

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

**RECURSOS FÍSICOS Y BIOLÓGICOS COMO
INSTRUMENTO DE PROTECCIÓN DEL CERRO
PERÕ, COMPAÑÍA SAN ISIDRO DEL DISTRITO DE
PASO YOBÁI, PARAGUAY.**

YAMILA RAQUEL BOGARÍN GALARZA.

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

**RECURSOS FÍSICOS Y BIOLÓGICOS COMO
INSTRUMENTO DE PROTECCIÓN DEL CERRO
PERÕ, COMPAÑÍA SAN ISIDRO DEL DISTRITO DE
PASO YOBÁI, PARAGUAY.**

YAMILA RAQUEL BOGARÍN GALARZA

Orientador: Prof. Dra. ANA MARÍA CASTILLO CLERICI

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

SAN LORENZO – PARAGUAY
JULIO – 2019

**RECURSOS FÍSICOS Y BIOLÓGICOS COMO INSTRUMENTO DE
PROTECCIÓN DEL CERRO PERÕ, COMPAÑÍA SAN ISIDRO DEL
DISTRITO DE PASO YOBÁI, PARAGUAY.**

YAMILA RAQUEL BOGARÍN GALARZA.

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 dedicado principalmente al BIEN, por darme la fortaleza y protección suficiente para superar las adversidades que se me presentaron en el camino, sin ello no hubiera podido llegar a estas instancias finales de esta hermosa y compleja etapa.

A mi madre; por acompañarme inalcanzablemente durante toda la carrera, por instarme a no desistir, superarme cada día y por los valores inculcados. Con cariño a mis hermanos Yeruti y César por la confianza y apoyo que me brindan siempre.

A todos ellos; DEDICO.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a DIOS, por darme la fortaleza, la inspiración y sabiduría en el momento correcto para poder lograr y concretar mis objetivos. Infinita gratitud a mi madre quién me acompañó en las buenas y malas, quién es el pilar de mi hogar.

En especial a la Prof. Dra. Ana María Castillo, quien cumplió en todo momento con el desempeño de Orientadora, guiándome de forma objetiva, para el desarrollo y culminación de forma positiva este trabajo. A la Prof. Lic. Sonia Molinas por sus valiosas orientaciones para la elaboración de este trabajo.

Al Prof. Dr. Jorge Rabassa, CADIC-CONICET, y al Prof. Dr. Oscar Martínez, de la Universidad Nacional de la Patagonia, San Juan Bosco, Sede Esquel, quienes cumplieron conmigo atendiendo mis dudas y consultas con objetividad, ayudándome a ver soluciones para llegar a la culminación de este trabajo exitosamente.

Al Prof. Lic. Moisés Gadea, por las sugerencias, dudas aclaradas en momentos de confusión, por instarme a ser excelente estudiante; también por acompañarme a visitar mi área de estudio. Al Prof. MSc. Narciso Cubas Villalba por orientarme y corregir las interpretaciones del trabajo.

Al Ing. Geólogo Guillaume Martin por llevarme al área de estudio y por las dudas aclaradas en el campo, a la Prof. Lic. Noelia Benítez por las sugerencias dadas durante el tiempo que me tomó realizar el trabajo, al Lic. Ariel Vera por ayudarme con las descripciones de las muestras, a la Prof. Lic. Ylsa Ávalos por las informaciones que me ha facilitado.

A la Lic. Adriana García quién alguna vez fue mi compañera y me ha ayudado con sus palabras de aliento y sugerencias dando su punto de vista para que este trabajo culmine de la mejor forma, a la estudiante Mirian Almada por acompañarme a una de las visitas del lugar de estudio.

Al Sr. Jacob J. Hendrik Botha quién me ha tenido paciencia durante el proceso de este trabajo para que fuera exitoso, a la Lic. Mónica Urbieta por instarme a no decaer en esta última etapa y dar lo mejor de mí.

Por último, a todos mis compañeros, amigos y docentes del Departamento de Geología y de la FACEN, quiénes de alguna u otra manera me han ayudado para enriquecer mis conocimientos de forma académica y profesional.

RECURSOS FÍSICOS Y BIOLÓGICOS COMO INSTRUMENTO DE PROTECCIÓN DEL CERRO PERÕ, COMPAÑÍA SAN ISIDRO DEL DISTRITO DE PASO YOBÁI, PARAGUAY.

Autora: YAMILA RAQUEL BOGARÍN GALARZA
Orientadora: Prof. Dra. ANA MARÍA CASTILLO CLERICI

RESUMEN

El Cerro Perõ, ubicado en el Departamento de Guairá, Ciudad de Paso Yobái, Compañía San Isidro, cuenta con una elevación de 192 metros sobre el nivel del mar aproximadamente. El cerro presenta características tanto físicas como biológicas interesantes para una investigación científica y en especial para el potencial turístico. El perfil geológico del cerro está constituido por areniscas masivas de la Formación San Miguel que forma parte de la supersecuencia Gondwana I, de la Cuenca del Paraná. Morfológicamente, se caracteriza por ser un cerro testigo o inselberg, que se ha formado por un relieve residual aislado, de flancos empinados, situada en las regiones que no ha sido reducida por los procesos degradatorios, resultado de la resistencia a la erosión en partes debido al mayor grado de silicificación. Este trabajo tuvo como objetivo general la identificación de las condiciones físicas y biológicas del Cerro Perõ como instrumento para su protección y de esa forma poder categorizar fomentando el geoturismo sustentable. Con este estudio se pudo determinar que tiene mayor impacto negativo que positivo en cuanto a la fragilidad, es por eso que se propuso un plan de acción para mitigar y una categoría que pueda ser aplicada para su preservación denominada “Reserva Natural” por las condiciones tanto abióticas como bióticas que presenta, esta categoría otorgada por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, de la Secretaría del Medio Ambiente (MADES).

Palabras Claves: Protección, Categoría, Geoturismo, Cerro Testigo, Cerro Perõ.

PHYSICAL AND BIOLOGICAL RESOURCES AS AN INSTRUMENT OF PROTECTION OF CERRO PERÕ, SAN ISIDRO COMPANY OF THE DISTRICT OF PASO YOBÁI, PARAGUAY.

Author: YAMILA RAQUEL BOGARÍN GALARZA
Advisor: Prof. Dra. ANA MARÍA CASTILLO CLERICI

SUMMARY

Cerro Perõ, located in the Department of Guairá, Ciudad de Paso Yobái, Compañía San Isidro, has an elevation of approximately 192 meters above sea level. The hill has both physical and biological characteristics interesting for scientific research and especially for potential tourism. The geological profile of the hill is constituted by massive sandstones of the San Miguel Formation, which is part of the Gondwana I supersequence, of the Paraná Basin. Morphologically, it is characterized for being a witness hill or inselberg, which has been formed by an isolated residual relief, of steep flanks, located in the regions that has not been reduced by the degradatory processes, result of the resistance to the erosion in parts due to the greater degree of silicification. This work has as a general objective the identification of physical and biological conditions of Cerro Perõ as an instrument for its protection and in this way to be able to categorize promoting sustainable geotourism. With this study it was possible to determine that it has a greater negative than positive impact in terms of fragility, that is why an action plan was proposed to mitigate and a category that can be applied for its preservation called "Natural Reserve" due to the abiotic and biotic conditions it presents, this category granted by the National System of Protected Areas of the Ministry of the Environment (MADES).

Keywords: Protection, Category, Geotourism, Inselberg, Cerro Perõ.

ÍNDICE

Página

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del Problema.....	2
1.2 Justificación	2
1.3 Objetivos	3
1.3.1 General	3
1.3.2 Específicos	3
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Antecedentes de la Geoconservación y Geoturismo	4
2.2 Geoturismo.....	4
2.3 Principios generales del geoturismo	6
2.4 Geoconservación y Geodiversidad.....	7
2.5 Relación entre el Geoturismo y la Geodiversidad.....	7
2.6 Geositio	8
2.7 Área Protegida	8
2.8 Marco Legal e Institucional	9
2.8.1 Constitución Nacional Artículo 81 – Del Patrimonio Cultural	9
2.8.2 Ley N° 946/82 – De Protección a los Bienes Culturales.....	9
2.8.3 Ley N° 352 – de Áreas Silvestres Protegidas.....	9
2.9 Autoridad de Aplicación	11
2.10 La SEAM (actual MADES) como Autoridad de Aplicación	11
2.11 Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas (SINASIP).....	12
2.12 Equivalencias de categorías de manejo.....	12
3. METODOLOGÍA	18
3.1 Características Generales del Área de Estudio.....	18
3.1.1 Localización	18
3.1.2 Clima.....	19
3.1.3 Suelo	21
3.1.4 Vegetación	23
3.1.5 Geología Regional.....	29
3.1.6 Tectónica.....	31
3.1.7 Hidrología e Hidrogeología	34
3.1.8 Geomorfología	36
3.2 Materiales.....	36
3.3 Métodos.....	37

3.3.1	Trabajo de Campo.....	37
3.3.2	Trabajo de Gabinete.....	38
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1	Resultados.....	39
4.1.1	Geología (descripción de mano)	39
4.1.2	Estructuras sedimentarias identificadas en el Cerro Perõ.....	43
4.1.3	Mapa Taxonómico de Suelo del Cerro Perõ.	47
4.1.4	Mapa de Elevación y Corte Topográfico del Cerro Perõ	48
4.1.5	Delimitación de áreas que rodean al Cerro Perõ	49
4.1.6	Mapa Geológico del área de estudio.	49
4.1.7	Tabla 4. Fragilidad de los Recursos Naturales. Matriz de Leopold.	50
4.1.8	Propuesta de Plan de Acción para la protección del área a ser implementada.	51
4.2	Discusión.....	51
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
5.1	Conclusiones.....	53
5.2	Recomendaciones	54
ANEXOS.....		55
A.	Manera de gestión de las áreas protegidas. Modificado del Informe Nacional Áreas Silvestres Protegidas del Paraguay. 2007.....	56
B.	Fotografías del Área de Estudio	57
B.1.	Acceso al Cerro Perõ.....	57
B.2.	Vista frontal del Cerro Perõ.....	58
B.3.	Vista del Río Tebicuary-mí desde la cima del Cerro Perõ	59
B.4.	Areniscas masivas	60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		61

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
1. Mapa de delimitación del Cerro Perõ.....	18
2. Parámetros climáticos en promedio para la ciudad de Villarrica, Guaira.....	20
3. Climograma de la Ciudad de Paso Yobái.....	20
4. Diagrama de temperatura de Paso Yobái.....	21
5. Mapa taxonómico de suelos de la Hoja Villarrica.....	23
6. Columna estratigráfica simplificada de la Cuenca del Paraná (M.a.: millones de años).....	33
7. Muestra de arenisca muy fina en la cima del Cerro.....	49
8. Muestra de arenisca fina.....	40
9. Muestra de arenisca cuarzosa fina.....	40
10. Muestra de arenisca cuarzosa fina. Parte media del Cerro.....	41
11. Muestra de arenisca friable.....	41
12. Muestra de arenisca mal seleccionada de grano medio. Base del Cerro.....	42
13. Grietas de desecación en la cima del Cerro Perõ.....	43
14. Grietas de desecación.....	44
15. Estratificación Cruzada en la base del Cerro Perõ.....	45
16. Tafoni en la base del Cerro Perõ.....	46
17. Mapa de Taxonómico de Suelo del Cerro Perõ.....	47
18. Mapa de Elevación y Corte Topográfico del Cerro Perõ.....	48
19. Mapa de Censo de la ciudad de Paso Yobái.....	49
20. Mapa Geológico del área del Cerro Perõ.....	50

LISTA DE TABLAS

1. Equivalencia de Categorías de Manejo según la SINASIP... 12
2. Características de los diferentes órdenes de suelos del área de la Hoja Villarrica...24
3. Descripción litológica con aumento de 60x del Cerro Peró..... 43
4. Fragilidad de los Recursos Naturales. Matriz de Leopold... 51

LISTA DE SIGLAS

MADES	Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible
SEAM	Secretaría del Medio Ambiente
SINASIP	Sistema de Áreas Silvestres Protegidas del Paraguay
UICN	Unión Mundial para la Naturaleza
EER	Evaluación Ecológica Rápida
CITES	<i>The Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora/ Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre</i>
IBA	Áreas importantes para la Conservación de las Aves del Paraguay
CDC	Centro de Datos para la Conservación

1 INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación se enfoca en la Compañía San Isidro de la Ciudad de Paso Yobái que está localizado en la Región Oriental, al Norte del Departamento de Guairá y a 211 km de Asunción. Tiene una superficie de 640 km² y una población de 25.067 habitantes según la Dirección General de Estadísticas y Censos (2008). En este distrito se encuentra el objeto de la investigación específica, el Cerro Perõ que no cuenta con información geológica, por lo que su estudio aportaría un avance de la secuencia litoestratigráfica y sedimentaria además de otros aspectos físicos y biológicos necesarios para realizar el objetivo de este trabajo.

La morfología se presenta accidentada principalmente en la parte central de la hoja, mientras que zonas onduladas en forma de islas se distribuyen alrededor de la Cordillera del Ybytyruzú. Las alturas máximas son de 842 msnm y alturas promedios de 400 msnm. Las sabanas onduladas de 200 msnm se alternan con las planicies de inundación de los numerosos arroyos y el Río Tebicuary-mí (González *et all* 2001).

La estratigrafía de la hoja se caracteriza principalmente por la presencia de unidades sedimentarias clásticas de edades Permocarboníferas y Triásica, depositadas inicialmente en ambientes costero-marino raso, continentalizado y evolucionado hasta depósitos eólicos. Las diferentes facies de sedimentación están representadas por una amplia variedad de areniscas, siltitas y arcillitas, que han sido depositadas en el transcurso del Paleozoico Superior (González *et all* 2001).

En el área son identificadas dos formaciones como componentes del Grupo Independencia: Formación San Miguel como unidad inferior y Formación Tacuary como superior.

El Ciclo Subatlántico es el evento tectónico más significativo del área de la hoja, ésta fractura el área en dirección noroeste-sureste, hundiendo los bloques que conforman el seno del Rift de Asunción (González *et all* 2001).

Teniendo en cuenta todos los aspectos físicos y biológicos a ser identificados, la propuesta de protección del Cerro se relaciona con el posible potencial que pueda tener para lugar turístico según la categoría que mejor se adapte.

11 Planteamiento del Problema

En la zona de estudio aflora geológicamente el Grupo Independencia y nuestro objetivo también es identificar otras condiciones como las geomorfológicas, suelo, flora y fauna del Cerro para ver la viabilidad de su protección.

En caso de que cumpla las condiciones físicas y biológicas se puede plantear como posible potencial turístico sustentable teniendo en cuenta el extraordinario paisaje que se observa desde lo alto del Cerro, así despertaría la curiosidad de turistas locales y extranjeras. Si cumple con ellas, se tendría un gran aporte científico para que sirva de herramienta a las autoridades y la población en general para proteger este cerro con una categoría del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable (MADES) y/o Municipio.

Por todo lo mencionado, se puede considerar. ¿En qué categoría de protección más conveniente se adecua el Cerro desde una perspectiva ambiental? ¿Cuáles son las condiciones físicas y biológicas que pondrá en valor los recursos como los geológicos, litológicos, minerales, del suelo y geomorfológicos, así como la fauna y flora del área?

12 Justificación

La naturaleza del Cerro con sus paisajes extraordinarios potenciaría el turismo sustentable y ayudaría al crecimiento socioeconómico de la comunidad, por ello se busca su protección por medio de una Ley que respalde y una medida de

protección o un plan de manejo, basándose en las categorías del MADES y/o Municipio que mejor se ajuste a las condiciones existentes en el área.

13 Objetivos

1.3.1 General

- Identificar las condiciones físicas y biológicas del Cerro Perõ como instrumento para su protección.

1.3.2 Específicos

- Generar la información de base necesaria que ponga en valor los recursos físicos y biológicos; litológicos, minerales, paleontológicos, de suelo y geomorfológicos, así como de la flora y fauna del área.
- Determinar la fragilidad de los recursos naturales frente actividades turísticas desarrolladas en el Cerro.
- Investigar una propuesta de Plan de Acción para la protección del área a ser implementada en el corto plazo.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Geoconservación y Geoturismo

Como lo registran Carcavilla Urqui *et all* (2007), el patrimonio geológico por cuenta internacional ha tenido desde hace más de 60 años, fuertes investigaciones e iniciativas en pro de su conservación. Gran Bretaña como pionera en Europa en este aspecto, inició la selección de lugares de interés geológico en 1949, aunque el estudio sistemático en realidad comenzó en 1977 y se dio por concluido en 1990. (Henaos & Osorio, 2012)

En el Paraguay, el Geoturismo y la Geoconservación se encuentran en etapa de desarrollo y se ha acrecentado en los últimos años, aunque aún no es suficiente, desde un criterio formal teniendo el potencial para ser aprovechado. Los primeros en ser protegidos por Ley N° 179 de fecha 23 de junio de 1993 fueron los Cerros Kõi y Choroñi, nominados en la categoría de Monumentos Naturales., ambos cerros están en el Distrito de Areguá, Departamento Central.

En este mismo orden, también fue protegida por La Ley N° 352/94 como Área Silvestre Protegida con la Categoría de Manejo de Paisajes Protegidos el “Cerro Dos de Oro” localizada en el distrito de Capiibary, Departamento San Pedro. De igual modo, el Cerro Lambaré localizado en la ciudad de Asunción categorizado como “Zona Nacional de Reserva” categoría dada por la Secretaría de Medio Ambiente (SEAM), actualmente MADES.

2.2 Geoturismo

Entre las definiciones que se asocian con el término geoturismo, el primero en conceptualizarlo fue Hose (1995), quien considera a este segmento como los

servicios de interpretación y las instalaciones con el fin de permitir a los turistas adquirir el conocimiento y la comprensión de sitios geológicos y geomorfológicos en lugar de un simple examen de la estética.

El mismo autor en (1997), en su revisión conceptual propia añade la necesidad de garantizar a través del geoturismo la conservación de los sitios geológicos o geomorfológicos. Geoturismo también es integrar y valorizar las comunidades locales, la diversidad cultural y la conservación de los recursos naturales además de su estética y sus otras características geográficas dirigidas a minimizar los impactos a fin de constituir un turismo alternative.

La relevancia sobre todo en valor estético y escénico de determinados elementos del patrimonio geológico puede convertirlos en recursos turísticos lo suficientemente importantes como para transformarse en uno de los principales atractivos de un determinado entorno. Por ello, en los últimos años ha ido tomando forma el concepto de geoturismo, entendido como “viajar con objeto de experimentar, aprender y disfrutar el patrimonio de la Tierra” (Hose, 2000), de manera que permita al visitante conocer y disfrutar del patrimonio geológico, así como fomentar y estimular en él actitudes favorables para su conservación. (Carcavilla, Belmonte, & Durá, 2011)

Según Ferreira et al (2003) el reconocimiento y la importancia del patrimonio geológico en el contexto de las políticas de conservación del medio ambiente han adquirido importancia en los últimos años. Sin embargo, el reconocimiento y la valoración del patrimonio aún se basa en su mayor parte en la riqueza de la biodiversidad, los elementos arqueológicos y las representaciones históricas de la sociedad.

Ruchkys (2007), aborda el geoturismo como un segmento del turismo que tiene al patrimonio geológico como su principal atractivo y busca su protección mediante la conservación de recursos y el conocimiento de los turistas, haciendo de las ciencias de la tierra un conocimiento más popular a través de la interpretación y la conciencia.

De acuerdo con la declaración de Arouca, desarrollado por la UNESCO en Portugal en el año 2011 que define el Geoturismo como un “turismo que sustenta y mejora la identidad de un territorio, al considerar su geología, medio ambiente, cultura, valores estéticos, patrimonio y bienestar de sus residentes, como potencial turístico” (UNESCO, 2011).

Manosso (2012) propone en su trabajo el geoturismo de un modo más abarcativo, además de las expresiones físicas del paisaje tales como rocas, topografía, clima, vegetación, suelos y otros que pueden tener características exóticas; en este mismo paisaje se pueden encontrar elementos socio-culturales como la cultura, costumbres, valores, que pueden estar directamente relacionados con la geodiversidad. Sumado a esto, las características del paisaje pueden reflejar la economía local, incluso las relaciones que existen entre las personas y el paisaje social como un recurso económico y no meramente estético.

23 Principios generales del geoturismo

Según Cariño (2012) citado por Aranda *et al* (2017) existen varios principios generales, los cuales se citan a continuación:

- El geoturismo es sinérgico, es decir que cada uno de los elementos encontrados en un ambiente geográfico están vinculados para poder crear una experiencia turística mejor.
- Involucra a la comunidad, es decir que entre los negocios y el civismo se unen para proveer una buena experiencia a los turistas.
- Informa al visitante y al residente, lo cual implica que tanto los residentes como los visitantes aprenden de su patrimonio, hasta tal punto que los residentes desarrollan orgullo de su territorio.
 - Beneficia a los residentes económicamente.
 - Apoya la integridad del lugar, tanto los viajeros como los residentes aprecian el carácter del lugar, que provee beneficios mutuos, ya que la comunidad también recibe beneficios económicos a cambio de dar a conocer su territorio
 - Conocer lugares de belleza extraordinaria, para que así los visitantes

quieran regresar con nuevos conocimientos.

- Planeación en el uso del terreno, lo cual permite buenas técnicas para planificar el desarrollo urbano, cuidando la biodiversidad y el paisaje natural.
- Conservación de recursos, lo cual induce a minimizar la contaminación de acuíferos, desechos sólidos, consumo de energía, uso del agua, y contaminación lumínica.
- Planeación lo cual reconoce y respeta necesidades económicas sin necesidad de afectar a su medio lo cual permite un beneficio con alto potencial a largo plazo.

24 Geoconservación y Geodiversidad

Según (Gray, 2013 en Allan, 2015) citado por Gadea et al, 2019. Geodiversidad es el rango natural (diversidad) de aspectos geológicos (rocas, minerales y fósiles), geomorfológicos (formas de terreno, topografía y procesos físicos), suelos y aspectos hidrológicos. Incluyen sus armajes, estructuras, sistemas y contribuciones al paisaje.

Geoconservación: Varios autores como Sharples (2002); Brilha (2002 y 2005); Gray (2004) y Sarmiento (2005), coinciden en que “Designa las estrategias, acciones y políticas para una eficaz conservación de la geodiversidad y la protección del patrimonio geológico” (Henaó & Osorio, 2012).

25 Relación entre el Geoturismo y la Geodiversidad

El geoturismo tiene una relación muy fuerte con la denominada geoconservación, desde la doble visión de contribuir a conservar la geodiversidad y al mismo tiempo la necesidad de desarrollar este tipo de turismo desde un marco de conservación y protección. De esta forma este segmento, entendido como otra modalidad de turismo que, busca el contacto con la naturaleza, trata de explorar la variedad de elementos del medio físico tales como formaciones de rocas, fósiles, accidentes geográficos, etc., es decir la geodiversidad, dentro de un esquema de desarrollo sustentable. Así, el geoturismo es el segmento que utiliza la geodiversidad como recurso turístico y dispone de los ambientes geológicos, geomorfológicos y

paleontológicos dotado de una cualidad estética o no, tales como cuevas, formaciones rocosas, afloramientos rocosos, características de la superficie, cadena de montañas, entre otros, para el desarrollo de la actividad, siendo esta la fuente de motivación de los turistas. (Ramos & Fernández, 2016)

26 Geositio

Los Geositios representan una categoría ambiental reconocida a nivel internacional; denomina a “una localidad, área o territorio en la cual es posible definir un interés geológico-geomorfológico para la conservación” (Wimbledon, 1995). Incluye formas de particular importancia por la rareza o representatividad geológica, por su interés científico, su valor didáctico, su importancia paisajística y su interés histórico-cultural. (Martínez, 2008).

27 Área Protegida

Las áreas protegidas son esenciales para la conservación de la biodiversidad. Son la piedra angular de prácticamente todas las estrategias nacionales e internacionales de conservación, están destinadas a mantener ecosistemas naturales operativos, actuar como refugios para las especies y mantener procesos ecológicos incapaces de sobrevivir en los entornos terrestres y marítimos con un mayor nivel de intervención. Las áreas protegidas actúan como indicadores que nos permiten entender las interacciones humanas con el mundo natural (Dudley, 2008).

Un área protegida es “Un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado, mediante medios legales u otros tipos de medios eficaces para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza y de sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales asociados”. Para aplicar el sistema de categorías, el primer paso consiste en determinar si el espacio concreto cumple esta condición, y el segundo en decidir la categoría más adecuada. (Dudley, 2008)

Las características principales de paradigmas viejos y nuevos en un área protegida simplificado por Adrián Phillips (ex Presidente de la Comisión Mundial de Áreas Protegidas de la UICN), en 2003, se resumen en la Figura A (anexo).

28 Marco Legal e Institucional

2.8.1 Constitución Nacional Artículo 81 – Del Patrimonio Cultural

Se arbitrarán los medios necesarios para la conservación, el rescate y la restauración de los objetos, documentos y espacios de valor histórico, arqueológico, paleontológico, artístico o científico, así como de sus respectivos entornos físicos, que hacen parte del patrimonio cultural de la Nación.

El Estado definirá y registrará aquellos que se encuentren en el país y, en su caso, gestionará la recuperación de los que se hallen en el extranjero. Los organismos competentes se encargarán de la salvaguarda y del rescate de las diversas expresiones de la cultura oral y de la memoria colectiva de la Nación, cooperando con los particulares que persigan el mismo objetivo. Quedan prohibidos el uso inapropiado y el empleo desnaturalizante de dichos bienes, su destrucción, su alteración dolosa, la remoción de sus lugares originarios y su enajenación con fines de exportación.

2.8.2 Ley N° 946/82 – De Protección a los Bienes Culturales.

Artículo 5°.- Podrán ser declarados bienes culturales las lenguas indígenas, las composiciones literarias y musicales de valor histórico o artísticos, las tradiciones, costumbres o creencias populares, así como los estudios e investigaciones científicas sobre ellas.

Artículo 15°.- La protección se ejercerá sobre los bienes culturales, sean estos de propiedad del Estado, de las Municipalidades, de la Iglesia Católica, de otras Iglesias, de personas naturales, o de otras personas jurídicas, quienes conservarán sobre ellos sus derechos, sin más limitaciones que las contenidas en la Ley.

2.8.3 Ley N° 352 – de Áreas Silvestres Protegidas

Artículo 4°.- Se entiende por Área Silvestre Protegida toda porción del territorio nacional comprendido dentro de límites bien definidos, de características naturales o seminaturales, que se somete a un manejo de sus recursos para lograr objetivos que garanticen la conservación, defensa y mejoramiento del ambiente y de los recursos naturales involucrados. Las Áreas Silvestres Protegidas podrán estar bajo

dominio nacional, departamental, municipal o privado, en donde los usos a que puedan destinarse y las actividades que puedan realizarse deberán estar acordes con las disposiciones de la presente Ley y sus reglamentos independientemente al derecho de propiedad sobre las mismas.

Artículo 5º.- Se entiende por Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas (SINASIP), el conjunto de Áreas Silvestres Protegidas de relevancia ecológica y social, a nivel internacional, nacional y local, bajo un manejo ordenado y dirigido que permita cumplir con los objetivos y políticas de conservación establecidas por la Nación.

Artículo 6º.- Se entiende por Categoría de Manejo el nombre genérico que se asigna a cada una de las Áreas Silvestres Protegidas para clasificarlas según el tipo de gestión, manejo o administración que vayan a recibir para cumplir con una serie de objetivos generales dentro del sistema y específicos del área en cuestión. Cada categoría tiene su propia reglamentación y restricciones en cuanto al uso de sus recursos.

Artículo 16º. - Será objetivo permanente del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas la preservación ambiental de extensiones del territorio nacional que contengan muestras representativas de paisajes y de las diferentes regiones biogeográficas y ecológicas del país, con el fin de mantener la diversidad biológica, asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos, conservar el flujo y los materiales genéticos y restaurar sistemas degradados; también son objetivos principales:

a) El manejo de dichas áreas y de sus correspondientes zonas de amortiguamiento ajustado al criterio del desarrollo socio-económico sustentable;

b) La preservación y el manejo de las cuencas hidrográficas y de los humedales; el control de la erosión y la sedimentación;

c) La protección y el manejo de los recursos forestales, de la flora y la fauna silvestres;

d) La protección del patrimonio cultural, de sus soportes físicos, de sus accesos y de sus entornos, así como de las actividades que potencia el turismo ecológico en los sitios adecuados;

e) El estudio, la investigación y la divulgación ecológica, el desarrollo de tecnología apropiada y la educación ambiental; y,

f) La promoción y la incentivación del interés de la sociedad en la preservación y en el manejo de las Áreas Silvestres representativas del patrimonio ambiental del país.

29 Autoridad de Aplicación

Es como el organismo particular del Estado que aplica una determinada Ley y verifica (dentro de su competencia reglada y delegada) su cumplimiento. (Cerioni, 2014).

210 La SEAM (actual MADES) como Autoridad de Aplicación

La SEAM, es una entidad que tiene como función o propósitos la formulación de políticas, la coordinación, la supervisión, la ejecución de las acciones ambientales, los planes, programas y proyectos enmarcados en el Plan Nacional de Desarrollo, referentes a la preservación, la conservación, la recomposición y el manejo de los recursos naturales.

Además, se encarga del ordenamiento ecológico y del ambiente en general, propendiendo a un mejoramiento permanente de las condiciones de vida de los distintos sectores de la sociedad paraguaya para garantizar condiciones de crecimiento económico, equidad social y sustentabilidad ecológica a largo plazo.

En el Artículo 31 de la Ley N° 352/94 “de Áreas Silvestres Protegidas”, cita que la Autoridad de Aplicación asignará y reglamentará las Categorías de Manejo de las Áreas Silvestres Protegidas bajo dominio público y privado, para los efectos de la declaratoria legal. Se tendrá presente el objeto de la presente Ley y se atenderán a las recomendaciones de Convenios aprobados y ratificados por el Estado.

2.11 Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas (SINASIP)

El Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Paraguay (SINASIP) es el conjunto de Áreas Silvestres Protegidas de relevancia ecológica y social, a nivel internacional, nacional y local, bajo un manejo ordenado y dirigido que permite cumplir con los objetivos y políticas de conservación establecidos por el gobierno paraguayo, según el Artículo 5° de la Ley de Áreas Silvestres Protegidas.

La Ley N° 352/94 “De Áreas Silvestres Protegidas” tiene como objetivo fijar normas generales para la regulación y manejo del SINASIP.

2.12 Equivalencias de categorías de manejo

Se presenta una tabla de equivalencias entre las categorías de manejo de áreas protegidas del país y las seis categorías impulsadas por la UICN (Tabla 1).

Tabla 1. Equivalencia de Categorías de Manejo según la SINASIP

UICN	SINASIP	Definición de la Categoría	Características de la Categoría
Categoría I	Reserva Científica	Son aquellas áreas naturales con ecosistemas que contienen rasgos geomorfológicos destacados o representativos, como así mismo especies de fauna y flora, y que bajo protección integral y estricta son destinados a la investigación científica y el monitoreo ambiental	<ul style="list-style-type: none">• En lo posible no poseen ningún asentamiento humano o en todo caso el área se encuentra en proceso de despoblamiento.• La Investigación Científica será la única actividad permitida.• El inmueble sobre el que se asienta el área es propiedad pública.• La Administración es exclusiva de la Autoridad de Aplicación.
Categoría II	Parque Nacional	Son aquellas áreas naturales con ecosistemas que contienen rasgos	<ul style="list-style-type: none">• El uso público controlado, que incluye actividades de recreación, turismo e investigación científica.

		geomorfológicos destacados, como así mismo especies representativas de una región natural y que bajo protección son destinadas a la investigación, la educación y el turismo en la naturaleza.	<ul style="list-style-type: none"> • La realización de actividades tendientes al mantenimiento de Servicios Ambientales. • El inmueble sobre el que se asienta el área es de propiedad pública. • La Administración es exclusiva de la Autoridad de Aplicación. • Las poblaciones que se encuentran dentro, y hacen uso tradicional de los recursos del área a través de actividades consideradas sustentables.
Categoría III	Monumento Natural	Son aquellas áreas que contienen características o rasgos naturales o culturales únicos y de valor cultural destacado y que bajo protección son destinadas a la investigación científica y la recreación cuando las condiciones lo permitan.	<ul style="list-style-type: none"> • Permitir la realización de actividades tendientes a la conservación de aspectos paisajísticos específicos como Cataratas, Cavernas, Elementos extrazonales, Cráteres, Dunas, Especies de Flora y Fauna. • En lo posible no poseerán ningún tipo de asentamiento humano o en todo caso el área se encontrará en proceso de despoblamiento. • Se permitirá la investigación científica y las actividades de educación siempre y cuando el recurso protegido así lo permita. • El inmueble sobre el que se asienta el área es propiedad pública. • La utilización de la categoría es exclusiva de la Autoridad de Aplicación. • La Administración puede no ser exclusiva de la Autoridad de Aplicación, a

través de un co-manejo.

Categoría IV	Refugio de Vida Silvestre	Son aquellas áreas preferentemente naturales destinadas a la conservación de especies y ecosistemas a través del manejo activo.	<ul style="list-style-type: none">• Poseer intervención humana activa para el manejo de las especies y los hábitats incluidos en el área.• Debe contener poblaciones de especies de vida silvestre susceptibles de ser sometida a manejo.• El grado de alteración de los recursos debe ser mínimo. En los casos de ecosistemas o hábitats los mismos deben estar en el mejor estado de conservación posible.• Una mínima presencia de asentamientos humanos y cuyas actividades se encuadrarán en el Plan de Manejo respectivo.• La realización de actividades tendientes al mantenimiento de servicios ambientales, a la investigación científica y a la educación.• La administración del área puede ser ejercida por la Autoridad de Aplicación o por terceros, bajo fiscalización de la misma.
Categoría V	Paisajes Protegidos	Son aquellas áreas naturales destinadas a la protección de paisajes terrestres y la recreación.	<ul style="list-style-type: none">• La posesión de elementos naturales de importante belleza escénica.• La realización de actividades tendientes a la conservación de paisajes y la recreación.• Se permite la existencia de asentamientos humanos.• El grado de alteración de

Categoría VI	Reserva de Recursos Manejados	Son aquellas áreas que permitan conjugar el mantenimiento de la diversidad biológica con la utilización sostenible de los ecosistemas y sus componentes.	<p>los recursos paisajísticos protegidos debe ser mínimo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La realización de actividades tendientes al mantenimiento de servicios ambientales, de estilos de vida o formas productivas tradicionales y de turismo. • El o los inmuebles sobre los que se asienta el área pueden ser de propiedad privada o pública, incluyendo las de dominio público municipal. • La administración del área puede ser ejercida por la Autoridad de Aplicación o por terceros, bajo fiscalización de la misma. <ul style="list-style-type: none"> • Poseer como mínimo 50% de la superficie con mínimas alteraciones antrópicas, o en condiciones naturales. • Se permiten asentamientos humanos. La producción debe ser a través de sistemas ambientalmente compatibles, fomentando la producción sostenible. • La realización de actividades tendientes al mantenimiento de Servicios Ambientales. • El o los inmuebles sobre los que se asienta el área puede ser propiedad privada o pública, o de patrimonio de dominio público municipal. • La administración del área puede ser ejercida por la Autoridad de Aplicación o por terceros, bajo
--------------	-------------------------------	--	---

fiscalización de la misma.

Categoría Especial	Reserva Ecológica	Son aquellas áreas naturales que reúnen las características de una reserva científica o de un parque nacional, pero que por motivos diversos, como ser entre otros, el tamaño, la tenencia de la tierra, la forma y el grado de alteración no califican para ser incluidas dentro de las categorías citadas.	<ul style="list-style-type: none">• No persigue la producción, pero pueden realizarse ciertas actividades productivas en concordancia con las particularidades y características del área.• La realización de actividades tendientes al mantenimiento de Servicios Ambientales.• La realización de actividades tendientes a la restauración de ecosistemas.• Puede tener asentamientos humanos.• El o los inmuebles sobre los que se asienta el área puede ser propiedad privada, pública o de patrimonio de dominio público municipal.• La administración del área puede ser ejercida por la Autoridad de Aplicación o por terceros, bajo fiscalización de la misma.
Categoría Especial	Reserva Natural	Son aquellas áreas naturales que asentadas sobre inmuebles de propiedad privada cuentan con muestras de ecosistemas considerados de importancia para la conservación de la biodiversidad y que al mismo tiempo sean apropiados para	<ul style="list-style-type: none">• Su establecimiento se realiza a instancias e iniciativa de su propietario y su reconocimiento lo realiza la Autoridad de Aplicación.• La realización de actividades productivas en concordancia con las potencialidades de los recursos naturales del área.• La realización de actividades tendientes al mantenimiento de

		la realización de actividades de producción de manera sostenible.	<p>Servicios Ambientales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La realización de actividades tendientes a la restauración de ecosistemas. • La posibilidad de presencia de asentamientos humanos. • El inmueble sobre el que se asienta el área es propiedad privada, perteneciente a personas físicas o jurídicas.
Categoría Especial	Reserva de Biósfera	Son aquellas áreas que permitan construir una unidad de uso flexible y permitir la coexistencia armoniosa de diferentes modalidades de aprovechamiento y conservación, que incluyen otras categorías de manejo a su interior.	<ul style="list-style-type: none"> • El o los inmuebles sobre los que se asienta el área puede ser propiedad privada, pública o de patrimonio de dominio público municipal. • La producción debe realizarse a través de sistemas ambientalmente compatibles, fomentando la producción sustentable. • Poseer como mínimo 50% de la superficie con mínimas alteraciones antrópicas, o en condiciones naturales. • La administración del área será ejercida por la Autoridad de Aplicación. • La realización de actividades tendientes a la restauración.

Fuente: Extraído del Informe Nacional Áreas Silvestres Protegidas del Paraguay. 2007.

3 METODOLOGÍA

3.1 Características Generales del Área de Estudio

3.1.1 Localización

El Cerro Perõ se encuentra localizado en el Departamento de Guairá, en la Región Oriental de la República del Paraguay, Ciudad de Paso Yobái, Compañía San Isidro. El mismo se encuentra entre las coordenadas geográficas $25^{\circ}39.696' S$, $56^{\circ}6.475 W$. La ciudad de Paso Yobái limita con las ciudades al Norte el Distrito de Mauricio José Troche, y el quinto Departamento de Caaguazú, al Sur se encuentra el Sexto Departamento de Caazapá, al Oeste el Distrito de Colonia Independencia, Al Este el Departamento de Caazapá. Se encuentra a 211 km de la capital del país, y posee una superficie total de 640 km².

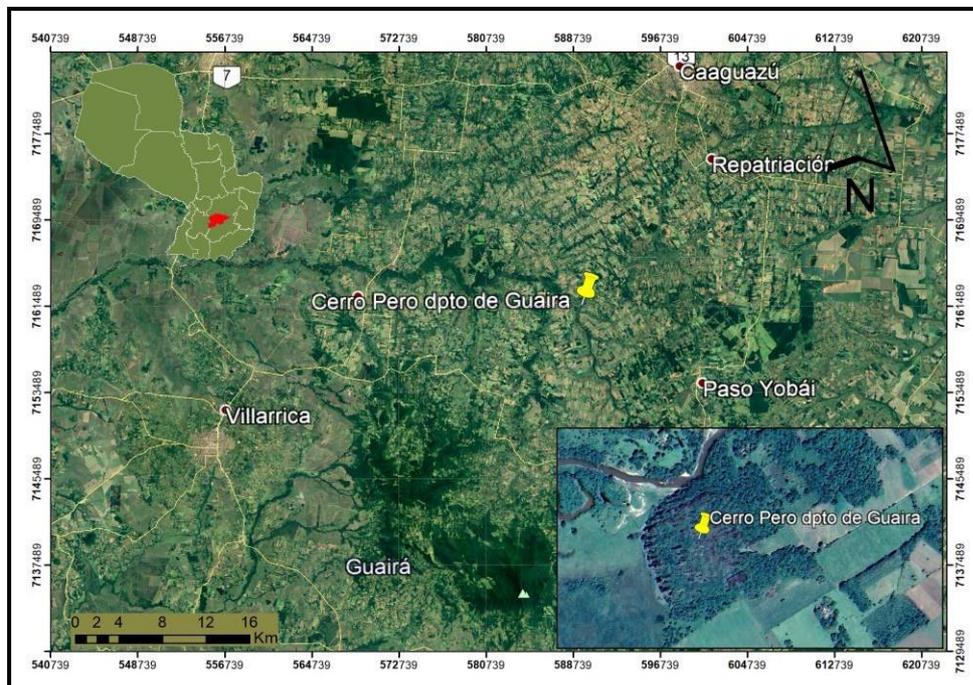


Figura 1. Mapa de delimitación del Cerro Perõ

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.2 Clima

La región tiene un clima subtropical húmedo, con abundantes precipitaciones a lo largo del año y cambios estacionales moderados de temperatura. La región tiene dos estaciones bien diferenciadas: verano, de octubre a marzo e invierno, de mayo a agosto. Durante el invierno, julio es el mes más frío, con temperaturas medias de unos 17° C. No hay variaciones significativas de norte a sur y el número de días bajo cero oscila entre tres y dieciséis. Sin embargo, ninguna parte de Paraneña está libre de la posibilidad de daños por heladas y daños a los cultivos. En el verano, de octubre a marzo, el promedio estacional es de unos 21° C y enero, el mes más caluroso, tiene una temperatura media de 27° C. Durante el día en el verano, las temperaturas que alcanzan los 38° C son bastante comunes. Las precipitaciones en la región están distribuidas de manera bastante uniforme. La menor precipitación se produce en agosto, de 2 a 10 cm, y los dos períodos de máxima precipitación son de marzo a mayo y de octubre a noviembre. La precipitación media anual es de 152 a 165 cm. (Cargill, 2008).

En la Figura 2 puede observar que las máximas medias de temperatura se presentan en enero, febrero y marzo entre 21° y 25° C y las mínimas medias en los meses de junio , julio entre 9° y 10° C; Los mm de precipitación media mensual máximos se dan en los meses de noviembre y diciembre entre 100 y 150 mm y los mínimos en el mes de julio, agosto entre 10 y 30 mm; La cantidad de días con lluvia se presenta en el mes de noviembre con una duración de 9 días y en el mes de abril y julio con 4 días de lluvias.

Las líneas roja y azul comprenden las máximas y mínimas media de temperatura en grados Celsius. Las barras comprenden los mm de precipitación media mensual. Los valores de la línea lila indican cantidad de días de lluvia / mes en promedio.

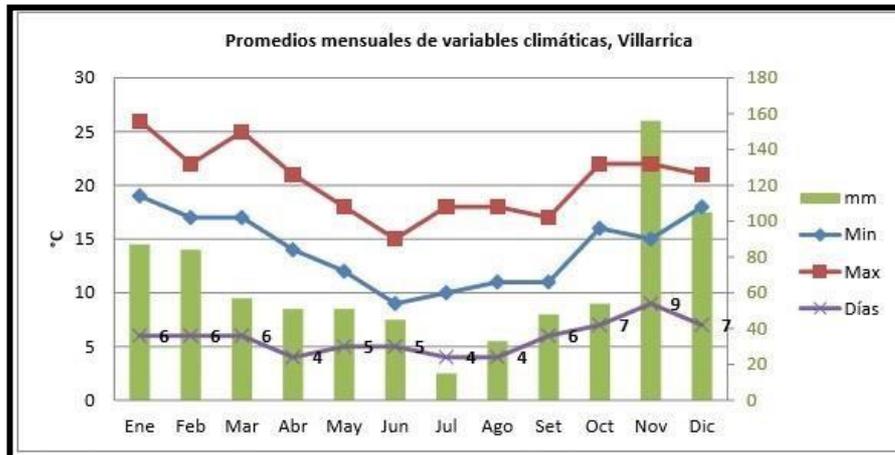


Figura 2. Parámetros climáticos en promedio para la ciudad de Villarrica, Guaira.

Fuente: <http://www.worldweatheronline.com/villarrica-weatheraverages/guaira/py.aspx>

Según CLIMATE-DATA.ORG El clima es cálido y templado en Paso Yobái. La precipitación en Paso Yobái es significativa, con precipitaciones incluso durante el mes más seco. De acuerdo con Köppen y Geiger clima se clasifica como Cfa. La temperatura media anual es 21.6 ° C en Paso Yobái. En un año, la precipitación media es 1563 mm.

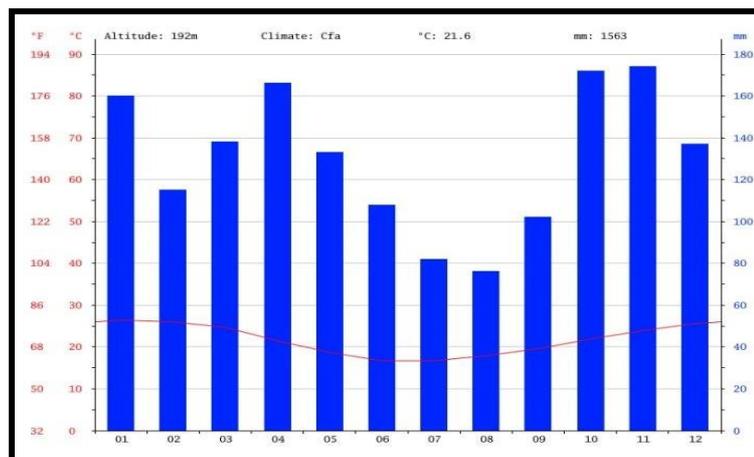


Figura 3. Climograma de la Ciudad de Paso Yobai

Fuente: CLIMATE-DARA.ORG.

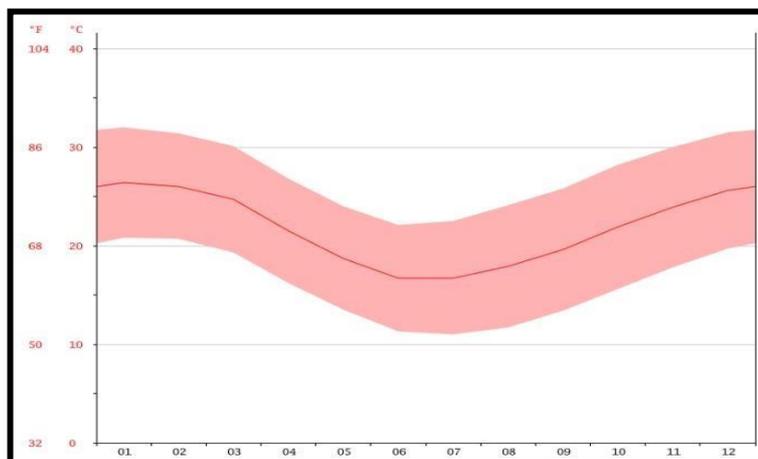


Figura 4. Diagrama de temperatura de Paso Yobai.

Fuente: CLIMATE-DARA.ORG.

3.1.3 Suelo

El paisaje del área de la Hoja Villarrica presenta principalmente tres aspectos distintivos: lomadas, llanuras y serranías (Gonzalez y Cubas, 2001).

Cada uno de ellos son suelos residuales y/o transportados, caracterizados principalmente por la presencia de sedimentos arenosos, arcillo arenosos y arcillosos, provenientes de unidades clásticas y/o intrusivas.

Las áreas típicamente de lomadas circundan la serranía y las planicies de inundación del Río Tebicuary-mí y tributarios, con alturas que oscilan entre 150 y 200 metros. Estas corresponden a los órdenes Ultisol y Alfisol (1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21 y 22; (Fig. 5 y Tabla 2) y se hallan representadas por suelos residuales con características texturales areno/arcillosas, el material proviene principalmente de areniscas y en menor proporción de basaltos, con relieves de pendientes que promedian los 0 a 8% y eventualmente alcanzan valores máximos de 15%. Presentan drenaje pobre a bueno y rocosidad nula.

Estos constituyen principalmente suelos residuales y aluviales provenientes de áreas positivas. Las llanuras con alturas menores que 150 metros sobre el nivel del mar constituyen áreas inundables del Río Tebicuary-mí y los arroyos ubicados al sur

de la hoja. Los suelos señalados con el número 10 del Orden Ultisol y 23 del Orden Alfisol (Fig. 5 y Tabla 2) presentan característica textural francosa fina, drenaje pobre a muy pobre y rocosidad nula. Los mismos corresponden esencialmente a suelos aluviales depositados en terrazas de inundación.

Los suelos numerados de 23 al 32 (Fig. 5 y Tabla 2) constituyen los suelos residuales, coluviales y/o aluviales del Orden Entisol, desarrollados encima o provenientes de los grandes espesores de areniscas y basaltos de la Serranía del Ybytyruzú.

Los suelos residuales presentan características texturales francosa gruesa y arcillosa muy fina, dependiendo del material de origen arenoso o basáltico al que corresponden. En áreas de suelos coluviales y aluviales la mezcla areno/arcillosa es común. El drenaje es bueno a excesivo y la rocosidad es característicamente moderada a fuerte. (Tabla 2) (Gonzalez y Cubas, 2001).

Tabla N°2 Características de los diferentes órdenes de suelos del área de la Hoja Villarrica.

N°	Orden	Gran Grupo	Sub Grupo	Sub División textural	Paisaje	Material de Origen	Relieve %	Drenaje	Rocosidad	
1	Ultisol	Palaudult	Rhodic	Francosa Fina	Lomada	Arenisca	0-8	Bueno	Nula	
2				Arcillosa Muy Fina		Basalto	0-3			
3				Francosa Fina		Arenisca	3-8			
4				Arcillosa Muy Fina		Basalto	8-15			
5			Arenic Rhodic	Arenosa	Arenisca	Llanura	Sed. Aluvial	0-3		Muy Pobre
6								3-15		Bueno
7			Rhodudult	Arcillosa Fina	Arenisca	Llanura	Sed. Aluvial	0-3		Bueno
8								3-8		Bueno
9			Palaudult	Typic	Francosa fina	Llanura	Sed. Aluvial	0-3		Muy Pobre
10								0-3		Muy Pobre
11	Alfisol	Palendalf	Mollic	Francosa Gruesa	Llanura	Arenisca	3-15	Bueno	Nula	
12							3-8			Bueno
13			Arenic	Arenosa	Llanura	Sed. Aluvial	0-3	Pobre		
14							8-15	Pobre		
15			Aquic	Francosa Fina	Llanura	Sed. Aluvial	0-3	Bueno		
16							3-15	Bueno		
17			Mollic	Francosa Gruesa	Llanura	Sed. Aluvial	0-8	Bueno		
18							0-3	Bueno		
19			Rhodic	Francosa Gruesa	Llanura	Sed. Aluvial	8-15	Pobre		
20							8-15	Pobre		
21	Arenic	Francosa Gruesa	Llanura	Sed. Aluvial	0-3	Bueno				
22					0-3	Bueno				
23	Aquic	Francosa Fina	Llanura	Sed. Aluvial	0-3	Bueno	Fuerte			
24	Entisol	Udorthent	Lithic	Francosa Gruesa/Arc. Muy fina	Serrania	Arenisca	8-15	Bueno	Fuerte	
25						Basalto	>15	Bueno	Moderada	
26						Basalto	8-15	Excesivo	Fuerte	
27						Arenisca/Basalto	>15	Bueno	Moderada	
28			Francosa Gruesa	Llanura	Arenisca	Serrania	0-15	Bueno	Fuerte	
29							8-15	Bueno	Moderada	
30							0-15	Bueno	Moderada	
31							8-15	Bueno	Moderada	
32	Llanura	Llanura	Llanura	Llanura	Sed. Aluvial	3-8	Bueno	Moderada		

Fuente: Hoja Villarrica (2001). Modificado

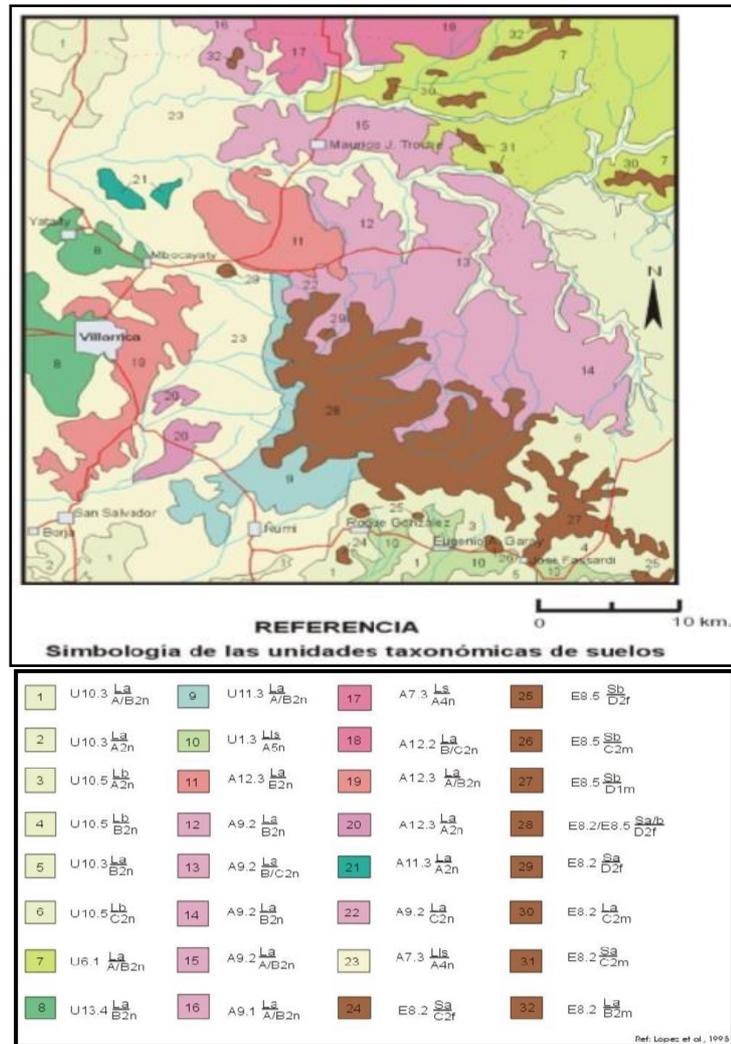


Figura 5. Mapa taxonómico de suelos de la Hoja Villarrica
Fuente: Hoja Villarrica (2001).

3.1.4 Vegetación

La vegetación en la Región Oriental del Paraguay se caracteriza por la presencia de formaciones vegetales íntimamente ligadas a la morfología, los suelos y el clima.

En el área de la Hoja Villarrica la morfología accidentada, los diferentes tipos de suelos provenientes de una gran diversidad de rocas y sumados a los microclimas reinantes son los componentes esenciales para la proliferación de una u otra especie de vegetal.

De esta manera las planicies onduladas asociadas a suelos provenientes de

rocas arenosas altamente friables desarrollan bosques sub-húmedos, no muy densos y con especies propias. Mientras que hacia la cima de la serranía se encuentran suelos lateríticos provenientes de la alteración de basaltos, este substrato constituye un hábitat especial para el desarrollo de bosques húmedos y densos.

Debido a la alta deforestación de los bosques, actualmente se encuentran preservados únicamente restos de la vegetación arbórea primitiva. Estos se hallan principalmente restringidos a áreas de difícil acceso, márgenes de los arroyos y especialmente en las orillas del Río Tebicuary-mí.

En el paisaje de planicies onduladas se desarrollan principalmente una gran variedad de gramíneas y palmeras. Las gramíneas pueden ser pastizales naturales o cultivados para alimentación animal. La extensión actual de los palmares es reducida, pero avanzan rápidamente debido a la degradación de los suelos.

Otro contraste en el paisaje son los humedales y las áreas temporalmente inundadas por la crecida del Río Tebicuary-mí y sus afluentes, las mismas desarrollan vegetación acuática-palustre en periodos de inundaciones y pastizales en periodos de sequías (González Núñez & Cubas Villalba, 2001).

Flora

La vegetación de la zona de estudio está constituida básicamente por bosques, los cuales pueden diferenciarse cuando se realiza el análisis de composición florística. En estos, predominan las especies forestales importantes. Los bosques altos de la zona presentan gran cantidad de especies Apocynacea, Meliaceae, Lauraceae, Myrtaceae entre otras y pocas especies de esta familia, concordando con las observaciones de que en Paraguay la aparición de especies Leguminosae indica la secundarización de los bosques, básicamente debido a que estas especies necesitan mayor cantidad de luz, hecho que solo ocurre cuando se ralea el bosque alto. (Spichiger & al, 1995).

En esta zona de estudio, las especies de Compositae corresponden a las que tienen como hábitat a los bosques o que son de tipo ruderal, producto en su mayor

parte de la acción antropogénica.

Se encontraron 91 especies de lianas y enredaderas, donde predominan las especies de las familias, Sapindaceae con 16 especies, Leguminosae con 15 especies, Bignoniaceae con 14 especies, principalmente aquellas de tipo heliofila, que indica la apertura de estos bosques.

La vegetación de la zona sufre un proceso de antropización que se demuestra por la secundarización paulatina de los bosques, que puede medirse por el aumento de especies heliófitas, la desaparición de las especies maderables de bosques altos, el aumento de especies de la Familia Leguminosae y la paulatina sustitución de las especies por las consideradas como pioneras.

La importancia de la composición florística de la zona, se encontraron 89 especies arbóreas, lo que demuestra que es un bosque primario importante, y el número de especies identificadas, hace que el sitio de estudio pueda considerarse, por las autoridades correspondientes, como posible objeto de conservación bajo alguna categoría. (Soria, Degen, Basualdo, Ortiz, & Zardini, 2006)

Fauna

Invertebrados

Dreshsel & Kochalka (2016) mencionan 37 familias de invertebrados, con 114 géneros y 111 especies identificadas, totalizando 193 especies entre determinadas y no determinadas. Entre estas se destaca la mariposa nocturna (*Esphingidae*) exclusiva de los cerros de la región *Manduca fosteri*. También se identificaron 20 especies de valor comercial.

La cordillera del Ybyturu se conecta al este con la Cordillera de Caaguazú y al sur con la de San Rafael, ambas son muy similares en cuanto a invertebrados, con especies endémicas de la Región como son las de Mecóptera, orden de insecto muy raro en Paraguay, al igual que los crustáceos de la familia *Aeglidae*, cuyo único género

Aegla es considerada fauna relictada del Pleistoceno, (J. Kochalka com. pers.). Otros coleópteros considerados raros que fueron colectados corresponden a la familia *Cerambycidae*, con dos géneros: *Callipogon* sp., de la cual no se tenía registros en el Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay antes de la EER (Evaluación Ecológica Rápida), y *Odontocera nigriclavis*, que sólo habita los árboles de incienso, los cuales ya son escasos en el Ybytyruzú.

Herpetofauna (anfibios y reptiles)

Airaldi y Carosini (2010) identificaron 27 especies de anuros (sapos y ranas) registrando dos especies amenazadas: *Melanophryniscus devincenzii*, especie amenazada a nivel mundial y nueva cita para Paraguay, y la especie *Hypsiboas curupi* amenazada a nivel nacional. Otras nuevas citas para la Reserva Ybytyruzú son: *Rhinella ornata*, *Dendropsophus minutus*, *Leptodactylus mystacinus*, *Leptodactylus ocellatus*, *Odontophrynus americanus*, *Phyllomedusa azurea*, *Physalaemus cuvieri*.

En la Evaluación Ecológica Rápida también se identificaron 5 especies de reptiles, pertenecientes a cuatro familias. Se destacan como especies importantes: *Bothrops jararacussu*, figura en el Libro de Especies Amenazadas de Paraguay y también los lugareños la consideran en peligro y es perseguida por considerarse una amenaza por ser una serpiente venenosa de temor. *Bothrops alternatus*, *Ophiodes intermedius*, *Hydrodynastes gigas*, y *Epicrates cenchria* las dos últimas citadas en CITES II (The Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora).

Ornitofauna (Aves)

La EER de Alter Vida y los estudios previos de Guyra-Paraguay arrojan para la Reserva de Ybytyruzú 254 especies agrupadas en 47 familias y 16 órdenes. De las 86 especies que figuran en el libro de especies amenazadas, 12 están registradas en la reserva. También se identificaron 49 especies endémicas del Bosque Atlántico de las 82 documentadas para Paraguay. De las 130 especies migratorias citadas para Paraguay, 12 se registraron en la Reserva.

El área ha sido reconocida como una de las 54 “Áreas importantes para la

Conservación de las Aves del Paraguay” (IBA por sus siglas internacionales) por los siguientes criterios: A1: presencia de especies amenazadas, A2: sitio representativo para especies amenazadas y endémicas, y A3: endemismo ecorregional. Las especies que califican estos criterios son el jaku apetí o yacutinga (*Pipile jacutinga*), y el guyra póng o pájaro campana (*Procnias nudicollis*), y es el único sitio con registro moderno de una especie de semillero de tacuarales de bosque húmedo: el corbatita oliváceo (*Sporophila frontalis*). Se destaca el alto endemismo de aves del Bosque Atlántico en el área (Cartes et al. 2008).

Entre las especies de valor comercial se encuentran *Ardea alba*, *Nycticorax nycticorax*, *Amazonetta brasiliensis*, *Vanellus chilensis*, *Jacana jacana*, *Patagioenas picazuro*, *Zenaida auriculata*, *Aratinga nenday*, *Amazona aestiva*, *Cyanocorax chrysops*, *Paroaria coronata*, todas son estimadas como animales de compañía, además la *Amazonetta brasiliensis*, *Patagioenas picazuro*, *Zenaida auriculata*, son utilizadas para consumo humano como complemento proteico.

Mastofauna (Mamíferos)

Durante los trabajos de EER (Alter Vida 2002) se identificaron 8 especies de mamíferos: se observaron tatu poju (*Euphractus sexinctus*), tatu hu (*Dasyopus novemcinctus*), aguara pope (*Procyon cancrivorus*), kure’i (*Pecari tajacu*), y akuti sayju (*Dasyprocta azarae*). En entrevistas con los lugareños estos aseguran que todavía se pueden observar venados (*Mazama spp.*), kaguare (*Tamandua tetradactyla*), ka’i (*Sapajus apella*), y akuti pak (*Cuniculus paca*). También en Itá Azul al sur de la Reserva los pobladores aseguran haber visto huellas de *Panthera onca* y *Coendou spp.*

La revisión bibliográfica revela unas 23 especies citadas para el área. El status de conservación de las especies más importantes es el siguiente:

Mborevi (*Tapirus terrestris*), considerado bajo la categoría “Vulnerable” a nivel internacional por la Lista Roja de la UICN (Unión Mundial para la Naturaleza). También está incluido en el Apéndice II de CITES.

Jaguarete (*Panthera onca*), CITES I su comercio está prohibido, es

considerado casi amenazado por UICN, Vulnerable según Resolución SEAM 524/2006 que establece el listado de Flora y Fauna Amenazada del Paraguay, N1 de CDC (Centro de Datos para la Conservación) peligro crítico a nivel nacional. Considerado “Casi Amenazado” por la lista roja de UICN.

Onza (*Leopardus pardalis*) con status 1 de CDC, y listado en el Libro de Especies Amenazadas también es perseguido en la Reserva, Alter Vida (2002).

Kaguare (*Tamandua tetradactyla*), es de Preocupación menor para IUCN/ N3 CDC son perseguidos por el hombre por algún factor.

Ka'i (*Cebus apella*), CITES II su comercio está regulado/ N3 CDC. Son perseguidos por el hombre por algún factor, como ser ataque a cultivos o para mascotas.

Aguara pope (*Procyon cancrivorus*), N3 CDC se considera amenazado porque son perseguidos por el hombre por algún factor.

Kure'i (*Pecari tajacu*), CITES II su comercio está regulado. Es de Preocupación menor para IUCN N3 CDC son raros o perseguidos por el hombre por algún factor.

Akutipak (*Cuniculus paca*), es de preocupación menor para IUCN/N3 CDC. Son especies muy asociadas a los bosques húmedos ribereños, y muy perseguidos por el hombre por su carne.

Estos criterios son indicativos del status de conservación de los mismos a nivel nacional e internacional. Sin embargo, localmente estas especies están sufriendo una fuerte presión antrópica, por el avance de los asentamientos humanos, el alto grado de cacería, y la fuerte degradación del bosque, por lo que su situación se vuelva cada vez más crítica. Por ese motivo es importante considerar las siguientes especies como posiblemente extintas localmente: Jaguarete, Tapir, Kure'i, y Venados.

3.1.5 Geología Regional

La primera mención de la presencia de rocas de edad Pérmica en Paraguay Oriental ha sido hecha por Beder (1923) al definir fósiles en la ciudad de Villarrica.

Posteriormente Harrington (1950) describió en las inmediaciones de la misma ciudad una alternancia de areniscas y arcillitas denominándolas Serie Independencia del Pérmico Superior. Eckel (1959) correlacionó esta misma unidad sedimentaria con formaciones brasileñas, como sedimentación de la misma cuenca.

Posteriormente Putzer, 1962 mencionó los vegetales fósiles, sugiriendo la misma edad antes mencionada para estas rocas. Herbst, 1972 describió Lycopsidae arborescentes en la Serie Independencia de Harrington.

Trabajos realizados por The Anschutz Co. (1981) propuso la subdivisión del Grupo Independencia en cuatro formaciones (San Miguel, Tacuary, Tapytá y Cabacué), identificadas y mapeadas en un área, al sur de la Hoja Villarrica escala 1:100.000 (2001). El Proyecto PAR 83/005 (1986) adoptó las denominaciones de las dos primeras formaciones San Miguel y Tacuary, como únicos integrantes del grupo.

Como parte del programa de exploración de uranio realizado por la empresa The Anschutz Co, en Hutchinson (1979) caracterizó las rocas del área de la Hoja Coronel Oviedo y Villarrica como una secuencia Permocarbonífera, diferenciado en ella dos unidades, la inferior San Miguel y la superior Tacuary, basado principalmente en sus características ambientales de depositación.

Thornburg et al, (1992) analizó paleoambientalmente la Formación San Miguel, correlacionando pozos del área centro-oeste de la Región Oriental con el pozo Mallorquín -1 ubicado al este del mismo.

En el área de la Hoja Geológica Villarrica son identificadas dos formaciones como componentes del Grupo Independencia: Formación San Miguel como unidad inferior y Formación Tacuary como superior. La exposición de estas unidades en la zona está particularmente caracterizada por la tectónica del área, ya que la secuencia Permocarbonífera al norte del Río Tebicuary-mí presenta un comportamiento normal

y continuo al borde sur de la Hoja Coronel Oviedo, en contraste al área sur del mismo río, donde el comportamiento deposicional es direccionado e introducido más al oeste por la estructuración insipiente de la etapa embrionaria del Rift de Asunción.

La Formación San Miguel en la Hoja Villarrica es una unidad compuesta principalmente de arcillitas, siltitas y areniscas intercaladas. La misma se restringe al extremo noroeste de la hoja y es identificada en pozos perforados más al este. Esta formación presenta contacto inferior con la Formación Coronel Oviedo y superior con la Formación Tacuary. El contacto inferior es definido tomando como base la falta significativa de dropstones en la Formación San Miguel, con respecto al contenido de los mismos en la Formación Coronel Oviedo, debido a que la ausencia de dropstones indica depositación bajo condiciones post.glaciales. El contacto superior con la Formación Tacuary es definido a su vez en la transición entre el intervalo dominado por areniscas y el intervalo dominado por arcillitas y siltitas.

La ausencia de afloramientos de las sedimentitas de la Formación San Miguel impide la descripción de las mismas, pudiendo únicamente diferenciarse en descripciones de los pozos 291 T1 y 291 T4, como una sucesión de arcillitas hasta areniscas de granulometría media (The Anschutz Co., 1978/19982). En los mismos se describen entre 100 y 110 m de sedimentos depositados en tramo regresivo, grano y estrato creciente de arcillitas, siltitas y areniscas.

En las partes más bajas de este conjunto, los estratos presentan espesores máximos de 60 centímetros, en contraste con estratos de alrededor de 5 metros, en el techo del conjunto.

La Formación Tacuary se caracteriza por la predominancia de sedimentos de granulometría fina a muy fina, su contacto inferior con la Formación San Miguel representa la transición entre las litofacies con dominio arenoso a las litofacies con dominio arcilloso con presencia de estratos de caliza oolítica (Thornburg et al., 1992) y troncos de maderas silicificadas, característicos en la Formación Tacuary y raros o ausentes en la Formación San Miguel.

La unidad sedimentaria de la Formación Tacuary es caracterizada además por

una secuencia alternada, de areniscas finas, siltitas y arcillitas de variados colores.

Los estratos arenosos se distinguen por su color amarillo claro a marrón rojizo, con espesores comúnmente entre 10 centímetros a 1 metro las capas arcillosas presentan espesores entre 1 cm a 1m, y se hallan intercalando a las capas arenosas. Este conjunto presenta formato plano paralelo y en parte sigmoidal.

En el contexto general los estratos arenosos con estratificación decreciente, en sus tramos inferiores, en contacto con las rocas de la unidad subyacente, haciéndose subordinadas a las espesas capas arcillosas, en la etapa de máxima inundación del tramo transgresivo principal. Al contrario, en el tramo regresivo los estratos arenosos son estrato creciente, intercaladas con pequeños espesores arcillosos, o están ausentes en el techo de la unidad. Esta unidad sedimentaria está representada por los dos litotipos siguientes: areniscas cuarzosas; areniscas, siltitas y arcillitas.

3.1.6 Tectónica

En el Paraguay Oriental pueden ser considerados principalmente cinco eventos tectónicos, de diferentes magnitudes y direcciones preferenciales, reactivadas a través del tiempo geológico (Gonzalez y Cubas, 2001).

Ramos, 1988, defiende una hipótesis fundamentada en que el magmatismo, el metamorfismo y la estructuración de cuencas son resultados de la aglomeración de bloques cratónicos, durante tiempos geológicos antiguos, reactivadas posteriormente.

A partir del Carbonífero Inferior un levantamiento regional por compresión, atribuido a la orogénesis Eohercyniana (López Gamundi & Rosello, 1993), como efecto del colado de los terrenos patagónicos en el margen sureste de Gondwana (Ramos, 1998) sería el causante del largo hiatus en la sedimentación de la Cuenca del Paraná.

Este hiatus es evidenciado por la discordancia entre las secuencias Ordovícica/Silúrica/Devónica con la Permocarbonífera, reanudándose la sedimentación a partir del Carbonífero Superior. En el área central de la Hoja Villarrica, la presencia de estructuras negativas condiciona una pronunciada entrada de

la sedimentación paleozoica superior en dirección este-oeste, marcando la fase embrionaria del Rift de Asunción.

Las características tectónicas y geológicas de la Cuenca del Paraná en Paraguay Oriental, pueden ser definidas por cuatro grandes secuencias de sedimentación, abortadas por ciclos tectónicos, algunos de ellos acompañados con magmatismo. Estos ciclos tectónicos condicionan la sedimentación en la cuenca. Tres de estas unidades sedimentarias se desarrollan en el Paleozoico y la cuarta en el Mesozoico.

La tercera secuencia corresponde a la Carbonífera/Pérmica se deposita con características ambientales muy variadas, inicialmente bajo condiciones glaciares y periglaciares, transgresivas y finalmente regresivas, depositando una sucesión clástica de sedimentos en facies ambientales continentales, transicionales y marinos rasos. Esta tercera secuencia de sedimentación es abortada por la tectónica del Ciclo Sudatlántico, a partir del Triásico, por efecto de la apertura del Atlántico Sur.

Actualizaciones más recientes el autor Milani, (1997) subdivide en seis supersecuencias la Cuenca del Paraná.

Estas unidades, descritas a continuación, definen el marco estratigráfico de la cuenca y son separadas por importantes hiatos deposicionales, causados por eventos erosivos. (Milani, 1997)

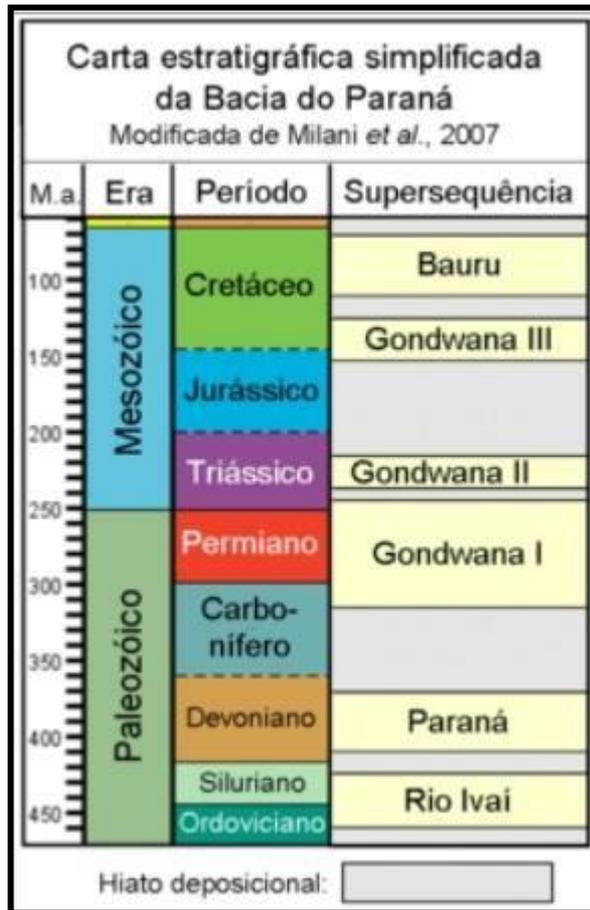


Figura 6. Columna estratigráfica simplificada de la Cuenca del Paraná (M.a.: millones de años).

Fuente: Milani (2007).

Según lo observado en la columna se puede decir que el área de estudio corresponde a la Supersecuencia Gondwana I: Depositada desde el Carbonífero superior al Triásico inferior, posee dos características importantes:

Su porción basal es un registro sorprendente de la gran glaciación gondwánica, cuyo pico ocurrió en el Mississippiano (Carbonífero inferior), conocida como Glaciación Karoo. La desglaciación, del Westfaliano (Carbonífero superior) hasta el Pérmico inferior, generó extensos depósitos glaciales. Estos depósitos están constituidos principalmente por arenisca, diamictitos, conglomerados y rocas arcillosas y se ubican en el Grupo Itararé. Son comunes facies típicas de ambiente glacial, como por ejemplo las varvas. Así mismo debido a la fuerte acción del hielo, el

Grupo Itararé es rico en arenisca, especialmente en la porción centro-norte de la cuenca, donde radica hasta el 80% de la columna sedimentaria. (Milani, 1997)

El declive de las condiciones glaciales, en el Pérmico medio, posibilitó la aparición de la flora de *Glossopteris*, en la Formación Río Bonito, y de los extensos depósitos de carbones que son extraídos tanto en América del Sur como en África del Sur. (Milani, 1997)

Seguido a esto ocurre una transgresión marina y la deposición de esquistos, siltitos y areniscas depositadas en el ambiente de la plataforma marina baja de la Formación Palermo. Ya en el Pérmico superior, se encuentra la Formación Irati, representada por esquistos bituminosos y calizas, depositados en un ambiente marino restringido. La Formación Irati también es una potencial generadora de petróleo y es mundialmente famosa por contener fósiles de los reptiles *Mesosaurus brasiliensis* y *Stereosternum tumidum*, que permitió la correlación de la misma con la Formación Whitehill, de la Cuenca Karoo en África del Sur, sosteniendo así la hipótesis de la deriva continental. El techo de esta secuencia marca el fin de la fase marina de la Cuenca, también con la deposición de la Formación Sierra Alta y el inicio de la continentalización de la misma, con la deposición de las formaciones Teresina, Río del Rastro y Sanga del Cabral. (Milani, 1997)

La dirección preferencial de las diaclasas del cerro es de en sentido aproximadamente Este – Oeste.

3.1.7 Hidrología e Hidrogeología

El Río Tebicuary-mí es el elemento hidrográfico más importante de la región, constituyendo el principal receptor de las aguas que drenan la serranía y las planicies circundantes. El cauce principal del río ocupa la porción meridional de la hoja y recorre la misma en sentido este-oeste, colectando aguas de los numerosos arroyos tales como el Aguapety, Guazú, Atadero, Capií, Amambay, Cachí, San Gervancio, Librada y Tacuara. Otros cursos de agua que drenan al oeste también desembocan en el Río Tebicuary-mí, fuera de los límites de la hoja y son los arroyos Yhacá Guazú, Pirapo-

mi, Bola Cuá, Perulo y Bobo. (González Núñez & Cubas Villalba, 2001).

Todos los acuíferos existentes en el área del proyecto están recargados localmente.

Esto se produce especialmente a través de las precipitaciones pluviales y en ciertos lugares, como por ejemplo en las áreas próximas del río Tebicuary-mí por medio del agua infiltrada de esos cauces.

El agua ingresa al sistema por infiltración y dependiendo del tipo de litología se infiltra al subsuelo con diferente velocidad, hasta alcanzar el sector saturado del acuífero. (Pasig, Rojas, & Geyh, 2002).

Acuífero Independencia- Acuífero del Periodo Pérmico (Pi). El Grupo Independencia que se compone de un conjunto de formaciones geológicas, es predominantemente arenoso, de granulometría fina a gruesa, pero alternando con secuencias de areniscas y siltitas. En la superficie abarca un área de 13.768 km², y el resto se encuentra bajo el extenso acuífero Misiones. Los caudales medios están en el orden de 10 m³ /h y el caudal específico medio es de 0.5 m³/h/m. La calidad química del agua es buena (ONU, 1986).

Acuífero Independencia, corresponde a un conjunto de formaciones geológicas del período Pérmico, integradas por sedimentos arenosos con intercalación de materiales finos (siltitas).

Las formaciones aflorantes abarcan una superficie de alrededor de 9200 km² y representan un acuífero muy importante dentro del área de estudio. La interconexión con el acuífero Guaraní (formación Misiones) y que se encuentra sobreyaciendo al mismo en gran parte de las cuencas de estudio, es una de las causas por la cual debe tomarse muy en cuenta su potencialidad como reservorio de agua potable.

Por estimaciones se puede decir que en formaciones de 10% de porosidad efectiva (como aquellas correspondientes a las areniscas del Grupo Independencia), un acuífero ubicado a aproximadamente 120 metros de profundidad tiene una tasa de renovación de agua subterránea de alrededor de 12.000 mm cada 20.000 años, o lo que es lo mismo 0,6 mm por año (Pasig, Rojas, & Geyh, 2002).

3.1.8 Geomorfología

El Cerro Perõ con una altura de 192 msnm presenta una morfología de meseta, se trata de una elevación que presenta una cima plana, con acantilados abruptos. (Fig 18).

El concepto de Cerro Testigo o Inselberg, vocablo de origen alemán que designa una geoforma prominente, representada por un relieve residual aislado, de altura decámetrica o hectométrica, de flancos empinados y desnudos, situada en las regiones que no ha sido reducida por los procesos degradatorios que condujeron a la elaboración de las pediplanicies o pediplanos vecinos. (Camels & Carballo, 1992)

Para este trabajo, Inselberg o Cerro Testigo es la denominación más adecuada para el Cerro Perõ según lo antedicho.

32 Materiales

Para el presente trabajo de investigación fueron utilizadas herramientas informáticas como Google Earth, Sistema de Información Geográfica (SIG) para la construcción de los mapas que se encuentran en este trabajo, también materiales cartográficos como la carta de la Hoja Villarrica Escala 1:100.000 (Gonzalez y Cubas, 2001).

En la etapa de campo se utilizaron materiales como GPS (Global Positioning System), brújula tipo brunton, libreta de campo, martillo geológico, lupa de mano de 60 X, bolsas para muestras y cámara fotográfica.

33 Métodos

Según el método de investigación fue de modalidad combinada ya que se recopiló información sobre al objeto de estudio y la temática a desarrollar y, posteriormente, comparó con la información obtenida mediante el contacto con el ambiente, dónde este objeto o temática se desarrolló, la cual también se procesó y analizó.

El tratamiento de la información es transcriptiva ya que se citó o hizo referencia a definiciones o aportes de otros autores para respaldar opiniones.

El enfoque fue cualitativo, ya que proporcionó una descripción del problema estudiado y no hay manipulación ni estimulación con respecto a la realidad (Tamayo y Tamayo, 1999). Ya que se analizó puntos de vista, emociones, experiencias, entre otros aspectos no cuantificables.

Según el objetivo de la investigación es de carácter exploratorio ya que se examinó un fenómeno u objeto poco estudiado o desconocido.

El método que se utilizó en la investigación fue el de observación, ya que para Sampieri (2006) la observación no se limita al sentido de la vista, implica todos los sentidos, tiene como propósito describir comunidades, contextos o ambientes, y las actividades desarrolladas en éstos.

Para realizar el análisis e interpretación de los resultados, se tuvieron en cuenta los hallazgos en el campo y fueron relacionados con el problema de investigación y el marco teórico con el fin de evaluar minuciosamente e interpretar los hallazgos más relevantes de la investigación.

La realización constó de varias etapas;

3.3.1 Trabajo de Campo

En la etapa de campo, se obtuvieron muestras de mano con sus respectivas coordenadas, para luego poder hacer un análisis, también se tomaron fotografías de la

zona de estudio y entorno. Se tomaron medidas de rumbo y buzamiento para luego procesar los datos obtenidos.

3.3.2 Trabajo de Gabinete.

En esta etapa se procedió a la recopilación de todos los datos obtenidos de trabajos realizados anteriormente para tener las características físicas y biológicas, especialmente la información geológica de la zona; sustentado en el Marco Legal de Áreas Protegidas del país y de otros conceptos de autores internacionales.

Para la ubicación de la zona se utilizó la hoja geológica Villarrica de escala 1:100.000 (2001).

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

4.1.1 Geología (descripción de mano)

En la siguiente Figura 7 se observa una arenisca cuarzosa de grano muy fino de coloración amarillenta con intercalaciones de color rosado. Matriz arcillosa, clasto soportado. Moderadamente cementada. Hierro en estado de hidrólisis, limonítico.

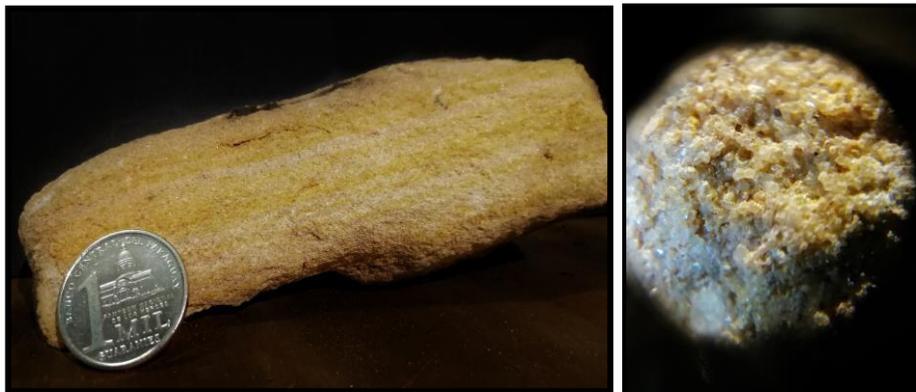


Figura 7. Muestra de arenisca muy fina en la cima del Cerro.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 8 se puede observar una arenisca fina, bien cementada y seleccionada. Escasa matriz, de coloración rosada y en parte marrón oscuro. Se observan feldespatos alterados.



Figura 8. Muestra de arenisca fina.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 9 se aprecia una arenisca cuarzosa fina, bien seleccionada intercalada, mal graduada en una matriz arcillosa. En parte de color amarillo a amarillo claro. Bien cementada.



Figura 9. Muestra de arenisca cuarzosa fina.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 10 una arenisca cuarzosa fina, bien seleccionada. Presenta silicificación parcialmente. De coloración rosa pálido. Parte media del Cerro con coordenadas S 25.66067 °, W 56.10888°.



Figura 10. Muestra de arenisca cuarzosa fina. Parte media del Cerro.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 11 se ve una arenisca friable de coloración amarillenta de grano medio; redondeada a subredondeada. Granos bien seleccionados, poco cementada.



Figura 11. Muestra de arenisca friable

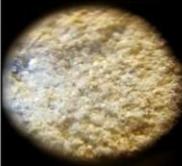
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 12 se observa una arenisca mal seleccionada de grano medio, clastos soportados. Presencia de minerales ferromagnesianos, parcialmente silicificada. Coloración rosa pálido. Muestra tomada de la base del Cerro, presenta diaclasa con dirección S 85° E y coordenadas 25.66048 ° W 056.10889°.



Figura 12. Muestra de arenisca mal seleccionada de grano medio. Base del Cerro.
Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 3. Descripción litológica con aumento de 60x del Cerro Peró.

Litología del Cerro Peró		
	Cima superior >180	Arenisca cuarzosa de grano muy fino de coloración amarillenta con intercalaciones de color rosado. Matriz arcillosa, clasto soportado. Moderadamente cementada. Hierro en estado de hidrólisis, limonítico
	Cima inferior 140-180	Arenisca fina, bien cementada y seleccionada. Escasa matriz, de coloración rosada y en parte marrón oscuro. Se observan feldespatos alterados.
	Medio superior 80-140 mts aprox	Arenisca cuarzosa fina, bien seleccionada intercalada, mal graduada en una matriz arcillosa. En parte de color amarillo a amarillo claro. Bien cementada
	Medio inferior 40-80 mts aprox	Arenisca cuarzosa fina, bien seleccionada. Presenta silicificación parcialmente. De coloración rosa pálido.
	Base superior 20-40 mts aprox	Arenisca friable de coloración amarillenta de grano medio; redondeada a subredondeada. Granos bien seleccionados, poco cementada.
	Base inferior primeros 20 mts aprox	Arenisca mal seleccionada de grano medio, clastos soportados. Presencia de minerales ferromagnesianos, parcialmente silicificada. Coloración rosa pálido.

Fuente: Elaboración propia

4.1.2 Estructuras sedimentarias identificadas en el Cerro Peró

Las estructuras sedimentarias son ordenamientos de los componentes de las rocas, producidos por las fuerzas que intervinieron en su formación o que actuaron sobre ellas posteriormente. Entre los factores físicos más importantes que producen estructuras sedimentarias figuran las condiciones hidrodinámicas del agua que depositó el sedimento. Las estructuras sedimentarias varían enormemente en tamaño, desde kilómetros en algunos estratos hasta décimas de milímetros en láminas y poros. (Iriondo, 2007).

Las superficies de las rocas pueden estar afectadas por meteorización diferencial y esta puede dar lugar al desarrollo de distintos tipos de microformas. Todas ellas pueden encontrarse en un mismo afloramiento rocoso. Martini (1978) citado por Gutiérrez (2008)

4.1.2.1 Grietas de desecación

Grietas y Polígonos de desecación: Características producidas por la humedad (ensanchamiento) y el secado (contracción) (Goudie, 2014).

En la Figura 13 se observan grietas de desecación en la cima del Cerro.



Figura 13. Grietas de desecación en la cima del Cerro Peró.

Fuente: Fotografía Propia.

4.1.2.2 Grietas de desecación



Figura 14. Grietas de desecación

Fuente: Fotografía Propia.

4.1.2.3 Estratificación entrecruzada

En la siguiente Figura 9, se puede observar una estratificación entrecruzada con ángulos bajos, el superior presenta dirección S 85° W con una inclinación de 11° y la parte inferior S 83°E con inclinación de 10°.

La estratificación (*bedding, stratification*) se utiliza para expresar tanto la disposición de las rocas en capas sucesivas (estratos) (*layers, beds*) como un cierto tipo de estructura interna que presentan, tales como capas cruzadas, estratificación gradada, etc. En un sentido muy amplio, la estratificación implica la superposición de rocas de cualquier naturaleza en la corteza terrestre. Aquí, sin embargo, sólo nos fijaremos en la estratificación de las rocas sedimentarias (Mendes, 1984).

La estratificación entrecruzada es una propiedad común y muy conocida de muchos sedimentos granulares. Dado que es un rasgo útil para determinar la dirección

de las corrientes, y puesto que sirve también para determinar el techo y la base de los estratos verticales o volcados (Pettijhon, 1976).

Hay dos tipos de estructuras internas, a saber: la estratificación entrecruzada y la gradada. Estas estructuras son muy características de los bancos de areniscas, también pueden producirse en los sedimentos clásticos tanto gruesos como finos. Bailey (1930). Ha notado que estas estructuras son más o menos mutuamente exclusivas y, con toda probabilidad, signos evidentes de dos facies contrastadas de deposición (Pettijhon, 1976).

La estratificación cruzada (cross-stratification, cross-bedding) es, el tipo de estratificación (laminación) en la que las láminas de cada estrato están dispuestas paralelamente entre sí, formando, sin embargo, un ángulo variable con los planos de estratificación. Es una estructura propia de sedimentos arenosos de todo tipo (Mendes, 1984).



Figura 15. Estratificación Cruzada en la Base del Cerro Peró.

Fuente: Fotografía Propia.

4.1.2.4 Tafoni

En la Figura 16 se puede observar una Geoforma denominada como "Tafoni" en la base del Cerro Peró.

Geoforma hueca, de aspecto groseramente esférico, de varios decímetros, situada sobre las paredes de rocas coherentes; consisten en alvéolos originados por meteorización química y termoclastismo en regiones secas o en algunos litorales ricos en brumas (Camels & Carballo, 1992).



Figura 16. Tafoni en la base del Cerro Peró.

Fuente: Fotografía Propia

4.1.3 Mapa Taxonómico de Suelo del Cerro Peró.

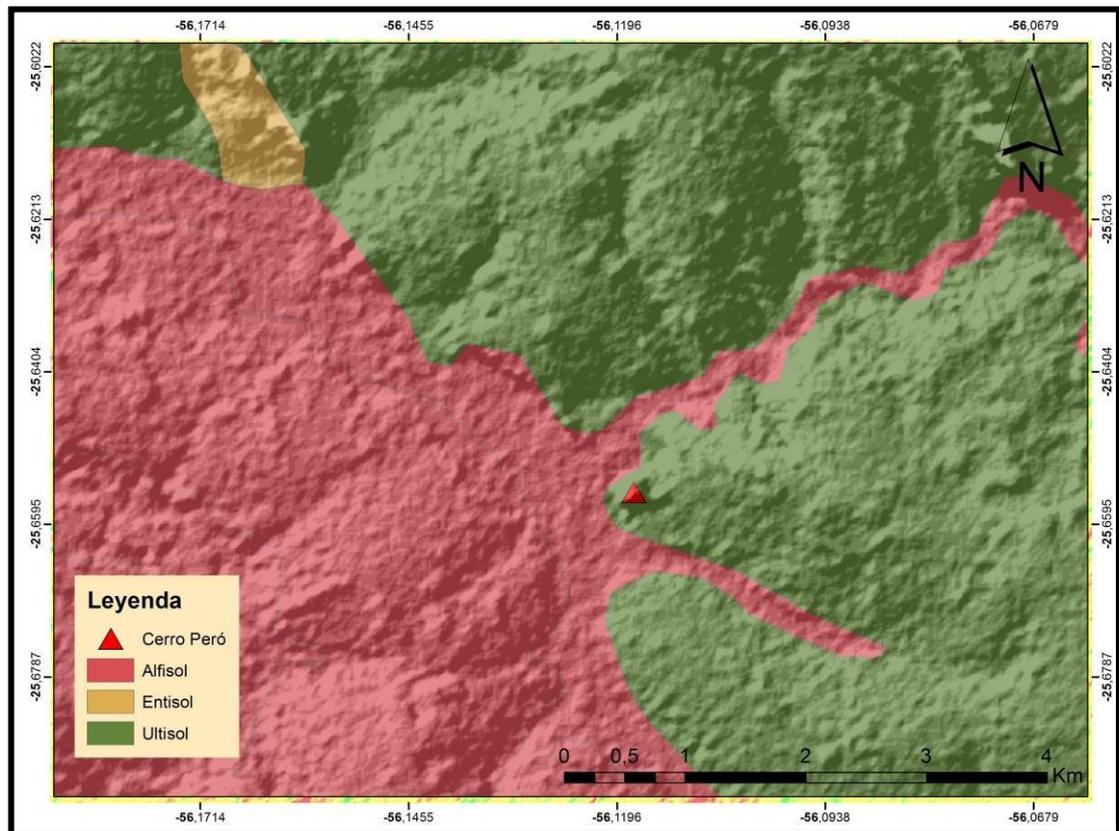


Figura 17. Mapa Taxonómico de Suelo del Cerro Peró

Fuente: Elaboración Propia

El Cerro Peró presenta dos tipos de suelo, principalmente Ultisol y de forma secundaria Alfisol.

Ultisol es la presencia del horizonte argílico o kándico con bajo porcentaje de saturación en bases de calcio, magnesio, potasio y sodio. Generalmente se forman en climas húmedos y en regiones donde la precipitación supera a la evapotranspiración en algunas estaciones del año. (SEAM, 1995)

Esta condición climática hace que el agua se mueva gravitacionalmente en el suelo y arrastre las arcillas y los cationes hacia los horizontes inferiores. De ahí que los horizontes inferiores pueden presentar un enriquecimiento con arcilla translocadas, y los agregados y los poros revestirse con películas de las mismas. Las bases son absorbidas por las raíces de las plantas y recicladas a la superficie del suelo mediante el aporte de materia orgánica. Es por eso que la saturación de bases decrece con la

profundidad del suelo. (SEAM, 1995)

Los Ultisoles se encuentran desarrollados sobre una variedad de materiales rocosos, tales como areniscas, basaltos granito y sedimento de estas rocas. Se encontraron también en diferentes paisajes, como llanuras, lomadas y serranías, y con cobertura vegetal de bosques, sabanas y praderas. (SEAM, 1995)

Los Alfisoles no tienen superficialmente un horizonte de acumulación de materia orgánica, no presentan grietas anchas y profundas, no tienen un epipedón mólico y no son arcillosos en superficie. Son suelos minerales que tampoco presentan un horizonte subsuperficial óxico. La mayoría de los Alfisoles localizados en un ambiente de buen drenaje tienen naturalmente una cobertura vegetal boscosa, y aquellos que presentan un drenaje moderado a deficiente están cubiertos de pastos, bosques en islas. (SEAM, 1995)

4.1.4 Mapa de Elevación y Corte Topográfico del Cerro Peró

En el mapa de elevación se puede observar que el Cerro Peró presenta una cota de 170 metros sobre el nivel del mar aproximadamente (Figura 18).

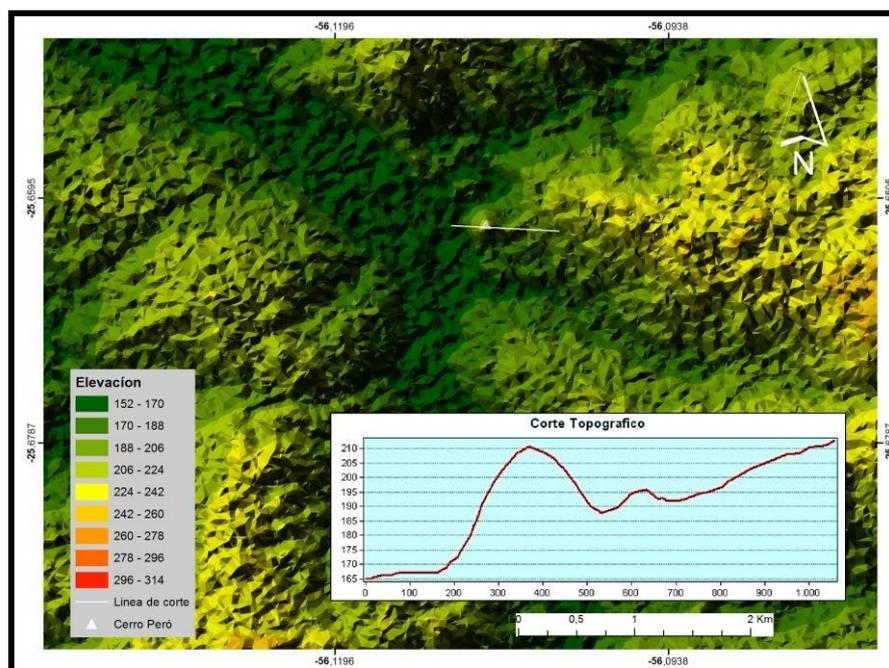


Figura 18. Mapa de Elevación y Corte Topográfico del Cerro Peró

Fuente: Elaboración Propia

4.1.5 Delimitación de áreas que rodean al Cerro Peró.

En la Figura 19 se puede observar la delimitación de las compañías que se encuentran rodeando al Cerro Peró y la cantidad de viviendas que hay en cada compañía aproximadamente. Los barrios más cercanos son: Planchada con un total de 159 viviendas, San Roque con un total de entre 60-104 viviendas. Esta delimitación fue realizada con la herramienta de SIG (Sistema De Información Geográfica).

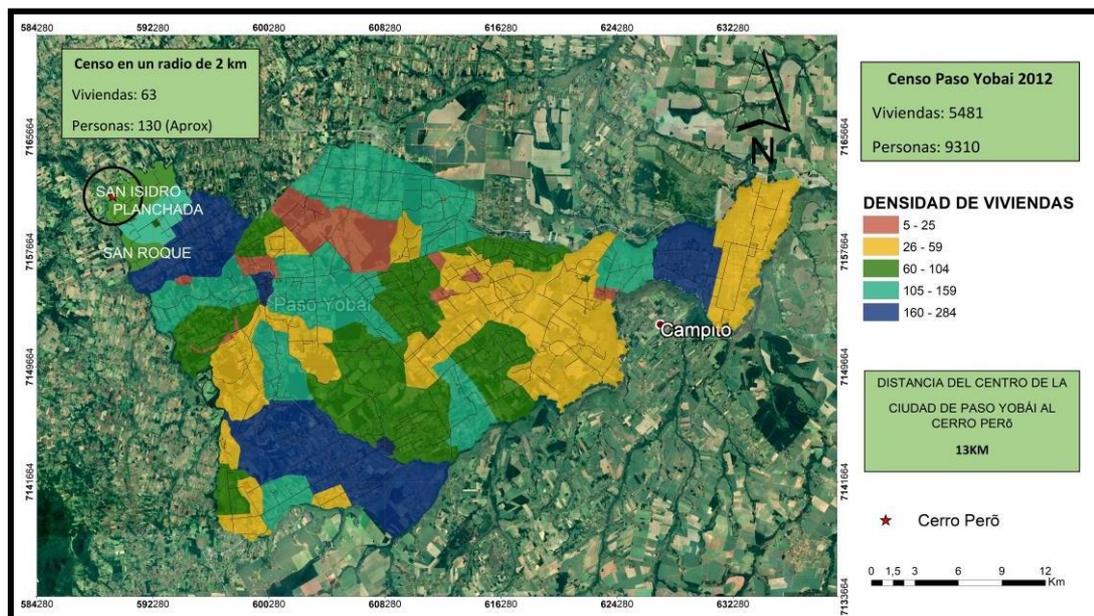


Figura 19. Mapa de Censo ciudad de Paso Yobái 2012

Fuente: Elaboración Propia

4.1.6 Mapa Geológico del área de estudio.

En la Figura 20 se puede observar el mapa geológico de la zona estudiada, específicamente el Cerro Peró, con todos los antecedentes recolectados anteriormente y con lo visto en el campo se puede decir que corresponde al Grupo Independencia de la Formación San Miguel.

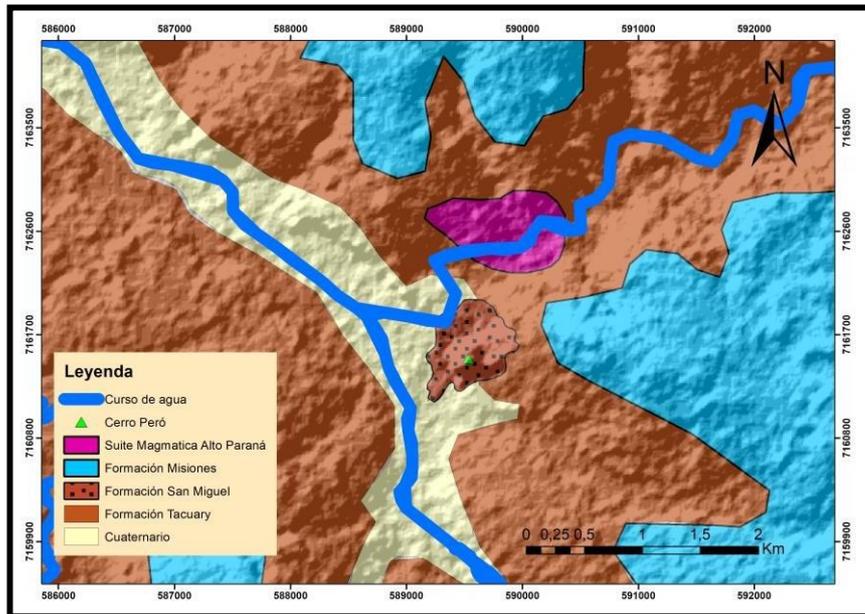


Figura 20. Mapa Geológico del área del Cerro Peró

Fuente: Fotografía Propia.

4.1.7 Tabla 4. Fragilidad de los Recursos Naturales. Matriz de Leopold.

En la tabla 4 se puede observar que hay mayor impacto negativo que positivo en cuanto a la fragilidad de los recursos por lo que a continuación se propone un Plan de Acción que pueda mitigar.

Causas	Efectos							
	vegetación	Fauna	Suelo	Hidrología	Hidrogeología	Población	Socioeconómica	Aire
Flujo de vehículos			N					N
Fuentes de trabajo						P	P	
Generación de impuestos							P	
Generación de residuos orgánicos			N	N	N			
Generación de residuos inorgánicos	N	N	N	N				
Concurrencia de personas	N	N	N	N				
Agricultura	N	N	N	N		P	P	
Infraestructura	N		N					

Referencias: Impacto positivo: P; Impacto negativo: N

Fuente: Elaboración Propia

4.1.8 Propuesta de Plan de Acción para la protección del área a ser implementada.

Se presenta a continuación un Plan de acción de las Medidas de Mitigación recomendadas para lograr una correcta protección del área a ser implementada:

MIT 1-Control de Excavaciones, Remoción de Suelo y de Cobertura Vegetal.

MIT 2-Control de Emisiones Gaseosas, Material Particulado, Ruidos y Vibraciones.

MIT 3-Control de la Correcta Gestión de los Residuos tipo Sólido Urbano y Peligrosos.

MIT 4-Control del Acopio y Utilización de Materiales e Insumos.

MIT 5-Control de Vehículos, Equipos y Maquinaria Pesada.

MIT 6 - Realizar cursos de capacitación antes de la construcción.

MIT 7 - Restauración de las funciones ecológicas, y protección de flora y fauna silvestre.

4.2 Discusión

Teniendo en cuenta el análisis de los recursos físicos y biológicos se puede decir que es un área con viabilidad turística por lo que se debe proteger ya que esto con el tiempo se puede ir degradando. Por las características que presenta en cuanto a fauna, flora, estructuras geológicas, suelo, geomorfología, paleontología que no se ha encontrado fósiles en el Cerro Perõ, pero presenta las condiciones como para encontrarse según los datos anteriores.

Geológicamente hablando el Cerro Perõ pertenece al Grupo Independencia de la Formación San Miguel, según las descripciones hechas la litología son areniscas que se presentan en forma masivas, de ambiente fluvial teniendo en cuenta las características como grietas de desecación en forma de polígonos que son producidas

en areniscas con escasas matriz dónde debido a las variaciones de temperatura por dilatación y contracción se van agrietando, estratificación cruzada de bajo ángulo. Dónde su depositación son de canal luego de planicie de inundación lo que refleja una secuencia estrato-decreciente que va de areniscas medias a muy finas.

Por lo que los resultados obtenidos en este trabajo demuestran que esto podría tener una considerable modificación de los recursos ecológicos, ya sea de la biodiversidad como de la geodiversidad, se necesita intervención del Estado a través de la Autoridad de Aplicación que corresponda, esto se lograría por medio de la proposición de la Categoría de Manejo utilizada por la SEAM (actual MADES), correspondiente a “Reserva Natural”, el Cerro Perõ cumple con tales condiciones estipuladas, ya que posee elementos naturales de importante belleza escénica apropiados para la realización de actividades de producción de manera sostenible, actividades productivas en concordancia con las potencialidades de los recursos naturales del área.

En cuanto a la fragilidad de los recursos se pudo determinar que hay más impactos negativos que positivos por lo que su protección es de suma relevancia.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

En esta investigación se identificó los recursos físicos, biológicos y en especial el geológico tal cual se expuso en las bibliografías y en la discusión. Estos recursos por la belleza escénica que presentan se sugiere su preservación y protección del Cerro Perõ en la categoría de “Reserva Natural” por las condiciones tanto abióticas como bióticas. Esta implementación es sugerida para esta categoría a la Dirección de Manejo de Áreas Silvestres Protegidas de la SINASIP, organismo que depende del MADES.

El Cerro Perõ sería un geositio, que teniendo un potencial turístico que acrecentaría la actividad socio-económica del área además se consideraría la importancia para la conservación de la geodiversidad que al mismo tiempo sean apropiados para la realización de actividades de producción de manera sostenible.

Se postula que la génesis del Cerro Perõ está ligada a eventos del Carbonífero Inferior donde hubo un levantamiento regional por compresión, atribuido a la orogénesis Eohercyniana; en consecuencia, sería el causante del largo hiatus en la sedimentación de la Cuenca del Paraná y posterior erosión que dejaron como resultado los Cerros Testigos o Inselbergs por lo que se explica su morfología de meseta característica con pendientes abruptas. Este Cerro se encuentra dentro del Grupo Independencia de la Formación San Miguel, son areniscas masivas de grano medio a muy fino, lo que indica secuencias grano-decrecientes en un ambiente fluvial principalmente.

En cuanto a la flora del área se encontraron 89 especies arbóreas, lo que demuestra que es un bosque primario importante según la bibliografía mencionada.

5.2 Recomendaciones

El área de estudio representa un lugar con potencial desde el punto de vista científico y turístico. En cuanto a como un geositio se deberá mejorar la infraestructura por lo que en los resultados se sugirió un Plan de Acción inmediato, y desde lo científico es un gran aporte ya que no se conoce el lugar con las informaciones pertinentes lo que permite seguir ampliando en distintas áreas a futuro ya sea de geología u otras ramas afines.

ANEXOS

A. Manera de gestión de las áreas protegidas. Modificado del Informe Nacional Áreas Silvestres Protegidas del Paraguay. 2007.

TEMA	Cómo era: las áreas protegidas eran...	Como es: las áreas protegidas son...
Objetivos	<p>Destinadas a la conservación</p> <p>Establecidas principalmente para proteger vida silvestre y bellezas escénicas espectaculares.</p> <p>Manejadas principalmente para visitantes y turistas.</p> <p>Valoradas como áreas naturales silvestres.</p> <p>Para protección.</p>	<p>Manejadas también con objetivos sociales y económicos, junto con los de conservación.</p> <p>Establecidas por razones científicas, económicas y culturales.</p> <p>Turismo como medio de contribuir a la economía local.</p> <p>Valoradas por la importancia cultural de los que se conoce como áreas en "estado silvestre".</p> <p>Aplicadas para restauración, rehabilitación.</p>
Gobierno	Administradas por el gobierno central	Gestionada por muchos socios
Población local	<p>Planificadas y gestionadas contra la población local.</p> <p>Gestionadas sin considerar las opiniones locales.</p>	Gestionadas con o para la población local, en algunos casos por la misma población. Es decir, la población local ya no es vista como receptora pasiva de las políticas de áreas silvestres protegidas sino como socia activa.
Contexto mayor	<p>Desarrolladas en forma aislada</p> <p>Manejadas como "islas".</p>	<p>Planificadas como parte de sistemas nacionales, regionales, e internacionales.</p> <p>Desarrolladas como redes (núcleos protegidos estrictamente, amortiguados y conectadas por corredores de conservación.</p>
Percepciones	<p>Consideradas principalmente como un bien nacional.</p> <p>Consideradas solo de interés nacional.</p>	<p>Consideradas también como un bien de la comunidad local.</p> <p>Consideradas también como de interés internacional.</p>
Técnicas de gestión	<p>Gestionadas de forma reactiva dentro de la escala de tiempo limitada.</p> <p>Gestionadas de manera tecnocrática</p>	<p>Gestionadas de manera adaptativa y con una perspectiva de largo plazo, considerando la gestión como un proceso de aprendizaje.</p> <p>Gestionadas con sensibilidad pública</p>
Capacidad de gestión	<p>Gestionadas por científicos y expertos en recursos naturales.</p> <p>Dirigidas por expertos.</p>	<p>Gestionadas por personal con capacidades múltiples.</p> <p>Gestionadas tomando en consideración los conocimientos locales.</p>
Finanzas	Pagada por los contribuyentes	Financiadas mediante una gran variedad de medios y fuentes.

B. Fotografías del Área de Estudio
B.1. Acceso al Cerro Peró



B.2. Vista frontal del Cerro Perõ



B.3. Vista del Río Tebicuary-mí desde la cima del Cerro Peró



B.4. Areniscas masivas.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEDER, R. (1923). Sobre un hallazgo de fósiles pérmicos en Villarrica. Boletín de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, Vol.27, 9-11.
- CALMELS, A. & CARBALLO, C. 1992. Glosario geomorfología. Universidad Nacional de la Pampa Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Santa Rosa. República Argentina.
- CARCAVILLA, L.; LÓPEZ, J; DURÁN, J.J. 2007. Patrimonio Geológico y Geodiversidad: Investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid. ES. 360p.
- CARGILL, D. (2008). NI 43-101 Technical Report On Paso Yobai Project, Departament Guairá, Paraguay. Toronto, Canadá.
- CELABE GAONA, R. (2018). Geoturismo en el Cerro Yagaron, Ciudad de Yagaron, Departamento de Paraguarí. San Lorenzo: Universidad Nacional de Asunción.
- CLIMA DE PASO YOBÁI. Disponible en: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/paraguay/guaira/paso-yobai-879614/>
- DUDLEY, N. (2008). Directrices para la aplicación de las categorías de gestión de áreas protegidas. Gland, Suiza: Editor.
- ECKEL, B., E. 1959. Geology and Mineral Resources of Paraguay. A Reconnaissance. U.S. Geol. Surv. Prof. Paper; 327 – 110p.
- FERREIRA, N.; BRILHA, J.; DIAS, G.; CASTRO, P.; ALVES, M. & PEREIRA, D. (2003) “Patrimônio geológico do Parque Natural do Douro Internacional (NE de Portugal): caracterização de locais de interesse geológico”. Lisboa, 40-42p.
- F. J. PETTIJHON. (1976). Rocas Sedimentarias. Trad. por Dr. JUAN TURNER 3^a ed Editorial Universitaria de Buenos Aires.
- GADEA, M; BENÍTEZ, P. 2018. Geoturismo en el Paraguay: Estado Actual. Boletín

- del Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay. Vol. 22. 5-21p.
- GUTIERREZ, M.; 2008. Geomorfología. 1° ed. Ed. Pearson Educación. Madrid. 920p.
- GONZÁLEZ NÚÑEZ, M. E., & CUBAS VILLALBA, N. (2001). Mapa Geológico de la República del Paraguay. Hoja Villarrica 5669, Texto Explicativo. San Lorenzo.
- GONZÁLEZ, M., BARTEL, W. (1999). Mapa Geológico de la República del Paraguay Escala 1:100.000: Hoja Coronel Oviedo 5670. MOPC-BGR. Texto Explicativo Asunción Paraguay.
- GOUDIE, A. (2014). Alphabetical glossary of Geomorphology. International Association of Geomorphologists. v.1.
- GUZMÁN, A; FERNÁNDEZ, G. 2016. Geoconservación, Geoturismo y Espeleoturismo: Análisis de dos Sistemas Cavernarios en Argentina. Pesquisas em Turismo e Paisagens Cársticas (BR), 9(1): 83-93p.
- HARRINGTON, H. J. 1950. Geología del Paraguay Oriental. Buenos Aires.
- HENAO, A., & OSORIO, J. (2012). Propuesta Metodológica para la Identificación y Clasificación del Patrimonio Geológico como Herramienta de Conservación y Valoración Ambiental. Congreso Latinoamericano de Prevención de Riesgos y Medio Ambiente, (pág. 2). Santiago Chile.
- IRIONDO, M. H. (2007). Introducción a la Geología. Córdoba, Argentina: Editorial Brujas.
- ITAIPU BINACIONAL. 2016. Plan de Manejo de la Reserva de Recursos Manejados Ybytyruzú 2016 – 2026. Tomo 1. Proyecto Paraguay Biodiversidad. Itaipú Binacional/SEAM/MAG. Asunción. 125P.
- MANOSSO, F. 2012. Potencial del Geoturismo y la Geodiversidad en la Serra do Cadeado, Paraná, Brasil. Estudios y Perspectivas en Turismo. (BR). 322 – 338p

- GONZÁLEZ NÚÑEZ, M. E. (2000). Estratigrafia do Grupo Independencia na Área da Folha Coronel Oviedo, República do Paraguai. Dissertação de Mestrado, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Geologia, Rio Janeiro.
- MARTÍNEZ, O. (2008). Patrimonio geológico. Identificación, valoración y gestión de sitios de interés geológico, 239.
- MENDES, J. C. (1984). Elementos de Estratigrafia. São Paulo: Universidade de São Paulo.
- MILANI, Y. J. (1997). Evolución tectono-estratigráfica de la Cuenca del Paraná y su relación con la geodinâmica fanerozóica del Gondwana Sul-Occidental. 2 vol. II. Tesis (Doctorado) – Universidad Federal de Rio Grande do Sul, Curso de Posgraduación en Geociencias, Porto Alegre.
- ONU. (1986). Memoria del Mapa Hidrogeológico de la República del Paraguay, escala 1: 1,000,000. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Proyecto Par 83/005. Asunción.
- PAR83/005.1986. Mapa Geológico de la República del Paraguay. Escala 1:1.000.000. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Ministerio de Defensa Nacional. Asunción, Paraguay.
- PASIG, R., ROJAS, C., & GEYH, M. (2002). Estudios Hidrogeológicos en áreas Marginales del Acuífero Guaraní, En el Sector de la República del Paraguay. Groundwater and Human Development, 589-593.
- PUTZER, H 1962. Die geologie Von Paraguay. Biert. Reg. Geol. Erde, Bd. 2, 183 p., Berlín.
- RAMOS, A. G., & FERNÁNDEZ, G. (2016). Geoconservación, Geoturismo y Espeleoturismo: Análisis. Pesquisas em Turismo e Paisagens Cársticas, 83-93.
- SEAM. (1995). Estudio de reconocimiento de suelos, capacidad de uso de la tierra y propuesta de Ordenamiento Territorial preliminar de la Región Priental del Paraguay (Vol. 1). Proyecto de Racionalización del uso de la tierra (Préstamo No. 3445-PA). Asunción, Paraguay.

- SEAM (Actual MADES). CMAP (Comisión Mundial de Áreas Silvestres Protegidas. UICN (Unión Mundial para la Naturaleza). Informe Nacional Áreas Silvestres Protegidas del Paraguay. 2007. Paraguay. 84 p.
- SORIA, N., DEGEN, R., BASUALDO, I., ORTIZ, M., & ZARDINI, E. (2006). Catálogo de la flora Vascular de Cordillera de Ybyturuzú, Dpto. de Guairá, Paraguay. Rojasiana, 151-152.
- VERA TORRES, J. (1994). Estratigrafía Principios y Métodos. Rueda, S. L., Madrid: Rueda.