha permitido la individualización de dos grupos deposicionales mayores:

Peralta y Río Ocoa (Dolan, 1988; Heubeck, 1988), atribuidos al Eoceno y Eoceno Superior-Mioceno Inferior, respectivamente (Dolan *et al.*, 1991).

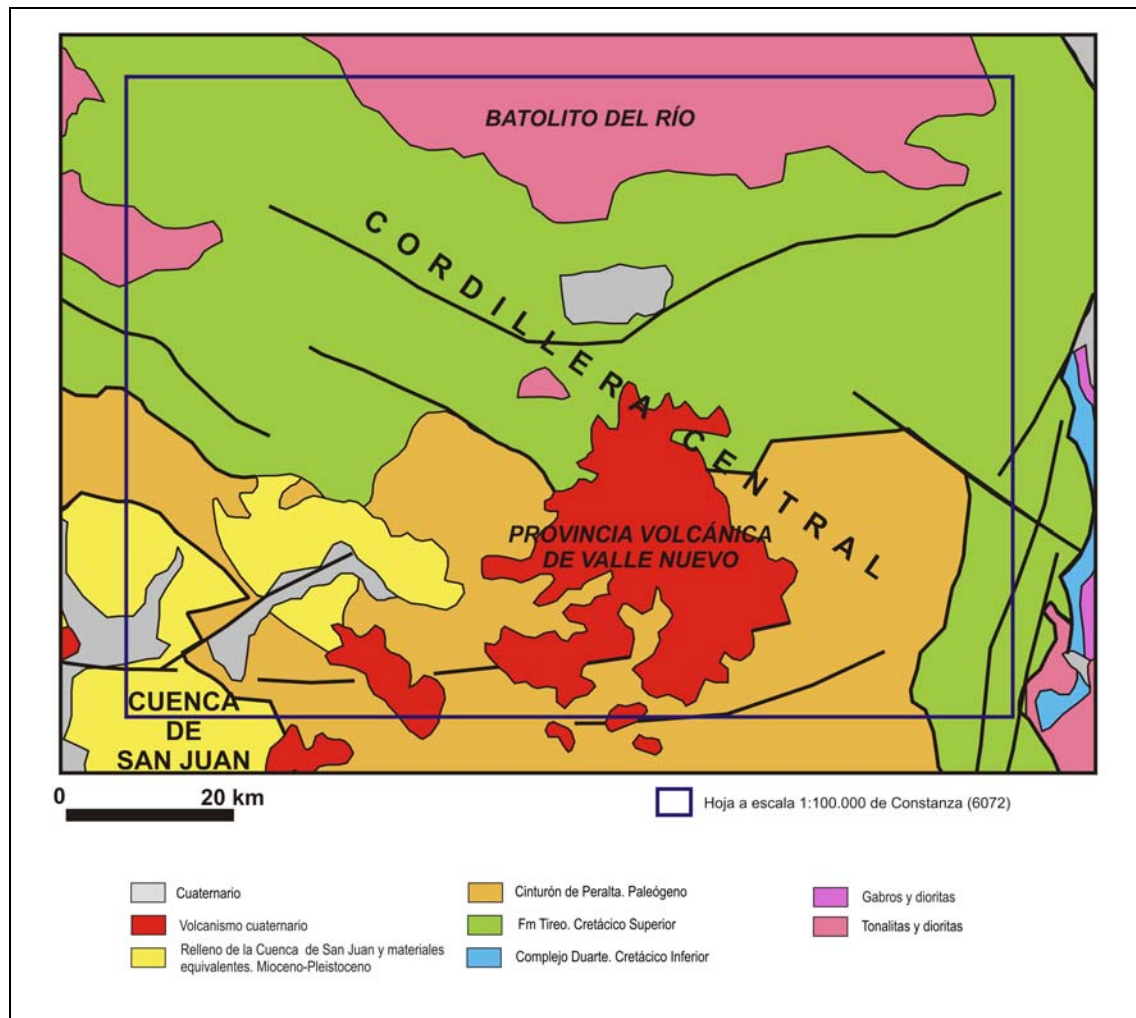


Fig.1.5. Esquema geológico del ámbito de la Hoja a escala 1/100.000 de Constanza

Por lo que respecta a la cuenca de San Juan, su relleno se produjo a través de una potente serie iniciada bajo un régimen marino que evolucionó hacia ambientes continentales, sucesión dispuesta sobre la serie margoso-calcárea de la Fm Sombrero (Mioceno) e integrada de muro a techo por los materiales detríticos de la Fm Trinchera (Mioceno Superior-Plioceno), las margas de la Fm Quita Coraza y los conjuntos detríticos de las Fms. Arroyo Blanco y Arroyo Seco (Plioceno-Pleistoceno).

El cinturón paleógeno de la cordillera presenta una intensa deformación, con predominio de pliegues y cabalgamientos de típica directriz NO-SE, encontrándose cabalgado por el Grupo Tíreo y cabalgando a su vez sobre los materiales neógenos de la cuenca de San Juan; los cabalgamientos se realizan a través de las zonas de falla

de San José-Restauración y San Juan-Los Pozos, respectivamente. Junto a estos destacados accidentes, tanto los materiales cretácicos como los paleógenos se encuentran afectados por una densa red de desgarres de orientación variada, si bien predominan los de orientación ONO-ESE a NO-SE, típica de la Cordillera Central.

A pesar de que la región ha estado sometida a una deformación prácticamente constante a lo largo del Cenozoico, fue durante el Mioceno Superior cuando se produjo el diseño fundamental de la morfoestructura actual. Durante dicho periodo, el levantamiento de la Cordillera Central y de la Sierra de Neiba, al suroeste, transformó la cuenca paleógeno-miocena, que abarcaría al menos el actual sector suroccidental de La Española, en el sistema de cuencas estrechas actualmente observables: San Juan-Ázua y Enriquillo. Las deformaciones más recientes estructurarían las cuencas a modo de sinclinatorios, ocultos en buena medida por los sedimentos cuaternarios más recientes y cabalgados en algunos casos por los materiales paleógeno-miocenos.

A finales del Plioceno dio comienzo uno de los fenómenos más característicos y complejos de la historia reciente de la región, el desarrollo de un intenso volcanismo, de afinidad geoquímica heterogénea, pero predominantemente calco-alcalino, y que progresó, a grandes rasgos, de suroeste a noreste.

La evolución paleogeográfica más reciente de la región ha estado condicionada fundamentalmente por la actividad tectónica y la dinámica fluvial, sin olvidar la incidencia de los fenómenos gravitacionales y, posiblemente, de los episodios volcánicos más tardíos.

#### **1.4. Antecedentes**

Al igual que en el resto del territorio dominicano, son mínimas las referencias bibliográficas de índole geomorfológica que afectan a la Hoja de Constanza, correspondiendo en la mayor parte de los casos a alusiones marginales dentro de trabajos geográficos o geológicos.

Entre los trabajos pioneros destaca el reconocimiento geológico de la República Dominicana de Vaughan *et al.* (1921). Décadas más tarde, la ingente cantidad de documentación aportada por Obiols y Perdomo (1966) con motivo de la elaboración de un atlas para la planificación del desarrollo integral de la República Dominicana, supuso la creación de una cartografía temática completa; dentro de ella, Guerra Peña

realizó una división en provincias fisiográficas, incluyéndose la Hoja en las provincias denominadas Cordillera Central y Valle de San Juan y Llano de Ázua.

Sin duda, de gran interés desde un punto de vista geomorfológico es el libro *Geografía Dominicana* (De la Fuente, 1976), que además de aportar una ingente cantidad de datos geográficos e ilustraciones, realiza numerosas consideraciones de orden geomorfológico. Ante la proliferación de nombres referidos a dominios geográficos observada en la bibliografía y las discrepancias existentes a la hora de fijar los límites de algunos de ellos, en el presente trabajo se han seguido los criterios expresados en dicho libro; además, estos criterios coinciden plenamente con los seguidos por la tradición popular, si bien discrepan en algunos casos de los utilizados en trabajos geológicos recientes.

Entre éstos, Lewis (1980) y Lewis y Draper (1990) consideran que la región se encuentra incluida en las zonas Macizo del Norte-Cordillera Central y Plateau Central-Valle de San Juan-Llanura de Ázua. Por otra parte, desde un punto de vista geodinámico, Mann *et al.* (1991a) proponen la pertenencia de la Hoja a los terrenos de Tiroe, Trois Rivières-Peralta y Presqu'île du Nord-Ouest-Neiba.

Los materiales volcánicos de la región fueron puestos de manifiesto desde el trabajo ya citado de Vaughan *et al.* (1921). Posteriormente han sido diversos los autores que han tratado sobre ellos desde diferentes puntos de vista, cabiendo señalar los trabajos de Olade (1980), Electroconsult (1983), Vespucci (1982, 1986) y García y Harms (1988).

A nivel cartográfico, los principales documentos previos corresponden al ya señalado Mapa Geomorfológico y de orientación a Riesgos Geológicos del cuadrante a escala 1:100.000 de Constanza (Ruiz *et al.*, 2000), y a las Hojas a escala 1:50.000 comprendidas en él (Gómez y Martín, 2000; Díaz de Neira y Hernaiz, 2000; Díaz de Neira, 2000b; Gómez, 2000). Desde un punto de vista metodológico, cabe reseñar las diversas Hojas geomorfológicas y de procesos activos a escala 1:100.000 realizadas durante los proyectos K y L del Programa SYSMIN (2004).

## 2. DESCRIPCIÓN FISIAGRÁFICA

La fisiografía de la Hoja a escala 1:100.000 de Constanza queda definida fundamentalmente por la presencia de la Cordillera Central, excepción hecha del extremo suroccidental, incluido en el Valle de San Juan (Fig. 2.1).

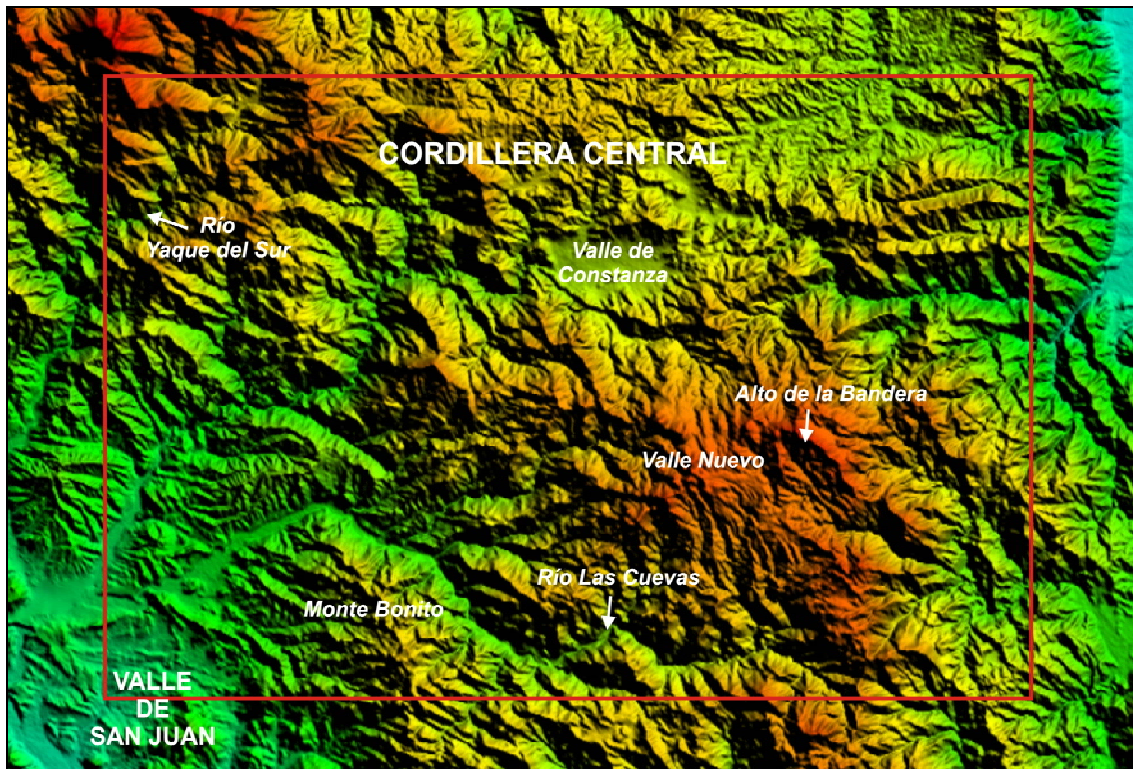


Fig. 2.1. Modelo digital del terreno de la Hoja de Constanza

La **Cordillera Central** es un extenso sistema montañoso que atraviesa La Española en sentido NO-SE, con una longitud de 550 km y una anchura de 80 km. Ocupa la mayor parte de la Hoja, donde muestra su fisonomía característica, de carácter muy abrupto, pudiendo reconocerse numerosas alineaciones montañosas menores, entre las que se intercalan profundos y estrechos valles; dichas alineaciones también se orientan preferentemente de NO a SE, excepto en el sector nororiental, donde se disponen con dirección E-O.

Alcanza su máxima elevación en la loma Alto de la Bandera, con 2.842 m, localizada al sureste de Constanza, en una prominente zona que destaca sobre la plataforma profundamente disectada de la región de Valle Nuevo, dispuesta a más de 2.000 m de altitud; en dicha zona se localizan otras destacadas elevaciones, como las de las lomas Adentro (2.828 m) y La Tinita (2.764 m). En el extremo noroccidental de la Hoja



vuelven a superarse los 2.700 m de altitud en una línea de cumbres que hacia el noroeste culmina con la máxima elevación de las Antillas, correspondiente al pico Duarte (3.089 m), fuera de los límites de la Hoja. Entre ambos sectores, la altitud de la cordillera disminuye, de forma especial en el Valle de Constanza, de carácter intramontañoso y forma groseramente elipsoidal, que constituye uno de los elementos fisiográficos más conocido de la cordillera y en el que la altitud disminuye hasta 1.150 m; otros valles intramontañosos de menor envergadura son los de Tetero, La Culata y Tireo.

Por el contrario, los 300 m del extremo suroccidental constituyen la altitud mínima de la Hoja, correspondiendo al **Valle de San Juan**, cuya fisonomía contrasta notablemente con el carácter abrupto de la cordillera, caracterizándose por amplios valles, planicies y pequeñas lomas alineadas principalmente de NO a SE.

El sector de la Cordillera Central incluido en la Hoja constituye el nacimiento de buena parte de los ríos más destacados de la República Dominicana, los cuales muestran una disposición radial, vertiendo sus aguas a las diversas riberas marinas de La Española. Junto a estos grandes cursos fluviales, la red de drenaje está constituida por un denso entramado de ríos, arroyos y cañadas de envergadura y orientación muy variables.

La mayor parte de la zona pertenece a la cuenca del río Yaque del Sur, principal elemento fluvial del suroeste dominicano y que vierte sus aguas al mar Caribe en la bahía de Neiba; su trayecto dentro de la Hoja es corto, atravesándola de NE a SO por el extremo noroccidental, siendo mucho más relevante la presencia de algunos de sus principales afluentes, los ríos Grande (En Medio) y Las Cuevas, que convergen al suroeste, en la presa de Sabana Yegua. El sector suroriental corresponde a la cuenca alta del río Nizao, que nace al pie del Alto Bandera y discurre hacia el sureste para desembocar en el mar Caribe. En el sector oriental se produce el nacimiento de una serie de cursos que drenan hacia el este, de entre los que destaca el río Blanco, tributarios del Yuna, río que vierte sus aguas al océano Atlántico en la bahía de Samaná. Finalmente, parte de la red de drenaje del sector septentrional, de entre la que destaca el río Jimenoa, encamina sus aguas hacia el norte o noreste, vertiéndolas finalmente al río Yaque del Norte, que desemboca en el océano Atlántico en las proximidades de Montecristi.

Excepción hecha de algunas cañadas del extremo suroccidental, los elementos de la red fluvial poseen carácter permanente. Predominan las geometrías tortuosas, claramente condicionadas por la estructura y la litología. En general, las pendientes más bajas corresponden a los ríos principales y a los cursos que discurren por el Valle de San Juan. Es preciso hacer hincapié en la naturaleza muy tormentosa de las áreas de cabecera, factor que imprime un carácter fuertemente torrencial y una gran peligrosidad a la red de drenaje, como puso de manifiesto de forma extrema el paso del huracán Georges (1998).

Los principales rasgos geomorfológicos de la Hoja son: la presencia de la Cordillera Central como relieve positivo sometido a una continua incisión fluvial y a fenómenos gravitacionales; el contraste del Valle de San Juan con los relieves de la cordillera, contraste que incluye las características climáticas; y la existencia de un modelado volcánico superpuesto a la estructura general de la cordillera.

La región posee un clima tropical suavizado por el carácter insular y por la orografía (De la Fuente, 1976); en relación con ésta, en las zonas más elevadas se ha desarrollado un microclima de afinidad periglacial, principalmente en el ámbito de Valle Nuevo. A grandes rasgos, se aprecia un aumento de la pluviometría desde el Valle de San Juan hacia el noreste, con valores anuales medios comprendidos entre 787 mm (Padre Las Casas) y unos 1.700 mm (valle del río Nizao), con precipitaciones máximas de 1.063-3.449 mm/año y mínimas de 103-975 mm/año, en ambos casos con valores extremos en los lugares señalados.

En cuanto a las temperaturas medias anuales, registran sus valores máximos en el Valle de San Juan (24,5°C), y los mínimos en Valle Nuevo (12,1°C), con medias anuales máximas de 30,4-19,0°C y medias anuales mínimas de 18,7-3,4°C, respectivamente, registrándose heladas en el ámbito de Valle Nuevo. Es frecuente la llegada de tormentas tropicales y huracanes, especialmente concentrados entre septiembre y octubre, observándose variaciones estacionales ligeras, siendo algo más acusadas las diarias. La estación lluviosa se extiende de marzo a diciembre y la seca, de diciembre a marzo.

Las variaciones climáticas y altimétricas tienen una incidencia directa en la vegetación, con desarrollo de un bosque seco subtropical en el Valle de San Juan, donde la red de canales y los cursos fluviales existentes han propiciado el desarrollo agrícola. En la Cordillera Central aumenta el desarrollo arbóreo, si bien existen importantes

extensiones improductivas. En su sector meridional la vegetación corresponde a un bosque húmedo subtropical, que pasa hacia el norte a un bosque muy húmedo subtropical, con desarrollo local de bosque pluvial subtropical (De la Fuente, 1976). Se observan también importantes desarrollos locales de cultivos, mucho más frecuentes en los valles intramontañosos.

Se trata de una zona escasamente poblada y con sus habitantes muy desigualmente repartidos, concentrándose principalmente en los valles de San Juan y Constanza, especialmente en las localidades de Padre Las Casas y Constanza, junto a las que es preciso destacar Bohechio, Guayabal, La Siembra, Las Lagunas, El Río y Tireo; el resto de la zona presenta un elevado grado de despoblación. Sus principales y casi exclusivos recursos económicos son la agricultura, con las mayores fincas localizadas en los valles amplios, y la ganadería, constatándose aún hoy día la entidad que las actividades forestales del área central tuvieron en épocas pasadas y cuyo abandono propició la práctica despoblación señalada.

La red de comunicaciones es muy precaria, siendo sus únicas carreteras las de acceso a Constanza, Padre Las Casa y Bohechio, observándose una serie de pistas diseminadas que dejan entrever lo que antaño fueran carreteras, destacando las de acceso a Monte Bonito, Las Lagunas y Guayabal, así como las que unen Constanza con San José de Ocoa y El Río con Jarabacoa. En la mayor parte de la Hoja los desplazamientos se realizan a través de sendas, generalmente mediante el auxilio de animales de carga debido a las dificultades orográficas.

### **3. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO**

En el presente capítulo se trata el relieve desde un punto de vista puramente estático, entendiendo por tal la explicación de la disposición actual de las distintas formas, pero buscando al mismo tiempo su origen (morfogénesis). Se procede a continuación a la descripción de las distintas formas diferenciadas en la Hoja, atendiendo a su geometría, tamaño y génesis; el depósito que acompaña a algunas de estas formas (formaciones superficiales), será el objeto del capítulo 4.

El análisis morfológico puede abordarse desde dos puntos de vista: morfoestructural, en el que se analiza el relieve como consecuencia del sustrato geológico, en función de su litología y su disposición estructural; y morfogenético, considerando las formas resultantes de la actuación de los procesos externos.

#### **3.1. Estudio morfoestructural**

El relieve de la zona está condicionado en gran medida por la naturaleza y la disposición de los materiales que la conforman. Así, los materiales sedimentarios, volcano-sedimentarios e ígneos de la Cordillera Central se alzan fuertemente a favor de alineaciones de origen tectónico, ya sean desgarres o cabalgamientos. Por lo que respecta al Valle de San Juan, pese a su relieve más suave, su morfología también está condicionada por factores estructurales y por las diferencias litológicas de los materiales aflorantes.

La fisonomía de los sectores central y suroccidental está determinada en buena medida por las emisiones volcánicas acontecidas durante el Cuaternario, creadoras de relieves positivos superpuestos a los elaborados por la acción combinada de la tectónica y los procesos erosivos sobre los materiales cretácicos y terciarios. Se trata de un intenso magmatismo, predominantemente calco-alcalino que afectó a las regiones de Constanza-Yayas de Viajama y de San Juan, y cuyas causas aún no han sido establecidas concluyentemente.

En cualquier caso, sobre la arquitectura labrada por los procesos anteriores han actuado, con mayor o menor eficacia, las morfogénesis fluvial, gravitacional, lacustre-endorreica, por meteorización química y poligénica.

### 3.1.1. Formas estructurales

Se encuentran diseminadas por todo el ámbito de la Hoja, condicionando en buena medida la morfoestructura de sus dominios constituyentes, tratándose tanto de formas relacionadas con estructuras tectónicas, como con las características litológicas de la serie aflorante.

Las más destacadas son las *fallas con expresión morfológica* (Fig. 3.1), que se manifiestan a través de la delimitación de las grandes unidades orográficas, así como en la distribución de algunos relieves menores y en la orientación de numerosos elementos de la red de drenaje. En ocasiones, se encuentran bajo depósitos cuaternarios sin afectarlos y en otros, ciertos rasgos morfológicos parecen estar condicionados por ellas, sin que se tenga la total certeza de su existencia, habiéndose representado en ambos casos como *fallas supuestas*.

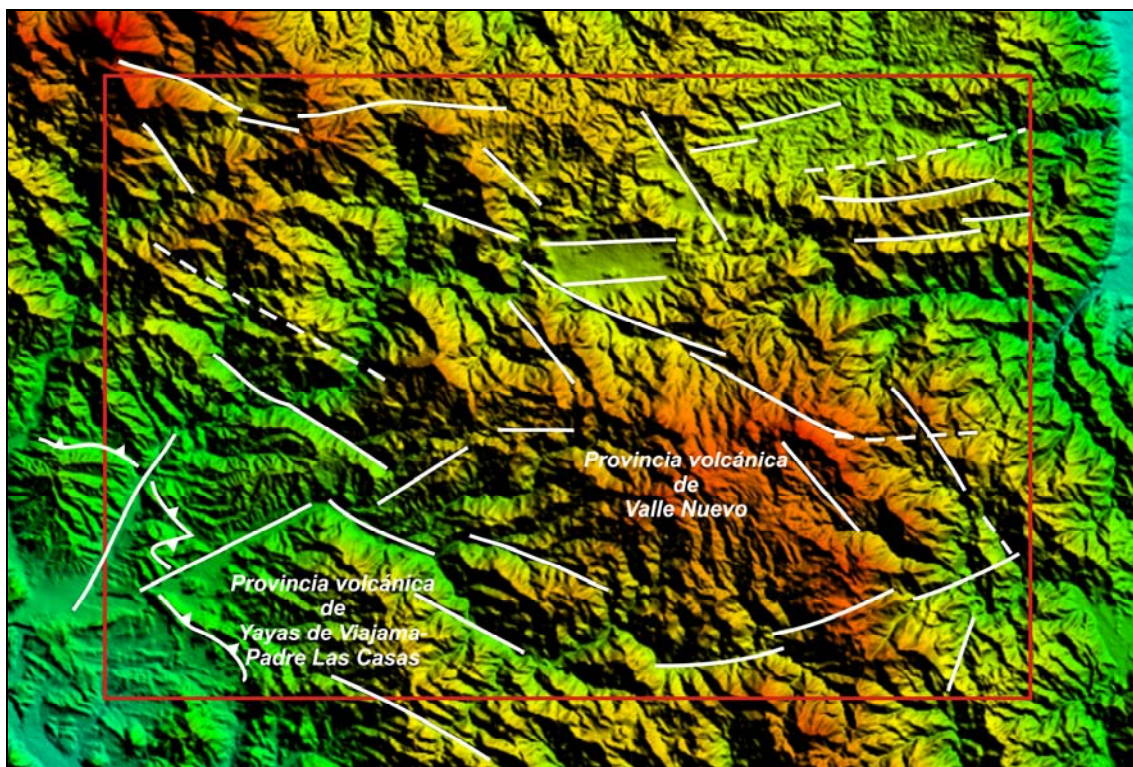


Fig. 3.1. Principales fallas con expresión morfológica y provincias volcánicas de la Hoja de Constanza

Predominan las fallas en dirección de orientación NO-SE a ESE-ONO, directriz característica de la Cordillera Central, si bien en el sector oriental se observa una alta proporción de fracturas de directriz E-O a ENE-OSO, entre ellas las relacionadas con la génesis del Valle de Constanza y las del río Jimenoa y los arroyos Bonito y

Masipedito. En el caso del límite entre la Cordillera Central y el Valle de San Juan, se trata de un *cabalgamiento* de dirección NNO-SSE, localmente *supuesto* y ligeramente dislocado por una de las fallas del río Las Cuevas. Entre Padre Las Casas y Monte Bonito se reconocen dos suaves escalonamientos interpretados como *escarpes de falla degradados*, orientados según la dirección principal NO-SE.

En relación con el plegamiento, cabe destacar la existencia de *anticlinales con expresión morfológica*, en algún caso *supuestos*, relacionados con afloramientos de la Fm Jura; poseen una orientación variable, pero coincidente con la de la fracturación local.

Debido a la uniformidad de los materiales volcano-sedimentarios del Grupo Tireo, las morfologías condicionadas por la distinta resistencia ofrecida por los materiales aflorantes a la erosión, o formas litoestructurales, se concentran especialmente en los materiales paleógenos del Cinturón de Peralta, en los neógenos del relleno de la Cuenca de San Juan y en los relacionados con el volcanismo cuaternario. Las más abundantes son las *líneas de capa monoclinales*, generalmente con *escarpe*, más frecuentes en relación con las Fms. Jura, Arroyo Blanco y Arroyo Seco y con los niveles de conglomerados de la Fm Ocoa. En las inmediaciones del cabalgamiento de San Juan-Los Pozos, el elevado buzamiento de los niveles sedimentarios más resistentes a la erosión ha provocado la creación de *crestas o barras*.

En el caso de las coladas volcánicas, con frecuencia resaltan por contraste con los materiales infrayacentes, habiéndose representado como *escarpes en capas subhorizontales* debido a su ausencia de deformación, si bien la propia pendiente deposicional de las coladas les confiere una cierta inclinación. A estas formas litoestructurales hay que añadir los *cerros cónicos* elaborados en diversos conjuntos rocosos como respuesta a procesos selectivos de meteorización; entre ellos cabe destacar los conjuntos ígneos que destacan dentro del Grupo Tireo en el ámbito de El Convento (Foto 3.4).

### 3.1.2. Formas volcánicas

Las manifestaciones volcánicas se encuentran ampliamente extendidas por la mitad meridional de la Hoja, enmarcándose en la región volcánica de Constanza-Yayas de Viajama, de afinidad calco-alcalina, y de forma más concreta, en las provincias de Yayas de Viajama-Padre Las Casas y Valle Nuevo (Fig. 3.1).

La provincia de Yayas de Viajama-Padre Las Casas posee una gran cantidad de afloramientos de pequeñas dimensiones, con frecuencia *centros de emisión* de dimensiones muy variables (Foto 3.1). Algunos de ellos destacan en el paisaje, como los de Los Pinitos y los de los cerros La Piedra y Bohucal, situados en el límite meridional de la Hoja; otros aparecen como resaltes morfológicos en las profundidades del valle del río Las Cuevas o, como en el caso de El Mogote, en el del río Grande. De algunos de los edificios anteriores parten coladas, difíciles de reconocer en el paisaje por la notable acción de la morfogénesis cuaternaria; pese a la elevada pendiente de dichos edificios, poseen un mínimo desarrollo longitudinal, siendo fácil deducir la *dirección del flujo de la lava*.

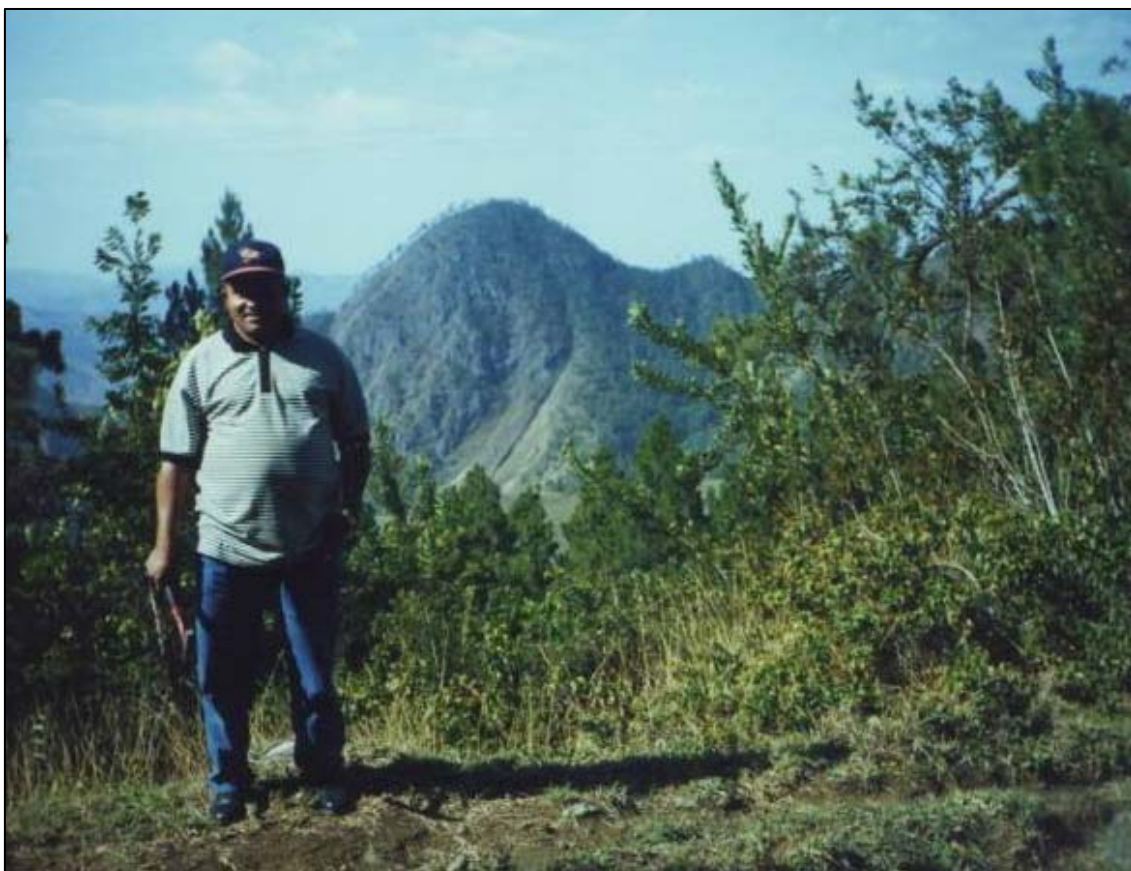


Foto 3.1. Vista del centro de emisión correspondiente al volcán Peinado, desde el Alto de Pinar Parejo

En cualquier caso, la principal manifestación de esta provincia volcánica se localiza en la región de Monte Bonito, donde una sucesión de edificios de distinta naturaleza orientados de NO a SE, alcanza una longitud próxima a 9 km, así como una altitud de 1.760 m en la loma Los Piquitos, aproximadamente 1.000 m sobre el cauce del río Las Cuevas en sus proximidades. Pese al grado de desmantelamiento de este

afloramiento, se reconocen al menos dos *calderas* incompletas, resultando difícil dilucidar si las porciones que faltan son debidas al colapso del edificio o a los procesos erosivos; en el caso de la depresión de la laguna de Atanacio, también podría tratarse de un antiguo cráter, desmantelado parcialmente. Uno de los aspectos más fácilmente observables es la presencia en las inmediaciones de Monte Bonito de dos pequeños pero prominente *domos* (Foto 3.2), los cerros de los Higos y los Patios de Dios, a modo de centros de emisión gemelos.



Foto 3.2. Domo correspondiente al Cerro de los Higos, junto a Monte Bonito

Por lo que respecta a la provincia volcánica de Valle Nuevo, es la más destacada, tanto por su extensión, como por la variedad petrológica y textural de sus afloramientos. Son abundantes los centros de emisión, concentrados principalmente en la Cabecera Arroyo Guayabal y en el Alto de Primera Cañada; el aspecto de los centros ha sido suavizado por la acción cuaternaria más reciente, hasta configurar lomas de formas moderadamente abruptas (cabezos), cuya cota supera en todos los casos 2.000 m de altitud. Ocasionalmente, se reconocen calderas y con mucha mayor frecuencia, zonas endorreicas cuya génesis está ligada a los procesos de construcción o destrucción del relieve volcánico. De forma radial a los centros de emisión, se extienden potentes coladas de las que aún se conservan desarrollos longitudinales superiores a 7 km hacia el sureste y a 12 km hacia el suroeste, donde llegan a alcanzar las inmediaciones de Guayabal; en algunos casos, la erosión ha hecho que



queden como retazos relictos que culminan los relieves existentes, flanqueados por profundos desfiladeros.

Las características morfológicas del sector meridional de la provincia, al norte del río Las Cuevas, son semejantes a las de la provincia de Yayas de Viajama-Padre Las Casas, con destacados centros de emisión de los que parten coladas cortas y de elevadas pendientes, que en algunos casos muestran una marcada *disyunción columnar* (Foto 3.3), como se observa en diversos puntos del valle de dicho río.



Foto 3.3. Colada basáltica con disyunción columnar, junto al río Las Cuevas

Se asignan a la provincia de Valle Nuevo diversos afloramientos esparcidos al sur del Valle de Constanza, así como en el paraje de Vallecitos. Su principal característica es su grado de conservación, con centros efusivos aislados de los que parten estrechas coladas adaptadas a la incisión fluvial o *intracanyon* (Foto 3.4), a diferencia de las coladas de otras zonas, que han ocultado totalmente el relieve preexistente.

### 3.2. Estudio del modelado

La acción de los agentes externos sobre dominios tan contrastados como la Cordillera Central y el Valle de San Juan, tiene como resultado una expresión sensiblemente diferente. Así, el modelado básico de la cordillera es el producto de una larga

evolución presidida por los procesos magmáticos, sedimentarios y tectónicos acaecidos a lo largo del Cretácico Superior-Terciario, generadores de un relieve positivo al que se superpuso el modelado volcánico cuaternario. Sobre el relieve resultante han actuado, con mayor o menor efectividad, diversos agentes morfogenéticos encaminados a la destrucción o retoque de dichos relieves, destacando los de carácter fluvial y gravitacional.



Foto 3.4. Colada basáltica adaptada a un valle en las proximidades de El Convento. En segundo término, un cerro cónico esculpido en materiales del Grupo Tireo

En el caso del Valle de San Juan, puede considerarse que la creación de su fisonomía básica se inició con la deformación de la serie neógena constituyente del relleno de su cuenca sedimentarias homóloga. Posteriormente, su evolución ha estado presidida por el desarrollo de abanicos aluviales que orlaron el frente montañoso de la Cordillera Central y por la actividad sedimentaria e incisiva de la red fluvial.

Además de los anteriores, también han participado en mayor o menor medida en la construcción del relieve actual de la zona los procesos lacustre-endorreicos, por meteorización química y poligénicos, sin olvidar en las zonas más levadas los retoques periglaciares, carentes de representación cartográfica.

### 3.2.1. Formas gravitacionales

Se encuentran ampliamente representadas por toda la Cordillera Central, donde se ven favorecidas por los importantes desniveles existentes; por el contrario, su desarrollo es testimonial en el Valle de San Juan. Se trata de formas efímeras, ya que la propia dinámica de retroceso de las vertientes provoca su permanente evolución, y también difíciles de reconocer debido al rápido enmascaramiento que sufren por el desarrollo de la vegetación.

Las más extendidas son los *deslizamientos*, desarrollados no sólo a favor de las margas de las Fms. El Número y Ocoa, de evidente carácter plástico, sino también en los afloramientos del Grupo Tireo, en este caso favorecidos por las elevadas pendientes existentes, las abundantes precipitaciones, la ocurrencia de eventos sísmicos y el desarrollo de alteraciones. Pese a su rápido enmascaramiento, son numerosos los ejemplares cartografiables observados, en ocasiones de más de 1 km<sup>2</sup> de superficie, aunque con frecuencia son sus *cicatrices* su principal elemento reconocible.

También poseen una amplia representación los *coluviones*, formados como respuesta al desequilibrio provocado en las laderas por la erosión fluvial. En el valle del arroyo Caña Castilla se ha reconocido una *zona de solifluxión* como resultado de movimientos en masa favorecidos por las argilizaciones desarrolladas sobre los materiales del Grupo Tireo.

En relación con el modelado de las vertientes, es notable el cambio brusco de pendiente existente entre el valle y la cordillera, si bien no ha sido representado por coincidir con el cabalgamiento que limita ambos dominios.

### 3.2.2. Formas fluviales y de escorrentía superficial

Son las más variadas y ampliamente distribuidas, alcanzando un mayor desarrollo superficial en los valles intramontañosos de Constanza y Tireo, así como en los de los ríos Grande y Las Cuevas, donde presentan una mayor variedad.

Los *fondos de valle* son el principal testimonio de la actividad sedimentaria de la red fluvial actual, en general de carácter permanente, si bien la mayor aridez del sector suroccidental hace que allí predominen las cañadas de dinámica torrencial. En general, se trata de formas estrechas y alargadas coincidentes con el canal de estiaje,

destacando por su longitud los de los ríos Yaque del Sur, Las Cuevas, Grande, Nizao, Tireo y Jimenoa.

Aunque todos los ríos señalados poseen *llanura de inundación*, es en el valle de los ríos Grande y, especialmente, Las Cuevas, donde ésta muestra un mayor desarrollo, apareciendo como una banda de anchura kilométrica (Foto 3.5). Las llanuras de inundación son zonas especialmente sensibles a los efectos de los huracanes y las tormentas tropicales (como puso en evidencia en la zona el huracán Georges en 1998), que modifican periódicamente su fisonomía, efecto acrecentado por el arrasamiento de la vegetación allí desarrollada, que no obstante, se recupera con gran rapidez.



Foto 3.5. Amplia llanura de inundación del río Las Cuevas en las proximidades de Padre Las Casas

También los ríos Grande y Las Cuevas son los que poseen un mayor registro de *terrazas*, habiéndose reconocido diversos niveles que arbitrariamente han sido incluidos en dos grupos: terrazas altas, con cotas superiores a +60 m sobre el cauce actual; y terrazas bajas, con cotas inferiores a +20 m. Suelen aparecer con dispositivos colgados, estando limitadas generalmente por un marcado *escarpe* hacia el valle.

Los *conos de deyección* y los *abanicos aluviales* poseen su máxima representación en los valles de Constanza, donde orlan los relieves circundantes, y de San Juan. Se forman en la confluencia de los elementos de la red fluvial con áreas menos encajadas, en las cuales la carga transportada por aquéllos pierde su confinamiento, expandiéndose; cuando los ápices se encuentran próximos entre sí, se producen formas coalescentes. En cualquier caso, sus dimensiones son modestas, alcanzando longitudes máximas ligeramente superiores a 1 km con respecto al ápice. Se han reconocido diversos sistemas, que en base a sus características geométricas y su cronología se han agrupado en tres sistemas principales.

El sistema más antiguo aparece principalmente en la margen derecha del río Las Cuevas (Foto 3.6), a modo de retazos dispuestos a +100 m con respecto al río. El sistema intermedio engloba probablemente diversas generaciones difícilmente correlacionables debido a la desconexión de la mayoría de los conos y abanicos, caracterizándose por mostrar un retoque erosivo que, aunque variable de unos cuerpos a otros, indica que ya no son funcionales. Por su parte, el sistema más moderno, a la vez el más ampliamente distribuido, agrupa los dispositivos potencialmente activos, como se deduce de su mínimo retoque erosivo.



Foto 3.6. Abanicos aluviales en la margen derecha del río Las Cuevas, en La Meseta

En el ámbito de Los Pozos y El Tetero, la escorrentía se resuelve localmente mediante *mantos de arroyada*. Se manifiestan como un tapiz de reducido espesor y mínima jerarquización.

Entre las formas erosivas predomina la *incisión lineal*, ampliamente extendida por la cordillera (Foto 3.7), donde su intensidad ha dado lugar a *gargantas* y *desfiladeros*, destacando los de los ríos Yaque del Sur y Grande; los frecuentes desniveles de los cauces en las zonas montañosas se plasman en importantes *cambios bruscos de pendiente* y *saltos de agua*, de entre los que cabe señalar por su accesibilidad el de Aguas Blancas (Foto 3.8). Entre los distintos elementos fluviales es frecuente la presencia de *aristas*, que en las zonas más elevadas adquieren carácter de *divisorias montañosas* (Foto 3.9), destacando la que individualiza las cuenca caribeñas de las atlánticas. La notable erosión remontante ha dado lugar a *capturas*, de entre las que es preciso resaltar la que permitió al río Grande incorporar la esorrentía del Valle de Constanza.



Foto 3.7. Profunda incisión lineal en el ámbito de La Horma

En los valles de San Juan y Constanza se constatan *pérdidas de drenaje* por procesos de infiltración. Mucho más frecuente es la *erosión lateral del cauce*, debido a la notable sinuosidad de los cursos fluviales principales. Completan las formas fluviales de carácter erosivo los *escarpes*, si bien escasean los de origen exclusivamente fluvial, y las *cárcavas*.

### 3.2.3. Formas lacustres y endorreicas

Se trata de lagunas y áreas endorreicas de escasa entidad diseminadas por toda la zona y cuya génesis es variada, ya que puede estar ocasionada o influida por fenómenos volcánicos, periglaciares o tectónicos.

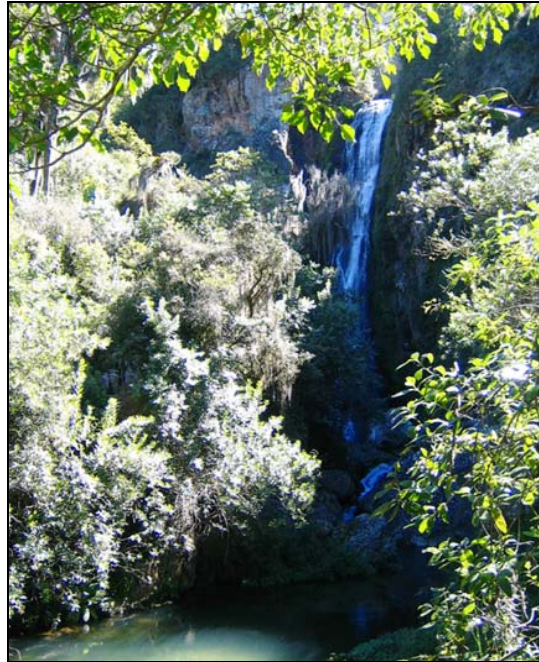


Foto 3.8. Salto de Aguas Blancas, al sureste de El Convento

---



Foto 3.9. Estrecha divisoria montañosa en La Horma, separando las cuencas de los ríos Las Cuevas y Nizao

---

Las *lagunas* poseen carácter *permanente* o *estacional*, según los casos, pero en todos los casos son de dimensiones modestas, de orden decamétrico a hectométrico, pudiendo destacarse las agrupaciones de Las Lagunas y la loma Los Piquitos.

Las *áreas endorreicas* poseen una representación superior, destacando con mucho, pese a su carácter relicto, la del Valle de Constanza (Foto 3.10), que tras su captura por el río Grande perdió el carácter endorreico; posee una forma groseramente elipsoidal, con un eje mayor de algo más de 6 km orientado según E-O, y un eje menor superior a 3 km. Junto a ella cabe señalar la de Carmona y las numerosas existentes en el ámbito de Nizao-La Nevera, todas ellas inferiores a 0,5 km<sup>2</sup>.



Foto 3.10. Valle de Constanza, depresión intramontañosa de pasado endorreico

En cuanto al origen de este tipo de formas, la dinámica volcánica ha propiciado la creación de pequeñas depresiones, tal como reflejan las lagunas del ámbito de la loma Los Piquitos, si bien en algún caso su génesis puede estar relacionada con el desplome del relieve volcánico. En el caso de las áreas endorreicas del sector Nizao-La Nevera, se presentan como suaves depresiones de fondo plano tapizado por vegetación típica de zonas frías y encharcadas, lo que unido a su situación a más de 2.300 m de altitud, sugiere la influencia del periglacialismo en su formación, pudiendo tratarse de superficies de crioplanación retocadas. En el caso del Valle de Constanza,



sus dimensiones y su orientación E-O, acorde con la fracturación predominante en el sector oriental, sugieren su origen tectónico. Por lo que respecta a la depresión endorreica de Carmona, su génesis parece relacionarse con la erosión selectiva debida a la existencia de un sustrato tonalítico fuertemente alterado.

#### 3.2.4. Formas originadas por meteorización química

Se trata de un grupo de formas poco representado debido a sus dimensiones, pese a estar bastante diseminadas por la Cordillera Central.

La escasez de materiales calcáreos hace que sean contadas las formas de origen kárstico, habiéndose reconocido un pequeño número de *dolinas* elipsoidales de orden decamétrico en el ámbito de El Portazuelo-Los Pozos.

Pese a su escasa representación cartográfica, las *argilizaciones* se encuentran mucho más extendidas, siendo el típico resultado de los procesos de meteorización en ambientes tropicales. Afectan principalmente a los materiales volcano-sedimentarios de Grupo Tireo y a los cuerpos ígneos intruidos en ellos.

#### 3.2.5. Formas poligénicas

Se incluyen en este grupo las formas cuya morfogénesis puede atribuirse a la acción simultánea o sucesiva de más de un proceso genético. Se distribuyen por toda la zona, pese a lo cual tienen una representación cartográfica modesta.

Las más notables son los *picos principales*, dispuestos a lo largo de las divisorias montañosas, destacando por su reflejo en el relieve las lomas Alto de la Bandera, elevación principal de la Hoja (2.842 m), y el Alto del Escuchadero (2.229); pese a existir diversas elevaciones superiores a esta última, la relevancia en el paisaje de ellas resulta inferior al estar a la sombra del citado Alto Bandera o del pico Duarte. También son frecuentes los *escarpes*, que con frecuencia alcanzan varios centenares de metros de desnivel.

Como formas con depósito cabe señalar los *pedemontes*, con grados de encajamiento muy variables y generalmente exhibiendo un marcado *reborde de depósito*; se configuran como planicies colgadas con respecto a la red fluvial actual. Finalmente, cabe señalar los *cerros cónicos*, que constituyen el resultado de procesos de erosión selectiva.

#### **4. FORMACIONES SUPERFICIALES**

Se consideran como tales todas aquellas formas con depósito, consolidado o no, relacionadas con el modelado del relieve actual. Su principal característica es su cartografiabilidad, definiéndose por una serie de atributos como geometría, tamaño, génesis, litología, textura, potencia y cronología; los tres primeros han sido tratados en el estudio del modelado, abordándose a continuación los aspectos relacionados con litología, textura, potencia y cronología, si bien ésta tiene carácter tentativo en la mayor parte de los casos ante la precariedad de las dataciones existentes.

##### **4.1. Formaciones volcánicas**

Los afloramientos volcánicos recientes en territorio dominicano se han dividido en dos grandes conjuntos: los más occidentales, agrupados en torno a San Juan, poseen afinidad alcalina y se correlacionan con los del territorio haitiano; por el contrario, los más orientales, localizados en la región de Constanza-Yayas de Viajama, de afinidad calco-alcalina predominante, presentan mayores variaciones petrológicas, así como una mayor dispersión temporal. Por lo que respecta a la génesis de ambos conjuntos, parcialmente coetáneos, es un tema sin una resolución satisfactoria en la actualidad.

La zona se encuentra íntimamente relacionada con la región volcánica de Constanza-Yayas de Viajama, cuyos afloramientos se distribuyen, a grandes rasgos, por una banda de dirección NE-SO de unos 30 km de ancho, comprendida entre el Valle de Constanza (NE) y el Valle de San Juan y la Llanura de Ázua (SO), con una amplia y variada representación en la Hoja.

La morfología de los afloramientos sugiere una tendencia migratoria de los centros efusivos en sentido SO-NE, respaldada por las dataciones radiométricas existentes (OLADE, 1980; Electroconsult, 1983; Vespucci, 1986), que señalan edades superiores a 2 Ma en las proximidades de Yayas de Viajama, donde los centros de emisión son de difícil reconocimiento, e inferiores a 0,5 Ma cerca de Constanza, donde las coladas se adaptan fielmente a la red fluvial actual; no obstante, la escasez de las dataciones invita a tomar con cautela cualquier tipo de generalización. La distribución morfológica y temporal permite la diferenciación de dos provincias volcánicas: Yayas de Viajama-Padre Las Casas, al Suroeste, y Valle Nuevo, al Noreste.

La provincia de Yayas de Viajama-Padre Las Casas posee una gran cantidad de afloramientos de pequeñas dimensiones, con frecuencia centros de emisión difíciles de reconocer en el paisaje por la notable acción de la morfogénesis cuaternaria sobre ellos. Ante sus variaciones composicionales y texturales, resulta difícil su correlación, pero a grandes rasgos parece reconocerse un episodio inicial de composición basáltico-andesítica, seguido inmediatamente por otro de predominio traquiandesítico, observándose en éste una mayor extensión.

Los afloramientos de la provincia de Valle Nuevo (1,2-0,3 Ma) poseen una continuidad mucho mayor, lo que permite establecer una cronología relativa más fiable entre los diversos episodios. Se reconoce un foco emisor principal integrado por varios centros, en el área Cabecera Arroyo Guayabal-Alto de Primera Cañada, foco del que parten radialmente extensas coladas. Tras una efusión basáltica inicial (tentativamente correlacionable con la de la provincia suroccidental), se registra una notabilísima reactivación del relieve a través de un episodio de naturaleza traquiandesítica (más moderno que el de la provincia suroccidental), desencadenante de un enérgico proceso de incisión fluvial que prácticamente ha configurado la red de drenaje actual, de distribución centrífuga. Las últimas manifestaciones, de carácter basáltico, se adaptan fielmente a la red fluvial, sugiriendo que su edad podría ser en algunos casos más reciente que la señalada por las dataciones existentes.

Aunque la escasez de datos geoquímicos y cronológicos no permite excesivas precisiones relativas al volcanismo plio-cuaternario de la Hoja, al menos pueden distinguirse los siguientes eventos:

- Un episodio inicial calco-alcalino en la provincia de Yayas de Viajama-Padre Las Casas, de naturaleza basáltico-andesítica, sustituido por la emisión de traquiandesitas.
- Un segundo episodio calco-alcalino traquiandesítico, desarrollado en la provincia de Valle Nuevo, superpuesto a emisiones basálticas.
- Un episodio final basáltico, registrado en las proximidades de Constanza y Vallecitos, con magmas enriquecidos en potasio, de afinidad dudosa.

Pese a que las variaciones composicionales y texturales hacen difícil la correlación entre los diversos sectores, a grandes rasgos el volcanismo parece seguir una

progresión temporal regional de SO a NE, de forma que el sector de Yayas de Viajama registraría los episodios más antiguos y el de Constanza, los más recientes (Díaz de Neira, 2000b), en tanto que en ambas zonas las emisiones traquiandesíticas suceden a las basálticas iniciales. Por ello, entre las formaciones superficiales se ha diferenciado un conjunto basáltico-andesítico infrayacente a las traquiandesitas en toda la región (formación superficial a). Éstas han sido divididas en dos conjuntos atendiendo a su grado de conservación: el grupo de afloramientos de Monte Bonito (b, provincia de Yayas de Viajama-Padre Las Casas), afectados en mayor medida por la meteorización; y el grupo de afloramientos de Valle Nuevo (c), que presentan un grado de conservación mayor. Por último, se han agrupado los afloramientos de naturaleza basáltica del sector septentrional (d), cuyas coladas se adaptan fielmente a la red de drenaje, como se ha señalado anteriormente.

#### 4.1.1. Basaltos y andesitas. Centros de emisión y coladas (a). Plioceno-Pleistoceno

Corresponden a los depósitos más antiguos de las provincias volcánicas de Yayas de Viajama-Padre Las Casas y Valle Nuevo, habiéndose agrupado ambos por la notable incisión producida en ellos por la red de drenaje y por su carácter previo, al menos aparentemente, al volcanismo traquiandesítico; este carácter no es concluyente en la provincia meridional, pero sí en la septentrional, como se observa en el arroyo Grande. Predominan los centros de emisión, con coladas de corto recorrido y fuertes pendientes asociadas, excepto en el afloramiento más septentrional, correspondiente a una colada de pendiente baja.

En la provincia de Yayas de Viajama-Padre Las Casas y en el sector meridional de la de Valle Nuevo, aparecen como rocas porfídicas negras a grises de aspecto uniforme, en ocasiones de tonos verdosos.

Petrográficamente, los basaltos corresponden a rocas holocristalinas de textura porfídica seriada. Como fenocristales se observa la presencia en todos los casos de olivino y clinopiroxeno y, en ocasiones, anfíbol, lo que permite identificar tipos olivínico-piroxénicos, piroxénicos y olivínico-anfibólicos. La matriz está integrada por un fieltro de microlitos de plagioclasa, con óxidos de hierro y titanio como accesorios. La principal alteración es la de olivino a iddingsita. Las diferencias más destacadas de las andesitas son la ausencia de olivino, la aparición de anfíbol y biotita como fenocristales y la de apatito en la matriz. En función de las proporciones de sus

fenocristales, en los tipos basálticos se han reconocido basaltos olivínico-piroxénicos y basaltos andesíticos augítico-olivínicos (Díaz de Neira y Hernaiz, 2000).

Al norte de Valle Nuevo poseen morfología de coladas de baja viscosidad descendentes en dirección al Valle de Constanza, pudiendo estimarse un para ellas espesor de 5-10 m, existiendo buenos puntos de observación junto a la carretera Constanza-San José de Ocoa. La meteorización desarrollada a favor de planos de diaclasamiento ortogonales favorece su típica presencia bajo el aspecto de bloques. En ningún caso se han encontrado los posibles centros de emisión, tal vez ocultos bajo las voluminosas emisiones traquiandesíticas (c); esta disposición es claramente deducible en diversos puntos, lo que sugiere un ámbito de deposición superior al de los afloramientos actuales, reforzando su posible relación con el conjunto basáltico-andesítico meridional. Se trata de rocas perfectamente identificables en corte fresco por sus llamativos cristales pardos y, especialmente, verdes, de piroxeno y olivino incluidos en una matriz gris microcristalina. Puntualmente, esta apariencia general sufre modificaciones, reconociéndose facies con fenocristales de menor tamaño, una buena parte de los cuales corresponden a plagioclasa, pero entre los que el olivino prácticamente ha desaparecido.

Al microscopio se reconocen como rocas holocristalinas de textura porfídica seriada en matriz micro a criptocristalina. Como fenocristales se observan clinopiroxeno, probablemente augita, y olivino; el clinopiroxeno se presenta en cristales idiomorfos a subidiomorfos, maclado, zonado, con abundantes fracturas interminerales y en frecuentes agregados glomeroporfídicos, en tanto que el olivino aparece generalmente en cristales idiomorfos y fracturados. La matriz está integrada por microlitos idiomorfos a subidiomorfos de plagioclasa zonada y cristales subredondeados de piroxeno. Como accesorios se observan minerales de hierro y titanio. En las variedades ricas en plagioclasa, ésta forma cristales tabulares con maclas polisintéticas, siendo frecuentes los agregados glomeroporfídicos.

En el paraje de los aserraderos de la vertiente septentrional del Alto de Primera Cañada, se han identificado basaltos con biotita, que afloran bajo unas condiciones de observación muy deficientes que no permiten realizar precisiones de tipo textural o geométrico. Han sido identificados como basaltos con flogopita (Vespucci, 1982, 1986), pero estudios petrográficos posteriores señalaron la presencia de biotita y no de flogopita (Díaz de Neira y Hernaiz, 2000). Corresponden a una colada de espesor probablemente cercano a 20 m, cuya dirección de flujo sería hacia el norte. La

infructuosa búsqueda de su centro de emisión sugiere que éste se encuentra actualmente soterrado bajo la unidad traquiandesítica de Valle Nuevo (c) y, por tanto, ésta es más moderna, o bien, con menor probabilidad, que los basaltos con biotita corresponden a una emisión “anómala” dentro del episodio traquiandesítico.

Se trata de una roca de color gris, aspecto vesicular y prácticamente afanítico, en la que se distinguen algunos cristales de biotita y piroxeno de tamaño milimétrico, siendo muy frecuentes las inclusiones de xenolitos, que pueden superar 1 cm de diámetro. En los estudios petrográficos se muestran como rocas holo e hipocristalinas de textura porfídica seriada, con matriz de aspecto fluidal. Como fenocristales se observan clinopiroxeno y biotita; el piroxeno, probablemente augita, aparece en cristales idiomorfos a subidomorfos, maclados, zonados y con tendencia a formar agregados glomeroporfídicos, en tanto que la biotita posee un intenso color rojo y aspecto idiomorfo. La matriz está compuesta por plagioclasa criptocristalina y, ocasionalmente, olivino con corona de reacción a iddingsita. Como accesorios se observan apatito y óxidos de hierro y titanio.

Con respecto a su edad, una datación radiométrica por K/Ar en las proximidades de Yayas de Viajama ha señalado una edad de 1,8-2,7 Ma (Electroconsult, 1983; OLADE, 1980). Por otra parte, en el ámbito de la loma Cuchilla existe una datación efectuada igualmente mediante K/Ar (Electroconsult, 1983) que ha señalado una edad de  $1,2 \pm 0,4$  Ma, corroborando la migración del magmatismo basáltico de suroeste a noreste. Finalmente, una datación por K/Ar de una muestra de basaltos con biotita del afloramiento de los aserraderos del Alto de Primera Cañada (Vespucci, 1986), ha arrojado una edad inferior a 1 Ma, en cualquier caso demasiado ambigua para precisar su relación con la unidad traquiandesítica (c). En base a las dataciones señaladas, la presente unidad se ha atribuido al Plioceno-Pleistoceno, pareciendo bastante probable que en el sector de Valle Nuevo se enmarque exclusivamente en el Pleistoceno.

#### 4.1.2. Traquiandesitas y dacitas. Centros de emisión, calderas, domos y coladas (b). Pleistoceno

La presente constituye la unidad volcánica dominante en la provincia de Yayas de Viajama-Padre Las Casas, así como la que posee una mayor variedad en cuanto a elementos morfológicos de la región. Aunque en ningún caso las determinaciones petrográficas y de muestra de mano han permitido su clasificación como dacitas (Díaz de Neira, 2000b), no existe la menor duda de su presencia entre las masas

traquiandesíticas, tal como puso de manifiesto Vespucci (1986), quien las describió como rocas de textura porfídica, con fenocristales de plagioclasa abundantes y de hornblenda en menor proporción, en una matriz de óxidos de hierro y, ocasionalmente, clinopiroxeno.

En la zona de Guayabal proliferan las formas de tipo domo o pitón, fácilmente reconocibles por el resalte morfológico que producen con respecto a los materiales sedimentarios adyacentes. Mucho más difíciles de identificar son los centros eruptivos del sector meridional de la Hoja, como el de Los Pinitos, cuya forma alomada sugiere un retoque de los agentes externos mayor que en los afloramientos nororientales. Mención aparte merece el afloramiento de Monte Bonito, no sólo por sus dimensiones o relevancia orográfica, sino por su riqueza de formas, entre las que cabe destacar los domos correspondientes a los cerros de los Higos y los Patios de Dios, y la depresión de la laguna de Atanacio, en la que resulta difícil dilucidar si se trata de una antiguo cráter o una caldera.

En ocasiones, la sucesión volcánica se inicia mediante acumulaciones de productos piroclásticos ordenados en capas de orden decimétrico a métrico, separadas por planos netamente definidos; sus típicos tonos blanquecinos son debidos a la matriz, en la que flotan fragmentos que destacan por sus tonos oscuros. Esta peculiar facies da paso a la más común, que son coladas grises de elevada viscosidad, cuyo espesor varía notablemente en función del paleorrelieve sobre el que fluyeron, pudiendo sobrepasar 200 m. Poseen aspecto fragmentario o escoriáceo en la base y el techo, así como masivo en su parte central, donde pueden mostrar disyunción columnar; en los centros de emisión se aprecian facies masivas que destacan en el relieve, con algunas facies que pueden corresponder a pequeños cuerpos domáticos o subintrusivos.

En muestra de mano se diferencian claramente de las unidades basálticas, de tonalidades más oscuras, apareciendo como rocas grisáceas de tonos claros en las que destacan los fenocristales de plagioclasa de varios milímetros, con agujitas de anfíbol y con menor frecuencia, biotita y clinopiroxeno, en una matriz microcristalina. Los afloramientos correspondientes a domos y pitones poseen una mayor homogeneidad y una tendencia porfídica menos acusada.

Petrográficamente se presentan como rocas holocristalinas y, esporádicamente, hipocristalinas de textura porfídica seriada, con los fenocristales citados en una

proporción comprendida entre 5 y 35%; el anfíbol, la biotita y el piroxeno poseen un grado de alteración variable y tendencias idiomorfas a alotriomorfas, el primero con colores rojizos y el tercero frecuentemente maclado, en tanto que la plagioclasa aparece en cristales tabulares maclados y zonados de tamaño variable. La matriz muestra unas variaciones más considerables, pues además de la posible aparición de plagioclasa, piroxeno, apatito y minerales de hierro y titanio, pueden aparecer cristales de olivino, con el reborde transformado a iddingsita, o cuarzo.

En cuanto a su edad, los datos radiométricos por K/Ar para datar estas rocas han aportado una edad de 1,8-2,7 Ma (Olade, 1980; Electroconsult, 1983), pero su grado de conservación sugiere su pertenencia exclusiva al Pleistoceno.

#### 4.1.3. Traquiandesitas. Centros de emisión, cráteres y coladas (c). Pleistoceno

Se trata de la formación volcánica de mayor representación en la provincia de Valle Nuevo, mostrando una cierta variedad en cuanto a elementos morfológicos, con prominentes centros de emisión desde los que se extienden potentes coladas radiales. Sus características petrológicas y texturales son muy similares a las de la formación anterior (b), habiéndose individualizado por su diferente grado de conservación y las posibles diferencias cronológicas que implica. Se disponen sobre basaltos de la formación (a).

En el sector suroriental, la sucesión comienza con acumulaciones piroclásticas ordenadas en capas de orden decimétrico a métrico, separadas por planos netos; el conjunto posee los típicos tonos blanquecinos que confiere la matriz, destacando en ella los fragmentos de mayor tamaño por su color oscuro. Esta facies pasa hacia techo a coladas grises de elevada viscosidad, que constituyen la facies más común, variando notablemente su espesor en función del paleorrelieve, llegando a sobrepasar 200 m. En la base y el techo poseen aspecto fragmentado o escoriáceo, encontrándose su mejor exposición en la pequeña cantera abandonada junto a la carretera San José de Ocoa-Constanza (Foto 4.1), al norte del paraje de Vallecito; por su parte, la zona central, masiva, puede mostrar disyunción columnar. En los puntos de emisión se observan facies masivas que resaltan en el relieve, algunas de las cuales pueden corresponder a pequeños domos o cuerpos subintrusivos, como las de la Cabecera Arroyo Guayabal o la loma de Pajón Blanco.





Foto 4.1. Techo fragmentario de una colada traquiandesítica en Valle Nuevo, junto a la carretera Constanza-San José de Ocoa

Al igual que la unidad anterior, en muestra de mano se diferencian claramente de las unidades basálticas, más oscuras, presentándose con tonos grisáceos claros, destacando los fenocristales de plagioclasa de varios milímetros, con agujitas de anfíbol y, menos frecuentemente, biotita y clinopiroxeno. Petrográficamente aparecen como rocas holocristalinas y, más raramente, hipocristalinas, de textura porfídica seriada, con los fenocristales citados en una proporción comprendida entre 5 y 35%; el anfíbol y la biotita poseen tonos rojos característicos y tendencias idiomorfas, en tanto que el piroxeno puede aparecer en cristales de tamaño variable y tendencias idiomorfas a alotriomorfas y la plagioclasa lo hace en cristales tabulares maclados y zonados de tamaño variable. La matriz posee unas variaciones más considerables, pues además de la posible aparición de plagioclasa, piroxeno, apatito y minerales de hierro y titanio, pueden aparecer cristales de olivino, con el reborde transformado a iddingsita, o cuarzo.

Los análisis químicos disponibles (Vespucci, 1982; Electroconsult, 1983) aconsejan la clasificación de estas rocas como traquiandesitas, pudiendo diferenciarse petrográficamente tipos anfibólicos y augítico-anfibólicos. En presencia de hiperstena normativa también pueden ser clasificadas como latitas.

Una datación radiométrica por el método K/Ar (Vespucci, 1986) tomada en el paraje de Los Robles ha señalado una edad inferior a 1 Ma para una colada traquiandesítica, datación que, aunque ambigua, apoya su posterioridad al episodio traquiandesítico de la provincia de Yayas de Viajama-Padre Las Casas (b), así como al basáltico (a), tal como se ha deducido de sus relaciones geométricas.

#### 4.1.4. Basaltos y andesitas. Centros de emisión y coladas (d). Cuaternario

Corresponden a los depósitos más recientes de la región, habiéndose enmarcado en la provincia volcánica de Valle Nuevo por la proximidad a ella de la mayoría de los afloramientos. En cualquier caso, se trata de una serie de manifestaciones aisladas de pequeña extensión, que poseen un mayor grado de conservación que las unidades precedentes. Se observan centros de emisión de los que parten coladas adaptadas a la red fluvial actual.

La colada procedente del cerro Piedra de Martín conserva aún un cierto aspecto de malpaís superficial, con una gran cantidad de bloques y cascajo, especialmente en su parte frontal, observándose en algunos puntos del corte del río Grande una potencia próxima a 20 m; en muestra de mano aparece como un basalto afanítico, de aspecto afieltrado y color grisáceo. Por su parte, la colada procedente del valle de la Piedra de Manuel es menos potente y corresponde a un basalto augítico-olivínico de grano fino.

En lámina delgada se caracterizan por presentar una textura porfídica seriada, con fenocristales cuyo tamaño varía desde 1,2 mm hasta confundirse con la matriz. Están zonados y maclados con frecuentes agregados glomeroporfídicos. El olivino tiene intensas coronas de alteración a iddingsita y es mucho más escaso que la augita. En conjunto, los fenocristales pueden representar un 20-25 % del volumen total de la roca. También se han observado algunos cristallitos aislados de flogopita desestabilizándose a minerales opacos. En la matriz aparecen pequeños cristallitos de plagioclasa y minerales de hierro y titanio como accesorios. En menor proporción que la plagioclasa aparecen cristallitos de augita, en secciones idiomorfas.

Aunque dentro del volcanismo cuaternario de la región de Constanza-Yayas de Viajama, los términos andesíticos son relativamente poco abundantes, se ha reconocido un centro de emisión andesítico dentro del presente conjunto, concretamente el volcán de El Tetero, localizado al NNO de Las Cañitas. Se trata de rocas de tonos grises por alteración, siendo difícil su asignación de *visu*, pues incluyen

toda una serie transicional desde leucobasaltos, andesitas-basálticas y andesitas, que incluso en lámina delgada pueden presentar problemas de identificación. Concretamente, en el centro de emisión de El Mogote de El Tetero se han muestreado tanto leucobasaltos como andesitas y andesitas-basálticas (Gómez, 2000), habiéndose observado el apilamiento de dos potentes coladas de estas composiciones que han rellenado el valle del arroyo El Hoyaso: la primera de ellas tiene marcada disyunción columnar, con una zona masiva de más de 4 m de potencia y composición de tipo leucobasalto/andesita; la segunda es más afanítica y fresca, con colores ligeramente más oscuros.

Petrográficamente, estos afloramientos de El Tetero aparecen como rocas basáltico-andesíticas con fenocristales subxenomorfos de augita algo titanífera y olivino, con porfidismo bastante seriado, y tendencia glomeroporfídica débil. La matriz es de grano muy fino, en parte criptocristalina y con abundantes listoncillos subidiomorfos de plagioclasa, habiéndose intuido pseudomorfosis de opacos+clinopiroxeno+plagioclasa que podrían corresponder a anfíbol reabsorbido.

Estas coladas fueron datadas mediante el método K/Ar en  $0,8 \pm 0,3$  Ma (Electroconsult, 1983), siendo por tanto una de las manifestaciones más recientes de la región. Su aspecto de campo y la posición *intracanyon* de la colada no sólo confirman el carácter reciente de estos materiales, sino que incluso sugieren un carácter más reciente, pudiendo decirse lo mismo para los materiales localizados en las proximidades del Valle de Constanza.

## **4.2. Formaciones gravitacionales**

### **4.2.1. Lutitas. Coladas de solifluxión (e). Holoceno**

Son formaciones mínimamente representadas en la Hoja, resultado del flujo de materiales asociados con elevadas pendientes y abundantes precipitaciones; otros factores que influyen en estos movimientos en masa son la vegetación, las propiedades mecánicas de las rocas y la sismicidad.

Están constituidas por materiales incoherentes de elevada plasticidad, predominando las lutitas derivadas de la argilización del sustrato cretácico. Por su relación con el relieve actual se asignan al Holoceno.

#### 4.2.2. Cantos, lutitas y arenas. Coluvión (f). Holoceno

La constante evolución de las vertientes hace que sean depósitos efímeros, pese a lo cual se han reconocido numerosos ejemplares, favorecidos por las elevadas pendientes de la zona. Se trata de una asociación de cantos heterométricos en matriz lutítica, en la que la naturaleza de sus componentes es función de la del área madre correspondiente.

Su espesor, muy variable, se estima en 5-10 m. El propio hecho de su identificación en una zona de rápida evolución del relieve, sugiere su pertenencia al Holoceno.

#### 4.2.3. Lutitas, bloques y cantos. Deslizamiento (g). Holoceno

Muestran un notable desarrollo en toda la zona, tratándose de masas desorganizadas de naturaleza lutítica que incluyen bloques de diversa naturaleza que pueden sobrepasar 10 m de diámetro.

No se ha observado corte alguno que permita determinar su espesor, muy variable en cualquier caso en función de la envergadura de la masa deslizada. No obstante, es posible que en los de mayores dimensiones se alcancen los 100 m. Al igual que en el caso de la unidad anterior, el hecho de ser reconocidos pese a la rápida destrucción o enmascaramiento que sufren estas formas, sugiere su pertenencia al Holoceno.

### 4.3. Formaciones fluviales

#### 4.3.1. Gravas, arenas y lutitas. Abanicos aluviales y conos de deyección (h, j, m). Pleistoceno-Holoceno

Aparecen representados en buena parte de los valles y en las depresiones de la cordillera, en general con dimensiones modestas. Configuran planicies de deficiente calidad de afloramiento, aunque existen buenos cortes en los ríos, arroyos y cañadas incididos en ellos.

Están integrados por proporciones variables de gravas y arenas, cuya composición es función del área madre, observándose principalmente integrantes de naturaleza volcánica, volcano-sedimentaria, calcárea y areniscosa, agrupados en niveles de orden decimétrico a métrico; las gravas son redondeadas y heterométricas, con bloques cuyo diámetro sobrepasa con frecuencia 50 cm. En ocasiones, incluyen

proporciones variables de lutitas, especialmente cuando derivan de los afloramientos margosos de las Fms. El Número y Ocoa. Su espesor también es muy variable, tanto entre los diversos aparatos como dentro de cada uno de ellos, pudiendo señalarse valores máximos cercanos a 100 m en los ápices de los más relevantes.

Los más antiguos (h) aparecen claramente colgados con respecto a la red fluvial, habiendo sido asignados al Pleistoceno. Por el contrario, los más modernos (m) poseen funcionalidad actual, por lo que se asignan al Holoceno. Entre ambos grupos existe un grupo de formas claramente reconocibles, pero afectadas por una notable disección fluvial, que indica su carácter relictivo (j), habiendo sido asignados al Pleistoceno, sin que deba descartarse su pertenencia parcial al Holoceno; en cualquier caso, probablemente este grupo englobe diversas generaciones difícilmente correlacionables debido a su desconexión espacial.

#### 4.3.2. Gravas, arenas y lutitas. Terraza (i, k). Pleistoceno

Sus principales manifestaciones se encuentran ligadas a los ríos Las Cuevas y Grande, encontrándose formas asociadas a otros ríos y arroyos, pero con un desarrollo inferior. Los dos grupos diferenciados, clasificados informalmente como terrazas altas (i) y bajas (k), poseen coloraciones ocres, rojizas y negruzcas, variación debida a su composición diversa, estando constituidas por gravas polimícticas con predominio de cantos de origen volcánico, volcano-sedimentario, calcáreo y arenoso, según las zonas, en matriz arenosa, observándose niveles de lutitas; el tamaño de los cantos varía notablemente, predominando los diámetros de 5-15 cm. Su potencia oscila entre 2 y 15 m.

Por lo que respecta a su edad, en función del grado de incisión de la red actual en ellas se atribuyen al Pleistoceno, aunque no debe descartarse que el nivel más moderno pertenezca, al menos parcialmente, al Holoceno.

#### 4.3.3. Gravas, arenas y lutitas. Llanura de inundación (l). Pleistoceno-Holoceno

Su principal manifestación se relaciona con el valle de los ríos Las Cuevas y Grande, en los que configuran bandas de anchura de orden hectométrico constituidas por gravas polimícticas y arenas, con intercalación de niveles lutíticos, en las que se encajan los fondos de valle. Entre las gravas predominan los componentes de origen

volcánico, volcano-sedimentario, calcáreo y arenoso, con diámetros de 10-20 cm, si bien algunos elementos pueden sobrepasar 1 m.

Por su dinámica actual, se asignan al Holoceno, sin que deba descartarse que su depósito comenzase a finales del Pleistoceno.

#### 4.3.4. Lutitas, gravas y arenas. Mantos de arroyada (n). Holoceno

Se trata de depósitos moderadamente evolucionados y escasamente representados, no habiéndose encontrado cortes de detalle que permitan su descripción precisa, observándose en cualquier caso el predominio lutítico, con intercalación de niveles decimétricos a métricos de gravas y arenas. Lógicamente, su espesor debe variar en función del paleorrelieve sobre el que se disponen, posiblemente con valores de orden métrico. Por su actividad actual se asignan al Holoceno.

#### 4.3.5. Gravas, arenas y lutitas. Fondo de valle (o). Holoceno

Los fondos de valle están constituidos fundamentalmente por gravas y arenas de naturaleza variada, pudiendo presentar predominio lutítico en algunos casos. Las gravas contienen cantos redondeados heterométricos, con un valor orientativo de su diámetro de 10-20 cm. Aunque no existen cortes que permitan determinar su espesor, sin duda éste puede variar notablemente en función del curso en cuestión; en los de mayor envergadura podría alcanzar 5 m. Por su actividad actual se asignan al Holoceno.

### **4.4. Formaciones lacustres-endorreicas**

#### 4.4.1. Lutitas. Fondo endorreico (p, q). Pleistoceno-Holoceno

En general, poco puede decirse de la composición de los fondos endorreicos ante la falta de cortes, tan sólo su composición lutítica de tonos oscuros, debido a la presencia de materia orgánica, característica de áreas con drenajes deficientes. En la zona próxima a El Higo, en el Valle de Constanza, se ha observado una cierta proporción de cantos de orden centimétrico, indicando la existencia de aportes de los relieves circundantes a la depresión.

En el caso de los fondos de influencia periglacial de la región de Valle Nuevo, están tapizados por vegetación típica de zonas frías y encharcadas, sin que se haya

observado corte alguno representativo de su depósito. Tan sólo puntualmente se reconocen arcillas y limos de tonos oscuros, con abundante materia orgánica. Su aspecto recuerda poderosamente a los depósitos de ambiente periglaciario e incluso su tapiz vegetal evoca sus típicos céspedes almohadillados.

El espesor de este tipo de formas no ha sido determinado, aunque sin duda varía sensiblemente en función de las dimensiones del fondo, alcanzando sus valores máximos en el Valle de Constanza, donde probablemente sobrepasa 4 m.

Su relación con la dinámica actual hace que se asignen al Holoceno, excepto en la zona de Constanza, cuyo carácter endorreico fue abortado por la captura del río Grande, lo que implica un pasado impreciso para sus depósitos, razón por la que se han asignado al Pleistoceno-Holoceno.

#### 4.4.2. Lutitas. Laguna (r). Holoceno

Se encuentran escasamente representadas, tratándose de lutitas oscuras cuyo espesor no ha sido determinado, aunque debe aproximarse a 2-3 m. Se asignan al Holoceno por su dinámica actual.

### 4.5. Formaciones originadas por meteorización química

#### 4.5.1. Arcillas de descalcificación. Fondo de dolina (s). Plioceno-Holoceno

Corresponden a arcillas rojas de aspecto masivo, que constituyen el producto de la descalcificación de los materiales calcáreos por acción de procesos kársticos. Sus manifestaciones se asocian espacialmente a la Fm Jura, a la que corresponden la mayor parte de los afloramientos carbonatados de la zona. Aunque su espesor no ha sido constatado, las reducidas dimensiones de sus afloramientos sugieren que debe ser inferior a 3 m.

En cuanto a su edad, se han asignado de forma bastante imprecisa al Plioceno-Holoceno.

## **4.6. Formaciones poligénicas**

### **4.6.1. Gravas, arenas y lutitas. Piedemonte (t). Pleistoceno**

Su composición varía ligeramente en función de su área madre, si bien predominan las gravas de cantos volcano-sedimentarios y volcánicos; el tamaño de los cantos y bloques también sufre variaciones notables de acuerdo con la distancia a los relieves, pudiendo superar 50 cm de diámetro. Las arenas aparecen en menor proporción, mostrando una composición litarenítica. En cuanto a las arcillas, poseen carácter subordinado, confiriendo tonalidades rojizas al conjunto. Son escasas las estructuras sedimentarias halladas, destacando las bases erosivas y los cuerpos canalizados. Su espesor, aunque variable, se puede cifrar entre 3 y 10 m.

El encajamiento de la red fluvial actual con respecto a estos depósitos ha sugerido su inclusión en el Pleistoceno; no obstante, la tasa erosiva observada en relación con el paso de algunos huracanes en la historia reciente (David, Georges), invita a no descartar que los niveles más bajos puedan corresponder al Holoceno.



## 5. EVOLUCIÓN E HISTORIA GEOMORFOLÓGICA

Si bien la morfología de la zona está influenciada por los procesos acaecidos a lo largo de la historia de la Cordillera Central, iniciados en el Mesozoico, su fisonomía actual empieza a perfilarse durante el Neógeno, cuando se produjo su emersión y el plegamiento de las potentes sucesiones marinas miocenas depositadas en el sector suroccidental de La Española. Al suroeste de la región, este plegamiento dio lugar a la elevación de la Sierra de Neiba a modo de gran antiforme, que constituiría una isla separada de la cordillera por el pequeño corredor marino que configuraría la Cuenca de San Juan. Durante el Plioceno, este corredor recogería las descargas terrígenas procedentes de la cordillera, materializadas a finales del Mioceno por el depósito de la Fm Trinchera, descargas debidas al desarrollo de una red fluvial precursora de la actual.

La continua tendencia ascendente de La Española provocó la somerización de los depósitos de dicha cuenca, que ya en el Plioceno, con el depósito de la Fm Arroyo Blanco habrían adquirido, al menos parcialmente, carácter continental, de modo que a partir de entonces la Sierra de Neiba, el Valle de San Juan y la Cordillera Central formarían parte de un mismo dominio insular.

De esta forma, a finales del Terciario la zona se caracterizaría por los relieves prominentes de la Cordillera Central, al norte, drenados por enérgicos ríos que verterían sus aguas indistintamente a las cuencas caribeña (sector meridional) o atlántica (sector septentrional).

A lo largo del Cuaternario se han producido importantes modificaciones del relieve, provocadas por la notable actividad volcánica, erosivo-sedimentaria y tectónica de la región, actividad añadida a la tendencia ascendente de La Española. Por una parte, el intenso volcanismo desarrollado en la región de Yayas de Constanza-Viajama, principalmente calco-alcalino, actuó como foco generador de importantes relieves positivos, salpicados por numerosos centros de emisión de los que partirían coladas cortas y de elevadas pendientes en el sector suroccidental y extensas y de menor pendiente, en el nororiental. Por otra parte, también probablemente a comienzos del Cuaternario, en el Valle de San Juan se produjo un notable desarrollo de abanicos aluviales correspondientes a la Fm Arroyo Seco, que configurarían la superficie de arranque de la incisión cuaternaria allí. En cuanto a la actividad tectónica, pese a los notables cambios paleogeográficos que ha ocasionado en regiones meridionales,

como la Llanura de Ázua (Díaz de Neira, 2002), su papel en la zona se ha limitado a provocar desnivelamientos de bloques, de entre los que cabe destacar la creación del Valle de Constanza, y a favorecer la incisión fluvial.

La evolución de las áreas montañosas durante el Cuaternario ha estado marcada por una incesante actividad fluvial que ha dado lugar a una fuerte incisión y a un incremento de los desniveles que a su vez ha favorecido el desarrollo de los procesos gravitacionales, destacando los deslizamientos en las áreas de sustrato margoso o alterado. En cualquier caso, la actividad fluvial ha quedado registrada por el encajamiento de terrazas y abanicos aluviales, especialmente en los valles de los ríos Las Cuevas y Grande; como resultado de la erosión remontante se han producido capturas, siendo la más llamativa la del valle de Constanza. El hecho de que las coladas volcánicas más recientes se adapten perfectamente a los encajamientos de la red fluvial, sugiere que la actividad volcánica se ha prolongado hasta fechas muy recientes.

Sin olvidar la posible reactivación del volcanismo, deben tenerse en cuenta como principales factores de la futura evolución geomorfológica de la región: la tendencia ascendente de la misma, con el consiguiente descenso progresivo del nivel de base, circunstancia que incrementará el poder erosivo de los elementos de la red fluvial y por tanto, la eficacia de la erosión remontante y las posibles capturas derivadas de ella; la actividad tectónica, tanto como agente creador de desnivelamientos de bloques, como de zonas de debilidad en las que la erosión actúa con mayor eficacia; la actividad gravitacional en las vertientes; la tendencia a la colmatación de las lagunas, lagunillas y áreas pantanosas; y los retoques producidos por los fenómenos kársticos en las áreas de afloramientos calcáreos.

## **6. PROCESOS ACTIVOS SUSCEPTIBLES DE CONSTITUIR RIESGO GEOLÓGICO**

Se denomina procesos activos a aquellos fenómenos de origen endógeno o exógeno, potencialmente funcionales sobre la superficie terrestre y cuyo principal interés es que bajo determinadas circunstancias son susceptibles de constituir riesgo geológico. Su cartografía supone, por tanto, un inventario de procesos geológicos funcionales, siendo preciso recordar el carácter generalmente imprevisible de buena parte de los fenómenos naturales, tanto en zonas muy activas como en zonas de baja actividad geodinámica.

Los datos reflejados en la cartografía son el resultado de un reconocimiento general realizado mediante la interpretación de fotografías aéreas y la realización de recorridos de campo, por lo cual se trata de una estimación preliminar y orientativa de los principales procesos geodinámicos activos del territorio. Consiguientemente, la información aportada tanto en el mapa como en la presente memoria no exime de la necesidad legal de realizar los estudios pertinentes en cada futuro proyecto ni debe ser utilizada directamente para la valoración económica de terrenos o propiedades de cualquier clase.

Igualmente, ha de tenerse presente que a la escala de trabajo carecen de representación algunos fenómenos claramente perceptibles sobre el terreno. Sirva de ejemplo buena parte de la nutrida red de arroyos y cañadas, afectados por procesos erosivos y, al menos temporalmente, de inundación; los primeros son representables mediante el correspondiente símbolo de incisión lineal, pero la escala no permite una representación areal de los segundos.

Con respecto a la naturaleza de los procesos activos, dentro de la Hoja de Constanza existe una menor variedad que en buena parte del territorio dominicano, pese a lo cual se han reconocido diversos tipos de actividad: sísmica, volcánica, tectónica, asociada a movimientos de laderas, por procesos de erosión, de inundación y de sedimentación, y asociada a litologías especiales. En cualquier caso, son los procesos de inundación y sedimentación, junto con los de carácter gravitacional, los que poseen una mayor representación superficial.

## 6.1. Actividad sísmica

La sismicidad es uno de los procesos activos más relevantes de La Española, como consecuencia de su situación en un contexto geodinámico de límite entre dos placas: Norteamericana y del Caribe. Actualmente existe consenso en el reconocimiento de las principales estructuras tectónicas de la isla y su relación con el desplazamiento relativo entre las placas litosféricas citadas. No obstante, aunque los rasgos generales son conocidos, el estudio de detalle de la actividad sísmica en la República Dominicana tropieza con una cierta escasez de datos. Los registros históricos e instrumentales son pocos y no pueden considerarse definitivos.

El registro histórico se inicia con la llegada de los españoles en el siglo XV, lo que limita su ámbito a los últimos 500 años, a diferencia de otras zonas del planeta donde el registro histórico abarca un milenio (Europa, Oriente Medio) o excepcionalmente varios milenios (China). Por lo que respecta al registro instrumental, también tiene graves inconvenientes, pues la Red Sísmica de la República Dominicana fue establecida durante los trabajos del Programa SYSMIN (Prointec, 1999) y su registro es, por tanto, manifiestamente incompleto.

Por ello, los catálogos existentes más antiguos provienen, en su mayor parte, de agencias situadas fuera del territorio dominicano, por lo que sólo se han detectado los eventos con magnitudes lo suficientemente grandes como para ser registradas por redes alejadas. La red sísmica de Puerto Rico ofrece una buena cobertura del territorio dominicano en cuanto a superficie, pero no así en cuanto a tiempo, ya que su registro se restringe al periodo posterior a 1985.

Para la elaboración del presente trabajo se ha accedido a las bases de datos de la Red Sísmica Nacional Dominicana (RSND), el Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH), la Red Sísmica de Puerto Rico (PRSN) y el Middle American Seismograph Consortium (MIDAS), además de las incluidas en el citado proyecto SYSMIN. El periodo cubierto ha sido 1505-2010.

La Hoja de Constanza pone de manifiesto la necesidad de abordar los estudios sísmicos en relación con áreas más extensas, ya que en la Hoja la distribución de epicentros no evidencia el seguimiento de un patrón claro, ni tampoco su correlación con fallas reconocidas superficialmente. Los seísmos registrados en la Hoja son de profundidad variable: someros (0-19 km), intermedios (33-50 km) y profundos (76-98

km). En cuanto a su magnitud, el mayor evento catalogado durante el periodo instrumental alcanzó un valor de 5,0 (2004). En cualquier caso, cabe destacar que el sector meridional de la Hoja se encuentra dentro del área afectada por algunos de los terremotos históricos más notables de La Española (Fig. 6.1), concretamente los desencadenados en los años 1751 y 1761 (Fig. 6.2).

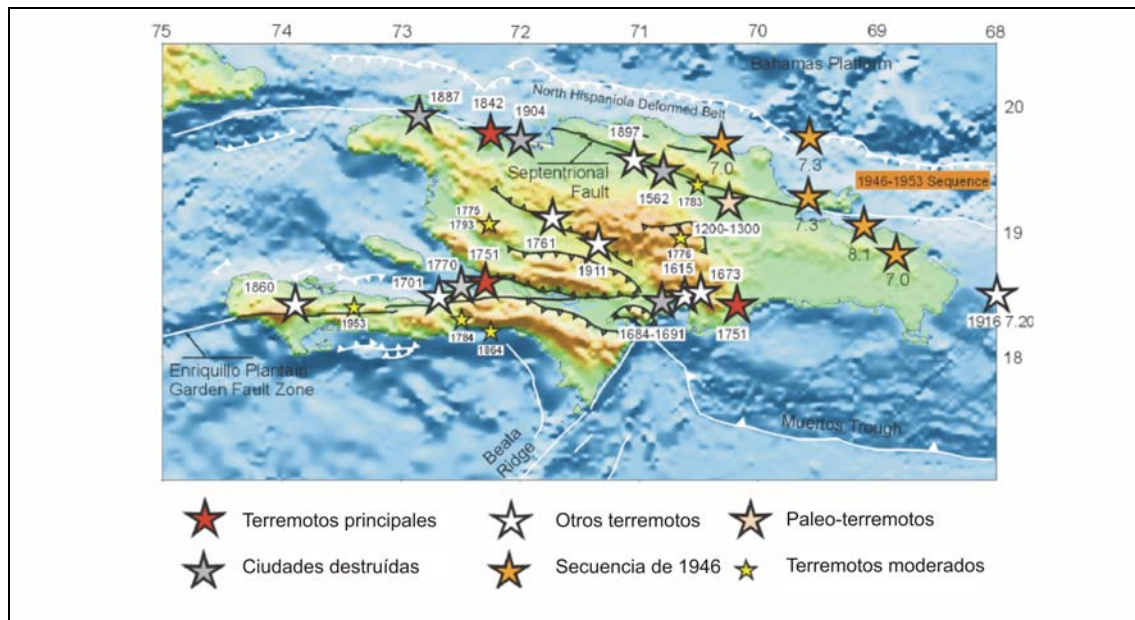


Fig. 6.1. Sismicidad histórica en La Española anterior a 1960 (Calais, 2008)

## 6.2. Tectónica activa

En una región donde la actividad tectónica es evidente, como denuncia el registro sísmico, se reconocen diversos rasgos indicativos de este tipo de actividad, principalmente *fallas*, en algunos casos *supuestas*, al estar ocultas por depósitos cuaternarios; ocasionalmente presentan *escarpes degradados*, como entre Padre Las Casas y Monte Bonito. En general poseen la orientación NO-SE típica de la Cordillera Central, si bien en los sectores septentrional y oriental, adquieren una dirección E-O.

Dentro de las fallas, correspondientes mayoritariamente a desgarres de componente vertical variable, cabe señalar el *cabalgamiento* de San Juan-Los Pozos, con trazado *supuesto* localmente. Aunque su actividad durante el Cuaternario no es evidente en la Hoja, sí lo es en el ámbito de Ázua (Díaz de Neira, 2000a)

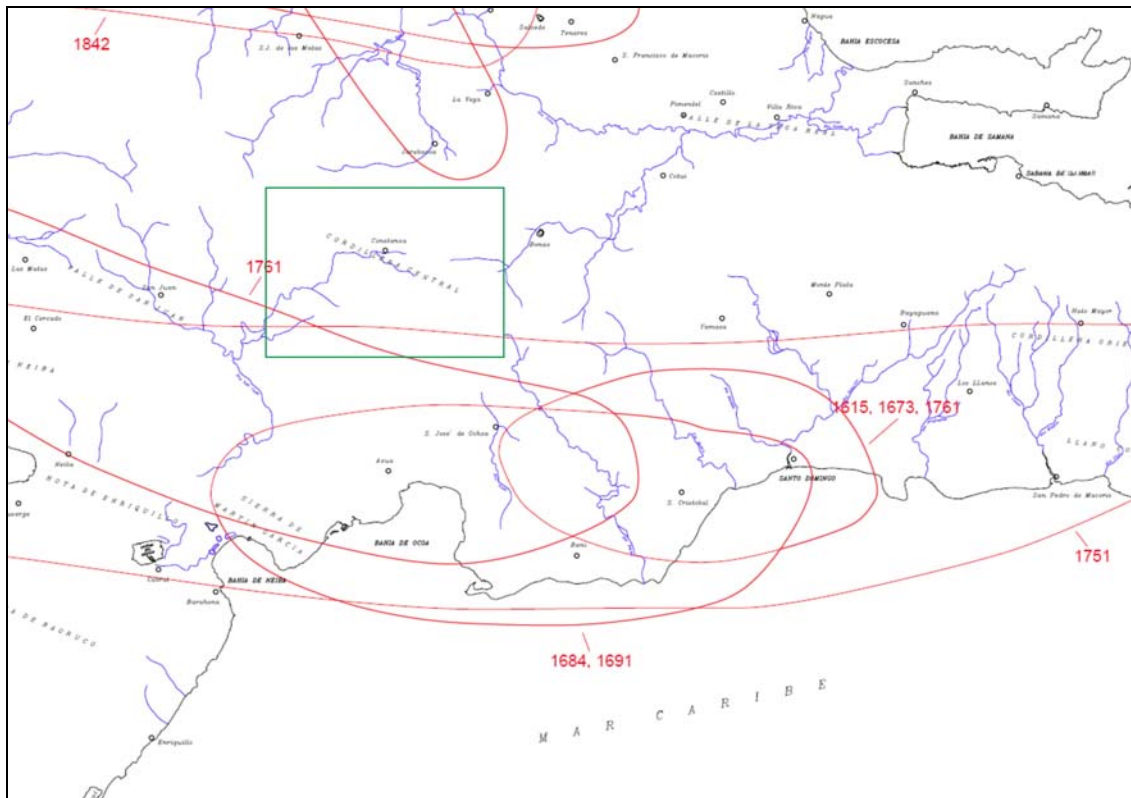


Fig. 6.2. Zonas seriamente afectadas por los principales sismos históricos de La Española (Prointec, 1999)

Las fallas dan lugar a diversos rasgos morfológicos relacionados con la red de drenaje, como son las *pendientes anómalas por exceso*, las *inflexiones bruscas* y los *encajamientos anómalos*, todos ellos muy abundantes en el ámbito de la Cordillera Central. En cuanto a las *capturas*, han provocado modificaciones recientes en la red de drenaje, como la pérdida del endorreísmo del Valle de Constanza o de las depresiones de Carmona y Los Pozos.

### 6.3. Actividad volcánica

Pese a que los episodios más recientes del magmatismo de la provincia volcánica de Yayas de Viajama-Constanza han sido establecidos en 300.000 años (OLADE, 1980), el estado de conservación de algunas formas volcánicas, especialmente en las proximidades de Constanza y El Tetero, sugiere su génesis en fechas mucho más recientes, lo que ha aconsejado su consideración como un proceso activo, pese a que no se han encontrado datos concluyentes que lo corroboren.

En este sentido, se han señalado en la cartografía los *centros de emisión* que poseen un mejor grado de conservación, para llamar la atención de esta circunstancia, sin que

signifique que en caso de reactivarse el volcanismo en la zona tenga que ser en esos centros, dado el carácter difícilmente predecible y precisable de este tipo de procesos. Por el mismo motivo, también se han indicado las *direcciones de flujo de lava* de las coladas que han fluido encajadas en valles, ya que su adaptación a la morfología de éstos sugiere que corresponden a emisiones efectuadas con un relieve modelado muy recientemente.

#### **6.4. Actividad asociada a movimientos de laderas**

La actividad de carácter gravitacional se encuentra ampliamente extendida por la Cordillera Central, donde se ha reconocido un buen número de *cicatrices de despegue, deslizamientos y coluviones*; el simple hecho de su reconocimiento, pese a la conservación efímera de este tipo de formas, indican su reciente desarrollo. Mucho menos abundantes son los *lóbulos de soliflucción*, reconocidos testimonialmente en el sector septentrional, si bien adquieren un mayor desarrollo en la vecina Hoja de La Vega (6073). También se han observado caídas de bloques en las áreas más escarpadas, pero sus dimensiones no han aconsejado su representación.

#### **6.5. Actividad asociada a procesos de erosión**

El enérgico relieve de las áreas montañosas, hace que se trate de zonas muy expuestas a los procesos denudacionales. En relación con ellos, en el sector nororiental se ha destacado un *área sometida a una intensa erosión*, favorecida por los afloramientos muy meteorizados del batolito de El Río

La principal manifestación de los procesos erosivos viene dada por la *incisión lineal* ligada a la actividad de la red de drenaje, mereciendo la pena señalar igualmente la *erosión lateral del cauce* en los ríos principales. También son frecuentes por toda la zona las *cárcavas*, desarrollándose en mayor medida a favor de los afloramientos margosos de las Fms. El Número y Ocoa.

#### **6.6. Actividad asociada a procesos de inundación y sedimentación**

Es la actividad que se produce por una mayor variedad de procesos, además de ser la que tiene una mayor incidencia sobre la población. Su origen está relacionado con la actividad fluvial, el desarrollo lacustre-endorreico y, en general, con cualquier tipo de proceso generador de flujos acuosos o aportes sedimentarios susceptibles de acumularse en áreas deprimidas.

Los procesos de inundación y sedimentación actúan de forma prácticamente permanente sobre los *fondos de valle* de los ríos y arroyos de la cordillera, y de modo algo más irregular, sobre los fondos *del sector suroccidental*, irregularidad que afecta también a los *mantos de arroyada*. En el caso de *las llanuras de inundación*, las inundaciones se producen de forma más esporádica, pero afectando a áreas de mayor amplitud. Los *conos de deyección* y los *abanicos* aluviales poseen una funcionalidad menos predecible, lo que dificulta su tratamiento, pudiendo dar lugar a violentos depósitos de masas aluviales con una participación acuosa variable (Foto 6.1); en algunos casos, sus ápices coinciden con fallas activas, lo que implica que su actividad puede relacionarse con procesos climáticos y tectónicos. En el caso de algunos de los abanicos y conos de mayor envergadura, claramente han perdido su funcionalidad, lo que no implica que su superficie no quede sometida a inundaciones debido a la red de incisión que se ha desarrollado sobre ellos.



Foto 6.1. Cono generado durante un único evento en el verano de 1998 en el valle del río Las Cuevas

Dentro del capítulo de inundaciones, merecen especial atención las avenidas, que suponen el riesgo natural más común del planeta y que tan trágicas consecuencias han tenido en fechas recientes en territorio dominicano. En concreto, la envergadura que pueden adquirir las *áreas inundables* en respuesta al paso de tormentas tropicales



y, especialmente, huracanes, se puso de manifiesto en la región durante el paso del huracán Georges en septiembre de 1998 (Foto 6.2), cuando quedaron anegados todos los valles de la región y destruidos casi todos sus puentes (Foto 6.3).



Foto 6.2. Efectos del huracán Georges en el valle del río Las Cuevas



Foto 6.3. Puente sobre el río Tireo derribado con el paso del huracán Georges

Evidentemente, las *lagunas* y *áreas endorreicas* que salpican la zona, sufren procesos de inundación y sedimentación, bien de forma estacional o permanente. También son susceptibles de aparecer como áreas inundadas las pequeñas depresiones de origen kárstico del ámbito de El Portazuelo, en el caso de lluvias extraordinarias en las que la precipitación supere la capacidad de infiltración.

Generalmente, la formación de avenidas se produce como respuesta del sistema fluvial a un aporte cuantioso de agua desde fuera del sistema, ante lo cual la cuenca actúa adaptándose a las condiciones energéticas del momento, mediante procesos de erosión, transporte o sedimentación. En particular, las lluvias convectivas, de corta duración pero intensidades muy importantes, provocan avenidas súbitas, concentrando un gran caudal punta en un corto espacio de tiempo, dando un margen de reacción muy breve a la población; en algunas zonas, con frecuencia se trata de cuencas de circulación efímera donde la percepción del riesgo puede estar muy distorsionada por el hecho de que los cauces están prácticamente secos habitualmente (Camarasa 2002).

En este tipo de fenómenos, las puntas de crecida superan la capacidad de evacuación de los cauces, produciendo desbordamientos hacia los espacios adyacentes; también puede ocurrir que, debido a la gran potencia erosiva de las aguas, produzcan rupturas transversales en los márgenes de los canales y se derramen por las llanuras laterales.

Aunque los espacios inundables por excelencia son las llanuras de inundación, el desbordamiento de la capacidad del lecho menor puede dar lugar a ocasionales anegamientos incluso de las terrazas bajas. Por lo que respecta a las zonas inundables de un abanico o cono de deyección, están relacionadas con su geometría actual, con la tendencia a la progradación o disección y con las fases pretéritas de su evolución. Así, en abanicos progradantes con pequeños encajamientos, el desbordamiento puede ser masivo, afectando, sobre todo, a las vaguadas laterales y a los sectores más distales. Por el contrario, en abanicos con tendencia erosiva, los canales están bien marcados, pero el exceso de caudal puede abrir nuevas vías o utilizar los paleocanales; en algunos casos, los canales previos se encuentran tan incididos que canalizan la práctica totalidad del flujo, cuya carga es depositada en la zona distal.

### **6.7. Actividad asociada a litologías especiales**

Su expresión se produce en relación con los afloramientos calcáreos de la Fm Jura, en los que se observan *depressiones por disolución* correspondientes a dolinas. De forma genérica, en función de la intensidad de los procesos kársticos, además de los procesos de disolución es preciso tener en cuenta los potenciales procesos de colapso que podrían generarse como consecuencia del desarrollo del endokarst, originando en su caso dolinas en superficie.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

**CALAIS, E. (2008).** Risque Sismique en Haïti: Fondements Scientifiques et Nature du Risque. Conferencia de Puerto Príncipe.

**CAMARASA BELMONTE, A.M. (2002).** Crecidas e inundaciones. En: AYALACARCEDO, F.J., OLCINA, J. (coordinadores). Riesgos naturales. Ariel, Barcelona, 859-877.

**DE LA FUENTE, S. (1976).** Geografía Dominicana. Ed. Colegial Quisqueyana S.A., Instituto Americano del Libro y Santiago de la Fuente sj.; Santo Domingo, 272 pp.

**DÍAZ DE NEIRA, J.A. (2000a).** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 6071-II (Ázua) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto C. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

**DÍAZ DE NEIRA, J.A. (2000b).** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 6072-III (Padre Las Casas) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto C. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

**DÍAZ DE NEIRA, J.A. (2002).** Evolución geomorfológica del Llano de Ázua. Acta Geologica Hispanica, 37, 2-3, 207-227.

**DÍAZ DE NEIRA, J.A., HERNALIZ, P.P. (2000).** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 6072-II (Sabana Quéliz) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto C. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

**DOLAN, J.F. (1988).** Paleogene sedimentary basin development in the eastern Greater Antilles; Three studies in active-margin sedimentology. Tesis Doctoral. Universidad de California, Santa Cruz, 235 pp.

**DOLAN, J.F., MANN, P., DE ZOETEN, R., HEUBECK, C., SHIROMA, J., MONECHI, S. (1991).** Sedimentologic, stratigraphic, and tectonic synthesis of Eocene-Miocene sedimentary basins, Hispaniola and Puerto Rico. En: MANN, P., DRAPER, G., LEWIS, J.F. (eds.). Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola. Geological Society of America Special Paper, 262, 217-264.

- ELECTROCONSULT (1983).** Estudio de pre-factibilidad del área geotérmica Yayas-Constanza. República Dominicana. Santo Domingo, Dirección General de Minería, 23 pp. (Inédito).
- GARCIA, E., HARMS, F. (1988).** Informe del Mapa Geológico de la República Dominicana escala 1:100.000 San Juan (4972). Santo Domingo, 97 pp.
- GÓMEZ, J.A. (2000).** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 6072-IV (Gajo de Monte) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto C. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo
- GÓMEZ, J.A., MARTIN (2000).** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 6072-I (Constanza) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto C. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo
- GUERRA PEÑA, F. (1966).** Las Regiones Fisiográficas de la Isla de Santo Domingo. Unión Geográfica Internacional. Conferencia Regional Latinoamericana, III.
- HEUBECK, C. (1988).** Geology of the southeastern termination of the Cordillera Central, Dominican Republic. Tesis Doctoral. Universidad de Texas, Austin, 333 pp.
- IGME (2004).** Mapa Geomorfológico y de Procesos activos susceptibles de constituir Riesgo geológico a escala 1:100.000. Guía para su elaboración. (Inédito).
- LEWIS, J.F. (1980).** Resume of the geology of Hispaniola. En: Guía de Campo de la 9ª Conferencia Geológica del Caribe, Santo Domingo, República Dominicana, Ed. Amigo del Hogar, 5-31.
- LEWIS, J.F., DRAPER, G. (1990).** Geology and tectonic evolution of the northern Caribbean margin. En: DENG, G., CASE, J.E. (eds.). The Geology of North America, Volume H, The Caribbean region. Geological Society of America, Colorado, 77-140.
- MANN, P., DRAPER, G. LEWIS, J.F. (1991a).** An overview of the geologic and tectonic development of Hispaniola. En: MANN, P., DRAPER, G., LEWIS, J.F. (eds.). Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola. Geological Society of America Special Paper, 262, 1-28.
- MANN, P., DRAPER, G., LEWIS, J.F. (1991b).** An overview of the geologic and tectonic development of Hispaniola. En: MANN, P., DRAPER, G., LEWIS, J.F.

(eds.). Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola. Geological Society of America Special Paper, 262, 1-28.

**OBIOLS, A., PERDOMO, R. (1966).** Atlas de información básica existente y lineamientos para la planificación del Desarrollo integral de la RD. Guatemala.

**OLADE (1980).** Proyecto de investigación geotérmica de la República Dominicana; estudio de reconocimiento-informe geoquímico. En: Bureau de Recherches Geologiques et Miniers (BRGM) y Organización Latinoamericana de Energía (OLADE). Orleans, Quito, 24 pp.

**RUIZ, M.T., KLEIN, E. GARCÍA DE DOMINGO, A. (2000).** Mapa Geomorfológico y de orientación a Riesgos Geológicos de la Hoja a E. 1:100.000 nº 6072 (Constanza) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto C. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

**PROINTEC (1999).** Prevención de Riesgos geológicos (Riesgo sísmico). Programa SYSMIN, Proyecto D. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

**VAUGHAN, T.W., COOKE, W., CONDIT, D.D., ROSS, C.P., WOODRING, W.P., CALKINS, F.C. (1921).** A Geological Reconaissance of the Dominican Republic. En: Editora de Santo Domingo. Colección de Cultura Dominicana de la Sociedad Dominicana de Bibliófilos, Santo Domingo, 18 (1983), 268 pp.

**VESPUCCI, P. (1982).** Preliminary account of the petrology of the late cenozoic volcanic province of Hispaniola. 9ª Conferencia Geológica del Caribe. Santo Domingo, 1, 379-389.

**VESPUCCI, P. (1986).** Petrology and geochemistry of the Late Cenozoic volcanic rocks of the Dominican Republic. Tesis Doctoral. Universidad George Washington, Washington D.C., 223 pp.