



Ministerio  
de Defensa  
Nacional

INSTITUTO  
ESPACIAL  
ECUATORIANO



## **MEMORIA TÉCNICA**

### **CANTÓN SAN VICENTE**

#### **PROYECTO:**

**“GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO A NIVEL NACIONAL ESCALA. 1: 25.000”**

#### **GEOMORFOLOGÍA**

**Noviembre 2012**

## **PERSONAL PARTICIPANTE**

El desarrollo de este estudio demandó la participación de funcionarios del Instituto Espacial Ecuatoriano (ex CLIRSEN) y MAGAP (SINAGAP), así como de profesionales contratados para este efecto, con amplia experiencia y conocimiento en geología, geomorfología, sensores remotos y sistemas de información geográfica.

### **IEE:**

#### **Personal con nombramiento:**

Ing. Agr. Gustavo Sevillano Vásquez.  
Lcda. Amariles Rodríguez Rivera.

#### **Personal contratado:**

Ing. Geol. Marielisa Bustos Jarrín.  
Ing. Geol. Carolina Freire Guerrero.  
Ing. Geol. María Hernández Salazar.  
Ing. Geol. Xavier Andrade Puente.  
Ing. Geol. Cesar Arguello Yépez.  
Ing. Geog. Tatiana Astudillo Ortega.  
Ing. Geog. Sergio Andrade Sampedro.  
Ing. Geog. Francisco Cabrera Torres.  
Ing. Geog. Fernando Bedón Pérez.  
Ing. Geog. Santiago Pinto Aldáz.  
Sr. Egdo. Francisco Herrera Benalcázar.  
Sr. Egdo. Cristian Zura Quilumbango  
Sra. Egda. Gabriela Bedón Jiménez.

#### **MAGAP (SINAGAP):**

Ing. Geol. Gustavo Tapia Vera.

## ÍNDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>9</b>
<b>II. METODOLOGÍA.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1. Términos de Referencia .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2. Aspectos Conceptuales .....</b>	<b>9</b>
2.2.1. Unidad Ambiental .....	9
2.2.2. Formación geológica, tipo de roca y depósitos superficiales.....	10
2.2.2.1. Formación geológica .....	10
2.2.2.2. Depósitos aluviales .....	10
2.2.2.3. Depósitos coluviales.....	10
2.2.2.4. Depósitos coluvio aluviales .....	10
2.2.2.5. Depósitos fluvio-marinos .....	10
2.2.2.6. Depósitos marinos .....	10
2.2.2.7. Depósitos salinos.....	10
2.2.3. Unidad genética (Origen).....	11
2.2.3.1. Depositional o Acumulativo .....	11
2.2.3.2. Denudativo .....	11
2.2.3.3. Estructural.....	11
2.2.3.4. Tectónico Erosivo .....	11
2.2.3.5. Marino y Fluviomarino.....	11
2.2.4. Unidad Geomorfológica .....	11
<b>2.3. Etapas Metodológicas .....</b>	<b>12</b>
2.3.1. Etapa 1: Recopilación de información .....	12
2.3.2. Etapa 2: Cartografía geomorfológica .....	12
2.3.2.1. Ajuste de bloques fotogramétricos .....	13
a. Fase de preparación: .....	13
b. Fase de procesamiento de datos: .....	13
2.3.2.2. Estructura de la Leyenda Geomorfológica .....	13
a. Variables geomorfológicas .....	14
a.1. Unidad Ambiental .....	14
a.2. Génesis .....	14
(a). Unidad genética .....	14
a.3. Morfología .....	14
(a). Unidad geomorfológica.....	15
(b). Forma de la cima .....	15
(c). Forma de la vertiente.....	15
(d). Forma de valle .....	16
a.4. Morfometría .....	16
(a). Pendiente .....	16
(b). Desnivel relativo .....	16
(c). Longitud de la vertiente.....	17
a.5. Variables geológicas .....	17
(a). Tipo de drenaje.....	17
(b). Densidad de drenaje.....	18
(c). Tipo de roca o depósito superficial .....	18
2.3.2.3. Fotointerpretación digital.....	19
2.3.2.4. Revisión cartográfica.....	20
2.3.2.5. Validación en campo .....	21
2.3.2.6. Obtención de la cartografía e información final .....	22
<b>2.4. Controles de Calidad .....</b>	<b>24</b>
2.4.1. Con respecto a la etapa de recolección de información .....	24
2.4.2. Para la elaboración del mapa geomorfológico .....	24

<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>26</b>
<b>3.1. Levantamiento de información .....</b>	<b>26</b>
<b>3.2. Unidades Ambientales. ....</b>	<b>30</b>
3.2.1. Relieves Estructurales y Colinados Terciarios .....	30
3.2.2. Relieves Litorales y Sedimentarios Fluvio Marinos .....	30
3.2.3. Medio Aluvial.....	31
<b>3.3. Descripción Geológica.....</b>	<b>31</b>
<b>3.4. Geomorfología .....</b>	<b>33</b>
3.4.1. Unidad Ambiental: Relieves Estructurales y Colinados Terciarios.....	35
3.4.1.1. Origen: Tectónico Erosivo .....	35
a. Relieve Colinado Alto (R5) .....	35
b. Relieve colinado medio (R4).....	36
c. Relieve colinado bajo (R3) .....	37
d. Relieve colinado muy bajo (R2) .....	38
3.4.1.2. Origen Estructural .....	38
a. Superficie de chevrón (K1) .....	38
b. Frente de chevrón (K2) .....	39
c. Superficie disectada de mesa (S2) .....	40
d. Superficie disectada de mesa de nivel inferior (S6) .....	41
e. Testigo de cornisa de mesa (S5).....	41
f. Vertiente de mesa (S4).....	41
3.4.1.3. Origen Depositional o Acumulativo .....	42
a. Glacis de esparcimiento (Ges) .....	42
b. Superficie de cono de deyección antiguo (Cds).....	43
3.4.1.4. Origen Denudativo.....	44
a. Coluvión antiguo (Can).....	44
b. Coluvio aluvial antiguo (Co) .....	44
3.4.1.5. Origen Marino y Fluvio Marino .....	45
a. Acanilado (A) .....	45
3.4.2. Unidad Ambiental: Relieves Sedimentarios y Fluviomarinos .....	46
3.4.2.1. Origen: Marino y Fluviomarino .....	46
a. Planicie costera (Plc).....	46
b. Estuario (Est).....	46
c. Playa Marina (Py).....	46
d. Salitral (Slt).....	47
3.4.2.2. Origen: Depositional o Acumulativo .....	47
a. Terraza alta (Ta) .....	47
b. Terraza Media (Tm) .....	48
c. Terrazas indiferenciadas (Ti) .....	49
c. Valle fluvial (Va) .....	49
<b>3.5. Discusión de Resultados .....</b>	<b>49</b>
<b>IV. CONCLUSIONES.....</b>	<b>51</b>
<b>V. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>52</b>
<b>VI. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>53</b>
<b>VII. ANEXOS .....</b>	<b>55</b>
<b>0</b>	

## LISTA DE CUADROS

<b>Cuadro 2.1.</b>	Ejemplo de unidades geomorfológicas. ....	11
<b>Cuadro 2.2.</b>	Ejemplo de unidades ambientales. ....	14
<b>Cuadro 2.3.</b>	Ejemplo de categorización de la variable unidad genética. ....	14
<b>Cuadro 2.4.</b>	Ejemplo de categorización de la unidad geomorfológica. ....	15
<b>Cuadro 2.5.</b>	Categorización de forma de la cima. ....	15
<b>Cuadro 2.6.</b>	Categorización de forma de la vertiente. ....	15
<b>Cuadro 2.7.</b>	Categorización de la forma de valle. ....	16
<b>Cuadro 2.8.</b>	Categorización de pendiente. ....	16
<b>Cuadro 2.9.</b>	Categorización de desniveles relativos. ....	16
<b>Cuadro 2.10.</b>	Categorización de la longitud de la vertiente ....	17
<b>Cuadro 2.11.</b>	Ejemplo de categorización del tipo de drenaje. ....	17
<b>Cuadro 2.12.</b>	Categorización de la densidad de drenaje. ....	18
<b>Cuadro 2.13.</b>	Ejemplo de categorización del tipo de roca o depósito superficial. ....	18
<b>Cuadro 2.14.</b>	Diseño de la base de datos. ....	20
<b>Cuadro 3.1.</b>	Características de las líneas de vuelo del cantón San Vicente. ....	26
<b>Cuadro 3.2.</b>	Índice de hojas geológicas utilizadas para el cantón San Vicente ....	28
<b>Cuadro 3.3.</b>	Índice de cartas topográficas utilizadas para el cantón San Vicente .	28
<b>Cuadro 3.4.</b>	Unidades ambientales, genéticas y geomorfológicas. ....	34

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 2.1.</b>	Modelo conceptual para elaborar la cartografía geomorfológica. ....	23
<b>Figura 3.1.</b>	Distribución del bloque ajustado del cantón San Vicente.....	27
<b>Figura 3.2.</b>	Localización de puntos visitados en campo del cantón San Vicente ..	29
<b>Figura 3.3.</b>	Recorrido realizado dentro del cantón San Vicente .....	29

## LISTA DE FOTOS

<b>Foto 1.</b> Relieve colinado alto (R5). Sector Santo Tomás. 2012.....	36
<b>Foto 2.</b> Relieve colinado medio (R4). Sector Boca de Remojo. 2012 .....	37
<b>Foto 3.</b> Relieve colinado bajo (R3). Sector Hcda. San Luis. 2012.....	37
<b>Foto 4.</b> Relieve colinado muy bajo (R2). Sector La Fortuna. 2012 .....	38
<b>Foto 5.</b> Superficie de chevron (K1). Sector Los Monos. 2012 .....	39
<b>Foto 6.</b> Frente de chevron (K2). Sector Cerezal. 2012 .....	40
<b>Foto 7.</b> Superficie disectada de mesa (S2). Sector Cerezal. 2012.....	40
<b>Foto 8.</b> Superficie disectada de mesa de nivel inferior (S6). Sector Zapallo. 2012 ....	41
<b>Foto 9.</b> Vertiente de mesa (S4). Sector Murachi. 2012 .....	42
<b>Foto 10.</b> Glacis de esparcimiento (Ges). Sector Las Pavas. 2012.....	43
<b>Foto 11.</b> Superficie de cono de deyección antiguo (Cds). Sector El Hacha. 2012 .....	43
<b>Foto 12.</b> Coluvion antiguo (Can). Sector Cuesta de la Badea. 2012 .....	44
<b>Foto 13.</b> Coluvio aluvial antiguo (Co). Sector La Quebrada. 2012.....	45
<b>Foto 14.</b> Acantilado (A). Sector Punta Virgen. 2012 .....	46
<b>Foto 15.</b> Playa Marina (Py). Sector Punta Cabuyal. 2012 .....	47
<b>Foto 16.</b> Terraza alta (Ta). Sector Punta Cabuyal. 2012 .....	48
Fuente: CLIRSEN. 2012.....	48
<b>Foto 17.</b> Terraza media (Tm). Sector río Mariano. 2012.....	49
Fuente: CLIRSEN. 2012.....	49

## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b>	Ficha de descripción geomorfológica.....	55
-----------------	--	----

## I. INTRODUCCIÓN

En el marco de la ejecución del Proyecto Generación de Geoinformación para la Gestión del Territorio a Nivel Nacional, que se realiza bajo la coordinación y soporte de la Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo -SENPLADES-, está considerado el estudio geomorfológico, que se lo desarrolla con la participación del IEE, MAGAP a través del SINAGAP, e INIGEMM, para obtener productos que coadyuven a la gestión territorial.

Cabe destacar, que de acuerdo al consenso alcanzado con INIGEMM, en la presente metodología, se utiliza el término "Tipo de roca y depósito superficial" en vez de "Litología", porque geológicamente este término involucra el levantamiento de información muy detallada que no es posible obtener con los recursos del proyecto.

El objetivo del estudio es generar cartografía geomorfológica del cantón San Vicente, mediante técnicas de fotointerpretación, como insumo para estudios complementarios y de síntesis como son los levantamientos de suelos, capacidad de uso de las tierras, amenazas geológicas etc., que parten de la génesis, morfología, y morfometría, de cada unidad geomorfológica.

## II. METODOLOGÍA

### 2.1. Términos de Referencia

- Área de estudio: Territorio nacional continental.
- Unidad de estudio: Cantón.
- Escala: 1: 25 000.
- Nivel de Estudio: Semi-Detallado
- Unidad mínima de mapeo: 1 ha.
- Sistema espacial de referencia: UTM-WGS84-Zona 17 S
- Formato digital de entrega: \*. mdb.
- Insumos básicos: Fotografías aéreas digitales, modelo digital del terreno (MDT) y mapas geomorfológicos y geológicos.
- Técnica: Fotointerpretación geomorfológica digital.
- Campo: Comprobación de unidades geomorfológicas interpretadas.
- Productos a entregarse: Mapa temático y memoria técnica geomorfológica.

### 2.2. Aspectos Conceptuales

#### 2.2.1. Unidad Ambiental

Son áreas homogéneas por sus características físicas, bióticas y por su relación con procesos ecológicos; donde el criterio básico utilizado para la delimitación es el del paisaje, entendido como la interrelación o articulación de los elementos: relieve, litología, suelos, uso del suelo y vegetación (Acosta, 2009). El paisaje no es la simple suma de elementos geográficos separados, sino que es el resultado de las combinaciones dinámicas, a veces inestables de elementos físicos, biológicos y antropológicos, que concatenados hacen del paisaje un cuerpo único, indisoluble, en perpetua evolución (Winkell, 1997).

El mapa de Paisajes Naturales del Ecuador escala 1: 1 000 000, realizado por CEDIG y ORSTOM en el año 1989, sirvió de base para la división de las unidades ambientales.

## 2.2.2. Formación geológica, tipo de roca y depósitos superficiales

### 2.2.2.1. Formación geológica

Es una unidad litoestratigráfica que define cuerpos de rocas caracterizadas por poseer propiedades litológicas comunes (composición y estructura) que las diferencian de las adyacentes.

### 2.2.2.2. Depósitos aluviales

Son depósitos cuaternarios compuestos generalmente de arcillas, limos y arenas acarreados por cuerpos aluviales.

### 2.2.2.3. Depósitos coluviales

Son depósitos compuestos principalmente de gravas, arenas y en menor proporción por limos; producto de los materiales que han sido removidos por efecto de la gravedad y luego han sido depositados al pie de los relieves.

### 2.2.2.4. Depósitos coluvio aluviales

Corresponden a depósitos formados por la acción de la deposición de materiales aluviales por corrientes fluviales sumados a los aportes gravitacionales laterales de los relieves que los rodean.

### 2.2.2.5. Depósitos fluvio-marinos

Son materiales formados en la zona intermareal por la acción mixta de ambientes continentales y marinos, influyendo en este caso las corrientes fluviales, el oleaje y las mareas. Predominan las arenas finas y los limos, pudiendo contener abundante materia orgánica y carbonatos.

### 2.2.2.6. Depósitos marinos

Son depósitos formados como resultado de aportes sedimentarios marinos y litorales, se encuentran paralelos a la línea de costa, formados por materiales arenosos y limo arcillosos.

### 2.2.2.7. Depósitos salinos

Estos depósitos están formados por la precipitación química de sales, cloruros o sulfatos, típicos de medios árido o desérticos, lacustres, lagunares y litorales.

### 2.2.3. Unidad genética (Origen)

El origen de las unidades geomorfológicas puede deberse a uno de los siguientes procesos genéticos:

#### 2.2.3.1. Depositional o Acumulativo

Se refiere a formas originadas por el depósito de material transportado por agentes erosivos como el agua, el hielo o el viento, que constituyen medios de acarreo.

#### 2.2.3.2. Denudativo

Incluye un grupo de procesos de desgaste de la superficie terrestre. En este contexto, las principales unidades geomorfológicas identificables son los coluviones y coluvio-aluviales, formas originadas por la acción de la gravedad en combinación con el transporte de las aguas.

#### 2.2.3.3. Estructural

Obedece a un patrón estructural del buzamiento de los estratos y al plegamiento de rocas sedimentarias consolidadas y metamórficas de origen sedimentario.

#### 2.2.3.4. Tectónico Erosivo

Corresponde a levantamientos tectónicos que generan unidades geomorfológicas colinadas y montañosas de diversas alturas y pendientes, y que aún conservan rasgos reconocibles de las estructuras originales a pesar de haber sido afectadas en grado variable por los procesos erosivos.

#### 2.2.3.5. Marino y Fluviomarino

Producto de la acción (depositación y socavación) de las aguas marinas y fluviales sobre la superficie costera.

### 2.2.4. Unidad Geomorfológica

Define el tipo de la unidad geomorfológica a través de un nombre representativo, enmarcado en el análisis de las características del paisaje y subpaisaje.

**Cuadro 2.1.** Ejemplo de unidades geomorfológicas.

<b>Código</b>	<b>Origen</b>	<b>Unidad Geomorfológica</b>	<b>Descripción</b>
R5	Tectónico Erosivo	Relieve colinado alto	Constituyen elevaciones que llegan a los 200 m. de desnivel relativo.

Tm	Deposicional o Acumulativo	Terraza media	Superficie plana limitada por un escarpe, ubicada por encima de la terraza baja; corresponde a un antiguo nivel de sedimentación del río. Presenta pendientes bajas debido a que ha sido ya modelado por los agentes erosivos.
Can	Denudativo	Coluvión antiguo	Está compuesto por materiales detríticos, transportados desde las partes altas de las laderas por acción de la gravedad y depositados en las partes intermedias o al pie de las mismas. Los materiales depositados son de carácter angular poco clasificados y sin estratificación, con pequeñas cantidades de material de grano fino, presenta mayor grado de disección, tiene vegetación pionera más desarrollada, que indica cierto nivel de madurez o antigüedad.
Py	Marino y Fluviomarino	Playa Marina	Superficie casi plana que se extiende desde la línea de costa hasta la línea de ribera de baja marea; formada por la acumulación de sedimentos aportados por oleajes, corrientes fluviales y el viento.

Fuente: CLIRSEN. 2012.

## 2.3. Etapas Metodológicas

### 2.3.1. Etapa 1: Recopilación de información

Esta fase comprende la revisión, análisis y evaluación de la información disponible sobre los levantamientos geomorfológicos, geológicos y amenazas geológicas realizados en el país, a efectos de analizar sus características y establecer su compatibilidad con las especificaciones técnicas aplicables a los propósitos del presente estudio.

Además, se preparan los insumos básicos: fotografía aérea digital, cartografía base, MDT, y se recopila la información secundaria referencial, principalmente para el proceso de fotointerpretación digital.

### 2.3.2. Etapa 2: Cartografía geomorfológica

El levantamiento geomorfológico es la subdivisión del territorio de acuerdo a las unidades geomorfológicas. Una unidad geomorfológica la entendemos como una porción del paisaje constituida por una misma roca o material superficial y con características similares en cuanto a su génesis (origen, como por ejemplo: denudativo o volcánico), morfología (aspectos descriptivos, como por ejemplo: valle o dique) y morfometría (aspectos cuantitativos, como: pendiente y desnivel relativo).

La metodología se fundamenta en la generación de información primaria, obtenida a partir de fotointerpretación digital, tomando como material de referencia cartas geológicas, topográficas y el MDT. El principal referente lo constituye el mapa de paisajes naturales del Ecuador, escala 1: 1 000 000 de A. Winckell (1997a). El flujograma de esta etapa se lo puede encontrar en la Figura 2.1.

#### 2.3.2.1. Ajuste de bloques fotogramétricos

El proceso de ajuste de bloques fotogramétricos se lo realiza en el software LPS Core, utilizando como insumos principales la fotografía aérea (escala 1: 30 000) y los puntos de control de alta precisión, mediante las siguientes fases:

##### a. Fase de preparación:

- Adquisición de fotografías aéreas escaneadas o digitales, en formato \*.tiff, con una resolución que garantice un adecuado detalle para la fotointerpretación.
- Creación de un proyecto de ajuste de bloque fotogramétrico (\*.blk).

##### b. Fase de procesamiento de datos:

- Definición de la orientación interna, que utiliza parámetros propios de la cámara como: posición del punto principal, distancia focal, marcas fiduciales y distorsión de la lente, entre otros. Debe tener un error medio cuadrático (RMS) menor a 0,5 píxeles.
- Realización de la orientación externa, que define la posición y la orientación angular asociada con la imagen. Los parámetros de orientación externa están conformados por: coordenadas del centro de proyección  $X_0$   $Y_0$   $Z_0$  y por 3 ángulos independientes que definen la orientación del sistema espacial, omega ( $\omega$ ), phi ( $\phi$ ) y kappa ( $\kappa$ ). En caso de que los parámetros existan, se los importa directamente al proyecto de ajuste de bloque.
- Ingreso de puntos de control para la aerotriangulación, cumpliendo una distribución homogénea. Es recomendable contar con 4 puntos por par estereoscópico o modelo y para finalizar un punto de control cada cuatro modelos. Debe tener un RMS menor a 2 píxeles.
- Generación de puntos de paso o amarre (tie points) en las áreas de traslapo de las fotografías.
- Obtención del bloque ajustado.

#### 2.3.2.2. Estructura de la Leyenda Geomorfológica

Las unidades geomorfológicas se encuentran enmarcadas dentro de una apreciación macro que inicia con la identificación de la unidad ambiental y la unidad geológica con las cuales están muy estrechamente relacionadas; dentro de la caracterización de cada unidad geomorfológica, se describe su origen, su morfología y morfometría.

Es importante destacar que anexo a la presente metodología se ha generado el documento de bases conceptuales, el cual define los términos aquí utilizados.

#### a. Variables geomorfológicas

Conforme a la escala de trabajo se estudian los siguientes aspectos geomorfológicos: unidad ambiental, génesis, morfología y morfometría.

Estos cuatro aspectos describen lo que se concibe como unidad geomorfológica.

##### a.1. Unidad Ambiental

Bajo el precepto descrito en aspectos conceptuales, cada unidad ambiental está ligada a la presencia de ciertas unidades geomorfológicas.

**Cuadro 2.2.** Ejemplo de unidades ambientales.

<b>Unidad Ambiental</b>	<b>Cod</b>
Relieves Estructurales y Colinados Terciarios	RECT
Relieves Litorales Sedimentarios y Fluvio Marinos	RLSFM
Medio Aluvial	MA

Fuente: CLIRSEN. 2012

Winckell, A; Zebrowski, C; Sourdat, M. 1997. Modificado de los paisajes naturales del Ecuador: las regiones y paisajes del Ecuador.

##### a.2. Génesis

###### (a). Unidad genética

Se refiere al proceso responsable de la creación de la unidad geomorfológica.

**Cuadro 2.3.** Ejemplo de categorización de la variable unidad genética.

<b>Unidad genética</b>	<b>Cod</b>
Denudativo	Den
Deposicional o acumulativo	Dep
Tectónico erosivo	Tec

Fuente: CLIRSEN. 2010.

##### a.3. Morfología

Describe los aspectos cualitativos de la unidad geomorfológica.

## (a). Unidad geomorfológica

Define el tipo de la unidad geomorfológica a través de un nombre representativo, enmarcado en el análisis de las características de la unidad ambiental.

**Cuadro 2.4.** Ejemplo de categorización de la unidad geomorfológica.

Unidad geomorfológica	Cod
Terraza media	Tm
Terraza alta	Ta
Testigo de cornisa de mesa	S5
Superficie de chevron	K1
Superficie de cono de deyección antiguo	Cds
Superficie disectada de mesa	S2
Vertiente de mesa	S4
Relieve colinado alto	R5

Fuente: CLIRSEN. 2010.

## (b). Forma de la cima

Se refiere a la forma de las crestas que presentan los relieves, de acuerdo al siguiente cuadro.

**Cuadro 2.5.** Categorización de forma de la cima.

Forma cima	Cod
Aguda	Cag
Redondeada	Cre
Plana	Cpl
Inexistente	I

Fuente: Adaptado de PRONAREG-ORSTOM. 1982.

## (c). Forma de la vertiente

Se refiere a la forma de vertiente o ladera. Es importante para deducir la litología y proveer mayor información como, por ejemplo, la erosión.

**Cuadro 2.6.** Categorización de forma de la vertiente.

Forma vertiente	Cod
Cóncava	Vca
Convexa	Vcx
Rectilínea	Vr
Irregular	Vir
Mixta	Vmx

Fuente: Adaptado de PRONAREG-ORSTOM. 1982.

## (d). Forma de valle

Define la forma de valles no cartografiados que se identifican al interior de otra unidad.

**Cuadro 2.7.** Categorización de la forma de valle.

Forma valle	Cod
En U	Fvu
En V	Fvv
Plano	Fvp

Fuente: CLIRSEN. 2010.

## a.4. Morfometría

Corresponde al análisis cuantitativo del relieve, es decir que toma en cuenta los aspectos medibles de la descripción de la morfología. Las variables morfométricas deben estar acordes con los datos que provee el MDT.

## (a). Pendiente

Se refiere al grado de inclinación de las vertientes con relación a la horizontal; está expresado en porcentaje.

**Cuadro 2.8.** Categorización de pendiente.

Tipo	Descripción	Cod
Plana	0 a 2%	(1)
Muy suave	2 a 5%	(2)
Suave	5 a 12%	(3)
Media	12 a 25%	(4)
Media a fuerte	25 a 40%	(5)
Fuerte	40 a 70%	(6)
Muy fuerte	70 a 100%	(7)
Escarpada	100 a 150%	(8)
Muy escarpada	150 a 200%	(9)
Abrupta	> a 200%	(10)

Fuente: Adaptado de PRONAREG-ORSTOM. 1982.

## (b). Desnivel relativo

Este parámetro corresponde a la altura existente entre la parte más baja, generalmente el cauce de los ríos o quebradas (nivel base) y la parte más alta de las unidades geomorfológicas. Se mide en metros.

**Cuadro 2.9.** Categorización de desniveles relativos.

Tipo	Cod
0 a 5 m	1

Tipo	Cod
5 a 15 m	2
15 a 25 m	3
25 a 50 m	4
50 a 100 m	5
100 a 200 m	6
200 a 300 m	7
> a 300 m	8

Fuente: Adaptado de PRONAREG-ORSTOM. 1982.

### (c). Longitud de la vertiente

Corresponde a la distancia inclinada existente entre la parte más alta y la más baja de una unidad geomorfológica, la misma que se mide en metros. Tiene una relación directa principalmente con los procesos de erosión y movimientos en masa.

**Cuadro 2.10.** Categorización de la longitud de la vertiente

Tipo	Descripción	Cod
Muy corta	< a 15 m	V1
Corta	15 a 50 m	V2
Moderadamente larga	50 a 250 m	V3
Larga	250 a 500 m	V4
Muy larga	> a 500 m	V5

Fuente: Van Zuidam. R. 1985.

### a.5. Variables geológicas

Consta de dos variables de apoyo y una de caracterización.

#### (a). Tipo de drenaje

Cuando la escorrentía se concentra, la superficie terrestre se erosiona creando un canal. Los canales de drenaje forman una red cuya forma constituye un indicio del tipo de roca presente en la unidad.

**Cuadro 2.11.** Ejemplo de categorización del tipo de drenaje.

Tipo	Cod
Dendrítico	Dt
Subdendrítico	St
Paralelo	Pa
Enrejado	Er
Rectangular	Rc
Radial	Ra
Multibasal	Mb
Anastomosado	An
Pinnado	Pn

Tipo	Cod
Meándrico	Md

Fuente: Van Zuidam. R. 1985.

(b). Densidad de drenaje

Corresponde al espaciamiento existente entre cada uno de los drenajes que forman la red, medido en centímetros sobre la fotografía. A menor densidad el material se relaciona con mayor dureza y resistencia a la erosión.

**Cuadro 2.12.** Categorización de la densidad de drenaje.

Tipo	Espaciamiento	Cod
Fino (muy disectado)	< 150 m	Fi
Medio (disectado)	150 a 1500 m	Me
Grueso (poco disectado)	> 1500 m	Gs

Fuente: Van Zuidam. R. 1985.

(c). Tipo de roca o depósito superficial

Se refiere a la composición de las unidades geomorfológicas en cuanto a su tipo de roca o depósito superficial. En un primer campo se adquiere la denominación geológica oficial desde la información secundaria. En un segundo campo se describe el tipo de roca en gabinete y se confirma en campo. Debe ser lo más específico posible. El referente oficial para estos datos es la cartografía de INIGEMM.

**Cuadro 2.13.** Ejemplo de categorización del tipo de roca o depósito superficial.

Denominación geológica o Formación superficial	Cod	Descripción del tipo de roca o depósito superficial
Formación Angostura	M <sub>DA</sub>	Conglomerados basal con clastos volcánicos, areniscas de grano variable
Formación Borbón	MPI <sub>DB</sub>	Areniscas de grano grueso en bancos compactos con megafósiles
Depósitos aluviales	Q <sub>1</sub>	Arcillas, limos y arenas de grano fino a medio
Depósitos coluviales	Q <sub>2</sub>	Gravas o bloques
Depósitos coluvio aluviales	Q <sub>3</sub>	Limos, arenas de grano fino a grueso

Fuente: CLIRSEN 2010

En campo se realiza una descripción detallada del tipo de roca o depósito superficial, de acuerdo a la ficha definida para este efecto (Ver Anexo 1).

### 2.3.2.3. Fotointerpretación digital

Es la técnica que permite la obtención de información primaria, bajo la premisa de que los aspectos geológicos: tipo de roca, formaciones superficiales, tectónica; aspectos geomorfológicos: morfología, morfometría, morfodinámica; aspectos hidrográficos: densidad, forma del drenaje; uso del suelo; movimientos en masa; infraestructura, etc., son claramente identificables y susceptibles de ser analizados a través de la observación estereoscópica. La misma se fundamenta en conocimientos integrales que posibilitan un análisis sistémico de manera contextual. La finalidad es llegar al entendimiento de la existencia de cada unidad, sus características y su relación con las unidades que la rodean, ya que en el espacio geográfico todas las variables se interrelacionan en un sistema ordenado y coherente.

La interpretación digital estereoscópica de las fotografías aéreas provistas en el proyecto se realiza por bloques ajustados, fundamentada en el estudio profundo de la zona de estudio y tomando en cuenta toda la información recopilada para obtener un producto consistente y de calidad. La unidad mínima de mapeo corresponde a 1 ha.

El proceso de fotointerpretación digital cubre los siguientes pasos:

- Estudio y definición de unidades ambientales, de acuerdo al libro y mapa "Los Paisajes Naturales del Ecuador" de A. Winckell (1997), que proveen un marco general para la interpretación ya que determina la variabilidad de las unidades geomorfológicas que pueden encontrarse en su interior, relacionadas con su génesis, material parental y otras características, en base a un análisis sistémico. Adicionalmente se debe tener un conocimiento cabal de la litología, tectónica y evolución geológica general del área a estudiar.
- Organización preliminar: Determinación de responsabilidades por intérprete, mecanismos de coordinación para definir el área efectiva y el avance de la fotointerpretación digital de cada uno de los bloques ajustados.
- Demarcación de la red de drenaje: Es importante en las zonas de cambio del tipo de roca.
- Definición y caracterización de las unidades geomorfológicas: La asignación del tipo de roca a la unidad geomorfológica se basa en el patrón del drenaje, y en los datos geológicos secundarios recopilados.
- Ingreso de las variables a la geodatabase de manera simultánea a la interpretación digital.
- Definición de puntos para visita en campo en los sitios donde existen problemas en la delimitación o caracterización.
- Empate de la información gráfica y alfanumérica entre bloques interpretados.
- 

La interpretación digital, realizada directamente en pantalla, debe cumplir los siguientes pasos:

- Digitalización a escala estándar de 1: 8 000, mediante líneas que aparezcan suavizadas y tengan concordancia con el MDT y las curvas de nivel. Se debe tener en cuenta la red hidrográfica y demás elementos relevantes de la cartografía base.
- Digitalización de los puntos para visita en campo.
- Enlace de las unidades geomorfológicas entre el aspecto gráfico con el alfanúmerico, codificación realizada simultáneamente a la fotointerpretación digital. Para tal fin, se utiliza la geodatabase según el diseño del Cuadro 2.14 (los dominios que puede adquirir cada variable son los explicados anteriormente y constan en el catálogo de objetos del proyecto).

**Cuadro 2.14.** Diseño de la base de datos.

<b>Variable</b>	<b>Nombre campo</b>	<b>Tipo</b>
Unidad ambiental	UnidadAmbi	Texto, 250
Unidad genética	U_genet	Texto, 250
Unidad geomorfológica	U_morfol	Texto, 100
Código de unidad morfológica	Cod	Texto, 50
Forma de cima	F_cima	Texto, 50
Forma de la vertiente	F_vertient	Texto, 50
Forma de valle	F_valle	Texto, 50
Pendiente	Pendiente	Texto, 50
Rango de pendiente	R_pendient	Texto, 50
Desnivel relativo	D_relativo	Texto, 50
Longitud de la vertiente	L_vertient	Texto, 50
Tipo de drenaje	Dr_tipo	Texto, 50
Densidad de drenaje	Dr_dens	Texto, 50
Geología o Formación superficial	Geologia	Texto, 100
Tipo de roca o depósito superficial	Tipo_roca	Texto, 250
Observaciones	Obs	Texto, 250

Fuente: CLIRSEN 2010

- Verificación de la continuidad de las unidades en los límites de los bloques interpretados.

#### 2.3.2.4. Revisión cartográfica

Previo a la obtención del mapa geomorfológico preliminar se realiza la revisión cartográfica de los datos gráficos y alfanuméricos obtenidos, en la cual se eliminan posibles errores y se verifica la lógica en cada uno de los elementos creados. Para ello se realiza:

- Revisión temática:
  - Se contrasta la interpretación con toda la información secundaria disponible, se examina la coherencia de los datos y la lógica con capas geomorfológicas de los alrededores.
  - Se realizan las correcciones necesarias.

- Revisión topológica: Para evitar sobreposición y espacios sin información entre polígonos.

#### 2.3.2.5. Validación en campo

Obtenidos los mapas preliminares, se procede a realizar el trabajo de campo con el objetivo de verificar *in situ* las unidades geomorfológicas cartografiadas y el tipo de roca o depósito superficial asignado. Las actividades en el campo consisten en realizar recorridos utilizando los ejes viales y cursos de ríos o quebradas, con la finalidad de verificar la interpretación efectuada en gabinete. En el caso de puntos no accesibles el equipo se traslada a pie. Es primordial encontrar sitios con perfiles existentes donde se pueda verificar la relación unidad geomorfológica y tipo de roca o depósito superficial.

Dentro de este proceso existen los siguientes pasos:

- Definición del itinerario, de acuerdo a la localización y número de puntos de comprobación identificados en la fotointerpretación digital. Se deben visitar todos los tipos de unidad geomorfológica y los tipos de roca o depósito superficial en cada cantón.
- Preparación de los materiales para la salida.

En campo la salida se compone de:

- Visita a los puntos definidos en el itinerario y descripción de los mismos mediante ficha de campo (Ver Anexo 1). Verificación de atributos de acuerdo a la leyenda (génesis, morfología y morfometría).
- Documentación a través de toma de puntos GPS y fotografías.
- Ubicación de perfiles existentes para la descripción del macizo rocoso o depósito superficial (en la misma ficha).
- Toma de muestras si resulta necesario.
- Identificación de unidades no interpretadas.
- Entrevistas a habitantes del sector, lo cual es muy útil cuando la unidad geomorfológica ha sido modificada por el hombre y para conocer su dinámica.
- Análisis contextual con temas relacionados: análisis de la relación de la unidad geomorfológica con el recurso agua, cobertura y uso, infraestructura vial y su estado, infraestructura productiva, accesibilidad, calidad de vida, degradación del ecosistema, por citar algunos ejemplos.

Cabe indicar que para cada ficha de campo existe un manual descriptivo que apoyado con la base conceptual contienen los fundamentos para su llenado, con el fin de estandarizar y asegurar una coherencia en la información levantada por los diferentes profesionales.

La información recopilada debe ser procesada en gabinete, para ello se realiza:

- Elaboración del reporte de campo por cantón, que describe las unidades geomorfológicas visitadas y sus características desde un punto de vista sistémico. Debe ceñirse al formato definido por

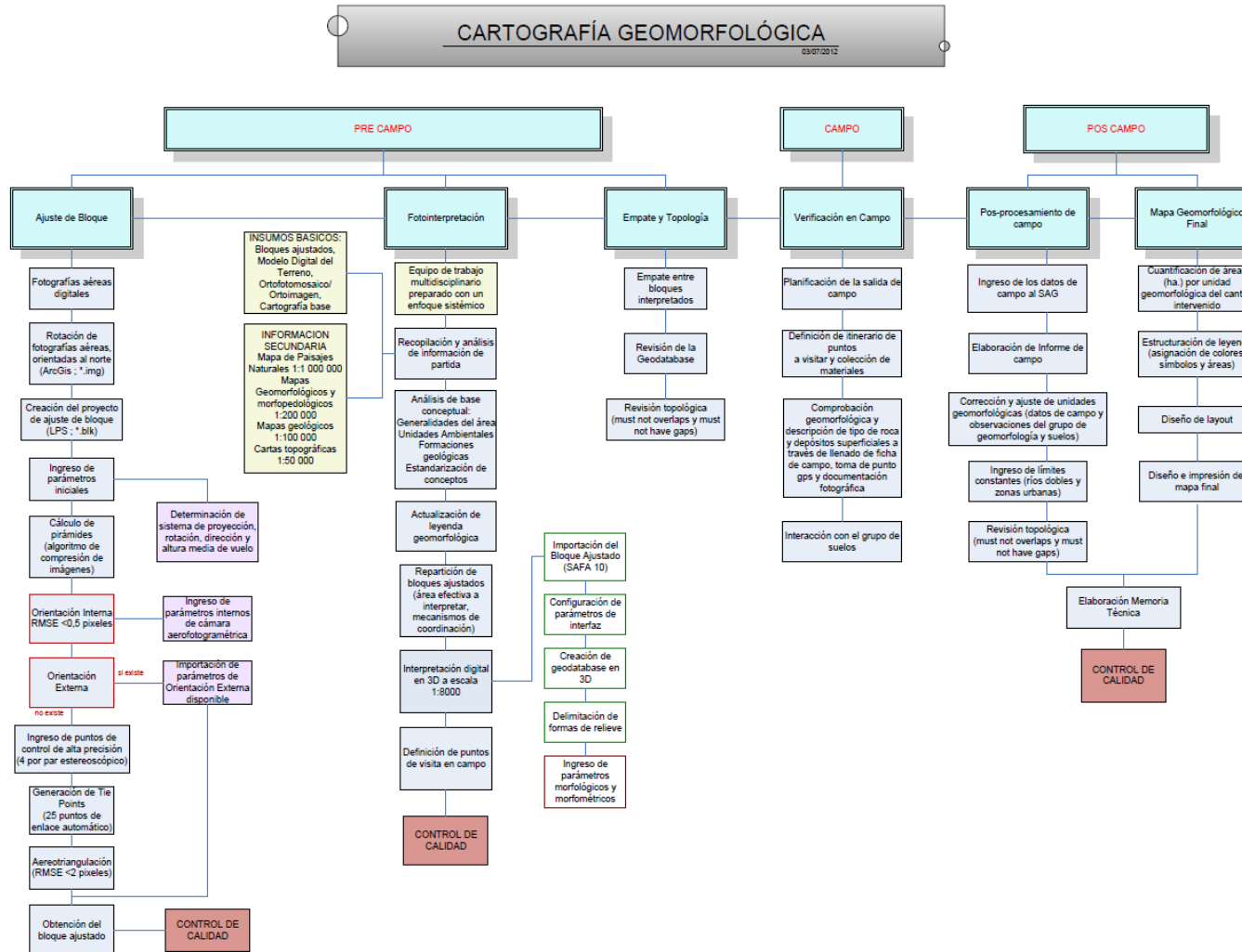
CLIRSEN que incluye una reseña general del cantón, descripciones específicas de cada unidad geomorfológica, definición de factores favorables para la ocurrencia de movimientos en masa y compendio de datos obtenidos en campo. El informe es luego incorporado a la memoria técnica final.

- Ingreso de los puntos visitados a la ficha automatizada de campo bajo el Sistema de Administración de Geoinformación (SAG), relacionada al punto GPS y a las fotografías correspondientes a cada uno.
- Corrección y ajuste de unidades.
- Ingreso de los límites constantes a la interpretación digital (ríos dobles, islotes, cuerpos de agua, centros poblados y límites cantonales).

#### 2.3.2.6. Obtención de la cartografía e información final

Como pasos finales se realiza la revisión topológica, se cuantifican las áreas (ha) y se suman para cada cantón por unidad geomorfológica. Con el dato de las áreas se elabora la leyenda geomorfológica a ser incluida en el mapa, y se diseña el formato de salida asignando colores a las unidades geomorfológicas en gamas de acuerdo a su unidad ambiental. Además se estructura la memoria técnica basada en el reporte de campo.

**Figura 2.1.** Modelo conceptual para elaborar la cartografía geomorfológica.



Fuente: CLIRSEN 2010

## 2.4. Controles de Calidad

El primer control de calidad es escoger un equipo de trabajo multidisciplinario, compuesto por edafólogos, agrónomos, geomorfólogos, geógrafos y geólogos que aporten al entendimiento global del entorno mediante su especialidad.

### 2.4.1. Con respecto a la etapa de recolección de información

En este proceso se consideró la aplicación de cuatro criterios que permitieron calificar la información para su posterior selección. Estos criterios de calificación son (Mejía L., 2009):

- Nivel de detalle: Criterio definido por la profundidad e intensidad de los estudios existentes y que deben estar acorde a los exigidos en los términos de referencia del proyecto.
- Actualidad: Criterio relacionado con la fecha de ejecución de los estudios, la vigencia y la necesidad de complementar los datos presentados.
- Cobertura geográfica: Este criterio tiene que ver con el cubrimiento espacial que tienen los estudios existentes en relación al área de interés.
- Escala: Criterio referido a la escala de los documentos cartográficos existentes en los estudios recopilados, y relacionados con la escala que exigen los términos de referencia del presente proyecto de acuerdo con el nivel del levantamiento semi-detallado, escala 1: 25 000.

Además toda la información secundaria calificada en base a los cuatro puntos anteriores, se debe estandarizar a un mismo sistema espacial de referencia (PROYECCIÓN UTM, ELIPSOIDE WGS84, DATUM WGS84, ZONA 17 SUR).

### 2.4.2. Para la elaboración del mapa geomorfológico

Con respecto a la elaboración del ajuste de bloques (de fotografías aéreas digitales):

- La calidad de la transformación en lo que respecta a la orientación interna, se indica mediante el RMS. Si este valor es elevado pueden existir problemas de distorsión de la película o medición incorrecta de la fotografía. Lo óptimo para la escala de trabajo es obtener un RMS máximo de 17,5 micrones o 0,5 píxeles.
- Aerotriangulación, con RMS menor a 2 píxeles, si no se cumple con el mencionado valor se puede mejorar eliminando los puntos que posean una alta distorsión.
- Utilización de ortoimágenes de diversos sensores, según el área en estudio de resolución mejor a 7,5 m, para la toma de puntos de control horizontal.

La interpretación digital posee como unidad mínima de mapeo 1 ha, y para alcanzar dicho requerimiento se interpretó digitalmente a escala 1: 8 000 en

todo momento, obteniendo el detalle de interpretación adecuado para la escala de trabajo.

Por último se realiza la revisión cartográfica de los datos gráficos y alfanuméricos obtenidos, en la cual se analiza que no se tenga error alguno y exista lógica en cada uno de los elementos cartográficos creados. Para ello se realiza:

- Revisión topológica: Las reglas escogidas al momento de hacer la topología son:
  - Must Not Overlap para encontrar polígonos sobrepuestos. Existen dos posibles soluciones: añadir ambos polígonos o substraerlos para que no se sobrepongan.
  - Must Not Have Gaps que determina huecos ya sea al interior del polígono o en sus uniones. Se soluciona creando un nuevo polígono.
- Revisión temática:
  - Se contrasta la interpretación con toda la información secundaria disponible, aprovechando las capacidades del SIG para sobreponer información digital. Se toma en cuenta que se debe incrementar el detalle de los mapas geomorfológicos o morfopedológicos, si no se ha definido una unidad se define la razón por la que no se ha encontrado.
  - Se realizan las correcciones necesarias

Además, una vez obtenidos los mapas preliminares, se procede a realizar el trabajo de campo con el objetivo de verificar "in situ" las unidades geomorfológicas cartografiadas.

La información levantada debe ser procesada en gabinete, para ello se corrige las unidades geomorfológicas de acuerdo a las características definidas en campo.

Como pasos finales se vuelve a realizar la revisión topológica, se cuantifican las áreas (ha) y se suman para cada cantón por unidad geomorfológica. Se chequea la consistencia entre diferentes capas geomorfológicas de cada cantón.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Levantamiento de información

En el cantón San Vicente se interpretaron los pares estereoscópicos correspondientes a un total de 101 fotografías aéreas de 12 líneas de vuelo, a escala 1: 30 000, proporcionadas por el Instituto Geográfico Militar (IGM), del año 2009, cuya distribución se puede apreciar en el Cuadro 3.1.

**Cuadro 3.1.** Características de las líneas de vuelo del cantón San Vicente.

ESCALA	LINEA	ROLLO	CÁMARA	AÑO	FOTOGRAFÍAS		TOTAL
					DESDE	HASTA	
<b>1:30 000</b>	1	125	RC30	2010	9831	9841	<b>11</b>
	2	125	RC30	2010	9820	9828	<b>9</b>
	2'	116	RC30	2009	7072	7078	<b>7</b>
	3	124	RC30	2010	9792	9800	<b>9</b>
	3'	116	RC30	2009	7098	7103	<b>6</b>
	4	124	RC30	2010	9783	9791	<b>9</b>
	4'	116	RC30	2009	7110	7114	<b>5</b>
	5'	116	RC30	2009	7132	7142	<b>11</b>
	6	116	RC30	2009	7142	7148	<b>7</b>
	11	125	RC30	2010	9871	9883	<b>13</b>
	12	125	RC30	2010	9864	9869	<b>6</b>
	13	125	RC30	2010	9860	9863	<b>4</b>
<b>TOTAL DE FOTOS</b>							<b>101</b>

Fuente: CLIRSEN 2012

**Figura 3.1.** Distribución del bloque ajustado del cantón San Vicente



Fuente: CLIRSEN 2012

Para el cantón San Vicente, se utilizó información de trabajos realizados con anterioridad como es la hoja geológica generada por la Dirección General de Geología y Minas a escala 1: 100 000, pertenecientes a Jama y Bahía de Caraquez.

**Cuadro 3.2.** Índice de hojas geológicas utilizadas para el cantón San Vicente

<b>Código</b>	<b>Hojas Geológicas</b>
Hoja 10	Jama
Hoja 11	Bahía de Caráquez

Fuente: Dirección General de Geología y Minas

Adicionalmente se utilizó como referencia el mapa de Paisajes Naturales del Ecuador a escala 1: 1 000 000, realizado por CEDIG y ORSTOM en el año 1989.

Además se emplearon las hojas topográficas a escala 1: 50 000 proporcionadas por el IGM, para ubicación general.

**Cuadro 3.3.** Índice de cartas topográficas utilizadas para el cantón San Vicente

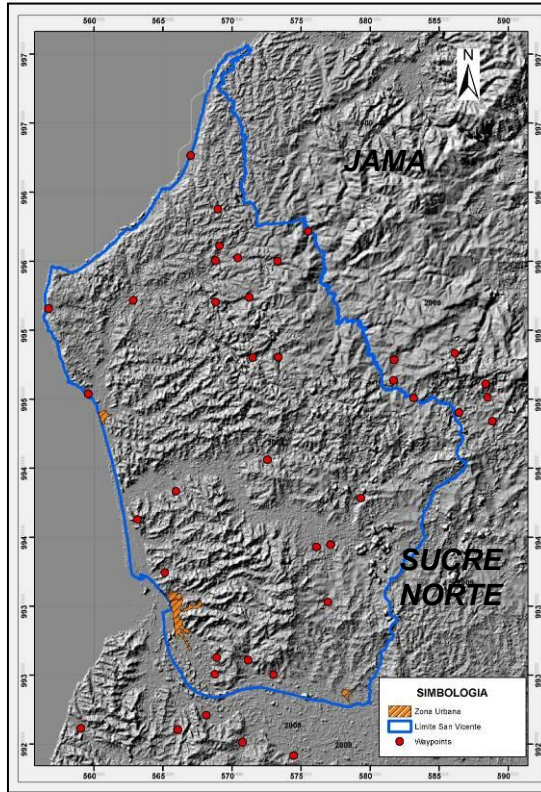
<b>Código</b>	<b>Cartas Topográficas</b>
MIII-D41	Ricaurte
MIII-D31	Bahía de Caráquez
MIII-D21	San Isidro
MIII-D11	Canoa
MIII-B31	Jama

Fuente: IGM

La comprobación de campo del cantón San Vicente se realizó entre el 12 de septiembre al 21 de septiembre de 2012, donde se visitaron un total de 27 puntos, obteniendo igual número de fichas ligadas a su correspondiente coordenada y a sus atributos que incluyen: geomorfología (unidad ambiental, morfología (forma de cima, vertiente), morfometría (pendiente, desnivel relativo, longitud de vertiente), cobertura vegetal, descripción de afloramientos, caracterización de rocas y depósitos superficiales, toma de datos estructurales, observaciones y un esquema de los aspectos más relevantes acompañado del respectivo registro fotográfico, además se obtuvieron 271 puntos de observación en todo el cantón San Vicente que permitieron mejorar la demarcación de las unidades.

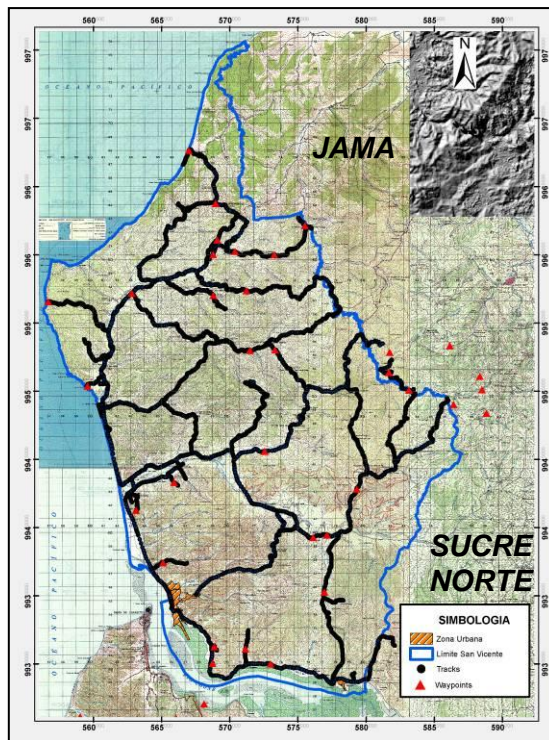
Toda esta información fue ingresada en el Sistema de Administración de Geoinformación (SAG), software diseñado en Visual Basic que permite almacenar todos los datos levantados en campo.

**Figura 3.2.** Localización de puntos visitados en campo del cantón San Vicente



Fuente: CLIRSEN 2012

**Figura 3.3.** Recorrido realizado dentro del cantón San Vicente



Fuente: CLIRSEN 2012

### 3.2. Unidades Ambientales.

Las unidades ambientales han sido definidas tomando en cuenta su génesis, los factores morfológicos, morfométricos y la litología, así como los factores externos modeladores como el clima y vegetación.

En el cantón San Vicente se encuentran tres unidades ambientales:

- Relieves Estructurales y Colinados Terciarios
- Relieves Litorales y Sedimentarios Fluvio Marinos
- Medio Aluvial

#### 3.2.1. Relieves Estructurales y Colinados Terciarios

Los relieves de esta unidad ambiental están ubicados a lo largo de todo el cantón San Vicente, dentro de la cuenca de Manabí, asociados a las areniscas de la Formación Borbón, y a las arcillas areniscosas de la Formación Onzole, en la parte central y oriental del cantón; y por relieves pertenecientes al Miembro Villingota y Dos Bocas en la parte occidental.

Sus características son:

- Ecología: Bosque deciduo de tierras bajas de la costa; Matorral seco de tierras bajas de la costa; Matorral espinoso litoral.
- Formas del relieve: Relieve colinado alto, medio y bajo, frente de chevron, superficie de chevron, superficie disectada de mesa en nivel inferior, testigo de cornisa de mesa, vertiente de mesa, glacis de esparcimiento, superficie de cono de deyección antiguo, coluvión antiguo, coluvio aluvial antiguo, coluvio aluvial reciente y acantilado.
- Geología: Fms. Angostura, Onzole y Borbón, y Mbrs. Villingota y Dos Bocas.
- Edafología: Molisoles con altos contenidos de materia orgánica así como, Inceptisoles y Alfisoles.
- Cobertura natural: Bosque seco húmedo y matorral seco.
- Uso actual de las tierras: Pasto cultivado y Cobertura natural.
- Infraestructura vial y poblacional:  
Vía de primer orden, San Vicente-Canoa-Botadero.  
Poblado: Barlomin Chico.
- Peligros naturales: Erosión por surcos y cárcavas, y movimientos en masa.

#### 3.2.2. Relieves Litorales y Sedimentarios Fluvio Marinos

Ubicado al Sur de Canoa asociado a geformas marinas y fluvio-marinas, resultado de la interacción de distinto tipo de factores naturales tanto geológicos-geomorfológicos, oceánicos y climáticos-evolutivos.

Sus características son:

- Ecología: Matorral seco de tierras bajas de la costa; Bosque deciduo de tierras bajas de la costa; Manglar; Vegetación de playas marinas.

- Formas del relieve: Estuario, planicie costera y playa marina.
- Geología: Depósitos Fluvio Marinos, Marinos y Salinos.
- Edafología: Entisoles.
- Cobertura natural: Matorral seco y Manglar.
- Uso actual de las tierras: Agrario.
- Infraestructura vial y poblacional:  
Vías: Vía a Puerto Cabuya, El Cabuyal, vías de Segundo y tercer orden.  
Poblados: Boca de Briceño y Puerto Cabuya
- Peligros naturales: Presencia de diferentes tipos de movimientos en masa (deslizamientos, flujos y reptaciones).

### 3.2.3. Medio Aluvial

Varios autores lo llaman sistema fluvial pero se puede definir como la unidad o sistema influenciado directamente por la acción de los ríos. Es un sistema muy variable ya que cambia con el tiempo, debido a la actividad de procesos erosivos y de sedimentación, responde también a los cambios climáticos, modificaciones de nivel de base, tectónica cuaternaria y actividades humanas.

San Vicente está rodeada por los márgenes del río Chone y de los ríos Briceño (que recibe las aguas de los esteros Rosa Blanca y Chita), Canoa y río Muchacho (que tiene de afluentes al Mate y Camarones, Tate y luego se une con el río Mariano). Los demás ríos existentes aumentan su caudal únicamente en la época invernal.

En el cantón San Vicente esta unidad ambiental está dominada por la acción del río Briceño y la actividad de varios cauces ubicados en varias quebradas que atraviesan al cantón. Estos cauces conjuntamente con el tipo de material presente en el cantón han provocado la aparición de terrazas y valles.

Sus características son:

- Formas del relieve: Terrazas altas, medias e indiferenciadas.
- Geología: Depósitos aluviales de edad Cuaternaria.
- Edafología: Molisoles con características andicas, además de Inceptisoles.
- Cobertura natural: Pastos y cultivos.
- Uso actual de las tierras: Agrario y Pecuario.
- Infraestructura vial y poblacional:  
Vías Principales: Vía Muyuyal, Vía a Zapallo, Briceño, además de vías de segundo y tercer orden.  
Poblados Principales: Zapallo, La Quebrada, La Unión, La Fortuna, El Salto, Barquero, Briceño y Botadero
- Peligros naturales: Erosión por surcos y cárcavas, movimientos en masa.

### 3.3. Descripción Geológica

El Suroeste de la costa ecuatoriana, posee rasgos estructurales, que nos indican una tectónica de bloques fallados que han creado un sistema de horsts y

grabens; En el sector prevalecen fallamientos gravitacionales y fenómenos de deslizamientos, provenientes de una dinámica relacionada a subducción y movimientos de cizalla.

Las rocas existentes en el cantón San Vicente son de edad Terciaria, y además existen depósitos sedimentarios Cuaternarios distribuidos en las partes bajas del sector que conforman los niveles actuales de depósitos aluviales a lo largo de los ríos y esteros del cantón.

La evolución geológica del cantón San Vicente, empieza con:

**Miembro Dos Bocas (M<sub>TB</sub>).**- Edad Mioceno inferior, el tipo de roca presenta intercalaciones de lutitas chocolate laminadas con concreciones calcáreas y en la base limolitas con presencia de yeso. Está asociado a relieves colinados medios, bajos y muy bajos.

**Miembro Villingota (M<sub>TV</sub>).**- Consiste de lutitas laminadas diatomáceas con un color blanco habano cuando están meteorizadas, variando de 250 a 650 metros de espesor, sobreyace transicionalmente a las lutitas "chocolate" del Miembro Dos Bocas. La abundante microfauna indica una edad Mioceno inferior a medio (Bristow y Hofftetter, 1977). Las geoformas asociadas son chevrones y relieves colinados altos, medios y bajos.

**Formación Angostura (M<sub>DA</sub>).**-Consiste de un conglomerado basal con guijarros de material volcánico que en el Sur descansa discordante sobre los Miembros Villingota y Dos Bocas, y las Formaciones Piñón y Cayo. Continuando con areniscas de granulación gruesa a fina, como resultado de su carácter transgresivo y sublitoral. Localmente se encuentra la presencia de estas areniscas de grano medio a grueso intercaladas con conglomerados de clastos volcánicos en el sector Centro-Sur del cantón, además del límite Nororiental.

**Formación Onzole (M<sub>DO</sub>).**- Consiste especialmente de limolitas azules (amarillas - café cuando están meteorizadas), con escasas intercalaciones de lutitas, areniscas y aún conglomerados variando de 0 a 550 metros de espesor. Esta Formación sobreyace a la Formación Angostura, o cuando esta última está ausente al Miembro Villingota, aparentemente concordante; incluye a la parte superior de la secuencia Charapotó (ya en desuso) y contiene una fauna que varía en edad desde el Mioceno medio, por lo menos hasta Mioceno superior (Bristow y Hoffstetter, 1977), encontrándose asociada a vertientes de mesa.

**Formación Borbón (M<sub>PI<sub>DB</sub></sub>).**- Comprende areniscas calcáreas azul, grisáceas, con un conglomerado basal, sobreyacente a las limolitas de la Formación Onzole. La Formación tiene su mayor espesor en la cuenca Borbón, pero aflora extensivamente a lo largo del lado oriental de la cuenca de Manabí. Tiene una rica fauna de moluscos y ha sido asignada a una edad del Mioceno superior al Plioceno (Bristow y Hoffstetter, 1977). Comprende superficies y vertientes de mesa y acantilados.

**Depósitos Coluviales (Q<sub>2</sub>).**- Constituyen depósitos que aparecen al pie de una ladera como resultado del transporte gravitacional de los materiales resultantes de la desintegración de relieves primarios, están compuestos por bloques y gravas de arenisca en matriz limo arenosa, formando coluviones antiguos y recientes.

**Depósitos Coluvio Aluviales (Q<sub>3</sub>).**- Se originan por la sedimentación de material clástico (limos, arenas y clastos), producto de la erosión de las partes altas de las formaciones existentes y depósitos aluviales compuestos de gravas, arenas y limos, que rellenan los valles formados por los ríos y parte de las cuencas hidrográficas.

**Depósitos Aluviales (Q<sub>1</sub>).**- Constituyen los depósitos más recientes y están constituidos de arcillas, areniscas y gravas; contienen gran cantidad de materiales erosionados y arrastrados de las montañas adyacentes, limo arenosas, formando coluviones antiguos y recientes.

**Depositos Fluvio marinos (Q<sub>6</sub>).**- Son materiales formados en la zona intermareal por la acción mixta de ambientes continentales y marinos, influyendo en este caso las corrientes fluviales, el oleaje y las mareas. Predominan las arenas finas y los limos, pudiendo contener abundante materia orgánica y carbonatos, asociado a estuarios.

**Depósitos salinos (Q<sub>7</sub>).**- Estos depósitos están formados por la precipitación química de sales, cloruros o sulfatos, típicos de medios árido o desérticos, lacustres, lagunares y litorales, forman salitrales.

### 3.4. Geomorfología

El territorio es muy accidentado, la zona costera del cantón se halla ubicada frente al límite de convergencia de la placa nazca y la sudamericana, por lo que está sometida a un régimen tectónico compresivo. El tectonismo que contribuye a formar el relieve, genera valles en los que se acumulan depósitos aluviales

La geomorfología del cantón San Vicente está dominada por tres unidades ambientales las cuales tienen una disposición espacial específica dentro del cantón.

Al Suroccidente del cantón se presentan relieves colinados que contrastan con los relieves del Este; son colinas muy arcillosas sobre arcillas y lutitas, paisajes de colinas medianas con caracteres estructurales marcados sobre lutita calcárea del Miembro Villingota.

Hacia el Este se encuentran los relieves más bajos ubicados en posición central sobre las facies más antiguas de la estructura anticlinal, es una potente sedimentación monótona de arcillas y lutitas de color pardo entre café y chocolate del Miembro Dos Bocas, es una asociación de pequeñas colinas con cimas redondeadas y pendientes moderadas paisajes de colinas bajas parte inferior suavemente ondulada.

Hacia el Oeste del cantón se encuentran paisajes con disección avanzada ubicados de manera perpendicular al trazado de la costa, son cimas y lomos alargados compuestos de mesas heterogéneas muy disectadas ligeramente inclinadas, destruidas con erosión avanzada, existen los últimos testigos de las capas cimera areniscosas y arenosas con intercalación limosas y conglomeráticas de la Formación Borbón, las mesas y superficies disectadas limitadas por faldas empinadas con abruptos rectilíneos, y bajas vertientes más suaves.

En el centro del cantón la disección disminuye dando lugar a relieves tabulares, están compuestos por estrecha zonas cimera de onduladas a planas se presentan como lengua sinuosas, con un modelado superficial extremadamente suave formando superficies de mesa y superficies de mediana disección asociados al Miembro Dos Bocas.

Hacia el Este del cantón en los límites con Jama y Sucre Norte, existen paisajes de colinas bajas de poca disección, colinas deprimidas y paisajes ondulados por debajo de relieves tabulares areniscosos

En la zona costera se encuentran geformas litorales de origen marino y fluvio-marino, resultantes de la morfogénesis marina en el borde costero que se encuentra constantemente sometida a la acción erosiva del agua, por lo cual adquiere formas muy diversas, dependiendo del tipo de terreno y de la actividad de las olas, mareas, corrientes marinas y fluviales dando lugar a estuarios, planicies costeras, playas marinas.

A continuación se describen las formas del relieve existentes en cada unidad ambiental del cantón San Vicente con respecto a su unidad genética correspondiente.

**Cuadro 3.4.** Unidades ambientales, genéticas y geomorfológicas.

UNIDAD AMBIENTAL	UNIDAD GENÉTICA	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	DENOMINACIÓN GEOLÓGICA
Relieves Estructurales y Colinados Terciarios	TECTONICO EROSIVO	Relieve colinado alto	Miembro Dos Bocas Miembro Villingota Formación Angostura
		Relieve colinado medio	Miembro Dos Bocas Miembro Villingota Formación Angostura
		Relieve colinado bajo	Miembro Dos Bocas Miembro Villingota
		Relieve colinado muy bajo	Miembro Dos Bocas Miembro Villingota
	ESTRUCTURAL	Superficie de chevron	Miembro Villingota
		Frente de chevron	
		Superficie disectada de mesa	Formación Borbón

		Superficie disectada de mesa nivel inferior	Formación Onzole Formación Borbón	
		Testigo de cornisa de mesa		
		Vertiente de mesa		
	DEPOSICIONAL O ACUMULATIVO		Glacis de esparcimiento	Depósitos coluvio aluviales
			Superficie de cono de deyección antiguo	
	DENUDATIVO		Coluvión antiguo	
			Coluvio aluvial antiguo	
MARINO Y FLUVIOMARINO		Acantilado	Formación Borbón	
Relieves Litorales Sedimentarios y Fluvio-Marinos	MARINO Y FLUVIOMARINO	Estuario	Depósitos fluvio marinos	
		Planicie costera	Depósitos marinos	
		Playa marina	Depósitos marinos	
		Salitral	Depósitos salinos	
Medio Aluvial	DEPOSICIONAL O ACUMULATIVO	Terraza alta	Depósitos aluviales	
		Terraza media		
		Terrazas indiferenciadas		
		Valle fluvial		

Fuente: CLIRSEN 2012

### 3.4.1. Unidad Ambiental: Relieves Estructurales y Colinados Terciarios

#### 3.4.1.1. Origen: Tectónico Erosivo

##### a. Relieve Colinado Alto (R5)

Estos relieves se caracterizan por poseer pendientes de 25 a 70% con cimas agudas, redondeadas, vertientes rectilíneas y cóncavas, además poseen un desnivel relativo de 100 a 200 m y una longitud de vertiente mayor a los 50 m. Se encuentran ubicados en los sectores Barlomin Chico, la Esperanza, La Tranca, litológicamente están conformados por lutitas laminadas diatomáceas grises a blancas del Miembro Villingota; Lutitas color café chocolate con presencia de vetillas de yeso del Miembro Dos Bocas; Areniscas de grano medio a grueso intercalado con conglomerado de clastos volcánicos de la Formación Angostura.

Los procesos morfodinámicos son evidentes por ello su grado de amenaza es medio. La cobertura vegetal está caracterizada por la presencia de bosque seco, matorral seco y húmedo. El área de esta unidad es de 7 972,99 ha, lo cual representa el 10,85% de la superficie total del cantón (73 471,16 ha).



**Foto 1.** Relieve colinado alto (R5). Sector Santo Tomás. 2012  
Fuente: CLIRSEN. 2012

#### b. Relieve colinado medio (R4)

Estos relieves se encuentran en los sectores Barlomin Grande, La Mocora, Zapote, la Deidad, La Humedad, Rosa Blanca, La Esperanza sus cimas son agudas y redondeadas, la forma de la vertiente es rectilínea, convexa, irregular, tiene pendientes que varían de 12 a 70%, su desnivel relativo es de 25 a 100 m y la longitud de la vertiente es menor a 500 m, están constituidos por lutitas blancas diatomáceas del Miembro Villingota.

Este tipo de relieve también se encuentra en el sector de la Tranca al este limitando con Sucre (Norte), en donde su litología corresponde a lutitas de color chocolate pertenecientes al Miembro Dos Bocas, sus cimas son agudas con vertientes rectilíneas, sus pendientes varían de 12 a 40% y su desnivel relativo es menor a los 100 m.

Al Sur con el límite de Sucre (Sur) se encuentran este tipo de relieves asociados a la Formación Angostura de pendientes que oscilan entre 25 y 70%, en donde el desnivel es menor a 100 m y se encuentra formado por areniscas de grano medio a grueso intercalado con conglomerado de clastos volcánicos.

El tipo de cobertura vegetal predominante es de tipo arbustiva y la superficie de esta unidad es de 14 818,89 ha, lo cual representa el 20,17% de la superficie total del cantón.



**Foto 2.** Relieve colinado medio (R4). Sector Boca de Remojo. 2012  
Fuente: CLIRSEN. 2012

### c. Relieve colinado bajo (R3)

Se encuentra disperso en el cantón en los sectores de La Quebrada y San Ramón. Presenta cimas redondeadas con vertientes convexas, posee una pendiente que varía de 5 a 40%, su desnivel relativo es menor a 25 m, la litología está asociada al Miembro Dos Bocas y al Miembro Villingota que corresponde lutitas blancas y lutitas de color café respectivamente, se encuentra ligada a una cobertura vegetal de tipo herbácea y arbustiva, y está representada por un área de 813,15 ha.



**Foto 3.** Relieve colinado bajo (R3). Sector Hcda. San Luis. 2012  
Fuente: CLIRSEN. 2012

#### d. Relieve colinado muy bajo (R2)

Esta unidad se encuentra en la parte Noroeste del cantón, en la cercanía al río Briceño, en donde se evidencia a la unidad con cimas de tipo redondeadas y vertientes convexas.

Presentan pendientes de 5 a 25% y desniveles relativos de hasta 15 m. La litología corresponde a los Miembros Dos Bocas y Villingota, y su morfodinámica es estable. El área es de 105,36 ha aproximadamente.



**Foto 4.** Relieve colinado muy bajo (R2). Sector La Fortuna. 2012  
Fuente: CLIRSEN. 2012

### 3.4.1.2. Origen Estructural

#### a. Superficie de chevrón (K1)

Corresponde a la superficie de una ladera estructural de buzamiento con alternancia de estratos delgados de diferente consistencia y con una morfología irregular, la misma que forma facetas triangulares, dispuestas en forma escalonada a modo de escamas de pescado.

Estas superficies están constituidas por pendientes que oscilan de 12 a 40% y desniveles relativos menores a 200 m, mostrando una continuidad en forma de una cordillera. Se asocian al Miembro Villingota, que consiste en lutitas diatomáceas; se caracterizan por presentar una cobertura vegetal de tipo arbórea y arbustiva.

Se encuentran ubicadas en la parte Sur-Sureste del cantón, en el sector Los Monos, Las Balsas, Cereza. Esta unidad ocupa 1 653,57 ha de extensión.



**Foto 5.** Superficie de chevron (K1). Sector Los Monos. 2012  
Fuente: CLIRSEN. 2012

b. Frente de chevrón (K2)

Corresponde a la contra pendiente abrupta de la ladera de buzamiento (Superficie de chevrón), la cual indica la potencia de los estratos a partir de los cuales están formados los chevrones. Son geoformas de pendientes fuertes, de 25 a 70% y desniveles entre 25 y 200 m. Se asocia de igual forma al Miembro Villingota, presentan una erosión de tipo laminar y en menor cantidad en surcos.

La cobertura vegetal predominante corresponde a vegetación arbustiva y herbácea. Se localizan en los sectores Los Monos, Las Balsas y Cereza. Esta unidad ocupa 536,39 ha de extensión.



**Foto 6.** Frente de chevron (K2). Sector Cerezal. 2012  
Fuente: CLIRSEN. 2012

c. Superficie disectada de mesa (S2)

Esta unidad se encuentra en la parte centro occidente del cantón, hacia el Oeste la disección avanza en relación a las mesas del centro Sur, donde presenta una superficie poco disectada, en este sector las cimas son de tipo redondeadas y sus vertientes convexas.

Presentan pendientes de 5 a 25% y desniveles relativos de hasta 15 m. La litología corresponde a areniscas limosas de grano fino de color gris blanquecina de la Formación Borbón. Posee una superficie de 6 230,38 ha.



**Foto 7.** Superficie disectada de mesa (S2). Sector Cerezal. 2012  
Fuente: CLIRSEN. 2012

#### d. Superficie disectada de mesa de nivel inferior (S6)

Se encuentran en los sectores de La Mila y Zapallo, son relieves residuales, de carácter estructural caracterizado por su alto grado de disección sobre lechos sedimentarios de rocas duras con estratificación horizontal, son el resultado de la erosión diferencial, tiene pendientes de 5 a 25% un desnivel relativo de 5 a 15 m, y está asociado a la Formación Borbón. Presenta una superficie de 109,06 ha.



**Foto 8.** Superficie disectada de mesa de nivel inferior (S6). Sector Zapallo. 2012  
Fuente: CLIRSEN. 2012

#### e. Testigo de cornisa de mesa (S5)

Corresponden a geoformas producto de la erosión, las cuales han quedado como relictos de las antiguas mesas, y están asociadas a areniscas pertenecientes a la Formación Borbón, las mismas presentan pendientes que oscilan de 40 a 100%, y sus desniveles fluctúan desde 25 hasta los 100 m.

Se presentan en la población de el río Canoa y al Sur cercano al río Chone, esta geoforma está asociada a caídas, debido a la composición litológica, y a su fuerte pendiente. La cobertura vegetal predominante corresponden a cobertura arbórea, y arbustiva en menor proporción. Esta geoforma ocupa un área de 708,58 ha.

#### f. Vertiente de mesa (S4)

Esta geoforma ocupa la mayor extensión del cantón, asociado litológicamente a las Formaciones Onzole y Borbón, los cuales tienen una pendiente que oscila de 12 a 40% y de 25 a 100% respectivamente; los desniveles relativos fluctúan de 25 hasta 200 m.

En cuanto a la litología, las vertientes pertenecientes a la Formación Borbón están asociadas a areniscas de grano medio intercalado con arenas, y las vertientes asociadas a la Formación Onzole están compuestas por areniscas arcillosas intercaladas con arcillas y limolitas.

En cuanto al uso está asociada a vegetación arbórea en su gran mayoría, y arbustiva - herbácea en menor grado. Presenta una superficie de 28 210,65 ha, lo cual equivale al 35,28% de la superficie total del cantón.



**Foto 9.** Vertiente de mesa (S4). Sector Murachi. 2012  
Fuente: CLIRSEN. 2012

### 3.4.1.3. Origen Depositional o Acumulativo

#### a. Glacis de esparcimiento (Ges)

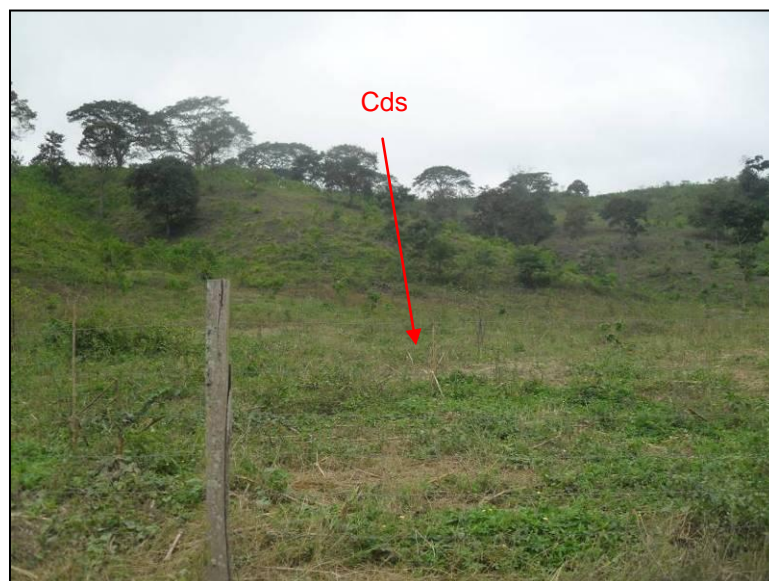
Son superficies con ondulaciones amplias y rebajadas, de origen deposicional o acumulativo, se encuentran al Sur del cantón en La Badea y Las Pavas, presentan desniveles menores a 15 m de altura y pendientes del 2 al 12%. En los lugares donde se observaron estas geoformas predomina una cobertura arbustiva. El área de esta unidad es de 68,28 ha aproximadamente.



**Foto 10.** Glacis de esparcimiento (Ges). Sector Las Pavas. 2012  
Fuente: CLIRSEN. 2012

b. Superficie de cono de deyección antiguo (Cds)

Se encuentran al pie de los relieves colinados bajos y de la superficie de cuesta, obedeciendo al cambio de pendiente a lo largo de la cual se desplaza el material que se deposita al pie de esta geoforma, debiéndose a procesos de remodelación secundarios, principalmente de la escorrentía superficial. Sus pendientes alcanzan el 25 % mientras que su desnivel relativo llega a los 25 m. Se encuentra en el Botadero, El Hacha y cercano a la población de Briceño. Esta geoforma ocupa aproximadamente 142,10 ha.



**Foto 11.** Superficie de cono de deyección antiguo (Cds). Sector El Hacha. 2012  
Fuente: CLIRSEN. 2012

#### 3.4.1.4. Origen Denudativo

##### a. Coluvión antiguo (Can)

Geoforma asociada a depósitos heterogéneos de ladera, sueltos, con bloques angulosos y gravas en matriz sedimentaria meteorizada de arenas y limos; esta unidad tiene una limitada extensión (457,5 ha). Se encuentra dispersa a lo largo de todo el cantón, al pie de los relieves y en vertientes, ligada a una cobertura de tipo herbácea, y en menor proporción arbustiva.



**Foto 12.** Coluvion antiguo (Can). Sector Cuesta de la Badea. 2012  
Fuente: CLIRSEN. 2012

##### b. Coluvio aluvial antiguo (Co)

Tiene un pendiente de hasta el 25% con desniveles relativos menor a 15 m. Se ubican a lo largo de todo el cantón en las vertientes de mesa y alrededor de los relieves; la litología comprende depósitos de gravas, arenas finas a medias, limos y arcillas. La cobertura es de tipo herbacea y pasto cultivado, ocupa una superficie de 2 710,39 ha.



**Foto 13.** Coluvio aluvial antiguo (Co). Sector La Quebrada. 2012  
Fuente: CLIRSEN 2012

#### 3.4.1.5. Origen Marino y Fluvio Marino

##### a. Acantilado (A)

Los acantilados bordean las plataformas litorales rocosas, producidos por fallas recientes o levantamientos rápidos del continente, las paredes verticales sufren los efectos de la socavación por el oleaje.

Esta geoforma está ubicada al pie de las vertientes de mesa de la Formación Borbón, se encuentra en la Punta Virgen y Punta Canoa tiene una pendiente de 70 a 100%, y un desnivel relativo de hasta 50 m.

Se evidenció en la presente unidad la existencia de movimientos en masa de tipo caídas, con un grado de amenaza media, ocupa un área de 21,14 ha.



**Foto 14.** Acantilado (A). Sector Punta Virgen. 2012  
Fuente: CLIRSEN. 2012

### 3.4.2. Unidad Ambiental: Relieves Sedimentarios y Fluvio-marinos

#### 3.4.2.1. Origen: Marino y Fluvio-marino

##### a. Planicie costera (Plc)

Son áreas planas o ligeramente inclinadas, con pendientes muy suaves que fluctúan entre el 2 al 5%, con un desnivel relativo de 0 a 5 m. La vegetación predominante es de tipo arbustiva; y espacialmente ocupa un área aproximada de 556,59 ha.

##### b. Estuario (Est)

Son cuerpos de agua donde la desembocadura de un río se abre a un ecosistema marino, con una salinidad entre dulce y salada, o donde el agua de mar se disuelve significativamente con el agua dulce que proviene del drenaje continental.

Presenta una pendiente relativamente plana del 2 al 5% y un desnivel relativo menor a los 5 m. Se ubica en el río Briceño, en la población Boca de Briceño; Se encuentra compuesta por arenas de grano fino, y representan el 20,17 ha aproximadamente.

##### c. Playa Marina (Py)

Es una superficie de pendientes muy suaves, la cual se extiende desde la línea de costa hasta la línea de ribera de baja marea; formada por la acumulación de sedimentos aportados por oleajes, corrientes fluviales y el viento. Se encuentra al Sur del cantón en la población de Cabuyal, ocupa un área de 42,29 ha.



**Foto 15.** Playa Marina (Py). Sector Punta Cabuyal. 2012  
Fuente: CLIRSEN. 2012

#### d. Salitral (SlT)

Formado por depósitos clásticos salinos llamados evaporitas, originados dentro del propio ambiente deposicional por precipitación físico química, se encuentran en la zona de Canoa, siendo la unidad menos representativa de todo el cantón (7,1 ha).

### 3.4.2.2. Origen: Depositional o Acumulativo

#### a. Terraza alta (Ta)

Se encuentran en los sectores de Tabuchila en el estero Hacha y en el río Muchacho, presentan una pendiente de 0 a 5% y un desnivel relativo menor a 5 m, su litología corresponde a arcillas, gravas, limos y arenas de grano fino a medio, ocupan aproximadamente 180,72 ha (0,24%).



**Foto 16.** Terraza alta (Ta). Sector Punta Cabuyal. 2012  
Fuente: CLIRSEN. 2012

#### b. Terraza Media (Tm)

Superficie plana limitada por un escarpe, ubicada por encima de la terraza baja; corresponde a un antiguo nivel de sedimentación, esta unidad geomorfológica se encuentra presente a lo largo del margen de los ríos Zapallo, Muchacho, Mariano, y de los esteros Tachila, Muyuyal, Hacha.

Las pendientes son muy suaves (2 a 5%), se encuentra compuesta por depósitos aluviales conformados por arcillas, limos y arenas de grano fino a medio y por gravas subredondeadas en matriz limo arenosa. El desnivel relativo es menor a los 5 m.

Generalmente esta unidad es inundable en época invernal. Se caracteriza por presentar matorrales y cultivos de arroz. Tiene un área de 1 813,0 ha, lo cual representa el 2,47% de la superficie total del cantón.



**Foto 17.** Terraza media (Tm). Sector río Mariano. 2012  
Fuente: CLIRSEN. 2012

#### c. Terrazas indiferenciadas (Ti)

Son superficies planas, remanentes de anteriores niveles de sedimentación ubicadas por encima del nivel máximo de las aguas de un río, en las que no se puede determinar los diferentes niveles de terraza a partir del nivel actual de sedimentación. Presentan pendientes menores al 5% y desniveles relativos menores a 5 m, se encuentran localizadas en Boca de Piquigua y en Santo Tomas en el río Mariano. Ocupan una extensión de 62,26 ha.

#### c. Valle fluvial (Va)

Esta unidad morfológica se encuentra presente a lo largo de los márgenes del río Briceño, el estero El Tillal, las quebradas de las Cañas, Santa María, El Charco, El Balsamo y La Estancia Vieja; presenta pendientes muy suaves del 2 a 5% y desniveles inferiores a los 5 m; está compuesta por depósitos aluviales conformados por gravas, limos y arena de grano fino. La cobertura vegetal presente es arbustiva, y menos herbácea. El área de esta unidad es de 5 810,93 ha, siendo el 7,9% de la superficie total del cantón.

### 3.5. Discusión de Resultados

- El mapa geomorfológico del cantón San Vicente, se lo desarrollo en base a la información secundaria existente junto a la interpretación de las fotografías escala 1: 30 000, esta interpretación a mayor detalle reforzada por las comprobaciones de campo ayudaron a tener un producto final aceptable.
- La interpretación junto a las información preexistente determinó que en el cantón San Vicente existen tres unidades ambientales claramente

definidas las cuales permitieron hacer una discriminación inicial para obtener las unidades geomorfológicas representativas.

- El uso de la tecnología empleada en la interpretación ayudó a mejorar la calidad en la delimitación de unidades y en la optimización del tiempo de interpretación.
- El mapa geomorfológico del cantón San Vicente tiene una comprobación de campo aceptable, pero se debe considerar que determinadas zonas poseen un difícil acceso por lo cual no se tiene comprobaciones de campo.
- Este mapa geomorfológico ha permitido alcanzar un mayor grado de detalle en la descripción de los depósitos superficiales que cubren a las unidades y formaciones geológicas regionales descritas en las cartas geológicas.
- El estudio geológico se lo definió como "tipo de roca y depósitos superficiales", ya que la litología involucra un estudio a mayor detalle.
- Las vertientes de mesa son las geoformas más representativas, ya que ocupan el 35,28% de la superficie total del cantón (73 471,16 ha), así tenemos que las vertientes asociadas a la Formación Borbón, tienen una pendiente de hasta el 70%, mientras las asociadas a la Formación Onzole, llegan hasta el 40%.
- En la cartografía geomorfológica del cantón San Vicente se integró los cuerpos de agua y las zonas urbanas, los mismos que representan una superficie de 1 416,24 ha. Además con una superficie de 1 290,16 ha, se mapeo las superficies planas intervenidas, correspondientes a camaroneras.

#### IV. CONCLUSIONES

- La unidad de Relieves Estructurales y Colinados Terciarios se encuentran a lo largo de todo el cantón y ocupa una superficie de 62 271,7 ha, que corresponde al 84,76%, los Relieves Sedimentarios y Fluviomarinos ubicado en la zona costera tiene una superficie de 626,15 ha aproximadamente que representa el 0,85% y finalmente el Medio Aluvial se restringe a las partes más bajas del cantón, principalmente en las inmediaciones de los cauces principales que son los ríos Briceño y Muchacho, ocupa 7 866,91 ha, que representa el 10,71% de la superficie total.
- En cuanto a la Geología, las principales Formaciones que afloran a lo largo de todo el cantón, corresponde la Formación Borbón, la cual ocupa un área de 32 886,35 ha representando el 44.8%, el Miembro Villingota, la cual aflora en la parte occidental del cantón, con un área de 18 662,14 ha, representando el 25% del área total del cantón.
- Las unidades geomorfológicas existentes del cantón San Vicente están asociadas a los materiales de origen sedimentario de edad Terciaria, las unidades más jóvenes se encuentran asociadas a los depósitos aluviales y coluviales recientes.
- Los suelos, debido a la sequía, están poco evolucionados, solo cuentan con un horizonte superficial. Se desarrollan sobre rocas poco resistentes, lutitas y hasta areniscas blandas que suministran por meteorización sedimentos de textura areno-limosa con un cierto contenido en arcillas y un gran poder expansivo (tipo montmorillonitas).
- Los depósitos aluviales, coluvio aluviales y coluviales, se encuentran formados por gravas, arenas y limos producto de el arrastre de los ríos y esteros, sobre todo de los ríos Briceño y Muchacho, que cruzan gran parte del cantón.

## **V. RECOMENDACIONES**

- Facilitar el acceso a la información generada a los gobiernos seccionales y comunidad científica interesada, como por ejemplo haciéndola accesible por Internet de forma libre.
- Emplear la información geomorfológica generada para producir información referente a planes de desarrollo, procesos de valoración de tierra, planes de ordenamiento territorial, plan de manejo ambiental, zonificaciones agroecológicas, etc.
- Difundir ampliamente la información generada a instituciones y centros de educación superior, para su conocimiento y utilización en líneas de investigación aplicadas a esta temática.
- Fortalecer el trabajo de campo para discriminar entre procesos geológicos que a la escala de trabajo pueden caer en la generalización.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

1. Acosta, J; Andrade, S. 2008. *Evaluación de las inundaciones de la cuenca baja del río Guayas datos y manejo*. In XI Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. Quito, EC. p. 4.
2. Ayala, F.; Olcina, J. 2002. *Riesgos naturales*. Barcelona, ES, Ediciones Ariel. 870 p.
3. CODIGEM (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minera-Metalúrgica). 1979. *Hoja Geológica: Jama (Hoja 10) y Bahía de Caráquez (Hoja 11)*. Quito, EC. Esc. 1: 100 000. Color.
4. Cuello, M. 2003. *Estimación de la producción y transporte de sedimentos en la cuenca alta del río Yaque del norte y del río Guanajuma República Dominicana*. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. p. 8.
5. De La Rosa, D. 2008. *Evaluación agro-ecológica de suelos*. Madrid, ES, Ediciones Mundi-Prensa. 404 p.
6. Derruau, M. 1970. *Geomorfología*. Barcelona, ES, Ariel S.A. 442 p.
7. Duque, P. 2000. *Léxico Estratigráfico del Ecuador*. Quito, EC, CODIGEM. 102 p.
8. ERDAS, Inc. 2011. *Stereo Analyst for ArcGIS*. Georgia, USA, ERDAS Customer Education, 95 p.
9. ERDAS, Inc. 2010. *LPS 2010*. Georgia, USA, ERDAS Customer Education, 203 p.
10. Farr, T. 2008. *The shuttle radar topography mission*. California, USA, Institute of Technology. s.p.
11. Felicísimo, A. 2004. *Modelos digitales del terreno introducción y aplicaciones en las ciencias ambientales*. Internet. [www.etsimo.uniovi.es](http://www.etsimo.uniovi.es). Acceso: junio 2009.
12. Foucalt, A. y Raoult, J-F. 1985. *Diccionario de Geología*. 1 ed. Barcelona, ES, Editora Masson S.A. 316 p.
13. Gutiérrez, M. 2008. *Geomorfología*. Madrid, ES, Pearson Educación S.A. 920 p.
14. INE (Instituto Nacional de Ecología, MX). 2005. *El establecimiento de geoparques en México: un método de análisis geográfico para la conservación de la naturaleza en el contexto del manejo de cuencas hídricas*. Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas - Dirección de manejo integral de cuencas hídricas. s.p.
15. Jarvis, A. 2004. *Practical use of SRTM data in the tropics—comparisons with digital elevation models generated from cartographic data*. CIAT. (Working document No. 198). s.p.
16. MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, EC); ORSTOM (Office de la Recherche Scientifique Et Technique Outre Mer). 1980. *Leyenda de los mapas de suelos de la sierra*. Quito, PRONAREG. Esc. 1: 50 000. 12 p.
17. \_\_\_\_\_. 1982. *Leyenda de los mapas morfopedológicos del Ecuador*. Quito, PRONAREG. Esc. 1: 200 000.
18. \_\_\_\_\_. IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura); CLIRSEN (Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos,

- EC). 2002. *Proyecto de generación de información georeferenciada para el desarrollo sustentable del sector agropecuario*. Quito, EC. (Informe Final). s.p.
19. \_\_\_\_\_; PRAT (Programa de Regulación y Administración de Tierras Rurales, EC). 2008. *Metodología de valoración de tierras*. Quito. p. 88, 129.
  20. Moreno, A. 2008. *Sistemas y análisis de la información geográfica: manual de autoaprendizaje con ArcGis*. 2 ed. México D.F., MX, Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V. 940 p.
  21. PMA: GCA (*Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas*). 2007. *Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas*. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No.4. 432 p. (1 CD-ROM).
  22. Richters, E. 1995. *Manejo del uso de la tierra en América Central hacia el aprovechamiento sostenible del recurso tierra*. San José, CR. p. 169.
  23. Rioduero. 1972. *Geología y mineralogía*. Madrid, ES, Ediciones Rioduero. 238 p.
  24. Romer H. 1969. *Fotogeología aplicada*. Buenos Aires, Argentina, Editorial Universitaria. 136 p.
  25. Rossiter, D. 1996. *Evaluación de tierras: éxitos y retos*. XIII Congreso Latino Americano de la Ciencia del Suelo. Sao Paulo, Brasil. s.p.
  26. \_\_\_\_\_. 2000. *Metodologías para el levantamiento del recurso suelo: texto base*. Trad. R. Vargas 2004. ITC, Soil Science Division. s.p.
  27. Sánchez, J. s.f. *Proceso de rectificación de una imagen aérea para obtener una ortoimagen digital*. s.p.
  28. Soil Survey Staff. 1993. *Soil survey manual*. Soil Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook 18. Internet. [www.soils.usda.gov/technical/manual](http://www.soils.usda.gov/technical/manual).
  29. Tarbuck E.; Lutgens F. 2008. *Ciencias de la tierra (una introducción a la geología física)*. 8 ed. España, Editorial Prentice Hall. 556 p.
  30. Van Zuidam, R.A. 1985. *Aerial photo-interpretation in terrain analysis and geomorphologic mapping*. Netherlands, Printed Smith Publishers. 442 p.
  31. Villota, H. 1991. *Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de las tierras*. Bogota D.C., CO, IGAC. 211 p.
  32. Whitten D.; Brooks, J. 1980. *Diccionario de geología*. 1 ed. en castellano. Madrid, ES, Editorial Alianza. 343 p.
  33. Winckell, A.; Zebrowski, C.; Sourdat, M. 1997a. *Los paisajes naturales del Ecuador*. Quito, EC, CEDIG, IPGH, ORSTOM, IGM. v. 2 (Geografía Básica del Ecuador), tomo 4 (Geografía Física), 417 p.
  34. \_\_\_\_\_; Marocco, R.; Winter, T.; Huttel, C.; Pourrut, P.; Zebrowski, C.; Sourdat, M. 1997b. *Las condiciones del medio natural*. Quito, EC, CEDIG, IPGH, ORSTOM, IGM. v. 1 (Geografía Básica del Ecuador), tomo 4 (Geografía Física), 159 p.

## VII. ANEXOS

### Anexo 1. Ficha de descripción geomorfológica

"GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO A NIVEL NACIONAL"

**DESCRIPCIÓN GEOMORFOLÓGICA**

---

**1. UBICACIÓN**

1.1. DIVISIÓN POLÍTICO ADMINISTRATIVA

PROVINCIA

CANTÓN

PARROQUIA

SECTOR

1.2. LOCALIZACIÓN (UTM, WGS84 Zona 17S)

COORD. X:       m

COORD. Y:       m

ALTITUD     msnm

**2. REGISTRO DE LA OBSERVACIÓN**

2.1. CÓDIGO:

2.2. FECHA DE DESCRIPCIÓN:

2.3. GRUPO:

2.4. POSICIÓN OBSERVADOR (cima, ladera, etc)

2.5. FOTOS:

---

**3. GEOMORFOLOGÍA**

3.1. UNIDAD AMBIENTAL

3.2. UNIDAD GEOMORFOLÓGICA

3.3. MORFOLOGÍA

a. FORMA DE CIMA

1  Aguda

2  Redondeada

3  Plana

b. FORMA DE VERTIENTE

1  Concava

2  Convexa

3  Rectilínea

4  Irregular

5  Mixta

c. FORMA DE VALLE

1  En U

2  En V

3  Plano

3.4. MORFOMETRÍA

a. PENDIENTE

1  Plana de 0 a 2%

2  Muy suave de 2 a 5%

3  Suave de 5 a 12%

4  Media de 12 a 25%

5  Media a Fuerte 25 a 40%

6  Fuerte 40 a 70%

7  Muy fuerte 70 a 100%

8  Escarpada 100 a 150%

9  Muy escarpada 150 a 200%

10  Abrupta > a 200%

b. DESNIVEL RELATIVO

1  0 a 5 m

2  5 a 15 m

3  15 a 25 m

4  25 a 50 m

5  50 a 100 m

6  100 a 200 m

7  200 a 300 m

8  > a 300 m

c. LONGITUD DE LA VERTIENTE

1  Muy corta, < a 15 m

2  Corta, 15 a 50 m

3  Mod. larga, 50 a 250 m

4  Larga, 250 a 500 m

5  Muy larga, > a 500 m

**4. COBERTURA VEGETAL**

1. Arbórea

2. Arbustiva

3. Herbácea

4. Cultivo anual

5. Cultivo semipermanente

6. Cultivo permanente

7. Eriales

DESCRIPCIÓN

---

**5. OTROS ASPECTOS (situación hídrica, posibilidades agrícolas, déficit vial, etc.)**

**6. FOTO-ESQUEMA**

"GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO A NIVEL NACIONAL"

**DESCRIPCIÓN DEL MACIZO ROCOSO Y DEPÓSITOS SUPERFICIALES**

---

**7. DESCRIPCIÓN DEL MACIZO ROCOSO**

7.1. PROF (m)	DESCRIPCIÓN	SIMB.	7.2. EMR	7.3. GF	7.4. GM	7.5. GP	7.6. AF	7.7. HUM	7.8. DS	7.9. ED	7.10. AD	7.11. MR	7.12. AZMUTH	7.13. BUZAMIENTO	7.14. MUESTRA
1			A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/>	A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/>	A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/>	A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/>	Presente <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>								
2			A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/>	A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/>	A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/>	A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/>	Presente <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>								
3			A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/>	A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/>	A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/>	A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/>	Presente <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>								
4			A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/>	A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/>	A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/>	A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/>	Presente <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>								
5			A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/>	A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/>	A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/>	A <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/>	Presente <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>								

---

**8. DEPÓSITO SUPERFICIAL**

8.1. Composición

8.2. Tipo

1  Aluviales

2  Coluviales

3  Coluvio - aluviales

4  Marinos

5  Eólicas

GUÍA PARA EL LLENADO DE FICHA

<b>ESTRUCTURA DEL MACIZO ROCOSO (7.2)</b> Masiva Ma Fluidal Fl Columnar Cl Almohadillas Ah Laminar Lam Estratificada Est Imbricación Im No aplicable NA	<b>ABERTURA DE DISCONTINUIDADES (7.10)</b> < a 0,1 mm Ad1 0,1 a 0,5 mm Ad2 0,5 a 1 mm Ad3 1 a 5 mm Ad4 > a 5 mm Ad5 No aplicable NA	<b>TIPO DE ROCA</b> <b>IGNEA INTRUSIVA</b> Granito Gr Granodiorita Gd Diorita Dia Gabro Gb Pseudotita Pd <b>IGNEA EXTRUSIVA</b> Riolita Ri Andesita An Basalto Ba Toba volcánica Tb Brecha volcánica Br Aglomerado Ag Cangahua Ch	<b>SEDIMENTARIA</b> Conglomerado Cg Arenisca Ar Arenisca arcillosa Aa Arenisca calcárea Ac Caliza Ca Lutita Lu Limolita Li
<b>TIPO DE DISCONTINUIDAD (7.8)</b> Estrato Et Diáclasa Dd Foliación Fo Falla Fl No aplicable NA	<b>GRADO DE FRACTURACIÓN, METEORIZACIÓN, COMPACTACIÓN (7.3, 7.4, 7.5)</b> Alto A Medio M Bajo B	<b>MATERIA DE RELLENO (7.11)</b> Sílice Si Yeso Y Arcilla Ar Óxidos Ox Carbonatos Cb No aplicable NA	<b>TEXTURA DE ROCA IGNEA</b> Fanerítico Fa Afanítico Af Porfírbico Pf Vitrea Vi Piroclástico Pi
<b>ESPACIAMIENTO ENTRE DISCONTINUIDADES (7.9)</b> < a 0,06 m Ed1 0,06 a 0,2 m Ed2 0,2 a 0,6 m Ed3 0,6 a 2 m Ed4 > a 2 m Ed5 No aplicable NA	<b>DEPÓSITO SUPERFICIAL (8.1)</b> Bloque angular Bka Bloque redondeado Bkr Grava Gv Arena An Limo Lm No aplicable NA	<b>METAMÓRFICA</b> Esquistos grafitico Eg Esquistos sericitico Es Esquistos micáceo Em Gneis Gn Pizarra Pi Filita Fl Cuarzo Cu Mármol Mr	<b>CLÁSICA</b> Fino F Medio M Grueso G <b>METAMÓRFICA</b> Esquistosa Eq Pizarrosa Pz Gneílica Gn No foliada NF

**10. OBSERVACIONES**

55