



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN**  
**Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**  
Departamento de Geología  
**Trabajo de Grado**

**EXPLOTACIÓN SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS  
FISICOS EN EL SECTOR MERIDIONAL DEL  
DEPARTAMENTO CENTRAL**

**INGRID SOLEDAD GODOY**

Trabajo de Grado presentado a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Asunción, como requisito para la obtención del Grado de Licenciado en Ciencias-Mención Geología

**SAN LORENZO – PARAGUAY**  
**JULIO – 2019**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN**  
**Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**  
Departamento de Geología  
**Trabajo de Grado**

**EXPLOTACIÓN SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS  
FISICOS EN EL SECTOR MERIDIONAL DEL  
DEPARTAMENTO CENTRAL**

**INGRID SOLEDAD GODOY**

Orientadora: **Prof. Dra. ANA MARIA CASTILLO CLERICI.**

Trabajo de Grado presentado a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Asunción, como requisito para la obtención del Grado de Licenciado en Ciencias-Mención Geología

**SAN LORENZO – PARAGUAY**  
**JULIO – 2019**

# **EXPLOTACIÓN SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS FISICOS EN EL SECTOR MERIDIONAL DEL DEPARTAMENTO CENTRAL**

INGRID SOLEDAD GODOY.

Trabajo de Grado presentado a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,  
Universidad Nacional de Asunción, como requisito para la obtención de la  
Licenciatura Ciencias Mención Geología.

Fecha de aprobación: 18 de julio de 2019.

## **COMITÉ ASESOR DE TRABAJO DE GRADO**

MIEMBROS:

**Prof. Dra. Ana Maria Castillo Clerici .....**  
*Universidad Nacional de Asunción.*

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

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

## **DEDICATORIA**

Este trabajo va especialmente dedicado:

A mi madre Teresa Godoy por saber guiarme y apoyarme a lo largo de mi formación académica, a mis hermanos Sindi, Stiven, Celeste e Isaura, a mis sobrinos Alan y Lindzeyd y a mi fiel compañero de vida Diego Robles. Por su apoyo y aliento constante.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, a Dios y a mi familia, a la familia Robles por la confianza y el acompañamiento durante esta etapa, por sostenerme en los momentos difíciles y alentarme a seguir a pesar de las adversidades.

Mis agradecimientos especiales van dirigidos para la Prof. Dra. Ana María Castillo Clerici, a la Prof. MSc. Sonia Molinas y al Prof. MSc. Moisés Gadea por sus valiosas orientaciones para la elaboración de este trabajo.

Agradezco también especialmente al Prof. MSc. Higinio Moreno Resquín y al Prof. Lic. Ángel Spinzi por su buena predisposición para la realización de los análisis requeridos en este trabajo.

Al Prof. Msc. Rafael Fugarazzo, a Ayrton Ramírez, a Robert Benítez y a los compañeros Mirian Almada, Linda Guillen, Jairo Villalba, Juan José Maidana y Esteban Oviedo por su colaboración para la obtención de materiales necesarios y elaboración de gráficos y mapas requeridos para el trabajo.

A todos los Profesores del Departamento de Geología por su gran aporte de conocimientos que ayudaron a mi formación como profesional y a todos y cada uno de mis compañeros y amigos que me apoyaron incondicionalmente a lo largo de este proceso.

# **EXPLOTACIÓN SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS FISICOS EN EL SECTOR MERIDIONAL DEL DEPARTAMENTO CENTRAL**

Autor: INGRID SOLEDAD GODOY.  
Orientador: PROF. DRA. ANA MARIA CASTILLO CLERICI.

## **RESUMEN**

El sector meridional del Departamento Central, correspondiente a los distritos de Villeta y Nueva Italia han experimentado un crecimiento notable en estos últimos años, el lado negativo de este crecimiento se constituye por el deterioro ambiental que esa situación ha generado debido a la mala utilización de sus recursos físicos naturales y a la poca o nula preocupación por el medio ambiente existente en las autoridades y la población en general. Esta investigación presta principal atención a la identificación y calidad de los recursos presentes en el área de estudio y como la optimización de su uso puede traer beneficios económicos y medio ambientales a la comunidad, con los resultados obtenidos en los distintos análisis llevados a cabo se pudo determinar el tipo de material litológico existente, los tipos de suelo con los que se cuenta y la identificación de afluentes hídricos presentes, así como también su geomorfología, clima y como todos estos factores inciden directamente en las actividades económicas de las personas. Conociendo la situación actual en la que se encuentra el área estudiada, con respecto a la economía y el medio ambiente, se pueden adoptar medidas que ayuden a mitigar el daño ambiental existente e impidan que el deterioro ambiental siga creciendo, sin afectar la economía de sus habitantes.

**Palabras Claves:** Sector, Meridional, Departamento, Central, Recursos, Naturales, Deterioro, Ambiente, Optimización, Economía.

# **SUSTAINABLE EXPLOITATION OF PHYSICAL RESOURCES IN THE SOUTHERN SECTOR OF THE CENTRAL DEPARTMENT**

Author: INGRID SOLEDAD GODOY.  
Advisor: PROF. DR. ANA MARIA CASTILLO CLERICI.

## **SUMMARY**

The southern part of the Central department, that belong to the cities of Villeta and Nueva Italia, have experienced a remarkable growth in the last few years. The negative side of this growth is because the authorities and population do not care about the misuse of natural resources, which causes environmental deterioration. This research consists of identify the existing resources in the area, the quality it has and how the correct use could generate economic and environmental benefits to the community. With the results obtained from many analyses, the type of litological material was determined, also the types of soil that exist and wich are the water tributaries that are in the area. All this factors directly influence the economy of the people. Knowing the current situation of the studied area, in relation to the economy and the environment, measures could be taken that help to mitigate the existing environmental damage and prevent environmental deterioration from growing, without affecting the economy of the population.

**Keywords:** Sector, Southern, Department, Central, Resources, Natural, Deterioration, Environment, Optimization, Economy.

# ÍNDICE

	Página
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>14</b>
1.1. Planteamiento del problema.....	15
1.2. Justificación .....	16
1.2. Objetivos .....	17
1.2.1. Objetivo General.....	17
1.2.2. Objetivos Específicos.....	17
1.3. Hipótesis .....	17
<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>18</b>
2.1. Antecedentes .....	18
2.1.1. Recursos Naturales.....	18
2.1.2. Recursos minerales .....	21
2.1.3. El recurso suelo.....	22
2.1.4. El agua como recurso .....	23
2.1.5. Agua en el Paraguay .....	24
2.2. Geología Regional .....	24
2.2.1. Grupo Caacupé.....	25
2.2.2. Formación Paraguari (Oc).....	26
2.2.3. Formaciones Cerro Jhu y Tobati Indiferenciadas (Oa).....	27
2.2.4. Grupo Asunción (K).....	27
2.2.5. Tectónica.....	28
2.3. Clima y Vegetación del área de estudio.....	30
<b>3. METODOLOGÍA .....</b>	<b>31</b>
3.1. Características Generales del Área de Estudio.....	31
3.1.1. Localización.....	31
3.1.2. Orografía.....	32
3.1.3. Hidrografía.....	32
3.1.4. Desarrollo sostenible.....	33
3.2. Materiales.....	35
3.3. Métodos.....	35



<b>1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.</b>	<b>38</b>
1.1. Resultados	38
1.1.1. Resultado del análisis geológico del Área de estudio	38
1.1.2. Resultados del análisis geomorfológico del Área de Estudio.	40
1.1.3. Resultados de las Encuestas	41
1.1.4. Resultados del análisis multitemporal del área de estudio con respecto a la modificación del paisaje.	45
- Análisis Físico (Granulométrico).	48
- Análisis Químico (pH, Macronutrientes y Micronutrientes).	48
1.2. Discusión	49
<b>2. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.</b>	<b>52</b>
2.1. Conclusión.	52
2.2. Recomendaciones.	54
<b>ANEXO</b>	<b>55</b>
A. Resultados de los Análisis Realizados.	55
B. Fotografías tomadas en el área de estudio.	56
B2. Horizonte de suelo sobre areniscas meteorizadas.	57
B4. Perfil de Porcelanita.	58
B5. Areniscas Tipo Cerro Jhu fracturada en dirección NE-SW.	58
B6. Arenisca conglomeradica perteneciente a la formación Cerro Jhu.	59
B7. Granos de cuarzo en arenisca conglomeradica a través de una lupa 10X.	59
B8. Afloramiento de areniscas de la Formación Tobati cortado por una falla de dirección NE-SW.	60
B9. Areniscas de la Formación Tobati enriquecida con manganeso por acción de fluidos hidrotermales.	60
B10. Cantera abandonada localizada en el camino Villeta-Nueva Italia	61
B11. Cantera activa ubicada en el distrito de Villeta.	61
B12. Cantera activa ubicada en el distrito de Villeta	62
B13. Cantera de porcelanita abandonada ubicada en el distrito de Villeta.	62
B14. Cantera activa ubicada en el distrito de Villeta	63
B15. Parcelas de cultivo ubicadas al pie del Cerro Pe, distrito de Nueva Italia	63
B16. Cantera de diamictita localizada en el camino Nueva Italia-Villeta.	64
B17. Cantera de areniscas en Nueva Italia.	64

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 65**

## **LISTA DE FIGURAS.**

	<b>Página</b>
<b>1.</b> Vista Satelital del área de estudio .....	<b>32</b>
<b>2.</b> Mapa Hidrográfico del Departamento Central.....	<b>33</b>
<b>3.</b> Mapa Geológico del área de estudio.....	<b>39</b>
<b>4.</b> Mapa Topográfico del área de estudio .....	<b>40</b>
<b>5.</b> Resultados de la pregunta 1.....	<b>41</b>
<b>6.</b> Resultados de la pregunta 2.....	<b>42</b>
<b>7.</b> Resultados de la pregunta 3.....	<b>42</b>
<b>8.</b> Resultados de la pregunta 4.....	<b>43</b>
<b>9.</b> Resultados de la pregunta 5.....	<b>43</b>
<b>10.</b> Resultados de la Pregunta 6. ....	<b>44</b>
<b>11.</b> Resultados de la Pregunta 7. ....	<b>44</b>
<b>12.</b> Imagen Satelital extraida de Google Earth, correspondiente al año 1989 de los municipios de Villeta y Nueva Italia.....	<b>46</b>
<b>13.</b> Imagen satelital extraida de Google Earth, correspondiente al año 1999 de los municipios de Villeta y Nueva Italia.....	<b>46</b>
<b>14.</b> Imagen satelital extraida de Google Earth, correspondiente al año 2009 de los municipios de Villeta y Nueva Italia.....	<b>47</b>
<b>15.</b> Imagen satelital extraida de Google Earth, correspondiente al año 2019 de los municipios de Villeta y Nueva Italia.....	<b>47</b>

## LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS.

<b>Cmol/kg</b>	Centimol por kilogramos
<b>FCA</b>	Facultad de Ciencias Agrarias
<b>GPS</b>	<i>Global Positioning System</i>
<b>Kg</b>	Kilogramo
<b>mg/kg</b>	Miligramo por kilogramo
<b>pH</b>	Potencial de hidrógeno
<b>USGS</b>	<i>United States Geological Survey</i>

## 1. INTRODUCCIÓN

El propósito de esta investigación consiste en la identificación de los recursos físicos presentes localizados en el sector meridional del Departamento Central, específicamente en los distritos de Villeta y Nueva Italia, conocer cómo son aprovechados los recursos físicos actualmente y cómo es posible la optimización de su uso, si fuera el caso.

El área estudiada que corresponde al distrito de Nueva Italia está inserida en la Hoja Paraguari 5469, ubicada entre los paralelos  $25^{\circ}30'$  y  $25^{\circ}40'21,49''$  de latitud Sur y los meridianos  $57^{\circ}30'$  y  $57^{\circ}24'07,49''$  de longitud Oeste; la misma se encuentra descripta geológicamente como una única unidad indiferenciada de areniscas de las formaciones Cerro Jhú y Tobati, por la problemática existente en el trazado de un límite claro y definido entre ambas, (Núñez & Bartel, 1998). También se encuentran las areniscas del Grupo Asunción y sedimentos Cuaternarios que constituyen las planicies de inundación del Río Paraguay y los Esteros del Ypoa.

El área estudiada que corresponde al distrito de Villeta se encuentra entre los paralelos  $25^{\circ}30'$  y  $25^{\circ}40'21,49''$  de latitud Sur y los meridianos  $57^{\circ}33'36,92''$  y  $57^{\circ}30'$  de longitud Oeste. Parte de los sedimentos que se encuentran en esta ciudad corresponden a la planicie de inundación del Río Paraguay y por otra parte también se encuentra la unidad indiferenciada de areniscas de las formaciones Cerro Jhú y Tobati.

Las arenas y areniscas son aprovechadas principalmente como material de construcción. En el área que corresponde a este estudio su explotación es relativa, se explotan areniscas como piedra bruta para la construcción y en algunos locales como piedra laja, para revestimientos de paredes y pisos, (Núñez & Bartel, 1998).

Según el mapa de capacidad de uso de la tierra de la Región Oriental del Paraguay, en esta área se tienen dos clases de suelo, el de Clase III y el de Clase V, ambos tipos se caracterizan por tener ciertas limitaciones en cuanto a su uso, pero aun así con algunas prácticas especiales pueden ser aprovechados y esto se ve claramente en los cultivos localizados en la zona.

En cuanto al agua se puede decir que es abundante, teniendo en cuenta al Río Paraguay y a los esteros del Ypoa como fuente principal, además de los múltiples arroyos que riegan toda esta parte del territorio.

Teniendo en cuenta estos factores, el objetivo propuesto es conocer la manera de que estos recursos sean utilizados de manera sustentable, tanto ambiental como económicamente en beneficio de la comunidad.

### **1.1. Planteamiento del problema**

La presente investigación se refiere a la identificación, evaluación y manejo de los recursos físicos con los que cuenta el sector meridional del Departamento Central, específicamente los distritos de Villeta y Nueva Italia.

Para analizar estos aspectos es necesario entender en que contexto los recursos físicos se encuentran desde el punto de vista ambiental y social, sus impactos, teniendo como eje la geología regional y en particular en los distritos mencionados.

Un gran obstáculo representa el desconocimiento acerca del potencial natural de la zona, otra causa principal es la ausencia de una visión a largo plazo en la que se tenga en cuenta la reutilización de los recursos físicos de forma sustentable. Se entiende que, al no conocerse acerca de la cantidad y calidad de los recursos físicos con los que se cuenta en determinada región o lugar, no se puede proteger ni optimizar el uso sustentable.

Esta investigación tiene por prioridad la explotación sustentable de las canteras para la extracción de materiales para la construcción. La característica principal de esta actividad es el escaso o nulo control del daño realizado al medio ambiente, ya que las zonas afectadas son prácticamente irrecuperables y esto a su vez afecta directamente al ámbito social, teniendo un impacto importante en la salud de los cantereros pero también es su sustento económico y forma de vida de la población.

## **1.2. Justificación**

Si la utilización de los recursos geológicos, del suelo y del agua, se da de una forma controlada y sustentable representarían la base del desarrollo de una población, caso contrario, cuando la situación se presenta muy diferente a un desarrollo sustentable, donde solo prima lo económico en detrimento a lo ambiental y social, como se presenta en la mayoría de los casos de Paraguay, esta utilización y/o la sobre explotación de los recursos físicos naturales solo benefician a una pequeña parte de esa población y se tienen consecuencias muchas veces irreversibles.

La explotación de canteras ha ido en aumento a nivel mundial principalmente por el aumento acelerado de la población y las necesidades de infraestructura, esto trae muchos daños visibles tanto en el ámbito ambiental como en el ámbito social.

Esta investigación se realiza por el interés de conocer en detalle la situación actual de los recursos físicos con los que cuenta el sector meridional del Departamento Central (Caso de Villeta y Nueva Italia). Con los datos recabados se pretende aportar información para una mejorar el conocimiento detallado de los recursos y así obtener las herramientas necesarias para que las autoridades tengan posibilidad de gestionar dichos recursos en el sentido de que la población pueda vivir en armonía con el medio ambiente.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

- Identificar los recursos físicos encontrados en los distritos de Villeta y Nueva Italia para una explotación sustentable.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Caracterizar la geología, geomorfología, suelo y los recursos hídricos presentes en el área de estudio
- Evaluar la degradación ambiental y el impacto socio- ambiental causado por la explotación de canteras en el área.
- Proponer medidas de protección ambiental de los recursos físicos para su explotación sustentable.

## **1.3. Hipótesis**

Hi: La optimización de la utilización de los recursos físicos crea un equilibrio entre el factor económico y ambiental en el sector meridional del Departamento Central.



## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes**

#### **2.1.1. Recursos Naturales**

El medio ambiente puede ser definido como el conjunto de la naturaleza y de las actividades humanas dentro del cual el hombre busca su bienestar. La naturaleza, a su vez comprende los recursos naturales sobre los cuales el hombre actúa, transformándolos para que contribuyan al desarrollo económico y social. Finalmente, los recursos naturales son elementos o bienes de la naturaleza que el hombre puede aprovechar para satisfacer sus necesidades y a los cuales podemos clasificar en dos grandes grupos: recursos renovables y recursos no renovables (Seinfeld, Cuzquén, Farje, & Zaldívar, 1998).

Los recursos naturales renovables son aquellos que pueden estar sometidos a un uso sostenido durante largos períodos de tiempo sin sufrir deterioro permanente en su stock (cantidad) y calidad original, así como tampoco en su capacidad de regeneración natural regular en el tiempo. Sin embargo, aunque pueden regenerarse, el exceso de uso o la sobreexplotación pueden causar su extinción de manera irreversible. Los recursos naturales renovables pueden ser clasificados, de acuerdo con la cantidad y la forma de renovación del recurso, en las siguientes categorías:

- Fijos: son la tierra y el agua, cuyas cantidades o stocks sobre la superficie terrestre pueden predecirse de manera aproximada.

- Variables: son la flora y la fauna, cuya cantidad y población dependen de una serie de factores como los biológicos o los de extracción. Los recursos energéticos renovables también se incluyen dentro de los variables, ya que su explotación está sujeta a una serie de eventualidades (hidroeléctricas, energía solar).

- Semi-renovables: fundamentalmente el suelo, al estar compuesto por una parte orgánica (renovable) y una parte mineral (no renovable). (Seinfeld, Cuzquén, Farje, & Zaldívar, 1998).

Los recursos naturales no renovables son aquellos que una vez extraídos pueden ser aprovechados por una sola vez. cuando no son reciclables. Otros pueden ser usados varias veces, pero, como la cantidad reciclable es cada vez menor, su extinción es inevitable. Dentro de este tipo de recursos naturales se encuentran principalmente los recursos del llamado “reino mineral”: recursos mineros, recursos energéticos de fuente mineral y de tipo fósil, como el petróleo, el gas natural y el carbón (Seinfeld, Cuzquén, Farje, & Zaldívar, 1998).

En el pasado, el medio ambiente y los recursos naturales eran considerados bienes gratuitos de los cuales las sociedades podían disponer y explotar para conseguir el crecimiento sin límites de sus economías. No obstante, en la actualidad son tres los principios ecológicos que rigen la actitud del hombre frente a estos activos (Seinfeld, Cuzquén, Farje, & Zaldívar, 1998).

- La actividad económica del hombre se comporta como un subsistema dentro de un ecosistema amplio, pero que a la vez es finito y al verse perturbado puede alterar de manera negativa el sistema que sustenta la vida, en la cual se apoya la economía en su conjunto.

- La expansión cada vez mayor de la actividad económica, así como el crecimiento de la población humana, genera un crecimiento continuo en el uso de los

recursos naturales y en la producción de desechos, llegando a niveles que sobrepasan los límites admisibles para la conservación y la calidad de los ecosistemas.

- Algunos efectos del crecimiento y el desarrollo de las economías son tan graves que pueden ser irreversibles y causar efectos negativos que perjudican el equilibrio necesario para la supervivencia humana y la conservación adecuada del planeta (Seinfeld, Cuzquén, Farje, & Zaldívar, 1998).

En efecto, actualmente, los recursos naturales y el medio ambiente son considerados por la economía, tomando en cuenta su relación con la actividad humana, como un conjunto de activos que proveen diversos servicios. Son activos muy especiales, puesto que brindan los sistemas de soporte de la vida que permiten nuestra existencia, pero al fin y al cabo son activos. Y, como con cualquier otro activo, deseamos prevenir depreciaciones indebidas en el valor del mismo, de manera que nos pueda seguir brindando tanto servicios estéticos (a todos nos alegra ver árboles y flores), como aquellos para el sostenimiento de la vida (por ejemplo, los árboles que limpian el aire de la contaminación) (Seinfeld, Cuzquén, Farje, & Zaldívar, 1998).

En realidad, los recursos naturales y el medio ambiente nos proporcionan materias primas que se transforman, a través del proceso productivo, en productos para los consumidores y en energía que permite el proceso de transformación. El aire que respiramos, los alimentos que consumimos, la protección que recibimos de la ropa que utilizamos son todos beneficios directos o indirectos del medio ambiente. Adicionalmente, cualquiera que haya practicado alguna vez 'canotaje'. que haya esquiado o que simplemente haya disfrutado de una puesta de sol, sabe que el medio ambiente nos brinda una serie de distracciones para las cuales no existen sustitutos (Seinfeld, Cuzquén, Farje, & Zaldívar, 1998).

### **2.1.2. Recursos minerales**

Cada año se producen cerca de 23 billones de toneladas de minerales. En el caso de los minerales preciosos, la cantidad de residuos generada supera ampliamente la de producto final. Así, por ejemplo, para obtener una onza de oro es necesario tratar unas 12 toneladas de mineral. Con los minerales de menos valor (arena, grava, arcilla, etc.), que representan la mayor parte del material extraído de las minas, la cantidad de material residual tolerable es mínima. Sin embargo, hay que partir del principio de que las minas deben producir como mínimo el doble de la cantidad final necesaria (excluyendo el material de recubrimiento superficial que es posteriormente reubicado y, por tanto, tratado dos veces). Así pues, de forma general, puede decirse que cada año se tratan 50 billones de toneladas de mineral, lo que equivale a perforar cada año un espacio de 1,5 metros de profundidad del tamaño de Suiza (Jennings, 1998).

La minería no es un importante generador de empleo, pues sólo absorbe el 1 % de la mano de obra mundial, es decir, unos 30 millones de personas, de los cuales 10 trabajan en minas de carbón. Sin embargo, por cada puesto de trabajo en la minería existe como mínimo otro que depende directamente de ésta. Además, se estima que al menos otros 6 millones de personas trabajan en minas pequeñas. Por lo tanto, y considerando la población total relacionada con la minería, puede decirse que el número de personas que viven de la minería se acerca a los 300 millones (Jennings, 1998).

En la minería local se puede mencionar en la zona del Departamento del Guairá, específicamente en la localidad de Paso Yobai la extracción de oro y en el Departamento de Caazapá, específicamente en Yuty el uranio.

Como material de construcción se utilizan las areniscas, conglomerados, basaltos y puzolanas, abundando las canteras de tipo casera y mediana, y en menor proporción se da su explotación en forma industrial.

### **2.1.3. El recurso suelo**

El recurso suelo es considerado simplemente como un soporte inerte - fuente de nutrientes - para el desarrollo de las plantas, donde se pueden aplicar los agroquímicos sin ninguna consideración medioambiental; no se logra entender que este recurso tiene vida y su dinámica está estrechamente relacionada con los ciclos de la naturaleza y es un recurso no renovable a corto plazo (García, Linares, & Monedero, 2004).

A nivel mundial, hay un potencial adecuado de tierra de labrantío no utilizada. Una comparación de suelos, terrenos y climas con las necesidades de los principales cultivos sugiere que 2 800 millones de ha adicionales son idóneas en diversos grados para la producción de cultivos temporales (anuales) y permanentes de secano. Esto representa casi el doble de lo que se está cultivando actualmente. Sin embargo, sólo una fracción de esta tierra adicional está realmente disponible para una expansión agrícola en un futuro previsible, ya que es mucho lo que se necesita para preservar la cubierta forestal y para apoyar el desarrollo de infraestructuras. La posibilidad de acceso y otras limitaciones también son obstáculos en el camino hacia cualquier expansión importante (Harrison, 2002).

Más de la mitad de la tierra que podría ponerse en cultivo está en sólo siete países tropicales de América Latina y del África subsahariana, mientras que en otras regiones y países existe escasez de tierra idónea. En el Cercano Oriente y África del Norte, el 87 por ciento de la tierra idónea ya se estaba cultivando en 1997-99, mientras que en el Asia meridional esa cifra no es inferior al 94 por ciento. En esas regiones, la intensificación mediante una mejora de la gestión y el uso de tecnologías será la fuente principal, de hecho, prácticamente la única, de crecimiento de la producción. En muchos lugares, la degradación de la tierra amenaza la productividad de las tierras de labrantío y pastizales existentes (Harrison, 2002).

En nuestro país, en las últimas décadas, y principalmente en la Región Oriental, ha venido ocurriendo una acelerada ampliación de la frontera agrícola a expensas de las áreas boscosas, a tasas de deforestación del orden de 100.000 Ha/año, las que se han incrementado a partir de 1989, En estas condiciones, la degradación de suelos y la erosión se han convertido en serios problemas que aumentan día a día, en detrimento de la base de recursos de tierras, de la calidad ambiental y de la misma productividad de las explotaciones agropecuarias . (Gorostiaga., y otros, 1995).

Sin duda alguna, el sector agropecuario continuará jugando un importante papel en el crecimiento económico y en el desarrollo social, pero se requiere de un cambio estructural en las políticas orientadas al incremento de la producción, para que ésta no se base en la expansión de la frontera agrícola, sino en una estrategia que promueva la intensificación del uso del recurso tierra, sin que esta intensificación signifique degradación o erosión de suelos, sino la utilización sostenible de este recurso esencial (Gorostiaga., y otros, 1995).

#### **2.1.4. El agua como recurso**

El agua se constituye actualmente en una de las preocupaciones mayores de la humanidad, tanto por el riesgo de escasez mundial como por el déficit creciente de su calidad y las desigualdades en el acceso a este recurso vital. Así mismo, el agua constituye en una cuestión política y geoestratégica de gran importancia, ya que de esta depende el desarrollo y la subsistencia de las sociedades. El agua es un recurso que se hace cada vez más escaso. El desperdicio, la presión demográfica la contaminación, la destrucción de los ecosistemas acuíferos y el acceso a sistemas adecuados de acueducto y alcantarillado, son algunos de los problemas ligados al agua.; además 50% de los ríos del mundo están contaminados y gran parte de los conflictos políticos internacionales hoy son motivados por el control de recursos hídricos (Carrascal, 2004).

### **2.1.5. Agua en el Paraguay**

- Existe una enorme oferta de agua dulce superficial (67.000 m<sup>3</sup>/hab./año) comparado con el consumo actual (112 m<sup>3</sup>/hab./año). Sin embargo, la calidad de agua se deteriora vertiginosamente, agravado por deficiencias en el control y normalización del mismo.

- Si bien las disponibilidades de los recursos hídricos superficiales son, abundantes, su distribución espacial es desequilibrada. Este es el caso de la región Oriental y Occidental del Paraguay. Ésta última tiene problemas de déficit de agua potable.

- Los niveles de cobertura de agua potable son bajos (42 % en todo el país).

- Los sistemas de alcantarillado son prácticamente nulas. Solo el 7 % de la población nacional cuenta con este servicio.

- El abastecimiento de agua en el interior del Paraguay es predominantemente subterránea.

- Finalmente, no existen criterios de medición ni sitios definidos para conocer las condiciones de calidad de aguas subterráneas (Clerici, Visión de los Recursos Hídricos en Paraguay, 2004).

### **2.2. Geología Regional**

La secuencia sedimentaria del Paleozoico Inferior aflorante en el área, está constituida por una secuencia de deposición 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 Itacurubí.

El más notorio en la zona constituye el evento tectónico distensional del tipo rifting, de edad mesozoica. El distendimiento de la corteza produce estructuras del tipo graben, como por ejemplo los graben de Acahay y Asunción.

En los graben de Acahay y de Asunción aparecen sedimentos siliciclásticos de relleno, contemporáneos a los periodos activos de dicho ciclo tectónico. La actividad tectónica de subsidencia del Graben de Asunción tuvo su periodo máximo en el Cretácico, posterior a la actividad magmática principal.

Los valles de la zona se encuentran casi siempre con una cobertura cuaternaria, generalmente de poco espesor y consistente principalmente de sedimentos limo-arcillosos. no consolidado (Núñez & Bartel, 1998).

### **2.2.1. Grupo Caacupé**

Este grupo ha sido descrito inicialmente por Harrington (1950), como Serie Caacupé, dividiéndolo en conglomerado Paraguari y areniscas Piribebuy. Más tarde el mismo autor, en 1956, cambia la denominación Serie Caacupé por Grupo Caacupé. Y en 1972 subdivide el grupo en las tres unidades siguientes:

- Conglomerado de Paraguari.
- Areniscas de Cerro Jhú, areniscas de Tobati.

Esta misma subdivisión ha sido utilizada en los trabajos siguientes: Escobar (1978), *The Anschutz co.* (1981) y en el mapa geológico del Proyecto PAR 83/005 (1986) entre otros, pero ya con la asignación de la categoría de formación para cada unidad.

En el mapeo geológico de la Hoja Paraguari 1:100.000, en conformidad con la comisión conformada para su estudio final opta por una subdivisión en solamente dos unidades:



- 1 conglomerado basal o Formación Paraguari.
- 2 las formaciones Cerro Jhú y Tobatí indiferenciadas.

Se ha optado por esta subdivisión, considerando que la unidad basal de los conglomerados de la Formación Paraguari, aunque presentes en afloramientos discontinuos, puede ser fácilmente identificada en el campo y sus contactos mapeados a la escala de este mapa. Mientras que las formaciones superiores son definidas como una única unidad indiferenciada, por la problemática existente en el trazado de un límite claro y definido entre ambas, esto debido al paleoambiente depositacional y las diferentes facies interpuestas en un sistema transgresivo (Núñez & Bartel, 1998).

### **2.2.2. Formación Paraguari (Oc)**

Se trata de un paquete sedimentario clástico, grueso, consistente principalmente de conglomerado, con intercalaciones de arenisca arcóscicas, gruesas, especialmente en la parte superior de la formación, o sea en el tramo transicional hacia las areniscas de la unidad superior.

La localidad tipo de esta formación se halla aproximadamente 5 km. al noreste de la ciudad Paraguari, en los alrededores del ramal Paraguari Piribebuy. El perfil del corte de la ruta muestra un conglomerado polimíctico de clastos redondeados a subredondeados, de tamaños que varían desde pocos centímetros hasta excepcionalmente clastos de 30 cm. Los bancos de conglomerados se presentan con forma tabulares alargadas de amplios lóbulos de abanicos aluviales, con dirección de paleo corriente al suroeste. Otros afloramientos destacables se hallan en la Compañía Soto Ruguá, en la propiedad de una destilería, donde los bancos conglomerádicos descansan en discordancia angular sobre las metasiltitas plegadas y falladas del Grupo Paso Pindó. En este afloramiento conglomerádico los bancos se presentan delgados y

se acomodan alternando areniscas gruesas a conglomerádicas, muy mal seleccionadas (Núñez & Bartel, 1998).

### **2.2.3. Formaciones Cerro Jhu y Tobati Indiferenciadas (Oa)**

Las denominaciones de las dos formaciones superiores del Grupo Caacupé fueron inicialmente propuestas por Harrington, 1972, como Cerro Jhú *Sandstone* y Tobatí *Sandstone*. Estas denominaciones son sinónimos de las Areniscas Piribebuy (In Harrington, 1950), Sandsrein von Caacupé (In Wolfart, 1961) y *Arkosic Sandstone/ White Saccharoida/ Sandstone* (In Eêkel, 1959).

La unidad indiferenciada está constituida esencialmente de areniscas, razón por la cual Harrington en 1972, las divide y las denomina 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 (Itá Moroti, en la hoja contigua de San José), 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. No presenta una litología característica, en general son arcósicas y conglomeráticas en la base, pasando gradualmente a areniscas mejor seleccionadas y de buena madurez mineralógica en los perfiles superiores (Núñez & Bartel, 1998).

### **2.2.4. Grupo Asunción (K)**

El Graben de Acahay y el Graben de Asunción conforman aparentemente brazos de una "triple junction", activos durante el proceso de rifting en el Mesozoico. El Graben de Asunción subside posterior a la fase magmática del Ciclo Tectónico Sudatlático, probablemente a partir del Mesozoico Medio, atribuyendo su origen a un último pulso en la evolución del rift. El relleno de esta fosa es denominado Grupo de Asunción (Proyecto PAR•83/005 ,1986).

Inicialmente estos sedimentos fueron relacionados con la Formación Misiones (Harrington, 1950, Eckel, 1959, Anónimo, 1966, The Anschutz Co., 1981, etc.). El Proyecto PAR•83/005 en 1986 denomina Formación Patiño al relleno de la fosa del área de Asunción. Cabe considerar que la denominación Formación Patiño ya había sido utilizada por Spinzi en 1983, haciendo referencia solamente a la secuencia fanglomerática aflorante de los alrededores del Cerro Patiño. Por estas razones se denomina a la secuencia de relleno de la fosa como Grupo Asunción. Cabe mencionar que la denominación Grupo Asunción ha sido utilizada primeramente por Gómez en 1991 y luego adoptada por Bartel en 1994.

El relleno de la fosa se caracteriza por constituirse de un material de muy variada textura, debido a la rápida subsidencia de la estructura, al reducido espacio creado para la depositación de los sedimentos y a la corta distancia de transporte, todos estos factores han sido condicionados por una paleomorfología abrupta.

En general estas rocas se presentan poco consolidadas, friables, con escasa matriz o matriz arcillosa. Excepcionalmente se observan en el paisaje cerros testigos, que presentan alta silicificación, por efecto de intrusiones ígneas locales (Cerro Ñanduá, Cerro Yaguarón, Cerro Curupayty, etc.). La secuencia completa es poco conocida, pero se considera una madurez litológica sucesiva en dirección oeste, considerando que las rocas del Cerro Perú constituyen los sedimentos de la base de la unidad y las rocas aflorantes al oeste y al noroeste consisten de la sedimentación superior. Los espesores del relleno son poco conocidos, pero se presume que la unidad de relleno tiene un espesor promedio aproximado de 500 metros (Núñez & Bartel, 1998).

### **2.2.5 Tectónica**

El Ciclo Tectónico Brasileño (700 - 450 Ma) es el evento formador de la cuenca del Paraná, al este de la zona de colisión de los terrenos asociados, con

características de cuenca de antepaís (Ramos, 1988). Si bien las características de la estructuración inicial del basamento de la cuenca son poco conocidas, las direcciones estructurales dominantes noroeste y noreste controlan la sedimentación subsecuente a partir del Ordovícico Superior al Devónico. Esta edad ordovícica de la sedimentación inicial de la cuenca es determinada relativamente, tomando como base las dataciones de las magmatitas de la Suite Magmática Caapucu (531  $\pm$  5 Ma; In Cubas et al., 1997) y las determinaciones paleontológicas del Grupo Itacurubi en el Llandoveryano. Este ciclo es evidenciado en el cuadrante de la hoja, por la presencia de rocas metasedimentarias del Grupo paso Pindó, como pertenecientes a la fase sedimentaria del ciclo, posteriormente metamorfizadas y plegadas por metamorfismo regional y local, por efecto de intrusiones de rocas magmáticas, en el rango de granitos y riolitas de la Suite Magmática Caapucú (Núñez & Bartel, 1998).

A partir del Carbonífero Inferior un endomamiento del área de sedimentación de la cuenca por compresión, como efecto del colado de los terrenos patagónicos en el margen sureste de Gondwana (In Ramos, 1988) sería el causante del largo hiatus en la sedimentación de la cuenca. Este hiatus es atribuido a la Orogénesis Eohercyniana (In López Gamundi & Rosello, 1993), y evidenciado por la discordancia entre las secuencias Ordovícica/Silúrica y Devónica con la Permocarbonífera. El efecto lateral local a este endomamiento regional de la cuenca es probablemente la subsidencia inicial en etapa embrionaria del Rift de Asunción, en el área del Valle de Acahay. Esta etapa es evidenciada por la presencia de relativos espesores de sedimentos Permocarboníferos en el área del Valle de Acahay (Núñez & Bartel, 1998).

El Ciclo Tectónico Sudatlántico reestructura la cuenca del Paraná, a partir del Triásico (In Putzer, 1962), como parte de esta estructuración la evolución del Rift de Asunción (In D. Orue, 1984) en el margen occidental de la cuenca es la evidencia de la actividad tectónica en el área. Este evento tectónico es consecuencia de la apertura del Atlántico Sur, en un sistema distensional de fallas normales con dislocamiento diferenciado de sus bloques componentes, con una dirección general noroeste - sureste (Núñez & Bartel, 1998).

### **2.3. Clima y Vegetación del área de estudio.**

El clima y la vegetación son característicos para áreas específicas, diferenciándose principalmente en las zonas elevadas de los valles. En las primeras, presentan más bien un clima seco y ventoso, y que por escases de suelo desarrolla una vegetación arbustiva y gramínea.

Los valles se caracterizan por microclimas húmedos, con escasa vegetación. Los valles de Acahay e Ypacaraí normalmente húmedos desarrollan vegetación gramínea y hasta arbustiva, en casi toda su extensión (González & Bartel. 1998).

El clima en esta zona es suave, y generalmente cálido y templado. presenta precipitaciones significativas. Incluso en el mes más seco hay mucha lluvia. La temperatura media anual es de 22.8 ° C. La precipitación es de 1392 mm al año (Climate-Data.Org, 2019)

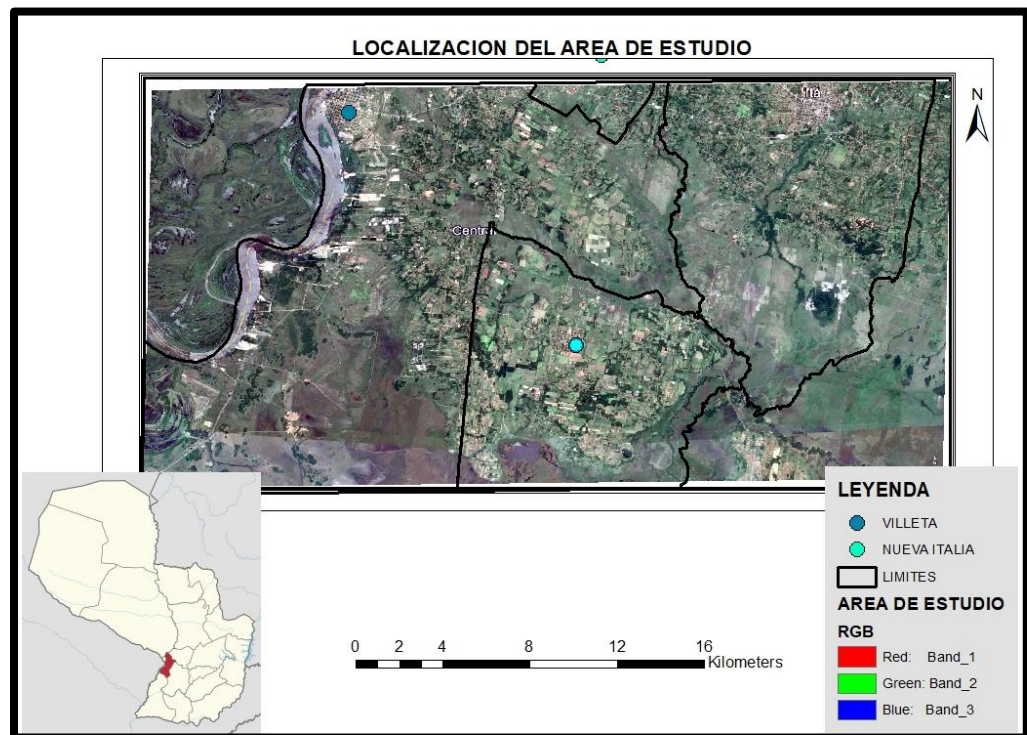
### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Características Generales del Área de Estudio**

##### **3.1.1. Localización**

En cuanto a la ubicación geográfica el área de estudio se localiza en el sector meridional del Departamento Central, entre las latitudes  $25^{\circ}30'28''$  S /  $25^{\circ}40'20,30''$  S y paralelos  $57^{\circ}33'36,92''$  W /  $57^{\circ}23'56,33''$  W, que corresponde a las ciudades de Villeta y Nueva Italia. Los departamentos lindantes con el Departamento Central son: al Norte y al Noreste Presidente Hayes y Cordillera respectivamente, al Este el de Paraguari, al Sur el de Ñeembucú (Ferreira, 2000)

La porción estudiada propiamente dicha limita al Norte con el Rift de Asunción, al Oeste con el Rio Paraguay, al Este con el valle de Caañabe y al Sur con los esterales del Lago Ypoa.



**Figura 1. Vista Satelital del área de estudio**

Fuente: Elaboración propia.

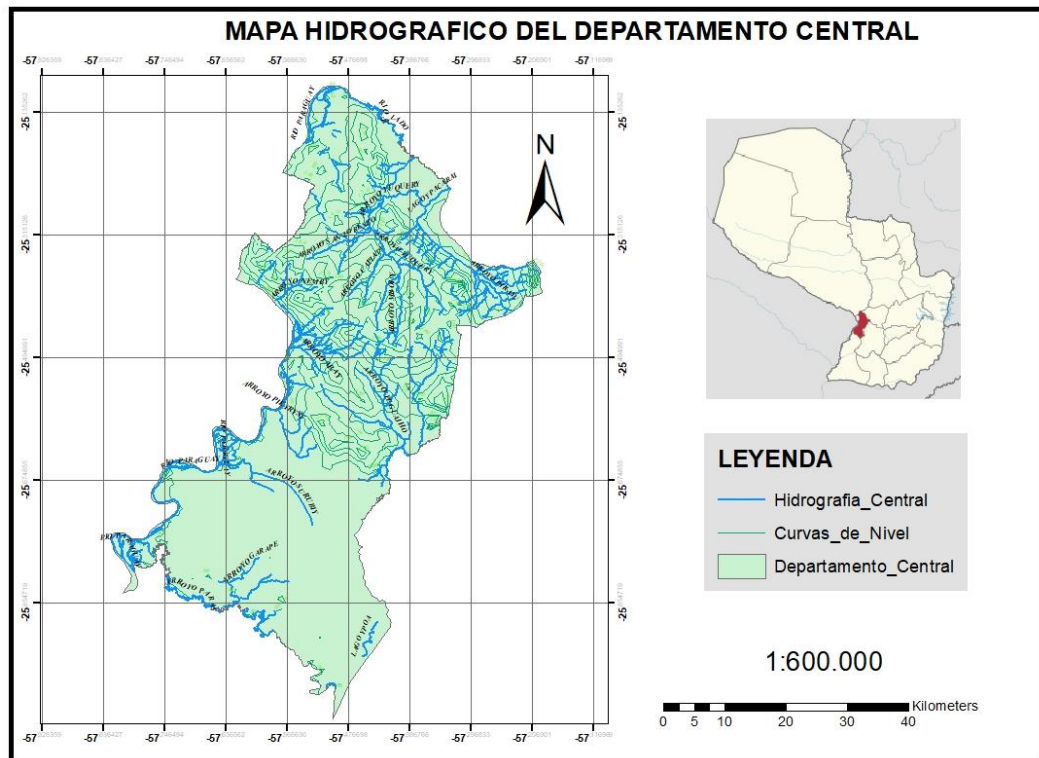
### 3.1.2. Orografía

La topografía del Departamento Central presenta terrenos ondulados, relativamente altos, en la mayor parte del territorio. Un tramo de la Cordillera de los Altos forma el principal accidente orográfico del departamento, cuyas elevaciones más importantes son los cerros Lambaré, Ñandua y Arrua'i. el Sur-Este es más bajo, con esteros en las proximidades del Lago Ypoa (Ferreira, 2000).

### 3.1.3. Hidrografía

En el Departamento Central el Rio Paraguay es el principal, con su afluente más importante el rio salado, desagüe del Lago Ypacarai. Numerosos otros cursos de agua desembocan en el Rio Paraguay, como los arroyos Itay, Ytororo, Avay y Paray.

Vierten sus aguas en el Lago Ypacarai el arroyo Yuquyry, al Este y Sur-Este corren el Caañabe y sus afluentes. Los arroyos Yuquyry y el Ñandua pierden sus aguas en los esteros del Ypoa. Se ubican en este Departamento los lagos: Ypoa y la laguna Cabral (Ferreira, 2000).



**Figura 2. Mapa Hidrográfico del Departamento Central.**

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.4. Desarrollo sostenible

El crecimiento económico y el crecimiento de la población conllevan a una demanda creciente de recursos naturales y a una degradación ambiental, especialmente en los casos en los que existen ineficiencias.

Ante este hecho, se presentan dos opciones:

1. Que el mercado funcione eficientemente. Ello implica que los recursos sean asignados a sus mejores usos alternativos.



2. Que el mercado no funcione. Cuando los mercados no funcionan de manera óptima, los recursos no son asignados eficientemente (Seinfeld, Cuzquén, Farje, & Zaldívar, 1998).

Cuando hablamos de recursos naturales y medio ambiente, lo común es que el mercado no funcione adecuadamente; es decir, normalmente existen fallas de mercado. Cuando esto sucede, es necesaria la intervención estatal para controlar y regular el comportamiento del mercado. Las políticas económicas y ambientales tienen la obligación de asegurar que el comportamiento humano tome en cuenta el valor real de los recursos ambientales (Seinfeld, Cuzquén, Farje, & Zaldívar, 1998).

Actualmente, existe la idea bastante difundida de que el crecimiento económico es uno de los principales responsables de los problemas ambientales y de la sobreexplotación de recursos. En realidad, existe una falsa dicotomía según la cual el crecimiento económico continuo lleva al desastre ecológico o, contrariamente, que el sostenimiento del equilibrio ecológico debe eclipsar al crecimiento (Seinfeld, Cuzquén, Farje, & Zaldívar, 1998).

Esta dicotomía surge, básicamente, de los alarmantes síntomas de deterioro ambiental que se observan en el planeta: bosques deforestados, suelos erosionados, especies extinguidas o en peligro de extinción, contaminación del aire y del agua, efecto invernadero, disminución de la capa de ozono, entre otros. El criterio de eficiencia dinámica de las asignaciones es compatible con el criterio de sostenibilidad, siempre y cuando las ganancias o los beneficios de los recursos naturales sean compartidos apropiadamente (Seinfeld, Cuzquén, Farje, & Zaldívar, 1998).

Sin embargo, el problema en realidad no es de velocidad de crecimiento y deterioro ambiental sino de un análisis de costos y beneficios. El sostenimiento ecológico no es alcanzable sin crecimiento económico. La pobreza genera un círculo vicioso, el mal uso de los recursos naturales y el deterioro ambiental. Los mayores niveles de contaminación no los encontramos, como sería de esperar, en las ciudades más industrializadas de los países de más altos ingresos, sino en las ciudades de los países más pobres. Lo mismo sucede con otros problemas ambientales como, por

ejemplo, la deforestación. Por lo tanto, tratar con estos problemas ambientales requiere mejorar los niveles de vida de la población (Seinfeld, Cuzquén, Farje, & Zaldívar, 1998).

### **3.2. Materiales**

En ésta investigación se utilizaron herramientas del Sistema de Información Geográfica (SIG) para la elaboración de mapas temáticos que se requieren para el trabajo. También se utilizaron materiales cartográficos como el mapa y la carta de la Hoja Paraguarí de Escala 1:100.000, y materiales electrónicos como GPS y cámara fotográfica, además de brújula del tipo Brunton y una brújula azimutal para realizar las mediciones de estructuras en el campo, martillo para la extracción de muestras de rocas y lupa para la observación macroscópica de las mismas. También se requirió de la utilización de una pala para la extracción de muestras de suelo.

### **3.3. Métodos**

El tipo de investigación es del tipo mixto-no experimental, con diseño transeccional/descriptivo, para el cual se tomaron muestras como ser; cantidad de personas que trabajan en las canteras, y respuestas de la percepción de las personas con respecto a las preguntas realizadas.

Este trabajo se divide en varias etapas:

#### **Etapas 1: Trabajo de Gabinete**

Consistió inicialmente en recopilar la información bibliográfica relacionada al estudio de los recursos naturales, especialmente los recursos geológicos, hidrológicos y del suelo. Como son aprovechados actualmente y su impacto en el medio ambiente y en la sociedad, tanto a nivel global como a nivel local.

## **Etapa 2: Trabajo de Campo**

Durante el trabajo de campo se exploró la zona de estudio, visitando canteras y observando los afloramientos existentes y sus características, se marcó con el GPS las coordenadas de los afloramientos y tomaron muestras de los diferentes tipos de rocas con ayuda del martillo. Además, se recolectaron muestras de suelo con ayuda de una pala en dos lugares representativos del área de estudio en las zonas no afectadas por la actividad de explotación de canteras para su posterior análisis.

Utilizando el metro se tomaron medidas de espesor de los estratos y el suelo en cada cantera visitada, con la ayuda de la brújula se midieron las direcciones de las estructuras más importantes en cada punto. Se documentaron las observaciones mediante la toma de fotografías con la utilización de una cámara fotográfica.

## **Etapa 3: Aplicación de las Encuestas**

Las encuestas fueron realizadas a los propietarios de las canteras y a la población cercana a las mismas, para luego obtener una estadística acerca de cómo la actividad de explotación de canteras es percibida por las personas.

Las encuestas se basaron en las siguientes preguntas semiestructuradas;

A los cantereros:

- a) ¿Cuántas personas trabajan en la cantera?
- b) ¿Con que frecuencia se extrae material de la cantera?
- c) ¿Hace cuánto tiempo está en funcionamiento la cantera?
- d) ¿La explotación de cantera es su única actividad económica?

A la comunidad:

- e) ¿Algún miembro de su familia trabaja en alguna cantera?

- f) (Si fuera el caso) Es el trabajo en la cantera el único ingreso económico del hogar?
- g) ¿Qué beneficios trae la explotación de canteras a la comunidad?

**Etapa 4: Realización de cálculos y elaboración de mapas correspondientes.**

En esta etapa se llevó a cabo la elaboración de mapas ilustrativos utilizando las herramientas de *Google Earth* y ArcGis. Además de la interpretación de la geomorfología general del área de estudio mediante el uso de imágenes satelitales de *Sthuttle Radar Topography Mission* (SRTM) de la USGS. También la interpretación de los resultados obtenidos en los diferentes análisis.

# **1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

## **1.1. Resultados**

### **1.1.1. Resultado del análisis geológico del Área de estudio**

| A lo largo del área de estudio se recogieron muestras de los diferentes tipos de litologías encontradas, así como también se tomaron medidas de las cotas y direcciones estructurales presentes.

Las muestras de mano fueron analizadas macroscópicamente con una lupa de aumento 10X, entre ellas se encontraron algunos tipos de areniscas, areniscas conglomeradas, diamictitas y porcelanitas que fueron clasificadas como una secuencia sedimentaria perteneciente al Ordovícico Superior, Formación Cerro Jhu, Formación Tobati y Formación Boquerón respectivamente. En la planicie de inundación del valle de Caañabe se encontró aflorando Puzolana, la cual está siendo actualmente explotada.

El área presenta direcciones estructurales preferenciales hacia el NE-SW en el terreno, que son las direcciones secundarias con respecto a las NW-SE lo que indica que se encuentra fuertemente afectada por la tectónica que dio origen al Rift de Asunción, esto produjo abundantes fracturas y fallas visibles a simple vista y evidenciadas por afloramientos discordantes.

Con los puntos de coordenadas y cotas obtenidos con el GPS y mediante el uso de la herramienta de Interpolación de puntos del software Arcgis se pudo generar un modelo geológico relacionando las litologías encontradas y la cota en la que se encuentran. Para la ubicación de las estructuras principales se tuvo en cuenta el Mapa Geológico Estructural de la Región Oriental presentado por Clerici en 1986 y las líneas

discontinuas en el área central de la imagen representan una posible falla que pudo haber causado el levantamiento de la porción Sur del bloque.

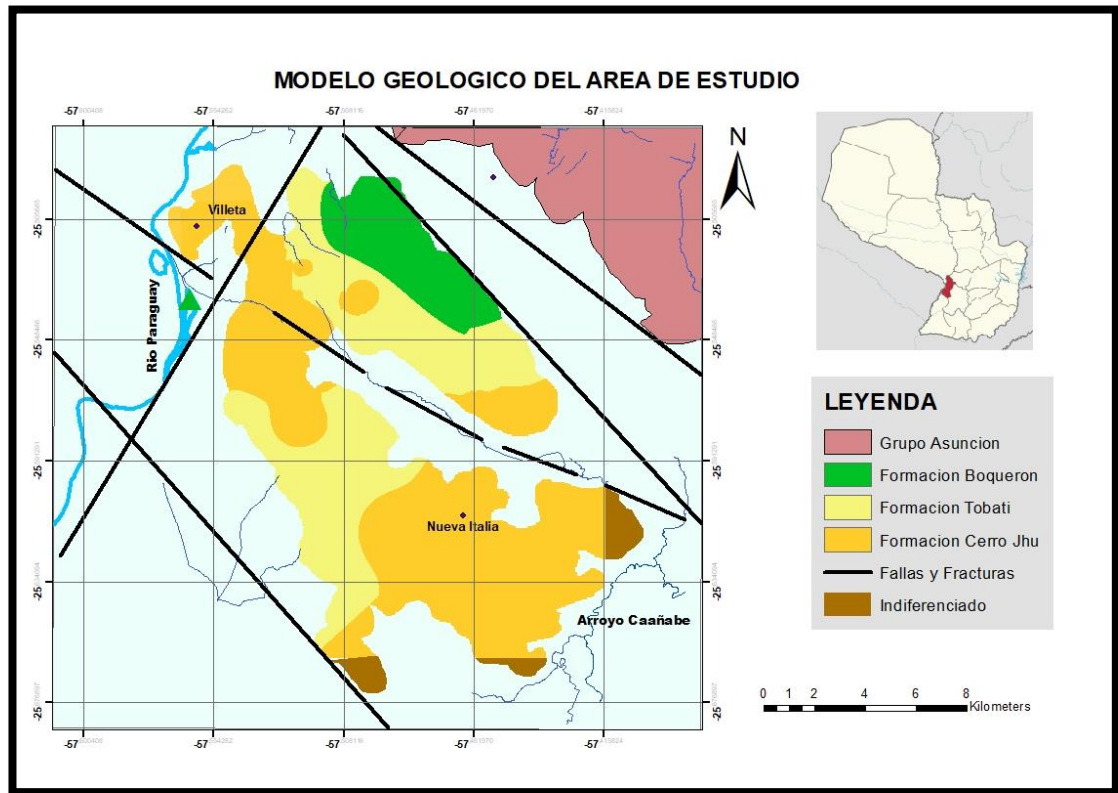
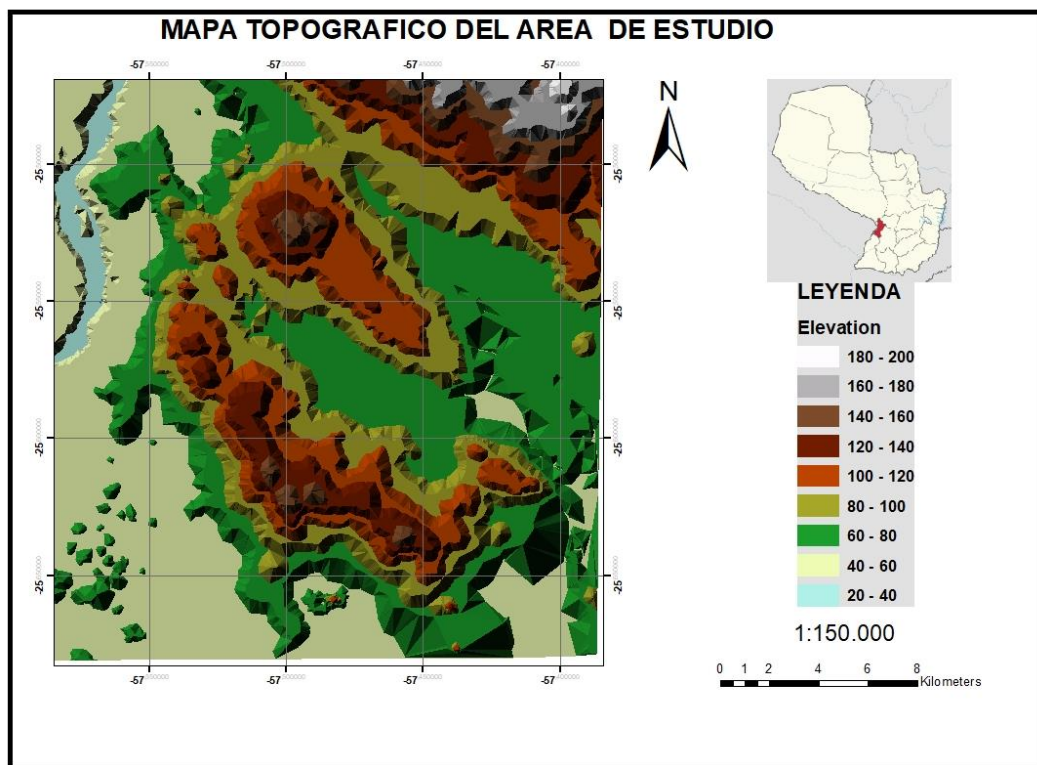


Figura 3. Mapa Geológico del área de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

### 1.1.2. Resultados del análisis geomorfológico del Área de Estudio.

El área de estudio, según la geomorfología se puede describir como una zona elevada semicircular de forma parecida a una herradura, que se encuentra rodeada de terrenos más bajos correspondientes a planicies de inundación, en el sector Sur se destacan algunos pequeños cerros y lomadas. El principal factor modelador del paisaje en esta área es la erosión fluvial que es llevada a cabo por las lluvias y los distintos afluentes presentes en la zona.



**Figura 4. Mapa Topográfico del área de estudio**

Fuente: Elaboración propia.

### 1.1.3. Resultados de las Encuestas

Se realizó encuestas en 15 (quince) canteras localizadas dentro del área de estudio comprendida entre los distritos de Villeta y Nueva Italia con el fin de conocer el impacto económico directo de la actividad de explotación de canteras, a su vez también se realizó una encuesta a las personas residentes en las proximidades de las canteras visitadas, específicamente se eligieron 3 (tres) residencias por cada cantera, con el fin de conocer la percepción social con respecto a la actividad de explotación de canteras.

Las personas encuestadas fueron elegidas al azar y mediante la predisposición de los mismos a responder las preguntas planteadas, en total fueron 60 (sesenta) personas las encuestadas.

Los resultados obtenidos son como sigue:

#### Encuesta a los cantereros

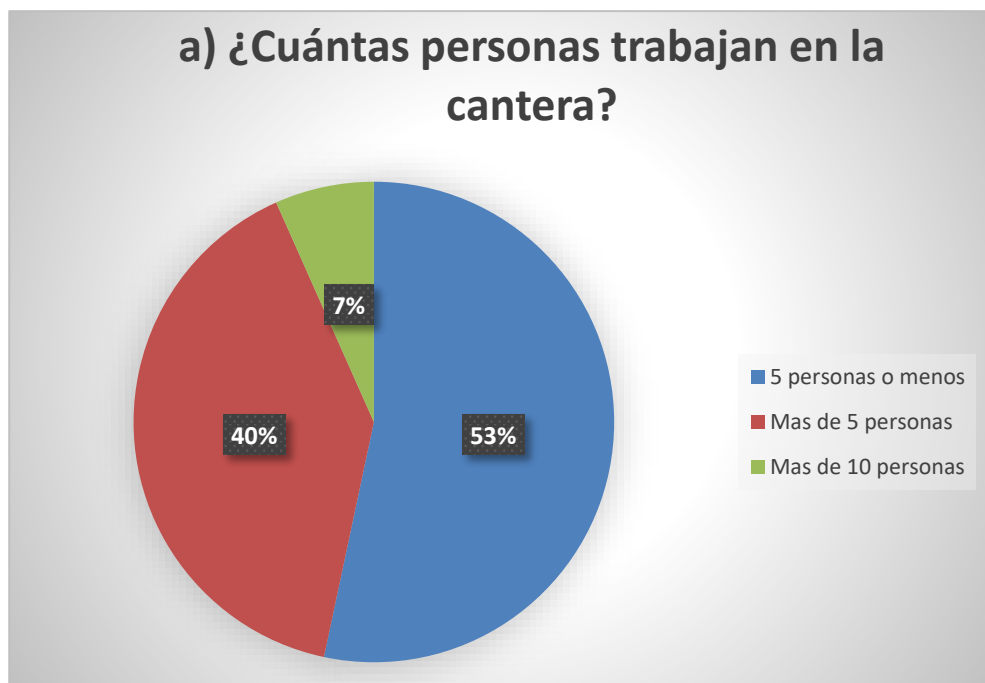
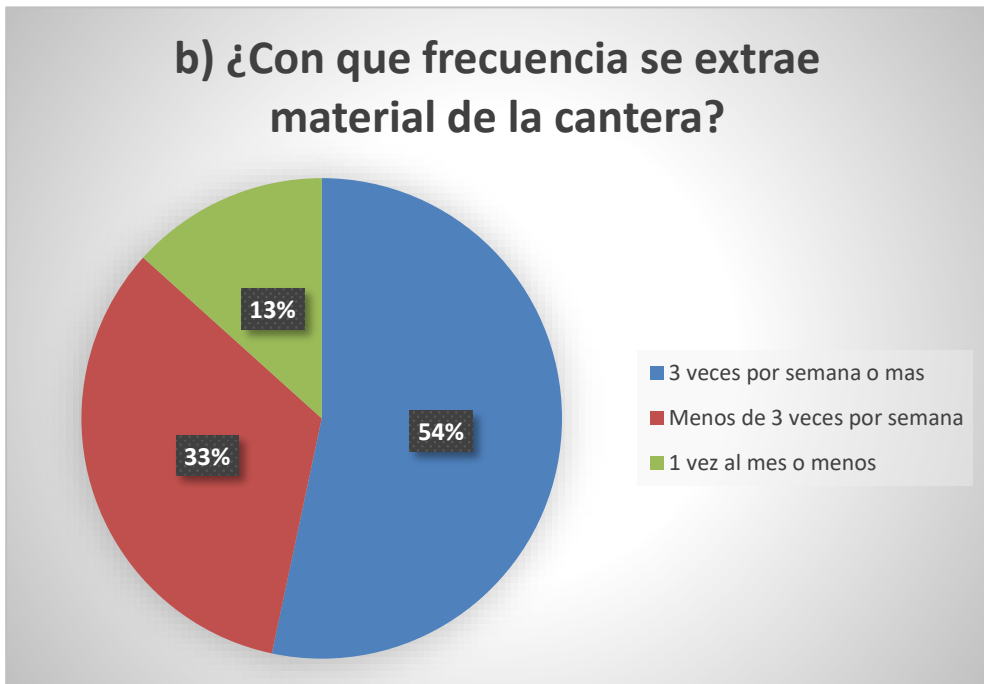
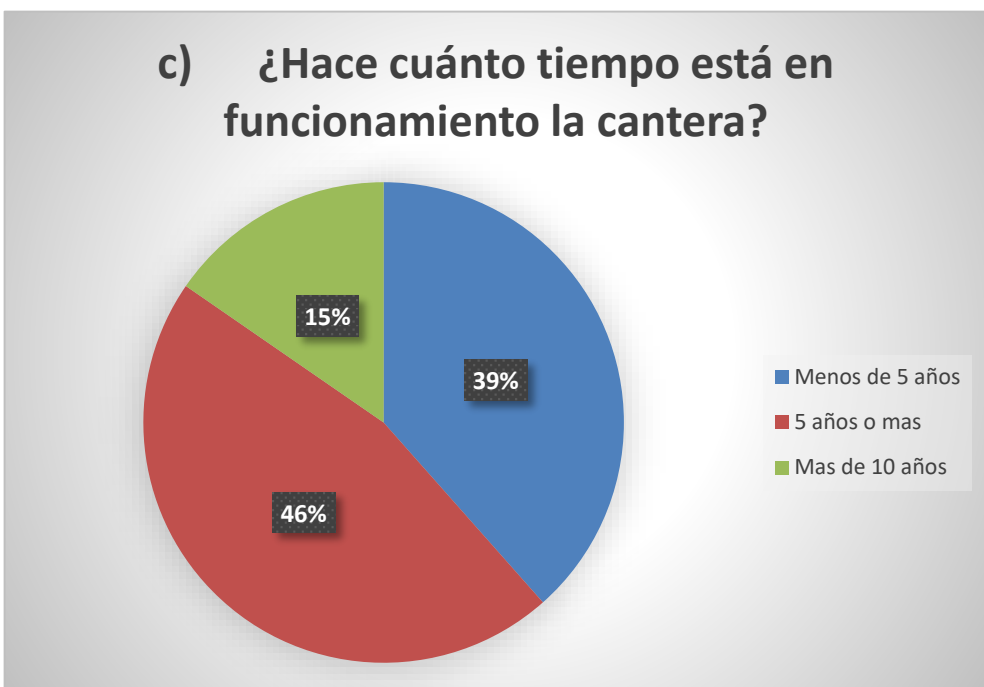


Figura 5. Resultados de la pregunta 1.





**Figura 6. Resultados de la pregunta 2.**



**Figura 7. Resultados de la pregunta 3.**

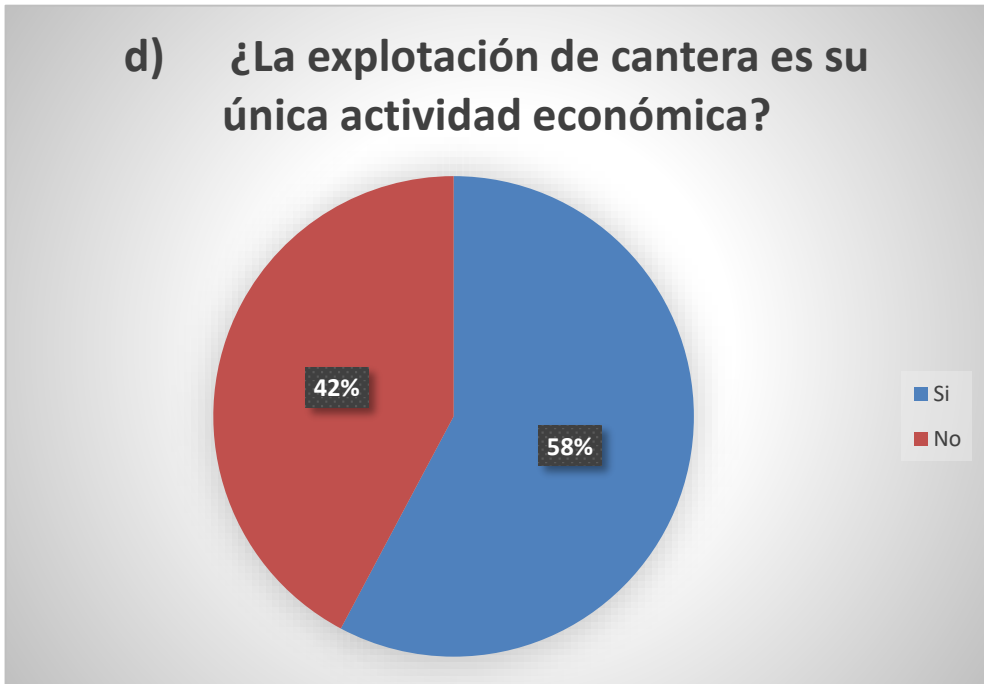


Figura 8. Resultados de la pregunta 4.

Encuesta a la comunidad

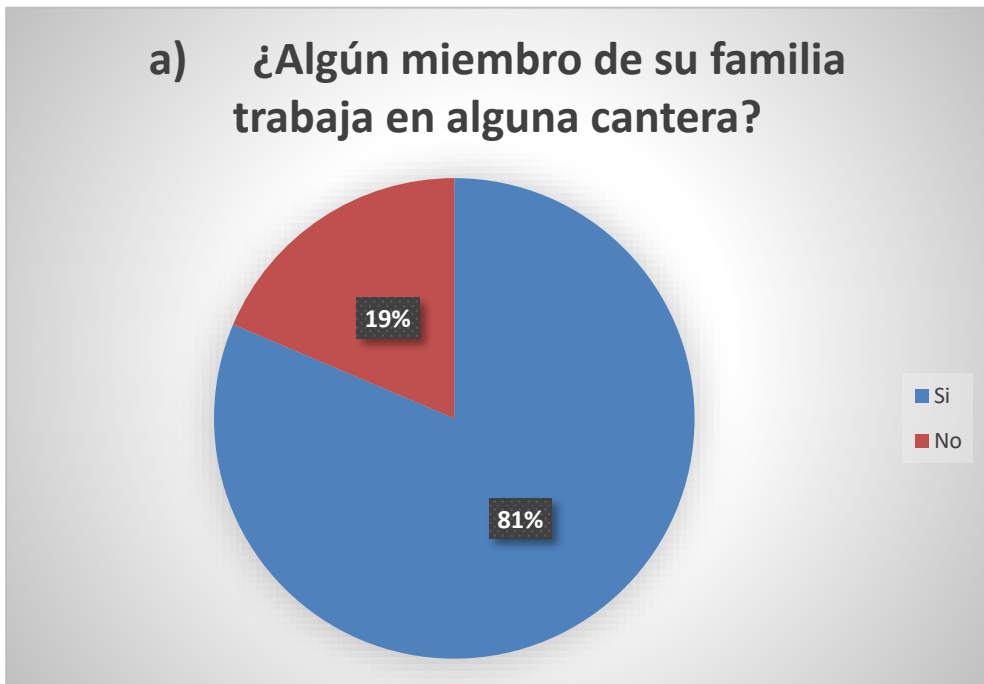


Figura 9. Resultados de la pregunta 5.

b) (Si fuera el caso) Es el trabajo en la cantera el único ingreso económico del hogar?

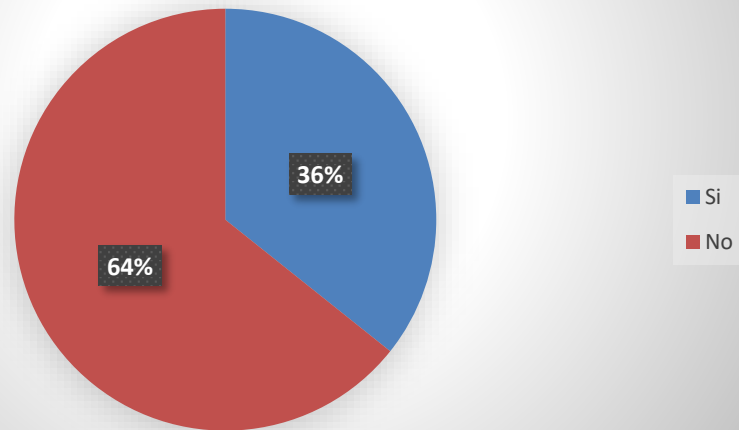


Figura 11. Resultados de la Pregunta 6.

c) ¿Qué beneficios trae la explotación de canteras a la comunidad?

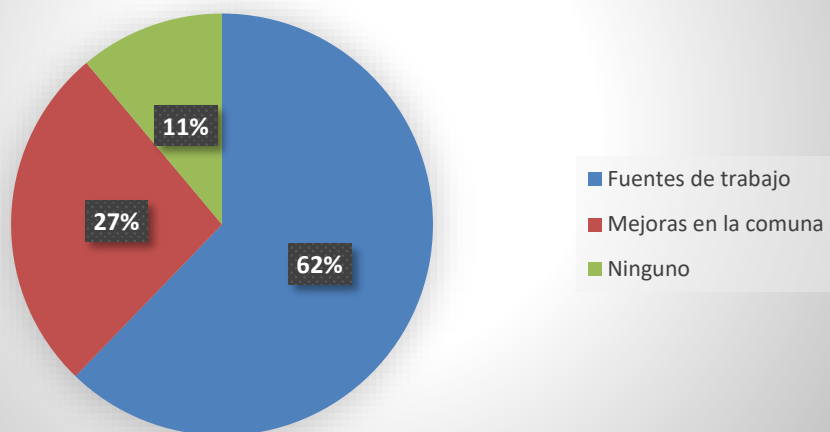


Figura 10. Resultados de la Pregunta 7.

#### **1.1.4. Resultados del análisis multitemporal del área de estudio con respecto a la modificación del paisaje.**

Se realizó un análisis multitemporal del área comprendida entre los municipios de Villeta y Nueva Italia mediante la utilización de imágenes satelitales que fueron extraídas de *Google Earth* con un intervalo de 10(diez) años desde 1989 al 2019.

En las mismas es posible observar perfectamente cómo ha sido modificado el paisaje por el avance de las actividades de explotación de canteras, actividades agrícolas e industriales. Con el aumento de las actividades económicas también es posible percibir el aumento de las urbanizaciones en la zona, el lado negativo de esta situación es la pérdida significativa de áreas verdes que conlleva a la rápida erosión de los suelos y esto a su vez a la excesiva sedimentación que podría llevar a la colmatación de ríos y arroyos.

Otra problemática ambiental que acarrea este crecimiento económico, específicamente la actividad de explotación de canteras es que además de la remoción de la capa de suelo, una vez terminada la explotación de las mismas, en la mayoría de los casos, estas quedan abandonadas dejando así el área de explotación totalmente descubierta y los materiales expuestos a la erosión. Además, se propicia la acumulación de agua de lluvia estancada en las cavidades dejadas por las excavaciones y el riesgo de que pasen a convertirse en potenciales vertederos.



**Figura 12.** Imagen Satelital extraída de *Google Earth*, correspondiente al año 1989 de los municipios de Villeta y Nueva Italia.



**Figura 13.** Imagen satelital extraída de *Google Earth*, correspondiente al año 1999 de los municipios de Villeta y Nueva Italia.



**Figura 14.** Imagen satelital extraída de *Google Earth*, correspondiente al año 2009 de los municipios de Villeta y Nueva Italia



**Figura 15.** Imagen satelital extraída de *Google Earth*, correspondiente al año 2019 de los municipios de Villeta y Nueva Italia.

### **1.1.5. Resultados del análisis de suelo**

Para el análisis de suelo, realizado en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, fueron tomadas muestras representativas del área de estudio de acuerdo a los tipos de suelo Clase III y Clase V respectivamente según en el Mapa de capacidad de uso de la tierra Región Oriental.

#### **- Análisis Físico (Granulométrico).**

El análisis físico o granulométrico realizado con el Método Bouyouco representa en porcentajes la cantidad de arena, limo y arcilla presentes en cada muestra.

En la muestra correspondiente al suelo de Clase III se obtuvo un porcentaje de 87% de arena, 5% de limo y 8% de arcilla, del que resulta una textura Areno Franco de coloración 5YR 4/6 Marrón Rojiza.

En la muestra correspondiente al suelo de Clase V se obtuvo un porcentaje de 89% de arena, 6% de limo y 5% de arcilla, del que resulta una textura Arenosa de coloración 5YR 4/4 Marrón Opaco.

#### **- Análisis Químico (pH, Macronutrientes y Micronutrientes).**

La muestra correspondiente al suelo de Clase III presenta un pH de 4,80 y un porcentaje de 0,85% de materia orgánica, entre los macronutrientes se encuentran 1,57 mg/kg de P, 0,10 cmol/kg de Ca, 0,03 cmol/kg de Mg, 0,03 cmol/kg de K, 0,32 DE Al+H y 67,98% de Saturación de Al.

Utilizando la tabla para interpretación de los resultados el suelo muestreado es de carácter ácido, presenta un bajo nivel de macronutrientes y no posee niveles detectables de micronutrientes.

La muestra correspondiente al suelo de Clase V presenta un pH de 5,20 y un porcentaje de 1,08% de materia orgánica, entre los macronutrientes se encuentran 1,57

mg/kg de P , 0,20 cmol/kg de Ca,0,08 cmol/kg de Mg, 0,05 cmol/kg de K, 0,09 DE Al+H y 22,39% de Saturación de Al.

Utilizando la tabla para interpretación de los resultados el suelo muestreado es de carácter ácido, presenta un bajo nivel en los macronutrientes de P, Ca, K y Al+H, un valor de nivel medio para el Mg y no posee niveles detectables de micronutrientes.

## **1.2. Discusión.**

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en esta investigación se puede afirmar que el sector meridional del Departamento Central que corresponde a los distritos de Villeta y Nueva Italia tiene una abundancia significativa de recursos físicos naturales que pueden ser aprovechados económicamente para que el crecimiento que se viene dando en esas comunidades siga avanzando de forma positiva.

Geológicamente se pudieron identificar y mapear tres formaciones correspondientes al Ordovícico superior y entre ellas a la Formación Boquerón de sedimentación glacial propuesta por Delio Orue en 1996, que se encuentra sobre yacente a la Formación Tobati. Si bien no se logró hacer un mapeo total y exacto del área de estudio, se consiguió cubrir más del 95% y esto servirá como base para un posterior estudio más detallado. La litología encontrada en la zona se compone principalmente por distintos tipos de areniscas y puzolanas localizadas en el valle del Arroyo Caañabe que actualmente son aprovechadas como materiales para la construcción en la mayoría de los casos.

En los distritos de Villeta y Nueva Italia es común ver numerosas canteras de las que se extrae el material, lo alarmante de esta situación es la precariedad en la que operan las mismas ya que muchas veces las personas que trabajan extrayendo el material pétreo no cuentan con la mínima protección, lo que pone en riesgo su salud así como también su integridad física teniendo en cuenta que el ambiente de trabajo es a cielo abierto y también existe la posibilidad de derrumbes en el proceso de extracción



y transporte de los materiales. Otra situación que se tiene es la informalidad en la que operan las canteras ya que, según datos estadísticos, de setenta y siete (77) canteras que fueron censadas en el año 2011 dentro del área de estudio solo tres de ellas se encuentran registradas, esto pone de manifiesto el escaso interés estatal en el control de esta actividad.

Si bien la actividad de explotación de canteras ha sido rentable económicamente para algunas familias de la comunidad a lo largo de estos años, ha acarreado también varios problemas ambientales, en primer lugar se encuentra la extracción de la capa de suelo lo que posibilita la acelerada erosión y sobre sedimentación de cursos de agua cercanos y en segundo lugar el abandono que se produce una vez terminada la extracción del material de interés o también por la inundación de las canteras que se da cuando al no tomarse las precauciones adecuadas las perforaciones llegan hasta el acuífero. Las canteras abandonadas se convierten en focos de contaminación debido a los desperdicios domésticos que son arrojados en esos lugares, lo que propicia la presencia de alimañas que podrían acarrear problemas de salud en la población.

En cuanto al uso del suelo en el área de estudio se pudo observar actividad agrícola en pequeña y mediana escala, según los estudios realizados ambos tipos de suelos muestreados poseen de baja a mediana fertilidad por la falta de nutrientes, la textura arenosa que poseen facilita la erosión y desagregación de estos suelos pero esa situación se podría ver revertida con un adecuado manejo, hoy en día existen técnicas modernas de cultivos aplicables en todos los casos que podrían favorecer a su uso sustentable en el tiempo.

La presencia de numerosos afluentes que riegan el sector Meridional del Departamento Central, entre ellos el Rio Paraguay y los grandes humedales del Ypoa y el Caañabe, le brindan a esta zona del país suficientes fuentes de agua para abastecerse y recrearse en los días de intenso calor, y suponen un recurso históricamente importante debido a que la Ciudad de Villeta fue fundada gracias a la actividad portuaria que hasta hoy en día se sigue desarrollando.



## **2. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

### **2.1. Conclusión.**

Con esta investigación se logró caracterizar gran parte de la geología del área de estudio con el fin de tener una información más detallada acerca de los materiales que se encuentran y de esa manera poder acceder más fácilmente a ellos si fuera necesario, conocer en detalle acerca de geomorfología, el agua y el suelo no solo se constituye en un aporte para la ciencia sino también en una herramienta que pueda ser utilizada en beneficio de la población.

Los recursos naturales físicos han sido utilizados por el ser humano a lo largo de la historia de manera que pueda obtener un beneficio de ellos, pero su utilización de forma inadecuada y desmedida ha traído consigo diversas consecuencias negativas para el ambiente, como la deforestación, la erosión de suelos y la contaminación de las aguas, lo que no significa que la economía deba sacrificarse en favor del medio ambiente, por el contrario, la utilización de recursos naturales físicos de maneras amigables con el medio ambiente y sustentables en el tiempo favorecerían aún más a la economía.

En un país tan rico en recursos como el nuestro, al igual que muchos otros países de Latinoamérica, el principal problema radica en la gestión y adecuada utilización de los recursos. La ignorancia existente en cuanto a técnicas modernas y del beneficio que las comunidades podrían obtener con la optimización de la utilización de sus recursos naturales se constituye en un factor determinante. Es por ello que aportar conocimiento útil para la aplicación a la vida cotidiana de la población que tenga en cuenta sus necesidades es importante para lograr un resultado positivo.

En los distritos de Villeta y Nueva Italia se verifica el crecimiento económico a costa del medio ambiente, registrándose canteras abandonadas y antiguas áreas verdes deforestadas, esta situación se podría paliar con el refuerzo del control por parte del gobierno a las aperturas de nuevas canteras y con estudios de impacto ambiental eficientes y constantes durante la duración de dicha actividad. El relleno de la fosa dejada una vez culminada la explotación evitaría la erosión excesiva, la acumulación del agua y la basura, además de favorecer de nuevo a la producción de materia orgánica que podría ser útil para la vegetación, en el caso de los suelos, si bien los suelos de planicies de inundación no son aptos para cultivos, se pueden utilizar para la reforestación, ya que la topografía y la humedad son óptimas para este fin.

Una mejora en la economía en equilibrio con el medio ambiente no solo beneficiara a la naturaleza, sino que garantizara la disponibilidad de los recursos naturales físicos en el tiempo.

## **2.2. Recomendaciones.**

En este trabajo se identifican los recursos físicos naturales presentes en los distritos de Villeta y Nueva Italia y se evalúa la manera en la que pueden ser aprovechados de manera económicamente rentable y sustentable en el tiempo.

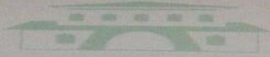
Por un lado, se debería poner énfasis en informar a la comunidad acerca de la importancia del cuidado de los recursos naturales, así como también debería de haber campañas de capacitación que promuevan la utilización de forma sustentable de los mismos y los beneficios que se podrían obtener.

Desde el punto de vista estatal es de suma importancia la toma de medidas con respecto a las consecuencias ambientales y salubres que acarrearán las canteras abandonadas para la comunidad, así como el control respectivo para las que se encuentran en funcionamiento a modo de que se cumplan con las normas establecidas.

El sector meridional del Departamento Central es un área poco explorada por lo que la profundización de la investigación en esa zona podría resultar en un mapeo completo y detallado, además de dar a luz a nuevos descubrimientos y aportes a la Geología del Paraguay.

## ANEXO

### A. Resultados de los Análisis Realizados.


**Universidad Nacional de Asunción**  
**Facultad de Ciencias Agrarias**

**Área de Suelos y Ordenamiento Territorial**  
**Laboratorio de Suelos**

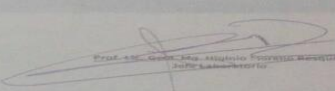
**Reporte de resultados de análisis de suelos**  
 Propiedad: **Finca San José**  
 Muestreo: **01/01/2010**

Código	Cultivo	Nitrógeno				Fósforo				Potasio				pH	Cationes	Aniones	Textura	Clasificación		
		mg/kg	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm						ppm	ppm
001	Soja	10.00	0.20	1.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.5	Ca 1.00	Mg 0.10	Cl 0.00	Arroz	0.00 0.00	Medio Fino
002	Soja	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.5	Ca 1.00	Mg 0.10	Cl 0.00	Arroz	0.00 0.00	Medio Fino

Microelementos				Análisis granulométrico (Método de Bouyoucos)			
mg/kg	ppm	ppm	ppm	g/g	g/g	g/g	g/g
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

  
**Prof. Dr. Carlos José Agustín Foglietta**  
**Jefe Laboratorio**

Los resultados de los análisis de suelos se encuentran en el anexo adjunto.

Tel.: (595-21) 585 606/10 | Fax: (595-21) | E-mail: infofca@agr.una.py | Web: www.agr.una.py  
 Casillas de Correos 1618 | Ruta MzA. José Félix Estigarribia, Km. 10º Campus UNA - San Lorenzo, Paraguay

**B. Fotografías tomadas en el área de estudio.**



**Estratificación cruzada tipo *hummocky* en areniscas.**



**B1. Estratificación cruzada tipo *herringbone* (cola de pez)**



**B2. Horizonte de suelo sobre areniscas meteorizadas.**



**B3. Clasto redondeado de cuarzo en diamictita de la Formación Boquerón.**





**B4. Perfil de Porcelanita.**



**B5. Areniscas Tipo Cerro Jhu fracturada en dirección NE-SW.**



**B6. Arenisca conglomeradica perteneciente a la formación Cerro Jhu.**



**B7. Granos de cuarzo en arenisca conglomeradica a través de una lupa 10X.**



**B8. Afloramiento de areniscas de la Formación Tobati cortado por una falla de dirección NE-SW.**



**B9. Areniscas de la Formación Tobati enriquecida con manganeso por acción de fluidos hidrotermales.**



**B10. Cantera abandonada localizada en el camino Villeta-Nueva Italia**



**B11. Cantera activa ubicada en el distrito de Villeta.**



**B12. Cantera activa ubicada en el distrito de Villeta**



**B13. Cantera de porcelanita abandonada ubicada en el distrito de Villeta.**



**B14. Cantera activa ubicada en el distrito de Villeta**



**B15. Parcelas de cultivo ubicadas al pie del Cerro Pe, distrito de Nueva Italia**



**B16. Cantera de diamictita localizada en el camino Nueva Italia-Villeta.**



**B17. Cantera de areniscas en Nueva Italia.**

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.**

- ALFONSO, C. A.; MONEDERO, M. (2004). USO, MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS. Publicado por la Asociación Cubana de técnicos Agrícolas y Forestales. Habana, Cuba. 71 págs.
- CARRASCAL, O. E. (2004). Representación social del agua y sus usos. Publicado por la Universidad del Norte del Caribe. 15 págs.
- CLERICI, A. M. (2004). Visión de los Recursos Hídricos en Paraguay. Informe publicado por el PROGRAMA MARCO PARA LA GESTION SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA, EN RELACION CON LOS EFECTOS DE LA VARIABILIDAD Y EL CAMBIO CLIMATICO. 86 págs.
- CLERICI, A. M. (1986). Reavaliacao de Geologia do Paraguai Oriental. Publicado por la Universidad de Sao Paulo, Brasil. 155 págs.
- CLIMATE-DATA.ORG. (13 de junio de 2019). Obtenido de [es.climate-data.org](http://es.climate-data.org)
- DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA, ENCUESTAS Y CENSOS. 2011. Censo económico nacional. Paraguay. República del Paraguay, Presidencia de la República, Secretaría Técnica de Planificación. Asunción, Paraguay. 435 págs.
- FERREIRA, H. (2000). ATLAS PARAGUAY. Publicado por la editorial Fusto Cultural. Asunción, Paraguay.
- GOROSTIAGA, O.; ERICO, E.; LLAMAS, P.; MOLINAS, A.; FRANCO, E.; GARCIA, S.; RIOS, E. (1995). ESTUDIO DE RECONOCIMIENTO DE SUELOS, CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA Y PROPUESTA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL PRELIMINAR DE LA REGIÓN ORIENTAL DEL PARAGUAY. Asunción, Paraguay. 246 págs.
- HARRISON, P. (2002). Agricultura Mundial. Informe publicado por la FAO.
- NÚÑEZ, M. E.; BARTEL, W. (1998). Mapa Geológico de la República del Paraguay. Hoja Paraguairí 5469. Asunción, Paraguay. 42 págs.



- ORUE, D. (1996). Síntese da Geologia do Paraguai Oriental, con Ênfase para o Magmatismo Alcalino Asociado. Publicado por la Universidad de Sao Paulo. Brasil. 181 págs.
- PALMIERI, J. H.; FULFARO, V. J.; ALVARENGA, D.; LOPEZ, A.; BENITEZ, J. C.; GUTIERREZ, M. E.; GOMEZ, D. (1986). MAPA GEOLOGICO DEL PARAGUAY. Publicado por el DEPARTAMENTO DE COOPERACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO DE LAS NACIONES UNIDAS. Asunción, Paraguay. 86 págs.
- JENNINGS, S. N. (1998). ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO. Publicado por el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Madrid, España.
- SEINFELD, J.; CUZQUEN, G.; FARJE, G.; ZALDIVAR, S.; (1998). Introducción A La Economía De Los Recursos Naturales Y El Medio Ambiente. Publicado por la Universidad del Pacífico. Lima, Perú. 166 págs.