

# GEOMORFOLOGÍA DEL PIEDEMONT VOLCÁNICO DE LOS CERROS ZURQUÍ

MASÍS CAMPOS, R.;<sup>a\*</sup> REYES CHAVES, J.;<sup>b</sup> BRENES QUESADA, G.<sup>c</sup>

(a) ) Máster en SIG y TD, Universidad de Costa Rica (UCR).. <http://www.geografia.fcs.ucr.ac.cr/index.php/quienes-somos/recurso-humano/ramon-masis>

(b) Máster en SIG y TD, Universidad de Costa Rica (UCR). <http://www.geografia.fcs.ucr.ac.cr/index.php/quienes-somos/recurso-humano/jonathan-reyes>

(c) Estudios Profundos en Geografía. Ordenamiento del Medio Natural con especialidad en Geomorfología Universidad Louis Pasteur, Estrasburgo, Francia.. <http://www.geografia.fcs.ucr.ac.cr/index.php/quienes-somos/recurso-humano/luis-guillermo-brenes>

## (\* ) CORRESPONDING AUTHOR

**Address:** Universidad de Costa Rica. Montes de Oca, Cód. Post.11501-2060, San José, Costa Rica. Tel: (+506) 2511-5578.

**E-mail:** [ramon.masiscampos@ucr.ac.cr](mailto:ramon.masiscampos@ucr.ac.cr)

## RESUMEN

Se realizó un análisis de la geomorfodinámica del sector comprendido entre las comunidades de la Valencia y San Isidro de Heredia mediante estudios de campo, análisis de fotografías aéreas y cartografía temática. La cartografía geomorfológica aporta a la representación de las formas del relieve una explicación genética, combinando la expresión gráfica de los factores estructurales, características litológicas y disposición tectónica de las rocas con los resultados del modelado de los agentes de la meteorización. Los mapas geomorfológicos, además de explicar cómo se originaron las formas del relieve, deben indicar su secuencia cronológica, distinguiendo especialmente las formas que se están elaborando en la actualidad de aquellas que son heredadas.

**Palabras claves:** Geomorfodinámica; Cartografía geomorfológica; Cerros Zurquí; Costa Rica.

## RESUMO/ ABSTRACT

### GEOMORFOLOGIA DO PIEDMONT SOPÉ VULCÂNICO DOS ZURQUÍ CERROS

Uma análise da geomorfodinâmica foi realizada no setor localizado entre as comunidades La Valencia e San Isidro de Heredia, através de trabalho de campo, análise de fotografias aéreas e cartografia temática. A cartografia geomorfológica contribui com a explicação genética das formas do relevo, através da combinação da expressão gráfica dos fatores estruturais, as características litológicas e a disposição tectônica das rochas com a modelagem derivada dos agentes da meteorização. A cartografia geomorfológica, além de apontar o origem das formas do relevo, deve indicar sua sequência cronológica, realizando uma diferenciação entre as formas que estão sendo construídas na atualidade e aquelas que são herdadas.

**Palavras-chave:** Geomorfodinâmica; Cartografia geomorfológica; Cerros Zurquí; Costa Rica.

### GEOMORPHOLOGY OF THE VOLCANIC PIEDMONT OF THE CERROS ZURQUÍ

An analysis of the geomorphological dynamics of the areas between the communities of Valencia and San Isidro de Heredia through field studies, analysis of aerial photographs and thematic mapping was performed. Geomorphological mapping provides the representation of the land forms a genetic explanation, combining the graphic expression of the structural, lithological and tectonic setting of rocks with the results of modeling weathering agents. Geomorphological maps, in addition to explaining how landforms originated, should indicate their chronological sequence, especially distinguishing forms being developed at the time moment, those that are inherited.

**Keywords:** Geomorphological dynamics, Geomorphology cartography, Costa Rica.

Article history:

Received 18 January, 2017

Accepted 07 February, 2017

Publisher 15 March, 2017

## INTRODUCCIÓN

El presente estudio realiza un análisis de la geomorfodinámica del sector comprendido entre las comunidades de la Valencia y San Isidro de Heredia mediante estudios de campo, análisis de fotografías aéreas y cartografía temática.

Para el año 1978, Bergoeing y Brenes publicaron la primera carta geomorfológica de Costa Rica a escala 1: 1.000.000. Igualmente de mapas de las regiones de Talamanca, Buenos Aires y río Tempisque. Además, Bergoeing y Malavassi (1981) publican la carta geomorfológica del Valle Central.

A partir de 2005, la Escuela de Geografía de la Universidad de Costa Rica (UCR), presentó el Atlas Geomorfológico de Costa Rica a escala 1:350.000. Además de 13 mosaicos geomorfológicos a escala 1: 100.000 de la vertiente del Caribe de Costa Rica y en 2014 se finalizó para el resto del país.

Otros estudios geomorfológicos se han realizado por parte de la Escuela de Geología de la UCR, con Madrigal (1980) y sus 9 hojas geomorfológicas, escala 1:200.000. También se han publicado trabajos en la Revista Geológica de América Central, como es el caso de Obando (2004), quien estudió los megarasgos geomorfológicos asociados al Volcán Barva o Alvarado y Vega (2013), cuando analizaron la colada de Cervantes, ubicada en el flanco sureste del volcán Irazú.

## METODOLOGÍA

### ÁREA DE ESTUDIO

La Cordillera Volcánica Central forma parte del eje montañoso de Costa Rica. Esta cordillera se orienta de noroeste a sureste a lo largo de 80 km y se extiende en 2474 km<sup>2</sup> (casi un 5 % del territorio nacional), entre las coordenadas geográficas: 9°49'4"N, 84°11'4"O y 10°21'20"N, 85°3'40"O.

Este sistema montañoso se erige por cinco grandes edificios volcánicos del Cuaternario: Complejo Platanar-Porvenir (2183 msnm), Poás (2704 msnm), Barva (2906 msnm), Irazú (3432 msnm), Turrialba (3339 msnm). Además define dos vertientes muy contrastantes desde el punto de vista de modelado morfoclimático: la vertiente norte de barlovento muy erosionada con grandes barrancos (Figura 1) y deslizamientos por la acción de las altas precipitaciones y la vertiente sur de sotavento, donde las coladas y lahares están cubierta por espesas capas de ceniza y se encuentra menos meteorizada, porque está más protegida de los vientos alisios de noreste (BERGOIENG, 1998).

El límite sur de la Cordillera Volcánica Central es la depresión tectónica Central (conocida como el Valle Central). A partir de la meseta estructural limitada por los entalles fluviales del río Grande y del río Virilla. Los cerros de Ochoмого separan el Valle Central en occidente, donde están asentadas las ciudades de San José, Heredia y Alajuela y el oriental donde se sitúan las ciudades de Cartago y Turrialba (BERGOIENG, 2014).

El complejo volcánico Zurquí (Figura 2) son un conjunto de los cerros: Delicias (2240 msnm), Tibás (2174 msnm), Turú (2139 msnm), Caricias (2100 msnm), Zurquí (2119 msnm), se sitúan entre los volcanes Barva e Irazú, donde abren el paso de La Palma e ingresan los flujos húmedos del Caribe al Valle Central.

Solano y Villalobos (2001), contextualizan el clima del área de estudio, como lluvioso de altura de la región del Valle Central. Este se caracteriza por precipitaciones de 2820 mm anuales, con temperaturas variables entre 10 °C y 21 °C y una humedad relativa superior al 75%.

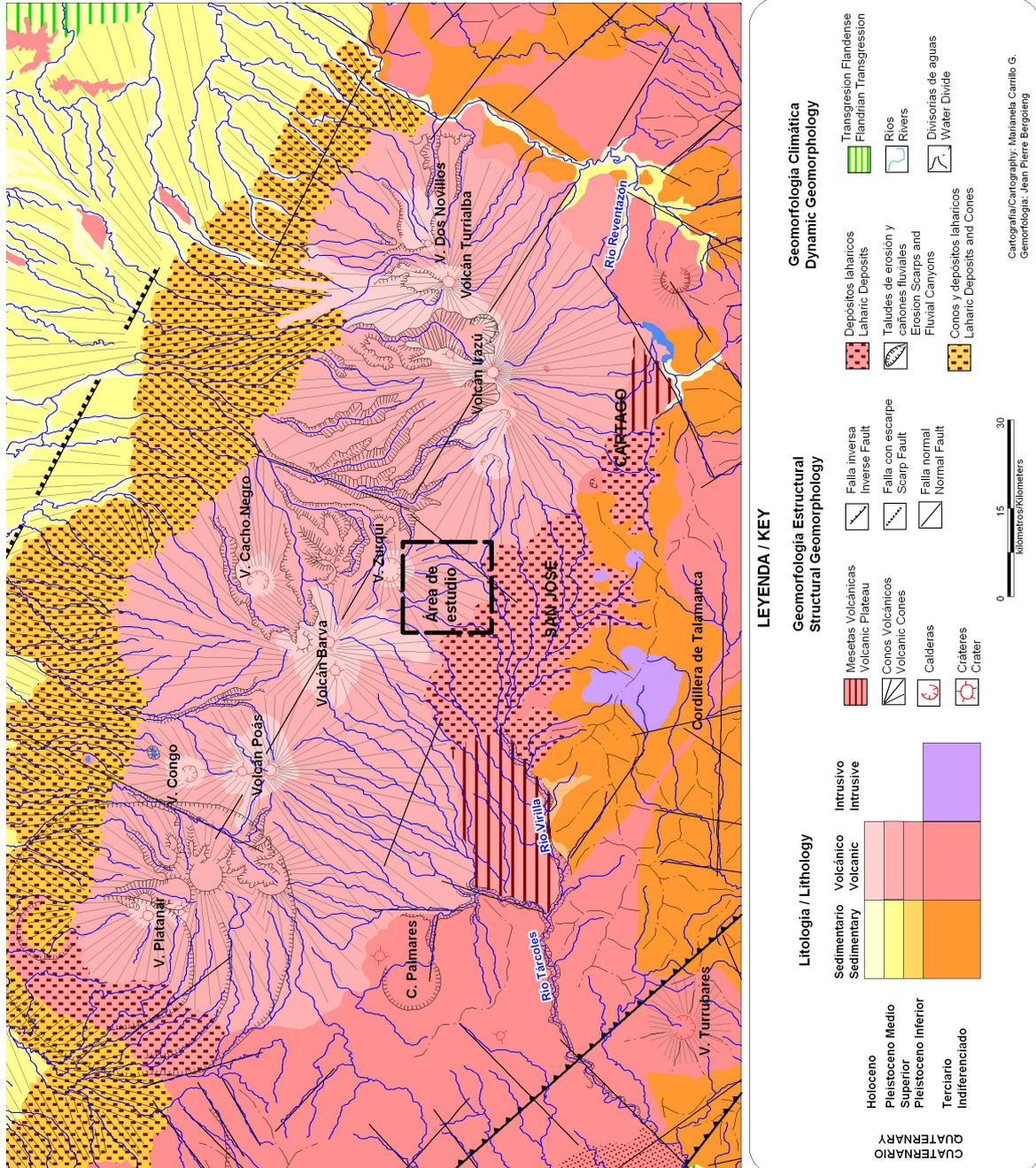


Figura 1 - Esquema geomorfológico de la Cordillera Volcánica Central y Valle Central de Costa Rica.  
Fuente: Bergoteng, J.P. (2014)



Figura 2 - Complejo volcánico Zurquí, Costa Rica  
Fuente: Elaboración propia

## UNIDADES GEOMÓRFICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

Como base para la delimitación de las unidades geomórficas del área de estudio se utilizó las curvas de nivel (intervalos de 10 y 5 metros) distribuidas por el Sistema Nacional de Información Territorial mediante su servicio de mapas Web Feature Service (WFS). Además se consideró el estudio geológico derivado del Proyecto de Planificación Urbana del Gran Área Metropolitana (PRUGAM), Castro (1999), Bergoeing y Malavassi (1982) y las investigaciones edafológicas de Mata y Ramírez (1999), facilitando la identificación de unidades geomorfológicas.

Igualmente para la generación de la cartografía geomorfológica se realizó trabajo de campo en la zona de estudio para comprobar las formas identificadas en las fotografías aéreas, como son las formas, procesos y materiales. Como parte del estudio se valoró en campo perfiles de suelo para describir la génesis, composición y distribución de los materiales y contextualizarlo con los ambientes aledaños.

## RESULTADOS DE LAS DISTINTAS INVESTIGACIONES REALIZADAS

### UNIDAD GEOMÓRFICA EN MODELADO DE LADERAS

Entre los 1750 y 2120 msnm se manifiesta un modelado de vertientes en laderas escarpadas sobre rocas volcánicas de composición andesítico-basáltica que sobreyacen a las formaciones Tiribí y Colima (Cuaternario-Pleistoceno). Con fuertes taludes de erosión mayores al 50 %. Se manifiesta la presencia de barrancos y entalle fluvial en valles en “v” en los flancos de los cerros Caricias-Zurquí de la Cordillera Volcánica Central en el límite del Parque Nacional Braulio Carrillo (Figura 3).

Bellon y Tournón (1978) asignaron una datación radiométrica de 0,5 millones de años a una lava andesítica de este conjunto volcánico. Del estudio geológico se desprende que fueron focos de emisión de coladas de lavas basálticas, andesíticas, tobas, brechas, ignimbritas y material piroclástico que han quedado expuestas en la carretera Braulio Carrillo y en el túnel del Zurquí. Los cerros están recubiertos por espesores considerables de cenizas alteradas (BERGOIENG, 2014).

Este tipo de modelado (Figura 4) representa casi el 4% del área de estudio. Y es apta para la recarga hídrica, protección de nacientes y del bosque tropical montano, limítrofe con el Parque Nacional Braulio Carrillo. En esta unidad geomórfica predominan condiciones climáticas de alta humedad, la biotemperatura media anual varía entre 12°C y 17°C y hay presencia de neblina (SOLANO; VILLALOBOS, 2001).

### UNIDAD GEOMÓRFICA: CONOS ATERREZADOS Y DISECTADOS A PIEDEMONTE

Entre los 1300 y 1700 msnm, hay un dominio topográfico de lomas convexas con pendientes onduladas y fuertemente onduladas (15-30%). Los suelos de esta área de estudio se han desarrollado a partir del manto de ceniza volcánico depositada sobre coladas y lahares. Directamente influenciado por la acción del vulcanismo de la Cordillera Volcánica Central (Figura 5).

Los lahares de 60 m de espesor, heterogéneos, con fragmentos volcánicos sub-angulares, andesíticos principalmente. El tamaño de los fragmentos alcanza más de 1 metro y se encuentran englobados en una matriz arcillosa arenosa (RAMÍREZ; ALFARO, 2002).

Cerro Caricias



Cerro Zurquí



Figura 3 - Cerros Caricias y Zurquí  
Fuente: Elaboración propia

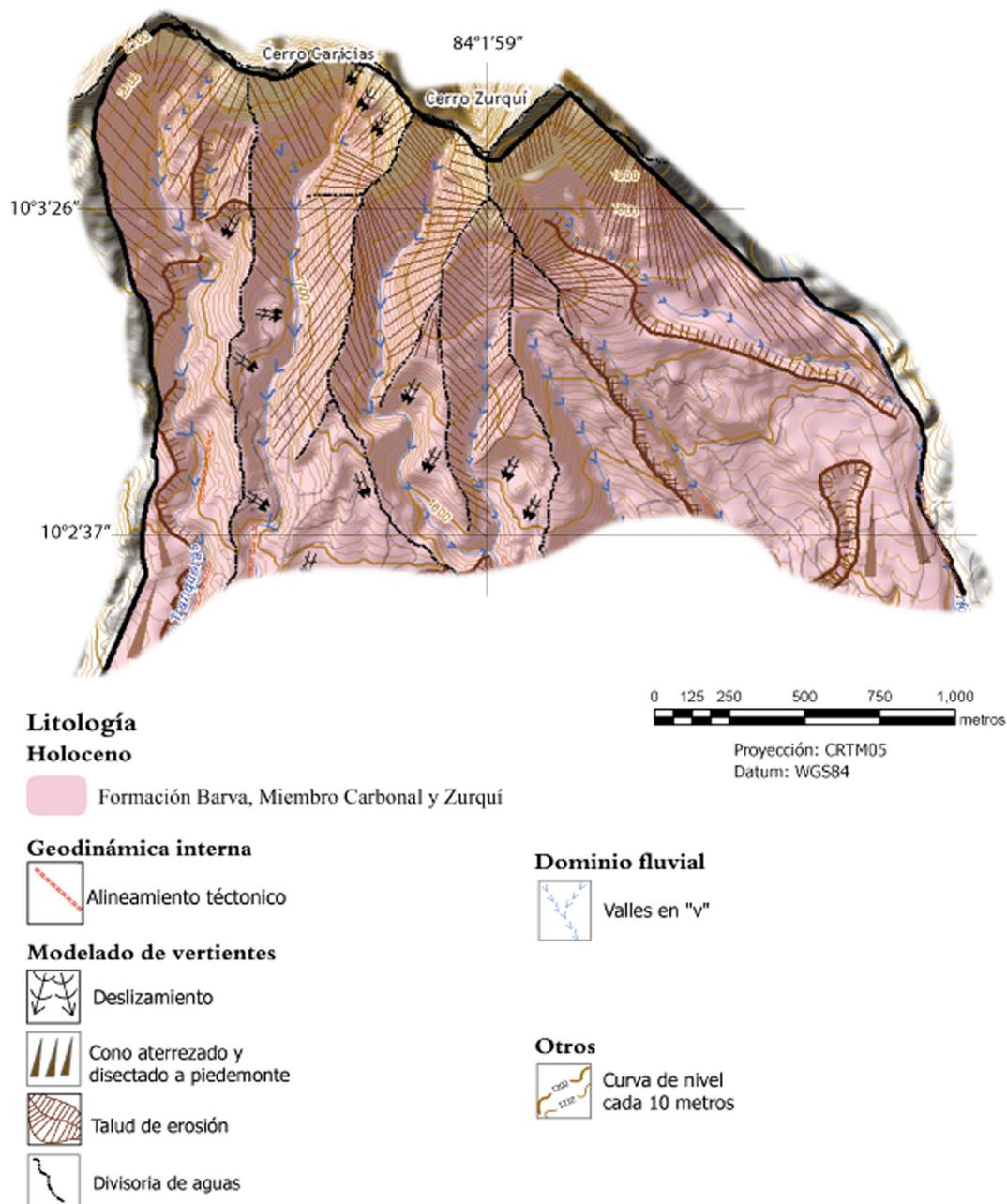


Figura 4 - Modelado de vertientes del flanco del complejo Zurquí  
Fuente: Elaboración propia

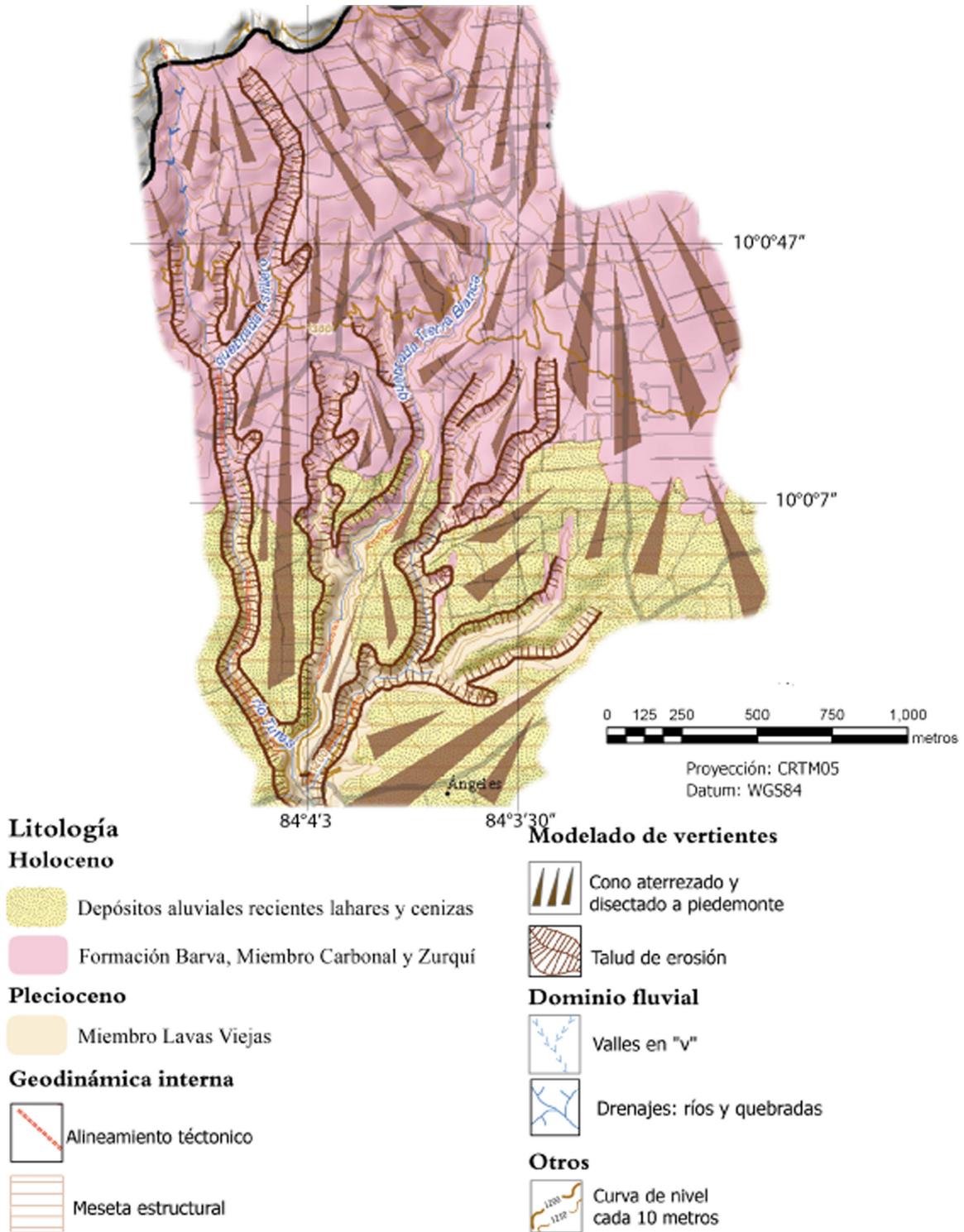


Figura 5 - Paisaje de unidad geomórfica: Conos aterezados y disectados a piedemonte  
Fuente: Elaboración propia

## **UNIDAD GEOMÓRFICA: MESETA ESTRUCTURAL INSERTADA ENTRE CAÑONES FLUVIALES**

Es la unidad más extendida del área de estudio (cerca del 35% del territorio). Corresponde con terrenos planos a ligeramente ondulados (<6%), la topografía ha sido rellenada por depósitos y mantos de cenizas que evolucionaron en fértiles suelos andisoles. Esta unidad está delimitada por los cañones del río Tibás y el río Virilla (Figura 6).

Los suelos desarrollados en la meseta estructural son profundos por su recubrimiento continuo de mantos de cenizas volcánicas recientes. Mata y Ramírez (1999) describieron un pedón en una finca con topografía plana en Santo Domingo. Este fue clasificado como un andisol (Humic Haplustands), presentó buenas condiciones de drenaje, fertilidad para capacidad agrícola y sin evidencia de erosión.

La mayor parte de este sector está conformado por cenizas volcánicas del holoceno (depositadas durante los últimos 8 mil años) y que han conformado suelos porosos y fértiles de buena capacidad agrícola. La zona en estudio aún se caracteriza por presentar áreas dedicadas al cultivo del café, a pesar del alto crecimiento urbano.

Mientras que entre San Miguel y San Luis de Santo Domingo, el espesor de las cenizas volcánicas es menor o han sido erosionados. La descripción morfológica del suelo de San Miguel analizada por Mata y Ramírez (1999), señala que estos suelos son clasificados como alfisoles (Ultic Haplustalfs).

## **UNIDAD GEOMÓRFICA: SISTEMAS DE MEANDROS ENCAJONADOS POR FALLAMIENTO INVERSO**

Esta unidad representa el borde sureste del área de estudio, corresponde el sistema fluvial de meandros encajonados de los ríos Tibás, Pará y Virilla (Figura 7). Igualmente los cañones fluviales tienen caídas de hasta más de 100 de metros de profundidad con taludes con pendientes mayores al 50%.

En el cañón principalmente a lo largo del río Virilla (Figura 8), aflora coladas de lava ande-síticas de 10 a 30 metros de espesor, con estructuras que varían entre blocosa(en bloques), masiva, lajeada y fracturada irregularmente, además de espesores considerables de material ignimbrítico.



Figura 6 - Meseta estructural insertada entre cañones fluviales  
Fuente: Elaboración propia

## Litología

### Holoceno

-  Depósitos aluviales recientes lahares y cenizas
-  Formación Barva, Formación Lavas Intracañon

### Pleistoceno

-  Miembro Lavas Viejas

### Geodinámica interna

-  Alineamiento tectónico
-  Meseta estructural

### Modelado de vertientes

-  Talud de erosión

### Dominio fluvial

-  Drenajes: ríos y quebradas
-  Terraza fluvial

### Otros

-  Curva de nivel cada 10 metros

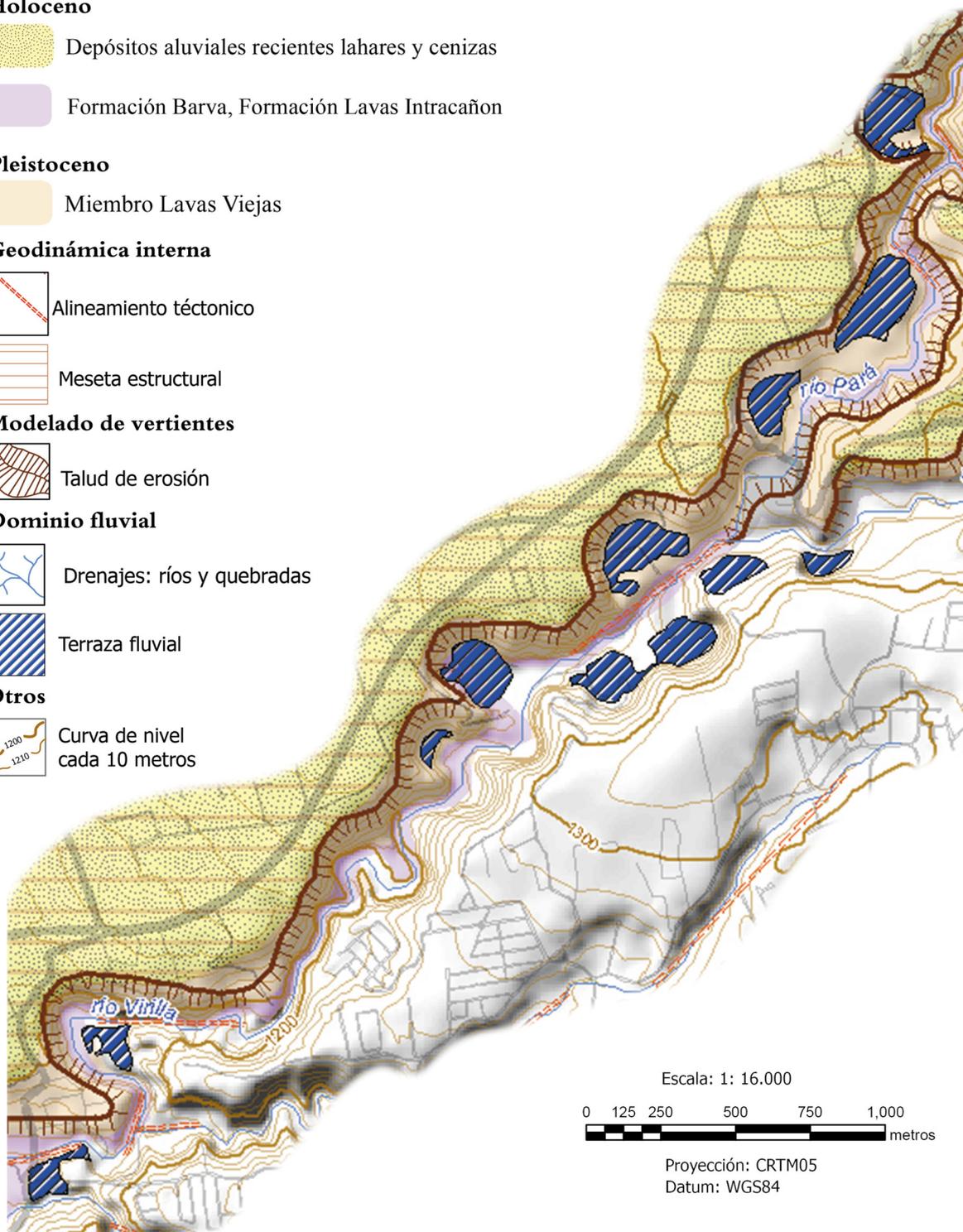


Figura 7 - Sistemas de meandros encajonados por fallamiento inverso  
Fuente: Elaboración propia

De la misma manera, se identificaron terrazas con levantamiento tectónico inverso, que en algunos casos, presentan un represamiento de aguas, generando lagunas colgantes. Como es el caso de la laguna “Nispero”, localizada en las coordenadas 9°59’22”N, 84°1’55”O en el cantón Moravia, limítrofe con Santo Domingo en el cañón del río Virilla.



Figura 8 - Cañón del río Virilla y terraza por levantamiento tectónico inverso  
 Fuente: Elaboración propia

## CONCLUSIONES

Este tipo de trabajos consolida de una manera continua, una línea de trabajo que la Escuela de Geografía ha desarrollado por más de 30 años. A nivel práctico con este tipo de investigaciones permite que profesionales de ciencias de la tierra (geografía, agronomía, geología, otros) tener un conocimiento complementario y relacional para explicar con más propiedad dinámicas de los paisajes geográficos, en este caso la estructura, la morfogénesis y el tiempo, aplicados a un mismo espacio y también identificar las actividades socioeconómicas más apropiadas para dicha zona, además de ser un insumo para la gestión y planificación territorial.

A pesar de ser un área pequeña dentro de la depresión tectónica central del país, se logró identificar cuatro unidades geomorfológicas bien definidas que van desde microrelieves hasta sistemas de meandros encajonados que se pueden visualizar en buena parte del trayecto del río Virilla.

Por ser un sector que presenta rápidos procesos de Conurbación, cada vez es más difícil identificar estructuras en campo, de ahí la importancia de utilizar métodos indirectos para poder levantar la información que se considere atinente para la investigación que se está llevando a cabo como lo es la teledetección, la fotogrametría digital entre otros.

## AGRADECIMIENTOS

Los investigadores desean manifestar su reconocimiento a la Vicerrectoría de Investigación y a la Escuela de Geografía de la Universidad de Costa Rica, por su apoyo en la inscripción del proyecto B4244 “Geomorfodinámica del sector comprendido entre las comunidades de la Valencia y San Isidro de Heredia”.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALVARADO, G; VEGA, A. La geomorfología de la colada de Cervantes, volcán Irazú (Costa Rica): Descripción de uno de los campos de lava más grandes de América Central. Área de Amenazas y Auscultación Sísmica y Volcánica. **Revista Geológica de América Central**, 48: 99-118, 2013. ISSN: 0256-7024. Escuela Centroamericana de Geología. Universidad de Costa Rica.
- BERGOEING, J.P; BRENES, L.G. **Mapa Geomorfológico de Costa Rica**. Escala 1:1000000. Instituto Geográfico Nacional, 1978.
- BERGOEING, J.P; MALAVASSI, E. **Hoja Geomorfológica Abra y Barva**. Escala 1:50.000. Instituto Geográfico Nacional, 1981.
- BERGOEING, J.P; MALAVASSI, E. **Geomorfología del Valle Central de Costa Rica**. San José, Costa Rica: Convenio, UCR- Depto. de Geografía-MOPT e IGN, 1982.
- BERGOEING, J.P. **Geomorfología de Costa Rica**. 1era edición. San José, Costa Rica, 1998. ISBN 9968-798-01-0
- BERGOEING, J.P. **Geomorfología Regional de Costa Rica**. Editorial Artgerust, España, 2014. ISBN 978-8-4162784-0-4
- BERGOEING, J.P et al. **Atlas Geomorfológico del Caribe de Costa Rica**: escala 1:100000. Universidad de Costa Rica. Escuela de Geografía e Instituto Geográfico Nacional. 1a ed. San José, Costa Rica, 2010. ISBN 978-9977-15-199-1.
- BERGOEING, J.P; BRENES, L.G; SALAS, D; CARRILLO, M. **Atlas Geomorfológico de Costa Rica** Escala 1: 350,000. Universidad de Costa Rica- Escuela de Geografía e Instituto Geográfico Nacional, 2010.
- BELLON, H;TOURNON, J. Contribution de la géochronométrie K/Ar l' étude du magmatisme de Costa Rica, Amérique Central.- **Bull. Soc. Geól. De France**, 20(6): 955-959, 1978.
- CASTRO, A. **Caracterización hidrogeológica y manejo de los recursos hídricos en la Cuenca Alta del río Tibás, Macizo Zurquí, Valle Central, Costa Rica**. Tesis de maestría de Posgrado en Geología con énfasis en Hidrogeología. Universidad de Costa Rica. Sistema de Estudios de Posgrado. Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Geología con énfasis en Hidrogeología, 1999.
- CHAVARRÍA, R. **Fotografía de la laguna "Nispero"**, 2008. Disponible en <http://www.panoramio.com/photo/13887675?source=wapi&referrer=kh.google.com>
- DENYER, P; ARIAS, O. **Hoja Geológica Abra**. Escala 1:50.000. Litografiado por Instituto Geográfico Nacional, 1990.
- ECHANDI ECHEVERRÍA, E. **Unidades volcánicas de la vertiente norte de la Cuenca del río Virilla**. Tesis de licenciatura en geología. Universidad de Costa Rica. Facultad de Ciencias. Escuela Centroamericana de Geología. San José, C.R., 1981.
- DENYER, P; MONTERO, W; ALVARADO, G. **Atlas tectónico de Costa Rica**. Editorial de la Universidad de Costa Rica, 2010.
- MATA, R; RAMÍREZ, J. **Estudio de Caracterización de suelos y su relación con el manejo del cultivo de café en la provincia de Heredia**. ICAFE-CICAFE. San José, Costa Rica, 1999.
- MADRIGAL G, R ; ROJAS Ch, E. **Manual descriptivo del mapa geomorfológico de Costa Rica** (escala 1:200.000). Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria, San José (Costa Rica), 1980. Disponible en [www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/P34-3446.pdf](http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/P34-3446.pdf)
- OBANDO. L.G. Mega-rasgos geomorfológicos del modelo de elevación digital, asociados al Volcán Barva. **Revista Geológica de América Central**, 31: 81-86, 2004. ISSN: 0256-7024.
- Proyecto de Planificación Urbana del Gran Área Metropolitana. **Geología del Gran Área Metropolitana**. Contratación INDECA-ASTORGA 2008 para el PRUGAM, 2008.
- SÁENZ, A. **Suelos volcánicos cafeteros de Costa Rica**. Tomo I. Serie Agronomía, N°6. Publicaciones de la Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica, 1966.
- Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento. **Mapa hidrogeológico del Valle Central**. Escala 1:50.000, 1985.

Sistema Nacional de Información Territorial. *Servicios de Open Geospatial Consortium*: Web Feature Service. Formato: XML (OGC-WFS). Versión: 1.1.0. Proyección: CRTM05 (EPSG: 5367), 2015. Disponible en <http://www.snitcr.go.cr/servicios/datos/wfs?>

SOLANO, J; VILLALOBOS R. Aspectos fisiográficos aplicados a un bosquejo de la regionalización geográfico-climático de Costa Rica. **Top. Meteor. Oceanog.**, 8(1):26-39, 2001. Disponible en <https://www.imn.ac.cr/documents/10179/20907/T%C3%B3picos+Meteorol%C3%B3gicos+y+Oceanogr%C3%A1ficos+-+2001-1>

RAMÍREZ, R; ALFARO, A. Mapa de vulnerabilidad hidrogeológica de una parte del Valle Central de Costa Rica. **Revista Geológica de América Central**, 27: 53-60, 2002.

