

Universidad de la República

TRABAJO FINAL

Licenciatura en Geología

Facultad de Ciencias

**Evaluación de Metodologías para el Inventario de
Geositios del Geoparque Mundial UNESCO Grutas del
Palacio**



Autor: Bach. Daniel Picchi

Tutor: Prof.Adj. Dr. César Goso

Montevideo, Uruguay - 2018

Contenido Capítulos

RESUMEN

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVOS

- 1.1.1. Objetivo general
- 1.1.2. Objetivos específicos
- 1.2. Justificación y antecedentes
- 1.3. Marco conceptual

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

- 2.1. Materiales
- 2.2. Metodología
 - 2.2.1. Trabajos de gabinete
 - 2.2.2. Trabajos de campo
 - 2.2.3. Trabajos de laboratorio
- 2.3. Método Delphi
- 2.4. Modelos de Inventarios
 - 2.4.1 Propuesta metodológica de García et al. (2016)
 - 2.4.2 Propuesta metodológica de Medina (2015)
 - 2.4.3 Metodología de inventario (IGME): Lugares de Interés Geológico IELIG (2014)

CAPÍTULO 3. Contexto geológico regional

- 3.1. Cinturón Arroyo Grande
 - 3.1.1. Secuencia Detrítica
 - 3.1.2. Secuencia Volcánica
- 3.2. Complejo Marincho
- 3.3. Faja Florida
- 3.4. Unidad Ojosmín
- 3.5. Haz de Diques Básicos del Terreno Piedra Alta.

3.6. Formación Mercedes

3.6.1. Geosuelo del Palacio

3.7. Formación Libertad

3.8. Formación Dolores

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

4.1. Geositio Paso de Lugo

4.1.1 Ubicación geográfica del geositio

4.1.2 Características geomorfológicas del entorno del geositio

4.1.3 Red hidrográfica en el entorno del geositio

4.1.4 Geología descriptiva del área

4.1.4.1 Descripción de las unidades

4.1.4.1.2 a) Cuarcitas miloníticas

4.1.4.1.3 b) Granodioritas

4.1.4.1.4 c) Diques máficos

4.1.4.1.5 d) Litologías de la Formación Mercedes

4.1.4.1.6 e) Reciente y actual

4.1.5 Carta geológica del entorno del Geositio Paso de Lugo (en Anexo)

4.2.1 Inventario de geositio y evaluación metodológica

4.2.1.1. Propuesta de García et al. (2017)

4.2.1.2. Propuesta de Medina (2015)

4.2.1.3 Propuesta del IELIG (2014)

4.2. Geositio Grutas del Palacio

4.2.1 Ubicación geográfica del geositio

4.2.2 Características geomorfológicas del entorno del geositio

4.2.3 Red Hidrográfica en el entorno del geositio

4.2.4 Geología descriptiva del área

4.2.4.1 Descripción de las unidades

4.2.4.1.1 a) Intrusiones Graníticas

4.2.4.1.2 b) Conglomerados

4.2.4.1.3 b) Areniscas blancas y silcretes

4.2.4.1.4 c) Areniscas ferrificadas del Geosuelo del Palacio

4.2.5 Descripción de testigos de perforación

4.2.6 Carta geológica del entorno del Geositio Grutas del Palacio (en Anexo)

4.3.1 Inventario del Geositio Grutas del Palacio

4.3.1.2 Propuesta de García et. al (2017)

4.3.1.2 Propuesta de Medina (2015)

4.3.1.3 Propuesta del IELIG (2014)

4.3 Geositio Cerros Ojosmin

4.3.1 Ubicación geográfica del geositio

4.3.2 Características geomorfológicas del entorno del geositio

4.3.3 Red hidrográfica en el entorno del geositio

4.3.4 Geología descriptiva del área

4.3.4.1 Descripción de las unidades

4.3.4.1.1 Intrusiones graníticas

4.3.4.1.2 Anfibolita

4.3.4.1.3 Litología cuarzo-feldespático (granitoide deformado?)

4.3.4.1.4 Granitoide gris

4.3.4.1.5 Metasedimentos (Metachert)

4.3.4.1.6 Granitoide de grano fino

4.3.4.1.7 Roca acida de Cerros Ojosmin

4.3.4.1.8 Diques traquíticos

3.3.4.1.9 Filones de cuarzo

4.3.4.1.10 Otras litologías asociados a la Unidad Ojosmin

4.3.5 Carta geológica del entorno del Geositio Cerros Ojosmín (en Anexo)

4.4.1. Inventario de geosito y evaluación metodológica

4.4.1.1 Propuesta de García et.al (2017)

4.4.1.2 Propuesta Medina (2015)

4.4.1.3 Propuesta del IELIG (2014)

CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN

CAPÍTULO 6. CONCLUSIÓN

Bibliografía

Anexo

Carta geológica geositios

Grutas del Palacio

Cerros Ojosmin

Paso de Lugo

Modelo digital del terreno

Grutas del Palacio

Cerros Ojosmin

Paso de Lugo

RESUMEN

Desde el 2013 Uruguay cuenta con el Geoparque Mundial UNESCO Grutas del Palacio, el que se ubica en parte del Departamento de Flores y con una pequeña extensión en los Departamentos de Soriano y Río Negro. El programa Geoparques de la UNESCO surge a partir de la idea de valorizar, proteger y promover el patrimonio geológico, desarrollando para eso actividades de geoeducación, geoconservación y geoturismo para el desarrollo sustentable de las comunidades locales. Un Geoparque UNESCO se caracteriza por sus atributos geológicos al poseer sitios tanto de interés científico de relevancia, como culturales o turísticos. Este geoparque posee catorce geositios algunos de los cuales tienen valor patrimonial, otros con valor científico de relevancia internacional y varios de ellos son sitios de interés turístico y educativo. Este trabajo presenta un análisis y una comparación de tres metodologías de inventario de geositios, que resultan útiles para diseñar estrategias que se puedan implementar para geoconservación del geopatrimonio, tomando como objeto de estudio a tres geositios del Geoparque: Grutas del Palacio, Paso de Lugo y Cerros Ojosmín. También, se realizaron trabajos geológicos básicos en el entorno de los geositios para confeccionar a posterior su respectivas caracterizaciones. Los resultados mostraron que si bien las metodologías de Medina (2015) y García et al (2017) no hacen el mismo énfasis en los aspectos que consideran se pueden utilizar de manera complementaria. No obstante, la propuesta metodológica del IGME (Instituto Geológico y Minero de España, 2014) resulta la más completa al contemplar mayor cantidad de parámetros a evaluar. Si bien no todos los parámetros son aplicables en todos los casos, este método sería el de mejor aplicabilidad a nuestro medio geológico y paisajes teniendo en cuenta ciertas salvedades.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

Esta monografía corresponde al Trabajo Final para la obtención del título de Licenciado en Geología en la Facultad de Ciencias. Aquí, se presentan los resultados de la aplicación de tres propuestas metodológicas para inventariar y evaluar geositios a partir de su interés científico, educativo y/o turístico en un territorio, utilizando como ejemplo algunos geositios del Geoparque Mundial UNESCO Grutas del Palacio.

Desde comienzos de la década de los noventa en los países desarrollados se ha despertado un especial interés en conocer, valorar, proteger y mostrar el patrimonio geológico de sus territorios (Carcavilla et al. 2008). En muchos países los sitios geológicos con valor patrimonial son atesorados por las comunidades locales debido a que en torno a ellos se conjugan experiencias, creencias y/o tradiciones, las que usualmente son transmitidas de generación en generación.

Tanto las rocas, los fósiles y los elementos del paisaje que nos rodean son la memoria y testigos de la evolución del planeta Tierra. En ellos se encuentra la clave para la comprensión de los cambios y los acontecimientos que han tenido lugar en nuestro planeta los cuales la han moldeado durante millones de años.

Muchos de esos registros pueden ser frágiles, pueden estar en riesgo de erosión o destrucción por los agentes naturales y por la propia actividad humana. Por ello, es a considerar que la acción humana puede incidir desfavorablemente para la geoconservación de estos sitios. Este es un recurso no renovable -por lo menos a escala humana- por lo que es importante su protección para el estudio y entendimiento de la información que brinda sobre la historia del planeta.

Geositio, patrimonio geológico, geodiversidad y geoparque, son todos términos de una nueva corriente que se desarrolla a partir de iniciativas de la UNESCO, para la conservación de lugares con un alto valor científico, estético y único de una región determinada, y su aprovechamiento por parte de las comunidades locales para el desarrollo sustentable.

En el Uruguay impulsado desde la Facultad de Ciencias y con el apoyo de la Intendencia Departamental de Flores, el Geoparque Grutas del Palacio consiguió ingresar el 9 de setiembre de 2013 a la Red Global de Geoparques (con auspicio de UNESCO). Es un territorio que ocupa una superficie de unos 3.611km², localizándose casi en su totalidad en el departamento de Flores, aunque también unas 200 has se ubican en el Departamento de Soriano y Río Negro (Fig. 1.1).

En este Geoparque es posible observar litologías de diversa naturaleza y edad, las que están distribuidas en diferentes geositios. Algunos de ellos tienen relevancia

internacional y la mayoría de esos recursos geológicos son utilizados con fines turísticos y educativos, en el marco de un plan de desarrollo de la comunidad local.

En particular, en este trabajo está previsto utilizar en tres geositos del Geoparque, tres propuestas de inventarios diferentes para analizar las ventajas y desventajas en su empleo para caracterizar la geodiversidad de un territorio.

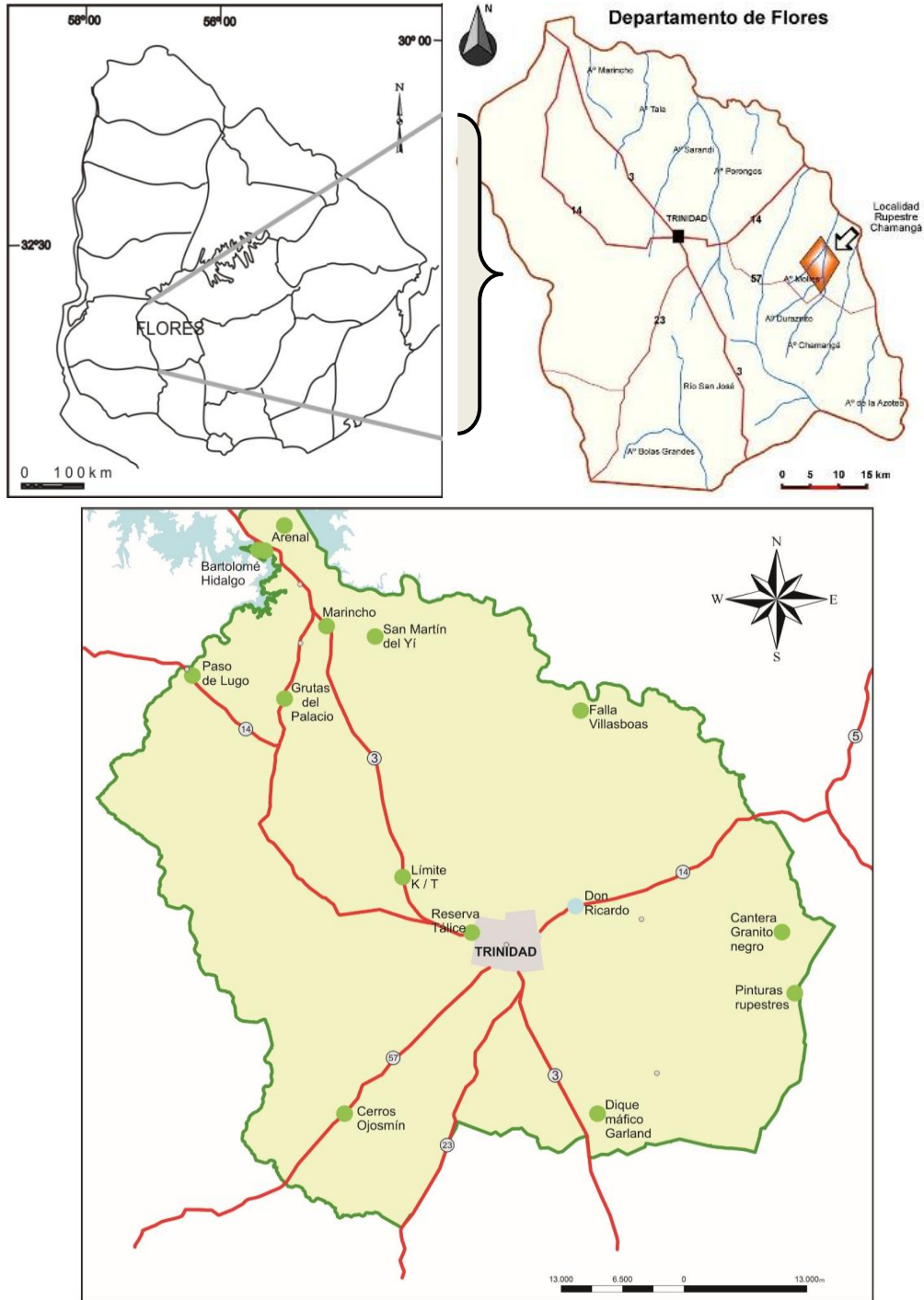


Figura 1.1 Localización de Geoparque Mundial Unesco Grutas del Palacio.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general

Evaluar distintos métodos de inventarios en el Geoparque Mundial UNESCO Grutas del Palacio en los geositios Cerros Ojosmín, Paso de Lugo y Grutas del Palacio.

1.1.2. Objetivos específicos

- Realizar el inventario de los geositios Cerros Ojosmín, Paso de Lugo y Grutas del Palacio utilizando las propuestas metodológicas de Medina (2015), García-Cortés et al. (2014) y García et al. (2017)
- Establecer ventajas y desventajas de las 3 metodologías y compararlas.

1.2. Justificación y antecedentes

Las estrategias de protección de la geodiversidad requieren de un inventario previo de los elementos que integran el patrimonio geológico de una región. Los lugares de interés no son por lo tanto, seleccionados de forma aislada, sino en el marco de un contexto previamente escogidos por su importancia.

De este modo, la selección de los puntos de interés geológico se orienta por su representatividad dentro de un contexto geológico seleccionado por un panel de expertos. Por definición, un inventario de lugares de interés geológico no es un listado cerrado, sino que está permanentemente sujeto a cambios debido a las nuevas incorporaciones que pudieran realizarse.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto para el Geoparque Mundial UNESCO Grutas del Palacio la elección de los geositios no sucedió de una manera sistemática y analítica. La elección de los geositios obedeció a criterios cualitativos que estuvieron a cargo de jornadas de discusión interna entre geólogos a solicitud de la Intendencia Departamental de Flores, y a sugerencia de UNESCO. Debido a esto, en el presente trabajo se propone a manera de ejercicio, la aplicación y evaluación metodológica con procesos conocidos en la literatura específica, para la determinación de los valores intrínsecos de tres geositios del Geoparque.

Desde el ingreso a la Red Global de Geoparques (UNESCO 2013), con el Geoparque Grutas del Palacio, primero en Uruguay y segundo en toda América del Sur y el Caribe se instala en nuestro país toda una nueva temática a desarrollar, que implica la necesidad de formar recursos humanos especializados en este asunto.

Existen distintas propuestas para la valoración de sitios de interés geopatrimonial, como por ejemplo, Elízaga & Palacio 1996, Brilha (2005), Carcavilla et al. (2007), Medina (2015), García-Cortés et al. (2014), García et al. (2017).

En el presente trabajo serán aplicadas tres metodologías a efectos de inventariar geositios en este Geoparque y compararlas entre sí. Cabe mencionar que los tres métodos evalúan la importancia intrínseca de distintos atributos de los geositios. Los métodos además evalúan la accesibilidad e infraestructura asociadas a cada geositio, como así también si este tiene valor científico, geográfico, turístico o educativo.

El Geoparque Mundial UNESCO Grutas del Palacio (Fig.1.1) cuenta con 14 geositios, que son sitios geológicos de particular importancia, rareza o estética y 12 sitios de interés turístico que son de apoyo a la propuesta de actividades turísticas y de educación, los cuales están en el marco de un plan de desarrollo económico y social sostenible para la comunidad local de Flores.

La realización de un inventario de geositios del Geoparque surge de la necesidad de elaborar un plan de gestión para cada uno de los geositios, así como también dar a conocer de una manera comprensible al administrador municipal responsable por contribuir a la conservación del patrimonio geológico en ese territorio (Intendencia Departamental), para su utilización en sus planes de desarrollo local.

1.3. Marco conceptual

A continuación se introducen algunos de los conceptos a utilizar en este trabajo, como reseña de las más aceptadas y utilizadas.

Según UNESCO un **Geoparque** es un territorio con límites bien definidos que tiene una superficie lo suficientemente grande para permitir el desarrollo económico local. El Geoparque comprende un número de sitios representativos no sólo del patrimonio geológico y paleontológico, sino aquellos de interés arqueológico, ecológico, histórico y cultural” (UNESCO 2010).

Se entiende por **geodiversidad** la “diversidad geológica de un territorio, entendida como la variedad de rasgos geológicos presentes en un lugar, identificados tras considerar su frecuencia distribución, y cómo éstos ilustran la evolución geológica del mismo”, Carcavilla et al., (2007).

Patrimonio geológico se entiende como “el conjunto de elementos geológicos que se destacan por su valor científico, cultural o educativo”, Carcavilla et al. (2007).

Un **geositio** o **Lugar de Interés Geológico (LIG)**, es “un área que forma parte del patrimonio geológico de una región natural por mostrar, de manera continua en el espacio, una o varias características consideradas de importancia en la historia geológica de la misma”, García-Cortés (2014).

Inventario tiene su origen en el latín *inventarium* y se refiere al asiento de los bienes y demás cosas pertenecientes a una persona o comunidad hecho con orden y precisión. También es un papel o documento que consta en el inventario (RAE 2017).

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Materiales

Los materiales utilizados en este trabajo se listan a continuación:

Hojas topográficas del Servicio Geográfico Militar (SGM), a escala 1:50.000: para los geositios “Paso de Lugo”, “Grutas del Palacio” y “Cerros Ojosmin”.

Fotografías aéreas a escala 1:20.000 del SGM números:

57-161; 57-162; 57-163; 57-164; 57- 165 (Paso de Lugo)

11- 072; 11- 073; 11- 074; 11- 075; 11- 076 (Cerros Ojosmín)

56 - 176; 56 – 177; 56 – 178 y 57 – 025; 57 – 026; 57 – 027 (Grutas del Palacio)

Imágenes satelitales extraídas de Google EARTH^R.

Brújula geológica marca Konustar, lupa con aumento de 10 X, piqueta Estwing.

HCl 10% líquido, libreta de campo, Carta geológica 1:500.000 DINAMIGE.

Cámara fotográfica HP, estereoscopio 2 X, GPS Garmin.

Se utilizó equipamiento del laboratorio de corte y molienda del Instituto de Ciencias Geológicas (Facultad de Ciencias, UdeLaR). Para el primer corte de las muestras se utilizó una sierra de banco y disco continuo marca Diamant Board. Para la confección de los preparados petrográficos se utilizaron insumos del laboratorio como abrasivos, resina, vidrios y cubreobjetos. En la laminación y desbaste se utilizó la PetroThin Section marca Bhueler.

El análisis petrográfico de las láminas delgadas se realizó utilizando un microscopio marca Nikon, para las fotografías de los preparados petrográficos se utilizó microscopio Nikon eclipse 50i Pol., con cámara DS-Fi 1.

2.2. Metodología

Para conseguir los objetivos propuestos, se siguieron una serie de etapas que se detallan a continuación,

- 1) Trabajos de gabinete
- 2) Trabajos de campo
- 3) Trabajos de laboratorio

2.2.1. Trabajos de gabinete

- Recopilación de antecedentes bibliográficos, cartográficos y geológicos del área.
- Fotelectura y fotointerpretación de las fotos aéreas del entorno de los geositios y cartografía geológica a escala 1:20.000.
- Análisis de los datos recopilados para la confección de la cartografía.
- Digitalización del mapa geológico mediante el uso de software ARGIS, y redacción de la memoria correspondiente.
- Realización del inventario de geositios aplicando las tres metodologías propuestas.

2.2.2. Trabajos de campo

- Se realizaron varias salidas de campo al área de trabajo, en una primera etapa se procedió a identificar y delimitar las litologías aflorantes. Se colectaron muestras para realizar láminas delgadas de las litologías más representativas. Posteriormente, se procedió a la revisión y corrección de los límites de las unidades geológicas.

2.2.3. Trabajos de laboratorio

- Confección de 60 láminas delgadas pertenecientes al entorno de los tres geositios relevados.
- Descripción en microscopio óptico petrográfico de las láminas confeccionadas.
- Registro fotográfico de las láminas delgadas.

Algunas de las metodologías utilizadas se basan en su construcción en el método DELPHI, a continuación se desarrollará una reseña del método mencionado.

2.3. Método Delphi

El nombre se inspira en el antiguo oráculo de Delphos. Fue ideado originalmente a comienzos de 1950 en el seno del Centro de Investigación Estadounidense RAND Corporation por Olaf Helmer y Theodore J. Gordon, como un instrumento para realizar predicciones sobre un caso de catástrofe nuclear. Desde entonces, ha sido utilizado frecuentemente como sistema para obtener información sobre el futuro.

Linston & Turoff (1975) definen la técnica Delphi como un método de estructuración de comunicación grupal que es efectivo a la hora de permitir a un grupo de individuos, como un todo, tratar un problema complejo. Un estudio Delphi consiste en la selección de un grupo de expertos a los que se les pregunta su opinión sobre cuestiones referidas a acontecimientos del futuro.

Las estimaciones de los expertos se realizan en sucesivas rondas anónimas, con el objetivo de conseguir consenso, pero con la máxima autonomía por parte de los participantes. Por lo tanto, la capacidad de predicción de este método se basa en la utilización sistemática de un juicio intuitivo emitido por un grupo de expertos.

El método Delphi consiste en un cuestionario a expertos, a fin de poner de manifiesto convergencias de opiniones y deducir eventuales consensos. La encuesta se lleva a cabo de una manera anónima para evitar el efecto denominado "incidencia de líderes".

El objetivo de los cuestionarios sucesivos es "disminuir el espacio intercuartil precisando la mediana". Las preguntas se refieren, por ejemplo, a las probabilidades de realización de hipótesis o de acontecimientos con relación al tema de estudio (que en nuestro caso sería el desarrollo futuro del sector que estamos analizando) (Linston & Turoff 1975).

La calidad de los resultados depende -sobre todo- del cuidado en la elaboración del cuestionario y en la elección de los expertos consultados. Por lo tanto, en su conjunto el método Delphi permitirá prever las transformaciones más importantes que puedan producirse en el fenómeno analizado en el transcurso de los próximos años. En la familia de los métodos de pronóstico, habitualmente se clasifica al método Delphi dentro de los métodos cualitativos o subjetivos.

Aunque la formulación teórica del método Delphi propiamente dicho comprende varias etapas sucesivas de envíos de cuestionarios, en buena parte de los casos puede limitarse a dos etapas. Esto no afecta a la calidad de los resultados tal y como lo demuestra la experiencia acumulada en estudios similares.

El objetivo del primer cuestionario es calcular el espacio intercuartil. El segundo suministra a cada experto las opiniones de sus colegas, y abre un debate interdisciplinario, para obtener un consenso en los resultados y una generación de conocimiento sobre el tema. Cada experto argumentará los pros y los contras de las opiniones de los demás y de la suya propia. Con la tercera consulta se espera un mayor acercamiento a un consenso.

De manera resumida, los pasos que se llevarán a cabo para garantizar la calidad de los resultados, y analizar el método deberían ser los siguientes:

Fase 1: formulación del problema

Se trata de una etapa fundamental en la aplicación del método Delphi, la importancia de definir con precisión el campo de investigación es muy grande por cuanto es preciso estar seguros de que los expertos reclutados y consultados poseen todas las mismas nociones de este campo. La elaboración del cuestionario debe ser llevada a cabo según ciertas reglas. Las preguntas deben ser precisas, cuantificables e independientes.

Fase 2: elección de expertos

Esta etapa es importante en cuanto que el término de "experto" es ambiguo. Con independencia de sus títulos, su función o su nivel jerárquico, el experto será elegido por su capacidad de encarar el futuro y por poseer conocimientos sobre el tema consultado.

La falta de independencia de los expertos puede constituir un inconveniente. Por esta razón los expertos son aislados y sus opiniones son recogidas por vía postal o electrónica y de forma anónima. Así se obtiene la opinión de cada experto y no la opinión influenciada por un proceso de grupo (se trata de eliminar el efecto de los líderes).

Fase 3: Elaboración y lanzamiento de los cuestionarios (en paralelo con la fase 2)

Los cuestionarios se elaborarán de manera que faciliten la respuesta por parte de los consultados. Preferentemente las respuestas habrán de poder ser cuantificadas y ponderadas (año de realización de un evento, probabilidad de realización de una hipótesis, valor que alcanzará en el futuro una variable o evento).

Se formularán cuestiones relativas al grado de ocurrencia (probabilidad) y de importancia (prioridad), la fecha de realización de determinados eventos relacionadas con el objeto de estudio; necesidades de información del entorno, gestión de la información del entorno, evolución de los sistemas, evolución en los costes, transformaciones en tareas, necesidad de formación.

En ocasiones, se recurre a respuestas categorizadas (Si/No; Mucho/Medio/Poco; Muy de acuerdo/ De acuerdo/ Indiferente/ En desacuerdo/ Muy en desacuerdo) y después se tratan las respuestas en términos porcentuales tratando de ubicar a la mayoría de los consultados en una categoría.

Fase 4: Desarrollo práctico y explotación de resultados

El cuestionario es enviado a cierto número de expertos (hay que tener en cuenta las no-respuestas y abandonos; se recomienda que el grupo final no sea inferior a 25). Naturalmente el cuestionario va acompañado por una nota de presentación que precisa las finalidades, el espíritu del Delphi, así como las condiciones prácticas del desarrollo de la encuesta (plazo de respuesta, garantía de anonimato). Además, en cada cuestión, puede plantearse que el experto deba evaluar su propio nivel de competencia.

El objetivo de los cuestionarios sucesivos es disminuir la dispersión de las opiniones y precisar la opinión media consensuada. En el curso de la 2ª consulta, los expertos son informados de los resultados de la primera consulta de preguntas y deben dar una nueva respuesta, y sobre todo deben justificarla en el caso de que sea fuertemente divergente con respecto al grupo. Si resulta necesaria, en el curso de la 3ª consulta se pide a cada experto comentar los argumentos de los que disienten de la mayoría. Un cuarto turno de preguntas, permite la respuesta definitiva: opinión consensuada media y dispersión de opiniones (intervalos intercuartiles).

2.4. Modelos de Inventarios

A continuación se detallan las tres propuestas metodológicas de inventarios elegidas para aplicar a los geositos del Geoparque Mundial UNESCO Grutas del Palacio. Estas contemplan varios elementos como ser: el valor científico, turístico o didáctico-educativo; mientras que otros enfatizan más la vulnerabilidad, degradación y protección de los geositos. Cada propuesta metodológica evalúa un determinado número de valores y una serie de parámetros ajustados a cada valor, cuantificándolos de manera ponderada a cada uno para obtener un valor final.

2.4.1 Propuesta metodológica brasilera de García et al. (2017)

Este método está basado en Brilha (2016) fue utilizado en el Estado de San Pablo Brasil. La necesidad surgió debido a la gran urbanización y erosión que estaban afectando de manera negativa algunos geositos de ese territorio. El uso científico de muchos de estos sitios es actualmente complicado o incluso imposible, debido principalmente a la intensa urbanización y erosión extrema.

Los ejemplos son los afloramientos relacionados con la cuenca de San Pablo, que abarca más del 40% de la capital de San Pablo (Coutinho 1980) y es parte del Rift Continental del sudeste de Brasil (Riccomini 1989), una importante estructura de escala regional relacionada con la apertura del Océano Atlántico Sur.

En el presente trabajo se adaptará esta metodología de trabajo a los tres geositos del Geoparque Mundial UNESCO Grutas del Palacio señalados. Los valores para definir el grado de importancia científica o vulnerabilidad que tiene el geosito según esta propuesta se presenta en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1 Parámetros de resultados.

< 2	Baja	Vulnerabilidad	Valor científico
2.1 -- 3	Media	Vulnerabilidad	Valor científico
3.1 -- 4	Alta	Vulnerabilidad	Valor científico

Para evaluar cuantitativamente el valor científico de los geositos, esta propuesta considera el grado de representatividad, el conocimiento científico, la integridad, la diversidad geológica y la rareza, como se presenta en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2 Parámetros para evaluación del valor científico, según García et al. (2017).

A. Representatividad	
El geositio es el ejemplo mejor conocido en el estado de San Pablo para ilustrar los elementos y procesos geológicos asociados con el marco geológico.	4 puntos
El geositio es un buen ejemplo para ilustrar los elementos y procesos relacionados con el marco geológico.	2 puntos
El geositio muestra bastantes elementos y procesos relacionados con el marco geológico.	1 punto
B. Conocimiento Científico	
De allí son publicaciones científicas clasificadas como A1 y A2 por Capes (la última actualización de of WebQualis) dedicada al geositio asociado marco geológico	4 puntos
Nivel de publicaciones científicas clasificados B1, B2 y B3 por Capes (la última actualización de WebQualis) dedicada al geositio y asociado bramador geológico.	2 puntos
Nivel de publicaciones científicas clasificadas B4 y B5 por Capes (la última actualización de WebQualis) dedicado a de geositios y asociados marco geológico.	1 punto
C. Integridad	
Geositio en que los principales elementos geológicos asociados con el marco geológico, están bien conservados.	4 puntos
Geositio con deterioro pero no afecta, de manera decisiva, los principales elementos geológicos asociados con el marco geológico.	2 puntos
Geositio con deterioro que dificulta la realización de los principales elementos geológicos asociados con el marco geológico.	1 punto
D. Diversidad Geológica	
Geositio con más de tres tipos diferentes de elementos geológicos, con valor científico	4 puntos
Geositio con tres tipos distintos de elementos geológicos, con valor científico	2 puntos
Geositio con dos tipos diferentes de elementos geológicos, con valor científico	1 punto
E. Rareza	
El geositio es el único ejemplo conocido en el estado de San Pablo asociado con el marco geológico.	4 puntos
Hay 2 o 3 ejemplos conocidos en el estado de San Pablo asociados con el marco geológico.	2 puntos
Hay de 4 a 5 ejemplos en el estado de San Pablo, asociados con el marco geológico	1 punto

Finalmente para la ponderación del **valor científico** García et al (2017) proponen los pesos relativos que se muestran en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3 Tabla de ponderación de cada criterio, según García et al (2017).

Criterios	peso
A. representatividad	30
B. científica conocimiento	15
C. integridad	25
D. diversidad geológica	10
E. rareza	20
Total	100

Vulnerabilidad

Por su parte, los criterios y parámetros para la evaluación cuantitativa de la vulnerabilidad se presentan en la Tabla 2.4.

Tabla 2.4 Parámetros de evaluación de la vulnerabilidad, según García et al (2017).

A. Deterioro de contenidos	
Posibilidad de deterioro de los elementos geológicos	4 puntos
Disminuye posibilidad de elementos geológicos principales	2 puntos
Sin posibilidad de deterioro de los elementos principales de geológicos	1 punto
B. Proximidad a potencialmente áreas degradantes	
Geositio situado a menos de 50 metros de una actividad potencialmente degradante	4 puntos
Geositio situada a menos de 250 metros de una actividad potencialmente degradante	2 puntos
Geositio situado a menos de 500 metros de una actividad potencialmente degradante	1 punto
C. Régimen de protección	
Geositio situado en una zona con ningún sistema de protección legal y sin control de acceso	4 puntos
Geositio situado en una zona con ningún sistema de control de acceso y protección legal	2 puntos
Geositio situado en una zona con protección jurídica acuerdos y control de acceso	1 punto
D. Accesibilidad	
Geositio situado a menos de 100 metros de una carretera	4 puntos
Geositio situado entre 100 y 500 m de la carretera	2 puntos
Geositio situado a más de 500 metros de una carretera	1 punto
E. Densidad	
Geositio en municipios con más de 1000 habitantes/km ²	4 puntos
Geositio en municipios con más de 166 y menos de 1000 habitantes/km ²	2 puntos
Geositio en ciudad con menos de 166 habitantes/km ²	1 punto

Los pesos relativos de los diferentes criterios para la evaluación final del valor científico de los geositios y rangos para la clasificación de vulnerabilidad se muestran en las Tabla 2.5.y 2.6.

Tabla 2.5 Tabla de ponderación de cada criterio, según García et al (2017).

Criterios	Peso
A. contenido	35
B. proximidad a potencialmente degradantes áreas	20
C. protección esquema	20
D. accesibilidad	10
E. densidad	15
Total	100 peso total

Tabla 2.6 Parámetros de resultados, según García et al (2017).

< 2	Baja	Vulnerabilidad	Valor científico
2.1 -- 3	Media	Vulnerabilidad	Valor científico
3.1 -- 4	Alta	Vulnerabilidad	Valor científico

2.4.2 Propuesta metodológica argentina de Medina (2015)

Esta propuesta surge como una modificación de la metodología de base cuantitativa de Brilha (2005).

Los parámetros que se evalúan en esta metodología son 22, cuantificando entre 1 y 3, donde 3 es la situación más favorable y 1 es la menos favorable. Luego de aplicado los distintos algoritmos, se obtienen resultados los cuales se califican de acuerdo a una escala predeterminada, cuyos valores varían entre 5,2 y 15,7 siendo este valor la mejor situación posible.

Otro parámetro a tener en cuenta es el Índice para la Geoconservación donde la escala del mismo varía de 2,4 a 7,2 siendo este último valor el mejor valor posible que un geositio puede alcanzar.

Parámetros a evaluar

1	Valor intrínseco	A 4 Parámetros Tabla 2.8
2	Valor científico / educativo	B 6 Parámetros Tabla 2.9
3	Valor turístico	C 7 Parámetros Tabla 2.10
4	Valor vulnerabilidad	D 5 Parámetros Tabla 2.11

Puntaje para cada parámetros oscila entre (1 – 3) donde (3) es la situación (+) favorable y (1) la situación (-) favorable.

Etapas para la cuantificación

Según esta propuesta se deben seguir una serie de etapas que se presentan en la Tabla 2.7.

Tabla 2.7 Parámetros para evaluación según Medina (2015).

Primer paso	Selección de geositos
Segundo paso	Determinar el Valor de Relevancia del Geositio (VRG) Aplicación de algoritmo $VRG = (2A + 1,5B + C + 1,5D) / 6$ Suma de los resultados obtenidos para cada conjunto Valores obtenidos 5,2 – 15,7
Tercer paso	Valor de Uso Valor de Uso Científico Educativo (VUCE) Algoritmo $VUCE = (2V_{cid} + V_{in}) / 3$ VUCE : valor de uso científico/educativo V _{cid} : valor científico / didáctico $V_{cid} = (B_1 + B_2 + B_3 + B_4 + B_5 + B_6) / 6$ V _{in} : valor intrínseco $V_{in} = (A_1 + A_2 + A_3 + A_4) / 4$ Valor de uso Turístico (VUT) $VUT = (2V_{tur} + V_{vul}) / 3$ $V_{tur} = (C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6 + C_7) / 7$ $V_{vul} = (D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + D_5) / 5$
Cuarto paso	Índice para la Geoconservación (IG) Algoritmo $IG = (3VUCE + 2VRG + VUT) / 6$ IG = índice para la geoconservación VUT = valor de uso turístico VUCE = valor de uso científico / educativo VRG = valor de relevancia del geositio Escala 2,4 – 7,2
Evaluación de los resultados obtenidos de la aplicación de los distintos algoritmos	
Conclusiones , para el plan de manejo de cualquier institución , organismo , etc.	

Asimismo, se distinguen diferentes tipos de valor, como intrínseco, científico-educativo; turístico, y de vulnerabilidad, que se presentan en las Tablas 2.8; 2.9; 2.10 y 2.11.

Tabla 2.8 Valor intrínseco aplicado para el análisis del método de Medina (2015).

Tipo de Valor	Parámetro de Valoración	Análisis de los Parámetros de Valoración
Intrínseco	Abundancia	Número de ocurrencias semejantes. Se valora la rareza del ejemplar.
	Extensión	Extensión superficial del geositio. En general, se considera que un geositio es tanto más importante cuanto mayor es su extensión.
	Condiciones de observación	Se refiere al grado de facilidad que ofrece el entorno para observar el geositio. O sea el área que va desde la distancia mínima que requiere el geositio para su observación a vista natural hasta la distancia máxima que se requiere para observar las mismas características. Esto dependerá de las características que se desean observar y de la distancia que éstas necesitan normalmente para su observación.
	Estado de conservación	Se analiza el grado de conservación del geositio.

Tabla 2.9 Tipos de valores científico y educativos aplicados para el análisis del método de Medina (2015).

Tipo de Valor	Parámetro de Valoración	Análisis de los Parámetros de Valoración
Científico/ Educativo	Conocimiento Científico	Marca el grado de importancia que le fue atribuido por la comunidad académica, medido a través de publicaciones y estudios científicos.
	Representatividad	Informa sobre la capacidad del sitio para representar adecuadamente las características de la zona.
	Posibilidad de realizar actividades científicas	Informa si el geositio cumple con condiciones para realizar actividades científicas (ej. aporte al conocimiento, valor didáctico).
	Utilidad como modelo para ilustrar procesos geológicos	Es la posibilidad del geositio de poder mostrar fielmente un determinado proceso geológico.
	Posibilidad de realizar actividades didácticas	Informa si el geositio cumple con las condiciones para realizar actividades didácticas teniendo en cuenta el nivel de conocimiento
	Conocimiento divulgativo	Informa sobre el nivel de divulgación que presenta actualmente el geositio en revistas científicas, boletines, etc.

Tabla 2.10 Tipos de valores turísticos aplicados para el análisis del método de Medina (2015).

Tipo de Valor	Parámetro de Valoración	Análisis de los Parámetros de Valoración
Turístico	Asociación con elementos de índole cultural	Informa si el lugar posee elementos considerados de importancia cultural (<i>sensu</i> Medina, 2012).
	Asociación con elementos de índole natural	Informa si el lugar posee elementos considerados de importancia natural flora/fauna (<i>sensu</i> Medina, 2012).
	Posibilidad de realizar actividades turísticas	Informa si el lugar cumple con condiciones favorables para realizar actividades de ocio, relacionado a su potencialidad (<i>sensu</i> Medina, 2012).
	Accesibilidad	Considera la situación de acceso al geosito.
	Proximidad de poblaciones que sería beneficiada con la divulgación del geosito	Informa sobre la población en proximidad que sería beneficiada con la valoración y por las actividades que se realicen en torno al geosito.
	Proximidad a centros de servicios	Ej. Informes sobre la presencia de hoteles, restaurantes, y otros servicios de ocio.
	Capacidad escénica	Es la capacidad que tiene un sitio o paisaje para transmitir un determinado sentimiento de belleza, en función del significado y la apreciación cultural que ha adquirido a lo largo de la historia, en función de los colores, la diversidad, la topografía, entre otros (<i>sensu</i> Medina, 2012).

Tabla 2.11 Tipos de valores de la vulnerabilidad aplicados en el análisis del método aplicado por Medina (2015).

Tipo de Valor	Parámetro de Valoración	Análisis de los Parámetros de Valoración
Vulnerabilidad	Posibilidad de recolectar objetos geológicos	Se valora los geositos que poseen la capacidad dentro de parámetros normales de recolectar muestras sin dañar su integridad.
	Amenazas actuales o potenciales (a variable plazo)	Evalúa el peligro de pérdida o daño del geosito que tiene o puede llegar a tener, asociado a la expansión urbana, industrial, presión rural, infraestructuras, minería, etc.
	Interés para la explotación minera	Se evalúa la existencia de algún interés en el geosito o su alrededor para la actividad minera.
	Fragilidad	Indica la pérdida de integridad del recurso en el lugar, ya sea por sus dimensiones o por su naturaleza. Se privilegia los geositos con mayor capacidad de resistencia.
	Protección del local	Se privilegia los geositos con algún tipo de protección legal o por otros medios.

La Tabla 2.12, muestra cuales serán los puntos que se le otorgarán en caso de los geositios que posean un notable o destacado valor científico. En la Tabla 2.13 se presentan los porcentajes de aprobación. En la propuesta se sugiere que los geositios debieran alcanzar el 50% como mínimo.

Tabla 2.12 Puntajes asignables en el caso de geositios con valor científico notable o relevante, según Medina (2015).

Valor	Puntaje asignado máximo
Abundancia	3
Conocimiento científico	3
Representatividad	3
Estado de conservación	2

Tabla 2.13 Porcentajes de aprobación (PA), según Medina (2015).

Porcentaje de aprobación (PA)	
Puntaje	% PA
66 puntos	100 %
44 puntos	50 %
22 puntos	0 %

En las figuras 2.1 A y 2.2 B, se presentan las planillas para el relevamiento de campo, con las cuales se realizan todas las evaluaciones del método de Medina (2015).

Carácter General (F1)

N°

Nombre del Geosito

Localización

Latitud Longitud

Altura meanm

Provincia

Región

Tipo

Punto Panorámica

Área

Punto de Referencia de Ruta

Justificación o importancia Científica

Caracterización General

Propiedad Privada Pública No definida

¿Figura en algún inventario existente? Si No

¿Cual?

Interés Principal y Secundario

- Interés Principal (marcar con una "P" solo una opción)
 - Interés Secundario (marcar con una "S" puede ser más de una opción)

<input type="checkbox"/> Paleontológica	<input type="checkbox"/> Petrológica	<input type="checkbox"/> Hidrogeología
<input type="checkbox"/> Mineralógica	<input type="checkbox"/> Estratigráfica	<input type="checkbox"/> Geotermia
<input type="checkbox"/> Litológica	<input type="checkbox"/> Tectónico	<input type="checkbox"/> Sedimentología
<input type="checkbox"/> Geomorfológica	<input type="checkbox"/> Vulcanismo	

Figura 2.1 A Planilla de campo para caracterización de los elementos de geositos (Medina 2015).

Carácter General (F1)

Accesibilidad

Facil Medio Difícil

N°

Descripción

Estado de Conservación

Buen estado Medianamente Alterado Altamente Alterado

Descripción

¿Se encuentra en un área protegida?

Sí No

Parque Nacional

Parque Provincial

Parque Municipal

Protección de carácter Internacional

¿Cuál?

Interés Asociado

<input type="checkbox"/> Arqueológico	<input type="checkbox"/> Etnológico
<input type="checkbox"/> Histórico/Cultural	<input type="checkbox"/> Excursionístico o Paisajístico
<input type="checkbox"/> Ecológico/Naturales	<input type="checkbox"/> Otros (especificar)

Observaciones

Figura 2.1 B Planilla de campo para caracterización de los elementos de geositios (Medina 2015).

The image shows two forms side-by-side, labeled 'Soporte Gráfico I (F 2)' and 'Soporte Gráfico II (F 2)'. Both forms have a header with their respective titles. Below the header, there is a field for 'Nombre del Geositio' and a small box for 'Nº'. The main body of each form is a large rectangular area for a map or photograph. Below this area, there are several smaller input fields. For 'Soporte Gráfico I', these include 'Nombre del Mapa o Carta', 'Tipo de Mapa o Carta', 'Escala', 'Codigo del Mapa', and 'Fecha del Relevamiento'. For 'Soporte Gráfico II', these include 'Fecha de la toma fotográfica', 'Localización', and 'Fuente'. Both forms end with a large box for 'Observaciones'.

Figura 2.2 Planilla para recolección de información de los elementos que presenta el geositio (Medina, 2015).

2.4.3 Propuesta metodológica española del IELIG (2014)

Esta propuesta metodológica para inventario de Lugares de Interés Geológico está prevista por la Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y de la Biodiversidad de España.

El Instituto Geológico y Minero de España (IGME) actualizó y puso en aplicación este método que consiste primero en la consulta a un panel de expertos de cada dominio geológico a fin de elaborar un mapa digital del cual surjan los sitios con más valor.

Luego se valoran cuantitativamente en base parámetros de valor intrínseco y ligados a su potencialidad, como las actividades turístico recreativas y didácticas. De esa forma se obtienen sitios agrupados por valores turísticos – recreativos o científico – didácticos.

En realidad, el desarrollo metodológico para el estudio del patrimonio geológico se basa en las líneas planteadas a principios de 1970 por los investigadores del IGME. Con posterioridad, trabajos como los de Cendrero (1996), Morales, (1996), Elízaga & Palacio (1996), Palacio (2000), Morales *et al.* (2002), Romero Sánchez (2004), Villalobos *et al.* (2004), García-Cortés & Fernández-Giannetti (2005), Carcavilla *et al.* (2007) y Bruschi (2007) han sido los que han marcado alguna de las pautas básicas.

EL desarrollo de la presente metodología se debe a García-Cortés et al (2014) perteneciente al IGME (Instituto Geológico y Minero de España) y será mencionado en este trabajo como IELIG (2014). A continuación se presentan las planillas del modelo desarrollado en España para la realización del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (I.E.L.I.G.). Debido a que el documento metodológico citado tiene rango de ley y consta de varios pasos, se detallan a continuación los ítems más relevantes a seguir. (Tabla 2.14).

Tabla 2.14 Tabla de las pautas a seguidas por el (IELIG 2014).

La escala del mismo abarca todo el territorio de España o sea supra regional
Con base de las zonas se definieron REGIONES O DOMINIOS con el fin de Clasificar el Territorio.
Los LIG o Lugares de Interés Geológico son de relevancia regional, nacional o internacional.
Recopilación bibliográfica y documental.
La metodología del IELIG es de carácter universal ya que pretende abarcar todas las disciplinas dentro de las ciencias geológicas.
Constitución del grupo de trabajo y elección de expertos colaboradores, estos pueden ser del ámbito público, privado, académico, estatal.
Selección preliminar de lugares de interés geológico y aplicación de metodología Delphi, para determinar los geositios.

Tabla 2.15 Tabla de los coeficientes de ponderación para cada parámetro en función del valor científico, didáctico o turístico, según (IELIG 2014).

Parámetros	Valor	Científico	Didáctico	Turístico o recreativo
	Peso	Peso	Peso	Peso
Representatividad	30	5	0	0
Carácter localidad tipo	10	5	0	0
Grado de conocimiento científico del lugar	15	0	0	0
Estado de conservación	10	5	0	0
Condiciones de observación	10	5	5	5
Rareza	15	5	0	0
Diversidad geológica	10	10	0	0
Contenido didáctico / uso didáctico	0	20	0	0
Infraestructura logística	0	15	5	5
Densidad de población	0	5	5	5
Accesibilidad	0	15	10	10
Tamaño del LIG (relacionado con la no fragilidad)	0	0	15	15
Asociación con elementos eco-culturales	0	5	5	5
Espectacularidad o belleza	0	5	20	20
Contenido divulgativo / uso divulgativo	0	0	15	15
Potencialidad para realizar actividades	0	0	5	5
Cercanía a zonas recreativas	0	0	5	5
Entorno socioeconómico	0	0	10	10
Total pesos		100	100	100

Tabla 2.16 Parámetros para valorar los lugares de interés geológico en función de la categoría de uso, según (IELIG 2014).

CLASE DE VALOR	PARÁMETRO DE VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN
INTRÍNSECO	Representatividad	informa sobre la cualidad del lugar para ilustrar adecuadamente las características del dominio
	Carácter de localidad tipo o de referencia	Informa sobre la cualidad del lugar como referencia estratigráfica, paleontológica, mineralógica, etc.
	Grado de conocimiento científico del lugar	Indica que la relevancia geológica e interés científico lo hacen objeto de publicaciones y estudios científicos
	Estado de conservación	Informa de la existencia de deterioro físico del rasgo
	Condiciones de observación	Indica la mayor o menor facilidad que ofrece el entorno para observar el rasgo
	Rareza	Informa sobre la escasez de rasgos similares al descrito
	Diversidad geológica	Informa de la existencia de varios tipos de interés geológico en el mismo lugar
	Espectacularidad o belleza	Informa de la calidad visual del rasgo
INTRÍNSECO Y DE USO	Contenido divulgativo / uso divulgativo	Indica si el rasgo se presta con mayor o menor facilidad a la divulgación o ya se utiliza para este fin
	Contenido didáctico / uso didáctico	Indica si el rasgo se presta con mayor o menor facilidad a la docencia o ya se utiliza para este fin.
	Posibles actividades a realizar	Informa sobre si el lugar cumple las condiciones para la realización de actividades de ocio o recreativas, o si ya se utiliza para este fin. Ligado también a la potencialidad de uso
DE USO	Infraestructura logística	Informa sobre la existencia de alojamientos y restaurantes
	Entorno socioeconómico	Informa sobre las condiciones socioeconómicas de la comarca, que pueden favorecer la utilización del lugar como factor de desarrollo local
	Asociación con otros elementos del patrimonio natural, histórico o etnológico (tradiciones).	Informa si el lugar goza además de otros elementos de interés no geológico, lo cual puede atraer un mayor número de visitantes
DE USO Y PROTECCIÓN	Densidad de población	Ligado al número potencial de visitas pero, por contra, a la mayor posibilidad de actos de vandalismo
	Accesibilidad	Como el anterior, ligado a una mayor facilidad para el acceso de visitantes pero, en contra, a una mayor facilidad para los actos de vandalismo
	Fragilidad	Indica la facilidad de degradarse del lugar, por sus características intrínsecas (litología, naturaleza o dimensiones)
	Cercanía a zonas recreativas	Indica la presencia de zonas de recreo o turísticas cerca del lugar. Ligado tanto al número potencial de visitas y, por contra, a una mayor posibilidad de actos de vandalismo

Tabla 2.17 Valores y escala de puntuación para cada valor a ser evaluado, según (IELIG 2014).

Representatividad	Puntos
Poco útil como modelo para representar, aunque sea parcialmente, un rasgo o proces	0
Útil como modelo para representar parcialmente un rasgo o proceso	1
Útil como modelo para representar, en su globalidad, un rasgo o proceso	2
Mejor ejemplo conocido, a nivel del dominio geológico considerado, para representar, en su globalidad, un rasgo o proceso	4
Carácter de localidad tipo	Puntos
No cumple, por defecto, con las tres siguientes premisas	0
Localidad de referencia regional	1
Localidad de referencia (metalogénica, petrológica, mineralógica, tectónica, estratigráfica etc.) utilizada internacionalmente, o localidad tipo de fósiles o biozonas de amplio uso científico	2
Estratotipo aceptado por la IUGS o localidad tipo de la IMA	4
Grado de conocimiento científico del lugar	Puntos
No existen trabajos publicados ni tesis doctorales sobre el lugar	0
Existen trabajos publicados y/o tesis doctorales sobre el lugar	1
Investigado por equipos científicos y objeto de tesis doctorales y trabajos publicados referenciados en revistas científicas nacionales	2
Investigado por equipos científicos y objeto tesis doctorales y trabajos publicados referenciados en revistas científicas internacionales	4
Estado de conservación	Puntos
Fuertemente degradado: el lugar está prácticamente destruido	0
Degradado: el lugar presenta deterioros importantes	0
Alterado: con deterioros que impiden apreciar algunas características de interés	1
Favorable con alteraciones: algunos deterioros que no afectan de manera determinante al valor o interés del LIG	2
Favorable: el LIG en cuestión se encuentra bien conservado, prácticamente íntegro	4
Condiciones de observación	Puntos
Con elementos que enmascaran fuertemente las características de interés	0
Con elementos que enmascaran el LIG y que impiden apreciar algunas características de interés	1
Con algún elemento que no impide observar el LIG en su integridad, aunque sea con dificultad	2
Perfectamente observable en su integridad con facilidad	4
Rareza	Puntos
Existen bastantes lugares similares en la región	0
Uno de los escasos ejemplos conocidos a nivel regional	1
Único ejemplo conocido a nivel regional	2
Único ejemplo conocido a nivel nacional (o internacional)	4
Diversidad	Puntos
El LIG sólo presenta el tipo de interés principal	0
El LIG presenta otro tipo de interés, además del principal, no relevante	1
Presenta 2 tipos de interés, además del principal, o uno sólo pero relevante	2
Presenta 3 o más tipos de interés, además del principal, o sólo dos más pero ambos relevantes	4

Tabla 2.18 Valores y escala de puntuación para cada valor a ser evaluado, según (IELIG 2014).

Contenido didáctico / uso didáctico detectado	Puntos
No cumple, por defecto, con las tres siguientes premisas	0
Ilustra contenidos curriculares universitarios	1
Ilustra contenidos curriculares de cualquier nivel del sistema educativo o está siendo utilizado en actividades didácticas universitarias.	2
Está siendo utilizado habitualmente en actividades didácticas de cualquier nivel del sistema educativo	4
Infraestructura logística	Puntos
No cumple, por defecto, con las tres siguientes premisas	0
Alojamiento y restaurante para grupos de hasta 20 personas a menos de 25 km	1
Alojamiento y restaurante para grupos de 40 personas a menos de 25 km	2
Alojamiento y restaurante para grupos de 40 personas a menos de 5 km	4
Densidad de población (demanda potencial inmediata)	Puntos
Menos de 200.000 habitantes en un radio de 50 km	1
Entre 200.000 y 1.000.000 habitantes en un radio de 50 km	2
Más de 1.000.000 habitantes en un radio de 50 km	4
Accesibilidad	Puntos
No cumple, por defecto, con las tres siguientes premisas (carretera asfaltada sin posibilidad de aparcar, senda o camino, pista TT, barco, etc.)	0
Acceso directo por pista sin asfaltar pero transitable por turismo	1
Acceso directo por carretera asfaltada con aparcamiento para turismo o port tren turístico	2
Acceso directo por carretera asfaltada con aparcamiento para autocar	4
Tamaño del LIG	Puntos
Rasgos métricos (vulnerables por las visitas, como espeleotemas, etc.)	0
Rasgos decamétricos (no vulnerables por las visitas pero sensibles a actividades antrópicas más agresivas)	1
Rasgos hectométricos (podrían sufrir cierto deterioro por actividades humanas)	2
Rasgos kilométricos (difícilmente deteriorables por actividades humanas)	4
Asociación con otros elementos del patrimonio natural y/o cultural	Puntos
No existen elementos del patrimonio natural o cultural en un radio de 5 km	0
Presencia de un único elemento del patrimonio natural o cultural en un radio de 5 km	1
Presencia de varios elementos del patrimonio natural o cultural en un radio de 5 km	2
Presencia de varios elementos tanto del patrimonio natural como del cultural en un radio de 5 km	4
Espectacularidad o belleza	Puntos
No cumple, por defecto, con las tres siguientes premisas	0
1) Amplitud de relieve alta o bien 2) cursos fluviales caudalosos/grandes láminas de agua (o hielo) o bien 3) variedad cromática notable. También fósiles y/o minerales vistosos	1
Coincidencia de dos de las tres primeras características. También fósiles o minerales espectaculares	2
Coincidencia de las tres primeras características	4
Contenido divulgativo / uso divulgativo detectado	Puntos
No cumple, por defecto, con las tres siguientes premisas	0
Ilustra de manera clara y expresiva a colectivos de cierto nivel cultural	1
Ilustra de manera clara y expresiva a colectivos de cualquier nivel cultural sobre la importancia o utilidad de la Geología	2
Está siendo utilizado habitualmente para actividades divulgativas	4
Potencialidad para realizar actividades de turísticas y recreativas	Puntos
Sin posibilidades turísticas ni de realizar actividades recreativas	0
Posibilidades turísticas o bien posibilidad de realizar actividades recreativas	1
Posibilidades turísticas y posibilidad de realizar actividades recreativas	2
Existen actividades organizadas	4

Tabla 2.19 Valores y escala de puntuación para cada valor a ser evaluado (IELIG 2014).

Proximidad a zonas recreativas (demanda potencial inmediata)	Puntos
Lugar situado a más de 5 km de áreas recreativas (campings, playas, etc.)	0
Lugar situado a menos de 5 km y más de 2 km de áreas recreativas	1
Lugar situado a menos de 2 km y más de 500 m de un área recreativa	2
Lugar situado a menos de 500 m de un área recreativa	4
Entorno socioeconómico	Puntos
Comarca con índices de renta per capita, educación y ocupación superiores a la media regional	0
Comarca con índices de renta per capita, educación y ocupación similares a la media regional pero inferiores a la media nacional	1
Comarca con índices de renta per capita, educación y ocupación inferiores a la media regional	2
Lugar situado en comarca con declive socioeconómico	4

Con la información de base recopilada y los trabajos de campo analizados, el equipo designado procede a valorar los lugares de interés geológico. En este punto los expertos seleccionados que hayan respondido las interrogantes planteadas, expresarán el valor de los sitios propuestos.

Cada sitio preseleccionado es puntuado de acuerdo con los parámetros definidos. De esta forma, se les asigna un peso con determinada ponderación. Para analizar su puntaje en cada uno de los valores que evalúa esta metodología; referido a los usos posibles (didácticos, científicos, turísticos, recreativos, vulnerabilidad y degradación antrópica). Luego de valorado el geositio se podrá definir que categoría ocupa comparándolo de esta manera con la escala establecida.

En el Cuadro I se presenta una síntesis de los 3 métodos explicados anteriormente.

Cuadro I Resumen comparativo de los métodos aplicados.

Método	Cantidad de valores	Valores	Cantidad de parámetros valorados
García et al (2017) Brasil	2	Científico Vulnerabilidad	10
Medina (2015) Argentina	5	Intrínseco Científico-educativo Turístico Vulnerabilidad	22
IELIG (2014) España	3	Científico Didáctico Turístico	18

CAPÍTULO 3. Contexto geológico regional

El área de estudio (Fig. 3.1) se encuentra en el denominado Terreno Piedra Alta, (TPA) (Bossi et al. 1993). Este terreno pertenece a un área de estabilidad tectónica relativa, definida como el Cratón del Río de la Plata (Almeida et al. 1973) de edad Paleoproterozoica. Esta unidad geológica está integrada por un conjunto litoestructural con un estructuramiento general E-W en el cual se distinguen fajas subparalelas de rocas metamórficas denominadas Cinturón Arroyo Grande (Bossi et al. 1993) y San José (Bossi et al. 1993), separadas por extensas áreas granito gnéissicas denominada Faja Florida (Bossi & Navarro 1988). Este conjunto fue intruido por cuerpos magmáticos de las más diversas composiciones y condiciones de emplazamiento.

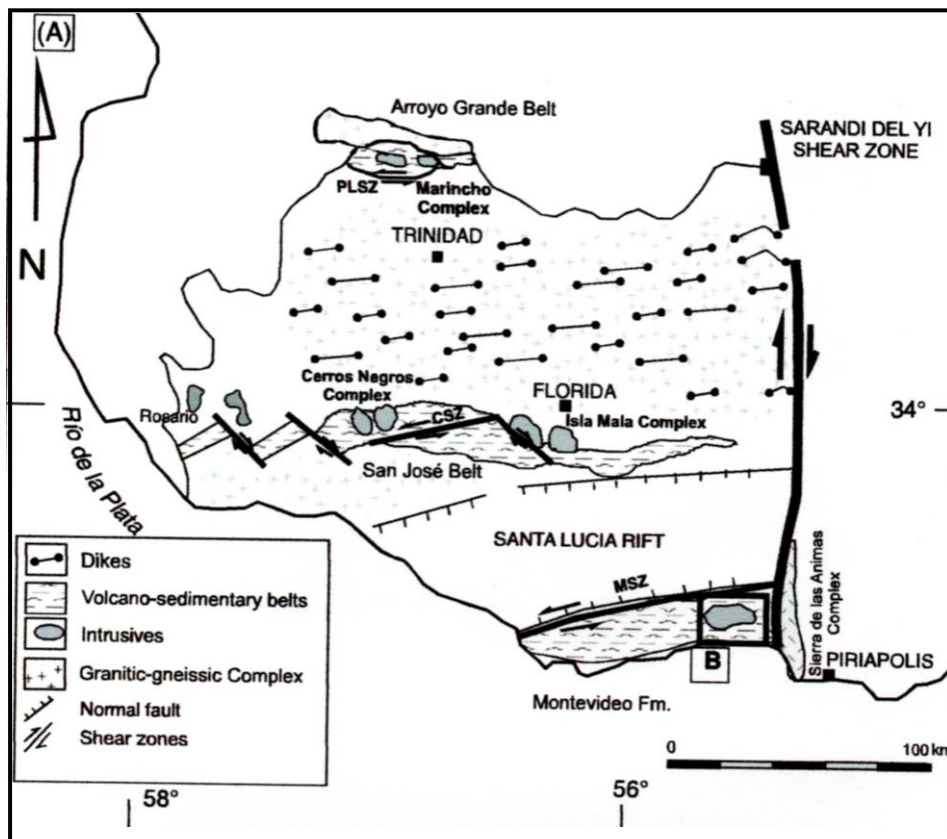


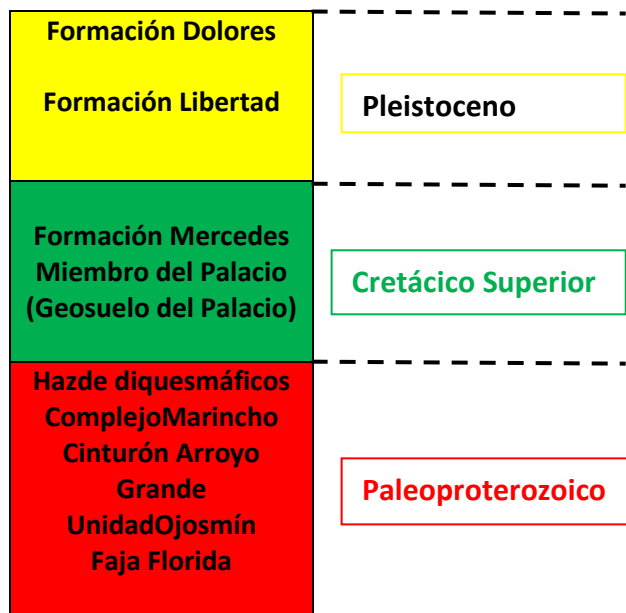
Figura 3.1 Mapa del Terreno Piedra Alta, tomado de Sánchez, L., et al 2019.

Estratigráficamente esas unidades están cubiertas por rocas sedimentarias cretácicas de origen continental de la Formación Mercedes (Lambert 1939,1940) y (Serra 1943, 1945) las que en parte sufrieron intensos procesos post-depositacionales de ferrificación, denominado Geosuelo del Palacio (Goso 1999) y silcretización (Veroslavsky et al. 1997). Finalmente, el registro se completa con sedimentos

continentales del Cuaternario representados por las formaciones Libertad (Goso 1965) y Dolores (Goso 1965).

A continuación, se describirán las principales características de las unidades geológicas reconocidas en el entorno de los tres geositos. En el Cuadro II se representa la columna estratigráfica de la región estudiada.

Cuadro II. Columna estratigráfica de la región de estudio.



3.1. Cinturón Arroyo Grande (Ferrando & Fernández 1971; Fernández & Preciozzi 1974).

El Cinturón Arroyo Grande, (Fig. 3.2) tiene cerca de 15 kilómetros de ancho y 50 km de longitud, y con una dirección E-W, se encuentra en el borde norte de la zona expuesta del Terreno Piedra Alta (Ferrando y Fernández 1971; Fernández y Preciozzi 1974; Bossi et al. 1993; Preciozzi 1993). El cinturón contiene a la Formación Arroyo Grande (Preciozzi 1993) y varios granitos intrusivos asociados. La Formación Arroyo Grande es una secuencia volcano sedimentaria en facies esquistos verdes, con la parte inferior en el norte y cortado por la falla Paso de Lugo en el sur. En la secuencia predominan las rocas siliciclásticas y se conservan las estructuras primarias. Las rocas volcánicas se limitan a la zona sur y son basaltos y andesitas. Las asociaciones minerales indican metamorfismo de la facies esquistos verdes.

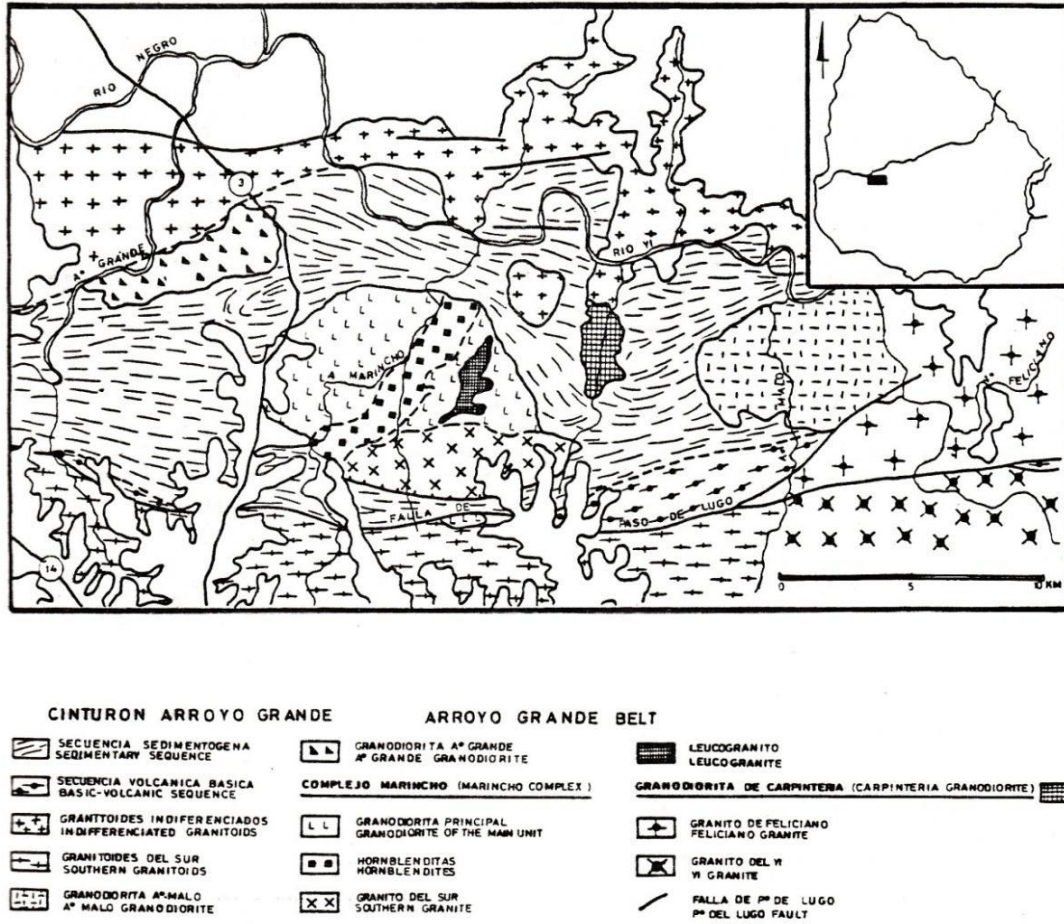


Figura 3.2 Mapa geológico del Cinturón Arroyo Grande, (Preciozzi 1989).

3.1.1. Secuencia Detrítica

Las rocas más abundantes de esta secuencia son las cuarcitas, cuarcitas feldespáticas y cuarcitas muscovíticas, metaconglomerados que pueden tener matriz filitosa o arenosa con distintos grados de recristalización y cantos dispersos cuarzosos que varían en su tamaño entre 15 y 1 cm, las cuarcitas son por lo general masivas, pero con estratificación aún reconocible, muy tenaces, con granos de 0.5 a 1 mm. En algunas cuarcitas de bajo grado metamórfico, las estructuras primarias se conservan perfectamente. Hacia la base de la serie o próximo a las intrusiones, el grado de recristalización es mayor variando tanto la textura como la mineralogía de la roca. En las cuarcitas menos recristalizadas, es posible reconocer aun microscópicamente las formas de los granos de cuarzo originales que flotan o están rodeados por una masa fundamental de arcillas recristalizadas en sericita. Algunos cristales de clorita y muscovita y en menor proporción granate, biotita y opacos, son también observables. Más raramente se observan pequeñas zonas de cuarzo xenomorfo recristalizado, (Preciozzi 1989).

En las facies de contacto o en algunos enclaves máficos hallados en la granodiorita de Arroyo Grande fue observada la presencia de piroxenos. Salvo en este último caso, las paragénesis corresponden a bajo grado de metamorfismo (Preciozzi 1989).

3.1.2. Secuencia Volcánica

Las rocas más características de esta secuencia son las metalavas básicas. En general, se caracterizan por presentar una textura porfírica residual (palimpsestica) con cristales automorfos de labrador distribuidos en una matriz anfibólica extremadamente fina de color verde azulado. Las plagioclasas de menor tamaño están casi siempre recristalizadas en un fino mosaico de cristales xenomorfos.

Aparecen intercaladas en la secuencia detrítica anfibolitas plagioclásicas en la que se observan lentes cuarzosos (1-8 mm). En el borde que constituye el límite Sur de la secuencia básica, donde los efectos dinámicos de la falla de Paso de Lugo han sido muy importantes, se han observado esquistos cloríticos de texturas heterogranulares variando de lepidoblastica a francamente cataclásticas. Los minerales dominantes son aquí clorita, albita, cuarzo, opacos y calcita. El grado de metamorfismo que ha afectado al cinturón Arroyo Grande es de bajo a medio (Preciozzi 1989).

3.2. Complejo Marincho

Luego del metamorfismo y la deformación, este complejo sufrió una importante actividad magmática intrusiva. Se reconocen en él siete cuerpos plutónicos, de composición granodiorítica y rocas calcoalcalinas afines. Se propone utilizar el término Complejo Marincho (Preciozzi 1989 a) para englobar además de la granodiorita Marincho, granodioritas de Arroyo Grande, Carpintería y Arroyo Malo, unidades intrusivas ya reconocidas por Fernández & Preciozzi (1974), además de los plutones de cañada Valenzuela, Arroyo Gamarra y Rincón de los Tapes.

La Granodiorita Andresito fue datada por U-Pb resultando un valor de 2098 ± 22 Ma, (Bossi & Ferrando, 2001). Recientes determinaciones U-Pb, SHRIMP resultaron en 2076 ± 18 Ma. Estos permiten ubicar al cinturón Arroyo Grande en el Proterozoico (2.1Ga), tanto por la edad de las metavulcanitas como de los cuerpos intrusivos reconocidos.

3.3. Faja Florida

El término Faja Florida es utilizado por primera vez por Bossi & Navarro (1988 a) para designar un complejo granito-gnéisico desarrollado entre los cinturones Arroyo Grande y San José. La extensión de esta faja comprende más del 50 % del Terreno Piedra Alta aflorante. Bossi et al. (1993) definen esta faja como un complejo granito-gnéisico con migmatitas relacionadas, compuesta por una serie de granitoides foliados con megacristales de microclina, generados por fusión parcial en núcleos ovoides. La distribución de los granitos-gnéisicos da una estructura homogénea con la aparición de núcleos de escasa extensión.

Las litologías reconocidas en esta faja son, rocas granitoides de composición granítica o granodiorítica (Granito Cerro Colorado y Granito de Florida), con estructura homogénea y escasos kilómetros de extensión; migmatitas en estructuras complejas, (Granito de Carmelo y Florida) las cuales constituyen extensas áreas del subsuelo del departamento de Florida; rocas filonianas básicas sin-magmáticas, plegadas y desplazadas con contacto de mutua intrusión, compuestas por microdioritas anfibólicas o microgabros cuarzosos (Bossi & Gaucher 2014).

3.4. Unidad Ojosmín

Según Caorsi & Goñi (1958) inicialmente describieron esta unidad y la nombraron como rocas efusivas de la Serie Lascano. Bossi et al. (1975) cartografiaron el área como granitos tardi-post-orogénicos. Posteriormente Preciozzi et al. (1985) mantienen la idea de un cuerpo granítico intruyendo en el contacto entre un complejo basal y las vulcanitas de Ojosmín al Este. Según Ferrando (1996) cartografiando el área de Cerros Ojosmín a escala 1:100.000 identificó granitos metamórficos, rocas ultrabásicas, gabros y un granófiro que destaca a los cerros en el paisaje (Fig. 3.3).

Bossi & Piñeyro (1996) caracteriza a la zona de los Cerros Ojosmín como perteneciente al TPA y representa una región con una compleja evolución del basamento, que tendría cuatro etapas: la formación de las unidades componentes del TPA hacia 2000 Ma; cabalgadura de granodiorita Cardona sobre posible ofiolita hacia 1900 Ma; un intenso proceso erosivo e inyección de magmas ácidos hacia 1700 Ma; e inyección de filones de traquitas. Estos antecedentes describen la complejidad de asociaciones litológicas y la variedad en el área de los Cerros Ojosmín.

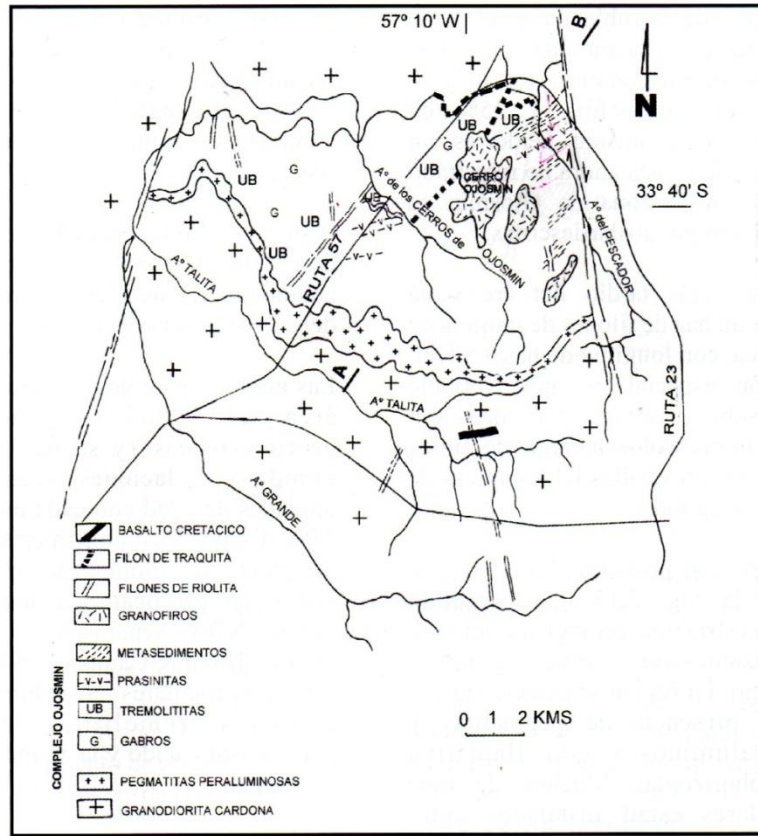


Figura 3.3 Mapa geológico del entorno de Cerros Ojosmín (Ferrando 1996 in Bossi & Piñeyro 2014).

3.5. Haz de Diques Básicos del Terreno Piedra Alta

Este haz de filones básicos es un evento geológico de importancia en el registro del TPA. El mismo se interrumpe bruscamente en la lineación Sarandí del Yí –Piriápolis donde experimenta una flexión de rumbo general N60-70E a EW primero y luego a N60W. (Fig. 3.4)

Según Bossi & Campal (1991) este haz está integrado por miles de diques subparalelos con potencia media de 20 m (entre 10 y 30 m) y una longitud individual superior a 3.000 m. Además los diques se exponen en el campo de dos formas, en grupos de bochas de 0,5 – 3,0 m de diámetro y como cuerpos de roca intensamente fracturados de tamaño variable y medidas inferiores a un metro. Los límites de los diques son relativamente planos, paralelos y subverticales indicando que su inyección se produjo en una encajante totalmente rígida. Su geometría es relativamente constante.

A su vez, Bossi et al. (1990) y Bossi & Campal (1991) diferencian dos grupos dentro del haz, en base a criterios petrográficos por ejemplo un grupo posee An_{46} y el otro grupo An_{53} , porcentajes de plagioclasas distintos, opacos y su forma y la presencia o no de

ortopiroxeno (Campal & Garat 1990); litogeoquímicos según su contenido en TiO_2 sea bajo o alto (Bossi & Campal 1991). Las primeras determinaciones de $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ (Bossi 1991) resultaron en una edad de 1786 ± 2 Ma.

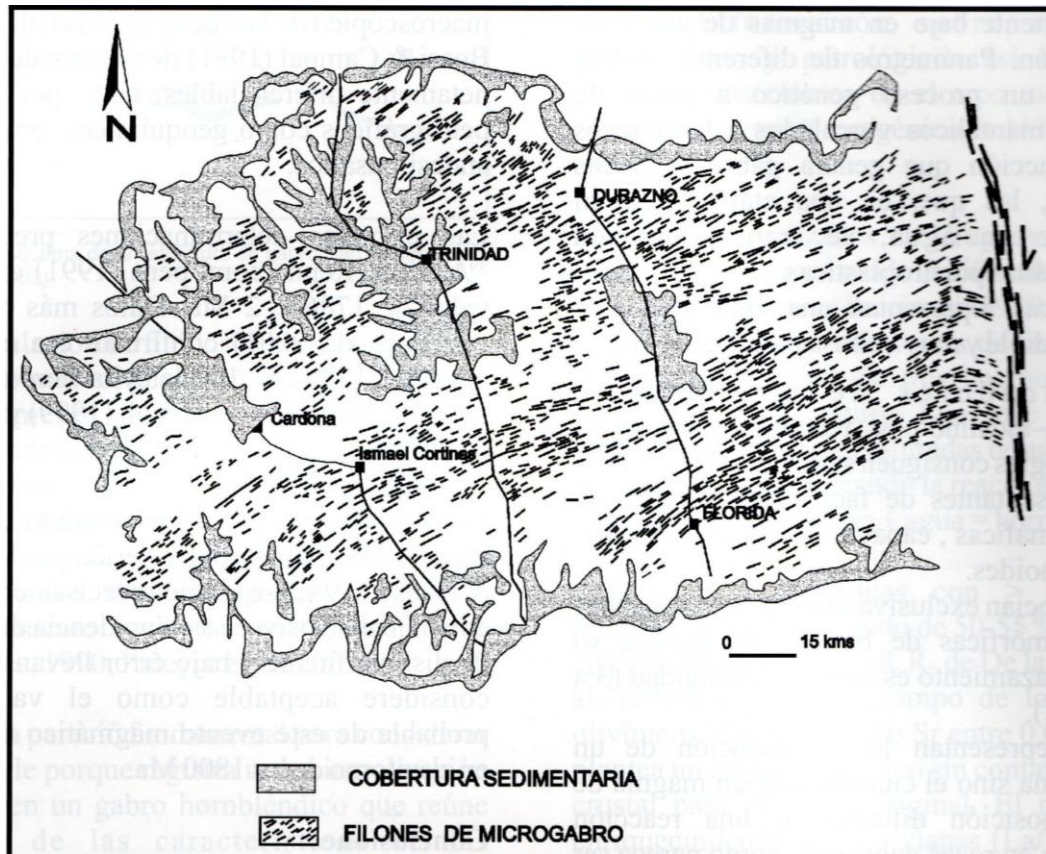


Figura 3.4 Carta geológica del haz de diques del Río de la Plata, modificado de Bossi & Campal (1991).

3.6. Formación Mercedes

Esta unidad fue definida primero por Lambert (1939, 1940) en el Departamento de Durazno como "Conglomerado del Chileno", así como en los departamentos de Paysandú y Río Negro ("Areniscas conglomerádicas superiores"). Fue Serra (1943, 1945) quien cartografiando los departamentos de Colonia y Soriano posicionó estratigráficamente a estos depósitos en el Cretácico Superior. Este autor definió a las "Areniscas de Mercedes" como depósitos arenosos, más o menos conglomerádicos, de color blancuzco con intercalación de material calcáreo, frecuentemente cristalizados.

El estudio de afloramientos y muestras de perforaciones mostró la gran diversidad litológica característica de esta unidad (Goso 1999). Por un lado, la integran litologías

clásticas predominantemente areniscas y conglomerados y por otro, es bastante frecuente la presencia de areniscas blancas silicificadas con presencia de matriz o cemento carbonático. Subordinadamente a estas litofacies se exponen litologías pelíticas. Según (Goso 1999), propone agrupar estas litologías en dos Miembros: Yapeyú y del Chileno. Los antecedentes de esta unidad indican la sedimentación en ambientes continentales fluviales, con eventos torrenciales con un drenaje principal en sentido Oeste (Goso op.cit.).

3.6.1 Geosuelo del Palacio

Según Preciozzi et al. 1985, las areniscas ferrificadas formaban parte del Miembro del Palacio de la Formación Asencio y comprendían extensas corazas ferruginosas de espesor métrico dispuestas horizontalmente, correlacionadas posiblemente con la Superficie Sudamericana (Almeida 1976), las cuales se formaron a expensas de las areniscas de la Formación Mercedes, aunque también se afectaron por este proceso depósitos devónicos de la Formación Cordobés en Durazno y basaltos de la Formación Arapey. Goso (1999) agrupa a estas litofacies ferrificadas como una unidad edafoestratigráfica denominada Geosuelo del Palacio, perteneciente al Miembro del Palacio, de la Formación Mercedes.

Estas litofacies se componen de areniscas finas ferrificadas preservando la estratificación, en algunos casos las corazas están sustentadas por columnas de diámetro métrico y alturas de 2,2m. Este tipo de columnas se las observa en la localidad de Carlos Reyles, Andresito y Paysandú. En la localidad conocida como “Gruta del Palacio de los Indios” se exponen más de 200 columnas y restos de columnas cuyos diámetros en promedio miden 88 cm, oscilan entre el valor máximo 1 metro y el mínimo 76 cm.

Según Goso (1999) las columnas son grandes concreciones ferralíticas, que se formaron aprovechando planos de fractura de los sedimentos de caja. A su vez, González (1999) reconoció dos horizontes en estos paleosuelos apilados, los que forman una sucesión de varios metros de espesor y en los que no se reconoce el protolito. Los procesos de formación de suelos habrían actuado durante un tiempo prolongado, evidenciando que no hubo cambio en las condiciones climáticas (Pasos et al.1998), propiciando dos etapas de construcción y destrucción de los mismos (Bellosi et al.2004).

Morrás et al.(2010), plantea que la ferrificación afecta el límite superior de la Formación Mercedes a través de un nivel transicional constituido por un límite irregular, donde coexisten los materiales ferrificados con relictos de areniscas grisáceas. Para explicar el origen de las estructuras columnares propuesto por Genise et al. (2011) distinguen entre cinco tipos morfológicos diferentes, los que estarían

relacionados con la formación de paleorizosferas paleógenas (Eoceno temprano) a partir de un perfil de suelos lateríticos.

Por otro lado Turner et al. (2017), realizaron estudios geoquímicos que caracterizan a esos suelos como ferricretes a partir de una asociación de suelos que muestra: enriquecimiento en hierro y aluminio; alteración de minerales lábiles a caolinita; texturas abigarradas, vermiformes y pseudoconglomerados.

3.7. Formación Libertad

Originalmente definida y caracterizada en Goso (1965) y redefinida sin modificaciones relevantes en Goso & Bossi (1966, 1969). En general, los autores concuerdan en que esta unidad se extiende en el Sur del país, que genera superficies onduladas y se caracteriza por contener fangos de coloración parda rojiza, incorporando carbonato de calcio multiforme. Algunos sondeos indican que no supera los 30 metros de potencia. Dado que esta unidad es parte de lo que tradicionalmente se ha denominado "Pampeano", se le ha atribuido una gran riqueza paleontológica, lo que en la práctica no ha sido verificado (Ubilla & Perea 1999). Se asume habitualmente que la Formación Libertad se ha depositado en el Pleistoceno Inferior y Medio, esencialmente por criterios estratigráficos. Entre los autores hay matices respecto de la interpretación de las condiciones climáticas imperantes en momentos de la depositación de la unidad. Así, se menciona un clima semiárido con períodos húmedos, condiciones diluviales asociados a episodios glaciales.

3.8. Formación Dolores

Esta unidad fue definida por (Goso 1965), y suele asimilarse con lo que algunos denominan Libertad III. La Formación Dolores se caracteriza usualmente por presentar depósitos arcillo limosos y limo arcillosos, con arena y gravilla (fangos), de coloración pardo y gris verdosa con una potencia que no excedería los 10 metros. Tiene similitud con la Formación Libertad pero se diferencia de ésta en que genera superficies planas, lo que se ha utilizado para diferenciarlas, aunque no es un criterio válido para separar formaciones. Sin embargo, existe un conjunto de matices en lo que refiere a sus atributos litológicos; en particular, las tonalidades y su carácter fangolítico así como sus relaciones estratigráficas.

La Formación Dolores tiene una mayor distribución geográfica que la Formación Libertad, Panario & Gutiérrez (1999) asimilan la Formación Sopas a la Formación Dolores-Sopas. La edad de la misma es Pleistoceno Tardío y por lo general se la socia a condiciones climáticas frías vinculadas al último episodio glacial. Debido al contenido fosilífero característico del Pleistoceno tardío y a la presencia de moluscos de agua dulce para varios departamentos de Uruguay (Ubilla & Perea 1999, Ubilla 1999, Perea et al. 2001), se confirmarían condiciones semi-áridas y frías reinantes en dicho periodo.

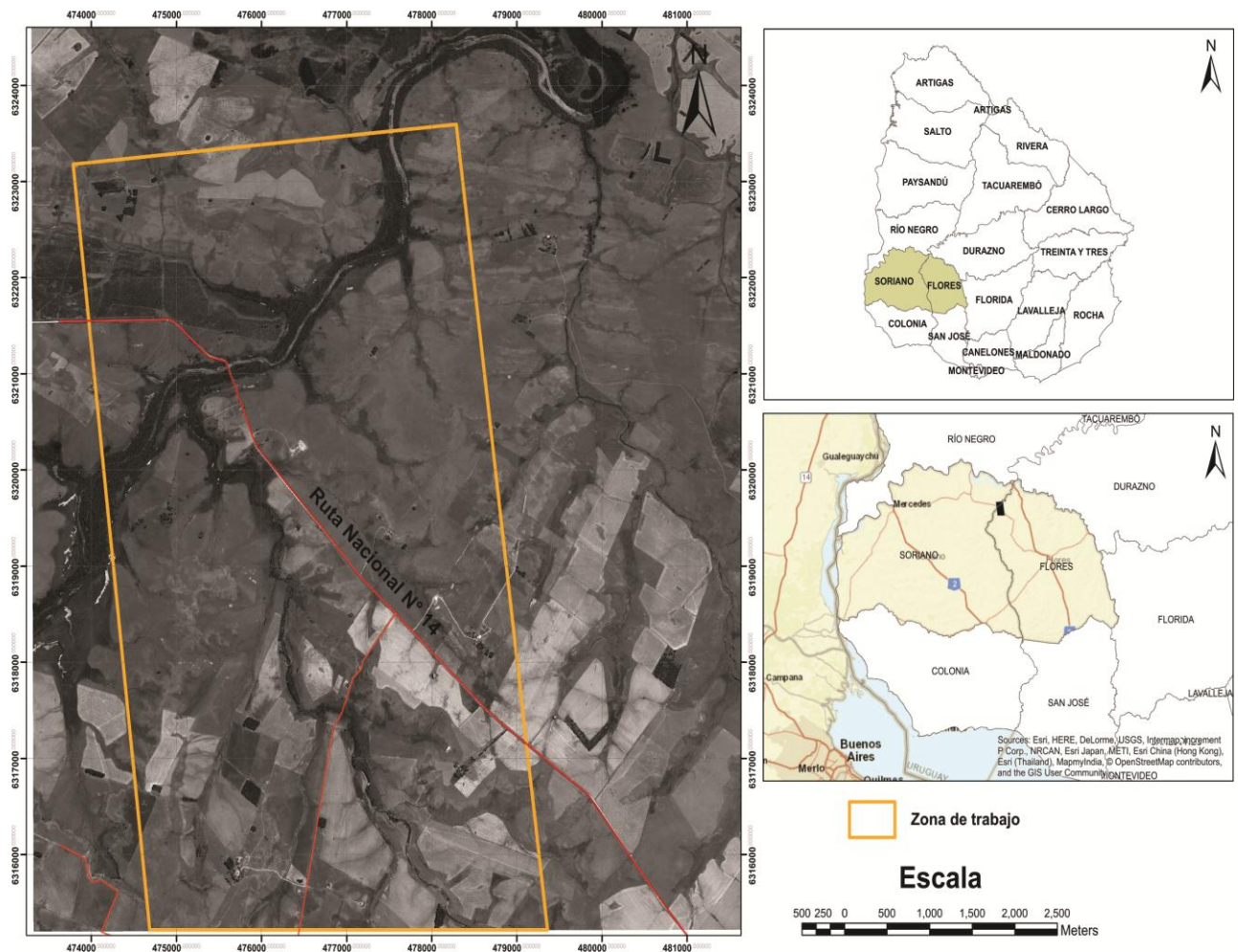
CAPÍTULO 4. Resultados

En este capítulo serán presentados los resultados de los trabajos efectuados considerando cada geositio y su área circundante por separado.

4.1. Geositio Paso de Lugo

4.1.1 Ubicación geográfica del geositio

El área de estudio se localiza al NW del Departamento de Flores en el límite con el Departamento de Soriano, sobre la intersección de la Ruta Nacional N° 14 y el A° Grande, en el centro - oeste de la República Oriental del Uruguay (Fig.4.1). La principal vía de acceso al área de estudio desde el Este, es la antigua Ruta N°3 y la Ruta Nacional N° 14. Es una zona rural con establecimientos agropecuarios encontrándose en las



cercanías la localidad de Marincho como único centro poblado de relevancia.

Figura 4.1 Mapa y croquis de ubicación del área de estudio, según fotos aéreas n° 57-162 y 57-164, del Servicio Geográfico Militar.

4.1.2 Características geomorfológicas del entorno del geosito

Como se observa en la Fig. 4.2 el relieve de esta zona se puede caracterizar como suave a moderadamente ondulado y con zonas planas, junto a estas pudieron observarse escarpas de erosión. Según las cotas topográficas se puede distinguir una región hacia el NW donde las cotas oscilan entre los 50 – 80 m., y otra al SE donde las cotas muestran valores máximos de 85 – 90 m. Las zonas más bajas se corresponden con altitudes que oscilan entre 40 – 45 m.

Existe un control litológico en las geoformas presentes, destacándose:

- Zonas con laderas pronunciadas e interfluvios pronunciados correspondientes a las cuarcitas con foliación milónítica.
- Zonas mesetiformes con escarpes de erosión y laderas más suaves correspondientes a los materiales cretácicos de la Formación Mercedes.
- Zonas de planicies aluviales asociadas a las escorrentías superficiales, como por ejemplo el Arroyo Grande y afluentes principales, asociadas al basamento cristalino.

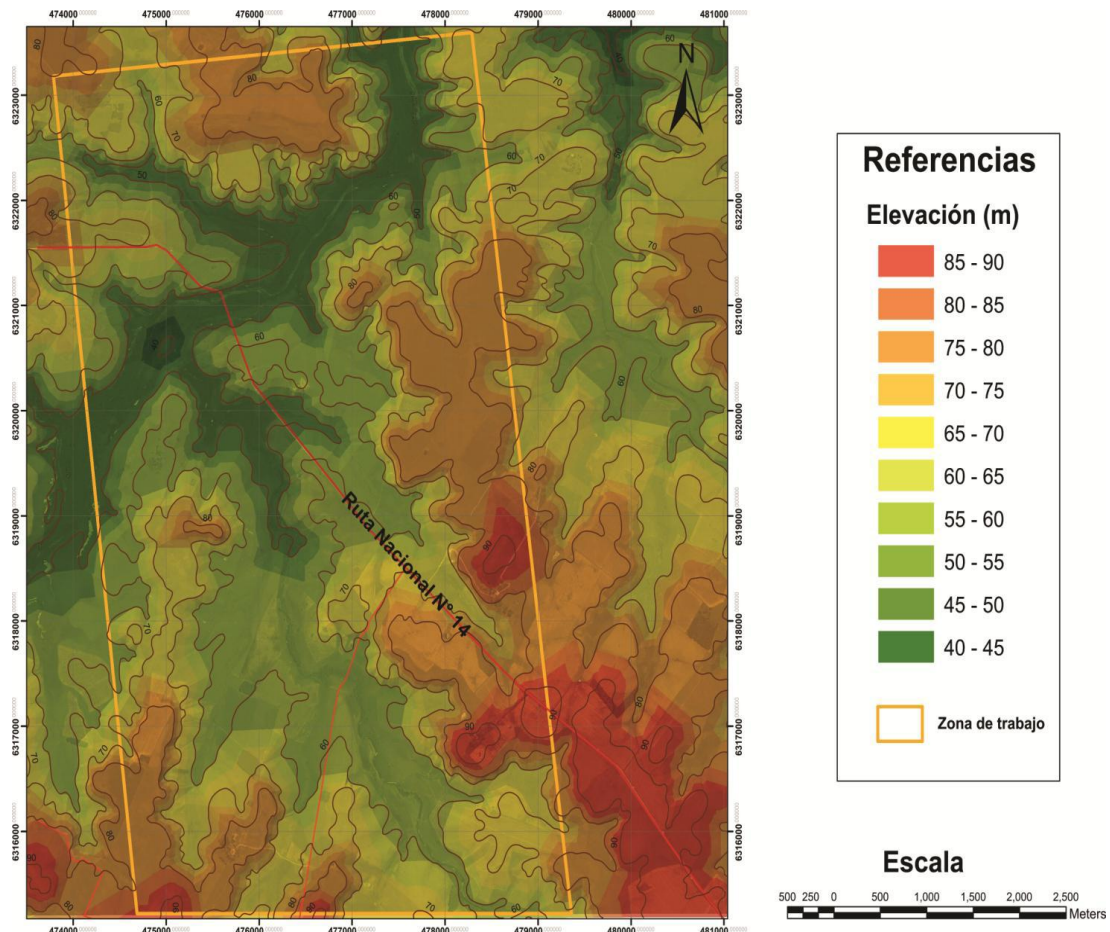


Figura 4.2 Modelo digital de curvas de nivel en el entorno del geosito Paso de Lugo

4.1.3 Red hidrográfica en el entorno del geosito

La red hidrográfica en el área de estudio está representada por el Arroyo Grande como curso de agua principal y el Arroyo Sauce, que drenan sus aguas hacia el Norte y desembocan en el Lago Artificial Paso del Palmar (Fig.4.3). Dicha red es relativamente densa y ramificada. La red secundaria es subparalela, sobre todo la que está asociada a litologías cretácicas y de basamento, en tanto que la red terciaria asociada a las cuarcitas es de tipo angular a 90°. La principal dirección de escurrimiento es controlada por las litologías pertenecientes a la Formación Arroyo Grande.

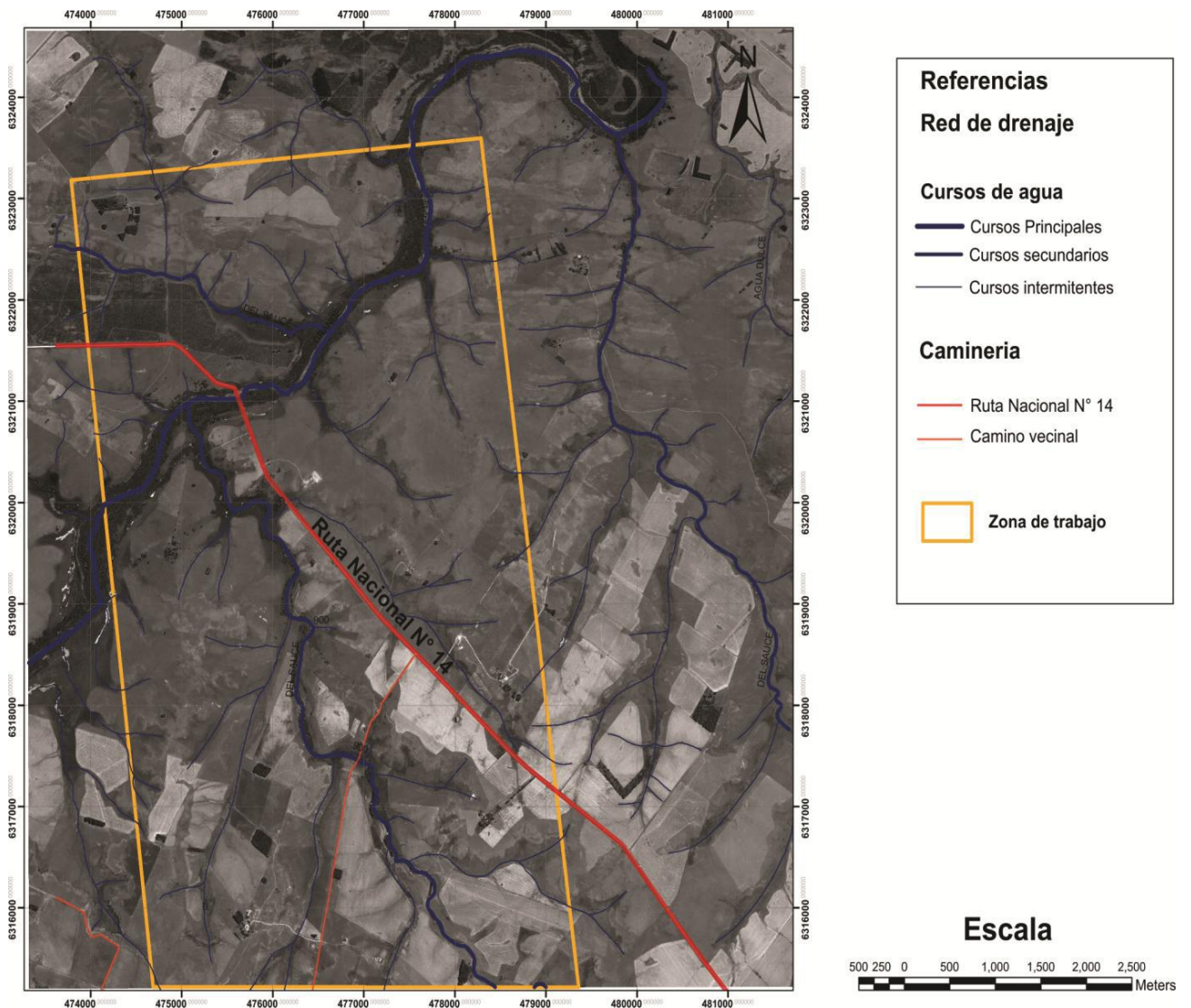


Figura 4.3 Red hidrográfica circundante al geosito Paso de Lugo.

4.1.4 Geología descriptiva del área

En la (Fig.4.4) se presentan los puntos relevados en el área correspondiente a dos fotos aéreas del entorno de Paso de Lugo. Dentro del área de estudio se pudieron diferenciar cuatro unidades geológicas mayores cartografiables a la escala de trabajo, que fueron separadas en base al trabajo de gabinete en la etapa de fotointerpretación y por medio de las observaciones de campo. Esta separación no solo es evidenciada por contrastes geológicos, sino que también por claros cambios geomorfológicos del medio físico como, La morfología de la red de drenaje, la densidad y forma de los afloramientos o su ausencia, y las características del relieve. En la zona estudiada (ver Mapa Geológico), se observaron las siguientes litologías que se detallan a continuación:

- Cuarcitas miloníticas de la Formación Arroyo Grande (Preciozzi 1993) al Norte.
- Granodioritas al SE y SW.
- Diques máficos al W en las inmediaciones del Arroyo Grande.
- Conglomerados, areniscas y silcretos de la Formación Mercedes al NE, E, SE y S.
- Sedimentos (asociados al reciente y actual).

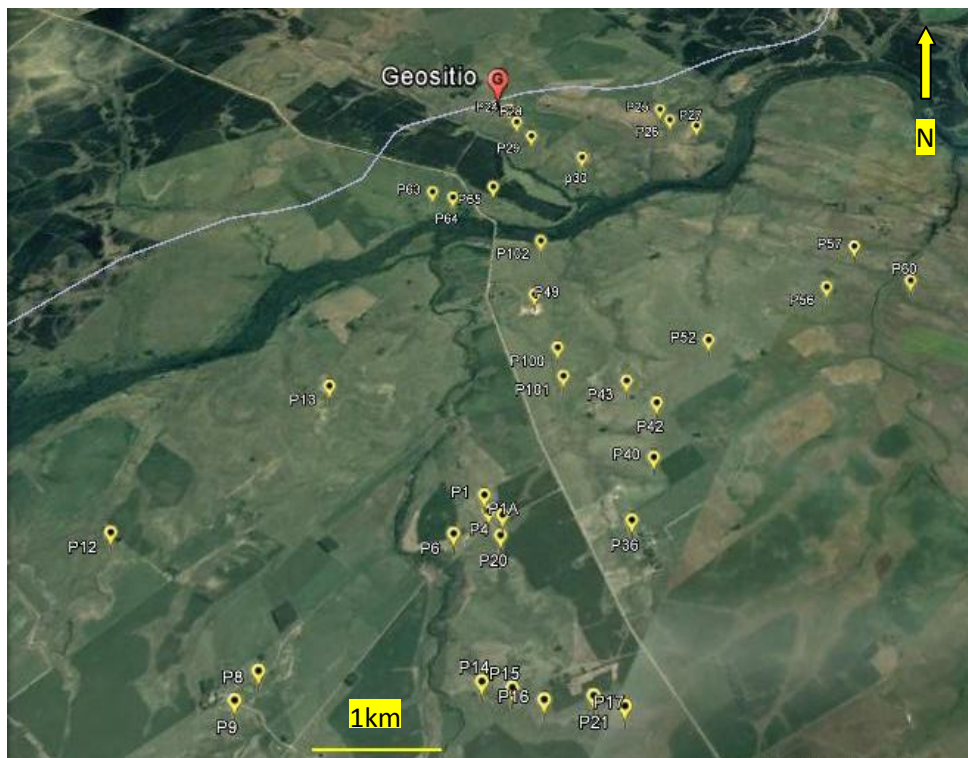


Figura 4.4 Imagen tomada de Google Earth con indicación de los puntos relevados en el entorno del geositio de Paso de Lugo.

4.1.4.1 Descripción de las unidades

4.1.4.1.2 a) Cuarcitas miloníticas

El rumbo general de la estructura que tienen estas cuarcitas con foliación milonítica es N105 y se las observa poco tenaz. En la imagen de la Fig. 4.5 a, se muestra la forma de cresta, afloramiento más común de esta litología. Esta litología representa un 30 % del área estudiada. Corresponde a rocas anisótropas con fábrica plano-lineales, de foliación milonítica, donde se reconoce según la textura, dos dominios, uno granoblástico leucócrata, con predominio de granos de cuarzo y otro dominio lepidoblástico, fundamentalmente muscovítico, que permite definirlo como textura milonítica.

En superficie se la observa de color gris pero en muestra de mano es de una coloración plateada intensa. La granulometría es fina a muy fina Fig.4.5 b, c. En análisis petrográfico se pudo confirmar que se trata de una roca anisótropa con foliación milonítica caracterizada por un dominio leucocrático granoblástico formado principalmente por cuarzo; un dominio lepidoblástico formado principalmente por biotita y algo de muscovita (Fig.4.5d,e,f).

El cuarzo es el principal mineral con una abundancia aproximada a un 70 - 80 % siendo la muscovita el mineral subordinado con un 18 % y el resto son opacos.

Dominio I - granoblástico: en algunos casos los límites de los granos de cuarzo tienen difusos sus límites, mientras que en otros el contacto es pleno con el grano vecino. La geometría de los cristales varía entre subautomorfo a xenomorfo, en algunos casos se observa extinción ondulante.

Dominio II – lepidoblástico: formado fundamentalmente por mica muscovita, con pleocroísmo de verde claro a verde oscuro, en forma de listones donde se observa los clivajes curvados, los cristales son subautomorfos. En función de las observaciones realizadas el metamorfismo sería de facie esquistos verdes y su protolito sedimentario.

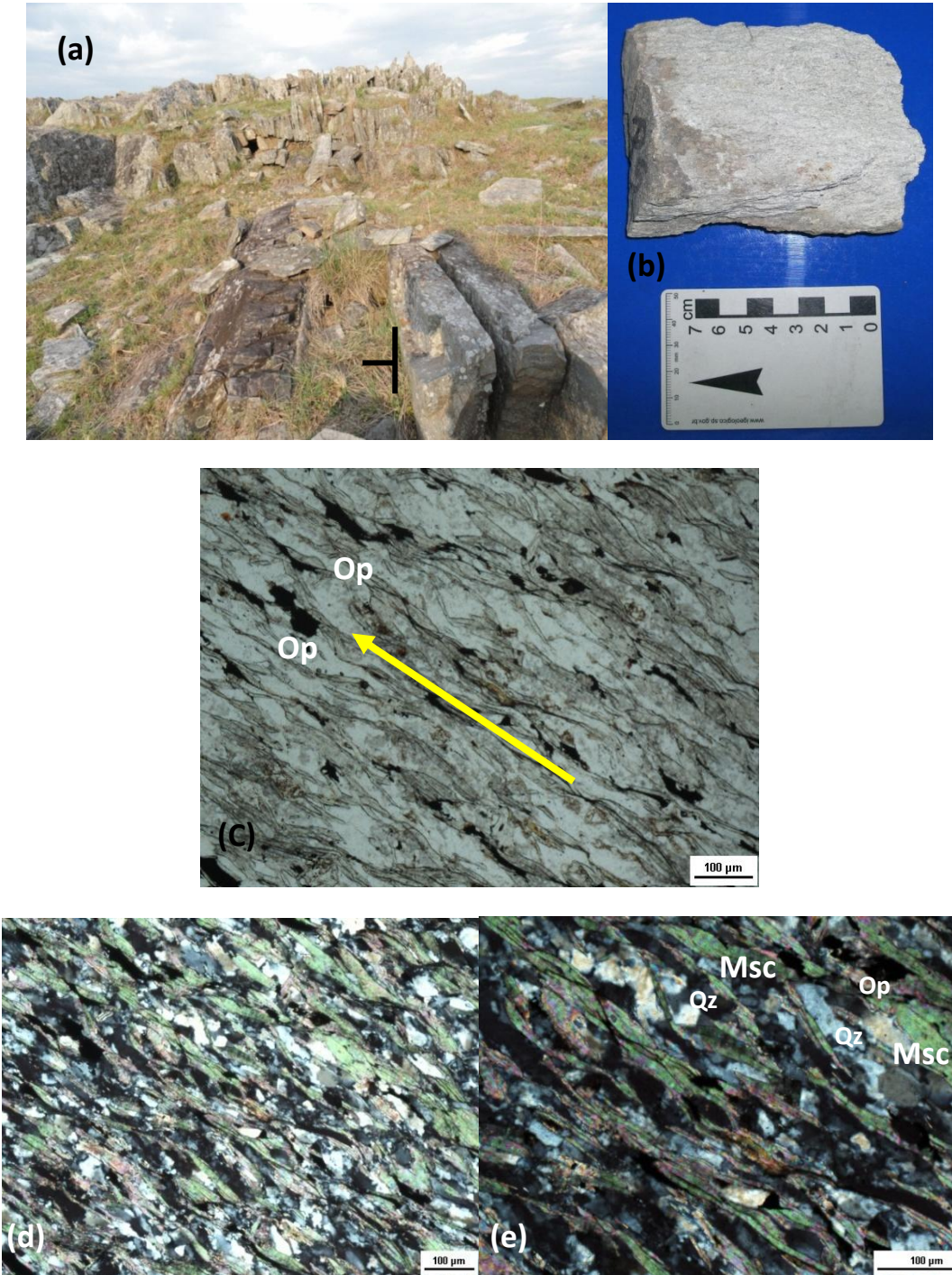


Figura 4.5 (a) Vista panorámica del afloramiento con forma de losas paralelas verticalizadas; cuarcitas con foliación milonítica de la Formación Arroyo Grande, (b) vista de muestra de mano, (c) fotomicrografía a luz natural donde la flecha amarilla indica el sentido de estiramiento del cuarzo y se observan opacos (Op), (d) fotomicrografía de los granos de Qz presente y donde se observa la textura, (e) fotomicrografía a luz polarizada con mayor aumento donde se observan los minerales Qz = cuarzo, Msc = muscovita y Op = opacos.

4.1.4.1.3 b) Granodioritas

En la región SE – SW del área de trabajo y por debajo de los sedimentos cretácicos se reconocen, entre las cotas que van de los 45 m a 55 m afloramientos de una roca ígnea intrusiva del tipo granodiorítica, los afloramientos poseen una orientación general de N260. (Fig. 4.6 a)

En muestra de mano Fig.4.6 b, se presenta fanerítica, holocristalina, equigranular y de tamaño de grano de medio a grueso. Los minerales presentes observables con lupa son cuarzo, feldspatos y biotita. Por su índice de colores claros se trata de un espécimen leucócrata y de carácter ácido.

En análisis petrográfico se pudo determinar que el principal mineral en términos de abundancia relativa es el cuarzo y se encuentran de tamaño medio. Se los observa limpios, sin fracturas y son xenomorfos. Las plagioclasas son de tamaño medio y de forma rectangular bien definidas. Presentan macla polisintética y se las observa en su gran mayoría frescas y sin golfos de corrosión. Sus caras están limpias claras y sin fracturas.

Otro de los minerales observados es la biotita, que se observa con dimensiones que varían entre 0,6 – 0,8 mm, estando distribuidas de manera caótica y sin un orden preferencial observándose sus planos de clivaje característicos. El pleocroísmo de la biotita es de color marrón castaño a marrón verdoso. No se detecta en esta muestra la presencia de otros minerales u opacos. Las observaciones realizadas concuerdan con la granodiorita de Arroyo Grande según (Preciozzi 1989 a).

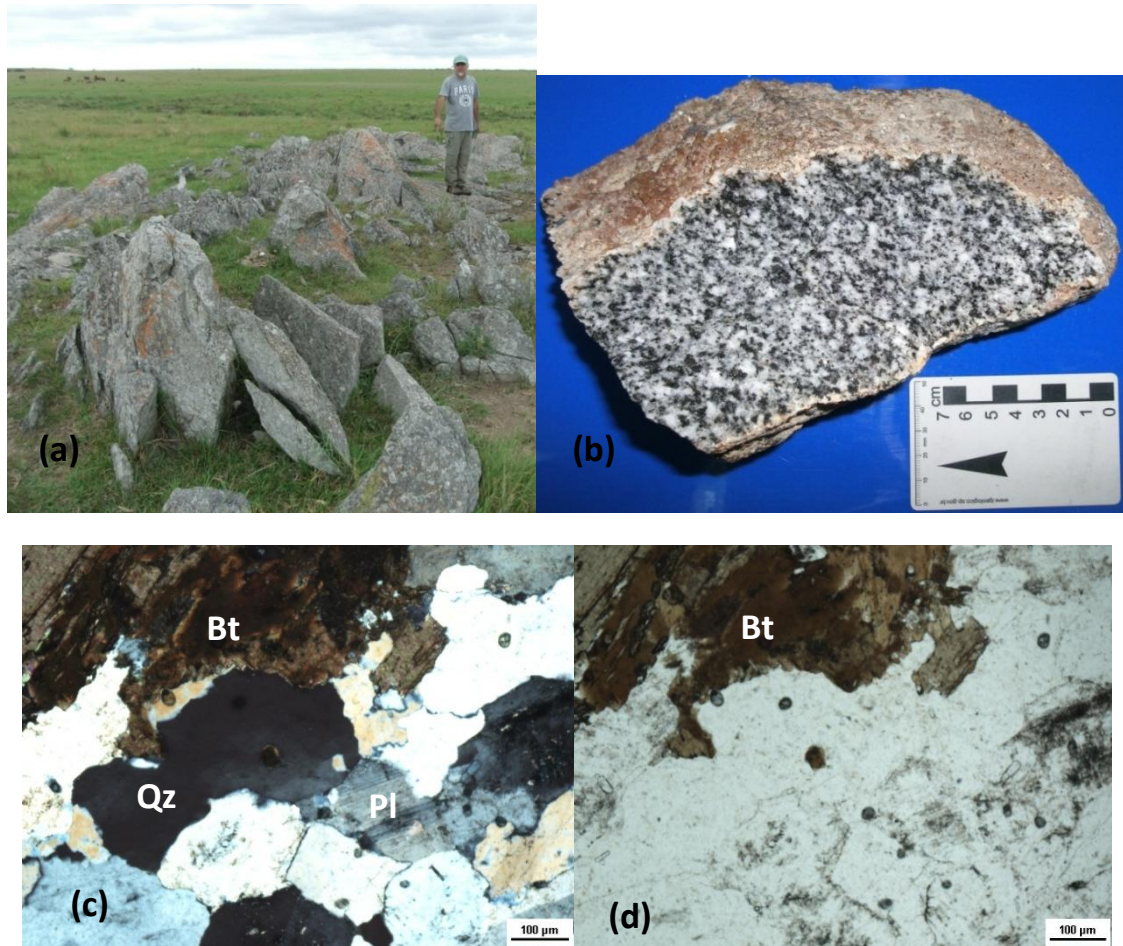


Figura 4.6 (a) Vista panorámica de afloramiento de granodiorita, **(b)** vista en detalle de muestra de mano de granodiorita, **(c)** fotomicrografía en luz polarizada donde se observan los minerales Qz = cuarzo , Bt = biotita , Pl = plagioclase, **(d)** fotomicrografía en a luz natural donde se observa las dimensiones de la Bt.

4.1.4.1.4 c) Diques máficos

En la presente área de trabajo se encuentran un conjunto de diques máficos asociados al haz de diques del TPA Fig.4.7, Son de color predominantemente negro y texturalmente isótropos. En la zona se exponen varios diques que en promedio tienen un largo de 200 m y un ancho de 23 m aproximadamente. Con un rumbo N70 se los encuentra por lo general asociados con una cobertura vegetal o arbórea Fig.4.8 a, aflorando en forma de bochas alineadas producto de los procesos de intemperismo y erosión Fig.4.8 b. En la tabla II se exponen medidas areales obtenidas en campo de algunos de los diques.

Los diques máficos en muestra de mano son de color negro o melanócratas, son básicos y holocristalinos. Se los observa faneríticos y el tamaño absoluto de los cristales oscila entre 1 a 5 mm. , Fig.4.8 d. Son equigranulares y su geometría varía entre subautomorfas a automorfa, por lo tanto la textura es subautomórfica. En cuanto a la mineralogía en lupa de mano se observaron que tienen plagioclasas en un porcentaje mayoritario. Debido a la asociación de plagioclasas y minerales máficos decimos que se trata de un microgabro.



Referencias: traza roja Dique —

Figura 4.7 Vista general de los diques en rojo en el área del geositio Paso de Lugo. Fuente de la imagen Google Earth



Figura 4.8 (a) Vista en campo de dique máfico (afloramiento lineal con cubierta arbórea), (b) Detalle de bochas fracturadas de los diques máficos, (c) Vista de muestra de mano, (d) vista en detalle de un gabro.

En análisis petrográfico Fig. 4.9 las características de estas rocas son, textura subofítica, inequigranular seriada. En ella se observan plagioclasas, piroxenos y opacos. Las plagioclasas oscilan entre un 50 – 60 % de abundancia y en presentan maclas polisintéticas, los cristales oscilan desde automorfos a subautomorfos, y su tamaño varía entre 0,1 – 0,5 mm. Se puede observar las caras limpias y brillantes, algunas plagioclasas se encuentran fracturadas.

Los piroxenos como mineral de segundo orden de aparición u abundancia en cuanto a porcentaje estimado se encuentran en un 20 – 25 %, son de formas subautomorfos a automorfos están fracturados y su tamaño es variable. A luz natural son de color gris pardo claro sin pleocroísmo. En menor proporción se observaron clino y ortopiroxenos.

Los opacos se encuentran en un 5% y tienen formas subautomorfos. Otro mineral presente es el cuarzo en granos dispersos, son subautomorfos y agrupados en distintos puntos. Sus tamaños oscilan entre 0,02 – 0,06 mm y presentan contacto pleno con sus granos vecinos. Por lo anteriormente expresado petrográficamente se trata de un

microgabro. Las imágenes presentadas en Fig.4.9 c a la d, corresponden a otras secciones, en otros diques donde se observa actinolita.

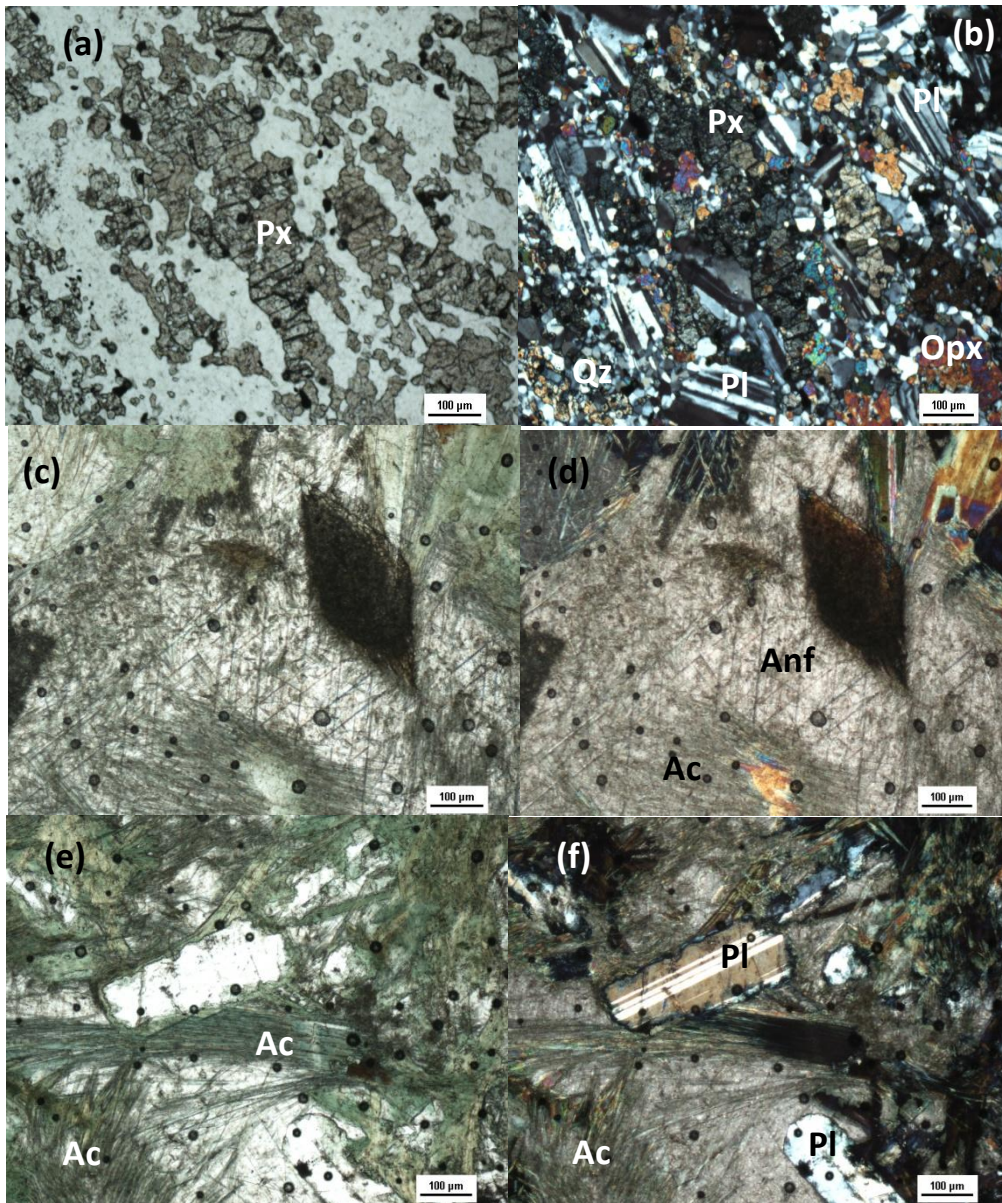


Figura 4.9 (a) fotomicrografía a luz natural, (b) Vista en detalle a luz polarizada de los minerales presentes Pl = plagioclasa, Opx = ortopiroxeno, Qz = cuarzo y de la textura subofítica, (c) vista de detalle de a luz natural, (d) fotomicrografía a luz polarizada con vista de minerales, Ac = Actinolita , Anf = anfíbol, (e) vista en detalle de las Ac = actinolitas en luz natural y (f) fotomicrografía con luz polarizada donde se observan minerales de Ac = actinolita, Pl = plagioclasa.

Cerca de estos afloramientos se encuentra una cantera de material granular ubicada en el centro del área y sobre la Ruta Nacional N°14. De esta Fig. 4.10 a, y debido al alto grado de alteración se extrae material para caminería. En la misma se observó una roca granodiorítica con un elevado nivel de alteración y enclaves máficos, existen además diques máficos y pegmatíticos. El estado de alteración de las litologías existentes dificulta la descripción de las mismas. Los enclaves son de composición máfica oscilan entre 20 a 40 cm de eje mayor Fig. 4.10 d sin brillo y con varias direcciones. A este conjunto litológico se agrega además, la presencia de diques máficos Fig. 4.10 b, alterados y de espesores variables, cortando el material granular. Los diques pegmatíticos tienen espesores que oscilan entre 6 a 20 cm se encuentran alterados y con superficie sin brillo, su constitución es principalmente cuarzo feldespática Fig. 4.10 c.

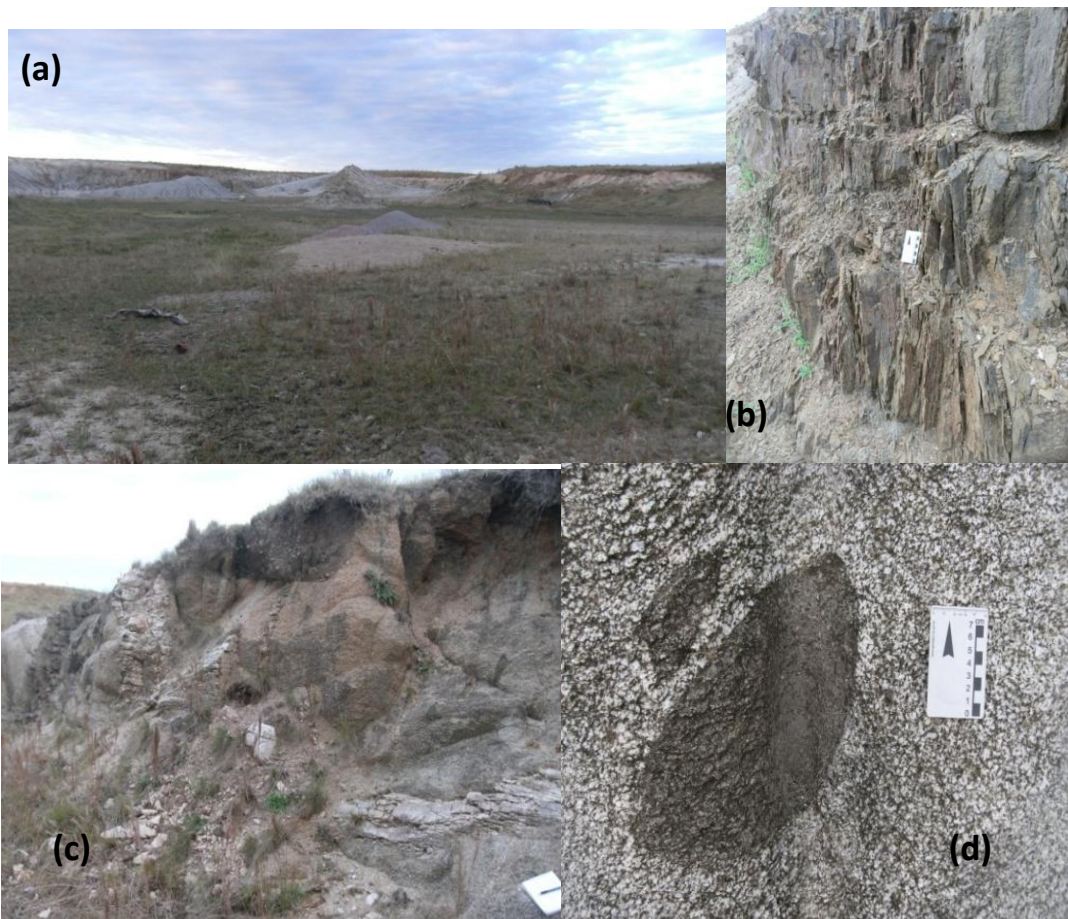


Figura 4.10 (a) vista panorámica de la cantera; (b) Dique máfico alterado con rumbo N25, (c) vista de los diques pegmatíticos observados en la cantera; (d) vista de los enclaves máficos observados en la cantera.

4.1.4.1.5 d) Litologías de la Formación Mercedes

La unidad correspondiente a la Formación Mercedes desarrolla afloramientos en un 40 % del área de trabajo. Se expresa en varios puntos al Norte de la Ruta 14 como grandes extensiones tabulares y mesetiformes (Fig. 4.11 a), y se la encuentra por encima de rocas alteradas del basamento. En dicha unidad fueron reconocidas las siguientes litologías conglomerados, areniscas blancas y silcretes.

Conglomerados

En afloramientos pertenecientes a esta unidad se pueden realizar las siguientes observaciones, clastos cuya granulometría varía entre 3 mm a 12 cm su grado de selección es pobremente seleccionado; el color es gris claro y en algunos puntos se encuentran teñidos por óxido de hierro. El grado de consolidación que presentan oscila entre consolidado a muy consolidado.

El grado de angulosidad muestra que los clastos mayores oscilan entre bien redondeados a muy bien redondeados mientras que los menores se encuentran bien redondeados. En cuanto a la esfericidad los clastos de mayor tamaño se encuentran sub prismáticos a esféricos mientras que los de menor tamaño se observan esféricos.

Del punto de vista de su composición mineralógica se observan clastos de cuarzo (95 %) en variedades ahumado, lechoso y cristalino, feldespatos (4%) y líticos (1%). El esqueleto está compuesto por clastos de cuarzo que oscilan entre 3 cm a 12 cm en las variedades antes mencionadas la composición mineralógica mayoritaria es cuarzosa; mientras que los feldespatos y líticos hacen parte de la matriz.

La matriz se observa de color gris claro; su composición es cuarzosa, los clastos oscilan entre 2 mm a 4 mm y se los observa en su gran mayoría bien redondeados y esféricos. Presenta cemento de naturaleza silíceo que le confiere un grado de consolidación relativamente tenaz. La textura es de tipo clasto sostén, no presentando orientación y no se detectan fósiles.

En base a lo descrito se trata de un ortoconglomerado oligomíctico. Asociadas a estas litologías se observaron estructuras sedimentarias del tipo estratificación plano paralela Fig. 4.11 c y figuras de canal Fig. 4.11 d. Se encontró una cornisa pronunciada Fig. 4.12 b, formada a expensas de una escarpa de erosión de 1.90 m de altura Fig. 4.12 c., para su mejor comprensión se presenta una esquema de la formación referida en la Fig. 4.12 d.

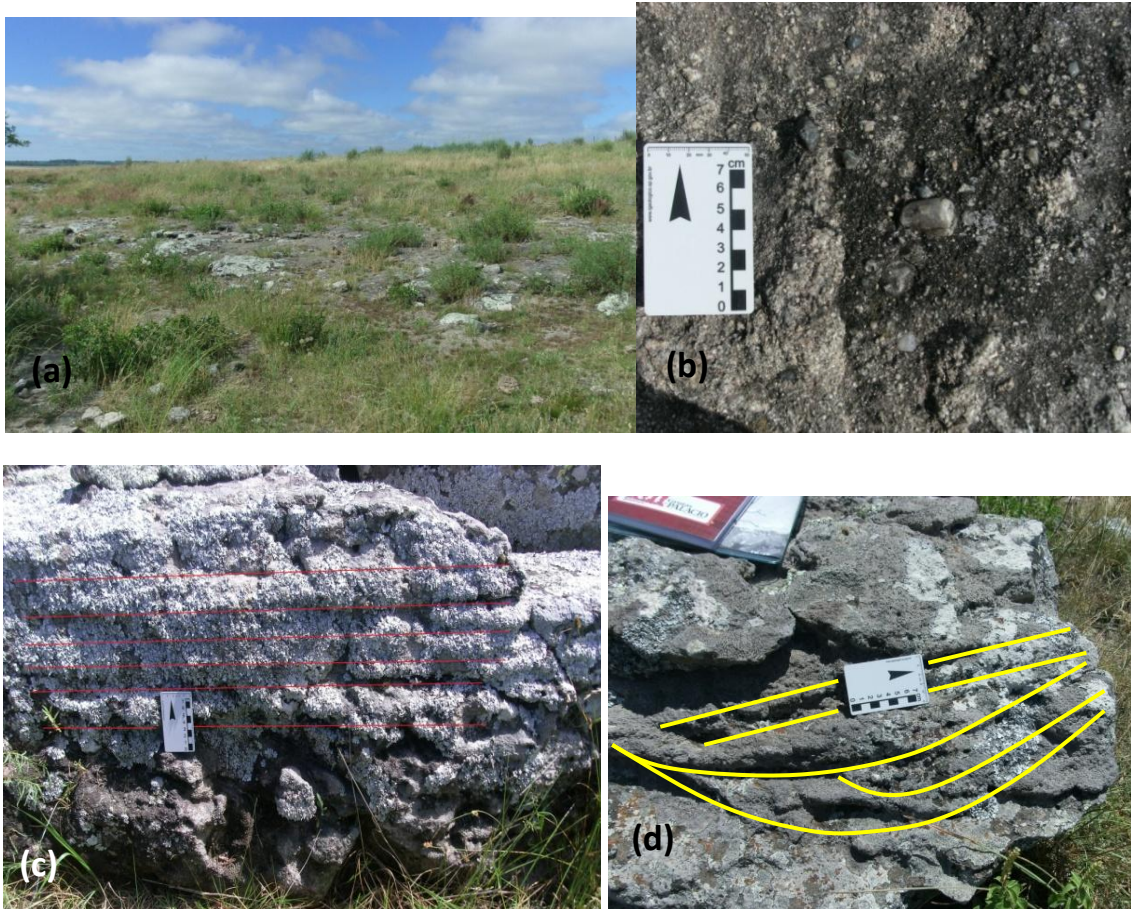


Figura 4.11 Afloramientos de la Formación Mercedes. **(a)** Vista panorámica de afloramiento observado en ladera media a alta, **(b)** vista en planta de conglomerado, **(c)** vista de estratificación plano paralela, **(d)** vista en detalle de la estratificación acanalada.

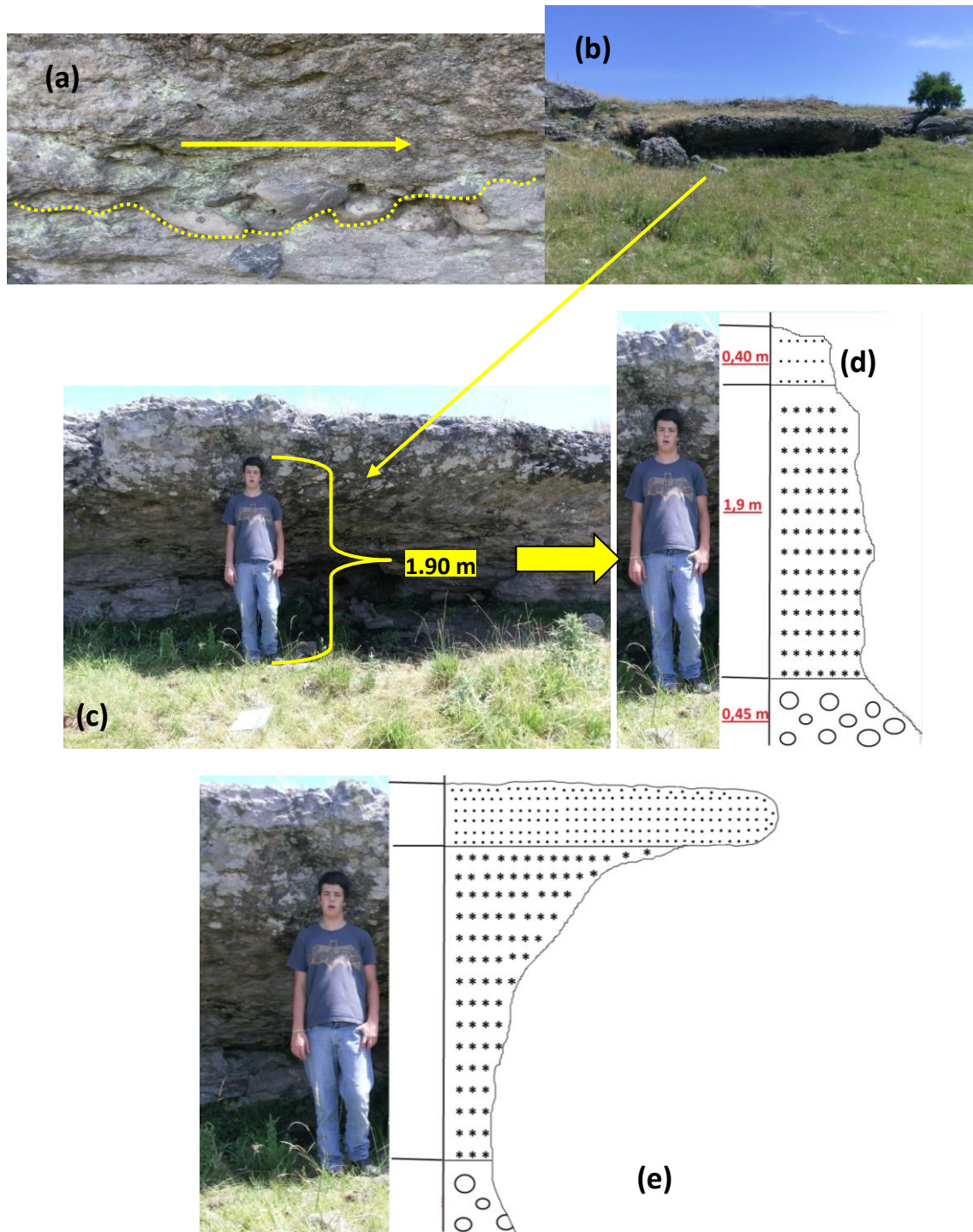


Figura 4.12 (a) vista en detalle de clastos imbricados la flecha amarilla indica la dirección de la paleocorriente, (b) vista panorámica de la geoforma de erosión, (c) vista en detalle de la altura de la geoforma de erosión (cornisa), (d) perfil lateral donde se observan los litotipos presentes en ese punto de base a techo (conglomerados, grava y arena gruesa) y sus espesores es una sección grano decreciente, (d) esquema; forma de la cornisa en vista lateral.

Areniscas

Fueron observadas también en otra litofacie perteneciente a la Formación Mercedes, areniscas blancas cuarzosas Fig. 4.13 b. En muestra de mano se observan granos cuyos tamaños oscilan entre arena media a gruesa, presentando un grado de selección de bien a moderadamente seleccionado.

La matriz se presenta < 15 % y su textura es del tipo clasto sostén. Presenta cierto grado de porosidad. La redondez de los clastos se presenta de sub redondeados a sub angulosos y su esfericidad se encuentra entre sub prismáticos y esféricos. Su madurez textural se presenta como madura. La composición mineralógica en base a comparadores visuales corresponde a cuarzo 97 %, feldespatos 2% y líticos 1%. El cemento presumiblemente es de naturaleza silíceo y le brinda un alto grado de consolidación. El color predominante es blanco homogéneo con algunos tintes grises. Las areniscas se presentan de forma masiva, sin estructuras sedimentarias aparentes o estratificación. Por lo anteriormente expresado se trata de una arenisca cuarzo cementada por sílice.

Silcretes

Silcretes atribuibles a la Formación Mercedes Fig. 4.13 a, c, d, se extienden a lo largo de una escarpa de erosión, y se expresan como una coraza resistente a la erosión. Los silcretes se presentan como una costra rica en sílice, es decir una capa endurecida.

Generalmente se forman en condiciones de clima árido y cálido donde encharcamientos poco frecuentes hace que la sílice se disuelva y se recristalice para cementar los granos del suelo (Stow 2007). El silcrete es extremadamente duro y resistente a la intemperie y a la erosión, pero eventualmente se erosiona esferoidalmente para producir cantos rodados y fragmentos angulares. Se los observa en varios puntos como estratos o venas de espesores centimétricos que oscilan entre 1 a 10 cm (Fig. 4.13 c), de colores blancos y grises, con estructuras irregulares o lenticular heterogénea.

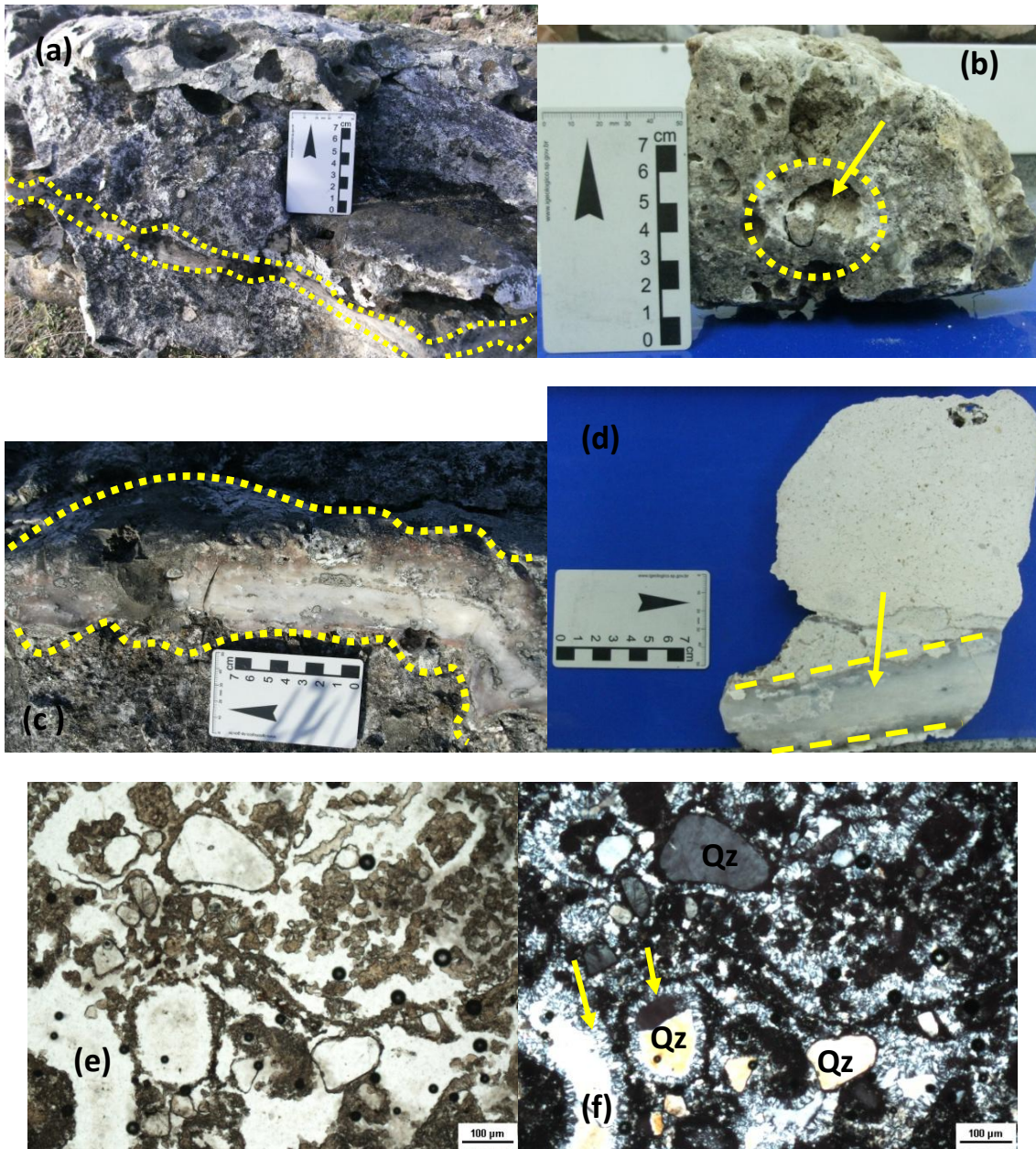


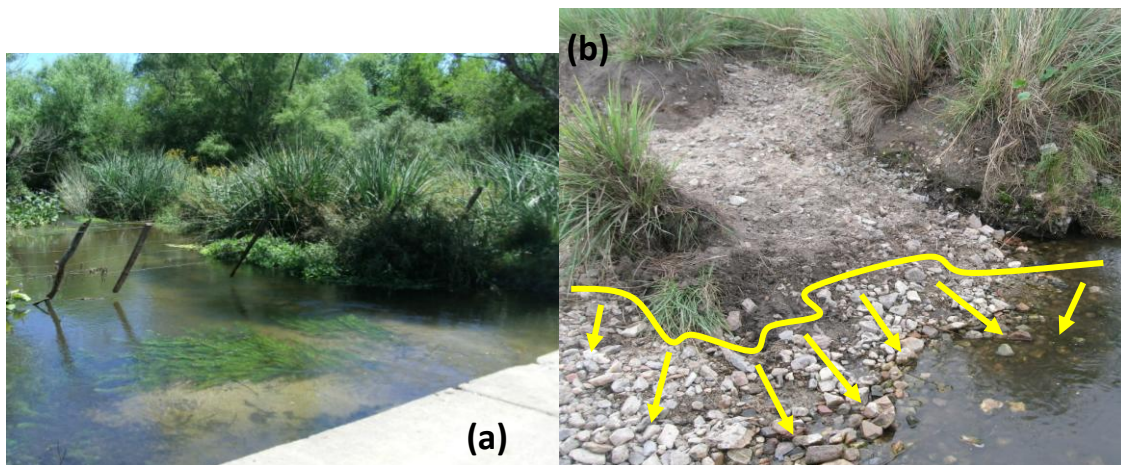
Figura 4.13 (a) Vista en planta de afloramiento con silcretos de la Formación Mercedes en amarillo, (b) Vista en detalle de arenisca blanca con cavidades perteneciente a la Formación Mercedes, (c) Vista en detalle de las venas silicificadas que oscilan entre 2 a 10 cm en afloramiento, (d) Vista en detalle de corte de muestra de mano con silcrete, (e) Fotomicrografía a luz natural, (f) Fotomicrografía con luz polarizada donde se observan los clastos de cuarzo = Qz, con cemento isopaco alrededor.

4.1.4.1.6 e) Reciente y actual

Esta unidad se caracteriza por aparecer en las zonas bajas, planas, adyacentes a los cursos fluviales, con escaso espesor. Se trata en la mayoría de los casos de sedimentos transportados y depositados por cursos de agua como el Arroyo Grande y del Sauce.

Se observa en esta unidad depósitos de cantos de tamaños centimétricos mal seleccionados, redondeados a subredondeados, de composición cuarzosa y totalmente desagregados presentan textura clasto sostén y se los observa en la base de los arroyos.

Además existen arenas gruesas a gravas moderadamente seleccionadas de redondeadas a subredondeados, de textura clasto sostén e inconsolidadas; la composición mineralógica es cuarzo (97%) feldespatos (2%) y líticos (1%) el color es blanco a tonos color ámbar. Estas arenas se las observa formando depósitos o barras de arena en el cauce de algunos arroyos. (Fig.4.14 a) Su proveniencia más significativa podría ser la erosión de la Formación Mercedes o regolitos del basamento.



4.14 Vista en planta de sedimentos recientes y actuales, **(a)** vista en el cauce del arroyo de depósito de arenas fluviales, **(b)** vista en planta de cantos mal seleccionados como depósito actual desde la línea amarilla hasta donde indican las flechas.

4.1.5 Carta geológica del entorno del Geosito Paso de Lugo

En el Anexo se presenta la carta geológica de detalle elaborada a partir de los trabajos de campo y gabinete.

4.2.1 Inventario de geosito y evaluación metodológica

4.2.1.1. Propuesta de García et.al (2017)

Valor Científico (V_c)

Tabla 4.1 Evaluación del valor científico del geosito Paso de Lugo

	Puntuación	Factor de ponderación	Resultado
A - Representatividad	2	0,3	0,6
B – Conocimiento científico	1	0,15	0,15
C – Integridad	4	0,25	1
D – Diversidad Geológica	1	0,1	0,1
E – Rareza	2	0,2	0,4
Resultado Final = 2,25			

Valor Vulnerabilidad (V_v)

Tabla 4.2 Evaluación de vulnerabilidad del Geosito Paso de Lugo.

	Puntuación	Factor de ponderación	Resultado
A – Deterioro de Contenidos	4	0,35	1,4
B – Proximidad potencial a áreas degradantes	1	0,2	0,2
C – Régimen de protección	1	0,2	0,1
D – Accesibilidad	1	0,1	0,1
E – Densidad de población	1	0,15	0,15
Resultado Final = 1,95			

4.2.1.2. Propuesta de Medina (2015)

Tabla donde se evalúan todos los parámetros correspondientes a este método.

Tabla 4.3 Evaluación metodológica del geosito.

Categoría	Valoración
A – Valor Intrínseco	10
B – Valor científico educativo	14
C – Valor turístico	9
D – Vulnerabilidad	13
% PA porcentaje de aprobación	46 p = 52,27%
VRG valor de relevancia del geositos	11,58
V _{in} valor intrínseco	2,5
V _{cid} valor científico /didáctico	2,3
VUCE valor de uso científico educativo	2,36
V _{tur} valor turístico	1,28
V _{vul} valor de vulnerabilidad	2,6
VUT valor de uso turístico	1,72
IG índice para la Geoconservación	5,32

4.2.1.3 Propuesta del IELIG (2014)

Tabla 4.4 A Aplicación de la metodología del IELIG para analizar valor científico

Valor científico Parámetros	Puntuación	Factor de ponderación	Resultado
Representatividad	2	0,30	0,6
Carácter localidad tipo	1	0,10	0,1
Grado de conocimiento científico del lugar	2	0,15	0,3
Estado de conservación	4	0,10	0,4
Condiciones de observación	4	0,10	0,4
Rareza	2	0,15	0,3
Diversidad geológica	4	0,10	0,4
Sumatoria final			2,5

Tabla 4.4 B Aplicación de la metodología del IELIG para analizar valor didáctico.

Valor didáctico Parámetros	Puntuación	Factor de ponderación	Resultado
Representatividad	4	0,05	0,2
Carácter localidad tipo	1	0,05	0,05
Estado de conservación	4	0,05	0,2
Condiciones de observación	4	0,05	0,2
Rareza	2	0,05	0,1
Diversidad geológica	4	0,10	0,4
Contenido didáctico / uso didáctico	2	0,20	0,4
Infraestructura logística	1	0,15	0,15
Densidad de población	1	0,05	0,05
Accesibilidad	1	0,15	0,15
Asociación con elementos eco-culturales	2	0,05	0,1
Espectacularidad o belleza	0	0,05	0
Sumatoria total			2

Tabla 4.4 C Aplicación de la metodología del IELIG para evaluar valor turístico recreativo.

Valor turístico recreativo Parámetros	Puntuación	Factor de ponderación	Resultados
Condiciones de observación	4	0,05	0,2
Infraestructura logística	1	0,05	0,05
Densidad de población	1	0,05	0,05
Accesibilidad	1	0,10	0,1
Tamaño del LIG (relacionado con la no fragilidad)	1	0,15	0,15
Asociación con elementos eco-culturales	2	0,05	0,1
Espectacularidad o belleza	0	0,20	0
Contenido divulgativo / uso divulgativo	1	0,15	0,15
Potencialidad para realizar actividades	0	0,05	0
Cercanía a zonas recreativas	0	0,05	0
Entorno socioeconómico	1	0,10	0,1
Sumatoria total			0,9

4.2. Geositio Grutas del Palacio

4.2.1 Ubicación geográfica del geositio

El área de estudio se encuentra a unos 45 km al Norte de la ciudad de Trinidad en el Departamento de Flores Fig.4.15. Al área se accede por la antigua Ruta Nacional N°3 la que está en relativa buenas condiciones de tránsito durante todo el año, o por el km 236 de la actual Ruta Nacional N° 3 en donde se toma al Sur por unos 10 kilómetros. La localidad más próxima es Andresito, junto al Brazo del Arroyo Grande y al Lago Artificial Paso del Palmar que se encuentra a una distancia de 12 km.



Figura 4.15 Mapa y croquis de ubicación del área de geositio Grutas del Palacio.

4.2.2 Características geomorfológicas del entorno del geositio

Esta zona presenta formas de relieve suavemente onduladas debido a que los terrenos corresponden mayoritariamente al basamento cristalino paleoproterozoico, que en ocasiones es cubierto por una cobertura sedimentaria cretácica y ocasionalmente cuaternaria de escaso espesor.

Las mayores cotas topográficas de la zona se sitúan entre 80 y 100 m. Existen otras más bajas y aledañas a los cursos de agua generalmente planas que se sitúan entre los 60 a 75 m. La zona en el entorno del geositio se encuentra en el denominado Rincón del Palacio en la Cuchilla de Marincho.

En el geositio se destaca una escarpa de erosión, formada por erosión hídrica y que genera la caverna conocida como Gruta del Palacio de los Indios. Si bien escarpas similares a ésta han sido reconocidas en otros sitios de Uruguay (Soriano, Paysandú, Durazno), es en Flores donde se exponen las cavernas de mayor dimensión.

Modelo Digital del Terreno - Grutas del Palacio

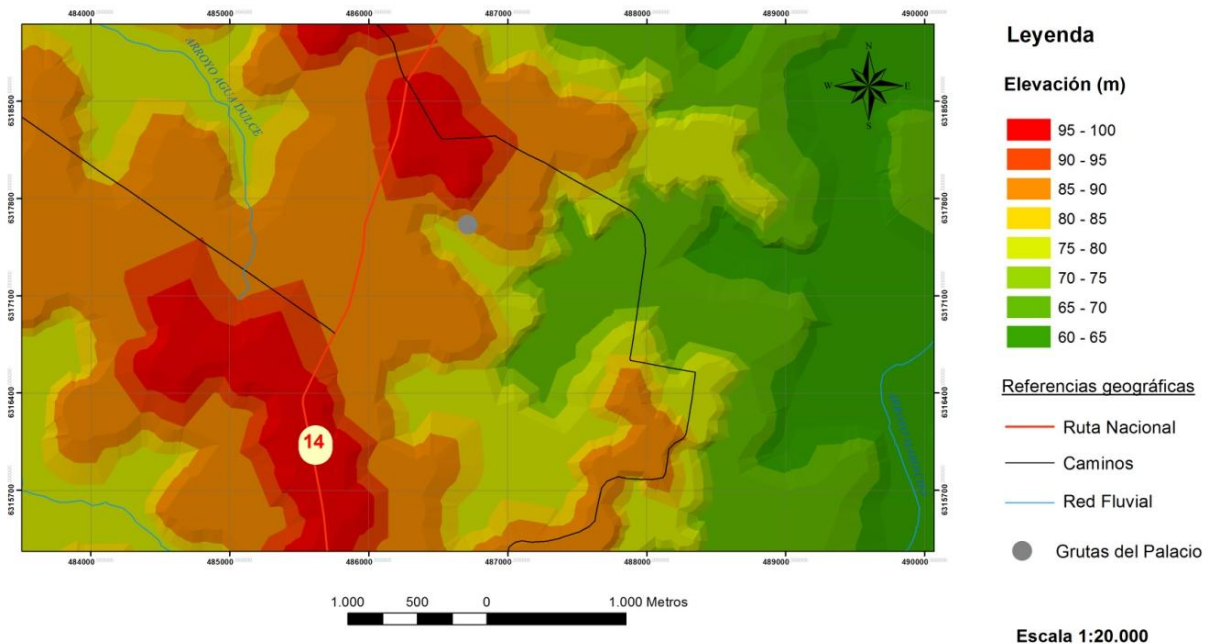


Figura 4.16 Modelo digital a partir de curvas de nivel en el área del geositio Grutas del Palacio.

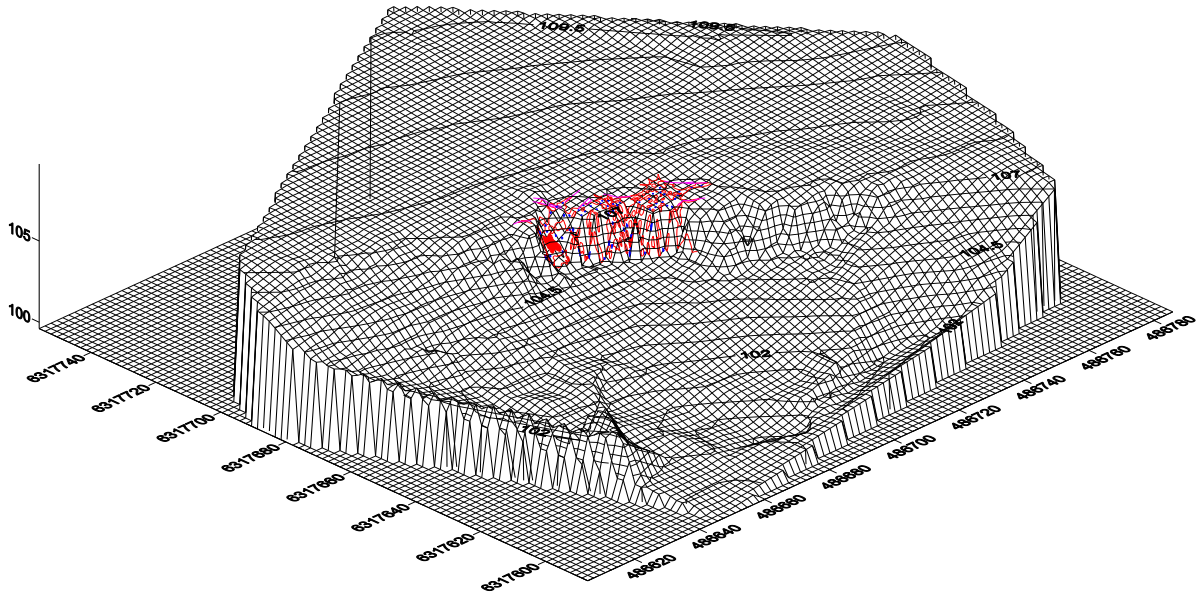


Figura 4.17. Modelo digital de las Grutas del Palacio y de su entorno inmediato (inédito, Veríssimo 2008).

4.2.3 Red Hidrográfica en el entorno del geosito

En relación a las aguas superficiales presentes en esta región, esta zona pertenece a la cuenca superior del Arroyo Marincho, el que drena sus aguas de Sur a Norte, hacia el Río Yí, Fig. 4.18.

Una serie de pequeñas cañadas y cursos de agua intermitentes que integran esa red hidrográfica, con dirección de escurrimiento hacia el Norte, recortan los predios circundantes al geosito. La red tiene baja densidad y es de tipo dendrítica encontrándose pocos cursos fluviales de importancia. La principal dirección de escurrimiento es controlada por las litologías pertenecientes a la Formación Arroyo Grande y a la Formación Mercedes, drenando desde vertientes y escarpas erosivas.

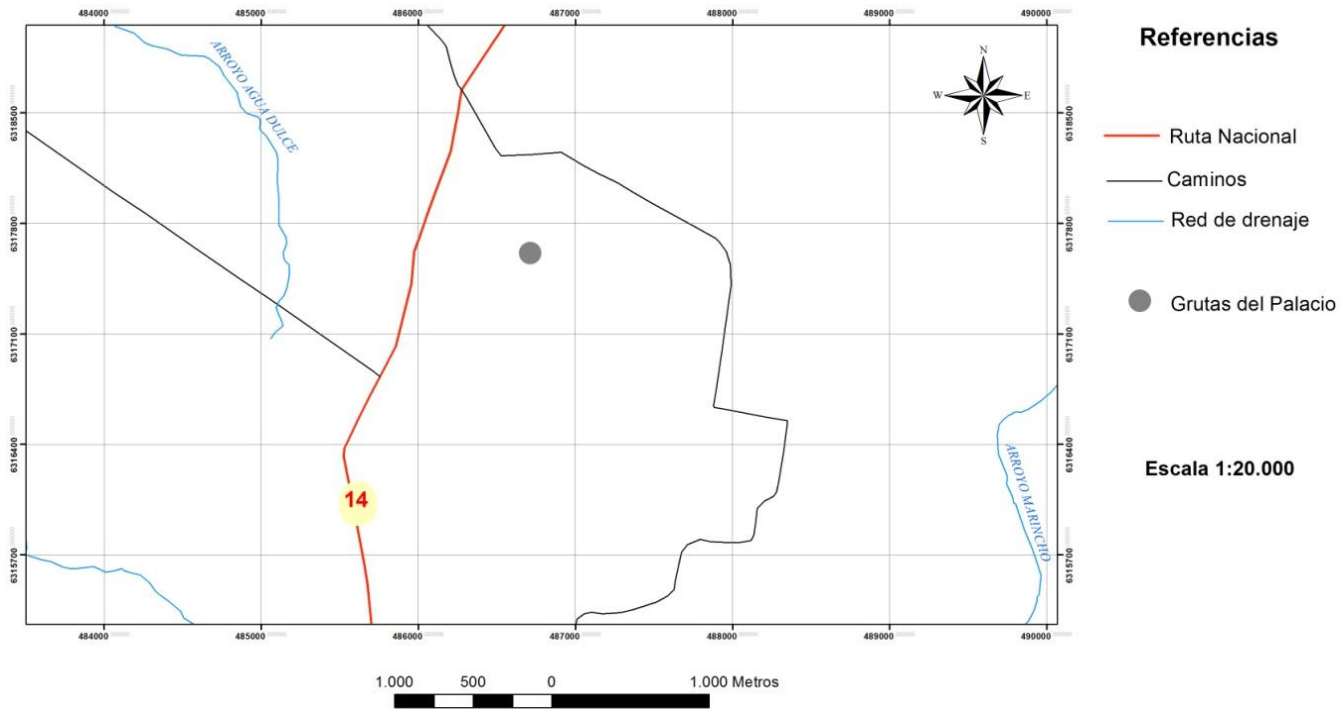


Figura 4.18 Red de drenaje y caminería del entorno de geosito Grutas del Palacio.

Con base en los trabajos de campo realizados en la zona, se pudo constatar la presencia de litologías pertenecientes al basamento cristalino del Escudo Uruguayo paleoproterozoico, atribuibles a la Faja Florida (Bossi et al. 1993), una cubierta sedimentaria de edad Cretácico Superior y depósitos actuales.

4.2.4 Geología descriptiva del área

En la zona del entorno a las Grutas del Palacio se relevaron los siguientes conjuntos litológicos que se detallan a continuación:

- a) Intrusiones Graníticas asociados a la Faja Florida al NE y SE.
- b) Conglomerados, areniscas blancas y silcretos pertenecientes a la Formación Mercedes.
- c) Areniscas ferrificadas del Geosuelo del Palacio al NE y SW, perteneciente al Miembro del Palacio de la Formación Mercedes.

4.2.4.1 Descripción de las unidades

En la Fig. 4.19, se presenta la imagen con los puntos que se relevaron para efectuar el mapa geológico del entorno al geosito. Se trabajó en una zona que corresponde al mosaico de cuatro fotos aéreas a escala 1:20.000.



Figura 4.19 Mapa de puntos relevados en el entorno inmediato de geosito Grutas del Palacio.

4.2.4.1.1 a) Intrusiones Graníticas

Una de las litologías que se expone en la zona son intrusiones graníticas asociadas a la Faja Florida. Éste representa aproximadamente un 30 % del área de estudio, donde no se observan grandes extensiones de afloramientos, si bien aflora en forma de bochas. En esos afloramientos se lo pudo caracterizar como de textura fanerítica equigranular y de color gris Fig. 4.20 a. Mineralógicamente, en muestra de mano se observan cuarzo, feldespatos, y biotita. Macroscópicamente se caracteriza como holocristalino, de textura fanerítica y leucócrata, y con tamaño de los cristales variables de medio a grueso, equigranular, Fig.4.20 b. La geometría de los cristales en su gran mayoría son subautomorfos, encontrándose algunos xenomorfos pero en un porcentaje menor. Por la predominancia de los cristales subautomorfos se trata de una textura subautomórfica.

En análisis petrográfico se observó que el principal mineral en términos de abundancia relativa es el cuarzo seguido de los feldespatos y luego la biotita. Las dimensiones del cuarzo varían entre 2 a 3 mm., se observa limpio y sin fracturas, siendo además los cristales subautomorfos.

Las plagioclasas presentan dimensiones que oscilan entre 2 a 3 mm. La geometría es automorfa a subautomorfa, presenta macla típica de Carlsbad, no se los observa alterados en su gran mayoría ni con golfos de corrosión, sus caras están limpias claras y sin fracturas. El mineral accesorio principal es biotita. Las plagioclasas en lámina

delgada son de dimensiones que llegan hasta 0,9 mm, están distribuidas de manera caótica, sin un orden preferencial y se observan sus planos de clivaje. El pleocroísmo de la biotita es de marrón castaño a marrón verdoso. No se detecta la presencia de opacos.

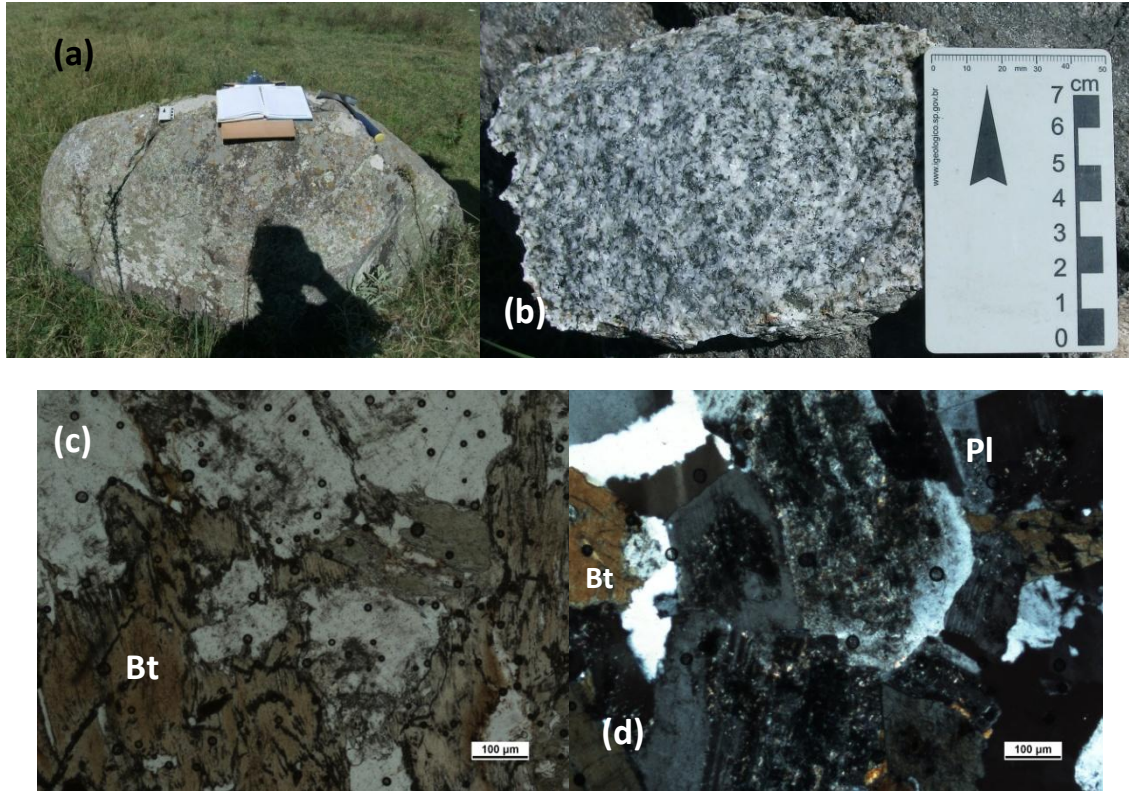


Figura 4.20 (a) Vista del afloramiento en forma de bocha, (b) Muestra de mano extraída de una de las bochas, (c) Fotomicrografía a luz natural destaque del tamaño de la biotita=Bt, (d) Fotomicrografía en luz polarizada vista de minerales biotita=Bt., plagioclasa = Pl.

En una cantera en los puntos GP 19 y siguientes, se observó basamento de composición granítico-gnéissica, con un alto grado de alteración, totalmente desagregado Fig. 4.21 a, lo que dificultó su descripción. Esta litología presenta cierta orientación de los minerales biotíticos. En contacto con esta litología granito-gnéissica se encuentra otra de carácter milonítico, verticalizada con rumbo N 275 NW, Fig. 4.21 b, de grano fino a muy fino de color marrón claro. En otro punto de la cantera pudo observarse además que al granito-gnéiss lo recorta un dique muy alterado de composición máfica de rumbo N70. Se observa allí en la cantera, en contacto discordante, las litologías del basamento con las suprayacentes de la Formación Mercedes.

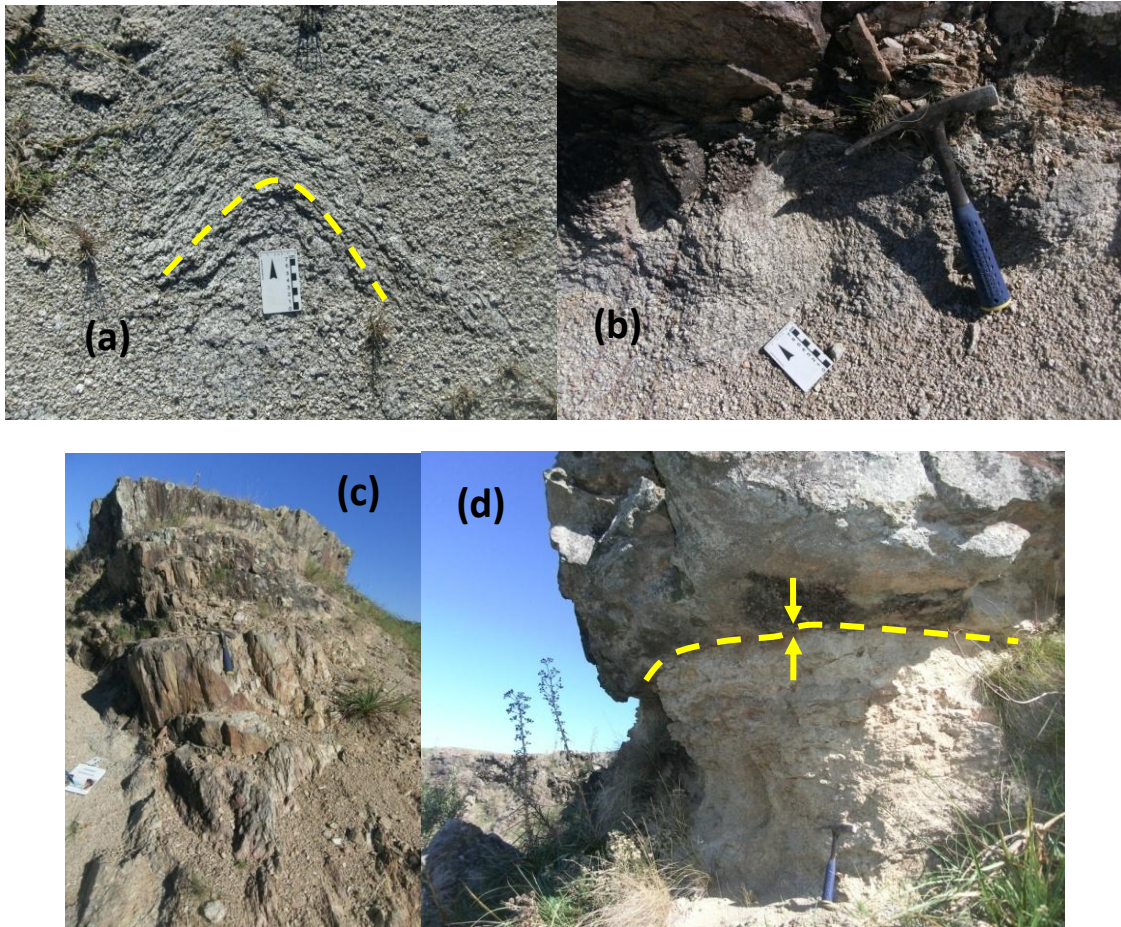


Figura 4.21 (a) Vista en planta de basamento granítico y deformación, (b) Vista en detalle del contacto entre el basamento alterado y milonitas, (c) vista en detalle de litologías milonitizadas sub verticales, (d) Vista del contacto entre rocas del basamento alterado y los conglomerados de la Formación Mercedes.

4.2.4.1.2 b) Conglomerados

Otra litología relevada durante los trabajos de campo, en el entorno inmediato de este geositio, son conglomerados pertenecientes a la Formación Mercedes. Esta unidad abarca un 50 % del área de trabajo.

Los clastos correspondientes al esqueleto son de tamaño variable entre 5 mm a 7 cm y se encuentran subredondeados a bien redondeados, de composición cuarzosa. Su selección es entre moderado a bien seleccionado Fig.4.22 a; la matriz está compuesta por arena gruesa a muy gruesa, Fig.4.22 e.

Se observaron estructuras sedimentarias Fig.4.22 c, como estratificaciones cruzadas de bajo ángulo y porte medio, con evidencias de ciclos granodecrecientes. Además barras de conglomerados Fig.4.22 f, que indican un ambiente fluvial con paleocorriente para N325.

En muestra de mano se observó que el color es gris (N8 Very Light Gray) a N5 (Medium Gray), la esfericidad de los clastos es entre esféricos a sub prismáticos. La composición mineralógica muestra cuarzo (95 %), feldespatos (4 %) y fragmentos líticos (1 %). Los clastos de la matriz son de tamaño entre 0.25 – 0.8 mm, correspondiendo a una arena entre media a gruesa. Su textura es de tipo clasto-soportado y el cemento es de naturaleza desconocida. Se trata de un ortoconglomerado oligomítico.

4.2.4.1.3 b) Areniscas blancas y silcretes

Otra litofacies presente Fig.4.23 a, corresponde a areniscas blancas, cuya matriz granulométricamente oscila de media a gruesa y de composición cuarzosa. En muestra de mano se observan clastos cuyos tamaños oscilan entre arena media a gruesa, presentando un grado de selección de bien a moderadamente seleccionado. La matriz se presenta < 15 % y su textura es del tipo clasto sostén. Presenta cierto grado de porosidad. La redondez de los clastos se presenta de sub redondeada a sub angulosa y su esfericidad se encuentra entre sub prismáticas y esféricas. Su madurez textural se presenta como madura. La composición mineralógica corresponde a cuarzo 98 %, feldespatos 1% y líticos 1%. El cemento de naturaleza presumiblemente sílicea le otorga cierto grado de consolidación. El color predominante es blanco (N9) homogéneo con algunos tintes grises. Las areniscas se presentan masivas sin estratificación aparente Fig. 4.23 a; cabe acotar que se observan pequeñas venas de cuarzo recortando los elementos antes mencionados. Por lo anterior, se trata de una arenisca cuarzosa cementada por sílice.

Petrográficamente presenta una gran cantidad de matriz y cemento, los clastos del esqueleto oscilan entre 0,1 a 0,2 mm. La matriz es muy fina y no se puede definir con claridad a escala de observación microscópica. Se trata de una arenita cuarzosa con escaso cemento carbonático. Los clastos son mayoritariamente cuarzosos y se presentan de subredondeados a bien redondeados, la esfericidad es subprismática a esféricas, el cemento es presumiblemente de origen carbonático y en forma de mosaico cristalino. Se observan además vacuolas rellenas de calcedonia, teniendo continuidad óptica con los clastos circundantes. La textura es del tipo matriz-sostén. Se trata de una arenita cuarzosa.

Son observables dentro de esta unidad silcretes de espesor variable recorriendo el afloramiento Fig.4.23 b. El silcrete es extremadamente duro y resistente al intemperismo y a la erosión, pero eventualmente se erosiona esferoidalmente para producir cantos rodados y fragmentos angulares. Se los observa en varios puntos como estratos o venas de espesores centimétricos que oscilan entre 1 a 10 cm, de colores blancos y grises, con estructuras irregulares o lenticular heterogénea.

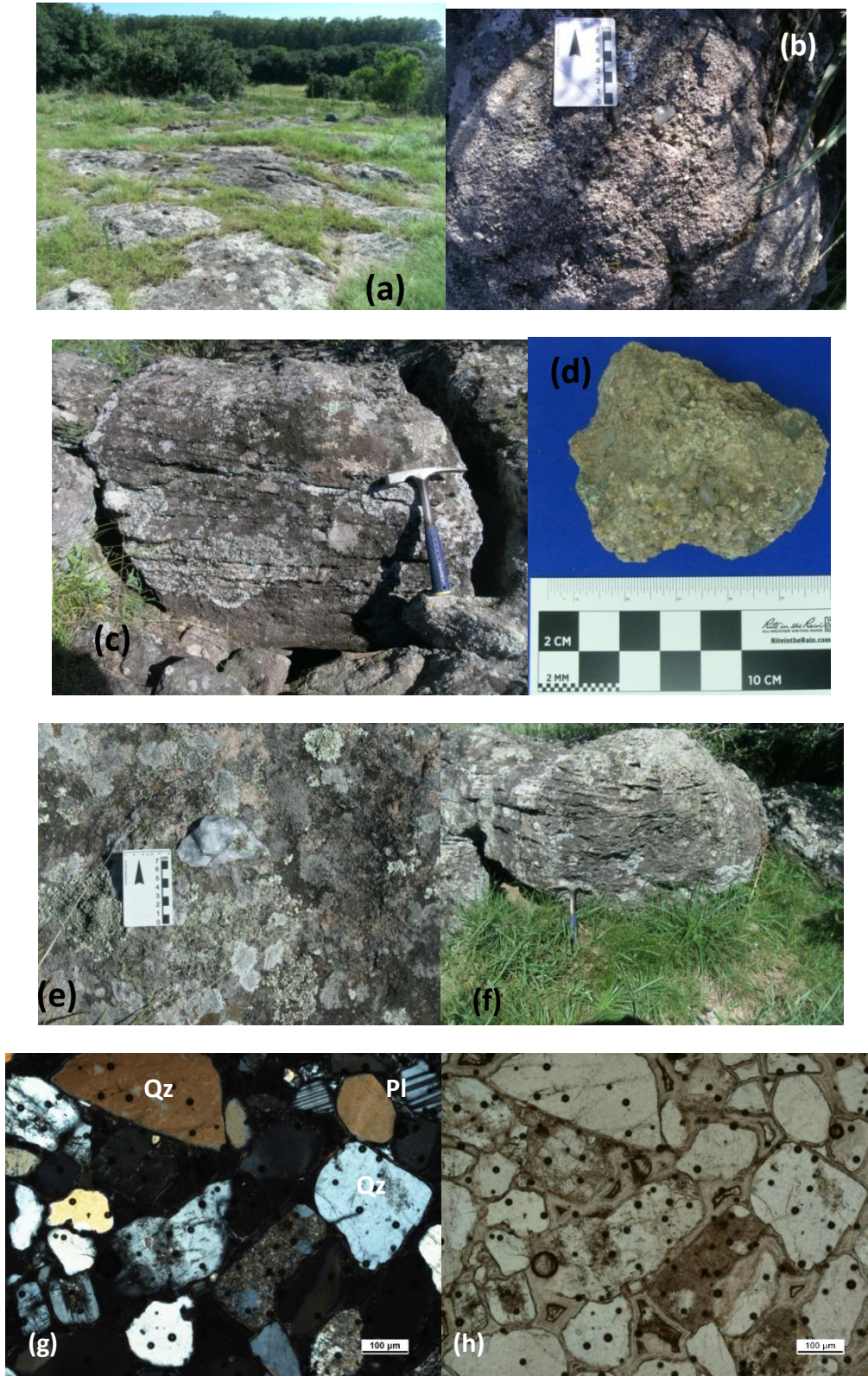


Figura 4.22 (a) Vista en planta de afloramiento de Formación Mercedes, (b) Vista en detalle de los conglomerados de la Formación Mercedes, (c) Vista de detalle de las estratificación cruzada de bajo ángulo, (d) Vista en muestra de mano de conglomerado, (e) vista en detalle de clasto cuarzoso, (f) Vista de barra de conglomerado, (g) Fotomicrografía a luz polarizada donde se observan clastos de cuarzo = Qz., plagioclasa = Pl, (h) Fotomicrografía a luz natural de la matriz.

4.2.4.1.4 c) Areniscas ferrificadas del Geosuelo del Palacio

Las litologías asociadas con el Geosuelo del Palacio (Goso 1999) se exponen como una formación peculiar de rocas formadas por areniscas consolidadas, cuarzosas con clastos redondeados a sub redondeados y cemento ferruginoso abundante que es lo que le confiere el grado de consolidación. Estas rocas se exponen como parte de una coraza de color rojo ladrillo, producto de la presencia de cemento de óxido de hierro, cuyo espesor varía entre 80 cm a 1,0 m. La coraza es lo que constituye el techo de las grutas.

Las columnas y secciones columnares Fig. 4.24 a, totalizan más de 200 elementos, con diámetros aproximados al metro y las columnas con alturas aproximadas de unos 2,00 m. Las columnas están compuestas por areniscas ferrificadas donde sus clastos oscilan entre 0,125 hasta 0,250 mm. En planta se observan en algunos casos un núcleo con una aureola externa y rellenas por concreciones ferralíticas (Goso 1999) Fig.4.24 d.

Entre las columnas se observan wackes de color blanco, carbonáticos, fácilmente erosionables por aguas de lluvia que ingresan por las fracturas en la coraza ferralítica. El agua que infiltra al interior provoca la erosión de los wackes y progresivamente se van formando bóvedas pequeñas que se van agrandando, formándose las grutas.

La coraza está compuesta por clastos que oscilan entre 0.2 a 0.5 mm tratándose de una arenisca ferrificada entre fina a media. La selección de los clastos varía desde muy bien a bien seleccionado. Morfométricamente son bien a muy bien redondeados. Su madurez textural informa que son clastos maduros. El color predominante es 5R 4/6 (rojizas moderadas) a 5R 2/6 (rojizas oscuras) con matices blancuzcos.

La textura es clasto sostén, en cuanto a la composición mineralógica se observa que la mayoría de los clastos son variedades de cuarzo (blanco, ahumado, caramelo), con una abundancia de 95%, feldespatos 4%, mientras que el resto son fragmentos líticos 1%. No se detectan estructuras sedimentarias. Por lo anterior, se trata de una arenita cuarzosa, (Dott 1964). La proporción de esqueleto corresponde a un 78 %, mientras que la matriz más cemento es de un 22%, con lo anterior podemos decir que la muestra es clasto soportado Fig. 4.25 b.

En análisis petrográfico mediante el conteo de puntos realizados un 25% corresponde a matriz, un 74,3% a clastos de cuarzo mientras que 0,7% corresponde a feldespatos. El tamaño de los clastos oscila entre 0,14 – 0,20 mm tratándose de arenas muy finas a finas, la redondez de los clastos oscila entre bien redondeados a subredondeados, mientras que la esfericidad desde sub prismático a discoidal. La selección es bien a muy bien seleccionado. El contacto entre los clastos se observa en algunos casos tangenciales y en otros rectos Fig. 4.25 c.

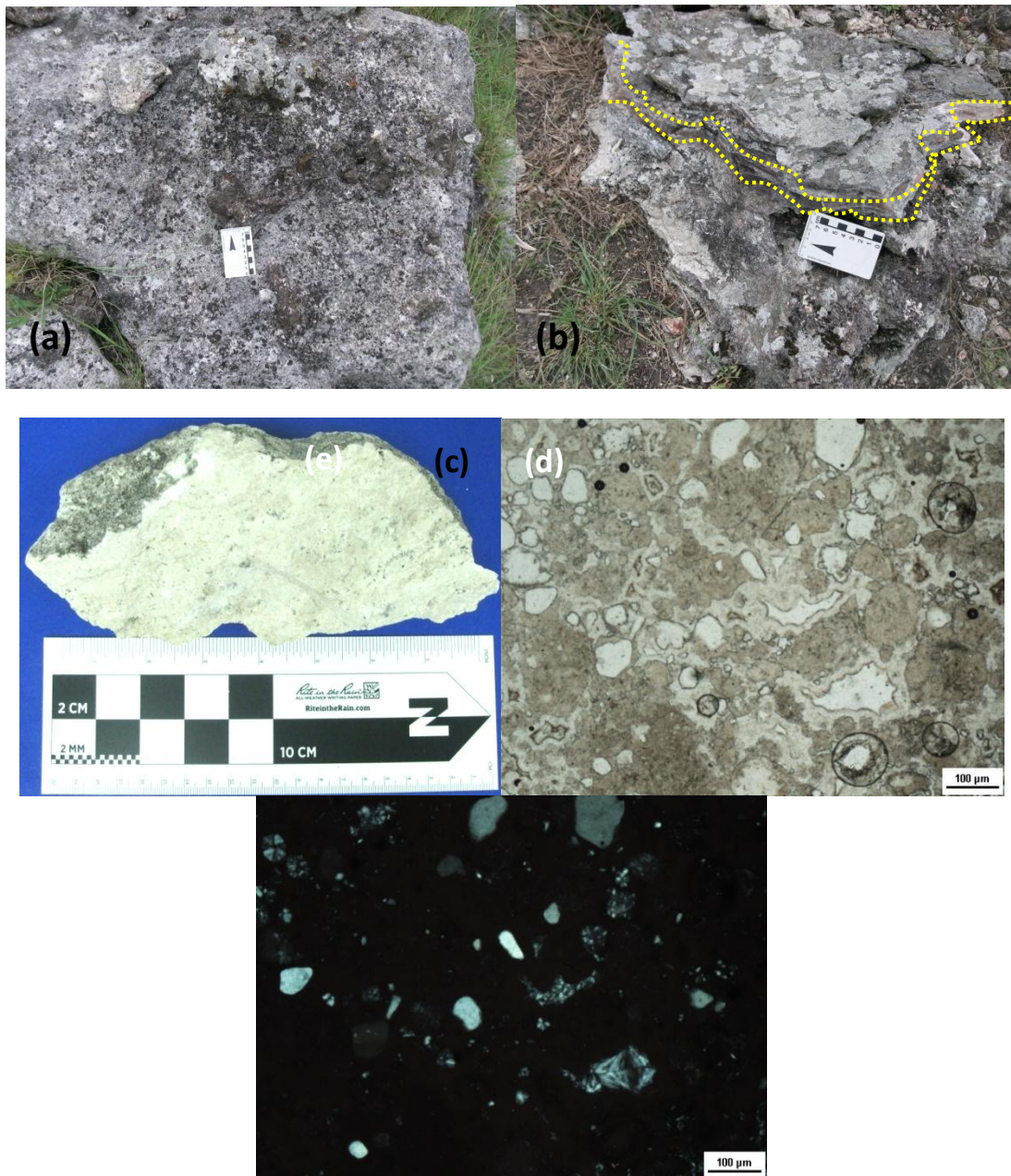


Figura 4.23 (a) Vista en planta de arenisca blanca (b) Detalle de las venas de cuarzo o silcretas , (c) Vista en detalle de muestra de mano de las areniscas blancas con silcretas , (d) Fotomicrografía con luz natural, (e) Fotomicrografía con luz polarizada de arenisca blanca con silcretas.

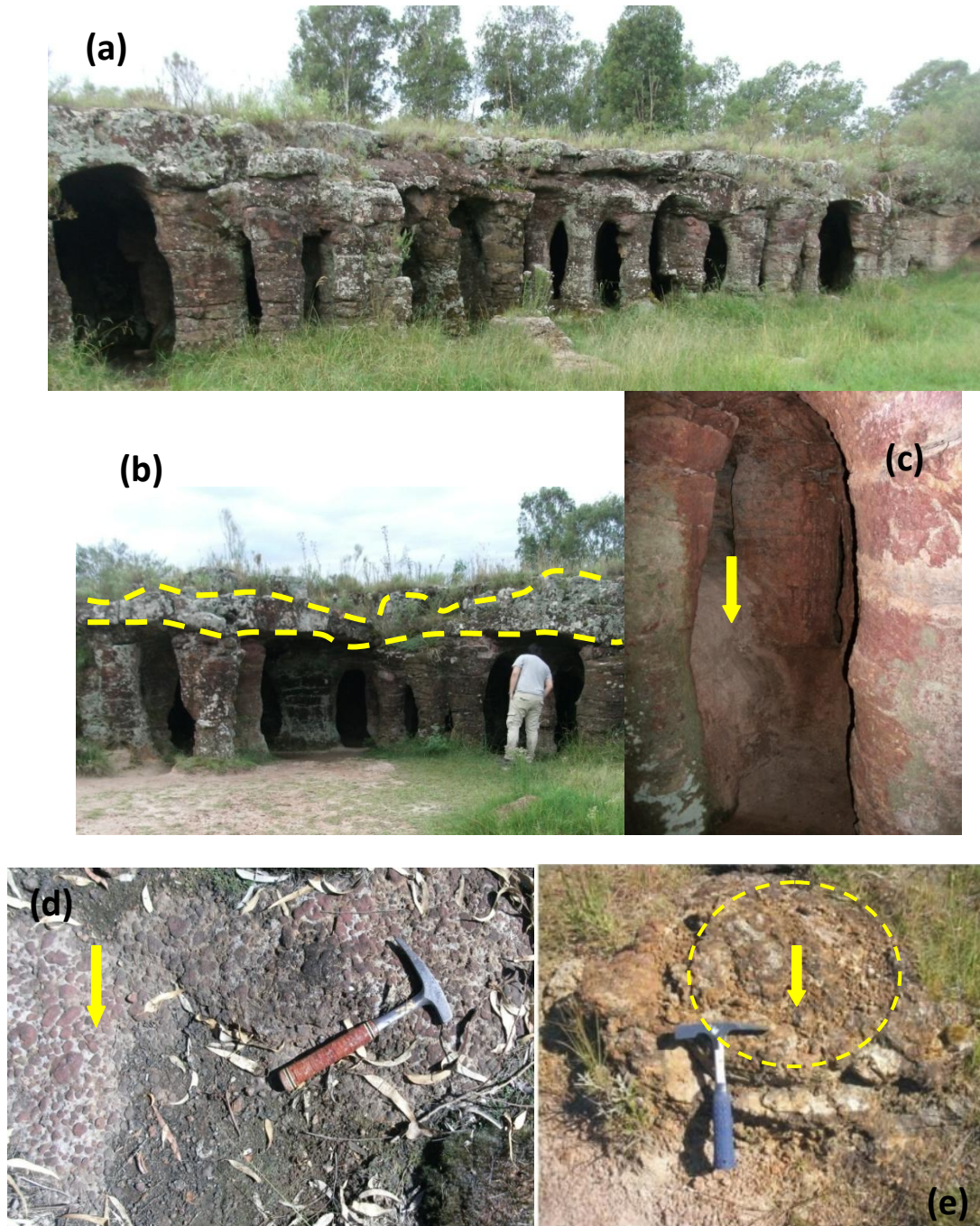


Figura 4.24 (a) Vista panorámica de las Grutas del Palacio, (b) Vista en detalle del techo, (c) Vista en detalle del relleno entre las columnas, (d) Vista de las concreciones, (e) Vista en planta y detalle interno de las columnas, núcleo interno y aureola.

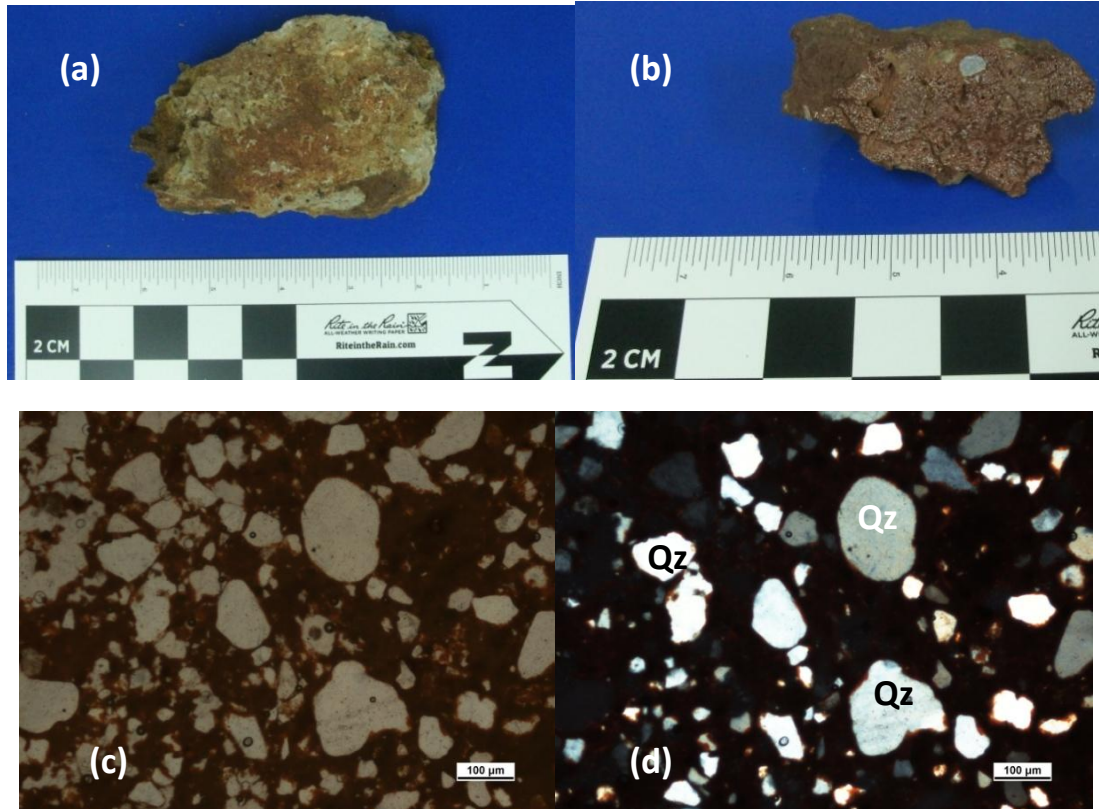


Figura 4.25 (a) Vista en detalle de muestra de mano de areniscas del Geosuelo del Palacio, **(b)** Corte de muestra de mano de areniscas ferrificadas **(c)** Fotomicrografía en luz natural vista del abundante cemento ferruginoso, **(d)** Fotomicrografía en luz polarizada donde se observan los clastos de cuarzo= Qz.

4.2.5 Descripción de testigos de perforación

En el marco de un convenio de cooperación entra la Intendencia Flores y la Facultad de Ciencias se realizó en 2008 una perforación rotativa con recuperación de testigos corona, la que atravesó todo el Geosuelo del Palacio de la Formación Mercedes hasta alcanzar el basamento cristalino Fig.4.26 a. Con la ejecución de este estudio, se procuró conocer la estructura geológica y los cambios litológicos presentes en esta formación. La misma fue realizada desde la coraza ferrificada y atravesó toda una columna. Atravesó otras unidades litológicas que se asignan a la Formación Mercedes y al basamento cristalino proterozoico. Alcanzó una profundidad de 22,10 m.

Los testigos de perforación están acondicionados adecuadamente y expuestos para los visitantes en la sala de exposición de rocas y minerales, del Museo del Centro de Interpretación Fig.4.26 b, en el geositio Grutas del Palacio.

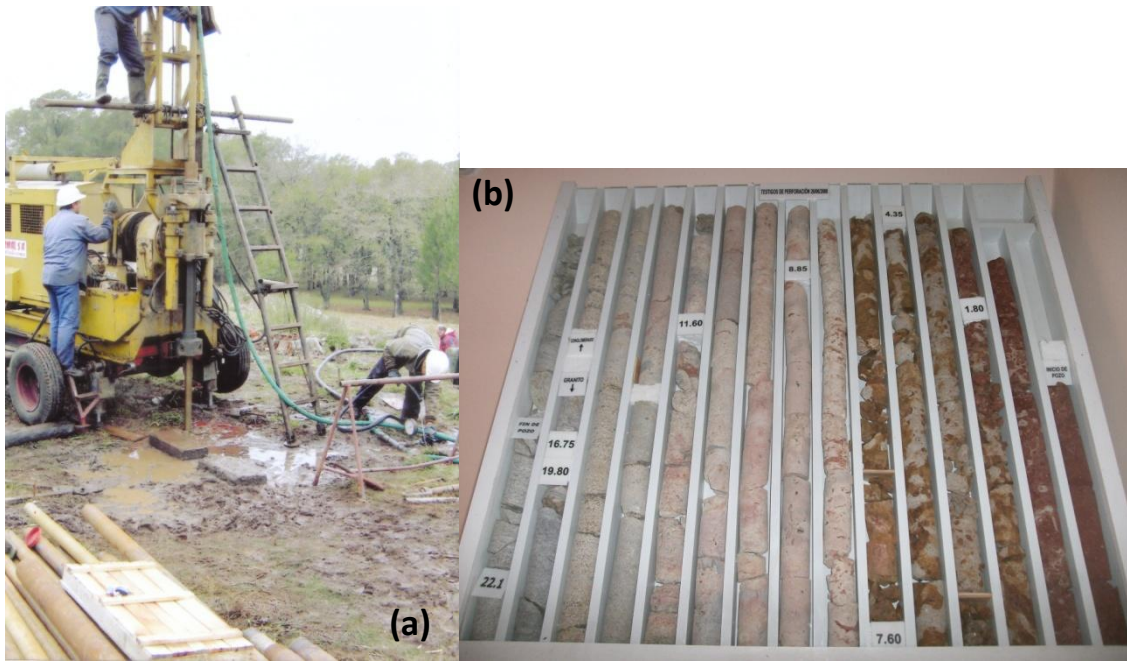


Figura 4.26 (a) Vista de máquina perforadora rotativa durante la ejecución de los trabajos de perforación con testigo corrido, **(b)** Testigos de perforación en exposición para los visitantes.

En el Cuadro III se detalla la descripción de las litologías atravesadas de base a techo por la perforación y sus espesores correspondientes.

Cuadro III. Descripción litológica de los testigos de perforación en Grutas del Palacio

Profundidad (m)	Descripción Litológica	Unidades litológicas
1.80 - 0.00	Arenisca fina a muy fina, Rojiza (10R4/6). Inicio del nivel de alteración por laterización. Abundancia de nódulos de 1-2 cm, con grietas de disolución.	Geosuelo del Palacio
7.60 - 1.80	Arenisca muy fina cuarzo feldespática, con algo de matriz pelítica (Subwacke) con nódulos, con abundantes concreciones y moteados rojizos castaños de óxido de hierro. Color original de la arenisca beige crema gris (10 YR 5/4).	Geosuelo del Palacio
8.50 - 7.60	Ortoconglomerado con esqueleto (2%) de grano tamaño grava cuarzosos subangulosos a angulosos. Matriz arena media y escasa pelita cuarzosa subredondeada a subangulosa. Baja selección. Mayor presencia de parches de óxido de hierro. Color (10 YR 7/4) naranja agrisado.	Fm. Mercedes
8.95 - 8.50	Arenisca media a gruesa, color rosado (YR 7/4), cuarzosa con matriz de arena muy fina. Regular selección subangulosa a subredondeada con algo de matriz pelítica. Escasos parches centimétricos de óxido de hierro y algún parche de silicificación.	Fm. Mercedes
9.35 - 8.95	Arenisca gruesa, esqueleto (2%) cuarzoso, subanguloso. Matriz (98%) está formado por arena fina muy fina, cuarzosa, subredondeada. Color rosado beige (YR 7/2). Selección moderada a buena. Muy escasa matriz pelítica, algo cementada. Presencia de grietas (disolución?, cuevas?, raíces?).	Fm. Mercedes
10.05 - 9.35	Arenisca de grano fino a medio, rosada beige (YR 7/2) con granos de cuarzo subredondeados a subangulosos con algo de matriz pelítica (Wacke). Grado de selección moderado y algo cementada.	Fm. Mercedes
11.60 - 10.05	Ortoconglomerado gris claro (N 7) silicificada parcialmente. Matriz arena media a gruesa que hacia el tope va gradando hacia una arena fina y muy escasa pelita. Grado de selección moderado. Ocurrencia de pequeños y escasos parches de óxido de hierro. Los granos de la matriz son subredondeados.	Fm. Mercedes
12.60 - 11.60	Ortoconglomerado de color grisáceo (5Y 7/2). Presencia de fragmento de canto rodado (5 cm. Aprox.) de cuarzo. Matriz arena gruesa a fina subangulosa a subredondeada. Selección moderada a baja, madurez baja. Algo poroso y escasamente cementado por sílice. Estratificación cruzada.	Fm. Mercedes
14.70 - 12.60	Ortoconglomerado de color beige grisáceo (5Y 7/2) con clastos líticos de hasta 5 cm y escasos clastos de cuarzo de 1 cm., subangulosos a subredondeados. Matriz arena gruesa cuarzosa angulosa. Grado de selección moderado. Madurez textural baja.	Fm. Mercedes
15.15 - 14.70	Ortoconglomerado grisáceo (5Y 7/2) con clastos subangulosos a subredondeados de hasta 20 mm de cuarzós, feldespatos y líticos. Selección baja y baja madurez.	Fm. Mercedes
15.65 - 15.15	Ortoconglomerado grisáceo (5Y 7/2) con clastos angulosos y subredondeados de hasta 20 mm de cuarzo lechoso, traslúcido y ahumado. Silicificación intensa con escasos clastos líticos. Intercala nivel centimétrico de fangolita silicificada beige, grado de selección bajo.	Fm. Mercedes
16.65 - 15.65	Ortoconglomerado blanco grisáceo (5Y 7/2) con clastos subredondeados a subangulosos de cuarzo lechoso, traslúcido y cuarzo ahumado. Los clastos subangulosos son de tamaño arena media. Con estratificación cruzada. Escasa presencia de mica dorada y con silicificación incipiente. Grado de selección moderado a bueno. Madurez textural baja, cuarzo (98 %)	Fm. Mercedes
16.75 - 16.65	Granito gris granudo , cuarzo , feldespato , láminas de biotita alterada (clorita)	Basamento
19.80 - 16.75	No hay testigo, posible fractura.	Basamento
22.10 - 19.80	Granito gris granudo , cuarzo , feldespato, escaso anfíbol	Basamento

4.2.6 Carta geológica del entorno del Geosito Grutas del Palacio

En el Anexo se presenta la carta geológica de detalle elaborada a partir de los trabajos de campo y gabinete.

4.3.1 Inventario del Geosito Grutas del Palacio

4.3.1.1 Propuesta de García et al (2017)

De la aplicación del método de García et al 2017, surgen de las Tablas 4.5 a 4.6 que, este geosito tiene una valor 3,0 en valor científico y de 2,05 en vulnerabilidad, a continuación se detallan.

Tabla 4.5 Evaluación del valor científico del geosito Grutas del Palacio en valor científico.

	Valor	Valor de ponderación	Resultado
A - Representatividad	4	0,3	1,2
B - Conocimiento científico	2	0,15	0,3
C - Integridad	2	0,25	0,5
D - Diversidad Geológica	2	0,1	0,2
E - Rareza	4	0,2	0,8
Resultado Final = 3,0			

Tabla 4.6 Evaluación de vulnerabilidad del geosito Grutas del Palacio en valores.

	Valor	Valor de ponderación	Resultado
A - Deterioro de Contenidos	4	0,35	1,4
B - Proximidad potencial a áreas degradantes	1	0,2	0,2
C - Régimen de protección	1	0,2	0,2
D - Accesibilidad	1	0,1	0,1
E - Densidad de población	1	0,15	0,15
Resultado Final = 2,05			

4.3.1.2 Propuesta de Medina (2015)

Según el método de Medina 2015, los valores obtenidos se detallan en la Tabla 4.7

Tabla 4.7 Planilla de evaluación metodológica del geositio Grutas del Palacio

Valores	Grutas del Palacio
A – Valor Intrínseco	11
B – Valor científico educativo	18
C – Valor turístico	21
D – Vulnerabilidad	13
% PA porcentaje de aprobación	63 p = 71,59 %
VRG valor de relevancia del geositios	14,91
V _{in} valor intrínseco	2,75
V _{cid} valor científico /didáctico	3
VUCE valor de uso científico educativo	2,91
V _{tur} valor turístico	3
V _{vul} valor de vulnerabilidad	2,6
VUT valor de uso turístico	2,86
IG índice para la Geoconservación	6,85

4.3.1.3 Propuesta del IELIG (2014)

De la aplicación del método IELIG (2014) este geositio obtuvo 3,6 en valor científico, en valor didáctico 3,20 y en valor turístico recreativo 9,3 (ver Tablas 4.8 A, 4.8 B, 4.8 C).

Tabla 4.8 A Aplicación de la metodología del IELIG para analizar el valor científico del geositio Grutas del Palacio.

Valor Científico Parámetros	Puntuación	Factor de ponderación	Resultado
Representatividad	4	0,30	1,2
Carácter localidad tipo	2	0,10	0,2
Grado de conocimiento científico del lugar	4	0,15	0,6
Estado de conservación	2	0,10	0,2
Condiciones de observación	4	0,10	0,4
Rareza	4	0,15	0,6
Diversidad geológica	4	0,10	0,4
Sumatoria final			3,6

Tabla 4.8 B Aplicación de la metodología IELIG para analizar valor didáctico en el geosito Grutas del Palacio.

Valor Didáctico Parámetros	Puntuación	Factor de ponderación	Resultado
Representatividad	4	0,05	0,2
Carácter localidad tipo	1	0,05	0,05
Estado de conservación	4	0,05	0,2
Condiciones de observación	4	0,05	0,2
Rareza	4	0,05	0,2
Diversidad geológica	2	0,10	0,4
Contenido didáctico / uso didáctico	4	0,20	0,8
Infraestructura logística	2	0,15	0,3
Densidad de población	1	0,05	0,05
Accesibilidad	4	0,15	0,6
Asociación con elementos eco-culturales	4	0,05	0,2
Espectacularidad o belleza	0	0,05	0
Sumatoria total			3,20

Tabla 4.8 C Aplicación de la metodología del IELIG para evaluar valor turístico recreativo en el geosito Grutas del Palacio.

Valor Turístico - Recreativo Parámetros	Puntuación	Factor de ponderación	Resultados
Condiciones de observación	4	0,05	0,2
Infraestructura logística	2	0,05	0,1
Densidad de población	1	0,05	0,05
Accesibilidad	4	0,10	0,4
Tamaño del LIG en relación con la no fragilidad	2	0,15	0,3
Asociación con elementos eco-culturales	4	0,05	0,2
Espectacularidad o belleza	0	0,20	0
Contenido divulgativo / uso divulgativo	4	0,15	0,6
Potencialidad para realizar actividades	4	0,05	0,2
Cercanía a zonas recreativas	1	0,05	0,05
Entorno socioeconómico	4	0,10	0,4
Sumatoria total			9,3

4.3. Geosito Cerros Ojosmín

4.3.1 Ubicación geográfica del geosito

Los Cerros Ojosmín se encuentran al SW del departamento de Flores, sobre la Ruta nº 57 y a unos 25 km al SW de la ciudad de Trinidad, Fig. 4.27. Es un área poco poblada en la que se encuentran productores rurales dedicados principalmente a la ganadería y agricultura.



Figura 4.27 Mapa de ubicación del geosito Cerros Ojosmín.

4.3.2 Características geomorfológicas del entorno del geosito

En esta zona los puntos más elevados son los Cerros Ojosmín que se destacan ya que en su entorno el paisaje es del tipo suave penillanura. La cobertura de suelos es poco espesa, observándose en parte cubierto por sedimentos cuaternarios.

Las cotas topográficas de los Cerros Ojosmín oscilan entre 180 y 200 m, Fig. 4.28.

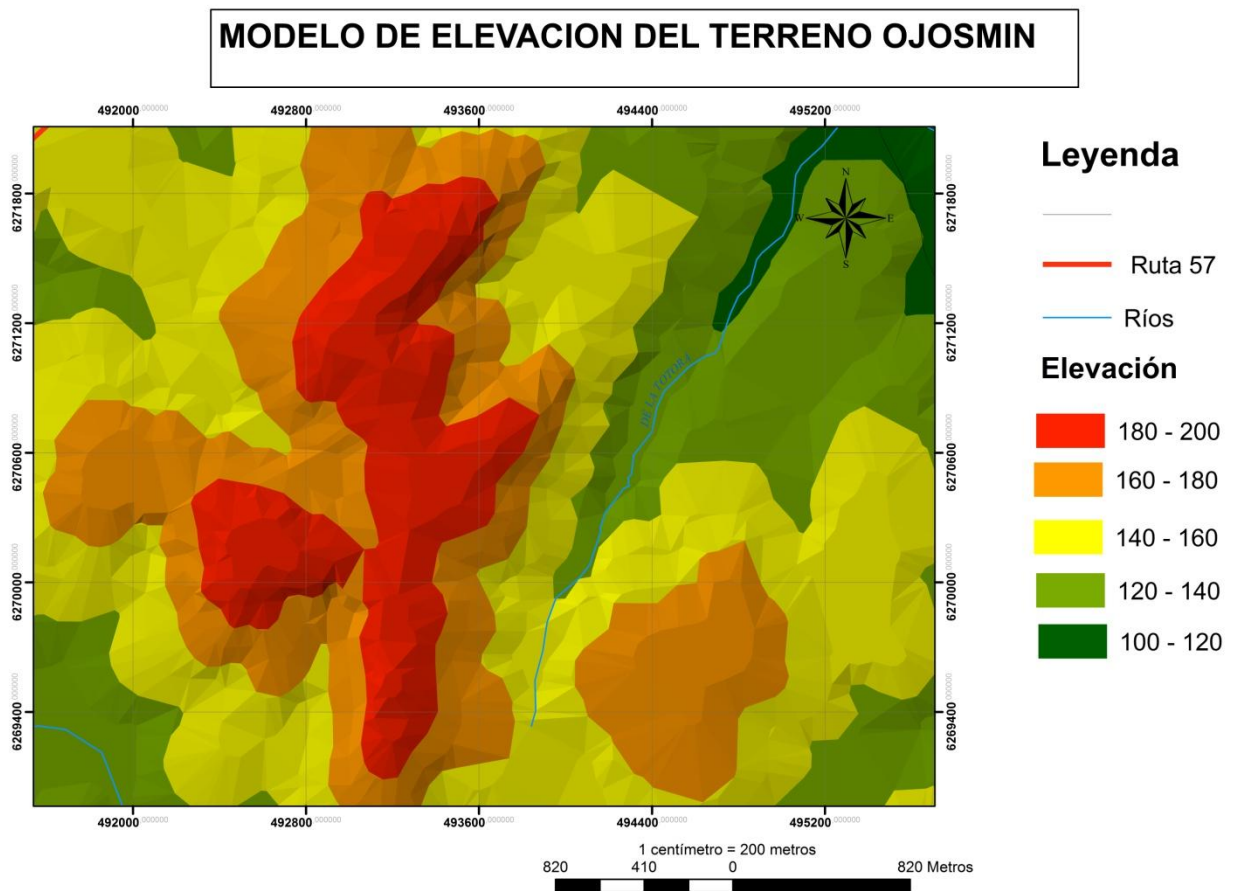


Figura 4.28 Modelo digital a partir de curvas de nivel del entorno al geosito Cerros Ojosmín

4.3.3 Red hidrográfica en el entorno del geosito

En el entorno de los Cerros Ojosmín la red de drenaje es escasa. Se observan pequeños cursos de agua permanentes (cañadas) y otros intermitentes de poco caudal. En el entorno al geosito los que están representados principalmente son los arroyos del Pescador, de la Tofora y de los Cerros Ojosmín, que drenan sus aguas hacia el N y NW, respectivamente, Fig. 4.29.

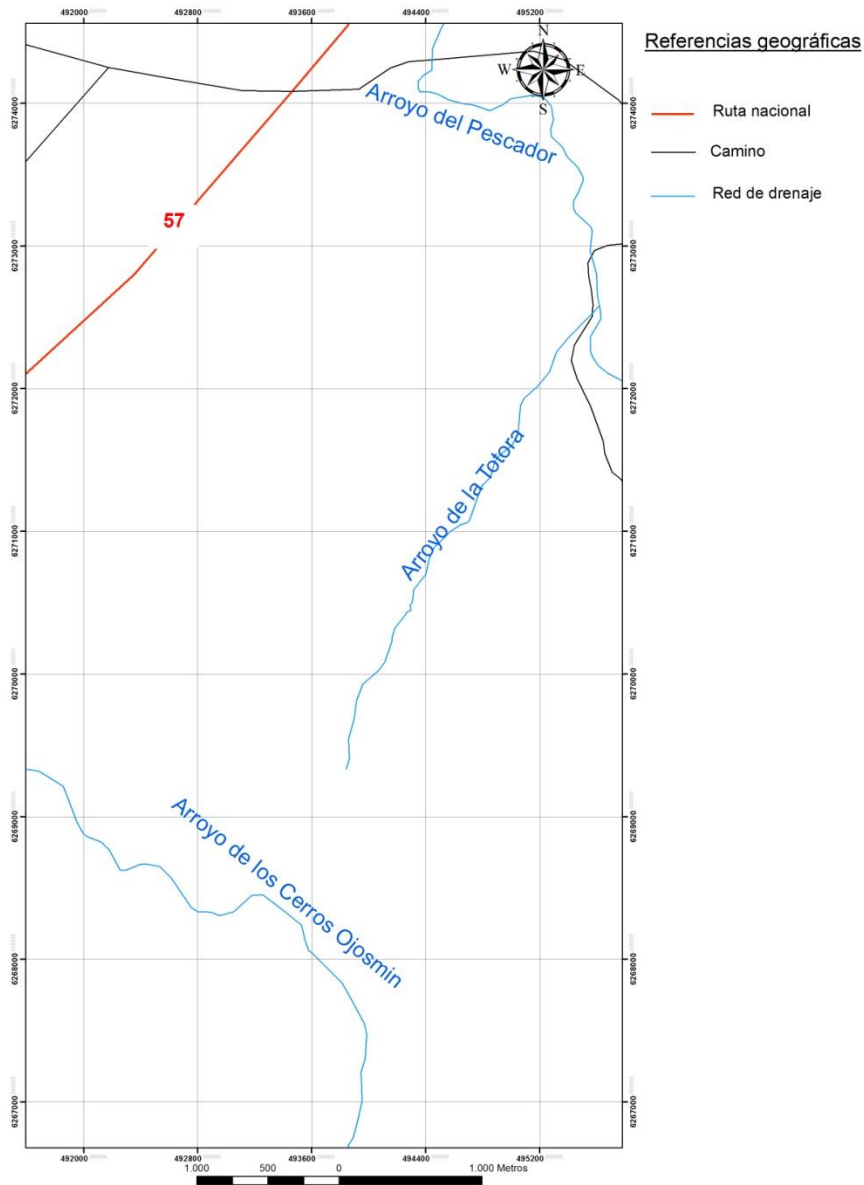


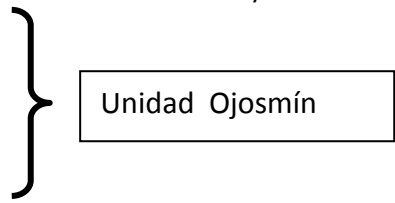
Figura 4.29 Red de drenaje y vías de acceso al geosito Cerros Ojosmín.

4.3.4 Geología descriptiva del área

En base a los relevamientos de campo realizados se pudo constatar la existencia de litologías del basamento cristalino atribuibles a la Faja Florida, litologías asociadas a la Unidad Ojosmín definida por Bossi & Piñeiro (1996), y sedimentos cuaternarios que completan el registro.

Se relevaron los conjuntos litológicos que a continuación se detallan:

- a) Intrusiones Graníticas asociadas a la Faja Florida hacia el N, NW y SE, anfibolitas, litología cuarzo feldespático (granitoide deformado?).
- b) Metasedimentos (Metachert?) al E;
- c) Granitoide de grano fino en el centro, W y S;
- d) Roca ácida de Cerros Ojosmín al centro;
- e) Diques traquíticos y filones de cuarzo



4.3.4.1 Descripción de las unidades

En la Figura 4.30 se presentan los puntos relevados en el área correspondiente a dos fotos aéreas de los alrededores de los Cerros Ojosmín, con el objetivo de caracterizar litológicamente las unidades existentes para el mapa geológico.



Figura 4.30 Imagen tomada de Google Earth con indicación de los puntos relevados.

4.3.4.1.1 a) Intrusiones Graníticas

Entre las litologías asignadas a la Faja Florida fueron observadas intrusiones graníticas. En muestra de mano se la observa de textura holocristalina, fanerítica, de grano medio a grueso, equigranular y leucócrata. La mayoría de los cristales son subautomorfos pudiendo observar algunos xenomorfos en menor proporción, por lo que se trata de una textura subautomórfica Fig.4.31 a.

En relación a la abundancia de minerales estimadas por comparadores visuales el mineral más abundante es el cuarzo, en segundo orden son los feldespatos y en menor proporción la biotita. Por su mineralogía se trata de una litología caracterizada como granítica.

De los estudios petrográficos surge que la muestra presenta minerales medios a gruesos, equigranular y según la composición modal corresponde a una roca granítica. El principal mineral en términos de abundancia relativa es el cuarzo y sus dimensiones varían entre 2 a 3 mm. Se los observa limpios, sin fracturas y son anhedrales. Las plagioclasas oscilan entre 2 a 3 mm, su geometría automorfa a subautomorfa y con macla de Carlsbad. Se los observa en su gran mayoría frescos, con caras limpias y sin fracturas, fueron observados además algunos cristales de microclina.

Otros de los minerales observados es la biotita con dimensiones que varían entre 0,4 a 0,6 mm, distribuidas sin orden aparente, además se observan sus característicos planos de clivajes. El pleocroísmo de la biotita es de color castaño claro a marrón verdoso, no se observan en esta sección la presencia de otros minerales ni opacos.

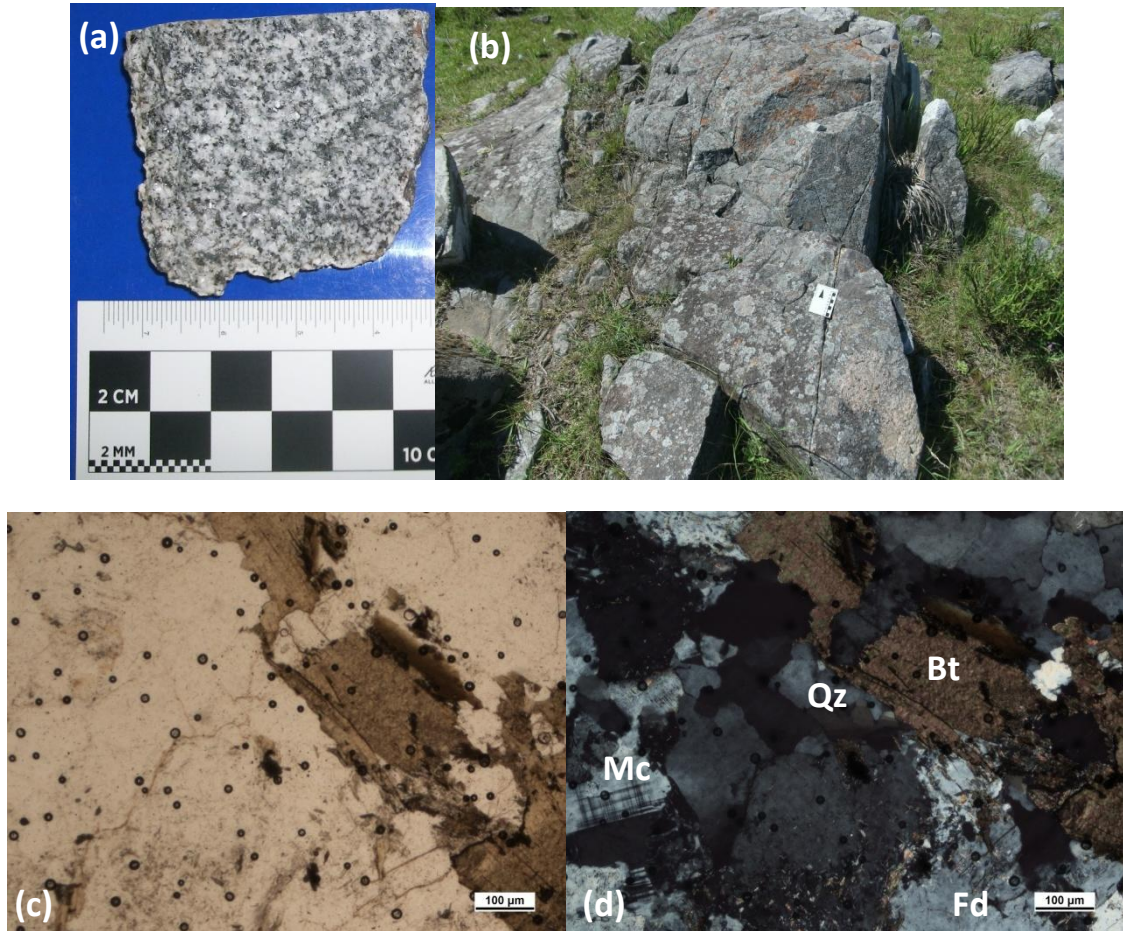


Figura 4.31 (a) Vista en muestra de mano de intrusiones graníticas asociadas a la Faja Florida en el entorno al geosito Cerros Ojosmin, (b) Vista panorámica del afloramiento, (c) Fotomicrografía a luz natural, (d) Fotomicrografía a luz polarizada donde se observa microclina = Mc , biotita = Bt , feldespato = Fd , cuarzo = Qz.

4.3.4.1.2 Anfibolitas

Se observa una litología máfica muy alterada que dificulta su descripción en afloramientos sobre la Ruta Nacional N° 57, Fig. 4.32 a, la misma es fanerítica de color negro con bandas blancas, de grano fino a medio en toda la muestra, que mayoritariamente son minerales de anfíbol con plagioclasas.

En análisis petrográficos posteriores se permitieron identificar minerales de hornblenda, plagioclasas, además de escasos opacos. Según los comparadores visuales el mineral de primer orden o abundancia son los anfíboles, se encuentran con bordes corroídos y alterados pero sus clivajes se observan sin dificultad, en segundo orden de relevancia se encuentran las plagioclasas Fig.4.32 d, se las observó fracturadas y con signos de alteración. Sus caras están en algunos casos opacas y su tamaño oscila entre 0,2 a 0,5 mm.

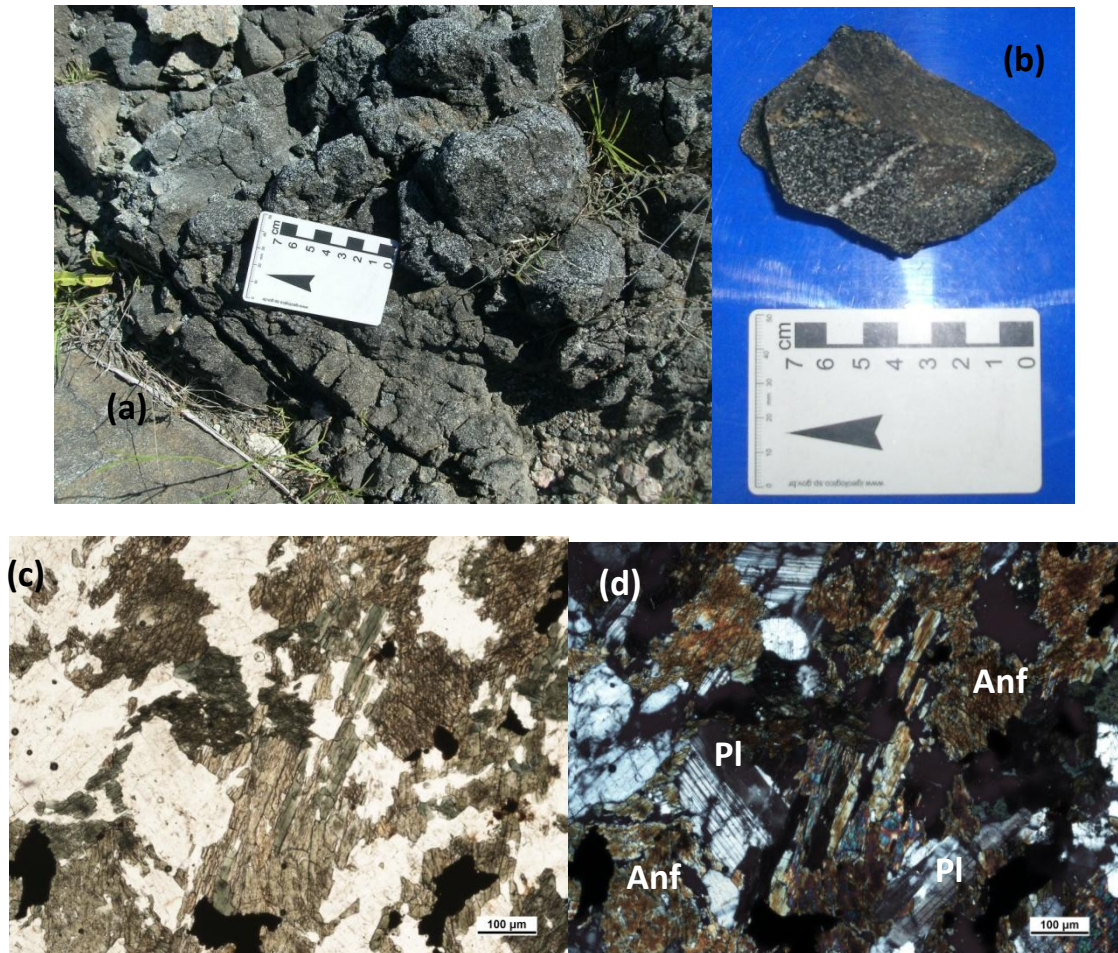


Figura 4.32 (a) Vista del afloramiento sobre Ruta N° 57, (b) Vista de muestra de mano, (c) Fotomicrografía a luz natural, (d) Fotomicrografía a luz polarizada donde se observa minerales de plagioclasa = Pl , anfíbol = Anf.

4.3.4.1.3 Litología cuarzo-feldespática (granitoide deformado?)

En una cantera cercana al W del área de trabajo y cerca de la Ruta Nacional N°57, se encontró material disgregado de naturaleza cuarzo-feldespática, con un elevado grado de alteración lo que hizo dificultosa su descripción y/o muestreo para otros estudios en muestra de mano y análisis petrográfico (Fig. 4.33 b).

En planta y perfil de esta cantera el material se presenta con deformaciones y venas de cuarzo de forma sinuosa y de espesores centimétricos recortando el afloramiento. Se encuentran rocas de cuarzo en la cantera y alrededores, de tamaño centimétricos.

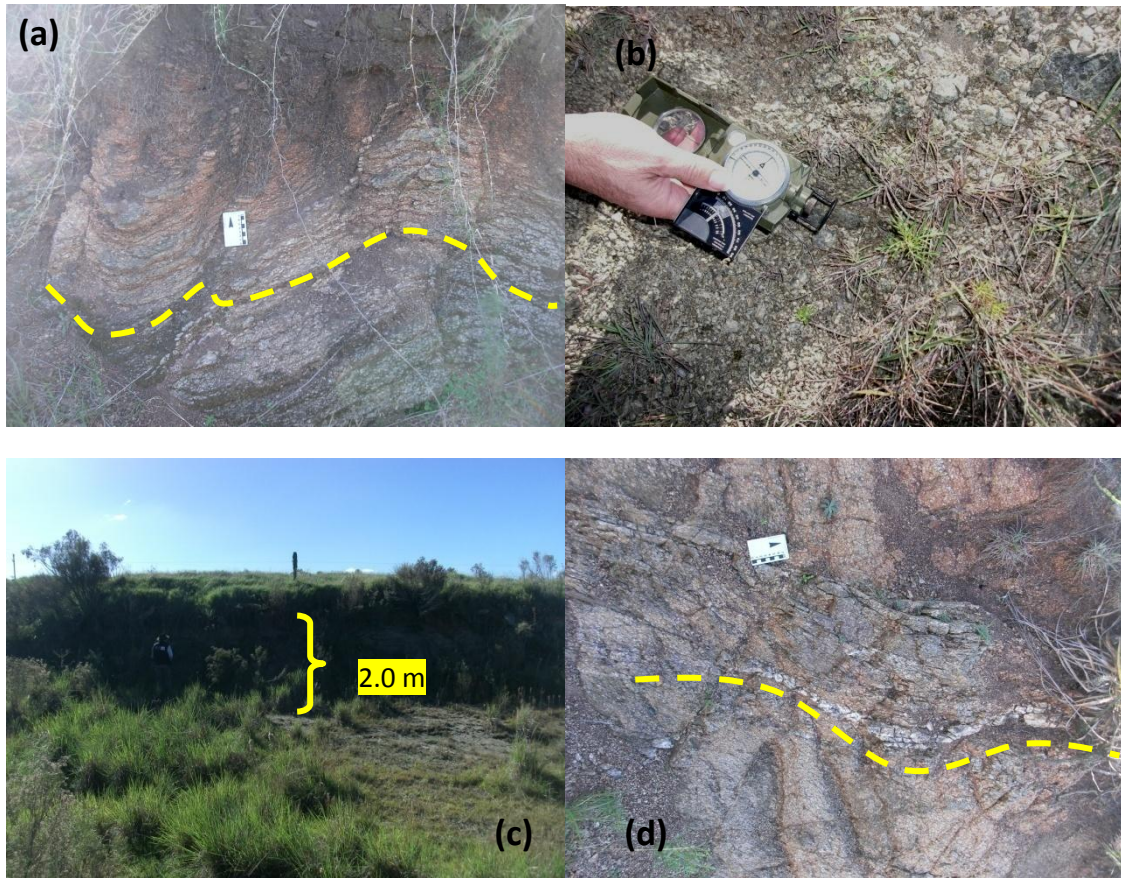


Figura 4.33 (a) Vista en detalle de litología cuarzo-feldespática alterado (granitoide deformado?), (b) Vista del alto grado de alteración de la cantera, (c) perfil de alteración de 2.0 m de altura y deformado, (d) Vista de venas de cuarzo sinuosas recorriendo el afloramiento.

4.3.4.1.4 Granitoide gris

Además se relevaron en el entorno del área del geosito una litología granitoide de color gris, que afloran como bochas de grandes dimensiones Fig. 4.34 a. En muestra de mano (Fig.4.34b) se presenta holocristalino, con textura fanerítica, de tamaño medio y equigranular. La geometría de los cristales son en su gran mayoría subautomorfos, encontrándose algunos escasos xenomorfos. Por la predominancia de los cristales subautomorfos se trata de una textura subautomórfica.

El porcentaje de minerales presentes en base a comparadores visuales en orden de abundancia es primero el cuarzo, seguido por los feldespatos y por ultimo en abundancia es la biotita, se trata de un espécimen leucócrata.

Petrográficamente se presenta como de grano medio, equigranular, el principal mineral en términos de abundancia relativa es el cuarzo y sus dimensiones varían

entre 2 y 4 mm. Se los observa limpios, sin fracturas y son anhedrales. Las plagioclasas son de dimensiones que oscilan entre 2 a 3 mm, la geometría es automorfa a subautomorfa. Presentan macla simple y en su gran mayoría son frescos. Sus caras están limpias, claras y sin fracturas encontrándose algunos con sericita, en tercer lugar de abundancia relativa se encuentra la biotita, se observa con dimensiones que varían entre 0,6 – 0,8 mm, estando distribuidas de manera homogénea. Sus planos de clivaje se observan de manera clara. El pleocroísmo de la biotita es de color marrón a marrón verdoso. No se detecta la presencia de opacos. Por lo anteriormente expresado decimos se trata de una roca granitoide.

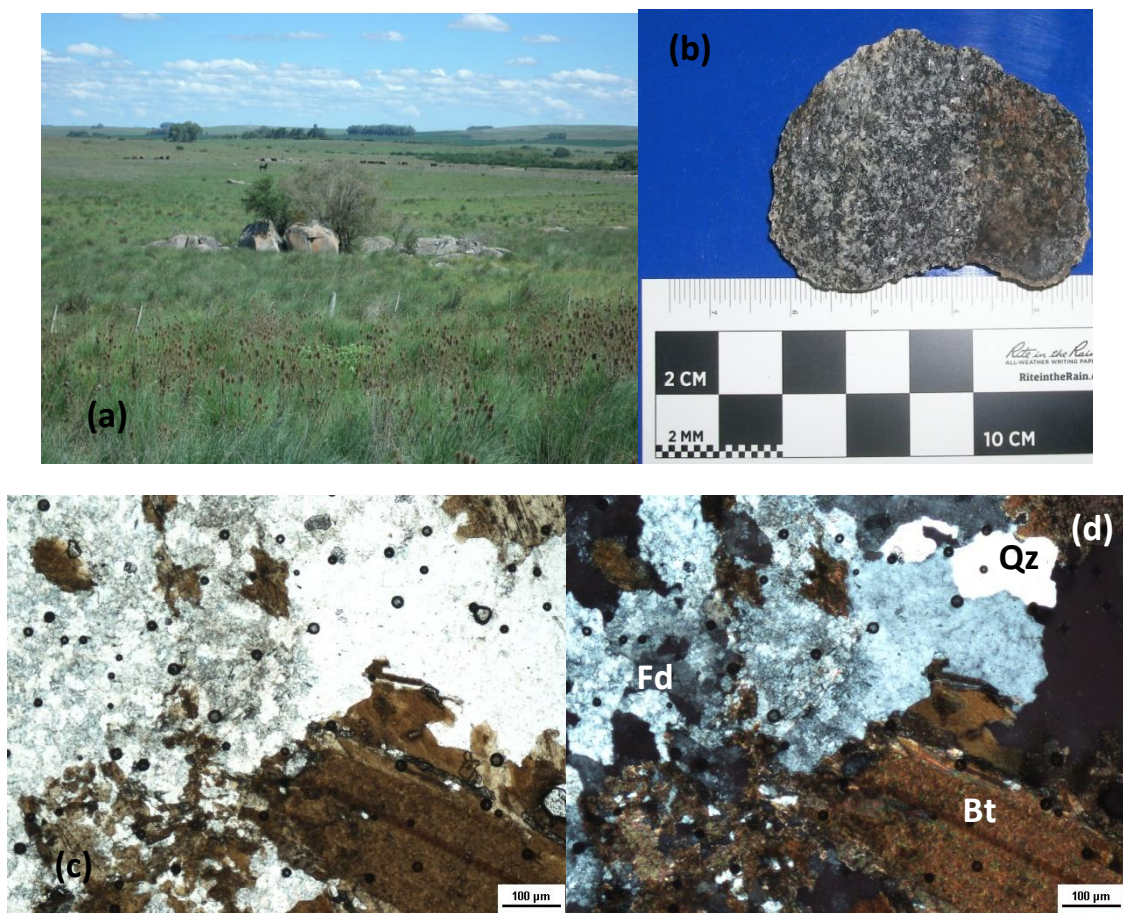


Figura 4.34 (a) Vista panorámica de afloramiento en bochas del granitoide gris, (b) Vista en muestra de mano, (c) Microfotografía a luz natural donde se observa el tamaño de la biotita presente, (d) Microfotografía a luz polarizada donde se observa minerales de biotita = Bt , cuarzo = Qz , feldespato = Fd.

4.3.4.1.5 b) Metasedimentos (Metachert?)

Al Este del área relevada se encuentra una litología asociada a la Unidad Ojosmín, en muestra de mano se presenta afanítica, de color rosado pálido y muy tenaz, con rumbo aproximado de N60, de origen presumiblemente sedimentario y sin estructuras primarias visibles (Fig.4.35 a).

En análisis petrográfico se pudo observar que el tamaño de sus granos oscila de fino a muy fino, el mineral de primer orden en términos de abundancia es el cuarzo, la forma de los granos predominantemente es xenomorfa Fig.4.35 d. El porcentaje de cuarzo en base a conteo de puntos es mayor al 65 %. El resto de los minerales no pudieron ser identificados, se detecta la presencia de escasos opacos. Por lo anterior expresado se atribuye la muestra a un metachert (?).

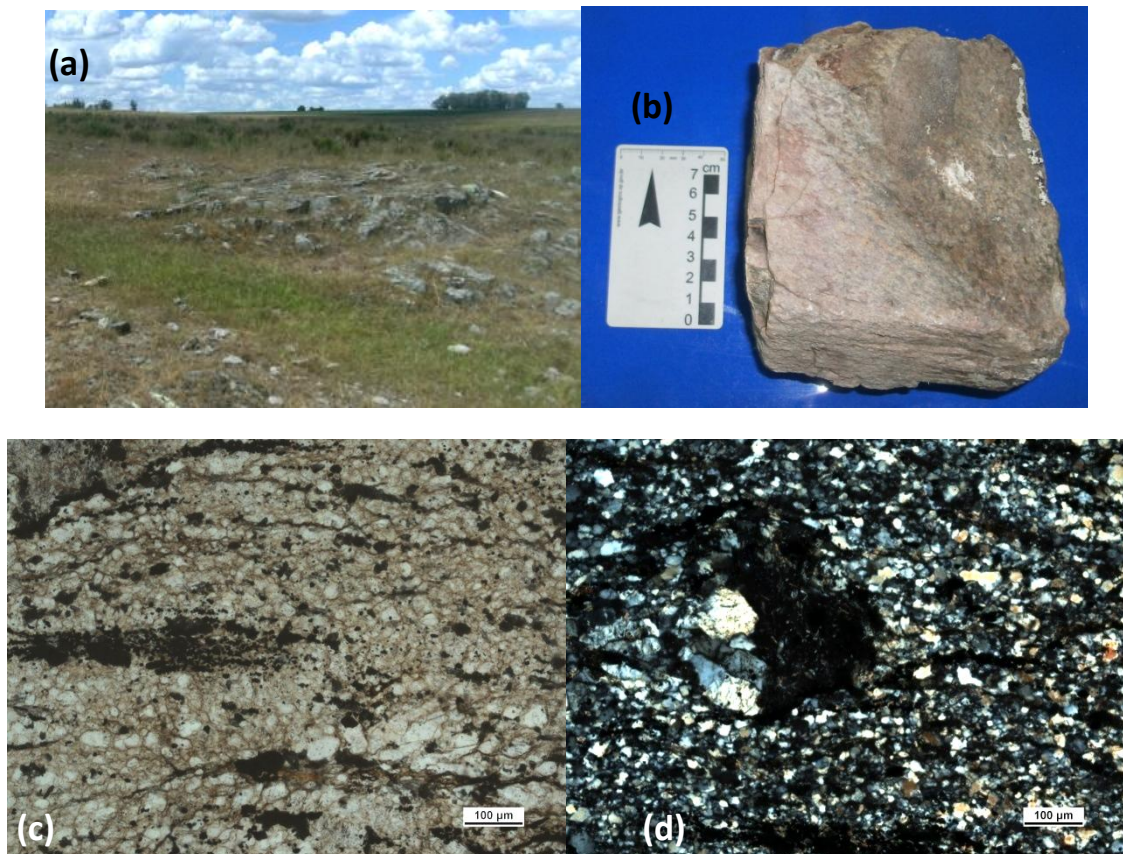


Figura 4.35 (a) Vista panorámica del afloramiento, **(b)** Vista de muestra de mano, **(c)** Fotomicrografía a luz natural, **(d)** Fotomicrografía a luz polarizada donde se observa en su gran mayoría clastos de cuarzo.

4.3.4.1.6 c) Granitoide de grano fino

Próxima a Ruta Nacional Nº 57 asociado a la Unidad Ojosmín se observó una litología en campo que desarrolla una relativamente extensa exposición, y se ubica en las proximidades de la base de los cerros, de características granitoides. (Fig. 4.36)

En muestra de mano se presenta holocristalino, subfanerítica de tamaño fino, equigranular y leucócrata. La geometría de los cristales en su gran mayoría son subautomorfos, encontrándose algunos escasos xenomorfos. Por la predominancia de los cristales subautomorfos se trata de una textura subautomórfica.

El principal mineral en términos de abundancia relativa es cuarzo y sus dimensiones varían entre 0,1 a 0,4 mm. Se observan opacos sin fracturas y anhedrales. Las escasas plagioclasas son de dimensiones que oscilan entre 0,5 a 0,8 mm, la geometría es automorfa a subautomorfa. Presentan macla simple se los observa en su gran mayoría opacos y sin golfos de corrosión. Se observa además biotita, con dimensiones que varían entre 0,3 a 0,4 mm, estando distribuidas de manera caótica y sin un orden preferencial. Sus planos de clivaje se observan con claridad. El pleocroísmo de la biotita es de color marrón castaño a marrón verdoso.

Basados en el análisis petrográfico y con la utilización de comparadores visuales estimamos que el mineral principal en términos de abundancia es el cuarzo, seguido en segundo orden de los feldespatos y la biotita encontrándose en una proporción mucho menor. Se detecta además la presencia de escasos opacos, se observa equigranular. Una de las características de esta muestra es la presencia de textura mirmequitica ver Fig.4.36 e. en base a lo anteriormente expresado se caracteriza la muestra como un granitoide de grano fino.

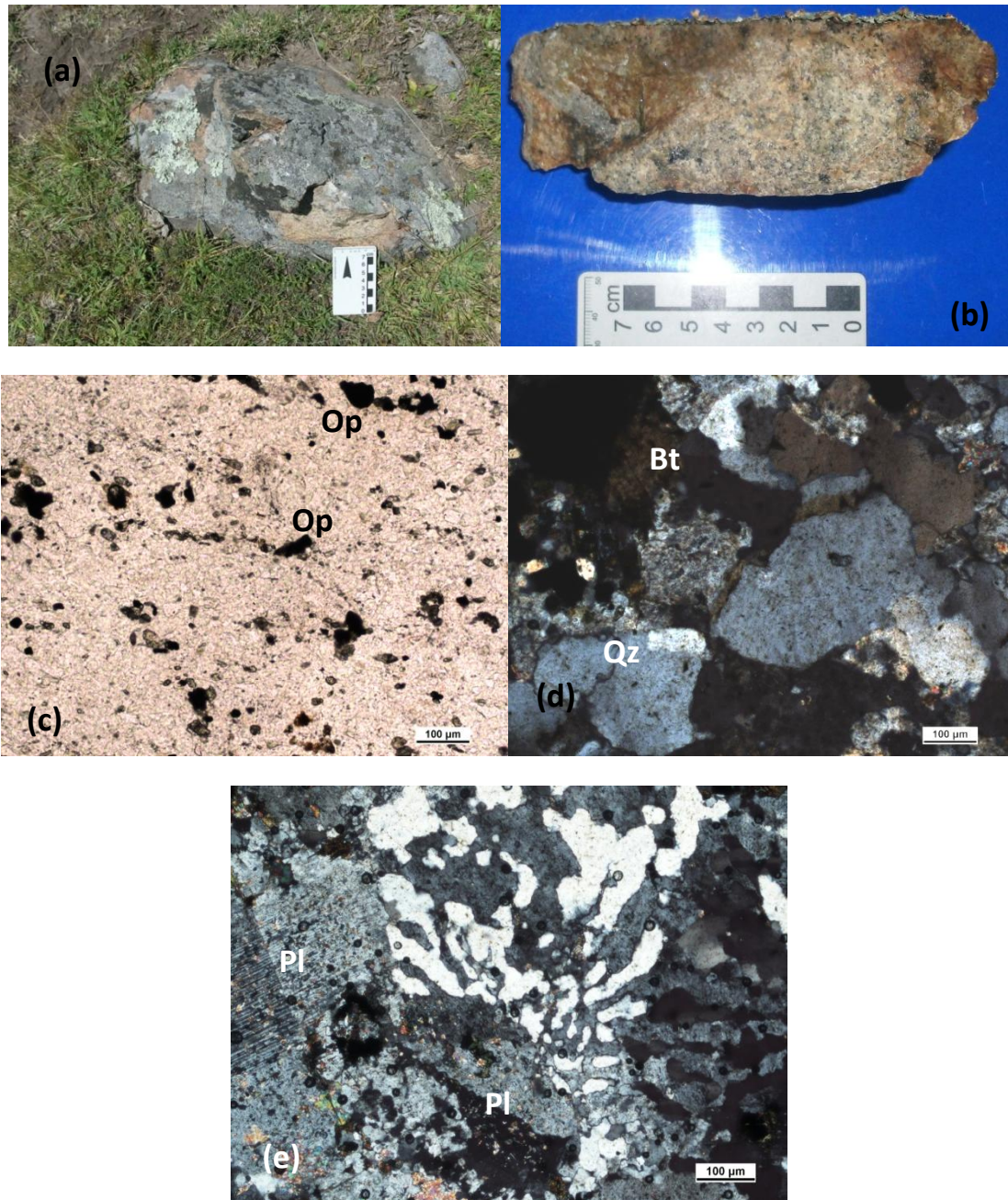


Figura 4.36 (a) Vista en detalle del afloramiento, (b) Vista de muestra de mano granitoide de grano fino, (c) fotomicrografía a luz natural obsérvese la gran cantidad de opacos, (d) fotomicrografía a luz polarizada vista de minerales biotita = Bt , cuarzo = Qz, (e) Vista de textura mirmequitica y plagioclasas = Pl.

4.3.4.1.7 d) Roca ácida de Cerros Ojosmín

Otra de las litologías asociados a la Unidad Cerros Ojosmin, es un tipo litológico con alto contenido de cuarzo, extremadamente tenaz, difícil de extraer, de color grisáceo oscuro, sin estructuras aparentes y de forma masiva, la misma se expresa en campo desde la base y al tope de los cerros (Fig.4.37). Su textura es afanítica y mayoritariamente xenomorfa. El porcentaje mineral en base a estimaciones es cuarzo en su totalidad, no observándose otros minerales a lupa de mano.

Basados en el análisis petrográfico de la muestra, ésta presenta un tamaño de grano fino a muy fino, inequigranular. El principal mineral en términos de abundancia relativa es el cuarzo. Se los observa limpios, sin fracturas y son xenomorfos.

Un detalle de relevancia es que alrededor de alguna plagioclasa se encuentra textura mirmequitica Fig. 4.37 d; esta plagioclasas oscilan entre 0,2 a 0,7 mm de tamaño, la geometría es automorfa a subautomorfa. Presentan macla de Carlsbad se la observa cubierta con sericita y con cierta deformación no se encuentra corroída pero presenta alguna fractura. Se detecta la presencia de otros minerales sin poder llegar a describirlos y escasos opacos. Por lo anteriormente expresado decimos que se trata de una roca acida, perteneciente a la Unidad Cerros Ojosmin.

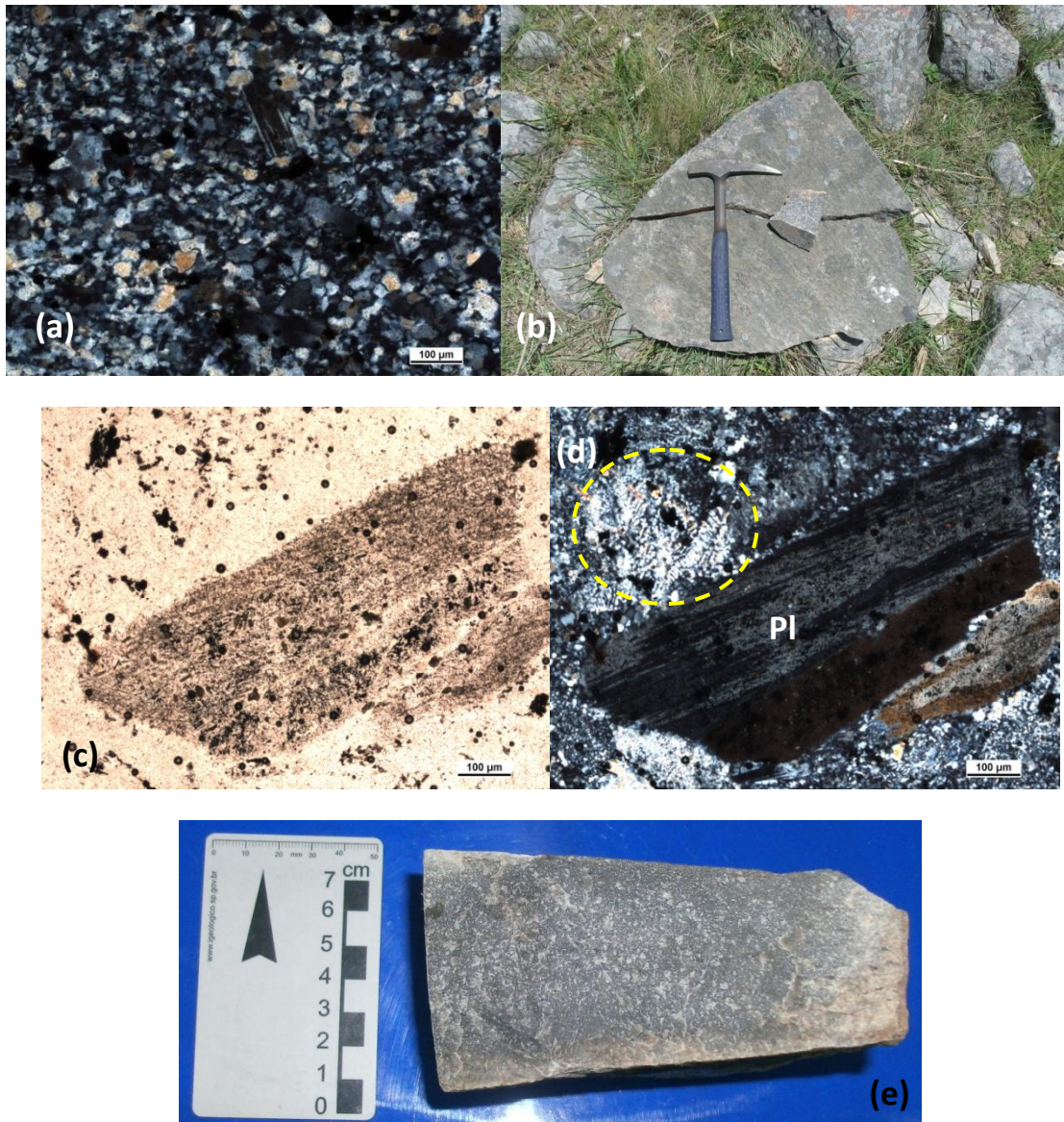


Figura 4.37 (a) Fotomicrografía a luz polarizada obsérvese la gran cantidad de cuarzo, (b) Vista en planta de afloramiento roca ácida de Cerros Ojosmin, (c) Fotomicrografía a luz natural, (d) Fotomicrografía a luz polarizada donde se observa a un mayor aumento cristal de plagioclasa = Pl y en círculo amarillo textura mirmequitica, (e) Vista muestra de mano.

4.3.4.1.8 e) Diques traquíticos

Otro de los elementos litológicos en el entorno inmediato de los Cerros Ojosmín son los diques traquíticos, si bien en campo se los observa de manera discontinua llegan a una longitud de entre 20 a 30 m y un espesor variable entre 1 a 2 m. Están cubiertos en muchos casos por suelo y tienen rumbo aproximado N200 (Fig. 4.38b).

En el área de trabajo se encontraron diques traquíticos alterados y son de grano fino a muy fino. Presentan color rojizo ladrillo intenso, textura afanítica.

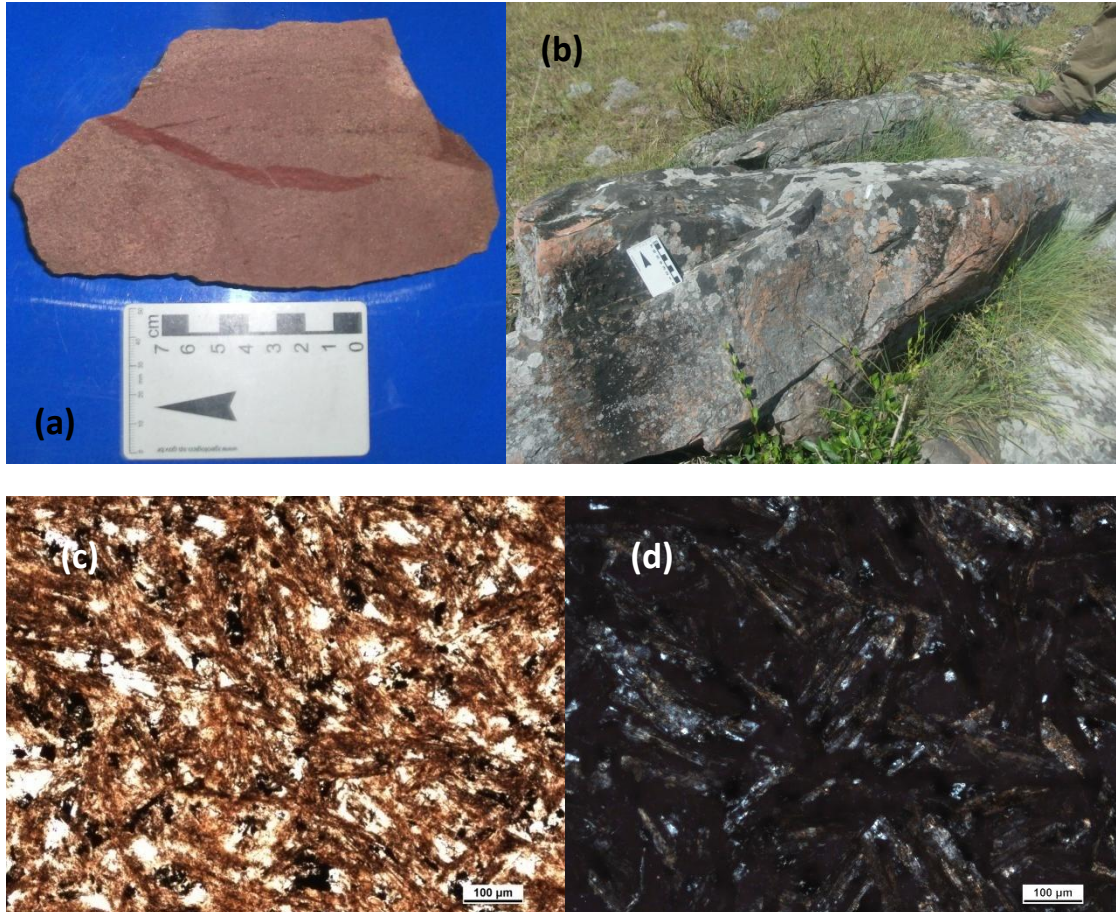


Figura 4.38 (a) Vista de muestra de mano, (b) Vista de sección de dique traquítico, (c) Fotomicrografía a luz natural, (d) Fotomicrografía a luz polarizada donde observamos la matriz traquítica(?).

Su análisis petrográfico resulta ser muy dificultoso debido al grado de alteración que presenta la muestra. No obstante podrían tratarse de feldespatos potásicos Fig. 4.38 d.

4.3.4.1.9 Filones de cuarzo

En el área circundante y en la ladera media a alta de los Cerros Ojosmín afloran diques de cuarzo blanco que en promedio oscilan entre 6 – 8 m de longitud por 2 m de ancho (Fig. 4.39). Presentan la particularidad de presentarse en forma de media luna, sin otros rasgos salientes a destacar. De los mismos no se realizaron láminas delgadas.



Figura 4.39 Filón de cuarzo blanco en ladera media a alta de los Cerros Ojosmin.

4.3.4.1.10 Otras litologías asociados a la Unidad Ojosmin

Otras de las litologías atribuidas a la Unidad Ojosmin son las tremolitas. Se encuentran sobre la Ruta N°23 a poca distancia de la Ruta Nacional N°57. En afloramiento se las observa como una roca de grano fino a muy fino, afanítica, color verde pálido y con manchas circulares negras. Se presenta de forma masiva sin estructuras. Posee cierto grado de alteración facilitando su muestreo.

En análisis petrográfico se observan gran cantidad de minerales en forma acicular fibroso formando haces y de colores verde pálido a incoloro. Presenta un débil pleocroísmo, a luz natural se presenta casi incolora. Debido a tal caracterización se trata de una tremolita.

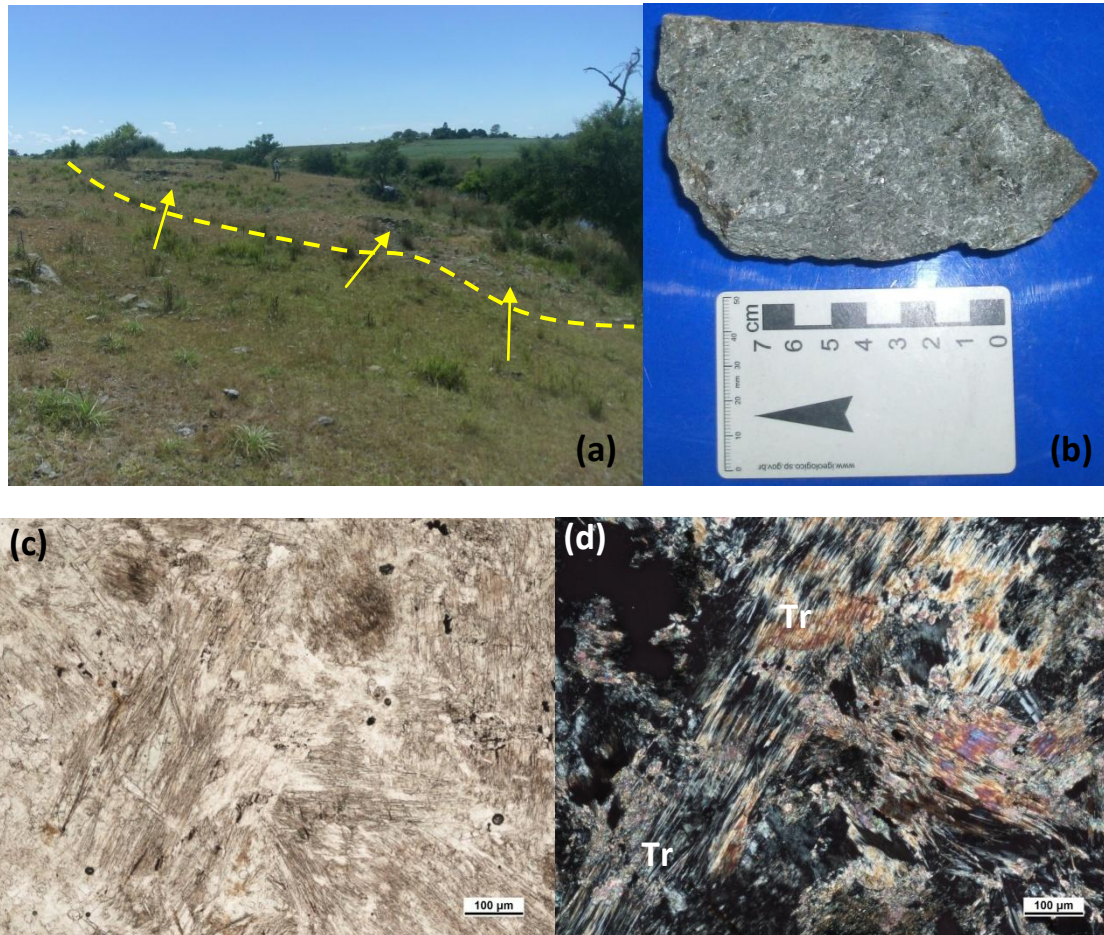


Figura 4.40 (a) Vista panorámica del afloramiento sobre ladera marcado en línea punteada amarilla, **(b)** Detalle de muestra de mano, **(c)** Fotomicrografía a luz natural, **(d)** Fotomicrografía a luz polarizada de las tremolitas = Tr , asociadas a la Unidad Ojosmín.

4.3.5 Carta geológica del entorno del Geosito Cerros Ojosmín

En el Anexo se presenta la carta geológica de detalle elaborada a partir de los trabajos de campo y gabinete.

4.4.1 Inventario de geosito y evaluación metodológica

4.4.1.1 Propuesta de García et.al (2017)

De la aplicación del método de García et al 2017, surgen de las Tablas 4.9 a 4.10 que, este geosito tiene una valor 3,05 en valor científico y de 1 en vulnerabilidad, a continuación se detallan.

Tabla 4.9 Evaluación del geosito Cerros Ojosmin en valor científico.

	Puntaje	Factor de ponderación	Resultado
A - Representatividad	4	0,3	1,2
B – Conocimiento científico	1	0,15	0,15
C – Integridad	2	0,25	0,5
D – Diversidad Geológica	4	0,1	0,4
E – Rareza	4	0,2	0,8
Resultado Final = 3,05			

Valor Vulnerabilidad (V_v)

Tabla 4.10 Evaluación del geosito Cerros Ojosmin en valores de vulnerabilidad.

	Puntaje	Factor de ponderación	Resultado
A – Deterioro de Contenidos	1	0,35	0,35
B – Proximidad potencial a áreas degradantes	1	0,2	0,2
C – Régimen de protección	1	0,2	0,2
D – Accesibilidad	1	0,1	0,1
E – Densidad de población	1	0,15	0,15
Resultado Final = 1,0			

4.4.1.2 Propuesta Medina (2015)

Según el método de Medina 2015, los valores obtenidos se detallan en la Tabla 4.11

Tabla 4.11 Evaluación metodológica del geosito Cerros Ojosmin

Categoría	Valoración
A – Valor Intrínseco	12
B – Valor científico educativo	10
C – Valor turístico	13
D – Vulnerabilidad	13
% PA porcentaje de aprobación	48 p = 54,54 %
VRG valor de relevancia del geositos	11,91
V _{in} valor intrínseco	3
V _{cid} valor científico /didáctico	1,66
VUCE valor de uso científico educativo	2,10
V _{tur} valor turístico	1,85
V _{vul} valor de vulnerabilidad	2,6
VUT valor de uso turístico	2,1
IG índice para la Geoconservación	5,47

4.4.1.3 Propuesta del IELIG (2014)

De la aplicación del método IELIG 2014, este geosito obtuvo 3,2 en valor científico, en valor didáctico 2,3 y en valor turístico recreativo 2,05, ver a continuación , Tablas 4.12 A, 4.12 B, 4.12 C.

Tabla 4.12 A Aplicación de la metodología del IELIG 2014, para analizar valor científico

Valor Científico Parámetros	Puntuación	Factor de ponderación	Resultado
Representatividad	4	0,30	1,2
Carácter localidad tipo	1	0,10	0,1
Grado de conocimiento científico del lugar	2	0,15	0,3
Estado de conservación	4	0,10	0,4
Condiciones de observación	2	0,10	0,2
Rareza	4	0,15	0,6
Diversidad geológica	4	0,10	0,4
Sumatoria final			3,2

Tabla 4.12 B Aplicación de la metodología del IELIG para analizar valor didáctico

Valor didáctico Parámetros	Puntuación	Factor de ponderación	Resultado
Representatividad	4	0,05	0,2
Carácter localidad tipo	1	0,05	0,05
Estado de conservación	4	0,05	0,2
Condiciones de observación	2	0,05	0,1
Rareza	4	0,05	0,2
Diversidad geológica	4	0,10	0,4
Contenido didáctico / uso didáctico	4	0,20	0,8
Infraestructura logística	1	0,15	0,15
Densidad de población	1	0,05	0,05
Accesibilidad	1	0,15	0,15
Asociación con elementos eco-culturales	0	0,05	0
Espectacularidad o belleza	0	0,05	0
Sumatoria final			2,3

Tabla 4.12 C Aplicación de la metodología del IELIG para evaluar valor turístico recreativo.

Valor turístico recreativo Parámetros	Puntuación	Factor de ponderación	Resultados
Condiciones de observación	2	0,05	0,1
Infraestructura logística	0	0,05	0
Densidad de población	1	0,05	0,05
Accesibilidad	2	0,10	0,2
Tamaño del LIG en relación con la no fragilidad	2	0,15	0,3
Asociación con elementos eco-culturales	0	0,05	0
Espectacularidad o belleza	1	0,20	0,2
Contenido divulgativo / uso divulgativo	4	0,15	0,6
Potencialidad para realizar actividades	4	0,05	0,2
Cercanía a zonas recreativas	0	0,05	0
Entorno socioeconómico	4	0,10	0,4
Resultados			2,05

CAPITULO 5. DISCUSION

En base al método de García et al (2017), se debe tener en consideración que el mismo fue concebido para la evaluación y resolución de dos situaciones que comprometían a geositios del Estado de Sao Pablo (Brasil). La situación allí planteada era la intensa urbanización que los afectaba y los intensos procesos erosivos que sobre algunos de ellos habían sido constatados. Es importante esta aclaración debido a que este método evalúa principalmente dos aspectos, el valor científico y la vulnerabilidad. Por esto, surge que para alcanzar el objetivo de cuantificar y valorizar un geositio no sea el más adecuado por resultar parcial o incompleto.

Analizando los resultados de valor científico y vulnerabilidad que presentan los geositios surgen los valores presentados en la Tabla 5.1.

Tabla 5.1 Valores obtenidos aplicando método de García et al (2017).

Valor	Paso de Lugo	Cerros Ojosmín	Grutas del Palacio
Científico	3,1	3,2	3,5
Vulnerabilidad	1,45	1,5	2,25

Considerando las categorías de este método (Tabla 5.2.) y de acuerdo a los resultados alcanzados se desprende que los tres geositios tienen un alto valor científico, pero Grutas del Palacio muestra una vulnerabilidad media, a diferencia de los otros que es baja. Esta constatación resulta de interés porque muestra que la gran cantidad de visitantes que recibe anualmente (más de 15000) es un factor a considerar en el plan de manejo del Geoparque. Este geositio tiene las siguientes infraestructuras y características: servicio de parador, muy buena accesibilidad, un centro de interpretación en muy buenas condiciones, guías capacitadas, valor patrimonial y valor científico elevado.

Tabla 5.2 Escala de valores del método de García et al (2017)

Categoría	Valor
Baja	< 2
Media	2,1 – 3
Alta	3,1 – 4

En comparación con los otros dos geositios en valor científico no hay significativas diferencias, pudiendo Paso de Lugo y Cerros Ojosmín ser caracterizados como geositios de referencia científica o didáctica.

Para el caso del geositio **Cerros Ojosmín** la valoración resultó con un alto valor científico y una baja vulnerabilidad. Su valor científico está referido a su contexto geológico en un área de pocos km² con una gran variedad litológica. Al ser un geositio muy poco visitado presenta una baja a nula vulnerabilidad. Si bien paisajísticamente este geositio posee un atractivo interesante desde ese punto de vista, además se realiza una procesión religiosa una vez al año a la cual acuden varias decenas de personas; así como también en la Semana de Geoturismo se realiza otra visita organizada. Por estos motivos, no presenta vulnerabilidad a la afluencia de visitantes. Se entiende que este sitio podría tener un mejor desempeño desde lo turístico y educativo, por la variedad litológica y su entorno escénico. Cabe mencionar que fue límite de la jurisdicción de Montevideo en la época del dominio español y que en esa región se afincó a comienzos del siglo pasado la familia del Prof. Jorge Chebataroff cuando llegaron de Ucrania. Por lo tanto, se suman otros atributos culturales al mismo.

Por su parte, el geositio **Paso de Lugo** al aplicarle esta metodología, los resultados indican que posee un elevado valor científico debido a la variedad litológica, diferentes edades y sus relaciones de contacto. En efecto, la confluencia de rocas de variada naturaleza (ígneas, metamórficas y sedimentarias) en el entorno inmediato, la connotación estructural de algunas de ellas y la calidad de algunos de sus afloramientos han ameritado su estudio por los investigadores. Además, es el que presenta la vulnerabilidad más baja debido a que su accesibilidad es restringida y dificultosa. Cabe mencionar que tiene potencial para ser utilizado por su interés educativo o didáctico.

Por su parte, la aplicación del método del **IELIG (2014)** para los tres geositios permitió establecer los valores que se presentan en la Tabla 5.3.

Tabla 5.3 Resultados de los valores obtenidos método IELIG (2014)

Valor	Paso de Lugo	Cerros Ojosmín	Grutas del Palacio
Científico	2,9	3,2	3,6
Didáctico	1,9	2,3	3,2
Turístico recreativo	1,3	2,1	2,5
Resultados	6,1	7,6	9,3

Tabla 5.4 Escala de valores del método IELIG (2014)

Categoría	Valor
Medio	<3.33
Alto	3.33 – 6.65
Muy alto	>6,65

La metodología IELIG evalúa varios aspectos más que el método de García et al (2017). Su objetivo fundamental es el relevamiento de lugares de interés geológico para su ingreso al inventario de geositios con alcance nacional a nivel de España. Su origen estuvo en la legislación que promovió que tanto los elementos de la biodiversidad como la geodiversidad debían de ser conservadas y protegidas.

De acuerdo a este método de inventario tanto el geositio **Grutas del Palacio** (9,3) como el geositio **Cerros Ojasmín** (7,6), resultaron como dos sitios de muy alto valor. No obstante, el geositio **Paso de Lugo** (6,1), obtuvo una valoración media como Lugar de Interés Geológico. En todos los ítems evaluados se tuvo ese mismo orden relativo de interés. La valoración turística-recreativa deja a Paso de Lugo en el tercer lugar, porque es el menos visitado de los tres. Si bien, podrían aprovecharse los restos de una antigua posta de diligencias que existe en ese lugar, si se restaurara podría incluirse como punto de un circuito hasta allí, ya que está a pocos kilómetros, de Grutas del Palacio (uno de los geositios más visitados).

En cuanto al **valor científico** por este método los tres geositios evaluados alcanzan un valor interesante, próximo a 3. El geositio Grutas del Palacio obtiene 3,6 debido a que por mucho tiempo ha sido un lugar referente para estudios geológicos. Tanto el geositio Paso de Lugo como Cerros Ojasmín si bien han sido estudiados por algunos geólogos, no presentan el mismo volumen de trabajos científicos pudiendo en el futuro ser objeto de nuevos estudios, que permitan conocerlos más y ganar en valor científico a partir de nuevas publicaciones.

En lo que refiere al **valor didáctico** el geositio Grutas del Palacio según este método tiene buena calificación en la mayoría de los parámetros. Por ejemplo, tiene un centro de interpretación y una sala museo donde se exponen rocas, minerales y fósiles. A su vez, ha sido intervenido con obras escultóricas para la educación de los visitantes que concurren al geositio, las guías están capacitadas en temas geológicos. Se realizan actividades con la comunidad local y es parte de su patrimonio cultural al integrar un cuartil del escudo departamental. Por todo esto, tiene el mayor puntaje en relación a

este valor (3,2). En lo que respecta al geositio Cerros Ojosmín obtiene una puntuación de 2,3. Si bien califica bien en algunos aspectos en otros tiene cero debido a que carece de centro de interpretación, no tiene guías permanentes y no es un geositio tenido en cuenta para realizar actividades geoeducativas. Por su parte, el geositio Paso de Lugo alcanza un puntaje 1,9 debido a que es un geositio poco conocido y su accesibilidad es restringida, lejos de caminería por lo que realizar actividades allí es dificultoso, quedando únicamente restringido a investigadores interesados.

En el **valor turístico recreativo** es donde este método muestra las mayores diferencias debido a que evalúa parámetros como caminería y distancia al geositio, existencia de restaurant, cafeterías y operadores, capacidad hotelera y actividades recreativas en el entorno. De esta forma, el geositio Grutas del Palacio alcanza una puntuación de (2,5) ya que cuenta con todos los parámetros. El geositio Cerros Ojosmín a pesar de no contar con varios de esos servicios, se localiza a unos 30 km de Trinidad donde si están todos los servicios, por esto su calificación (2,1). La distancia de Trinidad a este geositio está dentro de las distancias consideradas como óptimas. El geositio Paso de Lugo alcanza un valor de 1,3. Esta baja calificación se debe a que hay parámetros a los que se les otorgó valor cero, como accesibilidad y servicios, por lo que resulta de mediana calidad para fines turísticos.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, los tres geositios analizados son categorizados como Lugares de Interés Geológico (LIG).

Los resultados obtenidos de la aplicación del método de **Medina (2015)** que se detallan a continuación fueron desglosados en cada parámetro. Cabe consignar que el geositio que no alcance los 44 puntos debe ser excluido del proceso de inventario. La Tabla 5.5 presenta los puntajes de aprobación de cada geositio.

Tabla 5.5 Puntajes y porcentajes de aprobación de cada geositio según Medina (2015).

Paso de Lugo	Cerros Ojosmín	Grutas del Palacio
46 puntos = 52,27 %	48 puntos = 54,54 %	63 puntos = 95,45 %

De los resultados obtenidos se desprende que tanto los geositios **Paso de Lugo** (46 pts.) y **Cerros Ojosmín** (48 pts.) ingresan al proceso de inventario por un pequeño margen. Esta circunstancia resultó sorprendente por inesperada. No obstante, el resultado obtenido para el geositio **Grutas del Palacio** fue un valor dentro del rango previsto (63 pts.).

Otro de los parámetros evaluados por este método es la **relevancia**. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 5.6, siendo en cada caso la sumatoria de los 22 parámetros evaluados.

Tabla 5.6 Valor de relevancia de los geositios estudiados.

Paso de Lugo	Cerros Ojosmín	Grutas del Palacio
11,58	11,33	13,58

Según este parámetro los geositios son relevantes, con apenas un 15% de diferencia en valores extremos, no existiendo grandes diferencias entre ellos, y si se considera que 15,7 es el máximo de la escala el geositio con menor relevancia alcanzó una valoración de 73%.

Otro de los parámetros evaluados por esta metodología es el **uso científico educativo**. En la Tabla 5.7 se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 5.7 Evaluación de uso científico educativo de los geositios estudiados.

Paso de Lugo	Cerros Ojosmín	Grutas del Palacio
2,4	2,1	2,8

Según este método, este parámetro con límite superior 3 es el que muestra la mejor puntuación en los tres geositios, de 2,7 a 2,8. Nuevamente **Grutas del Palacio** obtiene el mayor puntaje (2,8), **Paso de Lugo** (2,4) y **Cerros Ojosmín** (2,1). Esto surge principalmente en base al conocimiento científico que se tiene de cada uno de estos geositios.

En lo referente al **valor de uso turístico**. Queda de manifiesto la importancia geoturística de Grutas del Palacio (2,6), a la luz de los valores que se expresan en la Tabla 5.8. Debido a que este geositio cuenta con variada infraestructura y servicios adecuados a la actividad turística. Mientras que para los geositios Cerros Ojosmín (1,7) y Paso de Lugo (1,6) se elevan un poco del límite inferior establecido (1), ya que éstos no cuentan con infraestructura adecuada para brindar servicios turísticos.

Tabla 5.8 Evaluación del valor de uso turístico

Paso de Lugo	Cerros Ojosmín	Grutas del Palacio
1,6	1,7	2,6

Otro valor que evalúa este método es el **índice para la geoconservación**. Éste es importante porque contribuye con los planes de acción a implementar para monitorear y conservar la integridad de los geositos. Este parámetro es exclusivo de esta metodología, la escala establecida por el autor para este parámetro oscila entre 2,4 – 7,2. Se detallan en la Tabla 5.9 los resultados obtenidos.

Tabla 5.9 Evaluación del índice para la Geoconservación

Paso de Lugo	Cerros Ojosmín	Grutas del Palacio
5,4	5,21	6,36

El geositio **Grutas del Palacio** es el que presenta el mayor índice (6,36) y próximo al valor máximo. Este índice y el valor hallado pone de manifiesto la importancia de realizar un plan de monitoreo constante para la preservación del geositio. Este es un dato de la realidad debido a que este geositio es más visitado que los otros superando año a año la cantidad de visitantes, contiene infraestructura adecuada y servicios necesarios, y la accesibilidad es la mejor evaluada, debido a que por ejemplo el geositio como tal está a 500 m de la entrada por carretera, y cuenta con estacionamientos además de llegar buses de línea. Para los otros dos geositos **Paso de Lugo** (5,4) y **Cerros Ojosmín** (5,21), los datos obtenidos son muy similares hecho que contrasta con la realidad debido a que en ambos no tienen servicios, infraestructura, etc., el geositio de Cerros Ojosmín si tiene una accesibilidad adecuada por carretera pero no es así con Paso de Lugo cuya accesibilidad está restringida y lejos de la carretera. Por otro lado el geositio de Cerros Ojosmín es el que tiene mayor afluencia de visitantes por las actividades que en él se desarrollan y es el geositio con mayor elevación de todos los del geoparque, aditamento de relevancia a la hora de evaluar. En esto es en donde se encuentra la diferencia en puntuación obtenida, a pesar de que Cerros Ojosmín puntúa menos, pone de manifiesto la creación de un plan de geoconservación a la medida y realidad de este geositio. Debido a la naturaleza del geositio Paso de Lugo y a pesar de la puntuación obtenida este se encuentra más a resguardo de los otros debido a donde está situado y de no recibir visitantes, salvo

excursiones de campo debidamente autorizadas. Esto contribuye a la geoconservación del geositio. Sin embargo debido a su entorno geográfico realizar medidas de monitoreo sería importante para su futura preservación ya que por ejemplo los campos linderos están arrendados para su forestación creando en su entorno una posible área de afectación.

CAPITULO 6. CONCLUSIONES

Fueron aplicadas a tres de los geositios del Geoparque Mundial Unesco Grutas del Palacio, tres metodologías diferentes y como primera conclusión es que ellas son instrumentos aptos para delinear acciones a futuro en el plan de manejo de los geositios. Además resultaron muy útiles y complementarios para evaluar sitios de interés para integrar propuestas de geoparques.

Las tres metodologías de inventario cuantifican distintos parámetros como ser: interés científico, turístico-recreativo o educativo. Cabe consignar que las causas que generaron las propuestas si bien tienen en común la geoconservación, surgieron de situaciones diferentes en cada caso. El caso español para dar cumplimiento a la normativa vigente; en Brasil para minimizar los riesgos de degradación (vulnerabilidad) de los sitios; en Argentina como una adaptación a la realidad geográfica de aquel país.

El método de **García et al (2017)** fue concebido para la evaluación y resolución de un problema puntual que comprometía los geositios del Estado de Sao Pablo (Brasil). La situación planteada era la intensa urbanización que afectaba a dichos geositios y los intensos procesos erosivos asociados. Por lo tanto, este método hace énfasis en el valor científico y la vulnerabilidad. Posiblemente no sea el método que ofrece una visión más completa, ya que quedan sin explorar otros valores.

La metodología propuesta por el **IELIG (2014)** evalúa un número mayor de parámetros, y su objetivo fundamental es el relevamiento de lugares de interés geológico para su ingreso al inventario de geositios con alcance nacional. Si bien es a esperar que determinados valores alcanzados fueran algo mayores, se interpreta que este método tiende a subestimar algunos atributos resultando en valores bajos. Esto probablemente debido a que en algunos ítems puntúan cero o próximo a cero. De la aplicación del método **IELIG (2014)** resultó que los tres geositios resultaron ser **Lugares de Interés Geológico**.

Tabla 6.1 Tabla comparativa de los tres métodos aplicados a los tres geositos del Geoparque Mundial Unesco Grutas del Palacio.

Valores	Grutas del Palacio	Paso de Lugo	Cerros Ojosmín	Método
Científico	3,5	3,1	3,2	García et al (2017)
Vulnerabilidad	2,25	1,45	1,5	
Científico	3,6	2,9	3,2	IELIG (2014)
Didáctico	3,2	1,9	2,3	
Turístico - recreativo	2,5	1,3	2,1	
Porcentaje aprobación	95,4	52,3	54,5	Medina (2015)
Relevancia	13,58	11,58	11,33	
Científico – educativo	2,8	2,4	2,1	
Turístico	2,6	1,6	1,7	
Índice para la geoconservación	6,36	5,4	5,21	

En relación al **porcentaje de aprobación** como primer paso en la valoración de geositos, en los tres casos fue superado en su valor mínimo (44 pts. o 50%). De esta forma, se pudo continuar con la realización del inventario. Igualmente, cabe mencionar lo próximo al límite inferior que se ubican tanto Paso de Lugo como Cerros Ojosmín.

En lo que refiere al **índice para la geoconservación** según se desprende de la Tabla 6.1 la puntuación fue de 6,36 para el geosito de Grutas del Palacio, 5,4 Paso de Lugo y 5,21 para Cerros Ojosmin, esto pone de manifiesto que el geosito de Grutas del Palacio requiere de planificar acciones de conservación.

En la Tabla 6.2, se presenta el orden obtenido de la valoración del interés científico por cada método empleado. Según los métodos de García et al (2017) y IELIG (2014) los resultados relativos son concordantes en relación a ese parámetro. Surge una discrepancia al utilizar el método de Medina (2015). Esto posiblemente originado por el empleo del algoritmo que este autor utiliza y que considera al valor **científico-educativo**, como resultado de calcular al valor científico didáctico sumado al valor intrínseco. Por lo tanto, este autor asigna dos parámetros para cuantificar a este valor. Mientras que según IELIG (2014) el valor científico surge de la apreciación aportada por el panel de expertos solamente.

Tabla 6.2 Tabla comparativa de los tres métodos aplicados en relación al valor científico en los tres geositios.

García et al (2017)	IELIG (2014)	Medina (2015)
1) Grutas del Palacio	1) Grutas del Palacio	1) Grutas del Palacio
2) Cerros Ojosmín	2) Cerros Ojosmin	2) Paso de Lugo
3) Paso de Lugo	3) Paso de Lugo	3) Cerros Ojosmin

El método de Medina (2015) combinado con el de García et al (2017) pueden ser complementarios. No obstante, la propuesta IELIG (2014) se interpreta como más completa al contemplar mayor cantidad de parámetros a evaluar. Si bien no todos los parámetros son aplicables en todos los casos, este método sería el de mejor aplicabilidad a nuestro medio físico teniendo en cuenta ciertas salvedades o adecuándolo.

Luego de la aplicación de las tres metodologías utilizadas, para evaluar los geositios, surge la necesidad de confeccionar una metodología para el territorio de Uruguay que contemple nuestras realidades del medio físico y socio culturales.

Los inventarios de geositios son herramientas metodológicas que contribuyen para la planificación, implementar monitoreos de distinta naturaleza (turístico, degradación) y por lo tanto, para priorizar acciones de geoconservación de los geositios.

Agradecimientos

Gracias a mi familia, mi esposa Beatriz y mis hijos Paulina y Bruno por su amor; continuo aliento y apoyo para poder escribir este trabajo final de carrera por alumbrar mis desvelos y aguantar mis locuras y por estar siempre dispuestos acompañarme.

Agradezco profundamente a César Goso, tutor, amigo, guía por sus enseñanzas y paciencia en ayudarme a superarme y crecer, por brindarme siempre su apoyo incansable tanto en lo académico como en la vida y por las interminables horas de ruta que hemos recorrido y compartido las cuales han sido las mejores.

A mi vieja, con la que aquella tarde de verano bajo el porche analizando que debía estudiar mi hermano terminamos descubriendo un camino para mí. Por haberme inculcado los valores necesarios para desarrollarme en la vida con firmeza y empeño, y enseñarme que el sacrificio tiene su recompensa como el cálido abrazo de una tarea bien realizada.

A mi hermano Alejandro; con él supimos atravesar todos los momentos que la vida nos marcó siempre salimos juntos y fortalecidos. Al verlo comenzar con su carrera me impulso a realizar la mía y a su esposa Daniela cuyo esfuerzo y sacrificio ha sido un excelente ejemplo.

A mi viejo y a María Inés por su continuo apoyo y ayuda; y porque un día sin pedirlo al comienzo de esta travesía se aparecieron con todos los libros que necesitaba para arrancar a estudiar.

A mí cuñado Hugo y mi suegro quienes al mismo tiempo de enseñarme y ayudarme a construir mi casa, me apoyaron a continuar cursando las materias de la licenciatura, y a mi suegra Beatriz por su constante preocupación.

A la “viejita” Graciela Piñeiro, por haberme abierto la ventana y mostrado otro mundo.

A Rossana Muzio, por invitarme al mundo de la geología, brindarme su ayuda y apoyo constante, y dejarme trabajar con libertad.

A Natalia Porta por su ayuda en la confección de las láminas delgadas para este trabajo final de licenciatura en Geología.

A Martin Gaye y Matías Eguía por su incansable ayuda en las varias versiones de los mapas cartográficos realizados.

A Juan Pablo Caballero por su ayuda en campo, la confección de varias cartografías de los distintos geositios y por su continua compañía y apoyo en esas interminables travesías de escritura de tesis.

A Elena Peel por su amabilidad, constante interés y apoyo en el presente trabajo.

Al Profesor Julio Spoturno por sus correcciones y comentarios a la cartografía del geositio Paso De Lugo.

A mis compañeros del laboratorio del ICG, Alejandro Ramos y Camila Frevenza por su ayuda y constante aliento.

A mis amigos Paulo y Eber quienes siempre han estado y apoyado.

En especial a Freddie Kuckzera a quien conocí en este camino el cual transitamos juntos y compartimos muy buenos momentos.

A Cristina por alentarme cada día y por su apoyo incondicional en alcanzar la meta propuesta.

A Zulma Medina, Gabriela Rueca, Cecilia Muñiz, Grethe Villa, Germán Feijo, personal municipal del Parador de Grutas del Palacio quienes cada vez que estuvimos allí nos han hecho sentir como en casa.

A la Intendencia Departamental de Flores por su apoyo en la logística para las actividades de campo, en especial a Diego Irrazabal y Eugenio Bidondo.

Al Capataz William González de la estancia “El Abrazo” por permitirme entrar y relevar los distintos afloramientos en el campo, vital para la confección de la cartografía geológica del área.

Al Sr. Ricardo Laborde por permitirnos entrar a recorrer su campo y relevar las litologías allí existentes, al capataz de dicha estancia y su hijo Erik.

A la familia Metzger, de la estancia “El retiro” y en especial a Theo quien me ayudo y guió en la recorrida de campo, de los afloramientos allí existentes.

A todos los habitantes del Departamento de FLORES quienes desde el punto más alejado y escondido me brindaron su total apoyo en las tareas de campo realizadas.

A todos mis compañeros de la licenciatura en Geología que me brindaron su aliento.

A los docentes de la licenciatura que me guiaron en las distintas materias de la carrera.

Y a todos los que de una manera u otra colaboraron en las distintas etapas y procesos del presente trabajo final de la licenciatura en Geología.

Bibliografía

- ALMEIDA, F.F.M., AMARAL, G., CORDANI, U.G., KAWASHITA, K., (1973) The Precambrian evolution of de South American cratonic margin south of the Amazon River. In. Nairn, A.E.M., Stheli, E.G. (eds), The Ocean Basinand Margins. Plenum Publishers, pp. 441-446.
- ALMEIDA, F., (1976) Origen y evolución de la Plataforma Brasileira. Actas Seminario de Estudios Geológicos 2: , Universidad Federal , Rio Grande del Sur, Porto Alegra , Brasil, pp. 45 – 128.
- BARREIRO, M., (2013) Geoparque Grutas del Palacio. Suplemento Turismo UNESCO, pp. 10 -12.
- BELLOSI, E., GONZALEZ, M., GENISSE, J. (2004) Origen y desmantelamiento de lateritas paleógenas del sudoeste de Uruguay Fm. Ascencio. Revista museo argentino de ciencias naturales ,6(1), pp. 25 - 40. Bs. As.
- BOSSI, J., FERRANDO, L.A., FERNÁNDEZ, A., ELIZALDE, G., MORALES, H., LEDESMA, J., CARBALLO, E., MEDINA, E., FORD, I., MONTAÑA, J., (1975) Carta Geológica del Uruguay. Escala 1/1.000.000.edicion de los autores, Montevideo.
- BOSSI, J., CAMPAL, N., PIÑEIRO, D., GARAT, I., (1990) Contribución a la geología del haz de filones precámbricos de “granito negro” en el Uruguay. Actas I Congreso Uruguayo de Geología, vol. 1, Montevideo, pp. 89 – 93.
- BOSSI, J., CAMPAL, N., (1991) Granitos negros filonianos del Uruguay. Resultados de las investigaciones. CIID-Facultad de Agronomía, Montevideo, pp. 1 – 71.
- BOSSI, J., PRECIOZZI, F., CAMPAL, N. (1993), PREDEVONIANO EN EL URUGUAY, Tomo I, Terreno Piedra Alta, DINAMIGE, Montevideo, pp. 50.
- BOSSI, J., PIÑEIRO, D., (1996) Cabalgadura de 1900 Ma. In. Correlación Piedra Alta Tandilia. Terreno Piedra Alta. CONICET (Argentina) – CSIC (Uruguay); Facultad de Agronomía, Montevideo, pp. 58 – 60.
- BOSSI, J., SCHIPILOV, A. (1996) Rocas ígneas básicas del Uruguay. Montevideo, Depto. De publicaciones de Facultad de Agronomía, pp.153 – 162.
- BOSSI, J., NAVARRO, R. (1998 a) Geología del Uruguay, Tomo I. Montevideo, Depto. De Publicaciones UdeLaR, pp. 453.
- BOSSI, J., NAVARRO., R. (1998 b) Geología del Uruguay, Tomo II, Montevideo Depto. De Publicaciones UdeLaR, pp. 490.
- BOSSI, J., FERRANDO, L., (2001) Carta Geológica del Uruguay a escala 1/500.000, versión digital 2.0 Facultad de Agronomía, Montevideo.

- BOSSI, J., GAUCHER, C. (2014) Geología del Uruguay, Tomo 1 Predevónico. Montevideo. Impresora Polo S.A., pp. 447.
- BRILHA, J. , (2005) Patrimônio Geológico e Geoconservação: A Conservação da Natureza na sua Vertente Geológica. Ed. Lisboa, Palimage – Editores pp. 183.
- BRILHA, J. , (2016) Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: a review. *Geoheritage* 8(2): PP. 119-134.
- BRUSCHI, V.M., (2007) Desarrollo de una metodología para La caracterización, evaluación y gestión de los recursos de La geodiversidad. Tesis doctoral. Universidad de Cantabria, pp. 355 (inédito).
- CAORSI, J. , GOÑI, J. (1958) Geologia Uruguaya. *Boletín del Instituto Geológico del Uruguay*,37, pp.1-73.
- CAMPAL, N., GARAT, I., (1990) Consecuencias petrológicas de las variaciones composicionales dentro del haz de filones máficos precambrianos del centro – sur del Uruguay: Proyecto IGCP 257 , II Workshop Diques máficos do Brasil, São Pablo, pp. 99 – 109.
- CARCAVILLA, L., LÓPEZ, J., DURÁN, J., (2007) Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos. Publicaciones del INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA Serie: Cuadernos del Museo Geominero Nº 7, pp. 360.
- CARCAVILLA, L., DURÁN, J.J., LÓPEZ, MARTÍNEZ, J. (2008). Geodiversidad: concepto y relación con el patrimonio geológico. VII Congreso Geológico de España. Las Palmas de Gran Canaria. *Geo – Temas*, vol.10, pp. 1299-1303.
- CENDRERO, A., (1996) El patrimonio geológico. Ideas para su protección, conservación y utilización. MOPTMA. En. *El patrimonio geológico. Bases para su valoración, protección, conservación y utilización*, Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Madrid, pp. 17-38.
- COUTINHO, JMV., (1980) Carta geológica da região metropolitana da Grande Sao Paulo 1:100.000. Brasil, Emplasa.
- DOTT, R., (1964) Wacke, graywacke and matrix; what approach to immature Sandstone classification (?), *Journal of Sedimentary Reserch*, vol. 34, nº 3, pp. 625 – 632.
- DE LIMA, F., (2008) Proposta Metodológica para a Inventariação do Patrimônio Geológico Brasileiro. Tese de Mestrado em Patrimônio Geológico e Geoconservação.
- ELÍZAGA, E., PALACIO, J., (1996) Valoración de puntos y/o lugares de interés geológico. En. Cendrero, A., (ed.). *El patrimonio geológico. Bases para su valoración, protección,*

conservación y utilización. Madrid, Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, pp. 61-79.

EDER, F., PATZAK M., (2004) Geoparks – geological attractions: a tool for public education, recreation and sustainable economic development. *Episodes*, 27 (3), pp.162-164.

FERRANDO, L., FERNANDEZ, A., (1971) Esquema tectónico cronoestratigráfico del Predevoniano en Uruguay. En. XXV Congreso Brasileiro de Geología, vol. 1, San Pablo, pp. 199-210.

FERNANDEZ, A.N., PRECIOZZI, F., (1974) La Formación Arroyo Grande y los granitoides asociados. En. *Annales*. XXVIII Congreso Brasileiro de Geología, pp. 212-226.

FERRANDO, L.A., (1996) Cinturón Arroyo Grande. En. Bossi, J., y otros 9 (eds.). *Terreno Piedra Alta. Correlación Piedra Alta – Tandilia*, Facultad de Agronomía, Montevideo, pp. 10-17.

GARCÍA-CORTÉS, A., FERNÁNDEZ-GIANOTTI, J., (2005) Estrategia del Instituto Geológico y Minero de España para el estudio y Protección del Patrimonio Geológico y la Geodiversidad. En. Lamolda, M.A. (ed). *Geociencias, recursos y patrimonio geológicos. Serie Geología y Geofísica 3*. Instituto Geológico y Minero de España, pp. 210.

GARCÍA-CORTÉS, A., CARCAVILLA, L., DÍAZ-MARTÍNEZ, E., VEGAS, J., APOITA, B., ARRIBAS, A., BELLIDO, F., BARRÓN, E., DELVENE, G., DÍAZ, E., DIEZ, A., DURÁN J., GUILLÉN-MONDÉJAR, F., HERRERO, N., MARTINEZ, R., LÓPEZ-MARTÍNEZ, J., MAZADIEGO, L., MENÉNDEZ, S., PARADAS, A., PUCHE, O., PUGA, E., RÁBANO, I., SALAZAR, A., ZALDEGUI, J., ROMANÍ, J., (2014) Documento Metodológico para la Elaboración del Inventario Español de lugares de interés geológico (IELIG). Versión 5/12/2014. España, Instituto Geológico y Minero de España, pp. 64.

GARCÍA, M., BRILHA, J., DE LIMA, F., VARGAS, J., PEREZ-AGUILAR, A., ALVES, A., DA CRUZ CAMPANHA, G., DULEBA, W., FALEIROS, F., FERNANDES, L., DE SOUTO MATOS, M., GARCIA, M., DE ASSIS, J., MARTINS, L., BARTOLOMEU, M., RICARDI-BRANCO, F., SANCHES, J., SALLUM, W., DE GOUVEIA, C., BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M., DE BRITO, B., DA COSTA, M., CHRISTOFOLETTI, S., HENRIQUE-PINTO, R., SANTOS, H., MACHADO, R., PASSARELLI, C., DE JESUS, J., RODRIGUES, R., SHIMADA, H., (2017) *The Inventory of Geological Heritage of the State of São Paulo, Brazil: Methodological Basis, Results and Perspectives*, pp. 19.

GENISSE, J., BELLOSI, E., VERDE, M., GONZALEZ, M., (2011). Large ferruginized paleorisifereheres from a palogene lateritic profile of Uruguay. *Sedimentary geology* 240, pp. 85-96.

GOSO, H., (1965) El Cenozoico en el Uruguay. Instituto Geológico del Uruguay. Informe interno, pp. 36.

- GOSO, H., BOSSI, J., (1966) Cenozoico. De. Bossi J.C., (ed.), Geología del Uruguay. Departamento de Publicaciones, Universidad de la República, Montevideo, pp. 469.
- GOSO, H., BOSSI, J., (1969) Cenozoico. En. Bossi J., Geología del Uruguay. Departamento de Publicaciones, Universidad de la República, Montevideo, pp. 469.
- GONZALEZ, M., (1999) Los Paleosuelos de la Formación Laguna Palacios (Cretácico Superior) de Patagonia y la Formación Asencio (Cretácico Superior – Terciario Inferior) de Uruguay. Bol. 5º Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil y 1º Simposio sobre el Cretácico de América del Sur, pp. 65 – 70.
- GOSO, H., (1965) El Cenozoico en el Uruguay. Instituto Geológico del Uruguay. Informe interno, pp. 36.
- GOSO, C., (1999) Análise estratigráfica do Grupo Paysandú (Cretáceo) na Bacia Litoral do Uruguai. Tesis de Doctorado, UNESP, Rio Claro. Brasil pp. 185.
- GOSO, C., PEREA, D., (2004) El cretácico post-basáltico y el terciario inferior de la Cuenca Litoral del Río Uruguay: Geología y Paleontología. En Veroslavsky, G., Ubilla, M., Martínez, S., (eds.). Cuencas Sedimentarias del Uruguay, Mesozoico. DIRAC-Facultad de Ciencias, pp. 143-167.
- GOSO, C., AMIR, K., GREZZI, J., COLOMBO, F., (2007) Grutas del Palacio: proyecto de creación de un Geoparque. 5º Encuentro Nacional de Ecoturismo y Turismo Rural y IV Congreso Nacional de Áreas Protegidas - Trinidad, Flores. Resúmenes, pp.70.
- LINSTONE, H., TUROFF, M., (1975), The Delphi Method Techniques and Applications, Addison-Wesley, pp. 3.
- LAMBERT, R., (1939) Memoria explicativa del mapa geológico de los terrenos sedimentarios y las rocas efusivas del Dpto. de Durazno. Instituto Geológico del Uruguay, Boletín Nº 25, pp.37.
- LAMBERT, R., (1940) Memoria explicativa de un mapa geológico de reconocimiento del Depto. De Paysandú y los alrededores de Salto. Instituto Geológico del Uruguay. Bol.27, pp. 1-41.
- LANDETA, J., (1999) El método Delphi, Una Técnica de previsión para la incertidumbre. Disponible desde:
https://www.researchgate.net/publication/31840141_El_metodo_Delphi_una_tecnica_de_prevision_del_futuro_J_Landeta_Rodriguez.
- MALDONADO, S., PIÑEYRO, D., BOSSI, J., (2003) TERRENO PIEDRA ALTA – APORTE A LA ESTRATIGRAFIA DEL BASAMENTO CRISTALINO DEL URUGUAY, Revista de la Sociedad

Uruguay de Geología. Publicación Especial N° 1. ISSN 0797-2997 2º Taller Sobre la Estratigrafía del Precámbrico del Uruguay, pp. 18-37.

MEDINA, W., (2015) Importancia de la Geodiversidad. Método para el inventario y valoración del Patrimonio Geológico. Instituto Superior de Correlación Geológica (CONICET – UNT) Argentina, pp. 57-72.

MORALES, J., (1996) EL patrimonio paleontológico. Bases para su definición, estado actual y perspectivas futuras. En. Cendrero, A., (ed.) El patrimonio geológico. Bases para su valoración, protección, conservación y utilización. Madrid, Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, pp. 39-51.

MORALES, J., GÓMEZ, E., AZANZA, B., (2002) El patrimonio paleontológico español: marco legal, titularidad, gestión y conservación. En. Meléndez, G., Peñalver, E., (eds). El patrimonio paleontológico de Teruel. I Jornadas sobre el patrimonio de la provincia de Teruel, paleontología, Teruel, Instituto de Estudios Turolenses, pp. 53-62.

MORRÁS, H., TÓFALO, O., SANCHEZ-BETUCCI, L., (2010) WEATHERING PROCESSES AT THE BOUNDARY BETWEEN MERCEDES FORMATION (CRETACEOUS) AND ASCENCIO (EOCENE) FORMATIONS, SOUTHWESTERN URUGUAY. Geociências, São Paulo, UNESP, vol. 29, n. 4, pp. 487 – 500.

PANARIO, D., GUTIÉRREZ, O., (1999) The continental uruguayan Cenozoic: an overview. Quaternary International 62, pp. 75 – 84.

PALACIO, J., (2000) Jornadas sobre Patrimonio Geológico y Desarrollo Sostenible. Serie Monografías. Ministerio de Medio Ambiente. Sociedad de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio. Madrid, pp. 91.

PASOS, P., TOFÁLO, O., GONZALEZ, M., (1998) Paleosuperficie Yapeyú: significado estratigráfico y paleoambiental en la evolución del cretácico superior de Uruguay, actas 2º Congreso Uruguayo de geología, Punta del este, pp. 59-63.

PEREA, D., LORENZO, N., MARCHESANO, M., ROVIRA, M., (2001) Un nuevo yacimiento con mamíferos cuaternarios del Uruguay. Revista Geológica Uruguay I (1), pp. 38 – 41.

PRECIOZZI, F., SPOTURNO, J., HEINZEN, W., ROSSI, P., (1985) Carta Geológica del Uruguay a escala 1/500.000. DINAMIGE, Montevideo.

PRECIOZZI, F., (1989 a) Aspectos petrográficos del complejo intrusivo de Arroyo Marincho y granodiorita de Arroyo Grande. Contribuciones a la Geología del Uruguay, 7, Montevideo – DINAMIGE.

- PRECIOZZI, F., (1989 b) Mineralogía y geoquímica del complejo intrusivo de Arroyo Marincho y granodiorita de Arroyo Grande. Contribuciones a la Geología del Uruguay, 8, Montevideo – DINAMIGE.
- PRECIOZZI, F., (1993) Petrography and geochemistry of five granitic plutons from south-central Uruguay. Contribution to the knowledge of the Piedra Alta Terrane. PhD Thesis, Université du Québec, Canadá, pp.189.
- PRECIOZZI, .F, SPOTURNO, J., HEINZEN, W., ROSSI, P. (1985) Memoria explicativa de la Carta Geológica del Uruguay a escala 1:500.000, pp. 97, DINAMIGE – MIEM.
- RAE, (2017) Diccionario de la Lengua Española. Disponible desde: <http://dle.rae.es/?id=M2v6jgO>.
- RICCOMINI, C., (1989) O Rift Continental do Sudeste do Brasil. Sao Paulo. PHD Thesis, Instituto de Geociencias, Universidade de Sao Paulo.
- ROMERO SÁNCHEZ, G., (2004) El Patrimonio Paleontológico de la Región de Murcia. Tesis doctoral, Universidad de Murcia. Inédita.
- SÁNCHEZ, L., PEEL, E., OYHANTÇABAL, P., (2009) Precambrian geotectonic units of the Río de La Plata craton, International Geology Review, 52:1, pp. 32 – 50.
- SERRA, N., (1943) Mapa geológico del Departamento de Colonia. Instituto Geológico del Uruguay, Boletín nº 30, pp.47.
- SERRA, N., (1945) Mapa geológico del Departamento de Soriano. Instituto Geológico del Uruguay, Boletín nº 32, pp.42.
- STOW, D., (2007) Soils, Sedimentary Rocks in the Field a color guide. Paleosols and Duricrust. En Manson Publishing (eds.) Australia, cap.13, pp. 230 - 237.
- TURNER, A., MOORE, J., (2017) The sedimentology, paleoenviromet, and diagénesis of the Asencio Formation of Western Uruguay. En: Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology, vol. 480, pp. 42 – 52.
- UBILLA, M., (1999) Dataciones radiocarbónicas (¹⁴C) para la Formación Dolores (Río Santa Lucía Depto. Canelones y Aº Gutiérrez Chico, Depto. Río Negro) y comentarios sobre la fauna de vertebrados asociada. Revista Soc. Geol. Uruguay 6, pp. 48 – 53.
- UBILLA, M., PEREA, D., (1999) Quaternary vertebrates of Uruguay: biostratigraphic, biogeographic and climatic overview. Quaternary of South América and Antarctic Península, Balkema 12, pp. 75 – 90.
- UNESCO., (2008) Guidelines and Criteria for National Geoparks seeking UNESCO'S assistance to join the Global Geoparks Network, pp. 10.

- UNESCO., (2013) Certificado de ingreso a la red mundial de geoparques de la UNESCO.
- VEGAS, J., LOZANO, G., GARCÍA-CORTÉS, A., CARCAVILLA, L., DÍAZ-MARTÍNEZ, E., (2011) Adaptación de la metodología del inventario español de lugares de interés geológico a los inventarios locales de patrimonio geológico: Municipio de Enguídanos (Cuenca). En Fernández-Martínez, E., Castaño de Luis, R. (eds.). Avances y retos en la conservación del patrimonio geológico en España. Actas de la IX reunión nacional de la comisión de patrimonio geológico (S.G.E.) Universidad de León, pp. 346.
- VERDE, M., (2009) Icnofósiles del Terciario de Uruguay. En Veroslavsky, G., Ubilla, M., Martínez, S., (eds.). Cuencas Sedimentarias del Uruguay, Cenozoico. DIRAC-Facultad de Ciencias, pp. 125 – 147.
- VEROSLAVSKY, G., DE SANTANA, H., GOSO, C., GONZÁLEZ, S., (1997) Calcretas y silcretas de la región oeste de Uruguay (Queguay), Cuenca del Paraná (Cretácico Superior – Terciario Inferior), Revista Geociencias 16(1), pp. 58-67.
- VILLALOBOS, M., BRAGA, J.C., GUIRADO, J., PÉREZ MUÑOZ, A.B., (2004) El inventario andaluz de georrecursos culturales: criterios de valoración. De Re Metallica 3, pp. 9-21.
- WALTHER, K., (1919) Líneas fundamentales de la estructura geológica de la República O. del Uruguay. Instituto Geológico y de Perforaciones, Boletín N° 3, pp. 186.
- WALTHER, K., (1930) Sedimentos gelíticos y clastogelíticos del Cretácico superior y Terciario uruguayos, boletín del Instituto de Geológico del Uruguay 13, pp. 94.

CONTENIDO FIGURAS

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

Figura 1.1 Localización de Geoparque Mundial Unesco Grutas del Palacio.

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Figura 2.1 A y B Planilla de campo para caracterización de los elementos de geositios (Medina 2015).
Planilla para caracterización de los elementos de geositios

Figura 2.2 Planilla para recolección de información de los elementos que presenta el geositio (Medina, 2015).

CAPITULO 3. Contexto geológico regional

Figura 3.1 Mapa del Terreno Piedra Alta, tomado de Sánchez, L., et al 2019.

Figura 3.2 Mapa geológico del Cinturón Arroyo Grande, (Preciozzi 1989).

Figura 3.3 Mapa geológico del entorno de Cerros Ojosmín (Ferrando 1996 in Bossi & Piñeyro 2014).

Figura 3.4 Carta geológica del haz de diques del Río de la Plata, modificado de Bossi & Campal (1991).

4.1 Geositio Paso de Lugo

Figura 4.1 Mapa y croquis de ubicación del área de estudio, según fotos aéreas nº 57-162 y 57-164, del Servicio Geográfico Militar.

Figura 4.2 Modelo digital de curvas de nivel en el entorno del geositio Paso de Lugo

Figura 4.3 Red hidrográfica circundante al geositio Paso de Lugo.

Figura 4.4 Imagen tomada de Google Earth con indicación de los puntos relevados en el entorno del geositio de Paso de Lugo.

Figura 4.5 (a) Vista panorámica del afloramiento con forma de losas paralelas verticalizadas y paralelas a la foliación ; cuarcitas con foliación milonítica del Cinturón Andresito, de la Fm. Arroyo Grande, **(b)** vista lateral de muestra de mano, **(c)** fotomicrografía a luz natural donde la flecha amarilla indica el sentido de estiramiento del cuarzo y se observan opacos (Op), **(d)** fotomicrografía de la textura lepidoblástica, **(f)** fotomicrografía a luz polarizada con mayor aumento donde se observan los minerales Qz = cuarzo, Msc = muscovita y Op = opacos.

Figura 4.6 (a) Vista panorámica de afloramiento de granodiorita, **(b)** vista en detalle de muestra de mano de granodiorita, **(c)** microfotografía en luz polarizada donde se observan los minerales Qz = cuarzo ,Bt = biotita ,Pl = plagioclasa, **(d)** microfotografía en m.o. a luz natural.

Figura 4.7 Vista general de los diques en rojo en el área del geosito Paso de Lugo.

Figura 4.8 (a) Vista en campo de dique máfico afloramiento lineal con cubierta arbórea **(b)** Detalle de bochas fracturadas de los diques máficos, **(c)** Vista de muestra de mano, **(d)** vista en detalle de un gabro.

Figura 4.9 (a) fotomicrografía a luz natural, **(b)** Vista en detalle a luz polarizada de los minerales presentes PI = plagioclasa, Opx = ortopiroxeno, Qz = cuarzo, **(c)** vista de detalle de a luz natural, **(d)** fotomicrografía a luz polarizada con vista de minerales, Ac = Actinolita , Anf = anfíbol, **(e)** vista en detalle de las Ac = actinolitas en luz natural y **(f)** fotomicrografía con luz polarizada donde se observan minerales de Ac = actinolita, PI = plagioclasa.

Figura 4.10 (a) vista panorámica de la cantera; **(b)** Dique máfico alterado con rumbo N25, **(c)** vista de los diques pegmatíticos observados en la cantera; **(d)** vista de los enclaves máficos observados en la cantera.

Figura 4.11 Afloramientos de la Formación Mercedes. **(a)** Vista panorámica de afloramiento observado en ladera media a alta, **(b)** Vista en planta de conglomerado, **(c)** Vista de estratificación plano paralela, **(d)** Vista en detalle de la estratificación acanalada.

Figura 4.12 (a) vista en detalle de clastos imbricados la flecha amarilla indica la dirección de la paleocorriente, **(b)** vista panorámica de la geoforma de erosión, **(c)** vista en detalle de la altura de la geoforma de erosión (cornisa), **(d)** perfil lateral donde se observan los litotipos presentes en ese punto de base a techo (conglomerados, grava y arena gruesa) y sus espesores es una sección grano decreciente, **(d)** esquema; forma de la cornisa en vista lateral.

Figura 4.13 (a) Vista en planta de afloramiento con silcretos de la Fm. Mercedes en amarillo, **(b)** Vista en detalle de arenisca blanca con huecos perteneciente a la Fm. Mercedes, **(c)** Vista en detalle de las venas de silicificadas que oscilan entre 2 a 10 cm en afloramiento, **(d)** Vista en detalle de corte de muestra de mano con silcrete, **(e)** Fotomicrografía a luz natural , **(f)** Fotomicrografía con luz polarizada donde se observan los clastos de cuarzo = Qz , con cemento isopaco alrededor.

Figura 4.14 Vista en planta de sedimentos recientes y actuales, **(a)** vista en el cauce del arroyo de depósito de arenas fluviales , **(b)** vista en planta de cantos mal seleccionados como deposito actual desde la línea amarilla hasta donde indican las flechas.

4.2 Geosito Grutas del Palacio

Figura 4.15 Mapa y croquis de ubicación del área de geosito Grutas del Palacio.

Figura 4.16 Modelo digital de curvas de nivel en el entorno de geosito Grutas del Palacio

Figura 4.17 Modelo digital de las Grutas del Palacio y de su entorno inmediato (inédito, Veríssimo2008)

Figura 4.18 Red de drenaje y caminería del entorno de geosito Grutas del Palacio.

Figura 4.19 Mapa de puntos relevados en el entorno inmediato de geosito Grutas del Palacio.

Figura 4.20 (a) Vista del afloramiento en forma de bocha, **(b)**Muestra de mano extraída de una de las bochas, **(c)** Fotomicrografía a luz natural destaque del tamaño de la biotita= Bt, **(d)**Fotomicrografía en luz polarizada vista de minerales biotita=Bt., plagioclasa = PI.

Figura 4.21 (a) Vista en planta de basamento granítico y deformación, **(b)** Vista en detalle del contacto entre el basamento alterado y milonitas, **(c)** vista en detalle de litologías milonitizadas sub verticales, **(d)** Vista del contacto entre rocas del basamento alterado y los conglomerados de la Fm. Mercedes.

Figura 4.22 (a) Vista en planta de afloramiento de Fm. Mercedes, **(b)** Vista en detalle de los conglomerados de la Fm. Mercedes, **(c)** Vista de detalle de las estratificación cruzada de bajo ángulo, **(d)** Vista en muestra de mano de conglomerado, **(e)** vista en detalle de clasto cuarzoso, **(f)** Vista de barra de conglomerado, **(g)** Fotomicrografía a luz polarizada donde se observan clastos de cuarzo = Qz., plagioclasa = Pl, **(h)** Fotomicrografía a luz natural de la matriz.

Figura 4 alle de muestra de mano de las areniscas blancas con silcretos , **(d)** Fotomicrografía con luz natural, **(e)** Fotomicrografía con luz polarizada de arenisca blanca con silcretos.

Figura 4.24 (a) Vista panorámica de las Grutas del Palacio, **(b)** Vista detalle del techo, **(c)** Vista en detalle del relleno entre las columnas, **(d)** Vista de las concreciones, **(e)** Vista en planta y detalle interno de las columnas núcleo interno y aureola.

Figura 4.25 (a) Vista en detalle de muestra de mano de areniscas del Geosuelo del Palacio, **(b)** Corte de muestra de mano de areniscas ferrificadas **(c)** Fotomicrografía en luz natural vista del abundante cemento ferruginoso, **(d)** Fotomicrografía en luz polarizada donde se observan los clastos de cuarzo= Qz.

Figura 4.26 (a) Vista de máquina perforadora rotativa durante la ejecución de los trabajos de perforación con testigo corrido, **(b)** Testigos de perforación en exposición para los visitantes.

4.3 Geositio Cerros Ojosmin

Figura 4.27 Mapa de ubicación del geositio Cerros Ojosmín

Figura 4.28 Modelo digital de curvas de nivel del entorno al geositio Cerros Ojosmín

Figura 4.29 Red de drenaje y vías de acceso al geositio Cerros Ojosmín.

Figura 4.30 Imagen Google Earth con indicación de los puntos relevados.

Figura 4.31 (a) Vista en muestra de mano de intrusiones graníticas asociadas a la Faja Florida en el entorno al geositio Cerros Ojosmin, **(b)** Vista panorámica del afloramiento, **(c)** Fotomicrografía a luz natural, **(d)** Fotomicrografía a luz polarizada donde se observa microclina = Mc , biotita = Bt , feldespato = Fd , cuarzo = Qz.

Figura 4.32 (a) Vista del afloramiento sobre Ruta Nº 57, **(b)** Vista de muestra de mano, **(c)** Fotomicrografía a luz natural, **(d)** Fotomicrografía a luz polarizada donde se observa minerales de plagioclasa = Pl , anfíbol = Anf.

Figura 4.33 (a) Vista en detalle de litología cuarzo-feldespática alterado (granitoide deformado?), **(b)** Vista del alto grado de alteración de la cantera, **(c)** perfil de alteración de 2.0 m de altura y deformado, **(d)** Vista de venas de cuarzo sinuosas recorriendo el afloramiento.

Figura 4.34 (a) Vista panorámica de afloramiento en bochas del granitoide gris, **(b)** Vista en muestra de mano, **(c)** Microfotografía a luz natural donde se observa el tamaño de la biotita presente, **(d)** Microfotografía a luz polarizada donde se observa minerales de biotita = Bt , cuarzo = Qz , feldespato = Fd.

Figura 4.35 (a) Vista panorámica del afloramiento, **(b)** Vista de muestra de mano, **(c)** Fotomicrografía a luz natural, **(d)** Fotomicrografía a luz polarizada donde se observa en su gran mayoría clastos de cuarzo.

Figura 4.36 (a) Vista en detalle del afloramiento, **(b)** Vista de muestra de mano granitoide de grano fino, **(c)** fotomicrografía a luz natural obsérvese la gran cantidad de opacos, **(d)** fotomicrografía a luz polarizada vista de minerales biotita = Bt , cuarzo = Qz, **(e)** Vista de textura mirmequitica y plagioclasas = Pl.

Figura 4.37 (a) Fotomicrografía a luz polarizada obsérvese la gran cantidad de cuarzo, **(b)** Vista en planta de afloramiento roca ácida de Cerros Ojosmin, **(c)** Fotomicrografía a luz natural, **(d)** Fotomicrografía a luz polarizada donde se observa a un mayor aumento cristal de plagioclasa = Pl y en círculo amarillo textura mirmequitica, **(e)** Vista muestra de mano.

Figura 4.38 (a) Vista de muestra de mano, **(b)** Vista de sección de dique traquítico, **(c)** Fotomicrografía a luz natural, **(d)** Fotomicrografía a luz polarizada donde observamos la matriz traquítica(?).

Figura 4.39 Filón de cuarzo blanco en ladera media a alta de los Cerros Ojosmin.

Figura 3.40 (a) Vista panorámica del afloramiento sobre ladera marcado en línea punteada amarilla, **(b)** Detalle de muestra de mano, **(c)** Fotomicrografía a luz natural, **(d)** Fotomicrografía a luz polarizada de las tremolitas = Tr , asociadas a la Unidad Ojosmin.

CONTENIDO TABLAS

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.4. Modelos de Inventarios

Tabla 2.1 Parámetros de resultados.

Tabla 2.2 Parámetros para evaluación del valor científico, según García et al. (2017).

Parámetros para evaluación del Valor científico.

Tabla 2.3 Tabla de ponderación de cada criterio, según García et al (2017).

Tabla 2.4 Parámetros de evaluación de la vulnerabilidad, según García et al (2017).

Tabla 2.5 Tabla de ponderación de cada criterio, según García et al (2017).

Tabla 2.6 Parámetros de resultados, según García et al (2017).

Tabla 2.7 Parámetros para evaluación según Medina (2015).

Tabla 2.8 Valor intrínseco aplicado para el análisis del método de Medina (2015).

Tabla 2.9 Tipos de valores científico y educativos aplicados para el análisis del método de Medina (2015)

Tabla 2.10 Tipos de valores turísticos aplicados para el análisis del método de Medina (2015).

Tabla 2.11 Tipos de valores de la vulnerabilidad aplicados en el análisis del método aplicado por Medina (2015).

Tabla 2.12 Puntajes asignables en el caso de geositios con valor científico notable o relevante, según Medina (2015).

Tabla 2.13 Porcentajes de aprobación (PA), según Medina (2015).

Tabla 2.14 Tabla de las pautas a seguidas por el (IELIG 2014).

Tabla 2.15 Tabla de los coeficientes de ponderación para cada parámetro en función del valor científico, didáctico o turístico, según (IELIG 2014).

Tabla 2.16 Parámetros para valorar los lugares de interés geológico en función de la categoría de uso, según (IELIG 2014).

Tabla 2.17 Valores y escala de puntuación para cada valor a ser evaluado, según (IELIG 2014).

Tabla 2.18 Valores y escala de puntuación para cada valor a ser evaluado, según (IELIG 2014).

Tabla 2.19 Valores y escala de puntuación para cada valor a ser evaluado (IELIG 2014).

CAPÍTULO 4. Resultados

4.1. Geositio Paso de Lugo

4.2.1.1. Propuesta de García et.al (2017)

Tabla 4.1 Evaluación del valor científico del geositio Paso de Lugo

Tabla 4.2 Evaluación de vulnerabilidad del geositio Paso de Lugo.

4.2.1.2. Propuesta de Medina (2015)

Tabla 4.3 Evaluación metodológica del geositio.

4.2.1.3 Propuesta del IELIG (2014)

Tabla 4.4 A Aplicación de la metodología del IELIG para analizar valor científico

Tabla 4.4 B Aplicación de la metodología del IELIG para analizar valor didáctico.

Tabla 4.4 C Aplicación de la metodología del IELIG para evaluar valor turístico recreativo.

4.3 Geositio Grutas del Palacio

4.3.1.1 Propuesta de García et al (2017)

Tabla 4.5 Evaluación del valor científico del geositio Grutas del Palacio en valor científico.

Tabla 4.6 Evaluación de vulnerabilidad del geositio Grutas del Palacio en valores.

4.3.1.2 Propuesta de Medina (2015)

Tabla 4.7 Planilla de evaluación metodológica del geositio Grutas del Palacio

4.3.1.3 Propuesta del IELIG (2014)

Tabla 4.8 A Aplicación de la metodología del IELIG para analizar el valor científico del geositio Grutas del Palacio.

Tabla 3.8 B Aplicación de la metodología IELIG para analizar valor didáctico.

Tabla 3.8 B Aplicación de la metodología del IELIG para evaluar valor turístico recreativo.

4.3 Geositio Cerros Ojosmin

4.4.1.1 Propuesta de García et.al (2017)

Tabla 4.9 Evaluación del geositio Cerros Ojosmin en valor científico.

Tabla 4.10 Evaluación del geositio Cerros Ojosmin en valores de vulnerabilidad.

4.4.1.2 Propuesta Medina (2015)

Tabla 4.11 Evaluación metodológica del geositio Cerros Ojosmin

4.4.1.3 Propuesta del IELIG (2014)

Tabla 4.12 A Aplicación de la metodología del IELIG para analizar valor científico.

Tabla 4.12 B Aplicación de la metodología del IELIG para analizar valor didáctico.

Tabla 4.12 C Aplicación de la metodología del IELIG para evaluar valor turístico recreativo.

CAPITULO 5. DISCUSION

Tabla 5.1 Valores obtenidos aplicando método de García et al (2017).

Tabla 5.2.Escala de valores del método de García et al (2017)

Tabla 5.3. Resultados de los valores obtenidos método IELIG (2014)

Tabla 5.4 Escala de valores del método IELIG (2014)

Tabla 5.5 Puntajes y porcentajes de aprobación de cada geositio según Medina (2015).

Tabla 5.6 Valor de relevancia de los geositios estudiados.

Tabla 5.7 Evaluación de uso científico educativo de los geositios estudiados.

Tabla 5.8 Evaluación del valor de uso turístico

Tabla 5.9 Evaluación del índice para la Geoconservación

CAPITULO 6. CONCLUSIONES

Tabla 6.1 Tabla comparativa de los tres métodos aplicados a los tres geositios del Geoparque Mundial Unesco Grutas del Palacio.

Tabla 6.2 Tabla comparativa de los tres métodos aplicados en relación al valor científico en los tres geositios.

CONTENIDO CUADROS

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Cuadro I Resumen comparativo de los métodos aplicados.

CAPÍTULO 3. Contexto geológico regional

Cuadro II. Columna estratigráfica de la región de estudio

4.2. Geositio Grutas del Palacio

Cuadro III. Descripción litológica de los testigos de perforación en Grutas del Palacio