

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN**

**Facultad de Ciencias Exactas y Naturales  
Departamento de Geología**

Trabajo de Grado

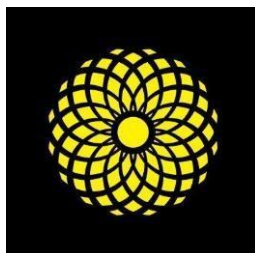
**APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS SIG PARA LA  
CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA DEL  
DISTRITO DE NUEVA ITALIA DEL  
DEPARTAMENTO CENTRAL DE LA REPUBLICA  
DEL PARAGUAY**

**DIEGO MANUEL FERREIRA ROBLES**

Trabajo de Grado presentado a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Asunción, como requisito para aprobar la asignatura.

**SAN LORENZO – PARAGUAY**

**JULIO – 2024**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN**

**Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**

**Departamento de Geología**

Trabajo de Grado

**APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS SIG PARA LA  
CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA DEL  
DISTRITO DE NUEVA ITALIA DEL  
DEPARTAMENTO CENTRAL DE LA REPUBLICA  
DEL PARAGUAY**

**AUTOR:** DIEGO MANUEL FERREIRA ROBLES

**PROFESORA:** PROF. MSC. SONIA MABEL MOLINAS RUÍZ DÍAZ

**ORIENTADOR:** PROF. MSC. MOISES ALEJANDRO GADEA VILLALBA

Trabajo de Grado presentado a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Asunción, como requisito para aprobar la asignatura.

**SAN LORENZO – PARAGUAY**

**JULIO – 2024**

**APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS SIG PARA LA  
CARACTERIZACION GEOMORFOLOGICA DEL DISTRITO DEL  
DISTRITO DE NUEVA ITALIA DEL DEPARTAMENTO CENTRAL DE  
LA REPUBLICA DEL PARAGUAY**

**Autor:** DIEGO MANUEL FERREIRA ROBLES

**Orientador:** PROF. MSC. MOISES ALEJANDRO GADEA VILLALBA

**Profesora:** MSC. SONIA MABEL MOLINAS RUÍZ DÍAZ

Fecha de aprobación:

**MESA EXAMINADORA DE TRABAJO DE GRADO**

**MIEMBROS:**

**Prof. MSc. Sonia Mabel Molinas Ruíz Díaz** .....  
*Universidad Nacional de Asunción, Paraguay*

**Prof. MSc. Narciso Cubas Villalba** .....  
*Universidad Nacional de Asunción, Paraguay*

**Prof. MSc. Higinio Moreno Resquín** .....  
*Universidad Nacional de Asunción, Paraguay*

## **DEDICATORIA**

*Con gran amor a mi madre Lorena María Ester  
Robles Coronel y a mis abuelos María Jovita  
Coronel y Arnulfo Asunción Robles.*

*Y sobre todo a mi más leal compañera de vida  
Ingrid Soledad Godoy*

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme la fuerza necesaria para llegar a estas instancias.

A mis padres por todo su apoyo y comprensión.

A mis hermanos, por su admiración y aprecio, que siempre me levantaron el ánimo.

A mis tíos Daniel Robles y Raquel Robles por formar parte de mí formación no profesional, sino más bien de mi crecimiento personal gracias por el amor brindado hacia mi persona.

A toda mi familia por sus palabras de aliento siempre.

A la Prof. MSc. Sonia Mabel Molinas Ruiz Diaz por su paciencia durante la elaboración de este trabajo.

Al Prof. MSc. Narciso Cubas Villalba por escucharme siempre y orientarme de gran manera.

Al Prof. MSc. Moisés Alejandro Gadea Villalba por brindarme sus consejos, siempre estar presente para escucharme y guiarme, vine buscando cobre y encontré oro un gran docente y amigo.

A la Lic.Geol. Ingrid Soledad Godoy por acompañarme en toda esta travesía, nunca me permitió darme por vencido y te lo agradezco eternamente.

Y por último y no menos importantes a todos mis amigos de la carrera de Geología:

Alejandro Acosta, Emilio Mendoza, Mara Duarte, Lujan Derene, Benjamín Benítez, Arturo Soloaga, Andres Ltaif Muller

Y mis amigos de otras carreras:

Julia Melgarejo, Ronald Oviedo, Dan Flores, Juan José Maidana, Jesús Franco, Nancy Bernal.

**APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS SIG PARA LA  
CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA DEL DISTRITO DE  
NUEVA ITALIA DEL DEPARTAMENTO CENTRAL DE LA  
REPUBLICA DEL PARAGUAY**

**AUTOR:** DIEGO MANUEL FERREIRA ROBLES  
**ORIENTADOR:** PROF. MSC. MOISES ALEJANDRO GADEA VILLALBA  
**PROFESORA:** MSC. SONIA MABEL MOLINAS RUÍZ DÍAZ

**Resumen**

El presente trabajo se centra en la aplicación de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), para la caracterización geomorfológica del distrito de Nueva Italia, en el Departamento Central del Paraguay. La investigación aborda el desafío de que los métodos topográficos de campo no capturan completamente la dinámica de los procesos geomorfológicos a gran escala. Mediante el uso de SIG y datos geológicos existentes, se busca una comprensión más detallada y precisa de cómo el paisaje ha evolucionado y se configura actualmente en la zona de estudio. El análisis incluye la observación de formaciones geomorfológicas, procesos de erosión y sedimentación, y la relación entre las características geomorfológicas y geológicas. El alcance del estudio abarca la utilización de tecnologías avanzadas como *LiDAR* y modelos digitales de elevación de alta resolución, así como un análisis espacial profundo para ofrecer una visión más clara y comprensiva del área de estudio.

**Palabras clave:** Geomorfología, Sistemas de Información Geográfica, Nueva Italia, Paraguay, erosión, sedimentación.

**APPLICATION OF GIS TOOLS FOR THE GEOMORPHOLOGICAL  
CHARACTERIZATION OF THE DISTRICT OF NUEVA ITALIA IN THE  
CENTRAL DEPARTMENT OF PARAGUAY**

**AUTHOR:** DIEGO MANUEL FERREIRA ROBLES  
**COUNSELOR:** PROF. MSC. MOISES ALEJANDRO GADEA VILLALBA  
**TEACHER:** MSC. SONIA MABEL MOLINAS RUÍZ DÍAZ

**Summary**

This study focuses on the application of Geographic Information Systems (GIS) tools for the geomorphological characterization of the Nueva Italia district in the Central Department of Paraguay. The research addresses the challenge that traditional field topographic methods do not fully capture the dynamics of large-scale geomorphological processes. By leveraging GIS and existing geological data, the aim is to achieve a more detailed and precise understanding of how the landscape has evolved and is currently configured in the study area. The analysis encompasses the observation of geomorphological formations, erosion and sedimentation processes, and the relationship between geomorphological and geological features. The scope of the study extends to the use of advanced technologies such as *LiDAR* and high-resolution digital elevation models, along with in-depth spatial analysis, to provide a clearer and more comprehensive view of the study area.

**Keywords:** Geomorphology, Geographic Information Systems, Nueva Italia, Paraguay, erosion, sedimentation.

# ÍNDICE

Páginas

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Planteamiento del problema .....	1
1.2. Preguntas de investigación.....	2
1.3. Objetivos .....	2
1.3.1. Objetivo general .....	2
1.3.2. Objetivos específicos.....	2
1.4. Justificación.....	3
1.5. Hipótesis.....	3
1.6. Variables .....	3
1.6.1. Variable independiente .....	3
1.6.2. Variable dependiente .....	4
<b>2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>4</b>
2.1. Definiciones básicas.....	4
2.1.1. Sistemas de Información Geográfica.....	4
2.1.2. Modelo de Elevación Digital.....	4
2.1.3. Geomorfología.....	5
2.1.4. Topografía .....	6
2.1.5. Datos Espaciales .....	6



2.1.6. Antecedentes de estudios geomorfológicos en Paraguay .....	6
2.2. Geología .....	7
2.2.1. Geología regional .....	7
2.2.2. Geología local.....	9
2.3. Aspectos físicos del área de estudio.....	13
2.3.1. Clima .....	13
2.3.2. Fisiografía.....	13
2.3.3. Hidrografía.....	14
<b>3. DISEÑO METODOLÓGICO .....</b>	<b>15</b>
3.1. Enfoque o abordaje: .....	15
3.2. Nivel de la investigación:.....	15
3.3. Área de estudio.....	15
3.3.1. Localización.....	15
3.3.2. Vías y medios de comunicación .....	16
3.4. Población.....	17
3.5. Muestra.....	17
3.6. Unidad de análisis. ....	17
3.7. Muestreo.....	17
3.8. Instrumentos para la recolección de datos .....	17
3.9. Procedimiento de análisis.....	18
3.9.1. Trabajo de gabinete .....	18
3.9.2. Trabajo de campo .....	18

3.9.3. Elaboración de mapas .....	19
<b>4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>20</b>
4.1. Resultados del Procesamiento de imágenes satelitales en <i>ArcGIS PRO</i> ....	20
4.2. Variación Multitemporal de la Geomorfología del área de estudio .....	27
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>30</b>
5.1. Conclusiones .....	30
5.2. Recomendaciones.....	31
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>32</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>34</b>

## **LISTA DE FIGURAS**

<b>1.</b> Mapa de Geología Local.....	12
<b>2.</b> Mapa de ubicación de área de estudio. ....	16
<b>3.</b> Mapa de elevación del área de estudio .....	20
<b>4.</b> Mapa sombreado del área de estudio .....	21
<b>5.</b> Mapa de porcentaje de pendiente del área de estudio.....	22
<b>6.</b> Mapa de orientación de la pendiente del área de estudio.....	23
<b>7.</b> Mapa geomorfológico del área de estudio .....	25
<b>8.</b> Imagen satelital del area de estudio-Año 1984 .....	27
<b>9.</b> Imagen satelital del área de estudio-2024.....	28

## LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS Y SIMBOLOS

<b>DEGEEC</b>	Dirección General de Estadísticas y Censos
<b>DINAC</b>	Dirección Nacional de Aeronáutica Civil
<b>GPS</b>	Sistema de Posicionamiento Global
<b>LIDAR</b>	Detección y Localización por Luz
<b>MDE</b>	Modelo de Elevación Digital
<b>MOPC</b>	Ministerio de Obras Publicas y Comunicaciones
<b>SIG</b>	Sistemas de Información Geográfica
<b>SAR</b>	Radar de Apertura Sintética
<b>SRTM</b>	<i>Shuttle Radar Topography Mission</i>
<b>M</b>	Metro
<b>Km</b>	Kilometro
<b>Km<sup>2</sup></b>	Kilómetro cuadrado
<b>3D</b>	Tres dimensiones
<b>MSNM</b>	Metros Sobre el Nivel del Mar
<b>°C</b>	Grados Celsius
<b>mm</b>	Milímetro
<b>N</b>	Norte

<b>S</b>	Sur
<b>E</b>	Este
<b>W</b>	Oeste

## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo 1: Imagen del Estero del Lago Ypoa.....</b>	<b>34</b>
<b>Anexo 2: Recopilación de Datos.....</b>	<b>35</b>
<b>Anexo 3: Cerro Ñu .....</b>	<b>36</b>
<b>Anexo 4: Pendiente del Área de estudio .....</b>	<b>37</b>
<b>Anexo 5: Camino de tierra de conexión entre el Cerro Pe y el Cerro Ñu.....</b>	<b>38</b>
<b>Anexo 6: Observación Litológica.....</b>	<b>39</b>
<b>Anexo 7: Zona de planicie con un Relieve presente .....</b>	<b>40</b>
<b>Anexo 8: Licencia vigente de <i>ArcGIS PRO</i> .....</b>	<b>41</b>

## **1. INTRODUCCIÓN**

La geomorfología del Paraguay Oriental se caracteriza por paisajes de relieves suaves y ondulados, asociados a áreas topográficamente más bajas. Muchos de los puntos elevados corresponden a mesetas que presentan una concordancia de cumbre, formando antiguos valles disectados del supercontinente Gondwana. Estas mesetas se encuentran actualmente en posiciones topográficamente elevadas. En general, toda la Región Oriental presenta una red de drenaje dendrítica, con los ríos Paraguay y Paraná como principales componentes de la hidrografía local (Iriondo y Brunetto, 2016).

La Región Oriental del Paraguay está caracterizada por la presencia de superficies de erosión activas durante el Cuaternario sobre afloramientos de rocas de casi todas las edades geológicas y litologías variadas (Iriondo y Brunetto, 2016).

Esta investigación se centra en la aplicación de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para la caracterización geomorfológica de Nueva Italia. El uso de SIG permite un análisis más detallado y preciso de los procesos erosivos y de sedimentación, así como de las formaciones geomorfológicas y su interrelación con la geología local. A través de esta metodología, se busca superar las limitaciones de los métodos topográficos altimétricos y planimétricos y ofrecer una visión más completa del paisaje.

### **1.1 Planteamiento del problema**

Los métodos topográficos planimétricos y altimétricos si bien han demostrado poder capturar la dinámica de los procesos geomorfológicos en el campo estos requieren de un mayor esfuerzo y tiempo para trabajos a gran escala.

Este problema plantea la cuestión crítica de cómo las herramientas SIG podrían mejorar la eficacia de estos estudios.

La implementación de herramientas SIG, junto con la información geológica disponible, pueden proporcionar un enfoque más riguroso y multifacético para el estudio del distrito de Nueva Italia del departamento Central Paraguay, que permitan obtener interpretaciones más acertadas acerca de la evolución y configuración actual del paisaje.

## **1.2. Preguntas de investigación**

- ¿Cuáles son las Geoformas en el distrito de Nueva Italia del Departamento Central Paraguay?
- ¿Cuáles fueron los procesos de sedimentación en el distrito de Nueva Italia del Departamento Central Paraguay?
- ¿Cómo se interrelacionan las características geomorfológicas y geológicas en el distrito de Nueva Italia del Departamento Central Paraguay?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

- Caracterizar la geomorfología del distrito de Nueva Italia del departamento Central con herramientas SIG (Sistemas de Información Geográfica)

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Distinguir las geoformas del distrito de Nueva Italia del departamento Central Paraguay
- Deducir las dinámicas de la sedimentación del distrito de Nueva Italia del departamento Central a través de los datos SIG.



- Relacionar la Geomorfología con la Geología del distrito de Nueva Italia del departamento Central.

#### **1.4. Justificación**

La presente investigación busca ampliar el conocimiento geomorfológico y geológico por medio de la aplicación de las herramientas SIG en el Distrito de Nueva Italia del departamento Central del Paraguay, las herramientas SIG ofrecen una plataforma poderosa para analizar y visualizar datos espaciales, lo que permite una caracterización detallada y precisa de la geomorfología del área de estudio.

La capacidad de las herramientas SIG para integrar diversas fuentes de datos y realizar análisis complejos es crucial para avanzar en nuestra comprensión y gestión de los recursos naturales. Este estudio no solo contribuirá al conocimiento científico, sino que también apoyará la toma de decisiones en cuanto a la conservación del medio ambiente y el desarrollo sostenible en la región.

#### **1.5. Hipótesis**

La implementación de herramientas SIG permite una caracterización geomorfológica más precisa y detallada del distrito de Nueva Italia del departamento Central en comparación con los métodos planimétricos y altimétricos de campo.

#### **1.6. Variables**

##### **1.6.1. Variable independiente**

- Altitud y Pendiente
- Geología

- Hidrografía

### **1.6.2. Variable dependiente**

- Formaciones Geomorfológicas
- Dinámicas de Procesos de Sedimentación
- Variación de los cauces hídricos

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Definiciones básicas**

#### **2.1.1. Sistemas de Información Geográfica**

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) es un conjunto de herramientas que permite la recopilación, almacenamiento, análisis, manejo y visualización de datos geográficos y espaciales. Los SIG se utilizan para estudiar relaciones, patrones y tendencias geográficas al integrar datos de diversas fuentes y presentarlos en mapas y modelos tridimensionales. Esta tecnología es fundamental en campos como la planificación urbana, la gestión de recursos naturales, la geomorfología, entre otros, ya que facilita la toma de decisiones basada en la localización y características del terreno (Esri.2024).

#### **2.1.2. Modelo de Elevación Digital**

Un Modelo Digital de Elevación (MDE) es una representación digital de la topografía de una superficie terrestre o submarina. Este modelo se compone de una cuadrícula regular de celdas, donde cada celda tiene un valor de elevación asociado. Los MDE son fundamentales en la geomorfología para el análisis y la comprensión de las formas del terreno y los procesos que las modelan (Esri.2024).

### **2.1.2.1. Tipos de MDE**

Los MDE generados a partir de datos de altimetría, son obtenidos por métodos tradicionales como levantamientos topográficos y altimetría con GPS. También existen los MDE derivados de imágenes satelitales, en los que se utilizan técnicas de fotogrametría y estereoscopia a partir de imágenes de satélites como el *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)* o *ASTER*. Y los MDE generados por *LiDAR (Light Detection and Ranging)*, en este método se utiliza pulsos láser para medir distancias con gran precisión, ideal para obtener datos de elevación en áreas boscosas o de difícil acceso (Esri.2024).

### **2.1.3. Geomorfología**

La geomorfología es una rama de la geología y la geografía física, que se dedica al estudio e interpretación de todos los tipos de relieves (geoformas) del planeta tierra e incluso se puede aplicar en otros planetas. Proviene del griego Geo «tierra», morfo «formas», logos «estudio o tratado», es decir que se dedica al estudio de las formas o del relieve terrestre. Es una rama o parte fundamental de la geología y de las ciencias de la tierra en general. Se considera una ciencia muy importante porque ha existido desde que el hombre empezó a estudiar los fenómenos morfológicos que ocurren en la tierra (GeologiaWeb 2020).

La misma se adentra en el estudio de las formas de la superficie terrestre y los procesos que las han moldeado. Su objetivo fundamental es comprender la génesis y evolución de las distintas configuraciones del paisaje, desde las majestuosas montañas hasta los suaves valles fluviales. Para lograrlo, la geomorfología se apoya en herramientas y conocimientos provenientes de diversas disciplinas científicas, como la geología, la climatología, la hidrología y la biogeografía (Etecé, 2024).

#### **2.1.4. Topografía**

Es la disciplina que abarca todos los métodos para reunir información de partes físicas de la tierra, tales como el relieve, los litorales, los cauces de corrientes hídricas, entre otros, usando par ellos los métodos clásicos de medición de terreno, la fotogrametría y los sensores remotos (Rincón *et al* 2017).

Topografía es la ciencia por medio de la cual se establece las posiciones de puntos situados sobre la superficie terrestre encima y debajo de ella; para lo cual se realizan mediciones de distancias, ángulos y elevaciones (Rincón *et al* 2017).

#### **2.1.5. Datos Espaciales**

El término de datos espaciales tiene un significado especial en SIG. Los Datos Espaciales son datos sin procesar que se distinguen por la presencia de un vínculo geográfico. En otras palabras, un aspecto de esos datos está conectado a un lugar conocido de la Tierra, una referencia geográfica real (Tomlinson, 2008).

Los elementos que usted ve en un mapa de carreteras, lagos, edificios son los que se encuentran comúnmente en una base de datos de SIG como capas temáticas individuales. La mayoría se puede representar usando una combinación de puntos, líneas y polígonos (Tomlinson, 2008).

#### **2.1.6. Antecedentes de estudios geomorfológicos en Paraguay**

Iriondo (1993) realizó un estudio sobre la geomorfología y el Cuaternario tardío del Chaco, una gran isla tropical ubicada en Sudamérica. Esta región se caracteriza por su diversidad de paisajes, que incluyen bosques, sabanas y extensos pantanos. El clima y la biodiversidad únicos también definen esta área.

Por otro lado, Colmán *et al.* (2019) describieron la geomorfología de la ciudad de Asunción. Utilizando el programa *Surfer* 8, elaboraron un mapa

planialtimétrico que reveló la presencia de pequeñas colinas onduladas con pendientes suaves. Estas formas son el resultado de la intensa erosión fluvial durante el Cenozoico, un proceso que también se confirma a nivel regional.

En cuanto al Cabo Itá Pytã Punta, Gadea y colaboradores (2018) argumentaron que está asociado al río Paraguay. Aunque se considera genéticamente relacionado con el modelado fluvial del río, su ubicación no coincide con la dirección del flujo. La geoforma del cabo muestra similitudes relativas con un “Cráneo de Elefante”, lo que sugiere ciclos intermedios de evolución de un arco natural. Además, se observa una pequeña hendidura o gruta, posiblemente formada por erosión selectiva marina en la base de sus flancos. La conexión entre ambas partes se debe al socavamiento lateral continuo del material. Estas inferencias se basan en el breve período de permanencia del Mar Chaqueño durante el Mioceno Medio-Superior y su influencia en el modelado litoral de la región.

## **2.2. Geología**

### **2.2.1. Geología regional**

El área de estudio se ubica en el cuadrante de la hoja Paraguarí que se encuentra al norte del sub cratón del río Tebicuary, en una sucesión cronológica decreciente N-NW, con un núcleo de rocas antiguas. El núcleo se ubica en el área abarcada por las ciudades de Quiindy, Villa Florida y San Miguel, constituidas por rocas precámbricas a Eocámbricas y semi circundadas por las unidades del Paleozoico inferior. Rocas sedimentarias pérmicas, jurásicas/cretácicas y rocas ígneas mesozoicas y cenozoicas, se ubican principalmente en el valle de Acahay y estas se hallan en gran parte cubiertas por sedimentos recientes no consolidados, de relativo espesor. En el bloque de Asunción aparecen rocas sedimentarias cretácicas e ígneas terciarias (González *et al*, 1998).

Las rocas precámbricas más antiguas corresponden al complejo basal del sub cratón del río Tebicuary constituidas por rocas metamórficas cuyas edades son indicadas para el proterozoico inferior y hasta más antiguos (Wiens, 1984; Lohse, 1990).

Como parte del complejo basal el Grupo Paso Pindo, consiste de rocas meta sedimentarias, de edad protezoico medio al superior (Cubas *et al.*,1997), mientras que las magmatitas acidas a intermedias de la suite intrusiva extrusiva de Caapucu tienen edades cámbricas (Bitschene Lippolt 1986).

La secuencia sedimentaria del paleozoico inferior aflorante en el área, está constituida por una secuencia de depositación marina transgresiva y finalmente regresiva que se inicia en el Ordovícico Superior y va hasta el Silúrico esta secuencia es correspondiente a los grupos Caacupé e Itacurubi (González *et al.*, 1998).

Una secuencia paleozoica media corresponde a la Formación Santa Elena, constituida principalmente de areniscas de edad devoniana. La secuencia permo-carbonífera se ubica en el flanco oriental del alto de Tebicuary, esta suprayace con suave discordancia angular al Paleozoico Inferior y Medio y está constituida en la base de sedimentos relacionados a ambiente glaciar (Formación Coronel Oviedo) y en el tope de sedimentos costeros y marinos de poca profundidad (Bitschene Lippolt 1986).

Toda el área correspondiente a la hoja Paraguari presenta notables secuelas de tectonismos posteriores. El más notorio en la zona constituye el evento tectónico distensional del tipo rifting, de edad mesozoica. La distensión de la corteza produce estructuras del tipo graben, como por ejemplo los graben de Acahay y Asunción. Esta distención y la apertura de estructuras es posteriormente aprovechada para la intrusión y extrusión de rocas alcalinas. Estas magmatitas se

emplazan en formas de diques, intrusiones circulares y anulares, de los cuales el Cerro Acahay es el más resaltante (Bitschene Lippolt 1986).

En los graben de Acahay y de Asunción aparecen sedimentos silico clásticos de relleno, contemporáneos a los periodos activos de dicho ciclo tectónico. En el graben de Acahay estos sedimentos (Fm. Ybytymi) se forman sin tectónicamente y en el tiempo de pre actividad magmática. Durante esta actividad magmática a más de emplazamiento de diques y conos, producen derrames basálticos con espesores relativos de 300 metros. La actividad tectónica de subsidencia del graben de Asunción tuvo su periodo máximo en el cretácico, posterior a la actividad magmática principal (González *et al*, 1998).

Los valles de la zona del cuadrante de la hoja Paraguari se encuentran casi siempre con una cobertura Cuaternaria, generalmente de poco espesor y consistente principalmente de sedimentos limoarcillosos no consolidados (González *et al*, 1998).

### **2.2.2. Geología local**

El área de estudio que corresponde al estero del Lago Ypoa se encuentra al Noroeste de la hoja geológica de Paraguarí, la geología del área se caracteriza por la presencia de las Formaciones Cerro Jhú – Tobatí (indiferenciados). La unidad indiferenciada está constituida esencialmente de areniscas, razón por la cual Harrington (1972) las divide y las nomina con su caracterización litológica. Localmente aparecen intercalaciones de arcillitas (caolinita), estas son intercalaciones poco potentes, que generalmente no superan 1 m de espesor, en áreas conocidas en la hoja, pudiendo alcanzar hasta 4 m, en otras localidades (Ita morotí, en la hoja contigua este de San José), afloramientos en cortes de caminos, en cauce de arroyos y en algunos casos cerros testigos, por silicificación diferenciada local son las evidencias de la presencia de estas rocas en el área (González *et al*, 1998).

La unidad indiferenciada se distribuye en el cuadrante de la Hoja Paraguari en ambos flancos del Valle de Acahay. Los afloramientos más resaltantes se encuentran en la Cordillera de los Altos, al este de la ciudad de Paraguari, donde las paredes verticales presentan varias decenas de metros cubiertos por vegetación frondosa. Al suroeste del Valle de Acahay hay una gran superficie ondulada, con algunas elevaciones mayores correspondiente al paisaje de esta unidad. Aflora también a lo largo del cauce principal y secundario, en cauce seco arroyos y en algunos casos cerros testigos, con silicificación diferenciada local, son las evidencias que confirman la presencia de estas rocas en el área (González *et al*, 1998).

El buzamiento general de la secuencia sedimentaria es muy bajo, hasta despreciable. En el Bloque de Cordillera se presentan datos de buzamientos localizados de 2 a 5 grados. En el área Sur del cuadrante predomina la disposición horizontal, excepto en el área de Nueva Italia, donde se miden buzamientos con ángulo de hasta 12 grados en dirección Noreste. En la Cordillera de Yaguarón, en el borde oriental del Bloque de Asunción, el buzamiento de estas rocas en dirección Suroeste alcanza 35 grados en algunos locales, esta inclinación tan marcada es debida al hundimiento del Graben de Asunción. Regionalmente, los afloramientos de esta unidad se encuentran distribuidos en las hondonadas de los valles de Ypacaraí y Acahay, con elevaciones de hasta 425 metros en el Cerro San Tomás del Bloque Cordillera (Figura 2), y en el borde oriental del Bloque de Asunción, con elevaciones de 360 metros sobre el nivel del mar en la Cordillera de Yaguarón (González *et al*, 1998).

La secuencia indiferenciada se inicia con areniscas gruesas a medias, con intercalaciones conglomeráticas en la base, en contacto transicional con los conglomerados infrayacentes de la Formación Paraguari. Presenta una litología característica en la base, pero son arcósicas y conglomeráticas al inicio, pasando



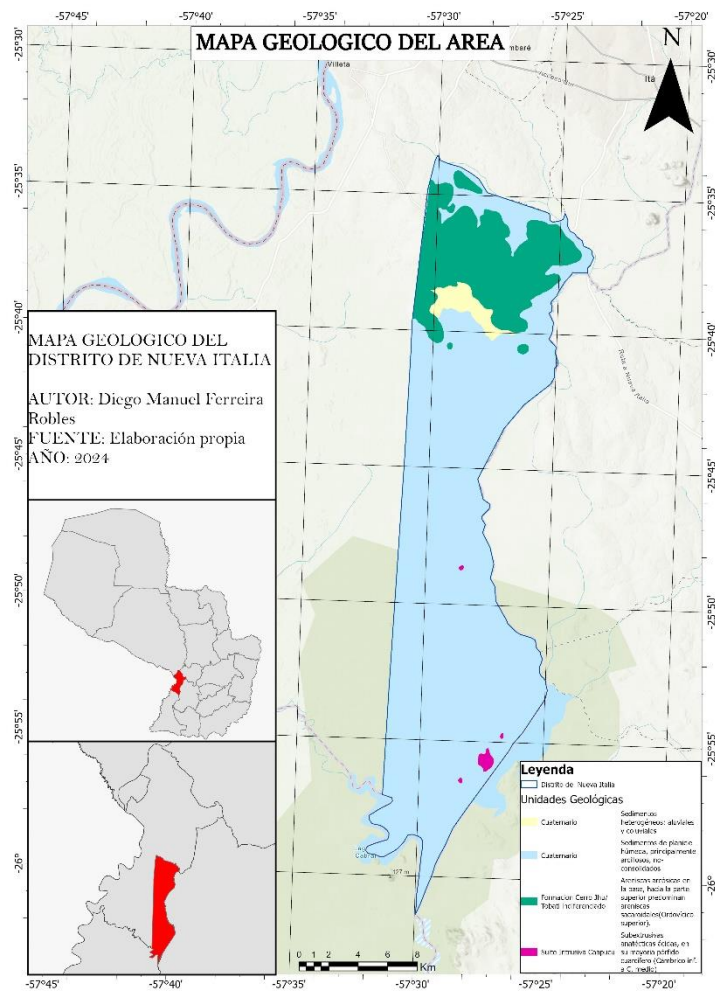
gradualmente a areniscas mejor seleccionadas y de buena madurez mineralógica en los perfiles superiores (González *et al*, 1998).

Según Orue (1996), en el margen oriental del "rift" (Valle de Ypacarai), la Formación Jhú se encuentra ampliamente distribuida en toda el área que abarca la Cordillera de Altos, especialmente en los relieves de los escarpes erosionados. Se extiende en dirección NO-SE, presentándose en la porción oriental de la Cordillera, cubierta por sedimentos de la Formación Tobatí. En la zona sur, se encuentran afloramientos de los miembros inferiores y superiores de esta unidad a lo largo de la carretera que conecta Piribebuy con Paraguarí. Hacia el norte, estos sucesos se extienden en una franja orientada al NW-SE, siendo mapeables en la localidad de Nueva Colombia para desaparecer al N de la Granja San Luis. En este lugar, afloran areniscas arcósicas, de granulación media, con estratificación cruzada (Orue, 1996).

La Formación Tobatí ocupa toda la parte oriental de la Cordillera de Altos, extendiéndose continuamente en una franja NW-SE. Al sur, sus afloramientos se encuentran limitados a las cercanías de Sapucaí, más precisamente a los relieves escarpados del borde EW del "rift" de Asunción. En dirección norte, presenta cierta continuidad hasta las afueras de Emboscada, apareciendo entonces como áreas aisladas rodeadas por los sedimentos cuaternarios (Orue, 1996).

En la porción oriental de la Cordillera de Altos y la franja de afloramientos de la Formación Cerro Jhú, donde están las mejores exposiciones de esta unidad, se verifica que consiste esencialmente en sedimentos arenosos de color claro, en los que se reconocen dos secciones clásticas. La inferior se caracteriza por el predominio de estratos de arenisca reelaboradas de color pardo-amarillento, granulación media a gruesa, poco cementadas y mal seleccionadas, con fragmentos angulosos a subangulosos, y mostrando niveles con nódulos de

arcillas y lentes de arcillas micáceas con un grosor que varía entre 0,30 y 2 m. La parte superior muestra presencia dominante de areniscas friables, con textura tipo sacaroide y granulación fina a media. Están bien seleccionados, poco redondeados y se presentan parcialmente silicificados; a veces contienen material carbonático. También se reconoce que muestra localmente una estratificación cruzada de gran tamaño y bajo ángulo (Orue, 1996).



**Figura 1.** Mapa Geológico del área de estudio.  
**Fuente:** Elaboración propia.

## **2.3. Aspectos físicos del área de estudio**

### **2.3.1. Clima**

El clima en Nueva Italia, Paraguay es tropical, con estaciones bien definidas, en el verano (diciembre a marzo), el clima es caluroso y húmedo, con temperaturas que pueden superar los 35°C., las lluvias son frecuentes durante esta temporada. En otoño (abril a junio), las temperaturas comienzan a descender, y el clima se vuelve más agradable, las lluvias disminuyen gradualmente. Durante el invierno (julio a septiembre), las noches pueden ser frescas, con temperaturas alrededor de los 10°C., los días son generalmente cálidos y soleados. Por otra parte, en primavera (octubre a noviembre), el clima se vuelve más cálido nuevamente, con lluvias moderadas (Meteored 2024).

### **2.3.2. Fisiografía.**

Al suroeste del cuadrante de la Hoja Geológica Paraguarí se extiende una planicie esteral, perteneciente a la cuenca del lago Ypoa. Gran parte de esta planicie se encuentra inundada la mayor parte del año. En ella sobresalen pequeños cerros y suaves lomadas que se extienden al norte del lago (González *et al*, 1998).

Al norte de la planilla del arroyo Caañabé, la morfología aparece nuevamente como una plataforma suave y ondulada al oeste del bloque de Asunción, en ella se diseñan elevaciones aisladas como cerros testigos, tales como el cerro Ñanduà y el cerro Curupayty (González *et al*, 1998).

El borde este del bloque aparece más abrupto con respecto al valle de Ypacaraí, con elevaciones tales como la de cordillera de Yaguarón, el cerro Palacios y el cerro Perõ, este último en el extremo sur del mismo (González *et al*, 1998).

Muchas de las elevaciones presentes en este planalto se observan en imágenes satelitales y fotografías aéreas como cuerpos aislados, estrechos y alargados (González *et al*, 1998).

### **2.3.3. Hidrografía**

El lago Ypoa es el principal colector de las aguas superficiales que drenan el área mapeada en el valle de Acahay el arroyo caañabe circula en dirección oeste, colectando aguas de una cantidad los arroyos secundarios, entre los principales se pueden citar los arroyos Tacuary, Narajay, Guazu-cua y desemboca en el estero del Lago Ypoa. Los arroyos que circundan de norte a sur el área noreste del cuadrante desembocan en el arroyo Caañabé y este en el Lago Ypoa (González *et al*, 1998).

### **3. DISEÑO METODOLÓGICO**

#### **3.1. Enfoque o abordaje:**

El trabajo implica recopilar datos sin mediciones numéricas, utilizando descripciones y observaciones. Se centra en obtener información y resultados a través de la observación y la descripción de recursos detectados por teledetección.

El enfoque cualitativo utiliza la recolección y análisis de los datos para afinar las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación (Hernández, *et al.* 2014).

#### **3.2. Nivel de la investigación:**

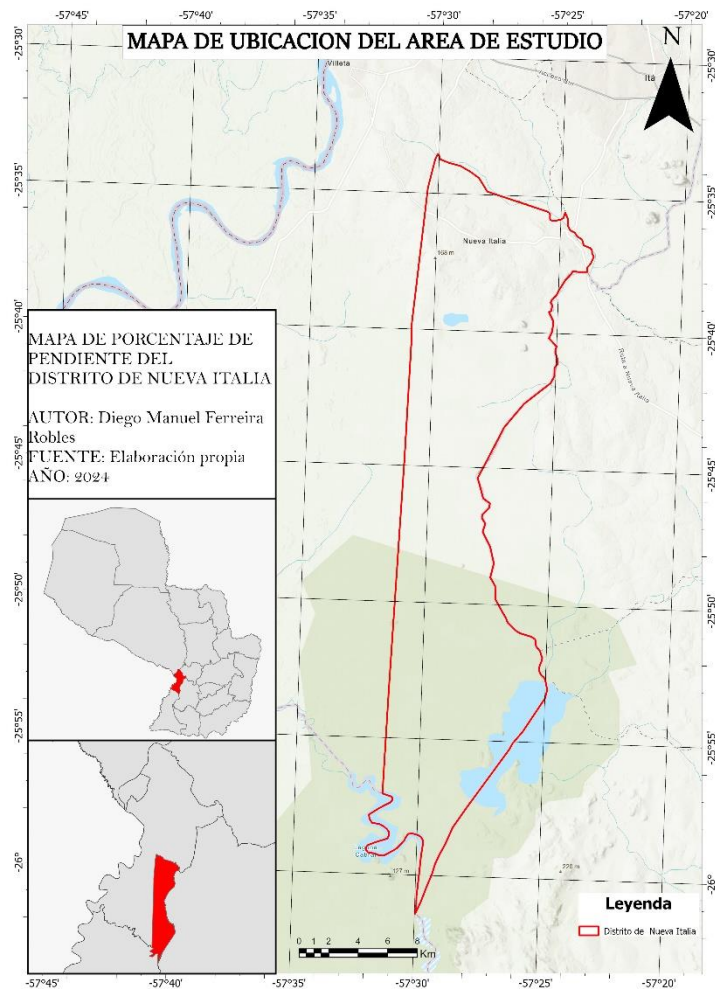
El trabajo posee un nivel descriptivo por el motivo de que pretende brindar una mejor percepción del funcionamiento de los fenómenos estudiados e indicar sus características.

Los estudios descriptivos son útiles para mostrar con precisión las dimensiones de un fenómeno. En esta clase de estudios el investigador debe ser capaz de definir, o al menos visualizar, qué se medirá y sobre qué o quiénes se recolectarán los datos (Hernández, *et al.* 2014).

#### **3.3. Área de estudio**

##### **3.3.1. Localización**

El área de estudio corresponde a la ciudad de Nueva Italia del departamento Central, se localiza en el cuadrante suroeste de la Hoja Paraguari 5469, en los límites de los departamentos Central y Paraguari, en la Región Oriental, específicamente al centro oeste de la República del Paraguay (DGEEC, 2023).



**Figura 2:** Mapa de ubicación de área de estudio.  
**Fuente:** Elaboración Propia.

### 3.3.2. Vías y medios de comunicación

El área de estudio se encuentra a 59 kilómetros de Asunción, Capital del país, se puede llegar por vía terrestre tomando la Ruta PY01 hasta la Ciudad de Guarambaré y posteriormente la ruta asfaltada que conecta Guarambaré con Nueva Italia, otra forma de llegar a la ciudad es mediante el transporte público, más específicamente la empresa San José Obrero que parte desde la terminal de Asunción hasta la localidad de Nueva Italia (MOPC, 2019).

### **3.4. Población**

Características geológicas: litología.

Las características hidrográficas: lagos, ríos y sus afluentes.

Elevaciones: zonas altas y planicies.

### **3.5. Muestra**

Las unidades geológicas, el relieve, la red de drenaje, los valles fluviales.

### **3.6. Unidad de análisis.**

En este proyecto la unidad de estudio es la Geomorfología General del distrito de Nueva Italia, las características principales, las geoformas en cada unidad litológica, las dinámicas responsables modeladores, el comportamiento de la red de drenaje.

### **3.7. Muestreo**

El muestreo se consigna como tipo de muestreo no probabilístico intencional o por conveniencia, de acuerdo a los datos obtenidos muestra aquello de lo que se podría conocer como seguro y se pueda considerar una muestra de credibilidad.

### **3.8. Instrumentos para la recolección de datos**

Los instrumentos para la recolección de datos de la investigación fueron el análisis documental, imágenes satelitales y *software* de procesamiento tales como: *Google Earth Engine*, *ArcGIS PRO*, *ArcGIS Online*, *Google Earth* y la aplicación *Avenza Maps* para la recolección de datos en campo.

### **3.9. Procedimiento de análisis**

#### **3.9.1. Trabajo de gabinete**

La primera etapa consistió en la búsqueda y revisión bibliográfica de la información disponible sobre el área de estudio, se exploraron aspectos como las rutas de acceso a la zona, las características físicas, la geología a nivel regional y local. La segunda etapa consistió en la obtención de Modelos Digitales de Elevación (MDE) e imágenes satelitales a través de la plataforma de *Google Earth Engine* para realizar el análisis geomorfológico del área, los mismos fueron procesados con la utilización del software de *ArcGIS PRO* del cual se cuenta con una licencia personal adquirida de *Esri*, la cual fue facilitada por la Lic. Ingrid Soledad Godoy, el mismo *software* que también se utilizó para crear mapas temáticos, con el fin de representar la topografía, la geología, los ríos, las formas del terreno y otros elementos relevantes, como perfiles topográficos para comprender la distribución y variabilidad de las características geomorfológicas en el área de estudio.

#### **3.9.2. Trabajo de campo**

El trabajo de campo consistió en visitar los puntos seleccionados en gabinete, que fueron previamente cargados en la aplicación de *Avenza Maps* junto con el mapa geológico de la hoja Paraguari, en la zona a ser estudiada se recorrieron los alrededores del Cerro Ñu y Cerro Pe ya que se constituyen los puntos más altos del distrito de Nueva Italia del departamento Central del Paraguay, desde donde también se puede apreciar el paisaje formado por el estero del lago Ypoa. Durante el recorrido se identificaron afloramientos rocosos los cuales fueron identificados macroscópicamente como areniscas de la formación Cerro Jhu/Tobati indiferenciados.



### **3.9.3. Elaboración de mapas**

Luego de la clasificación, ordenamiento y selección de datos a ser utilizados para la investigación se procedió a la realización de la delimitación del área para el estudio, las imágenes satelitales y el Modelo Digital de Elevación fueron recortados para abarcar solamente el área de interés y posteriormente ser utilizados en los mapas.

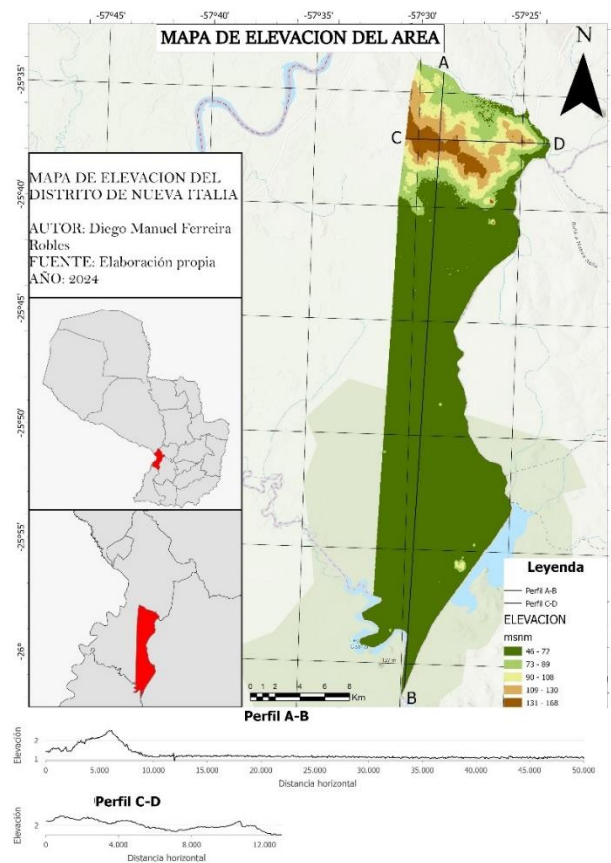
Para los diferentes mapas temáticos se utilizó el MDE de *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)*, obtenido mediante *Google Earth Engine*, la imagen fue procesada con diferentes herramientas de geoprocursos para una mejor apreciación de las geformas en el terreno, además se pudo lograr la obtención de datos como la elevación, pendiente y dirección de pendiente en el área.

Para la elaboración del Mapa Geológico del área fue utilizada como base la Hoja Paraguarí 5469 del Mapa Geológico de la República del Paraguay Escala 1:100.000, la cual se modificó de acuerdo a la información obtenida en el campo, para ello se utilizó la simbología correspondiente para cada unidad y por último para los mapas multitemporales de 1984 y 2024 fueron utilizadas imágenes satelitales de *LANDSAT* obtenidas a través de la plataforma de *Google Earth Engine*, las mismas fueron procesadas en falso color a modo de obtener una visualización con mayor claridad de la vegetación y los cauces hídricos del área de estudio.

## 4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

### 4.1. Resultados del Procesamiento de imágenes satelitales en *ArcGIS PRO*

A partir del procesamiento de modelos digitales de elevación (MDE) de 12,5 metros de resolución espacial se generaron imágenes que fueron utilizadas para la confección del mapa geomorfológico.

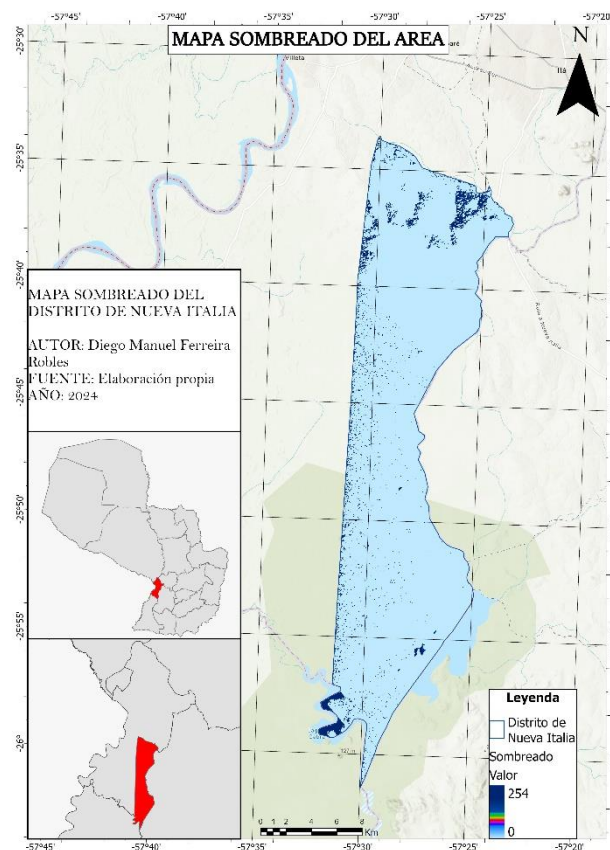


**Figura 3:** Mapa de elevación del área de estudio.  
**Fuente:** Elaboración Propia.

La figura 3, corresponde al mapa procesado con el *software* de *ArgisPRO* que permitió identificar las superficies planas al Sur del distrito constituyendo gran parte del territorio, se visualiza en color verde oscuro,

asociadas a las planicies fluviales cuaternarias, con una topografía uniforme en el que resaltan algunos cuerpos más elevados.

Mientras que el Norte del distrito se manifiesta con terrenos más elevados con una dirección preferencial Este – Oeste que se representa en el mapa con colores que van desde el verde claro al marrón oscuro.

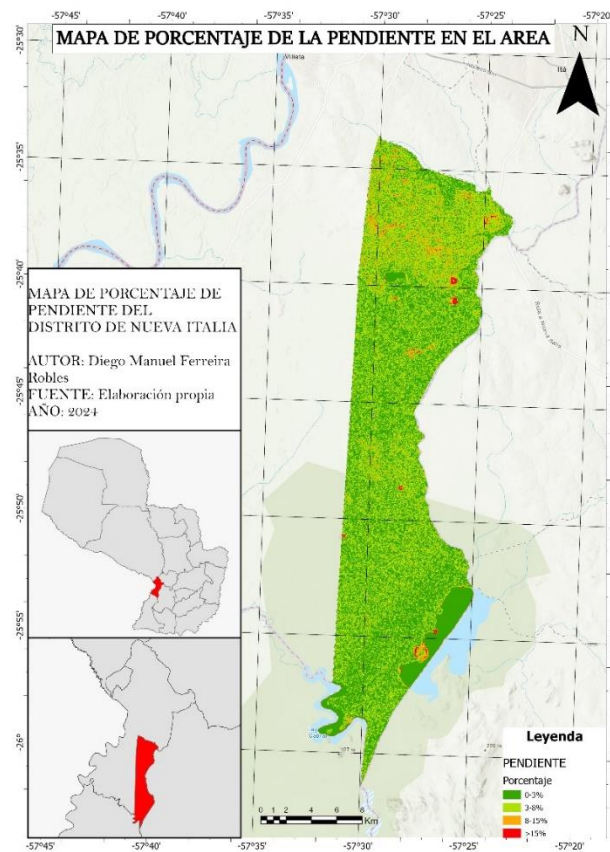


**Figura 4** Mapa sombreado del área de estudio  
**Fuente:** Elaboración Propia

En la figura 4, se pueden distinguir las zonas de mayor elevación debido a la incidencia de la luz en el terreno que se encuentra representada en el mapa por el color azul oscuro, en contra parte, las zonas simbolizadas en color celeste representan a los lugares donde se obstaculiza el acceso de la luz por lo tanto corresponden a terrenos con menor elevación, las zonas más elevadas reciben

una mejor iluminación que áreas de escaso relieve , con esta técnica también se puede observar la inclinación preferencial del terreno hacia el Oeste.

Las áreas elevadas que se encuentran en el Norte del distrito de Nueva Italia del departamento Central del Paraguay, están relacionadas a la unidad geológica de la Formación Cerro Jhu/Tobati indiferenciados, mientras que los puntos elevados que sobresalen en la planicie del estero del lago Ypoa corresponden a la unidad Geológica de la Suite Magmática Caapucu.

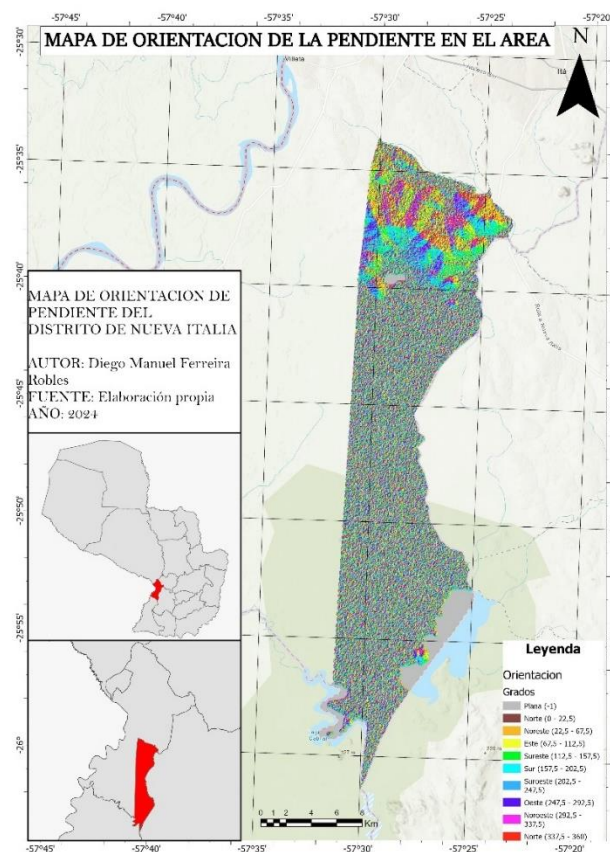


**Figura 5** Mapa de porcentaje de pendiente del área de estudio  
**Fuente:** Elaboración Propia

En el distrito de Nueva Italia del departamento Central del Paraguay no se presentan pendientes muy elevadas, en la figura 5, se puede observar que el porcentaje de pendiente varía solamente entre 0 y 15 %. Las zonas representadas

en color rojo que simbolizan un porcentaje mayor de la pendiente, mientras que las zonas de color naranja a verde claro corresponden a zonas del paisaje con pendientes promedio y las zonas de color verde oscuro pertenece a las zonas de menor porcentaje de pendiente.

Observando el mapa, a simple vista se puede determinar que el tipo de pendiente predominante en el área de estudio que corresponde a pendientes moderadas que van de 3 a 8 porciento, característicos de terrenos ondulados que permiten el flujo natural del agua.

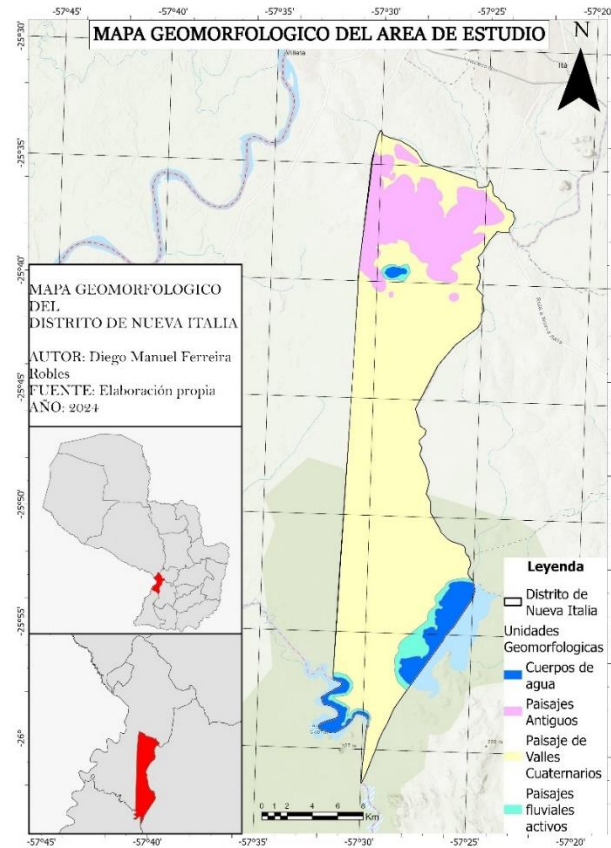


**Figura 6** Mapa de orientación de la pendiente del área de estudio.  
**Fuente:** Elaboración Propia.

En la figura 6, se observan polígonos que fueron producto del geoprocesamiento de las imágenes satelitales, los mismos se clasifican según la

orientación de la pendiente, esta técnica posibilitó la identificación de las direcciones preferenciales de la pendiente en el área, la zona norte del mapa presenta una orientación preferencial de la pendiente al NNW, asociadas direccionalmente al Rift de Asunción, en contraparte las zonas en las que predominan el color azul presentan pendientes orientadas al SSW, con una distribución dendrítica sin control aparente.

En la parte central y sur del mapa se observa la predominancia del color gris, ya que se trata de un terreno relativamente plano, exceptuando los Cerros que sobresalen al margen del lago Ypoa que presentan orientaciones más marcadas, se puede observar como parte del lago Ypoa y lo que sería la laguna Verá están representadas completamente de color (Gris) simbolizando una planicie total.



**Figura 7** Mapa geomorfológico del área de estudio.  
**Fuente:** Elaboración Propia.

En la figura 7 se distinguen las geformas predominantes en el área de estudio. Las cuales se detallan a continuación:

**Paisajes Antiguos:** se refiere a las formas del relieve terrestre que han experimentado procesos de erosión, sedimentación y modelado durante un período prolongado. Los paisajes antiguos pueden incluir mesetas, terrazas fluviales, colinas redondeadas, crestas desgastadas, valles amplios y depresiones. Suelen mostrar superficies de erosión y sedimentación que han sido modificadas por la acción del agua, el viento y otros factores (Canchola & Espinosa, 2016).

Se presenta en el norte del área de estudio con dirección preferencial E-W, está representado por las unidades geológicas del Grupo Caacupé, de edad ordovícica, específicamente las formaciones Cerro Jhu/Tobati indiferenciados.

**Paisajes Fluviales activos:** son áreas que están directamente influenciadas por la acción actual y continua de los cuerpos de agua, se encuentran en constante cambio debido a los procesos fluviales, como la erosión, el transporte de sedimentos y la deposición, son dinámicos y cambiantes debido a la acción constante del agua (Observatori del paisatge, 2024).

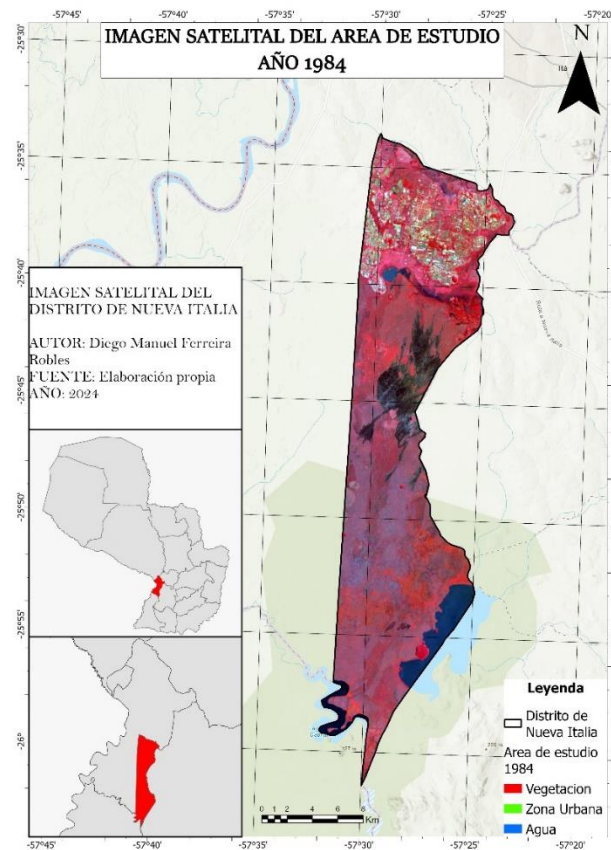
En el área de estudio se puede observar este tipo de paisaje como resultado de la erosión y redepositación de los sedimentos provenientes de las unidades que forman los paisajes antiguos y se encuentran relacionados a los cuerpos de agua principales como el Lago Vera, el Lago Ypoa y la Laguna Cabral.

**Paisajes de Valles Cuaternarios:** En geomorfología, los valles cuaternarios son aquellos que han experimentado procesos de formación y modelado durante el período Cuaternario, que abarca los últimos 2,58 millones de años. Estos valles son testigos de la evolución geológica y climática a lo largo del tiempo (Ocaña, 2018).

Su morfología se puede considerar como una llanura con escasa pendiente, son superficies extensas que abarca todo el sur del distrito de Nueva Italia del Departamento Central de Paraguay, se encuentra en contacto directo con los cauces hídricos y están rellenos de sedimentos no consolidados de planicies húmedas, generalmente arcilloso.



## 4.2. Variación Multitemporal de la Geomorfología del área de estudio

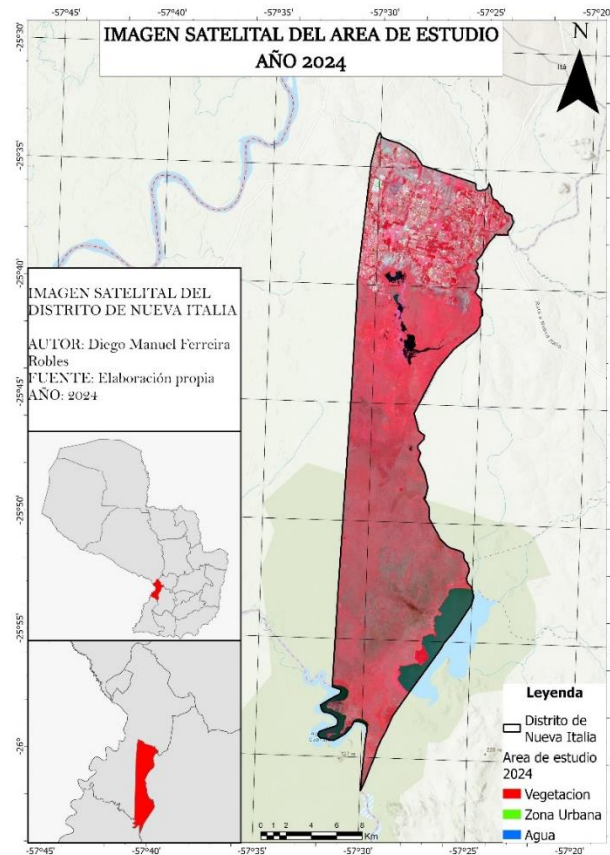


**Figura 8** Imagen satelital del área de estudio-Año 1984.

**Fuente:** Elaboración Propia.

En la figura 8, de la imagen satelital de 1984 del área de estudio se puede constatar, por la coloración azul que representa el agua en la imagen, según la composición utilizada, que claramente el cauce hídrico que desemboca en la Laguna Vera abarca un área significativamente extensa, lo que genera una barrera entre dos cerros que son el Cerro Pe y Cerro Ñu imposibilitando el transporte por vía terrestre. Otro aspecto importante a resaltar en la imagen es la espesa cobertura boscosa presente en los alrededores del Cerro Ñu, la cual se encuentra representada en la imagen en una coloración roja de textura rugosa, la composición de bandas utilizada fue escogida con la finalidad de distinguir

claramente los cuerpos de agua y la vegetación, cuya variación resulta importante para este estudio.



**Figura 9** Imagen satelital del área de estudio-2024  
**Fuente:** Elaboración Propia

En cambio, en la figura 9, la imagen satelital del 2024 del área de estudio se observa que el cauce hídrico que desembocaba en la Laguna Vera se ha modificado, llegando casi a su desaparición, permitiendo la conexión entre el Cerro Pe y Cerro Ñu por vía terrestre. En su lugar en la imagen se observa una cobertura en coloración rojiza tenue, que representa zonas de pastizales o praderas, además también se puede observar el importante retroceso del área boscosa a los alrededores del Cerro Ñu, posiblemente causado por la disminución y/o cambio de curso del cauce hídrico.

Una de las causas más probables de esta variación podría deberse a la colmatación del cauce hídrico, que, debido a la acumulación de sedimentos en el lecho del mismo, disminuyó la capacidad del canal para transportar agua y esto desató un cambio en el flujo.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

La investigación presentada ha demostrado la eficacia y el potencial de las herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la caracterización geomorfológica del distrito de Nueva Italia, en el Departamento Central del Paraguay. A lo largo del estudio, se utilizaron diversos modelos digitales de elevación y análisis de imágenes satelitales que permitieron una comprensión detallada y precisa de la topografía, geología y otros elementos relevantes del área de estudio.

El análisis comparativo de imágenes satelitales de diferentes años reveló cambios significativos en el paisaje, como la modificación de cauces hídricos y la variación en la cobertura boscosa. Estos cambios, identificados mediante el uso de tecnologías avanzadas como *ArcGIS PRO*, subrayan la importancia de la actualización y el uso continuo de herramientas SIG para monitorear y gestionar los recursos naturales y el desarrollo territorial de manera sostenible.

Además, los resultados obtenidos proporcionan una base sólida para la planificación urbana y la gestión ambiental en la región, destacando la necesidad de integrar estos estudios en las políticas públicas. La implementación de tecnologías como LiDAR y modelos de elevación digital de alta resolución es crucial para mejorar la precisión y eficiencia en futuros estudios geomorfológicos.

## **5.2. Recomendaciones**

Se recomienda la implementación continua y la actualización de herramientas avanzadas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para mejorar la precisión y la eficiencia en la caracterización geomorfológica. Esto incluye el uso de tecnología *LiDAR*, modelos de elevación digital de alta resolución y análisis espacial avanzado.

Promover la educación y la capacitación continua de los profesionales involucrados en la utilización de SIG y en la interpretación de datos geomorfológicos. Esto ayudará a mejorar la capacidad técnica y a mantener actualizados los conocimientos sobre nuevas tecnologías y metodologías.

Utilizar los resultados obtenidos de los estudios geomorfológicos para informar y guiar las políticas de gestión territorial y planificación urbana. Esto ayudará a minimizar el impacto ambiental y a promover un desarrollo sostenible en la región.

Fomentar la realización de investigaciones futuras que amplíen el conocimiento sobre la geomorfología de otras regiones del país utilizando herramientas SIG. Estas investigaciones pueden enfocarse en diferentes escalas y contextos, contribuyendo a un entendimiento más integral del paisaje paraguayo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- F. D. (2019). Escarpment retreat in sedimentary tablelands and cuesta landscapes –. *ELSEVIER*, 42.
- J. L. (2021). Interactions between fluvial dynamics and scarp retreat in the Central Ebro. 18.
- Canchola, Y., & Espinosa, L. 2. (2016). LA GEOMORFOLOGÍA EN EL ESTUDIO DEL PAISAJE. *GEO. SUR* , 29-41.
- Civil, D. N. (2022). *Anuario Climatologico*.
- Colman, C. *et al.* (2018). *Caapucú: una ciudad construida sobre un campo de núcleos de roca (corestones) en el Paraguay Oriental*. Universidad Nacional de Asuncion.
- DGEEC. (2023). *Atlas Cartografico del Paraguay*. Asuncion.
- Esri. (16 de junio de 2024). *ESRI.com*.
- Etecé, E. (19 de Julio de 2024). *Concepto.de*. Obtenido de <https://concepto.de/geomorfologia/>
- Gadea, M. *et al.* (2018). *Arco Natural Truncado, Paleoacantilado litoral marítimo, Mioceno tardío – Plioceno temprano, ItÁ Pytã Punta*. Asuncion, Paraguay: Universidad Nacional de Asuncion.
- Gonzalez, *et al.* (1998). Mapa Geologico del Paraguay Escala 1:100.000 hoja Paraguari 5469.
- Gutiérrez, J. A. (2021). *IMPLEMENTACIÓN DE IMÁGENES HIPERESPECTRALES*. BOGOTA.
- Iriondo, M. (1993). *Geomorphology and Late Quaternary of the Chaco (South America)*. *Geomorfology*. Parana, Argentina.
- Maldonado, Y. (8 de agosto de 2020). *geologia web*.
- Meteored. (19 de junio de 2024). *Meteored.com.py*.
- MOPC. (2019). *Red Vial Nacional*. Asuncion.

- Observatori del paisatge*. (5 de julio de 2024). Obtenido de <https://www.catpaisatge.net/es>
- Ocaña, R. E. (2018). *Geología del Cuaternario de los valles de Matagusanos-Ullum, como base a la planificación estratégica territorial y ambiental*. San Juan: CENTRO CIENTIFICO TECNOLOGICO CONICET-SAN JUAN.
- Orue, D. (1996). *Síntese da Geologia do Paraguai Oriental, com Ênfase para o Magmatismo Alcalino Associado*. Sao Paulo: Universidade de Sao Paulo-Instituto de Geociencias.
- Rincón Villalba Mario Arturo, V. V. (2017). *Topografía: Conceptos y Definiciones*. ECOE Ediciones.
- Tomlinson, R. (2008). *Pensando en el SIG, Planificación del Sistema Geográfico Dirigida a Gerentes*.

## ANEXOS

### Anexo 1: Imagen del Estero del Lago Ypoa





## Anexo 2: Recopilación de Datos



### Anexo 3: Cerro Ñu



#### **Anexo 4: Pendiente del Área de estudio**



**Anexo 5: Camino de tierra de conexión entre el Cerro Pe y el Cerro Ñu**



## Anexo 6: Observación Litológica



**Anexo 7: Zona de planicie con un relieve presente**



## Anexo 8: Licencia vigente de ArcGIS PRO

**Licencia**

ArcGIS Pro licencia de usuario nominal

Nombre	Con licencia	Expira
Basic	No	N/A
Standard	No	N/A
Advanced	Si	21/5/2025

Extensiones de Esri

Nombre	Con licencia	Expira
3D Analyst	Si	21/5/2025
Aviation Airports	No	N/A
Aviation Charting	No	N/A
Bathymetry	No	N/A
Business Analyst	No	N/A
Data Interoperability	Si	21/5/2025
Data Reviewer	Si	21/5/2025
Defense Mapping	No	N/A
Geostatistical Analyst	Si	21/5/2025

Configuración

- Autorizar ArcGIS Pro para funcionar sin conexión
- Mostrar mensajes de advertencia de expiración de licencia.

Portal de licencias

<https://www.arcgis.com/>

Alias de estación de trabajo

ArcGISPro\_190 Editar

[Configure las opciones de licencias](#)

[Administrar sus licencias de datos](#)