

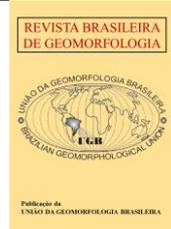


<https://rbgeomorfologia.org.br/>
ISSN 2236-5664

Revista Brasileira de Geomorfologia

v. 24, n° 4 (2023)

<http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v24i4.2399>



Artículo de Investigación

Fotointerpretación geomorfológica 3D a escala 1: 5 000 como insumo para el desarrollo territorial de la ciudad de Durán, ubicada en la costa del Ecuador

3D geomorphological photointerpretation at a scale of 1:5000 as an input for the territorial development of the city of Duran, located on the coast of Ecuador

Paola Calvache Delgado¹, Liliana Maribel Mejía Tenempaguay², Patricio Sebastián Guayaquil Albarracín³ y Mauricio David Reyes Pozo⁴

¹ Instituto Geográfico Miliar, Gestión Geográfica, Quito, Ecuador. Correo electrónico: paola1307c@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-5375-3913>

² Instituto Geográfico Miliar, Gestión Geográfica, Quito, Ecuador. Correo electrónico: liliana.m.mejia.t@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-5410-716X>

³ Instituto Geográfico Miliar, Gestión Geográfica, Quito, Ecuador. Correo electrónico: sebasguayas@hotmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-7728-5184>

⁴ Instituto Geográfico Miliar, Gestión Geográfica, Quito, Ecuador. Correo electrónico: mauriciodavidreyespozo@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3255-5815>

Recibido: 26/04/2023; Aceptado: 15/08/2023; Fecha de Publicación: 29/11/2023

Resumen: Este estudio contempla a la fotointerpretación geomorfológica como insumo para la planificación y desarrollo territorial de la ciudad de Durán. El área de estudio comprende la zona de expansión urbana de la ciudad, la cual fue fotointerpretada con el fin de proveer insumos para la toma de decisiones con respecto al orden y uso del territorio. Para el análisis de la forma del relieve se ha fotointerpretado en tres dimensiones bloques fotogramétricos, también se determinó la Capacidad de Acogida del Territorio y la Aptitud Física Constructiva que tienen el objetivo de zonificar lugares de compatibilidad e incompatibilidad constructiva. Estos objetivos fueron alcanzados mediante el modelamiento de información geo-espacial multipropósito a escala de detalle (1: 5 000) y el levantamiento de información edafológica. Los resultados indican que Durán se encuentra dentro de dos paisajes morfo-edafológicos: 1) sobre rocas volcánicas antiguas: lavas básicas, tobas, brechas; y, 2) la llanura baja inundable. En conclusión, la aplicación de la fotointerpretación geomorfológica 3D a escala 1: 5 000 permitió zonificar a la ciudad dependiendo de su capacidad de acoger actividades constructivas, lo que resulta un importante insumo para el desarrollo territorial y a la toma de decisiones con respecto a este.

Palabras clave: fotointerpretación; geomorfológica; planificación; desarrollo; Durán

Abstract: This study contemplates the geomorphological photointerpretation as an input for the planning and territorial development of the city of Durán. The study area includes the urban expansion zone of the city, which will be photo-interpreted in order to provide inputs for decision-making regarding the order and use of the territory. For the analysis of the shape of the relief, photogrammetric blocks have been photointerpreted in 3 dimensions, the Reception Capacity of the Territory and the Constructive Physical Aptitude were also determined, which have the objective of zoning places of constructive compatibility and incompatibility, these objectives were achieved through the modeling of multipurpose

geospatial information at a detail scale (1: 5,000) and the survey of soil information. The results indicate that Durán is located within two morpho-pedal landscapes: 1) on ancient volcanic rocks: basic lavas, tuffs, breccias; and, 2) the low flood plain. In conclusion, the application of 3D geomorphological photointerpretation at a scale of 1: 5,000 allowed zoning the city depending on its capacity to host construction activities, which is an important input for territorial development and decision-making with respect to it.

Keywords: photointerpretation; geomorphological; planning; development; Duran

1. Introducción

El Ecuador, al igual que muchos países alrededor del mundo, se encuentra inmerso cada vez más en un proceso de sobrepoblación acelerada y en constante crecimiento. Se estima que para el 2050, la actual población del Ecuador, que esta sobre los 18,2 millones de habitantes (INEC, 2010), puede llegar a los 22,3 millones de habitantes. Las periferias y las zonas de expansión de las ciudades se han vuelto actualmente lugares de asentamientos dinámicos (SÁENZ, 2002), sin tener en cuenta planes de urbanismo, los asentamientos se están extendiendo hacia lugares en donde existen amenazas por inundaciones, por deslizamientos e incluso por amenazas de tipo volcánico (SILVEIRA; CUNHA, 2012). Estas multiamenazas representan un peligro que trae consigo consecuencias desde la pérdida de vidas humanas, económicas y también impacto social, político y ambiental (SGR, 2012).

En el país existen varias causas que dan origen a una mala planificación urbana, la principal es la expansión territorial con un enfoque netamente capitalista, dejando a un lado criterios sociales y medioambientales que contribuyan a la sostenibilidad de las ciudades (FURRIER, 2018); otra causa es la falta de geoinformación a detalle, la misma que debe estar disponible para el uso y aplicación en las municipalidades y gobiernos autónomos descentralizados (GAD) como insumo principal en la toma de decisiones de planificación territorial urbana.

Para analizar y tratar de solucionar esta problemática el Instituto Geográfico Militar (IGM), se encuentra ejecutando el proyecto "Determinación de la capacidad de acogida del territorio con fines de desarrollo urbano mediante la generación de geoinformación temática a escala 1: 5 000", que beneficia a 200 cabeceras cantonales en el país. En el proyecto se genera geoinformación multitemática del territorio (geomorfología, suelos, cobertura y uso de la tierra), mediante la aplicación de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y geotecnologías como: Teledetección, y Sistemas de posicionamiento global (GPS).

Los principales productos del proyecto que actualmente desarrolla el IGM, son la determinación de: Aptitud Física Constructiva (APFC), Capacidad de Acogida (CA) y Conflictos de Uso (CU), estos productos son el resultado del manejo de geoinformación, en donde se interrelacionan varias temáticas (geomorfología, suelos, cobertura y uso), productos que contribuyen al ordenamiento territorial ya que son insumos para la generación de Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDyOT) y Planes de Uso y Gestión del Suelo (PUGS), los mismos que ayudan a las autoridades de GAD a la toma adecuada de decisiones, diagnóstico de problemas e implementación de legislación para la expansión correcta de sus ciudades.

Una de las temáticas de mayor importancia en cuanto a planificación urbana es la caracterización geomorfológica del territorio, en la que se estudia la forma del relieve, se provee insumos para su aplicabilidad en temas de desarrollo de la sociedad, principalmente como un recurso importante para la planificación territorial.

Priego et. al (2010) afirman que el mapeo geomorfológico en países en desarrollo es importante para guiar la evaluación planificación del territorio. Por otro lado, según Zonneveld (1989) y Kwa (2018), se realiza un análisis sistémico y holístico del territorio basado en estudios científicos de la ecología del paisaje. Mediante un modelo empírico cualitativo se analiza y caracteriza a la unidad básica de estudio denominada geoforma (ZINCK, 2012) para la obtención de mapas de Suelo, APFC, CA y CU.

Este trabajo tiene como objetivo delimitar la geomorfología y encontrar su relación con suelo y la dinámica del paisaje, enfocado en el aporte e insumo para la toma de decisiones en la planificación territorial de la ciudad de Durán (Pertenece al cantón Eloy Alfaro), cumpliendo con criterios no solo políticos, ni comerciales sino también con criterios sociales y ambientales y que sirva de apoyo a los GAD en conjunto con sus habitantes; La geoinformación generada resulta de gran importancia al aportar a la planificación urbana sostenible lo que trae consigo beneficios como, reducción de impactos ante riesgos naturales, favorecimiento a la economía, creación de modelos urbanos apropiados, aumento en la calidad de vida; beneficios directamente alineados al Plan Nacional

de Desarrollo (2017-2021), en donde se busca garantizar la soberanía nacional, integridad territorial y seguridad del Estado.

2. Área de estudio

Esta se encuentra localizada en la provincia de Guayas, en el cantón Durán, contemplando el área urbana (zona consolidada) y parte del área rural (zona en expansión), este estudio abarca 15 928,80 ha. La zona tiene rangos altitudinales que varían entre 5 hasta los 85 m s. n. m. Durán es la segunda ciudad más poblada de Guayas y es importante debido a que la población de la cabecera cantonal de la provincia migra principalmente hacia la ciudad de Durán. Al localizarse en la región litoral del Ecuador se determina que en la zona existe una riqueza paisajística y ecológica. El cantón Durán se encuentra unido a Guayaquil por el puente de la Unidad Nacional, según el INEC (2010) el cantón tiene 235,769 habitantes. Se encuentra dividida en 3 parroquias: Divino Niño, El Recreo y Eloy Alfaro, siendo esta última la sede municipal del cantón (Figura 1).

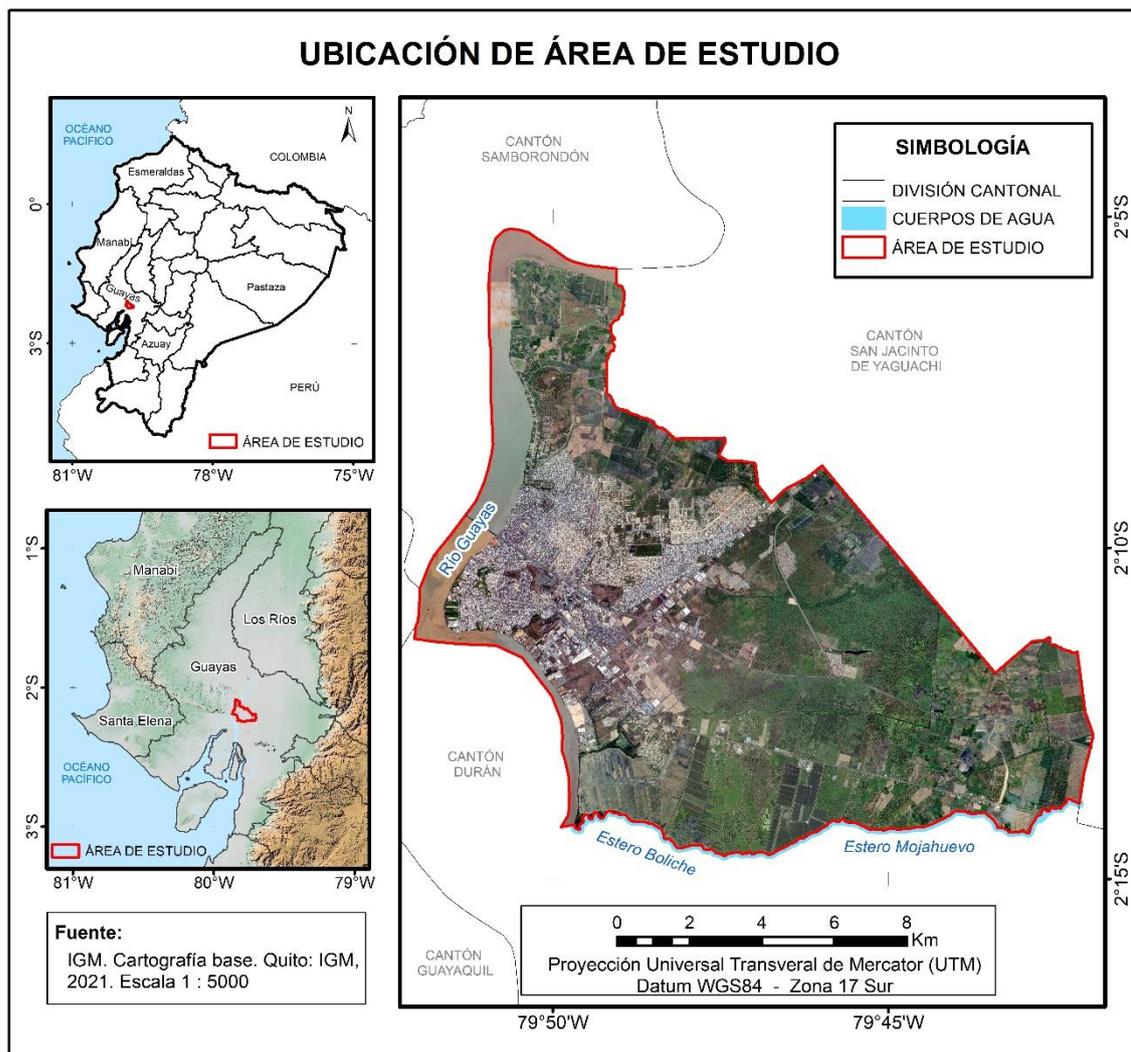


Figura 1. Ubicación del área de estudio. Fuente: Elaboración propia, 2023.

3. Materiales y Métodos

Para el análisis de las formas del relieve se consideró la fotointerpretación digital en 3D generando información geoespacial a detalle (QUIROGA; MORALES, 2015), a partir de varios insumos, partiendo del ajuste de Bloques Fotogramétricos (BF), esto a través de fotografías aéreas resolución espacial de: 0.30 m, del año 2019 y Modelos Digitales de Elevación -MDE- (Resolución: 3 m, del año 2019), insumos generadas por el IGM, debido a que es el ente oficial de elaboración de datos geográficos y cartográficos del país y único organismo autorizado en

difundir las ciencias geoespaciales. (insumos de pago, disponibles en: <http://www.geograficomilitar.gob.ec/productos-y-servicios/>). En la ciudad de Durán se interpretaron los pares estereoscópicos correspondientes a un total de 60 fotografías aéreas de 6 líneas de vuelo.

Luego, en la etapa de fotointerpretación, se realiza la espacialización en tres dimensiones de las unidades geomorfológicas, mediante el uso del *software* ArcGIS, por medio de la extensión *StereoAnalyst*, que permite obtener una visión estereoscópica del BF. Para la visualización en estereoscopia se utiliza como insumo un MDE; con dicho insumo se obtienen subproductos para la fotointerpretación como son: el Mapa de Sombras y Mapa de Pendientes, utilizando las herramientas *Hillshade* y *Slope* del 3D Analyst (FELICÍSIMO, 1994). Una vez desplegado el BF se realiza la fotointerpretación y digitalización de las unidades geomorfológicas (geoformas) en 3D con la ayuda del *softmouse*, con una escala de digitalización de 1: 1 000. Esta técnica permite la obtención de información de las formas del relieve considerando a la geoforma como la unidad básica de análisis, constituida por una misma roca o material superficial y con características similares en cuanto a su génesis, morfología y morfometría (VAN ZUIDAM, 1985). Se ha considerado, según la escala de trabajo, el análisis de cinco parámetros de la unidad geomorfológica: a) morfogenéticos, unidad genética; b) morfológicos, forma de la cima, forma de la vertiente; c) morfométricos, pendiente, desnivel relativo, longitud de la vertiente; d) morfodinámicos, considera tipos de erosión; y e) geología, donde constan el nombre de la unidad geológica o clase de depósito superficial. Estas últimas, obtenidas con base en la información de mapas geológicos del Ecuador, normado por del Instituto Nacional de Investigación Geológico y Energético del Ecuador (IIGE), se utilizó la carta geológica de Guayaquil -Hoja 29 CT-NV-A- (IIGE, 2022), cuya información es validada con trabajos de campo. Estos cinco aspectos describen lo que se concibe como la forma del relieve o geoforma. (PAVLOPOULOS; EVELPIDOU; VASSALOPOULOS, 2009).

Por último, se realiza el control de calidad donde se identificarán varios aspectos, como consistencia topológica, verificación de la unidad mínima cartografiada, consistencia espacial (ej. delimitación correcta de geoformas) y consistencia lógica, con el apoyo de un SIG.

Así mismo, para la delimitación de la cobertura y uso de la tierra se hizo una recopilación de sensores remotos e imágenes satelitales con resolución de 30 cm (generados por el IGM en el año 2019). Además, de estimaciones de cultivos anuales, permanentes y plantaciones forestales del año 2021; productos obtenidos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Posteriormente se procedió a digitalizar cada una de las unidades de cobertura, teniendo en consideración los criterios visuales para la interpretación de imágenes que según Chuvieco (2010) son importantes, tales como: color, textura, formas y tonos. A la par se realizó ciertas combinaciones de bandas en Red, Green y Blue (RGB), como, por ejemplo, el *Green-Red Vegetation Index* (GRVI), para discriminar de mejor manera las zonas naturales de las zonas antrópicas y mejorar la calidad de la cartografía temática (SOON et al., 2019)

Con la fotointerpretación geomorfológica y de uso y cobertura del suelo, inicia el levantamiento de información de la temática suelos, con base en la fórmula de los factores formadores -clima, material parental, relieve, organismos y tiempo- del suelo (JENNY, 1941). Primero se obtiene la información sobre régimen de temperatura y humedad del suelo mediante una caracterización climática; el material parental y relieve datos obtenidos mediante la fotointerpretación geomorfológica donde se utiliza la información referente a génesis, litología, depósitos superficiales, geoforma y pendiente (Zinck, 2012); los organismos corresponden a la cobertura vegetal, que se adquiere de la interpretación de uso y cobertura. Teniendo en cuenta estas variables se realiza la caracterización edafológica junto con elementos ambientales y bióticos (GOBIN et al., 2000).

En esta investigación, para la generación de modelos de APFC y CA, se utilizó la metodología científica de ecología de paisaje (ZONNEVELD, 1989; KWA, 2018). El análisis holístico del territorio (variables de geomorfología, suelos y cobertura vegetal) se lo realizó sobre las unidades geomorfológicas especializadas a escala 1: 5 000 (tanto en el área urbana como en la de expansión -rural-), como la unidad básica para el análisis de fenómenos y su modelamiento. Además, se realizó trabajos de campo para obtención de datos de las diferentes temáticas y se validó la cartografía generada dentro del área de estudio, la cual, es actualizada con la información obtenida.

Para la determinación de la APFC se aplica un modelo empírico cualitativo (DE LA ROSA, 2008; SUANGO et al., 2008; REYES et al., 2019) el cual utiliza una matriz de decisión en la que se analiza factores geomorfológicos como: pendiente y factor geológico y variables edafológicas como: nivel freático, textura en el perfil, drenaje y pedregosidad.

Las variables analizadas en el modelo son: a) pendiente, la misma que ha sido clasificada en rangos en base a estudios realizados por el IEE (2013) y de Galacho y Arrebola (2013), la clasificación está orientada a determinar la idoneidad de la zona para la construcción, reduciendo costos económicos y riesgos que se puedan presentar (ORELLANA, 2015); b) factor geológico, el cual se pondera de acuerdo a procesos morfogenéticos, condiciones litológicas de la zona y en base al criterio del equipo de geomorfología; c) nivel freático, la cual califica la presencia o ausencia del mismo, y mide la altura a la que se encuentra esta lámina de agua, a que puede ser transitoria o permanente en los poros del suelo (UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN, 2017); d) textura del perfil, esta variable indica el contenido relativo de las partículas de diferente tamaño como la arena, el limo y la arcilla (IGAC, 2010; SOIL SURVEY STAFF, 2014); e) drenaje, variable que expresa la capacidad o velocidad a la que se absorbe con mayor o menos rapidez el agua presente en la superficie del suelo; f) pedregosidad en la superficie, definida como la presencia o ausencia de fragmentos gruesos en la superficie, esta variable esta descrita en términos de porcentajes (AGUILÓ et al., 2004).

Estas variables fueron agrupadas y distribuidas en siete categorías, las cuales van ubicando las unidades de tierra en cada una de ellas, dependiendo de las características del terreno. Estas reflejan las zonas en donde existen mayores y menores limitaciones para la construcción, lo que permite evaluar al terreno y sus características en función a la idoneidad para la construcción y edificación (Tabla 1).

Tabla 1. Parámetros por variable para definir las categorías de APFC.

APTITUD FÍSICA CONSTRUCTIVA							
Categoría	Muy alta	Alta	Media alta	Media	Baja	Muy baja	No apta
Limitaciones Variables	Sin	Ligeras	Ligeras o moderadas	Moderadas	Severas	Extremas	Excluyentes
Pendiente -%-	Hasta 5	Hasta 12	Hasta 25	Hasta 40	Hasta 70	Hasta 100	Cualquiera
Factor geológico -FG-	FG1	FG1 y FG2	FG1, FG2 y FG3	FG1, FG2 y FG3	FG1, FG2, FG3 y FG4	FG1, FG2, FG3, FG4 y FG5	Cualquiera
Nivel freático -cm-	Sin evidencia	Muy profundo (>120)	Profundo (>90)	Profundo (>90)	Moderadamente profundo (>60)	Poco profundo (>30)	Cualquiera
Textura del perfil	Grupo 1	Grupo 1 y 2	Grupo 1, 2 y 3	Grupo 1, 2 y 3	Grupo 1, 2, 3 y 4	Grupo 1, 2, 3 y 4	Cualquiera
Drenaje	Bueno	Bueno y moderado	Bueno y moderado	Bueno y moderado	Excesivo, moderado y bueno	Mal drenado. Excesivo y moderado	Cualquiera
Pedregosidad en la superficie -%-	Sin	Menor a 10	Menor a 25	Menor a 50	Menor a 75	Menor a 100	Cualquiera

Texturas: Grupo 1: Arcillo-arenoso, arcilloso y arcillo-limoso. Grupo 2: Franco arcillo-arenoso, franco arcilloso y franco arcillo-limoso. Grupo 3: Franco arenoso, franco y franco-limoso. Grupo 4: Arenoso, areno francoso, limoso y arcilla pesada (Montmorillonita).

Fuente: (IGM, 2022).

En cuanto a la CA, se determina evaluando las amenazas y la APFC, metodología propuesta por Gómez (2007) y Galacho y Arrebola (2013), en donde se relaciona a el impacto versus la aptitud. En primera instancia se debe analizar la presencia de amenazas naturales presentes en la zona, en este caso se analizaron inundaciones, deslizamientos y amenazas volcánicas, que, según la SGR, 2012, son las de mayor recurrencia y afectación en el

país. Para la determinación de la multiamenaza se utiliza una matriz de decisión y se determinan cuatro categorías (IGM, 2022) (Tabla 2).

Tabla 2. Determinación de amenazas.

Análisis de Amenazas			
Inundaciones	Deslizamientos	Volcánicas	Multiamenazas
Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Medio	Medio	Medio	Medio
Alto	Bajo	Bajo	Alto
Bajo	Medio	Bajo	Medio
Alto	Bajo	Alto	Alto
Bajo	Alto	Bajo	Alto
Bajo	Nulo	Bajo	Bajo
Medio	Medio	Bajo	Medio

Fuente: (IGM, 2022).

Posteriormente, en una matriz de doble entrada se tienen agrupadas las cuatro categorías de multiamenazas y se enfrentan con las siete categorías de APFC. El proceso de determinación de la CA consiste en determinar la compatibilidad o no del terreno y de las condiciones naturales con un enfoque impacto/aptitud (Tabla 3).

Tabla 3. Determinación de la CA.

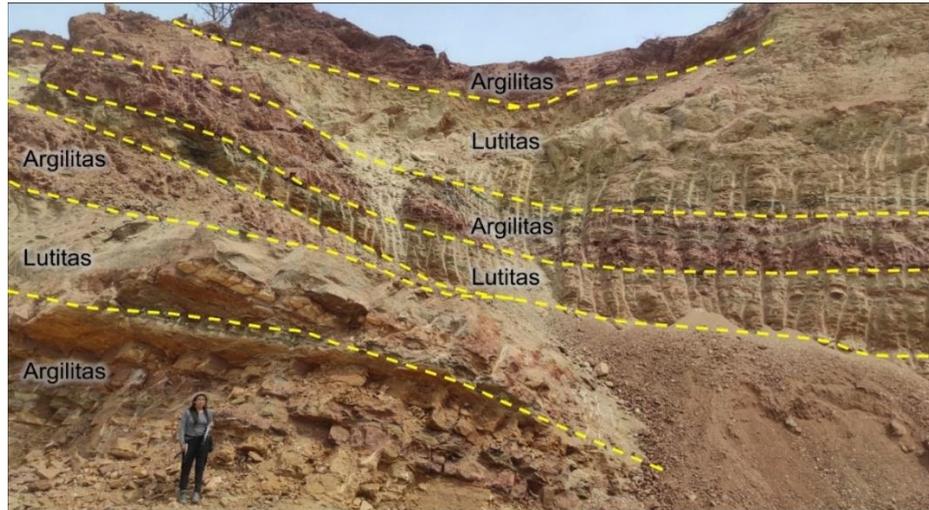
APFC	Muy alta	Alta	Media alta	Media	Baja	Muy baja	No apta
Multiamenazas							
Alta	Muy baja	Muy baja	Muy baja	Muy baja	Muy baja	Muy baja	Muy baja
Medio	Media	Media	Media	Media	Baja	Muy baja	Muy baja
Bajo	Alta	Alta	Media	Media	Baja	Baja	Muy baja
Nulo	Muy alta	Alta	Alta	Media	Baja	Baja	Muy baja

Fuente: IGM, 2018.

4. Resultados

Descripción de unidades geológicas

Formación Guayaquil (KPcGy). Localmente la roca puede ser reemplazada completamente por sílice. La sedimentación de las turbiditas debió ser coetáneo con la fuente distal de la actividad volcánica. El contacto con la Formación Cayo es gradacional y el contacto superior con la Formación San Eduardo es discordante con hiato erosional. Se estima una potencia de 400 m (BRISTOW; HOFFSTETTER, 1977). Estudios paleontológicos de radiolarios indican que la base de la Formación Guayaquil son de edad Maestrichtiano y el tope corresponde al Paleoceno temprano (SUÁREZ; ORDÓÑEZ, 2007). La Formación Guayaquil puede contener los sedimentos más antiguos de composición sílica en todo el antearco ecuatoriano, como se observa en la Fotografía 3. Cubre una extensión de 186,59 ha (1,17 %). Geomorfológicamente asociado a cerros testigos. Presentan un factor geológico malo (4), debido a su meteorización (Fotografía 1).



Fotografía 1. Afloramiento de la Formación Guayaquil, sector Peñón del Río. Fuente: Elaboración propia, 2023.

Descripción de depósitos superficiales

Aluvial (QA). Estos depósitos son producto del transporte y depositación de los aluviones de cursos fluviales y arrastre de los sedimentos de las litologías y relieves circundantes (VILLOTA, 2005). Está constituida por arcillas, limos y arenas. Ocupa una superficie de 14 152,33 ha (88,85 %). Presentan FG medio (3), malo (4) y muy malo (5), debido a su grado de consolidación, siendo el FG 3 el predominante.

Fluvio lacustre (QF). Contienen gran cantidad de sedimentos arcillosos con presencia de materia orgánica. Son materiales muy blandos. Geomorfológicamente, asociados a basines. Por sus características geomorfológicas presenta un FG muy malo (5). Ocupa una superficie de 179,09 ha (1,12 %).

La ciudad de Durán se encuentra ubicada dentro de dos paisajes morfo-edafológicos: 1) sobre rocas volcánicas antiguas: lavas básicas, tobas, brechas; y, 2) la llanura baja inundable (WINCKELL; ZEBROWSKI; SOURDAT, 1997). Mediante la fotointerpretación se determinaron cuatro procesos (fluvio lacustre, deposicional, poligénicas y tecnogénesis y se obtuvieron ocho geoformas (Tabla 4).

Tabla 4. Geoformas y características principales.

UNIDAD GENÉTICA	GEOFORMA	MORFOMETRÍA			SUPERFICIE	
					ha	%*
Fluvio - lacustre	Basin	Pendiente: <	<	2%	179.10	1.12
		Desnivel relativo: < 2 m				
	Nivel plano	Pendiente: <	<	2%	4,065.28	25.52
Deposicional	Nivel plano con presencia de agua	Pendiente: <	<	2%	2,579.73	16.20
		Desnivel relativo: < 2 m				
	Nivel ligeramente ondulado	Pendiente: 2 -	-	5%	3,550.94	22.29
		Desnivel relativo: 2 - 5 m				
	Nivel ondulado con presencia de agua	Pendiente: <	<	2%	2,614.47	16.41
	Desnivel relativo: 2 - 5 m					
	Dique o banco aluvial	Pendiente: 2 - 5	-	5%	4.19	0.03
		Desnivel relativo: 2 - 5 m				
Poligénicas	Cerro Testigo	Pendiente: 40 -	100	%	127.03	0.80
		Desnivel relativo: 15 -	100 m			
Tecnogénesis	Superficie intervenida	Pendiente: <	70	%	1,397.29	8.77
		Desnivel relativo: No aplica				

*El porcentaje fue calculado en relación al área total del área intervenida en la ciudad de Durán: 15 928,80 ha

Basin. Son las áreas más bajas de la llanura aluvial. Se localizan entre los diques naturales y el límite del valle o las terrazas (MORENO, 1992). Se caracteriza porque su drenaje es muy deficiente. Se encuentran en el sureste del área de estudio, por sus características geomorfológicas se asocian a pendientes planas (0 a 2 %).

Nivel plano. Son superficies con una topografía rigurosamente plana, los únicos elementos que vienen a romper la monotonía de estas extensiones, son las huellas dejadas por los ríos responsables de su modelado (WINCKELL; ZEBROWSKI; SOURDAT, 1997). Estas formas están asociadas a pendientes planas menores a 2 %. Se extiende por toda el área de estudio, abarcando los poblados Junquillo, Los Ángeles, Peñón del Río y San Fernando (Fotografía 2).

Nivel plano con presencia de agua. Paisaje de edad subactual a actual, susceptible a inundaciones periódicas u ocasionales, a menos que estas hubieran sido controladas por el hombre (VILLOTA, 2005). Posee pendientes menores al 2 % se localiza en toda el área de estudio, abarcando los poblados La Vuelta de Los Ángeles, La Carmela, Lotización La Herradura y El Recreo (Fotografía 2).



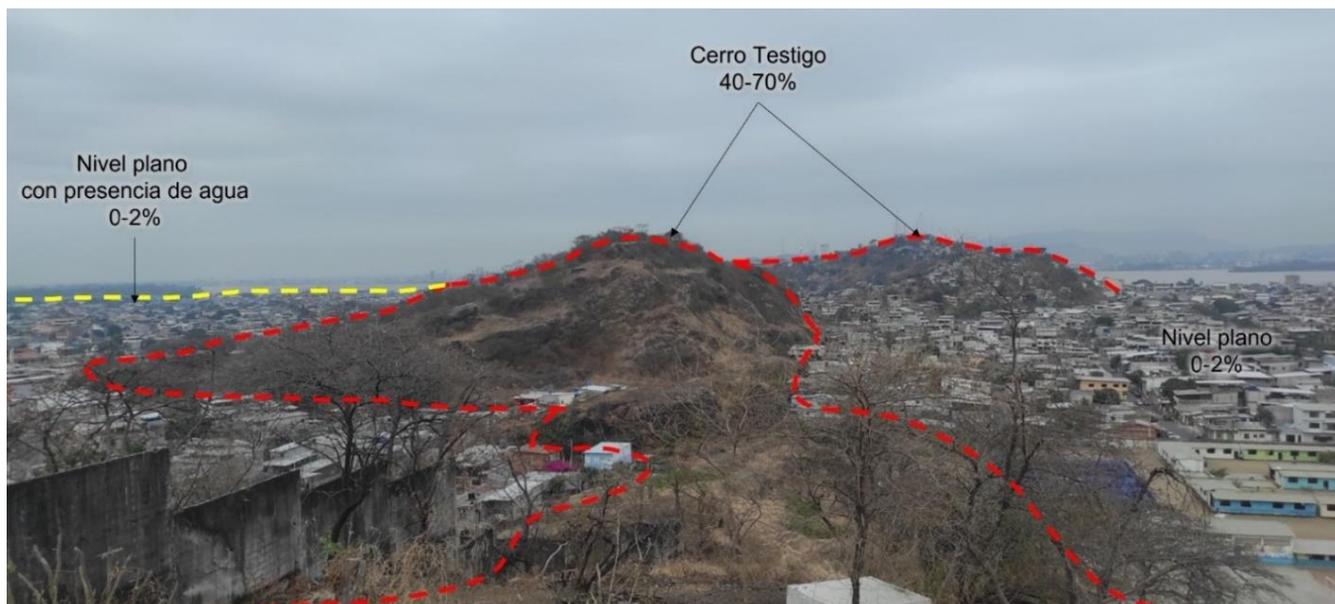
Fotografía 2. Nivel plano y nivel plano con presencia de agua. Fuente: Elaboración propia, 2023.

Nivel ligeramente ondulado. Son extensiones casi planas a ligeramente onduladas con depósitos aluviales recientes, están asociados a pendientes de 2 al 5 %, conteniendo los poblados La FAE, Los Helechos, Cerro Redondo, Una Sola Fuerza y Ciudadela del Panorama.

Nivel ondulado con presencia de agua. Está localizado en el centro sur de la zona de estudio. Presenta pendientes planas (menores a 2 %). Sobre estas formas se encuentran los poblados Santa Martha, Tambo y San Vicente.

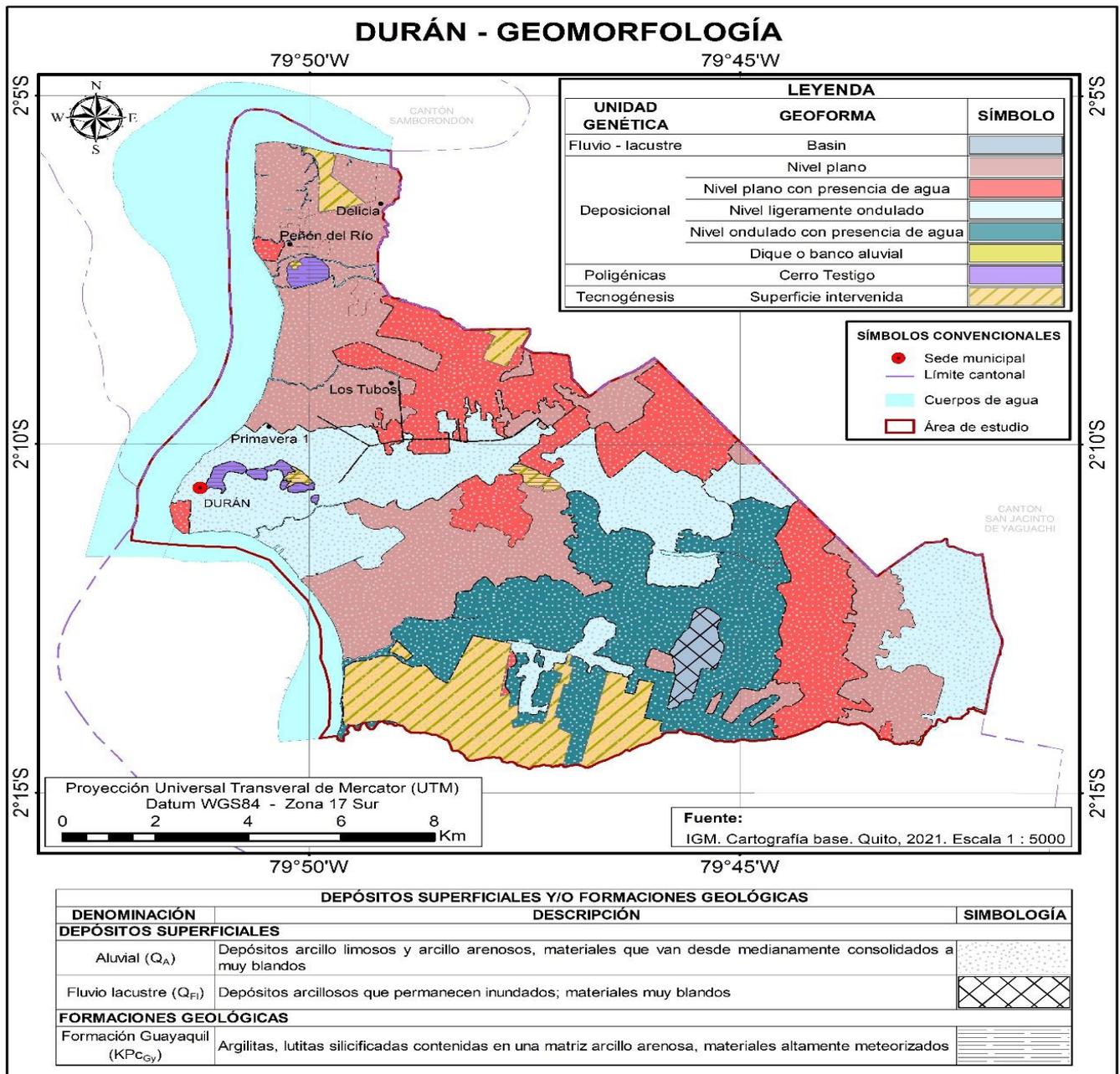
Dique o banco aluvial. Son depósitos de acreción vertical, se hallan ubicados a lo largo del curso del río y son los que definen o mantienen en cierto modo encausado el curso del mismo (VARGAS, 1992). Estas geofomas están asociadas a pendientes muy suaves (2 a 5 %); se localizan al sureste, junto al estero Moja Huevo.

Cerro testigo. Colinas que son el testimonio de antiguos relieves, formados por rocas muy resistentes y que se encuentran aislados (PAVLOPOULOS; EVELPIDOU; VASSALOPULOS, 2009). Presentan pendientes entre 40 y 100 % (Fotografía 3).



Fotografía 3. Cerro Testigo en el sector Cerro las cabras. Fuente: Elaboración propia, 2023.

Superficies intervenidas. Estos espacios han sido modificados por intervención antrópica como canteras, camaroneras. Presentan pendientes menores al 70 % (Figura 2).



DEPÓSITOS SUPERFICIALES Y/O FORMACIONES GEOLÓGICAS		
DENOMINACIÓN	DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA
DEPÓSITOS SUPERFICIALES		
Aluvial (Q _A)	Depósitos arcillo limosos y arcillo arenosos, materiales que van desde medianamente consolidados a muy blandos	[Symbol]
Fluvio lacustre (Q _{Fl})	Depósitos arcillosos que permanecen inundados; materiales muy blandos	[Symbol]
FORMACIONES GEOLÓGICAS		
Formación Guayaquil (KPC _{Gy})	Argilitas, lutitas silicificadas contenidas en una matriz arcillo arenosa, materiales altamente meteorizados	[Symbol]

Figura 2. Geomorfología Durán. Fuente: Elaboración propia, 2023.

La cobertura con mayor predominancia es la zona edificada, la misma que corresponde a un uso antrópico y ocupa una extensión de 3 754.81 ha, cubriendo el 23.58% de la zona de estudio. Seguida de vegetación arbustiva la cual posee un uso de conservación y representa el 17.30 % (2 755.60 ha). La tercera mayor cobertura en la zona de estudio la ocupa el arroz con el 16.88% (2 692.29ha) la misma que posee un uso agrícola. Finalmente, la vegetación herbácea corresponde a la cuarta cobertura predominante con el 14.43% que representa 2 298.95 ha

Se determino que en la zona de estudio existen las siguientes clases texturales, de la cual la predominante es la textura arcillo-limoso, con una extensión en el área de estudio de 5 4440,17 ha, por otro lado, la textura con menos porcentaje de ocupación es la textura del tipo franco con 2,90 ha. (Tabla 5).

Tabla 5. Clases texturales principales

Clase textural	Extensión (ha)	Ubicación principal
Arcillo-limoso	5 440,17	Nivel ondulado con presencia de agua y nivel plano
Arcilloso	3 336,61	Nivel plano con presencia de agua y nivel plano
Arcilla pesada	2 615,70	Superficie intervenida y nivel plano
Franco arcilloso	1 681,63	Nivel ligeramente ondulado, cerro testigo
Franco arcillo-limoso	794,79	Nivel ligeramente ondulado
Franco limoso	532,85	Nivel ligeramente ondulado y nivel ondulado con presencia de agua
Arena	59,56	Superficie intervenida
Arenoso francoso	53,82	Cerro testigo
Franco	2,90	Dique o banco aluvial

Las categorías de APFC determinadas dentro de la zona de estudio, de acuerdo a sus limitaciones, fueron cuatro: a) media-alta; b) baja; c) muy baja; y, d) no apta para construcción. Siendo la categoría “Baja” la de mayor predominancia en el área de estudio, con un porcentaje de 38,62 %, por otro lado, la categoría con menor abundancia es la “Muy Baja” con un 11,68 % (Figura 3 y Tabla 6).

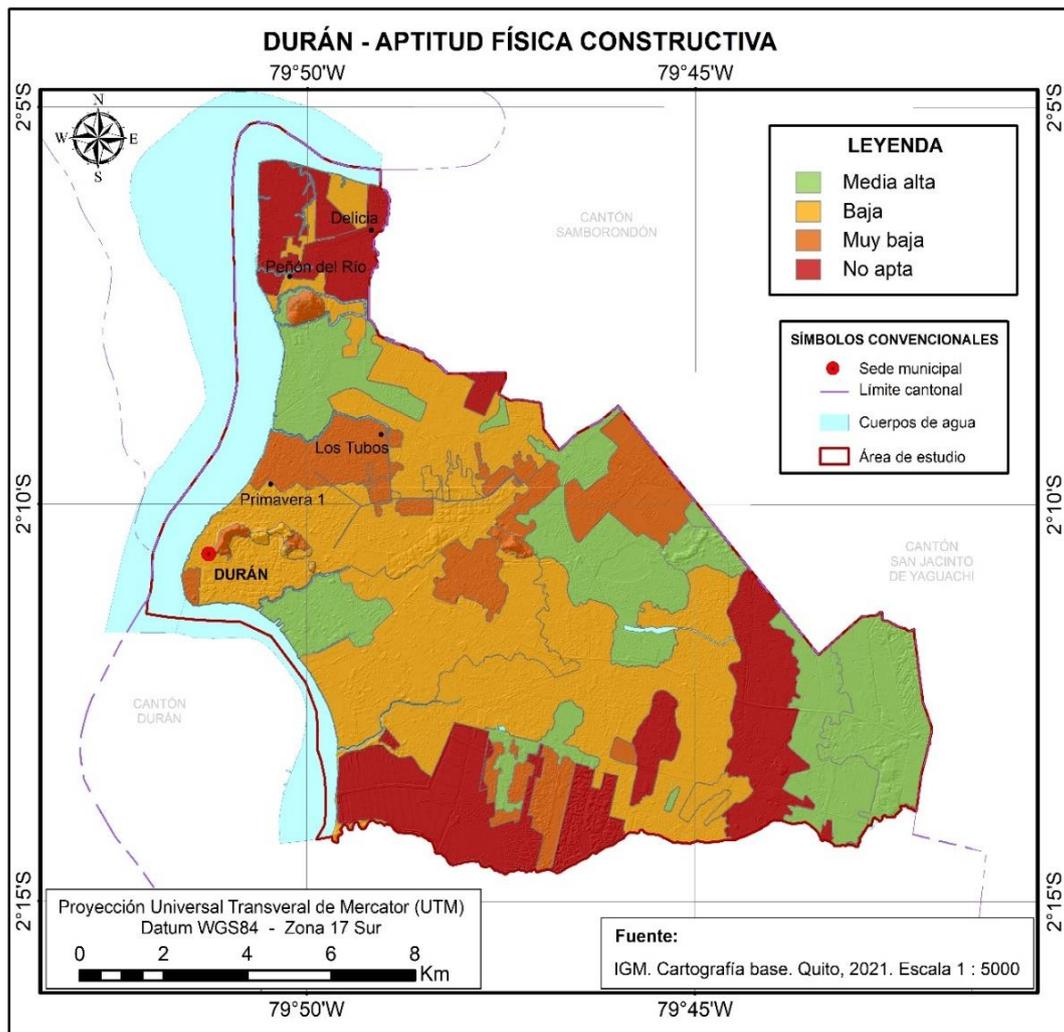


Figura 3. Clases de APFC. Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 6. Clases de APFC.

Categoría de APFC	Área / (%)	Ubicación principal	Limitantes
Media – alta	3 599,12 ha (22,60 %)	Geoforma nivel ligeramente ondulado	FG medio (3) corresponde a depósitos arcillo limosos, materiales medianamente consolidados, y suelos con textura franco limosa
Baja	6 153,17 ha (38,62 %)	Geoformas nivel ondulado con presencia de agua y nivel plano.	FG (4), que corresponde a depósitos arcillo limosos, materiales blandos y suelos con presencia de nivel freático moderadamente profundo (60 a 90 cm).
Muy baja	1 860,54 ha (11,68 %)	Geoformas nivel plano con presencia de agua y nivel plano.	Nivel freático poco profundos (> 30 a 60 cm) y un FG muy malo (5) que corresponde a depósitos arcillo limosos, materiales muy blandos.
No apta	2 905,20 ha 18,24 %	Formas de la tierra como superficie intervenida y nivel plano con presencia de agua.	Nivel freático superficial (> 0 a 30 cm)

Se excluyen las áreas de cuerpos de agua (ríos, lagos, lagunas e islas) que se encuentran en la categoría “No aplica” y representan el 8,86 %, correspondientes a 1 410,77 ha

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En cuanto a las clases de Capacidad de Acogida encontradas en el área de estudio estas fueron cuatro: a) alta; b) media; c) baja; y, d) muy baja. Como refleja la Figura 4 la categoría con mayor predominancia es la “Baja” con un porcentaje del 41,46 % y la categoría “Alta” con un 10,93 % siendo el de menor predominancia en el área de estudio (Figura 4).

CA alta: Zonas que representan el 10,93 % (1 741,17 ha). Se distribuyen por el área de estudio. La APFC es de media alta, con ligeras a moderadas limitaciones y no presenta amenazas naturales

CA media: Representan 11,66 % (1 857,95 ha), distribuidas en toda el área de estudio. La APFC presente en esta categoría es media alta, con ligeras a moderadas limitaciones para la construcción. Las amenazas a inundaciones que se presentan en el área de estudio son bajas y medias.

CA baja: Representan el 41,46 % (6 604,53 ha), distribuidas en toda el área de estudio. Presentan severas y extremas limitaciones en APFC, con categorías baja y media en amenazas naturales por inundaciones (Fotografía 4).

CA muy baja: Representan el 27,09 % (4 314,38 ha), distribuidas en toda el área de estudio. Se sitúan en zonas con extremas limitaciones y zonas no aptas para la construcción, donde las amenazas por deslizamiento son altas.

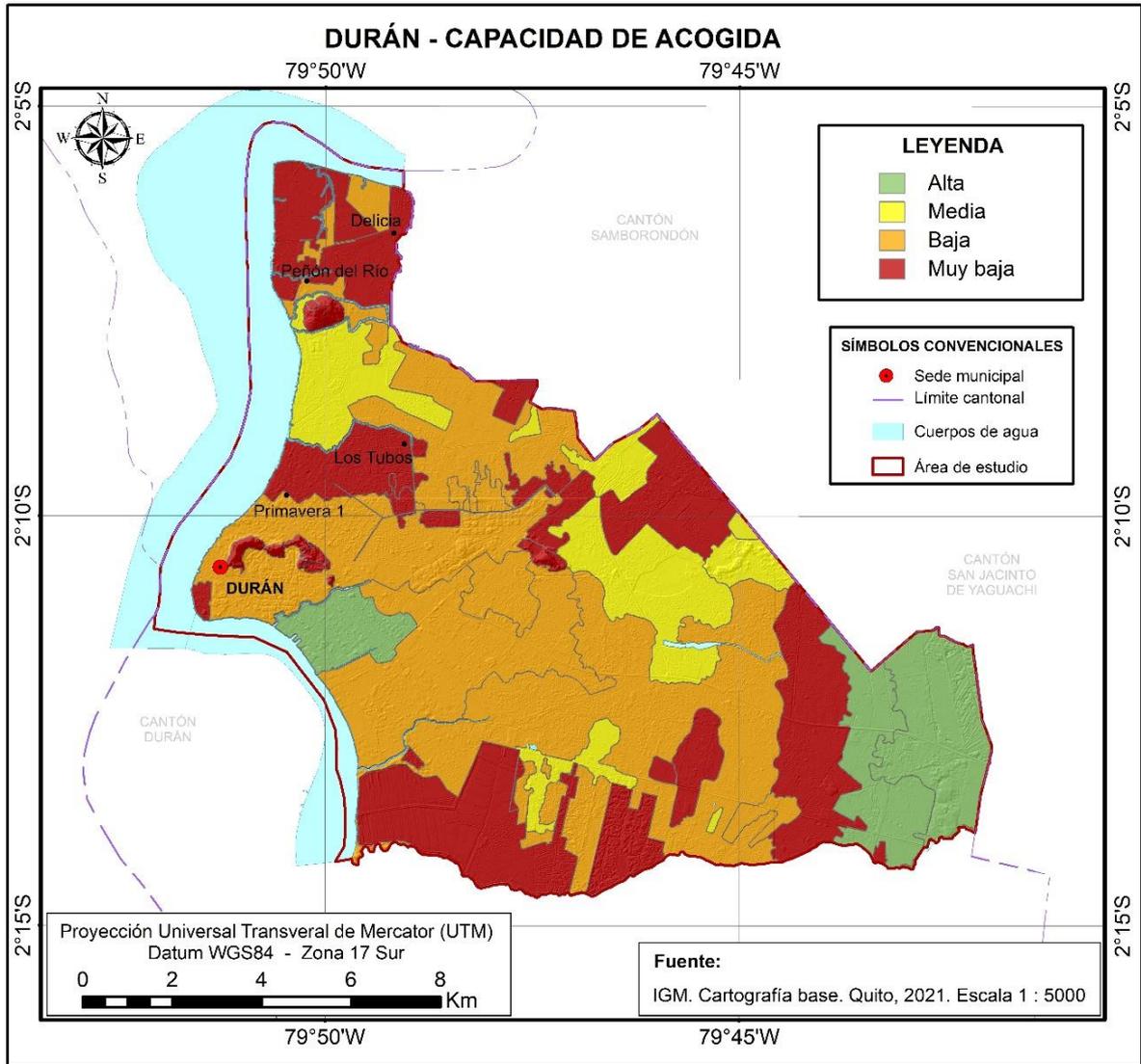
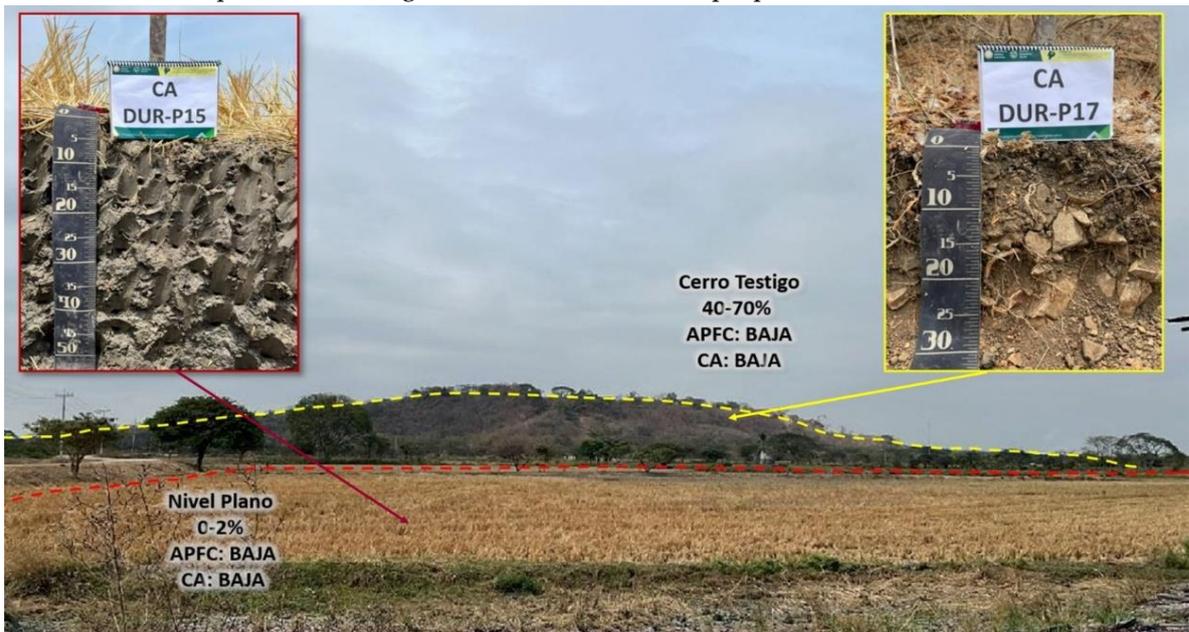


Figura 4. Clases de Capacidad de Acogida. Fuente: Elaboración propia, 2023.



Fotografía 4. CA y APFC, sector Cooperativa Montolivo. Fuente: Elaboración propia, 2023.

5. Discusión

De acuerdo al análisis realizado se ha determinado que la ciudad de Durán se encuentra ubicada principalmente sobre el paisaje morfo-edafológico llanura baja, inundable, cuyas geoformas que predominan son dos: a) nivel plano; y, b) nivel ligeramente ondulado, ambas de origen deposicional, constan principalmente de material arcillo limoso; otros estudios a escalas semidetalladas como (MIDENA, 2013), ubican a la ciudad en el paisaje Llanura Aluvial Reciente, coincidiendo en su composición de sedimentos de origen cuaternario. El análisis del territorio basado en la fotointerpretación geomorfológica, es decir por cada geoforma, explica con claridad las actividades que se desarrollan en la ciudad, por una parte, se aprovecha la condición de las pendientes bajas (< a 2 %), que según (MIDUVI, 2015) son las adecuadas para el establecimiento de construcciones (en este caso la ciudad), pero no se toma en cuenta la presencia del nivel freático presente en estas zonas planas, que, en un segundo caso, es utilizado en las zona de expansión para actividades agrícolas como el cultivo de arroz, aprovechando también la textura arcillosa del suelo y las propiedades de los suelos aluviales en los cuales el cultivo se desarrolla mejor (INIAP, 1994; AGROCALIDAD, 2015), así, se puede intuir que existe un conflicto de uso del suelo, principalmente en las geoformas como nivel plano con presencia de agua, nivel ondulado con presencia de agua y nivel plano, en las que se encuentra presencia de nivel freático y en las cuales se localiza la zona edificada.

En la geoforma de origen fluvio-lacustre, basin, concordando con (MORENO, 1992), se determinó que el nivel freático se encuentra dentro de los 11 a 20 cm de la superficie, con textura arcillosa y con drenaje de tipo mal drenado en la unidad muestreada en el presente estudio. En ese sentido se puede indicar que las geoformas de este origen, la mayoría de las veces se interrelacionan con inundaciones, que es la amenaza que causa más impacto a las poblaciones asentadas en planicies aluviales (OLCINA, 2004), y se recomienda zonificar según su frecuencia (SCHOENEBERGER et al., 2002; SCORNIK, 2007) ya que en las últimas décadas el crecimiento acelerado de las ciudades y de las actividades económicas sobre relieves fluviales y la inadecuada interacción entre los ríos y las sociedades ribereñas, ha incrementado la exposición a las inundaciones (ESPEJO-GIL et al., 2008; FRANCO-IDARRAGA, 2010) siendo el desastre natural con mayor repercusión socioeconómica a escala mundial (ORTEGA-ÁLVAREZ, 2008). Para minimizar la exposición a los peligros ambientales, en particular las inundaciones, se requiere integrar el estudio de la capacidad de uso del suelo con fines proveer información espacial que contribuya a la toma de decisiones sobre el desarrollo urbano en zonas aptas (FERRANDO-ACUÑA; DE LUCA, 2011). En la zona de estudio las características determinadas de geomorfología y suelos, demuestran una inundabilidad que va desde corta -el suelo permanece inundado menos de un mes-, a permanente -más de nueve meses- (IGM, 2022), que va de la mano con la caracterización geomorfológica, por ejemplo, el basin o niveles planos con presencia de agua con inundación permanente, lo que se evidencia en los colores gleisados del suelo o la presencia del nivel freático; al contrario de geofomas como el cerro testigo o ciertos niveles ondulados, en los que no se encuentra evidencia de presencia de agua.

De acuerdo al análisis de la APFC se determinó que es baja, por presentar un factor geológico malo (4), que corresponde a depósitos arcillo limosos, materiales blandos y un nivel freático moderadamente profundo (60 a 90 cm); variables que, junto a la presencia de amenazas a inundaciones bajas y medias, dan como resultado una categoría de CA baja. Es decir se ha realizado un análisis de manera integral, los datos obtenidos que permiten una valoración del territorio con la finalidad de determinar y conocer la compatibilidad de las actividades y conocer los requerimientos óptimos para implantar un uso determinado que permitan el óptimo aprovechamiento de los recursos naturales por la sociedad que ocupa el territorio llegando de esta manera a construir una herramienta de información importante para la integración de la información geológica, geomorfológica, climática, edafológica, uso y cobertura vegetal, de manera que permitiría realizar además de la capacidad de acogida, el análisis de temáticas como capacidad de uso de las tierras y conflictos de uso de las tierras, susceptibilidad a movimientos en masa e inundaciones, convirtiéndose en un insumo de aporte para el ordenamiento territorial que ayude a la toma de decisiones, no solo en planes de expansión urbana, sino también para contribuir en la protección y manejo de los recursos naturales, cumpliendo con los mandatos de la legislación existente.

La fotointerpretación geomorfológica sumada a la caracterización edafológica demuestra los fenómenos que suceden en Durán, las evidencias dentro y sobre la superficie del suelo, además, las características morfométricas y morfológicas, son un indicativo, por ejemplo, de la amenaza a inundación que posee la ciudad, tanto en su urbe como en su área rural, como la que sucedió en el primer trimestre del 2023, en los cantones de la provincia de Guayas (principalmente Durán), provocando el fallecimiento de aproximadamente 17 personas, 2 923 personas

afectadas y 2 672 viviendas con afectación en su estructura (SNGRE, 2023) probando que para la planificación territorial este tipo de estudio es un insumo primordial para el desarrollo de la ciudad, ya que la fotointerpretación geomorfológica y su relación con los suelos, que son modelados y zonificados en la cartografía de APFC, nos ayuda a reducir los impactos económicos, sociales y ambientales ante los fenómenos naturales, formando así ciudades sostenibles; o en nuestra realidad, al poseer ya ciudades formadas se puede zonificar técnicamente estas áreas con condiciones desfavorables para trabajar en planes de contingencia con la finalidad de minimizar los impactos causados por fenómenos naturales y en las áreas de expansión o rurales (hacia donde crece la ciudad), crear una política pública con base en criterios técnicos, no comerciales, para la implantación de una construcción y, por otro lado, la preservación y/o explotación técnica de los recursos naturales.

6. Conclusiones

Las características biofísicas, dentro del área de estudio de la ciudad de Durán, en su mayoría, no son las adecuadas para la implementación de una construcción (baja APFC), lo que sumado a la amenaza a sufrir inundaciones, principalmente, hace que la Capacidad de Acogida sea baja, es decir, en la mayoría del área donde se desarrolló el estudio, principalmente la presencia del nivel freático incide directamente a la amenaza a inundación al recibir una fuerte precipitación, además, si bien no impide realizar una construcción, si la encarece, así mismo, el poseer un FG malo (conformado por depósitos aluviales que constan, principalmente, de material arcillo limoso medianamente consolidado), conlleva a que las construcciones no tengan un buen soporte, por lo que se necesita mayor inversión para volver a este suelo apto.

La fotointerpretación en tres dimensiones sumada a los trabajos de campo permitió delimitar áreas con características físicas y clasificarlas según sus mayores o menores limitaciones para realizar expansión urbana; en el primer caso, al planificar, debe pensarse en la inversión de estudios a detalle, implementación de las zonas con obras estructurales, modificación y mejoramiento del suelo o elevando las construcciones por encima del nivel máximo de crecidas, por ejemplo; lo que demanda altas inversiones y solo se resuelven parcialmente, siendo indispensable la evaluación de la capacidad de uso del suelo con fines de urbanización que favorezcan a la planificación del desarrollo territorial, y así, mejorar la calidad de vida de los habitantes y minimizar la exposición a los peligros ambientales. Al contrario, la fotointerpretación, igualmente zonifica espacios con características biofísicas (como, por ejemplo: textura y nivel freático) específicas para la implementación de cierto tipo de cultivos como es el arroz, sirviendo de insumo para la planificación pensada en el aprovechamiento de las particularidades propias de la zona.

La delimitación geomorfológica es un insumo indispensable para el desarrollo de cualquier estudio temático, ya que se convierte en la unidad básica de análisis, en este estudio a detalle (escala 1: 5 000), y la que puede explicar todos los fenómenos naturales ya que presenta características específicas en el fenosistema (por ejemplo, la erosión sufrida en cerros testigos, a causa de sus características morfométricas como pendientes de hasta 100 %, que sumado a cobertura vegetal del tipo herbácea, no ofrece protección al suelo y hacen que la geoforma sea más susceptible a dicho fenómeno), y el criptosistema (presencia de la capa freática y/o rasgos redoximórficos debido a sus fluctuaciones en los niveles ondulados con presencia de agua).

Contribuciones de los autores: Concepción, M.D.R.P.; metodología y desarrollo del artículo P.S.C.D, M.D.R.P, P.S.G.A y L, M, M.T.; investigación, obtención y preparación de datos P.S.C.D, P.S.G.A, y L, M, M.T.; revisión, validación y supervisión P.S.C.D y M.D.R.P. Todos los autores leyeron y estuvieron de acuerdo con la versión publicada del manuscrito.

Financiamiento: Esta investigación no ha recibido financiación externa.

Agradecimientos: Se agradece al Instituto Geográfico Militar (IGM) por el interés en desarrollar proyectos de generación de geoinformación temática y permitir conocer integralmente al territorio ecuatoriano. Además, al señor Wilson Farinango, por su apoyo en la obtención de datos en campo.

Conflicto de Interés: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses. Ninguna institución tuvo ninguna interferencia en el desarrollo del estudio; en la recopilación, análisis o interpretación de datos; en la redacción del manuscrito, o en la decisión de publicar los resultados.

Referencias

1. AGROCALIDAD. Guía de buenas prácticas agrícolas para arroz. Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario, 2015.
2. AGUILÓ, M.; ARAMBURU, M.; BLANCO, A.; CALATAYUD, T.; CARRASCO, R.; CASTILLA, G.; YOLDI, L. **Guía para la elaboración de estudios del medio físico: contenido y metodología**. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, 2004.
3. BRISTOW, C.; HOFFSTETTER, R. **Lexique stratigraphique international**, volume V, Amérique latine in Ecuador. París: GéoProdig, 1977.
4. CHUVIECO, E. **Teledetección Ambiental. La observación de la Tierra desde el espacio**. Barcelona: Editorial Ariel, 2010.
5. DE LA ROSA, D. **Evaluación agro-ecológica de suelos**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2008.
6. ESPEJO-GIL, F.; DOMENECH-ZUECO, S.; OLLERO-OJEDA, A.; SÁNCHEZ-FABRE, M. La crecida del Ebro de 2007: procesos hidrometeorológicos y perspectivas de gestión del riesgo. **Dialnet Universidad de la Rioja**, p. 129-154, 2008.
7. FELICÍSIMO, A. **Modelos digitales de terreno. Introducción y aplicaciones en las ciencias ambientales**. Oviedo: Pentalfa Ediciones, 1994.
8. FERRANDO-ACUÑA, F.; DE LUCA, F. Geomorfología y paisaje en el ordenamiento territorial: valorizando el corredor inferior del río Mapocho. **Universidad de Chile**, p. 65-86, 2011. DOI: <https://doi.org/10.5354/0719-5370.2011.18498>
9. FRANCO-IDARRAGA, F. Respuestas y propuestas ante el riesgo de inundación de las ciudades colombianas. **Universidad de los Andes**, p. 97-108, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.16924%2Friuua.v0i31.216>
10. FURRIER, M. Caracterización Geomorfológica como Propuesta para la Planificación Ambiental y Territorial. Un Ejemplo de Aplicación en Brasil con Perspectiva de Aplicación en Costa Rica. **Revista Geográfica de América Central**, p. 221-246, 2018. DOI: <https://doi.org/10.15359/rgac.61-2.8>
11. GALACHO, F.; ARREBOLA, J. Modelo de evaluación de la capacidad de acogida del territorio con SIG y técnicas de decisión multicriterio respecto a la implantación de edificaciones en espacios rurales. **Investigaciones Geográficas**, p. 69-85, 2013. DOI: <https://doi.org/10.14198/INGEO2013.60.04>
12. GOBIN, A.; CAMPLING, P.; DECKERS, J.; FEYEN, J. Integrated toposequence analyses to combine local and scientific knowledge systems. **Geoderma**, p. 103.123, 2000. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0016-7061\(00\)00029-X](https://doi.org/10.1016/S0016-7061(00)00029-X)
13. GÓMEZ, D. **Ordenación territorial**. Toledo: Mundi-Prensa Libros, 2007.
14. IEE. **Memoria técnica de Capacidad de Uso de las Tierras de la ciudad de Quito**. Instituto Espacial Ecuatoriano, 2013.
15. IGAC. **El ABC de los suelos para no expertos**. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2010.
16. IGM. **Memoria técnica de la ciudad de Durán. Generada durante el proyecto "Determinación de la capacidad de acogida del territorio con fines de desarrollo urbano mediante la generación de geoinformación temática a escala 1: 5 000"**. Instituto Geográfico Militar, 2022.
17. IGM. **Cartografía base**. Quito: IGM, 2021. Escala 1:5000.
18. IIGE. **Catálogo Publicaciones Geológicas**. Instituto de Investigación Geológico y Energético, 2022.
19. INEC. **VII Censo de Población y Vivienda CPV2010 del Ecuador**. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2010.
20. INIAP. **Guía práctica del cultivo del arroz variedad INIAP-11 en la Región amazónica**. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 1994.
21. JENNY, H. **Factors of soil formation. A system of quantitative Pedology**. Berkeley: McGrawHill Publications in the Agricultural Sciences. (1941).
22. KWA, C. The visual grasp of the fragmented landscape: plant geographers vs. plant sociologist. **Historical Studies en the Natural Sciences**, p. 180-222, 2018. DOI: [10.1525/hsns.2018.48.2.180](https://doi.org/10.1525/hsns.2018.48.2.180)
23. MORENO, C. **Fundamentos de Geomorfología**. México D.F: SIIDCA, 1992.
24. MIDENA. **Cartografía temática generada en el "Proyecto de Generación de Geoinformación a Escala 1:25000 a nivel Nacional" para el cantón Durán provincia del Guayas**. Ministerio de Defensa Nacional, 2013.
25. MIDUVI. **Norma Ecuatoriana de la Construcción: Viviendas hasta de 2 pisos con luces de hasta 5m**. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2015.
26. OLCINA, C. Riesgo de inundaciones y ordenación del territorio en la escala local. El papel del planeamiento urbano municipal. **Universidad de Alicante**, p. 49-84, 2004.

27. ORELLANA, M. **Evaluación de la capacidad de acogida del territorio para usos urbanos mediante el uso de SIG y técnicas de evaluación multicriterio. El caso de la urbanización difusa en la Axarquía (Málaga)**. Tesis (Grado en Geografía y Gestión del Territorio) – Programa de pregrado, Universidad de Málaga, Málaga. 2015.
28. ORTEGA-ÁLVAREZ, J. Riesgo de inundación y ordenación territorial en el área litoral sur de la marina Baixa (Alicante). **Instituto Universitario de Geografía Universidad de Alicante**, p. 203-227, 2008.
29. PAVLOPOULOS, K.; EVELPIDOU, N.; VASSALOPOULOS, A. **Mapping Geomorphological Environments**. Berlín: Springer, 2009.
30. PRIEGO, S.; BOCCO, G.; MENDOZA, M.; GARRIDO, A. **Propuesta para la generación semiautomatizada de unidades de paisaje**. México D.F: UNAM, 2010.
31. QUIROGA, E.; MORALES, L. La estereoscopia, métodos y aplicaciones en diferentes áreas del conocimiento. **Revista Científica General José María Córdova**, p. 201-209, 2015. DOI: <https://doi.org/10.21830/19006586.37>
32. REYES, M.; AVILÉS, L.; GÓMEZ, E.; GALARZA, J.; JÁCOME, P. Zonificación de capacidad de acogida de la ciudad de Riobamba mediante el enfoque de ecología de paisaje a partir de fotointerpretación geomorfológica en 3D. **Pro Sciences**, p. 10-18, 2019. DOI: <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol3iss18.2019pp10-18>
33. SÁENZ, A. La consolidación de asentamientos ilegales urbanos como expansión de la ciudad. Proceso de legalización de la tierra de un barrio periférico de la ciudad de Mendoza (Argentina). **Territorios No. 8**, p. 113-126, 2002.
34. SCHOENEBERGER, P.; WYSOCKI, D.; BENHAM, E.; BRODERSON, W. **Fiel Book for Describing and Sampling Soils**, Version 2.0. Lincoln: National Soil Survey Center, 2002.
35. SCORNIK, M. Áreas urbanas vulnerables. Algunas consideraciones para el sector de Resistencia, Chaco. **Cuaderno Urbano**, p. 127-150, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.30972/crn.661033>
36. SGR. **Referencias básicas para la gestión de riesgos 2013-2014**. Secretaría de Gestión de Riesgos, 2012.
37. SILVEIRA, A.; CUNHA, C. Caracterización geomorfológica en zona de expansión urbana: Una contribución al planeamiento territorial. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, p. 235-244, 2012. DOI: 235-244 10.20502/rbg.v13i3.167
38. SNGRE. **Afectaciones por época lluviosa en el Ecuador**. Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2023.
39. SOIL SURVEY STAFF. **Claves para la Taxonomía de suelos**. 12ª ed. USDA, NRCS, 2014.
40. SOON, L.; ISMAIL, R.; HASHIM, W.; BAHARUM, A. The use of VARI, GLI, and VIGREEN formulas in detecting vegetation in aerial images. **International Journal of Technology**, p. 2-4, 2019.
41. SUANGO, V.; ANDRADE, M.; YÉPEZ, J.; AVILÉS, L.; LÓPEZ, A. Análisis de variables físicas del territorio para el estudio de la expansión del área urbana de la ciudad de Babahoyo. **Pro Sciences**, p. 3-12, 2018.
42. SUÁREZ, J.; ORDÓÑEZ, M. Nuevas evidencias bioestratigráficas del pre-Cretácico de la cuenca Oriente del Ecuador. Centro de Investigaciones geológicas. **4th European meeting on th Paleontology of Latin America**, p. 383-391, 2007.
43. UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN. **Guía de estudio: Metodología para el estudio de suelos en campo**. Tucumán: Facultad de Agronomía y Zootecnia, 2017.
44. VAN ZUIDAM, R. **Aerial photo-interpretation in terrain analysis and geomorphic mapping**. The Hague: Smits Publishers, 1985.
45. VARGAS, E. **La fotografía aérea y su aplicación a estudios geológicos y geomorfológicos**. La Paz: Comité Ejecutivo de la Universidad Boliviana, 1992.
46. VILLOTA, H. **Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras**. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2005.
47. WINCKELL, A.; ZEBROWSKI, C.; SOURDAT, M. **Los paisajes naturales del Ecuador**. Quito: IGM del Ecuador, 1997.
48. ZINCK, A. **Geopedología. Elementos de geomorfología para estudios de suelos y de riesgos naturales**. The Netherlands: Enschede, 2012.
49. ZONNEVELD, I. The land unit - A fundamental concept in landscape ecology, and its applications. **Landscape Ecology**, p. 67-86, 1989.



Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) – CC BY. Esta licença permite que outros distribuíam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que lhe atribuíam o devido crédito pela criação original.