



SERVICIO GEOLÓGICO NACIONAL  
REPÚBLICA DOMINICANA

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

**ESCALA 1:100,000**

**RESTAURACIÓN  
(5873)**

**Santo Domingo, R.D., Julio2002-Octubre 2004**

La presente Hoja y Memoria ha sido realizada en el periodo 2002-2004 por Informes y Proyectos S.A. (INYPESA), formando parte del Consorcio IGME-BRGM-INYPESA, dentro del Programa de Cartografía Geotemática de la República Dominicana, Proyecto K, con normas, dirección y supervisión del Servicio Geológico Nacional (SGN), habiendo participado los siguientes técnicos y especialistas:

#### CARTOGRAFÍA GEOMORFOLÓGICA

- Ing. Juan Escuer Solé (INYPESA)

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

- Ing. Juan Escuer Solé (INYPESA)

#### REDACCIÓN DE LA MEMORIA

- Ing. Juan Escuer Solé (INYPESA)

#### 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

- Unidad Técnica de Gestión del proyecto SYSMIN

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

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

SUPERVISIÓN TÉCNICA POR PARTE DEL SERVICIO GEOLÓGICO  
NACIONAL

- Ing. Juan José Rodríguez
- Ing. Santiago Muñoz
- Ing. María Calzadilla
- Ing. Jesús Rodríguez

Se quiere agradecer muy expresamente al Dr. Andrés Pérez-Estaún y al geólogo Javier Sanz 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.....   | 1  |
| 1.1   | Metodología .....   | 1  |
| 1.2   | Situación geográfica.....   | 3  |
| 1.3   | Marco geológico.....  | 4  |
| 1.4   | Antecedentes .....  | 5  |
| 2.    | DESCRIPCIÓN FISIAGRÁFICA.....   | 7  |
| 3.    | ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO.....  | 9  |
| 3.1   | Estudio morfoestructural .....  | 9  |
| 3.1.1 | Formas estructurales .....  | 9  |
| 3.1.2 | Formas volcánicas.....  | 11 |
| 3.2   | Estudio del modelado.....   | 12 |
| 3.2.1 | Formas gravitacionales.....   | 12 |
| 3.2.2 | Formas fluviales y de esorrentía superficial .....  | 13 |
| 3.2.3 | Formas lacustres y endorreicas.....   | 15 |
| 3.2.4 | Formas poligénicas.....   | 15 |
| 3.2.5 | Formas por meteorización química.....   | 17 |
| 3.2.6 | Formas antrópicas .....   | 17 |
| 4.    | FORMACIONES SUPERFICIALES .....   | 18 |
| 4.1   | Formaciones volcánicas.....   | 18 |
| 4.1.1 | Basaltos (I). Plioceno-Cuaternario. ....  | 18 |
| 4.2   | Formaciones gravitacionales.....  | 18 |
| 4.2.1 | Arcillas y arenas con cantos. Coluviones (a). Holoceno.....   | 18 |
| 4.3   | Formaciones poligénicas.....  | 19 |
| 4.3.1 | Limolitas, lutitas y conglomerados. Depósitos mixtos aluviales, coluviales. Glacis. (b, c, d, e, f). Pleistoceno-Holoceno. .... | 19 |
| 4.4   | Formaciones fluviales y de esorrentía superficial .....   | 19 |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 4.4.1 | Gravas, arenas y limos. Terrazas inferiores (i). medias (h) y superiores (g). Holoceno..... | 19 |
| 4.4.2 | Gravas, arenas y limos. Fondos de valle (j). Holoceno. ....                                 | 20 |
| 4.4.3 | Gravas, arenas y limos. Conos de deyección y abanicos aluviales (k). Holoceno               | 20 |
| 5.    | EVOLUCIÓN E HISTORIA GEOMORFOLÓGICA.....  | 21 |
| 6.    | PROCESOS ACTIVOS SUSCEPTIBLES DE CONSTITUIR RIESGO GEOLÓGICO.....                           | 23 |
| 6.1   | Actividad sísmica .....   | 23 |
| 6.2   | Actividad neotectónica .....  | 25 |
| 6.3   | Actividad asociada a procesos de erosión .....  | 25 |
| 6.4   | Actividad asociada a procesos de inundación y sedimentación.....                            | 26 |
| 6.5   | Actividad antrópica.....  | 27 |
| 7.    | REFERENCIAS CITADAS.....  | 28 |

---

# 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 del Servicio Geológico Nacional (SGN), se decidió a abordar, a partir de finales de la década pasada, 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 este contexto, el consorcio integrado por el Instituto Geológico y Minero 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, bajo el control de la Unidad Técnica de Gestión (UTG) y la supervisión del Servicio Geológico Nacional (SGN), del denominado Proyecto K, cuyo desarrollo se ha producido simultáneamente con el del Proyecto L, adjudicado al mismo consorcio.

Dicho Proyecto, realizado entre Julio 2002 y Julio 2004, incluye la elaboración de las 14 Hojas Geológicas a escala 1:50.000 y los 5 mapas Geomorfológicos, Procesos Activos y Recursos Minerales a escala 1:100.000 que componen los siguientes cuadrantes:

- Restauración 5873 (Restauración 5873-1, Bánica 5873-II)
- Dajabón 5874 (Dajabón 5874-1, Loma de Cabrera 5874-II)
- Montecristi 5875 (Montecristi 5875-1, Pepillo Salcedo 5875-II)
- Diferencia 5973 (Diferencia 5973-1, Lamedero 5973-II, Arroyo Limón 5973-3, Jicomé 5973-IV)
- Mao 5974 (Mao 5974-1, Monción 5974-II, Santiago Rodríguez 5974-3, Martín García 5974-IV,))

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; por ello, a lo largo de la presente Memoria son frecuentes las alusiones a otras Hojas.

Durante la realización de la Hoja geomorfológica a escala 1:100.000 de Restauración se ha utilizado la cartografía geológica a escala 1:50.000 elaborada durante el presente proyecto, además de la información disponible de diversa procedencia y las fotografías aéreas a escala 1:40.000 del Proyecto MARENA (1983-84), las del Proyecto ICM, a escala 1:60.000 (1958) y las imágenes de satélite Spot P, Landsat TM y SAR. La cartografía previa ha sido complementada con 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 del 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 del Proyecto a la Guía para la elaboración del Mapa Geomorfológico de España a escala 1:50.000 (IGME, 2003) 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, en referencia a los Mapas Geomorfológico y de Procesos Activos susceptibles de constituir Riesgo Geológico del cuadrante de Restauración (5873). 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 geográfica y 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.

Por otra parte, las memorias de las Hojas Geológicas a escala 1:50.000 citadas, incluyen la mayor parte de la información contenida en el presente texto, distribuida entre sus capítulos correspondientes a Introducción (Descripción fisiográfica), Estratigrafía (Formaciones superficiales) y Geomorfolología (Análisis morfológico y Evolución e historia geomorfológica).

## **1.2 Situación geográfica**

La Hoja a escala 1:100.000 de Restauración (5873) está ubicada en el sector occidental de la República Dominicana en la Cordillera Central (Figura 1), a unos 200 Km en línea recta de la capital, Santo Domingo. La vía de acceso más cómoda, en vehículo, a la zona comprendida por la hoja es el trayecto que desde Santo Domingo lleva a San Juan de la Maguana, para desde aquí enlazar con la carretera internacional que atraviesa la hoja de sur a norte. Una vez dentro, el acceso se hace más complejo, exceptuando las escasas pistas forestales transitables en vehículo muchas zonas solo son accesibles a pie o mediante animales.

La Hoja comprende terrenos pertenecientes a las provincias de Dajabon, San Juan y Elías Piña, con porciones de los municipios de Restauración, Bánica, Pedro Santana, Comendador y Las Matas de Farfán.

La población es escasa y se concentra principalmente alrededor de las poblaciones de Restauración y Bánica.

En la actualidad muchas de las casas dispersas existentes en la hoja están abandonadas, testigo de una "desertificación" rural.

Las principales actividades económicas de la zona son el aprovechamiento forestal, la ganadería y la agricultura.

La red fluvial es subsidiaria de las cuencas del río Artibonito y Yaque del Sur incluyendo la hoja parcialmente la divisoria entre ambas.

### **1.3 Marco geológico**

En términos generales la geología de la isla de La Española está controlada por tres factores principales:

- ✓ El carácter oceánico de la isla asentada desde el Jurásico hasta el Paleoceno sobre una zona muy activa de la corteza oceánica, sometida a procesos de subducción.
- ✓ La posición de la isla en un área de clima tropical responsable por una parte de la alta productividad biológica de las aguas circundantes, posibilitando la formación de plataformas someras dominadas por calizas arrecifales, y por otra de las altas tasas de meteorización
- ✓ La intensa actividad tectónica principalmente de desgarre transpresivo, que ha afectado a isla desde su formación dando lugar por una parte a una elevada tasa de denudación y por otra a la formación de cuencas profundas y compartimentadas, donde se han acumulado potentes series sedimentarias.

La repartición espacial de los materiales es muy heterogénea, pudiendo diferenciarse, dentro del área abarcada por el Proyecto K, una serie de dominios tectosedimentarios: el dominio de la Cordillera Septentrional, el dominio del Valle del Cibao, el dominio de Amina-Maimón, el dominio de Tavera, el dominio de la Cordillera Central, el dominio del Cinturón de Trois Rivières-Peralta y el dominio de la Cuenca de San Juan. Dentro de la presente hoja los materiales representados corresponden a los dominios de la Cordillera Central, Tavera Trois Rivières-Peralta y el dominio de la Cuenca de San Juan. El dominio de Tavera tiene su área de afloramiento limitada a la Zona de Falla de La Española, y esta ocupado por una serie compleja, al menos en parte sintectónica, y con espesor de difícil evaluación, que incluye materiales volcánicos y vulcanosedimentarios, brechas de talud, turbiditas, calizas de plataforma y conglomerados fluviales, todo ello con un rango de edades comprendido entre el Eoceno Inferior y el Oligoceno Inferior.

El dominio de la Cordillera Central se caracteriza por su gran complejidad y está limitado al Sur por la Falla de San José-Restauración. Los materiales más antiguos que afloran en este dominio son depósitos volcánicos y vulcanosedimentarios, de edad Jurásico Superior-Cretáceo Inferior, que presentan una deformación polifásica y son denominados Complejo Duarte. Sobre este "zócalo" se depositó una potente serie vulcanosedimentaria a la que siguen depósitos de talud y calizas pelágicas, todavía durante el Cretáceo Superior, y finalmente calizas de plataforma de edad Eoceno. Todos estos materiales están afectados por deformaciones de carácter transpresivo de intensidad variable según zonas y, además, se encuentran afectados por numerosas intrusiones, principalmente de carácter ácido, y diversos grados y tipos de metamorfismo.

El dominio del Cinturón de Trois Rivières-Peralta está limitado al Sur por la Falla de San Juan-Los Pozos e incluye una potente serie con un rango de edades entre el Cenomaniense y el Mioceno Inferior. Los materiales y facies representados son muy diversos, con predominio de turbiditas y calizas pelágicas, pero incluyendo también materiales vulcanosedimentarios, calizas pelágicas y de plataforma, e importantes depósitos sintectónicos.

El dominio de la Cuenca de San Juan ocupa la esquina Suroeste del área del proyecto K. Los materiales representados, en parte sintectónicos, abarcan un rango de edades desde el Oligoceno superior al Plio-Pleistoceno. Constituyen, en conjunto, una serie de relleno de cuenca pasando de facies turbidíticas hasta depósitos fluviales gradualmente. Además de estos materiales hay que señalar la presencia de una cierta diversidad de materiales cuaternarios.

#### **1.4 Antecedentes**

Al igual que en resto del territorio dominicano, son escasas las referencias de índole geomorfológica que afectan a la Hoja de Restauración, correspondiendo en la mayor parte de los casos a aspectos contenidos dentro de estudios geográficos o geológicos, o bien a trabajos de carácter muy específico. En cualquier caso, la nitidez y personalidad de los grandes dominios fisiográficos hacen que exista una unanimidad prácticamente total a la hora de su delimitación y denominación.

Sin duda, el trabajo de mayor interés desde un punto de vista geomorfológico es el libro *Geografía Dominicana* (De la Fuente, 1976), que además de aportar una abundante cantidad de datos geográficos e ilustraciones, apunta numerosas

consideraciones de orden geomorfológico; sus denominaciones han servido como referencia durante la realización del presente trabajo.

Entre los trabajos más recientes es preciso señalar los elaborados dentro del Proyecto SYSMIN especialmente aquellos relacionados con la evaluación del riesgo sísmico.

---

## 2. DESCRIPCIÓN FISIAGRÁFICA

---

La Hoja de Restauración se halla en el extremo occidental de la Cordillera Central, y presenta una fisiografía muy accidentada, aunque sin alcanzar cotas muy elevadas. La hoja no se eleva nunca por encima de los 1800 m, con su punto dominante en la Loma de Nalga de Maco, cerca de su extremo oriental, con 1750 msnm. De esta forma, la topografía presenta tendencia a descender hacia el W, a medida que se manifiestan los últimos relieves ligados a la Cordillera Central. El punto más deprimido de la hoja se halla a 230 msnm, donde el río Artibonito abandona la hoja cerca de su esquina SW.

El relieve es en general más abrupto y más elevado en la mitad oriental de la hoja. La red de drenaje de la hoja se dispone tributaria del Río Artibonito, que fluye hacia el sur atravesando la hoja desde su extremo superior a la esquina suroccidental. El resto de la red principal lo forman, aparte del Río Libón que afluye al Artibonito desde el NW aproximadamente en el centro de la mitad septentrional de la hoja, una serie de ríos que también afluyen al Artibonito, pero en dirección E-W, sensiblemente paralelos, separando los macizos marginales de la Cordillera Central: el Río Tocino, entre los macizos coronados por la Loma de Pico Prieto (1516 m) y el del Firme del Ojo de Agua (1167 m) al S y al N respectivamente; el Joca, entre el anterior al sur y la Loma de Nalga de Maco al norte; y el Río Vallesito, entre la Nalga de Maco y el alto del Maniel (1216 m). De esta forma, la red hidrográfica local drena, a grandes rasgos, de norte a sur por el río Artibonito, al oeste del cual se extiende la República de Haití, y de este a oeste a través, principalmente, de los ríos Joca, Tocino y Vallesito afluentes de aquel.

El clima dominante es tropical, marcado por dos estaciones bien definidas y condicionadas por los vientos alisios y las corrientes marinas: la lluviosa o ciclónica (de abril a junio) y la seca. Las tormentas tropicales son típicas del verano y la época de huracanes se concentra principalmente en septiembre y octubre. Las precipitaciones medias crecen de S a N de la hoja, de 1200 a 1800 mm/año, y la temperatura anual media se halla en torno a los 24°C.

**DOMINIOS FISIAGRÁFICOS DE LA REPÚBLICA DOMINICANA (Modificado de De la Fuente 1976)**

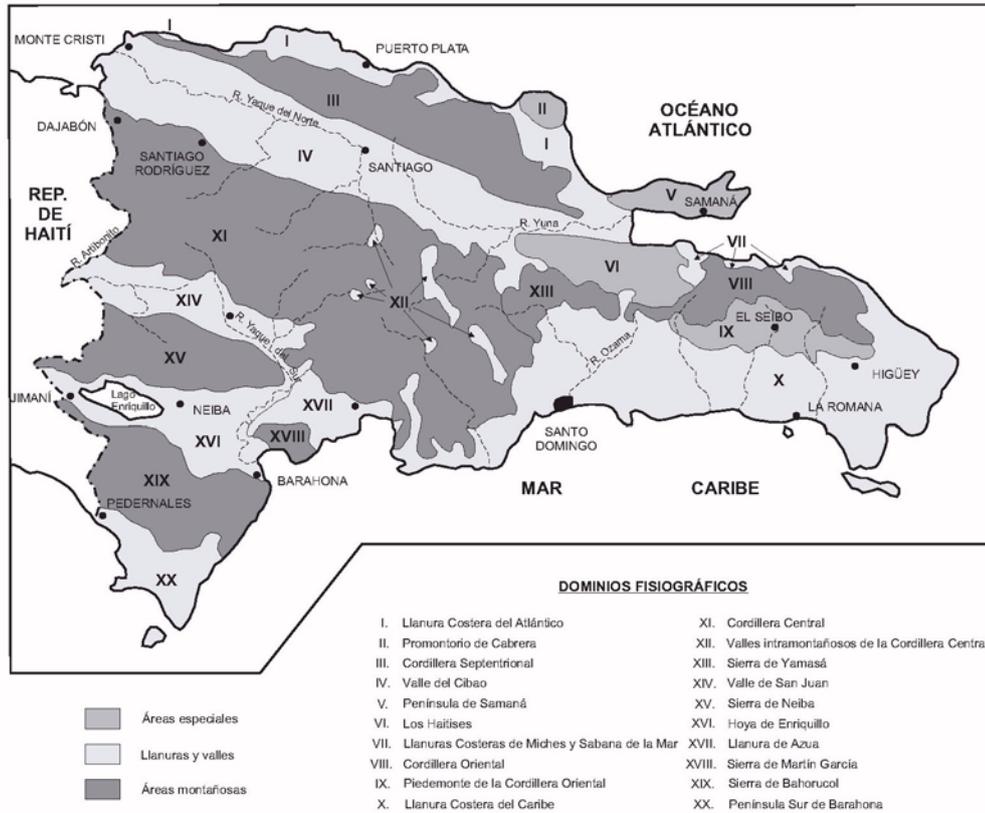


Fig. 1

Figura 1 – Dominios fisiográficos de la República Dominicana

### 3. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO

---

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 estructuración; y morfogenético, considerando las formas resultantes de la actuación de los procesos externos.

#### **3.1 Estudio morfoestructural**

En la hoja aparecen las siguientes unidades morfoestructurales de rango mayor: la Cordillera Central y el Valle de San Juan.

La Cordillera Central es el principal sistema montañoso de la isla y puede considerarse constituida por un macizo central y tres ramas principales. La Hoja de Mao comprende relieves pertenecientes al denominado macizo del Noroeste (De la Fuente, 1976). Sin embargo, en el ámbito de la hoja, esta zona de la Cordillera Central ha sido arrasada en, al menos, una ocasión, afectada por procesos de peniplanización que crearon amplias superficies de erosión, hoy completamente degradadas o en un estado muy avanzado de degradación. Estas se reconocen en la mitad meridional de la hoja y se tratan más ampliamente en el apartado de formas poligénicas.

El Valle de San Juan es continuación de la llanura central haitiana y se extiende entre la Cordillera Central y la Sierra de Neiba.

##### 3.1.1 Formas estructurales

La influencia tectónica en el origen y configuración del relieve queda reflejada en las denominadas formas estructurales. La alternancia de capas de roca con diferente respuesta al ataque de los agentes externos propicia la erosión diferencial reflejando en la morfología caracteres geológicos estructurales. Es por tanto la estructura geológica la que controla el relieve. Los agentes externos solo descubren y modelan sobre un patrón preestablecido.

En la mitad meridional de la hoja son frecuentes los relieves estructurales, desarrollados estos a favor de la diferencia de competencia existente entre los materiales del sustrato. Los grandes volúmenes del relieve corresponden a macizos calizos (Loma Longaniza, Loma Pico Prieto) que suelen presentar vagas estructuras monoclinales donde las líneas de capa están muy bien representadas. También pueden aparecer superficies estructurales como las de Loma Nalga de Maco. Los límites de las superficies estructurales pueden ser muy abruptos mostrando escarpes

estructurales más o menos importantes. Estos se desarrollan gracias a la existencia de una capa dura y no están vinculados necesariamente a la aparición de una superficie pudiendo aparecer de forma individualizada. En la cartografía se han diferenciado atendiendo a su tamaño.

En la Cordillera Central aparecen diversas morfologías relacionadas con el trazado de fallas, algunas con expresión morfológica clara. Corresponden a fallas normales y desgarres cuya longitud puede superar 10 km; algunos de éstos parecen responder al rejuego de fallas inversas. También se han identificado cabalgamientos con expresión morfológica como el que afecta la propia formación Trois Rivieres al sur de Loma de Sombrero o el que pone en contacto los materiales blandos de la formación Trois Rivieres con los materiales más competentes de las formaciones Neiba, Sombrerito y Arroyo Blanco. Sobre esta última formación el relieve en cuestas debido a la erosión diferencial es muy aparente.

En ocasiones, la presencia de rasgos morfológicos parece estar condicionada por una falla, sin que se tenga la total certeza de su existencia; en otras, las fallas parecen encontrarse bajo depósitos cuaternarios sin afectarlos, habiéndose representado en ambos casos como fallas supuestas.

Otras formas estructurales tales como crestas, barras rocosas, resaltes estructurales subverticales y cerros cónicos están derivadas de la diferente respuesta de la litología a los agentes externos y/o a la existencia de diques que al ser sometidos a erosión diferencial configuran relieves positivos.

El sector meridional de la Hoja está surcado por el Río Artibonito con un trazado general norte sur. Las formas estructurales modeladas están derivadas en las diferencias litológicas existentes. En particular, las rocas más blandas al norte y las calizas al sur puestas en contacto por la falla de San Juan-Los Pozos, son excavadas en el valle alto del Río Tocino, así como por algunos pequeños arroyos afluentes del Río Artibonito. La zona de falla constituye un área de desarrollo de valles con relación al conjunto de cerros constituidos por calizas que constituyen el bloque meridional de la falla. Las alturas de los cerros, estribaciones de la Cordillera Central, varían entre más de 600 m al oeste y 1000 m al este, siendo 1516 m la altura en la Loma del Pico Prieto. La diferenciación en varias crestas y divisorias de agua hacia el este de los cerros, Loma La Longaniza-Loma El Morro, Pico Prieto-Loma el Cerro-Loma Pico

Prieto, El Culantro-Sobacón, parece estar relacionado con las diferentes láminas cabalgantes desarrolladas en las calizas de la formación Neiba y en menor medida de la formación Sombrerito.

Por otro lado, la disposición de los estratos de la formación Sombrerito produce un relieve en cuevas y escalones dependiente de la inclinación de los estratos. Este relieve está mucho más degradado al sur del Manguito, donde los estratos de la parte alta de la formación Sombrerito están verticales y dan lugar a algunas lomas elevadas y orientados según la estratificación, como la Loma La Blanquita o la Loma El Salto desarrolladas a partir de capas gruesas de areniscas.

Las formaciones Arroyo Blanco y Arroyo Seco también muestran un tipo de relieve diferencial influenciado por la presencia de grandes cuerpos de conglomerados entre depósitos más blandos. El relieve en escalón controlado por la sucesión homoclinal de estratos es patente al sur del Arroyo Los Galitos y sobre todo en la alineación de un conjunto de cerros de la formación Arroyo Blanco en el bloque superior de la falla de la Clavellina. El trazado del Arroyo Los Galitos (afluente del Río Tocino) sigue o erosiona el bloque superior de la falla y se excava en las margas de la formación Thomonde que forman el anticlinal de María Isabel. Los escarpes estructurales van quedando difuminados hacia el sector suroccidental de la Hoja donde los estratos de la formación Arroyo Seco tienen buzamientos próximos a la horizontal. En este área como en menor medida en los sectores donde el buzamiento de las capas es pequeño, como en el sinclinal de Bánica, se desarrolla un drenaje de tipo dendrítico que va ligado al transporte ocasional de agua, la deforestación, la fuerte erosión del suelo y el rápido relleno del drenaje.

Cerros de una cierta altura, 580 m, se han formado en el contacto entre la formación Thomonde y la formación Arroyo Blanco, justo donde aparecen abundantes y continuas capas horizontales, o inclinadas pocos grados hacia el norte, de calizas arrecifales, en la sucesión estratigráfica. Estos cuerpos corresponden al Cerro de Pico Prieto y lomas de Rincón Grande.

### 3.1.2 Formas volcánicas

Si bien no puede hablarse de formas volcánicas en sentido estricto si debe apuntarse la existencia de relieves controlados por la presencia de una capa dura de origen

volcánico reciente. Este es el caso de la Loma de Sinazal en la esquina sureste de la hoja. Dicha loma con un trazado norte sur contrasta grandemente con las directrices generales del relieve de dirección este oeste controladas por la estratificación. La acumulación de bloques de basalto en una loma viene aquí derivado, de una intrusión de las lavas basálticas.

### **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 geomorfológica sensiblemente diferente. Así, el modelado de la Cordillera es el producto de una larga evolución presidida por los procesos geodinámicos internos (ígneos y tectónicos) acaecidos a lo largo del periodo Cretácico-Terciario, generadores de relieves positivos, sobre los que han actuado, con mayor o menor efectividad, diversos agentes morfogenéticos encaminados a la destrucción o modelado de dichos relieves, destacando los de carácter fluvial y poligénico.

En el caso del Valle de San Juan, puede considerarse que la creación de su fisonomía básica arranca con los procesos de sedimentación y acumulación de los materiales procedentes de la Cordillera Central, iniciados entrado el Cenozoico.

#### **3.2.1 Formas gravitacionales**

Los movimientos en masa son uno de los procesos geomorfológicos dominantes en los trópicos. Su abundancia en la Cordillera Central, se ve favorecida por los importantes desniveles existentes, adquiriendo un notable desarrollo en algunas zonas, especialmente los deslizamientos en torno a la Loma de los Guandules, Cerro de la Yerba Paez y Cerro de la Piedra de Amolar entre otros. Pese a ello, se trata de formas efímeras, ya que la propia dinámica de retroceso de las vertientes provoca su permanente evolución.

Otras formas identificadas son los coluviones, formados como respuesta al desequilibrio provocado en las laderas por la erosión fluvial. A pesar a los desniveles existentes en el ámbito de la Cordillera Central, no se trata de formas excesivamente extendidas ni de grandes dimensiones, en buena parte como consecuencia de la propia dinámica de retroceso de las vertientes, que provoca su permanente evolución.

### 3.2.2 Formas fluviales y de escorrentía superficial

Son las formas con mejor representación cartográfica de toda la zona. Su cartografía permite asimismo y de forma complementaria una detallada caracterización de la red de drenaje. La red de drenaje puede ser clasificada basándose en la densidad de corrientes, textura y forma, factores todos ellos deducibles a partir de fotointerpretación, aplicando la clasificación de Way. Los terrenos de la Cordillera Septentrional presentan una densidad de drenaje fina a media con una textura de tipo dendrítico. El río Artibonito, principal eje de drenaje de la hoja, presenta un marcado contraste entre la mitad norte y la mitad sur de la hoja. En la mitad norte aparece encajado en cañones profundos mientras que en la mitad sur, aguas abajo de Pedro Santana, presenta un buen desarrollo de terrazas. Dicho contraste es reflejo directo de los cambios en el substrato geológico y su disposición estructural a lo largo del curso fluvial.

Los fondos de valle aparecen bien representados tanto en la Cordillera Central como en el Valle de San Juan. Estas formas suelen quedar delimitadas por rupturas de pendiente cóncavas, más o menos pronunciadas, en ambas orillas a lo largo de su curso. Pueden presentar drenaje en su parte media o no. Cuando el drenaje incide el fondo de valle se ha cartografiado como incisión lineal. Es frecuente que los fondos de valle hayan sido habilitados para el cultivo por lo que muestran cierta antropización que se traduce en márgenes que protegen los campos. Esta forma implica por sí misma un cierto depósito. A pesar de su aparente falta de funcionalidad forman parte de la red de drenaje concentrando, en caso de fuertes precipitaciones, la arroyada. Son el principal testimonio de la actividad sedimentaria de los principales elementos de la red fluvial actual.

Se han identificado niveles de terrazas, especialmente en el río Artibonito a su paso por el Valle de San Juan, aunque su tamaño y distribución, así como la escala de trabajo a dificultado su representación cartográfica obligando a agruparlas en conjuntos: terrazas inferiores +5-10m, medias +20-25 m y superiores +40-50 m sobre el cauce actual.

Los sistemas de terrazas encajadas se disponen paralelas y a lo largo del fondo del valle, indicando una secuencia de encajamiento de la red. Una o dos terrazas se encuentran por debajo de la más alta, entre 20-30 m sobre el lecho actual. Ambas pueden corresponder al depósito que al sur de Bánica muestra dos acumulaciones de conglomerados, la inferior de 6-7 m de espesor y la superior de 1,5 m, separados por 5 m de limolitas con algunos canales. Otro conjunto de terrazas

encajadas y bajas se disponen entre 0-10 m con respecto al curso actual. Estas terrazas bajas muestran migración lateral con cicatrices y escalones en los meandros del Río Artibonito. Los depósitos están constituidos mayoritariamente por limolitas.

Existen terrazas desarrolladas en algunos de los afluentes al Río Artibonito. En particular se observan terrazas con cantos de un cierto tamaño en el curso del Río Tocino. Aparte de las situadas a escasos metros del curso actual, se encuentran otras a más de 10 m sobre el fondo del Río Tocino en La Hermita. Forman un cuerpo de varios metros de conglomerados cementados con limolitas y suelos intercalados. Otro hecho a remarcar, es que presentan una fuerte inclinación local de hasta 6° hacia el oeste y que tienen desarrollado un caliche.

El resto de arroyos son cursos intermitentes y muestran lechos que según su drenaje deben transportar cantos y movilizar barras tan sólo ocasionalmente. Una gran parte de los arroyos y cañadas importantes muestran la excavación de cursos rellenados con antigüedad. Las terrazas colgadas a medio o un metro, con un mayor espesor y con depósitos de conglomerados corresponden al Arroyo Los Galitos, donde pueden alcanzar 3 m, o en algunos de sus afluentes como el Arroyo El Paletar y la Cañada de los Sabinos, o en otros arroyos como Vallecito, Arroyo Colorado y Mamoncito sólo se observa un depósito con un espesor de medio metro. Los cantos que se encuentran retrabajados en estos depósitos más modernos deben provenir de los conglomerados de las formaciones neógenas, el depósito aluvial cuaternario de Sabana Mula y en menor medida de otras terrazas. En el Arroyo Los Galitos el tramo de barras fluviales (2-3 m) es sucedido por depósitos de desbordamiento, como 1,75 m de limos y lutitas con pequeños rellenos de canal de 15-20 cm de espesor y coronados por 50 cm de suelos con raíces. Estos rellenos sobre las terrazas son frecuentes, como al oeste de los Memisos. Las cañadas menores muestran rellenos de limos con cantos.

Entre las formas erosivas se han reconocido: barrancos de incisión lineal, ampliamente representados en la Cordillera Septentrional y aristas divisorias. Estas formas son las más ampliamente representadas de la zona, produciéndose sus efectos más notorios en el dominio montañoso. El proceso erosivo ha dado lugar a: gargantas, cañones y rápidos, como los que muestra el Artibonito al cruzar la Cordillera Central; pérdidas de drenaje, frecuentes en las zonas kársticas; aristas, que poseen una notable representación; divisorias montañosas redondeadas, representadas en el macizo tonalítico; y cárcavas, poco frecuentes debido a la elevada

proporción de materiales competentes, pudiendo aparecer aisladas o en áreas acaravadas, habiéndose conservado en algunas ocasiones su cabecera.

También tienen representación los conos de deyección y abanicos aluviales dispuestos al sur de los relieves calizos de Loma La Longaniza, Loma Colorada y Loma Pico Prieto, de la vertiente Sur de la Cordillera Central que aparecen al sur de la Hoja (cuenca del arroyo los Galitos). Su depósito se produce en la confluencia de los elementos de la red fluvial con áreas menos encajadas, en las cuales la carga transportada por aquellos pierde su confinamiento, expandiéndose. Las dimensiones de estos conos son reducidas entorno al kilómetro cuadrado. Están formados por limos con cantos y algunos bloques de caliza de hasta un metro y fuertes pendientes.

### 3.2.3 Formas lacustres y endorreicas

En la planicie de Sabana Mula, se ha cartografiado una pequeña área endorreica generada por encharcamientos estacionales que producen pequeñas acumulaciones de arcillas y limos con desarrollo de caliches durante la estación seca.

### 3.2.4 Formas poligénicas

Se incluyen en este grupo las formas cuya morfogénesis puede atribuirse a la acción simultánea o sucesiva de más de un proceso morfogenético. En este grupo se incluyen los piedemontes y las superficies de erosión que aparecen en la hoja.

Es innegable la existencia en la hoja de al menos una superficie de erosión que afecta a los materiales de la formación Trois Rivières al sur de Loma del Sombrero.

La variabilidad altitudinal entre los diferentes retazos de la superficie es también incuestionable, entre los 400 y 450 msnm, aunque el origen de dicha variabilidad no lo sea tanto. Esto puede deberse a distintas circunstancias que probablemente puedan haberse combinado: existencia de más de una superficie, deformaciones tectónicas posteriores a la elaboración de la/las superficies (fracturas, basculamientos), desniveles previos importantes (existencia de un paleorrelieve) y evidentemente retoques erosivos posteriores.

Los piedemontes al sur de Loma la Longaniza constituyen la transición entre zonas elevadas, donde la erosión es el proceso predominante, y las áreas de bajo relieve en las que imperan el transporte y sedimentación. Por tanto las morfologías

que se han generado pueden ser de carácter erosivo o mixto como los glacis o claramente deposicional como los abanicos aluviales.

Los glacis y los abanicos aluviales están íntimamente relacionados por lo que, a veces, surge un problema para diferenciarlos; aunque, desde un punto de vista morfogenético, los abanicos se incluyen claramente en el sistema fluvial. Un abanico puede convertirse en un glacis como consecuencia de un descenso del nivel de base y un aumento de la erosión, que provoca su degradación. A su vez, un glacis puede quedar fosilizado por aportes posteriores formando un claro abanico. Se ha preferido describir los piedemontes que aparecen al sur de la Hoja (cuenca del arroyo los Galitos) como glacis por diversas razones: en primer lugar para remarcar su origen poligénico mixto aluvial y coluvial; asimismo se ha tenido en cuenta que el espesor del depósito es inferior a 1/100 de la longitud de la forma y presenta las mayores potencias, al menos aparentemente, en las zonas más distales, características más propias de los glacis.

Depósitos de origen poligénico corresponden a cuerpos cuyo origen se debe tanto a cursos concentrados, como depósitos de pendiente. Los fondos de valle pueden estar cubiertos por limos y arenas con pavimentos de cantos rodados. La red dendrítica de barrancos muestra limolitas coluviales y suelos endurecidos, muy abundantes en el área de Rincón Grande a Bánica y en el sudoeste de la Hoja. Existen algunos glacis de pequeñas dimensiones, en parte colgados y que parecen asociadas a las terrazas excavadas en los arroyos y cañadas. Una gran parte está desarrollado sobre los materiales blandos de la formación Thomonde, pero también se encuentran sobre las formaciones Arroyo Blanco y Arroyo Seco. Algunos, como en la Cañada de los Sabinos tienen desarrollado un caliche a techo. Los de mayores dimensiones se encuentran cerca de la desembocadura del Río Tocino y en un área al sur de Sábana Cruz, asociadas a la terraza más alta del Río Artibonito.

El área de Sabana Mula forma una amplia llanura desarrollada sobre un caliche carbonatado que culmina en depósitos de canales de conglomerados provenientes del desmantelamiento de las lomas donde afloran las formaciones carbonatadas septentrionales. Los afloramientos en los alrededores del Ranchito (al este del cuerpo volcánico de la Loma de Sinazal) tienen unas dimensiones reducidas y tan sólo se deduce su inclinación de los abanicos hacia el sur. La pendiente de los depósitos al oeste de la Loma de Sinazal es hacia el sudoeste, estando erosionado los cuerpos por el Arroyo Galitos y tendiendo una pendiente hacia el Río Artibonito. Algunos cerros

testigo pueden ser relictos del depósito de conglomerados desmantelados en mitad de la Hoja. Así, montículos en la Loma de Rincón Grande están coronados por 2 m de conglomerados y otros se encuentran como vestigios al sur del Arroyo Galitos, lo que indica la extensión meridional y la falta de indicios de actividad de la falla de la Clavellina, desde entonces. Para alguno de los cerros es complicada su inclusión en estos depósitos aluviales, salvo por estar localizados a unas ciertas alturas, como los 380 m del depósito cercano a la cañada de los Reyes. Los depósitos aluviales del sistema están interdigitados con sistemas de abanicos adosados a los cerros que forman la Sierra. Algunos de ellos tienen grandes dimensiones como el localizado en Sabana de Los Pinos, u otros que tienen menores dimensiones y forman sistemas en la Loma Rincón Grande y La Longaniza.

Por último en la hoja de Restauración también e han identificado relieves residuales o monadnoks que responden a sierras, crestas y cerros o colinas aislados de las llanuras adyacentes.

### 3.2.5 Formas por meteorización química

La formación Neiba registra formas cársticas representadas por algunas cuevas situadas en las proximidades del Morro. Así mismo puede identificarse un lapiaz muy evolucionado sobre las calizas de la formación Sombrero en la Loma de San Francisco, donde se encuentra además la Cueva de San Francisco a unos 200 m sobre el cauce del Río Artibonito. El afloramiento de las calizas, salvo en el cerro de la Cueva, suele ser como grandes bloques sueltos en donde se observan grandes canales de disolución.

### 3.2.6 Formas antrópicas

Como agente geomorfológico, el hombre actúa en diferentes sentidos: modificando el paisaje debido a los usos del suelo para actividades agropecuarias, labores extractivas (canteras a cielo abierto, minería, trincheras, desmontes), construcción de redes de transporte y asentamientos urbanos o de tipo industrial; localmente, la remoción de materiales y la modificación de la topografía original son intensas, bien allanando, rellenando o ahuecando el terreno. Obviamente, no se han representado las modificaciones antrópicas plasmadas en la base topográfica (núcleos urbanos, viales, ferrocarriles y otros elementos planimétricos).

## 4. FORMACIONES SUPERFICIALES

---

Las formaciones superficiales son conjuntos litoestratigráficos formados por materiales frecuentemente no coherentes o secundariamente consolidados, relacionados con la evolución reciente del relieve, y con un espesor máximo de orden decamétrico y edad cuaternaria o pliocuaternaria. Estas formaciones pueden ser cartografiadas y ser definidas atendiendo a atributos como geometría, textura, potencia, tamaño, génesis y cronología.

A continuación se relacionan las unidades cartografiadas y sus principales características.

### **4.1 Formaciones volcánicas**

#### 4.1.1 Basaltos (I). Plioceno-Cuaternario.

El afloramiento se localiza en la Loma de Sinazal, al SE de la Hoja, donde pese a la erosión todavía se reconoce una morfología subtabular. La roca se presenta con tonos oscuros, composición básica y textura microporfídica, con fenocristales submilimétricos de máficos (olivino) y matriz vítrea. Petrográficamente se clasifica como una lava basalto-olivínica de composición muy probablemente alcalina; está constituida por fenocristales submilimétricos de olivino, que forman granos individuales subidiomorfos a xenomorfos o agregados en sineusis y esqueléticos, microfenocristales de piroxenos accesorios, y una pasta intergranular desvitrificada y rica en opacos. Se superpone una alteración en relación con la cual los olivinos son reemplazados zonalmente por serpentinitas y agregados de iddingsita. La matriz desvitrificada está formada por un agregado de micas, sericita, opacos, muy escasos piroxenos y óxidos de Fe-Ti, de tamaño muy fino, submicroscópico.

### **4.2 Formaciones gravitacionales**

#### 4.2.1 Arcillas y arenas con cantos. Coluviones (a). Holoceno

En general se trata de depósitos muy heterométricos, con acumulación caótica de bloques y gravas con abundante matriz limosa. La forma de los cantos es angulosa, excepto cuando ya están rodados en el área fuente. La litología de estos depósitos es muy variada en función del tipo de sustrato de cada zona. Su potencia y características internas también son variables, no pudiendo precisarse aquella por

ausencia de cortes de detalle, aunque se deducen potencias de orden métrico. En cuanto a su edad, se asignan al Holoceno. Aparecen con preferencia asociados a los relieves estructurales de la mitad meridional de la hoja en las vertientes de Loma Cucurucho, Loma de la Palma, Firme los Tocones, así como rodeando la Loma de Shazal.

### **4.3 Formaciones poligénicas**

4.3.1 Limolitas, lutitas y conglomerados. Depósitos mixtos aluviales, coluviales. Glacis. (b, c, d, e, f). Pleistoceno-Holoceno.

En los alrededores de Sabana Mula y Bánica, orlando la cuenca del Arroyo Los Galitos, se han modelado glacis sobre los niveles blandos de la formación Sombrerito. Al menos se identifican cinco generaciones. Sus raíces se sitúan en las facies más competentes de la citada formación, calizas arrecifales, bioclásticas y nodulosas, que forman relieves en cuestas. Estas formaciones superficiales cubren extensas áreas con suave pendiente, salpicadas por frecuentes resaltes rocosos de sustrato total o parcialmente rodeados por la formación superficial. Su clasificación resulta compleja en función de la gran variabilidad de tamaños y combinación de procesos sedimentarios. En general, en las zonas más proximales, dominan los materiales gruesos y angulosos de evolución coluvial o gravitacional formándose por coalescencia de conos de deyección cercanos entre sí, pasando, en las zonas medias y distales, a materiales más finos y rodados de ambiente aluvial o incluso fluvial. Los de mayor extensión están situados en zonas donde la menor resistencia a la erosión de los materiales del sustrato ha permitido la excavación. Los más antiguos (b, c) ocupan posiciones colgadas pudiéndose considerar plataformas residuales.

### **4.4 Formaciones fluviales y de escorrentía superficial**

4.4.1 Gravas, arenas y limos. Terrazas inferiores (i). medias (h) y superiores (g). Holoceno.

Corresponden a los niveles altos y medios del sistema de terrazas del río Artibonito, Existen buenos puntos de observación de sus características a lo largo de todo el valle del citado río. Se trata de sucesiones de gravas polimícticas en matriz arenosa de; el tamaño de los cantos, muy variable, llega a sobrepasar los 50 cm. En cuanto al espesor, puede aproximarse a 10 m en algunos casos.

Los materiales que forman las terrazas presentan características muy similares a las descritas en el caso de los aluviones actuales y fondos de valle. Aunque no existen cortes completos que permitan determinar su espesor, sin duda éste puede variar notablemente en función del curso en cuestión. A modo de ejemplo, la terraza alta del Río Artibonito se dispone a unos 45 m sobre el lecho actual del Río alcanza 3 m de conglomerados al norte Bánica. A la altura de Sabana Cruz tiene 4 m de espesor y contiene conglomerados con cantos de 5 a 10 cm de diámetro y niveles de limos. Entre Hato Viejo y Guayabal está formada por canales de conglomerados que alcanzan 1,2 m de espesor.

#### 4.4.2 Gravass, arenas y limos. Fondos de valle (j). Holoceno.

Los fondos de valle están constituidos fundamentalmente por gravas y arenas de naturaleza carbonatada, excepto en el área septentrional de la hoja, alimentado por rocas volcánicas y volcano-sedimentarias de la cordillera Central; puntualmente pueden presentar un predominio lutítico. 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.

#### 4.4.3 Gravass, arenas y limos. Conos de deyección y abanicos aluviales (k). Holoceno

Están integrados por proporciones variables de gravas y arenas, cuya composición es función del área madre, por lo que predominan los integrantes de naturaleza calcárea, agrupados en sucesiones de niveles de orden decimétrico a métrico de gravas redondeadas heterométricas, con bloques cuyo diámetro sobrepasa con frecuencia los 50 cm. En ocasiones, incluyen proporciones variables de lutitas, especialmente cuando derivan de los afloramientos margosos de la formación Sombrerito. Su espesor también es muy variable, tanto entre los diversos aparatos como dentro de uno de ellos, pudiendo señalarse valores máximos de orden decamétrico en los ápices de los más relevantes.

Una buena parte de ellos están afectados por una notable disección fluvial, que indica su carácter relicto como los situados al sur de Cerro el Cerón.

---

## 5. EVOLUCIÓN E HISTORIA GEOMORFOLÓGICA

---

Una gran parte de la hoja de Restauración se encuentra sobre materiales de zócalo cuya morfología se ha perfilado fundamentalmente en dos etapas de la historia geológica de la isla: la primera, durante el Mioceno, en el que la colisión entre el dominio suroccidental de La Española y el resto de la isla estableció la distribución de cordilleras y depresiones visibles hoy día; y la segunda, ya en el Cuaternario, cuando la incisión fluvial fue configurando la geometría actual.

La superficie de erosión que afecta amplias zonas de la mitad meridional de la hoja en el margen meridional de la Cordillera Central es sin duda post cretácica ya que bisela la formación Trois Rivières de esta edad. Por otra parte puede considerarse que es previa a la afección de la propia formación Trois Rivières por el cabalgamiento al sur de Loma del Sombrero. Si se asume que la edad de dicha estructura debe ser similar a la del cabalgamiento de Pedro Santana y que este es mioceno la superficie de erosión quedaría acotada entre el cretácico superior y el Mioceno. De hecho la edad de esta superficie es posterior a muchos materiales terciarios si se observa la Cordillera Central en conjunto lo que implicaría una edad probablemente miocena. Esta superficie de erosión, una vez exhumada, sirvió de punto de partida para la progresiva instalación de la red fluvial actual, con toda probabilidad a lo largo de todo el Cuaternario. No se conoce con precisión la fecha de inicio de esta incisión aunque es, sin duda, posterior a la deposición la serie neógena que aparece más al sur; momento que debe situarse a finales del Plioceno.

Es evidente que el balance erosivo se mantiene prácticamente hasta la actualidad. Durante este periodo se generan los relieves estructurales por erosión diferencial de la serie neógena, como es el caso de los desarrollados sobre los materiales sedimentarios de la Cuenca de San Juan. A partir del Plioceno, la evolución del relieve ha estado presidida por el comportamiento de la red de drenaje, con fuertes erosiones en la zona montañosa, donde, el encajamiento ha sido simultáneo con la argilización de los materiales volcánicos y sedimentarios, la arenización de los cuerpos intrusivos, el retroceso de las vertientes con desarrollo de coluvionamientos y de movimientos en masa, así como con cambios de orientación de la red por adaptación a fracturas y contrastes litológicos.

La intrusión de un cuerpo de rocas basálticas en la Loma de Sinasal se produce en el Plioceno medio, o ya en el Cuaternario. En parte, puede haber sido

coetánea con la sedimentación de la formación Arroyo Seco. Con posterioridad entrado ya el Cuaternario, un sistema de abanicos aluviales rellena el área al pie de los altos con carbonatos procedentes de la sierra. Este conjunto fue erosionado y desmantelado por un sistema de drenaje generado bien por elevación de la isla o por cambios en el nivel de base. Unos depósitos más antiguos de gravas muestran procesos capaces de mover una mayor cantidad de material y que dan lugar a depósitos relacionados con los actuales cursos fluviales y con episodios de acumulación. Estos depósitos se encuentran excavados por la actual red de drenaje.

## 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 en la zona es que bajo determinadas circunstancias son susceptibles de constituir riesgo geológico. Su cartografía supone, por tanto, un inventario de procesos geológicos y geomorfológicos funcionales, siendo preciso recordar el carácter imprevisible de buena parte de los fenómenos naturales, tanto en zonas muy activas como 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 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 la nutrida red de arroyos y cañadas de las áreas montañosas, afectadas por procesos erosivos y, al menos temporalmente, de sedimentación e inundación: los primeros son representables mediante el correspondiente símbolo de incisión lineal, pero la escala no permite una representación areal de los segundos.

Dentro de la Hoja de Restauración existe una gran variedad en cuanto a la naturaleza de los procesos activos, habiéndose reconocido diversos tipos: actividad sísmica, neotectónica, por procesos de erosión, inundación y sedimentación, y antrópica.

### **6.1 Actividad sísmica**

La Española se sitúa en un contexto geodinámico de límite entre las placas litosféricas Norteamericana y Caribe, cuyo desplazamiento relativo este-oeste origina, en última instancia, la actividad sísmica; siendo este uno de los procesos activos más

relevantes que afectan el país. Actualmente existe un consenso en reconocer las principales estructuras tectónicas de la isla y que éstas están relacionadas con el desplazamiento relativo entre las placas litosféricas citadas.

Si bien 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 y instrumentales son pocos y no pueden considerarse definitivos.

El registro histórico se inicia con la llegada de los españoles 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 como es el caso de China.

El registro instrumental también tiene graves inconvenientes. La Red Sísmica de la República Dominicana es extremadamente reciente (1998) y su registro por tanto muy parco. Los registros existentes más antiguos provienen, en su mayor parte, de agencias situadas fuera del territorio dominicano, por lo que solo se han registrado los eventos con magnitudes lo suficiente grandes para ser registradas por redes alejadas, o en el caso de magnitudes pequeñas, los que quedan bien cubiertos por las redes sísmicas de otros países cercanos como es el caso de la red puertorriqueña que cubre la zona oriental de la República Dominicana.

Para la elaboración del presente trabajo se ha accedido a las siguientes fuentes y bases de datos: RSND Red Sísmica Nacional Dominicana, IPGH (Instituto Panamericano de Geografía e Historia), PRSN (Red Sísmica de Puerto Rico), MIDAS (Middle American Seismograph Consortium). Especialmente cabe señalar la información aportada por el Proyecto D: «Prevención de Riesgos Geológicos, (Riesgo Sísmico)» en el marco del Programa de Desarrollo Geológico y Minero en la República Dominicana (Sysmin). El periodo cubierto ha sido 1505-2003. En la Hoja 1:100.000 de Diferencia no se ha localizado ningún epicentro. Esta falta total de sismos no debe interpretarse de ningún modo como una falta de actividad sísmica sino más bien como una carencia en el registro. Si se considera el registro histórico en la hoja aparece la isosista de intensidad IX del terremoto del 21 de noviembre de 1761 que afectó especialmente El Valle de San Juan. Asimismo deben considerarse los terremotos que afectaron la práctica totalidad de la isla Española con intensidades superiores a VII en la escala MSK. Según registros de Instituto Sismológico Universitario (ISU) están el del

1562 (Región del Cibao, que destruyó la antigua ciudad de La Vega), 1615 (Sur), 1684 (Sur), 1691 (Sur), 1751 (Sureste, afectó la villa del Seybo), 1842 (Norte, ocasionó estragos en Santiago), 1897 (Cibao, San Jose de las Matas), 1911 (San Juan, Azua, Santo Domingo, Bani, Barahona y San Jose de Ocoa), 1946 (Cibao central), 1962 (San José de Ocoa, Azua, Baní, San Cristobal, y Santo Domingo), 1979 (Santo Domingo, San Pedro de Macorís y la Romana).

## **6.2 Actividad neotectónica**

Pese a que la totalidad del territorio dominicano se encuentra afectado por una intensa actividad neotectónica, la presente constituye una de las regiones donde esta actividad queda totalmente camuflada; probablemente esto es debido como consecuencia de la elevada velocidad de erosión y de la densa cubierta vegetal de las sierras, factores que sin duda enmascaran rápidamente algunas de dichas formas, como los escarpes producidos por las fallas.

Si bien no se han identificado de forma fehaciente no se descarta la presencia de fallas activas. Se entiende por falla activa aquella que afecta a materiales holocenos o incluso cuaternarios según diversos criterios GONZALEZ DE VALLEJO (1980). Los criterios más conservadores consideran activas aquellas fallas con actividad manifiesta en los últimos 2 millones de años. De forma similar al concepto de falla activa se utiliza el de falla capaz en el sentido de su capacidad de ser activa. Se entiende por falla capaz aquella que presenta deformación de edad cuaternaria o sismicidad asociada e incluso relación estructural con otra falla activa.

## **6.3 Actividad asociada a procesos de erosión**

Alcanza su máximo desarrollo en la zona montañosa, pues su acción es de baja intensidad en la depresión, donde predominan los procesos de inundación y sedimentación.

La principal manifestación de los procesos de erosión viene dada por la incisión lineal asociada a la actividad de los distintos ríos, arroyos y cañadas; en el caso del curso del río Artibonito, va acompañada por frecuentes erosiones laterales del cauce causadas por su geometría meandriforme, no plasmadas cartográficamente por problemas de representación.

#### **6.4 Actividad asociada a procesos de inundación y sedimentación**

Es la actividad relacionada con 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, antrópico y, en general, con cualquier tipo de proceso generador de áreas deprimidas susceptibles de ser inundadas o recibir aportes sedimentarios.

Los procesos de inundación y sedimentación actúan de forma prácticamente permanente, a escala geológica, sobre los fondos de valle de los ríos y bajo un régimen torrencial en los numerosos arroyos y cañadas de la zona. Quizás un término más apropiado para describir la actividad identificada sería el de crecidas, avenidas o riadas ya que los términos inundación y sedimentación pueden dar lugar a interpretaciones erróneas. La hoja estudiada se ubica en una zona de alta energía donde el transporte predomina. Sin embargo durante la crecida el nivel de las aguas pueda inundar áreas, que si bien no son extensas sí se hallan expuestas al fenómeno. Durante la crecida el transporte de material, en forma de carga de fondo, es máximo pudiendo remodelarse amplias zonas del lecho en especial aquellas ocupadas por barras de grava que entran en funcionamiento migrando aguas abajo. Al bajar las aguas parte de dicho material puede sedimentarse, en especial en aquellas zonas donde la energía es menor quedando el lecho modificado, en ocasiones profundamente.

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 la zona en cuestión, 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 secos habitualmente (Camarasa 2002).

Los conos de deyección y los abanicos poseen una funcionalidad menos predecible, lo que dificulta su tratamiento, pudiendo dar lugar a violentos depósitos de masas aluviales con una participación acuosa variable; con frecuencia, sus ápices coinciden

con fallas activas, lo que implica que su actividad puede relacionarse con procesos climáticos y sísmicos. 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 ante la densa red de incisión que se ha desarrollado sobre ella. Un ejemplo catastrófico de la actividad de los abanicos aluviales de baja pendiente fue ofrecido por el paso del huracán Georges en 1.998, que sepultó todo su ámbito de influencia bajo una manto de lodo y agua.

El Río Artibonito merece una especial atención. La cuenca hidrográfica del río Artibonito es la de mayor extensión de la Hispaniola y la parte dominicana constituye quinta cuenca de la República con sus 2614 km<sup>2</sup>.

Su caudal máximo medio anual es de 389.87 m<sup>3</sup>/seg, y el promedio de caudales máximos anuales es de 695.5 m<sup>3</sup>/seg, 885.22 m<sup>3</sup>/seg, 951.42 m<sup>3</sup>/seg, 1175.09 m<sup>3</sup>/seg, y 1,429.4 m<sup>3</sup>/seg para periodos de retorno de 10, 20, 25, 50, y 100 años, respectivamente (PNORHI, 1994).

En la cuenca del río Yaque del Norte se han desarrollados varios proyectos hidráulicos (presas y embalses) que permiten la laminación de avenidas hasta cierto periodo de retorno (de 1 en 300 o 500 años), pero no son suficientes para el caso de avenidas como las provocadas por los huracanes David y Georges y la tormenta Federico.

Históricamente, el río Yaque del Norte sufre importantes inundaciones, principalmente en su parte baja, afectando zonas de gran potencial agrícola y comunidades, así como también sus líneas vitales.

### **6.5 Actividad antrópica**

Ya que la cartografía no contempla los procesos relacionados con las formas de origen antrópico que aparecen plasmadas en la base cartográfica, su representación es mínima pese a su indudable desarrollo en las áreas más pobladas, en las que se producen modificaciones prácticamente continuas en relación con la red de comunicaciones, el desarrollo urbano, etc.

## 7. REFERENCIAS CITADAS

---

- **CAMARASA BELMONTE, A.M. (2002):** Crecidas e inundaciones. En Riesgos naturales (AYALA-CARCEDO, F.J. y OLCINA, J.; coordinadores). 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 p.
  
- **GONZALEZ DE VALLEJO, L. (1980):** Fallas activas y sus implicaciones en la ingeniería. Bol. Soc. Geol. Perú. Nº 65. Pp. 99-104
  
- **MANN, P., PRENTICE, C., BURR, G., PEÑA, R., TAYLOR, F. W. (1998):** Tectonic geomorphology and paleoseismology of the Septentrional fault system, Dominican Republic. En: *Active Strike-Slip and Collisional Tectonic of the Northern Caribbean Plate Boundary Zone* (DOLAN, J. F., MANN, P., Eds.). *Geological Society of America Special Paper, Nº 326*. Nº 326. 63-123.
  
- **MORA, S. (2003):** Enjambre sísmico en la República Dominicana. 22 de septiembre de 2003. <[http://www.eeri.org/lfe/pdf/dominican\\_republic\\_SismosRD-22-09-03actualiz-S-Mora.pdf](http://www.eeri.org/lfe/pdf/dominican_republic_SismosRD-22-09-03actualiz-S-Mora.pdf)>