



UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY

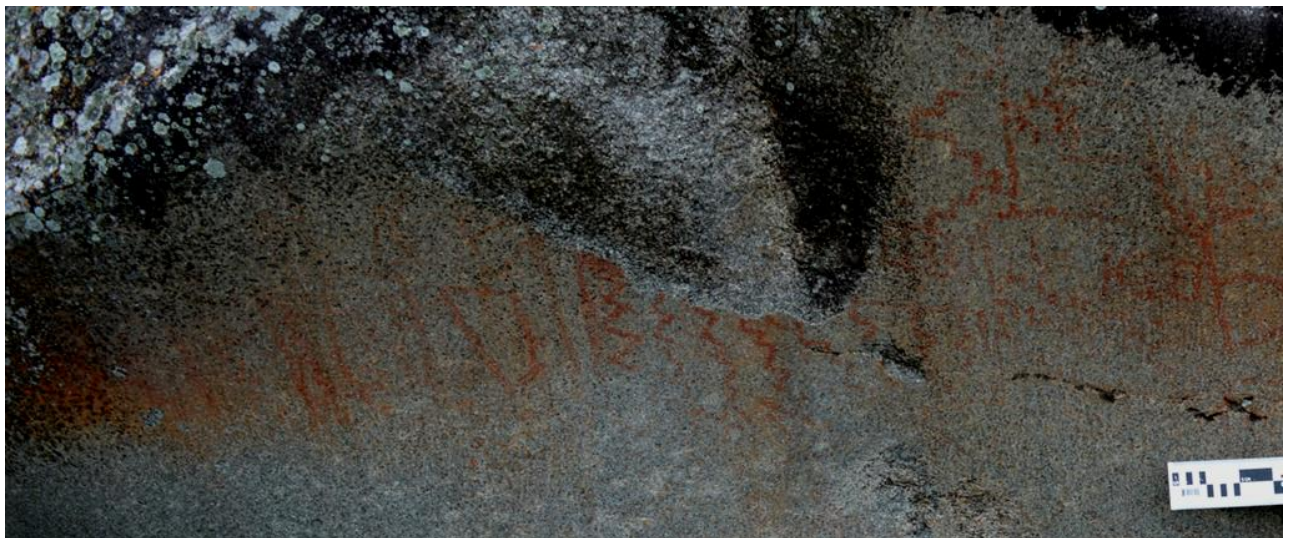


FACULTAD DE  
**CIENCIAS**  
UDELAR [fcien.edu.uy](http://fcien.edu.uy)

Trabajo final de grado de la  
LICENCIATURA EN GEOLOGÍA

**Geoparque Mundial UNESCO Grutas del Palacio: inventario de los geositos  
Pictografía Chamangá, Microgabro Chamangá, Dique Máfico Garland y San Martín del Yí**

Lic. Alejandro Ramos



Pintura rupestre de Chamangá N-CH I-1 "mural de Larrauri"

Foto: Alejandro Ramos

**Tutor:** Dr. César Goso Aguilar

Montevideo, Uruguay  
2023

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b>	2
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	3
1.1. Diversidad y patrimonio geológico	3
1.2. Geoparque Mundial UNESCO Grutas del Palacio	4
<b>2. OBJETIVO</b>	5
2.1. Objetivo general	5
2.2. Objetivos específicos	5
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	6
3.1. Área de estudio	6
3.2. Materiales	6
3.3. Metodología	7
<b>4. GEOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO</b>	12
<b>5. CONTEXTO DE LOS GEOSITIOS</b>	17
5.1. Geositio Dique Máfico Garland	17
5.2. Geositio Pictografía Chamangá	18
5.3. Geositio Microgabro Chamangá	24
5.4. Geositio San Martín del Yí	30
<b>6. RESULTADOS</b>	34
6.1. Arroyo Chamangá: Geositios Pictografía Chamangá y Microgabro Chamangá	34
6.1.1. Geología descriptiva del área del arroyo Chamangá	34
6.1.2. Inventario patrimonial del geositio Pictografía Chamangá	41
6.1.3. Inventario patrimonial del geositio Microgabro Chamangá	42
6.2. Dique Máfico Garland	43
6.2.1. Geología descriptiva del geositio Dique Máfico Garland	43
6.2.2. Inventario patrimonial del geositio Dique Máfico Garland	50
6.3. San Martín del Yí	51
6.3.1. Geología descriptiva del geositio San Martín del Yí	51
6.3.2. Inventario patrimonial del geositio San Martín del Yí	56
<b>7. DISCUSIÓN</b>	57
<b>8. CONCLUSIONES</b>	58
<b>9. AGRADECIMIENTOS</b>	59
<b>10. REFERENCIAS</b>	60

## RESUMEN

En este trabajo se realiza el inventario de los geositos Pictografía Chamangá, Microgabro Chamangá, Dique Máfico Garland y San Martín del Yí, del Geoparque Mundial UNESCO Grutas del Palacio, aplicando la metodología propuesta por el Instituto Geológico y Minero de España, detallada en García-Cortés *et al.* (2014). Los resultados de este trabajo incluyen la descripción geológica de los geositos, la confección de mapas geológicos escala 1:20.000 del geosito y área circundante y la valoración patrimonial de los geositos para las dimensiones Científica, Didáctica y Turístico-Recreativa. Una vez realizado el inventario los resultados obtenidos en los geositos estudiados presentan una valoración como Lugar de Interés Geológico entre medio y alto, siendo los geositos con valoración alta Pictografía Chamangá para las dimensiones científica (4,63) y didáctica (3,88) y Microgabro Chamangá para las dimensiones científica (3,5) y didáctica (3,88).

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al Trabajo Final de Grado para adquirir el título de Licenciado en Geología por la Facultad de Ciencias, Universidad de la República. Con esta tesis de grado se continúa un proceso sistemático de inventario de geositos que se viene desarrollando en el Geoparque Mundial UNESCO Grutas del Palacio (GMU Grutas del Palacio) por parte de distintos autores (Picchi, 2018; Caballero, 2020; Martínez, 2021). A su vez, se da continuidad a una línea de investigación que pone a consideración entre los geocientíficos de Uruguay, la necesidad de seguir trabajando en la línea del patrimonio geológico, para su uso didáctico, recreativo y conservación.

### 1.1. Diversidad y patrimonio geológico

Hacia finales del siglo XX surgió un interés general en la identificación, valoración y conservación del patrimonio geológico (Palacio *et al.* 2016), un importante hito en este sentido fue la Convención sobre la Protección del Patrimonio Natural y Cultural Mundial de la UNESCO en 1972 en la cual se incluyó a las formaciones geológicas como constituyentes del patrimonio natural (Medina, 2015). A nivel nacional, sin embargo, el reconocimiento y la valoración del patrimonio geológico se encuentran en una etapa incipiente y en desarrollo (Goso *et al.* 2016).

Es de utilidad para abordar este punto precisar algunos conceptos como los de geodiversidad, geopatrimonio y geoparques UNESCO. Para los dos primeros se puede tomar como referencia la normativa española, en tanto para el último corresponde referir a la definición de UNESCO.

La *geodiversidad* corresponde a la variedad de elementos geológicos, incluidos rocas, minerales, fósiles, suelos, formas de relieve, formaciones y unidades geológicas y paisajes que son producto y registro de la evolución de la Tierra (García-Cortés *et al.* 2014); la geodiversidad es una propiedad intrínseca del territorio y como tal guarda relación con otros aspectos como la geografía, el clima, la cultura y la economía (Carcavilla *et al.* 2007).

El *geopatrimonio* es el conjunto de recursos naturales geológicos de valor científico, cultural y/o educativo, ya sean formaciones y estructuras geológicas, formas del terreno, minerales, rocas, meteoritos, fósiles, suelos y otras manifestaciones geológicas que permiten conocer, estudiar e interpretar: el origen y la evolución de la Tierra, los procesos que la han modelado, los climas y paisajes del pasado y presente, y el origen y la evolución de la vida (García-Cortés *et al.* 2014).

Un *geoparque* es un área geográfica única y unificada, donde los sitios del patrimonio geológico son parte de un concepto integral de protección, educación y desarrollo sostenible, considerando la totalidad del entorno geográfico sin restringirse únicamente a los elementos geológicos; la sinergia entre geodiversidad, biodiversidad y cultura, así como el patrimonio tangible e intangible, es tal que los elementos no geológicos deben ser resaltados como parte integral del geoparque, especialmente cuando se puede demostrar su importancia en relación al

paisaje y la geología, siendo por tanto necesario incluir y destacar también sitios de valor ecológico, arqueológico, histórico y cultural (UNESCO, 2010).

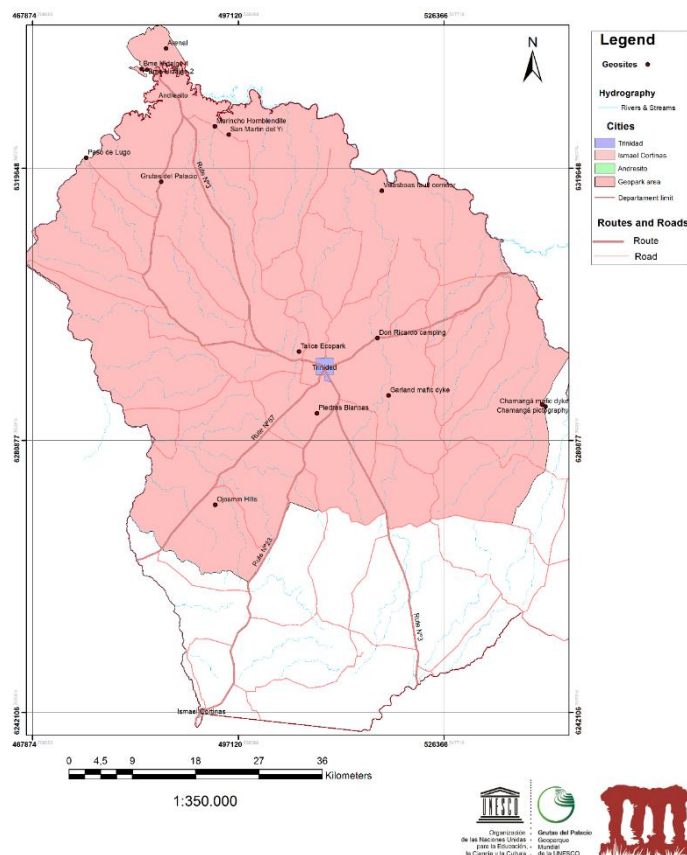
De la definición anterior se desprende que un geoparque está constituido por un conjunto de sitios de patrimonio geológico o *geositos*, a los cuales Brilha (2005) define como el lugar de ocurrencia de uno o más elementos de la geodiversidad (aflorantes debido a procesos naturales o bien por la acción humana) bien delimitados geográficamente y que presentan un valor singular desde el punto de vista científico, pedagógico, cultural o científico.

Desde el 2013, Uruguay cuenta con el GMU Grutas del Palacio, el cual forma parte de la Red Mundial de Geoparques de la UNESCO (GGN, por su sigla en inglés), siendo éste el primer geoparque del país y el segundo de América Latina y el Caribe (Goso *et al.* 2016; Picchi, 2018).

### 1.2. Geoparque Grutas del Palacio

El GMU Grutas del Palacio (Fig. 1), ingresado a la Red Mundial de Geoparques de la UNESCO el 9 de setiembre de 2013, cuenta con una superficie de 3.611 km<sup>2</sup> distribuida casi en su totalidad en el departamento de Flores, con un escaso desarrollo en los departamentos de Soriano y Río Negro e incluye dentro de su extensión a 15 geositos (Goso *et al.* 2016; Picchi, 2018). Dentro del geoparque existen dos áreas protegidas Chamangá y Grutas del Palacio, ingresadas en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, el 12 de enero de 2010 y el 21 de mayo de 2013 bajo las categorías de Paisaje Protegido y Monumento Natural, respectivamente (<http://www.snap.gub.uy>).

**Fig. 1.** GMU Grutas del Palacio, con ubicación de sus geositos.



Se encuentra ampliamente aceptado que cualquier estrategia de geoconservación debe comenzar con una adecuada y precisa identificación y valoración de los elementos de la geodiversidad, siendo para esto una herramienta fundamental la de los inventarios (Medina, 2015; Motta *et al.* 2017; Picchi, 2018) los cuales pueden servir como elementos de entrada para la definición de planes de gestión específicos (Picchi, 2018). En este sentido, desde hace algunos años se viene trabajando sistemáticamente en el proceso de inventario de los geositos del GMU Grutas del Palacio, actividad que finaliza con en esta tesis mediante el inventario de los cuatro geositos restantes.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

Completar el inventario de geositorios del GMU Grutas del Palacio incluyendo los siguientes geositorios: Pictografía Chamangá, Microgabro Chamangá, Dique Máfico Garland y San Martín del Yí.

### **2.2. Objetivos específicos**

1. Inventariar los geositorios Pictografía Chamangá, Microgabro Chamangá, Dique Máfico Garland y San Martín del Yí, según la metodología del Instituto Geológico y Minero de España, detallada en García-Cortés *et al.* (2014).
2. Realizar la cartografía geológica a escala 1:20.000 de los geositorios Pictografía Chamangá, Microgabro Chamangá, Dique Máfico Garland y San Martín del Yí, incluyendo una breve memoria descriptiva de cada uno de esos mapas.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Área de estudio

El proyecto se desarrolló en cuatro geositos del GMU Grutas del Palacio (Fig. 2), la Tabla I presenta las coordenadas de ubicación de cada geosito.

Tabla I. Coordenadas de los geositos de estudio.

Geosito	Latitud	Longitud
Pictografía Chamangá	33°33'55.25"S	56°33'56.90"O
Microabro Chamangá	33°30'21.65"S	56°34'55.89"O
Dique Máfico Garland	33°33'12.21"S	56°47'38.82"O
San Martín del Yí	33°12'46.86"S	56°59'14.76"O



Fig. 2. Detalle de los geositos del GMU Grutas del Palacio que serán estudiados en este proyecto: Pictografía Chamangá (Pinturas rupestres), Microgabro Chamangá (Cantera "Granito negro"), Dique Máfico Garland y San Martín del Yí.

#### 3.2. Materiales

Para el desarrollo del proyecto de trabajo final fueron empleados los siguientes materiales:

- Mapa geológico 1:500.000 de la Dirección Nacional de Minería y Geología.
- Cartas topográficas 1:50.000 del Sistema Geográfico Militar "M20 - Paso del Puerto" y "L22 - Porongos".
- Fotografías aéreas a escala 1:20.000 del SGM, correspondientes al vuelo de 1966, número: 28-93, 28-94, 28-113, 28-114, 28-115, 28-90, 28-91, 28-116, 28-117, 28-118, 49-103, 49-104, 49-105, 49-189, 49, 190, 51-68, 51-69, 51-70, 51-120, 51-121.
- Elementos de campo y gabinete: estereoscopio, brújula geológica, lupa 10x, piqueta, HCl 10%, cámara fotográfica, GPS, microscopio petrográfico.

- Programas informáticos: Google Earth pro y QGIS 3.10.

### 3.3. Metodología

La ejecución del proyecto de tesis implicó cuatro etapas de trabajo, entre las que se incluyeron instancias de gabinete, campo y laboratorio.

- En una primera etapa se realizó una revisión bibliográfica de los antecedentes geológicos locales y regionales en relación a las áreas de estudio y la fotointerpretación de las fotografías aéreas correspondientes.
- La segunda etapa consistió en las actividades de campo, durante las cuales se recorrieron las áreas de estudio, se realizó la colecta de muestras de mano para la realización de láminas delgadas, la recopilación de datos estructurales y estratigráficos y la descripción detallada de los afloramientos.
- La tercera etapa correspondió al análisis y descripción de las láminas delgadas.
- Finalmente, durante la cuarta etapa se realizó el inventario geológico para cada sitio según la metodología propuesta por García-Cortés *et al.* (2014), la cartografía geológica de los sitios de interés en escala 1:20.000 y la redacción de esta tesis.

#### *Modelo de inventario de García-Cortés et al. (2014)*

Como fuera indicado la evaluación del potencial patrimonial de los geositos fue realizada tomando como referencia las pautas metodológicas propuestas por el Instituto Geológico y Minero de España, detalladas en el *Documento metodológico para la elaboración del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico -IELIG-* (García-Cortés *et al.* 2014). Dicho documento propone una valoración cuantitativa de los valores intrínsecos y de potencial de uso para cada Lugar de Interés Geológico -LIG- evaluado (Tabla II). A cada uno de los parámetros de valoración detallados en la Tabla II se le adjudicó un puntaje entre 0 y 4 en función de las características del sitio de estudio según una propuesta taxativa de valoración (Tabla III), dichas puntuaciones fueron posteriormente corregidas por un factor de ponderación en función de su utilidad científica, didáctica y turístico-recreativa (Tabla IV). El resultado final correspondió a la sumatoria de los valores ponderados y su posterior división entre 40, obteniendo una valoración final del geosito entre 0 y 10 para cada una de las tres dimensiones de interés (científica, didáctica y turístico-recreativa), sobre la cual se realizó su clasificación según el siguiente criterio:

- 6,65 LIG con valor muy alto
- 3,33 - 6,65 LIG con valor alto
- 3,33 - 1,25 LIG con valor medio
- < 1,25 reconsiderar su inclusión como LIG



**Tabla II.** Parámetros de valoración para los LIG. Tomado de: García-Cortés *et al.* (2014).

CLASE DE VALOR	PARAMETRO 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 III.** Valoración de los parámetros del LIG. Tomado de: García-Cortés *et al.* (2014).

<b>Representatividad</b>	<b>Puntos</b>
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
<b>Carácter de localidad tipo</b>	<b>Puntos</b>
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
<b>Grado de conocimiento científico del lugar</b>	<b>Puntos</b>
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
<b>Estado de conservación</b>	<b>Puntos</b>
<b>Fuertemente degradado:</b> el lugar está prácticamente destruido	0
<b>Degradado:</b> el lugar presenta deterioros importantes	0
<b>Alterado:</b> con deterioros que impiden apreciar algunas características de interés	1
<b>Favorable con alteraciones:</b> algunos deterioros que no afectan de manera determinante al valor o interés del LIG	2
<b>Favorable:</b> el LIG en cuestión se encuentra bien conservado, prácticamente íntegro	4
<b>Condiciones de observación</b>	<b>Puntos</b>
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
<b>Rareza</b>	<b>Puntos</b>
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
<b>Diversidad</b>	<b>Puntos</b>
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
<b>Contenido didáctico / uso didáctico detectado</b>	<b>Puntos</b>
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
<b>Infraestructura logística</b>	<b>Puntos</b>
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

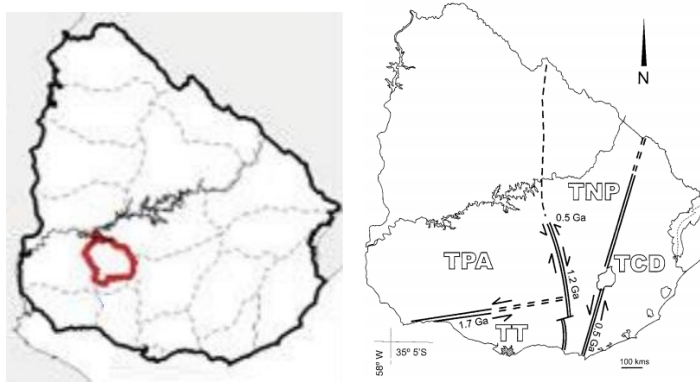
<b>Densidad de población (demanda potencial inmediata)</b>	<b>Puntos</b>
Menos de 200.000 habitantes en un radio de 50 km	1
Entre 200.000 y 1.000.000 habitantes en un radio de 50 km	2
Más de 1.000.000 habitantes en un radio de 50 km	4
<b>Accesibilidad</b>	<b>Puntos</b>
No cumple, por defecto, con las 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 turismos	1
Acceso directo por carretera asfaltada con aparcamiento para turismos o port tren turístico	2
Acceso directo por carretera asfaltada con aparcamiento para autocar	4
<b>Tamaño del LIG</b>	<b>Puntos</b>
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
<b>Asociación con otros elementos del patrimonio natural y/o cultural</b>	<b>Puntos</b>
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
<b>Espectacularidad o belleza</b>	<b>Puntos</b>
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
<b>Contenido divulgativo / uso divulgativo detectado</b>	<b>Puntos</b>
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
<b>Potencialidad para realizar actividades de turísticas y recreativas</b>	<b>Puntos</b>
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
<b>Proximidad a zonas recreativas (demanda potencial inmediata)</b>	<b>Puntos</b>
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
<b>Entorno socioeconómico</b>	<b>Puntos</b>
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

**Tabla IV.** Coeficientes de ponderación para cada parámetro en función del tipo de valor (científico, didáctico y turístico-recreativo). Tomado de: García-Cortés *et al.* (2014).

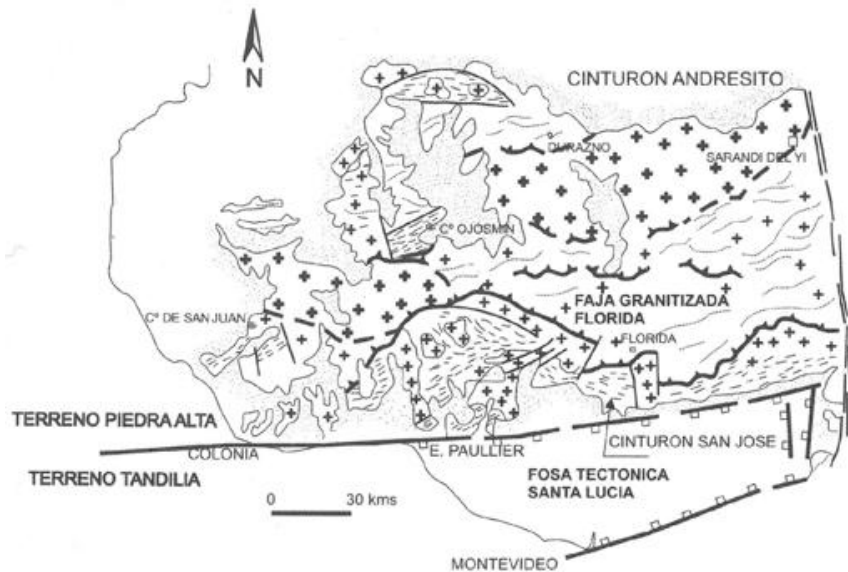
Parámetros	Valor	Científico	Didáctico	Turístico o recreativo
		Peso	Peso	Peso
Representatividad		30	5	0
Carácter localidad tipo		10	5	0
Grado de conocimiento científico del lugar		15	0	0
Estado de conservación		10	5	0
Condiciones de observación		10	5	5
Rareza		15	5	0
Diversidad geológica		10	10	0
Contenido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

#### 4. GEOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO

El GMU Grutas del Palacio se ubica en el suroeste del territorio nacional, dentro de una gran unidad tectonoestratigráfica denominada Terreno Piedra Alta (Fig. 3). Este terreno, de edad Paleoproterozoica, fue definido por Bossi *et al.* (1993) y revisado por Bossi (2010) y consiste a grandes rasgos en dos fajas metamórficas de grado bajo –Cinturones Andresito y San José, al norte y sur respectivamente– separadas por una extensa zona granito-gnéisica con abundantes migmatitas (Faja Florida Fig. 4). El Terreno Piedra Alta se encuentra intruido por un haz de filones de microgabro con rumbo general N60-70E y se delimita al sur por la faja milonítica Colonia-Pavón y al este por la zona de cizalla Sarandí del Yí (Bossi & Piñeyro, 2014) y cuenta a su vez con una cobertura sedimentaria postdevónica, identificándose como significativas dentro del área del Geoparque las Formaciones Mercedes, Asencio, Libertad y Dolores. Corresponde en este punto indicar que existen para este terreno otras interpretaciones geotectónicas como la de Oyhançabal *et al.* (2011) la cual no incluye al Terreno Tandilia. A continuación se realiza una breve descripción de las unidades geológicas de mayor interés.



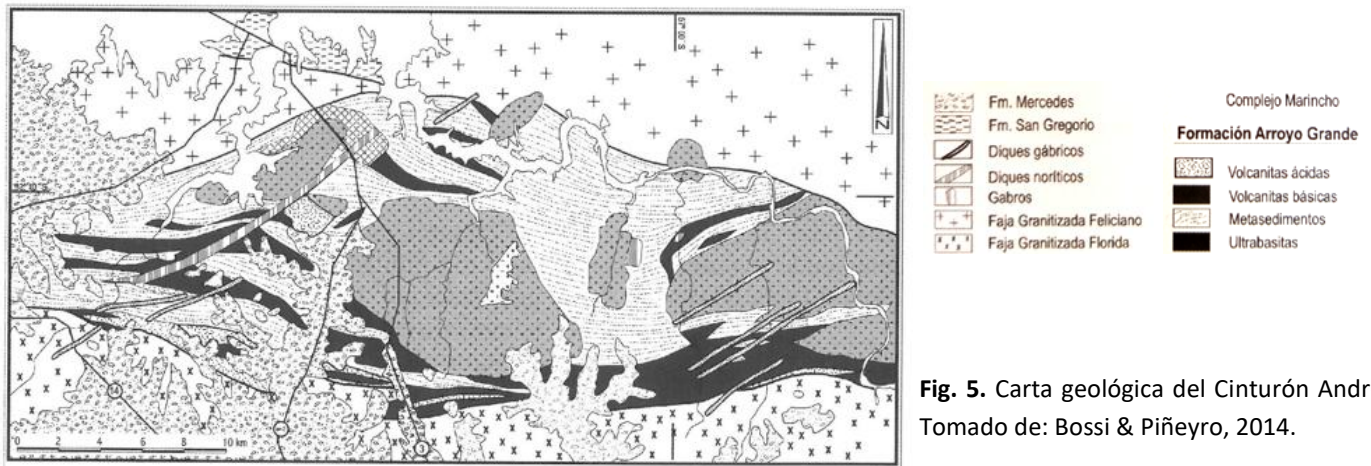
**Fig. 3.** *Izquierda*, delimitación del GMU Grutas del Palacio; *derecha*, Terrenos tectonoestratigráficos de Uruguay: Piedra Alta -TPA-, Tandilia -TT-, Nico Pérez -TNP- y Cuchilla de Dionisio -TCD-. Tomado de: Bossi, 2010.



**Fig. 4.** Mapa geológico del Terreno Piedra Alta. Tomado de: Bossi & Piñeyro, 2014.

### Cinturón Andresito

El Cinturón Andresito (Fig. 5), de escaso desarrollo geográfico, está conformado por la Formación Arroyo Grande y por el Complejo Marincho. La formación Arroyo Grande, definida por Fernández & Preciozzi (1974), es una unidad volcano-sedimentaria metamorfizada a grado medio-bajo, compuesta por una secuencia volcánica desde ultrabásicas (serpentinitas) hasta ácidas (riolitas) con predominio de metabasaltos y andesitas, y una secuencia sedimentaria con facies desde conglomerádicas hasta pelíticas (Bossi & Piñeyro, 2014), donde las litologías más frecuentes corresponden a cuarcitas, cuarcitas feldespáticas, cuarcitas muscovíticas, metaconglomerados de matriz filitosa o arenosa y cantos dispersos (Preciozzi *et al.* 1985); dataciones U-Pb realizadas en las litologías ácidas indican una edad de  $2113 \pm 8$  Ma (Bossi & Piñeyro, 2014). El Complejo Marincho (Preciozzi, 1980) refiere a un conjunto de siete cuerpos plutónicos e hipoabisales, granodioríticos y calcoalcalinos, correspondientes a una importante actividad magmática intrusiva en el Cinturón Andresito posterior a su metamorfismo y deformación, con edades U-Pb que van desde los  $2139 \pm 20$  Ma hasta los  $2076 \pm 18$  Ma (Bossi & Piñeyro, 2014).



**Fig. 5.** Carta geológica del Cinturón Andresito. Tomado de: Bossi & Piñeyro, 2014.

### Cinturón San José

El Cinturón San José (Fig. 6) se ubica en el sur del Terreno Piedra Alta y corresponde a una asociación volcano-sedimentaria metamorfizada en facies esquistos verdes llamada Formación Paso Severino y un complejo plutónico calco-alcalino denominado Suite Isla Mala. La Formación Paso Severino, definida por Bossi (1966), se extiende por más de 150 km con un rumbo general E-W y se encuentra constituida por pizarras negras carbonosas, filitas sericíticas y dolomitas en lo que refiere a la secuencia sedimentaria y por prasinitas, metabasaltos, metariolitas, metacineritas y metakeratófiros en su secuencia volcánica; esta formación fue metamorfizada en facies esquistos verdes durante el ciclo Transamazónico, dataciones U-Pb de las metariolitas indican una edad de  $2146 \pm 7$  Ma (Bossi & Piñeyro, 2014). La Suite Isla Mala abarca a un conjunto de rocas plutónicas que ocupan una extensa región del Cinturón San José cuyas litologías principales corresponden a granodioritas y tonalitas existiendo en menor proporción granitos y gabros hornblendíticos, estas rocas no poseen deformación tectónica por lo que su emplazamiento sería post-orogénico; dataciones U-Pb en circones de tonalitas y granodioritas

indican edades de  $2074 \pm 6$  Ma y  $2065 \pm 9$  Ma, respectivamente, las cuales corresponderían a la edad de cristalización del magma (Bossi & Piñeyro, 2014).

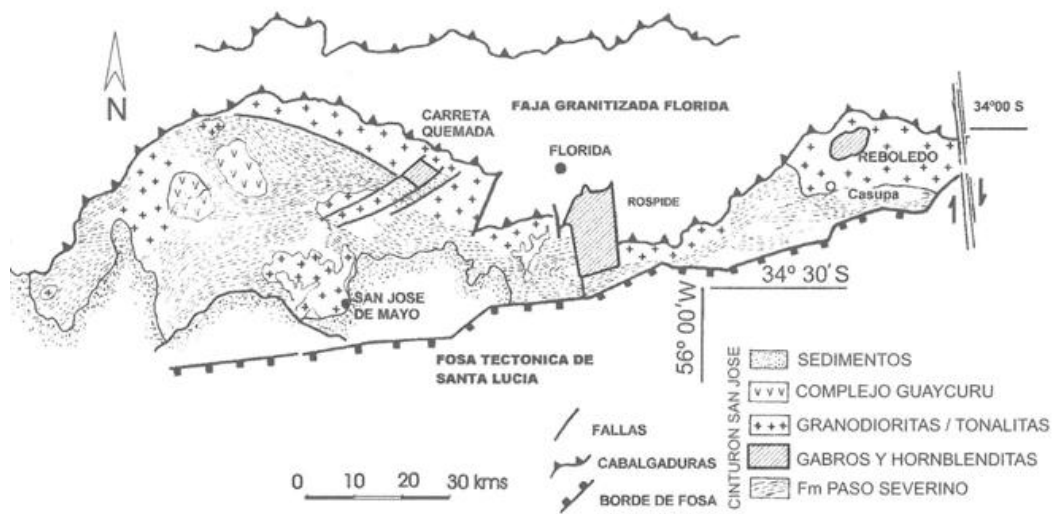


Fig. 6. Carta geológica del Cinturón San José. Tomado de: Bossi & Piñeyro, 2014.

### Faja Florida

El término fue acuñado por Bossi & Navarro (1991) para designar a un complejo granito-gnéisico que se extiende entre los Cinturones Andresito y San José, ocupando más de la mitad de la superficie del Terreno Piedra Alta; las litologías identificadas en esta unidad corresponden a: i. granitoides de composición granítica o granodiorítica homogéneos y de escasa extensión (siendo uno de ellos el Granito de Cerro Colorado datado Rb-Sr en  $2071 \pm 70$  Ma), ii. anatexitas con restitas biotíticas, hornblendíticas y piroxénicas y recortes filonianos, iii. rocas filonianas básicas sinmagmáticas, plegadas y desplazadas compuestas por microdioritas anfibolíticas o microgabros cuarzosos (Bossi & Piñeyro, 2014).

### Haz de diques del Río de la Plata

El Terreno Piedra Alta se encuentra intruido por un haz de diques de micrograbro (Fig. 7) con rumbo general N60-70E, con una potencia media de 20 m y longitudes individuales que superan los 1000 m, estos diques (presentes únicamente en el Terreno Piedra Alta) experimentan una brusca flexión al aproximarse a la zona de cizalla Sarandí del Yí llegando a adquirir un rumbo N60W; estos diques han sido datados mediante los métodos de Ar-Ar y U-Pb obteniéndose edades de  $1786 \pm 2$  Ma y  $1790 \pm 5$  Ma, respectivamente (Bossi & Piñeyro, 2014).

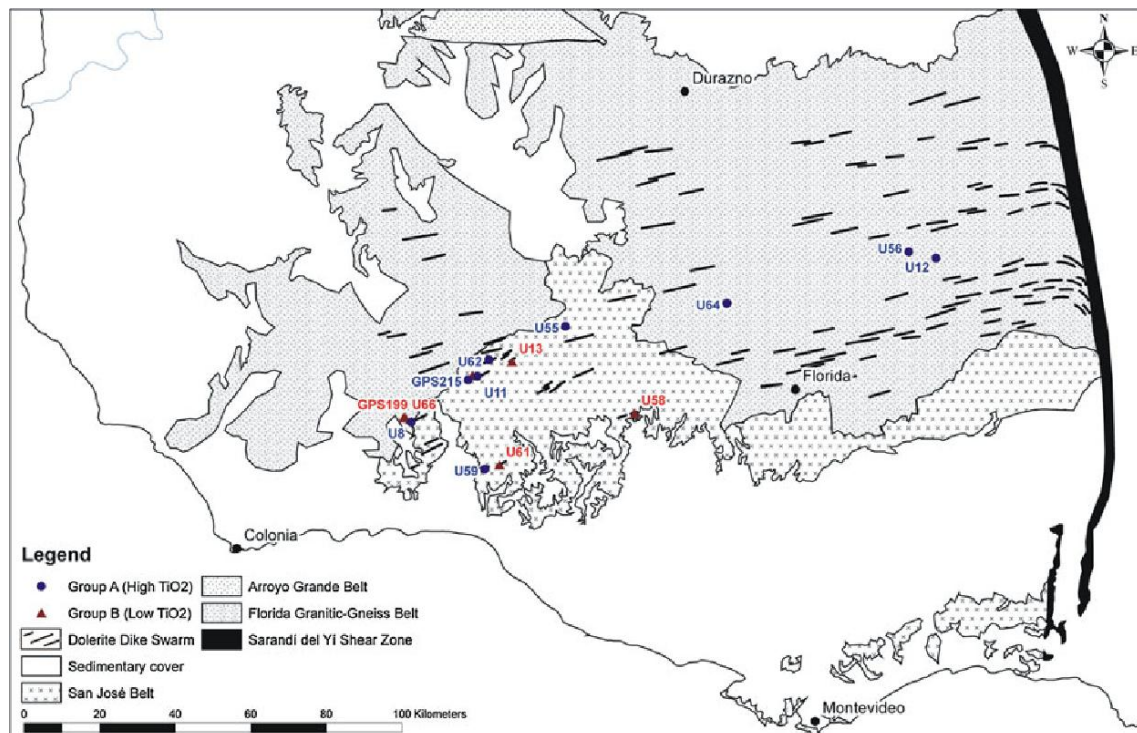


Fig. 7. Haz de diques del Río de la Plata en el TPA. Tomado de: Morales Demarco *et al.* 2011.

### Formación Mercedes

Se trata de una formación sedimentaria del Cretácico superior, caracterizada por Lambert (1939, 1940), cartografiada por Serra (1943, 1945) y jerarquizada a nivel de Formación por Bossi (1966) (Goso & Perea, 2004; Preciozzi *et al.* 1985). Se compone de litologías clásticas donde predominan areniscas y conglomerados, identificándose también litologías calcáreas, ferrificadas y silicificadas. Destaca en esta Formación el Geosuelo del Palacio, producto de un importante proceso epigenético que dio lugar a extensas corazas ferruginosas de espesor métrico y disposición horizontal compuestas por areniscas finas ferrificadas ocasionalmente sustentadas por estructuras columnares que no superan los 2,2 m de altura (Goso & Perea, 2004).

### Formación Asencio

Propuesta por Bossi en 1966, esta unidad consiste en areniscas finas arcillosas, de colores grisáceos, rosados y rojos, identificándose procesos secundarios de ferrificación y silicificación e intercalaciones de calizas (Preciozzi *et al.* 1985). Esta unidad contó originalmente con dos Miembros Yapeyú y Palacio, posteriormente Preciozzi *et al.* (1985) incorporó un nuevo Miembro a esta Formación, el Miembro Algorta, el cual correspondería a niveles de caliza, calizas arenosas y calizas silicificadas dispuestos en bancos lenticulares de potencia variable que se desarrollan fundamentalmente hacia el tope de la Formación.

### Formación Libertad

Es una formación sedimentaria cuaternaria de origen continental definida por Goso (1965) compuesta por lodolitas a loess, con cantidades variables de arena, de colores pardo a pardo-rojizos y estructura masiva, presente en el sur del territorio con potencias que no superan los 30



m En base a criterios estratigráficos se estima que la depositación se habría producido durante el Pleistoceno inferior a medio (Martínez & Ubilla, 2004; Preciozzi *et al.* 1985), bajo condiciones relativamente semiáridas durante período glacial.

### Formación Dolores

Esta formación sedimentaria cuaternaria de origen continental depositada durante el Pleistoceno superior, fue definida por Goso (1970). Consiste en depósitos arcillo-limosos y limo-arcillosos, con arena y gravilla (fangolitas), de colores pardos a gris-verdosos, estructuralmente son depósitos masivos con un grado de compactación variable en función de los tenores de arcilla, a nivel de relieve se la asocia a superficies planas estimándose potencias menores a los 10 m. Dataciones radiocarbónicas en maderas fósiles han arrojado edades de entre 11650 a 10500 años AP para esta unidad (Martínez & Ubilla, 2004; Preciozzi *et al.* 1985).

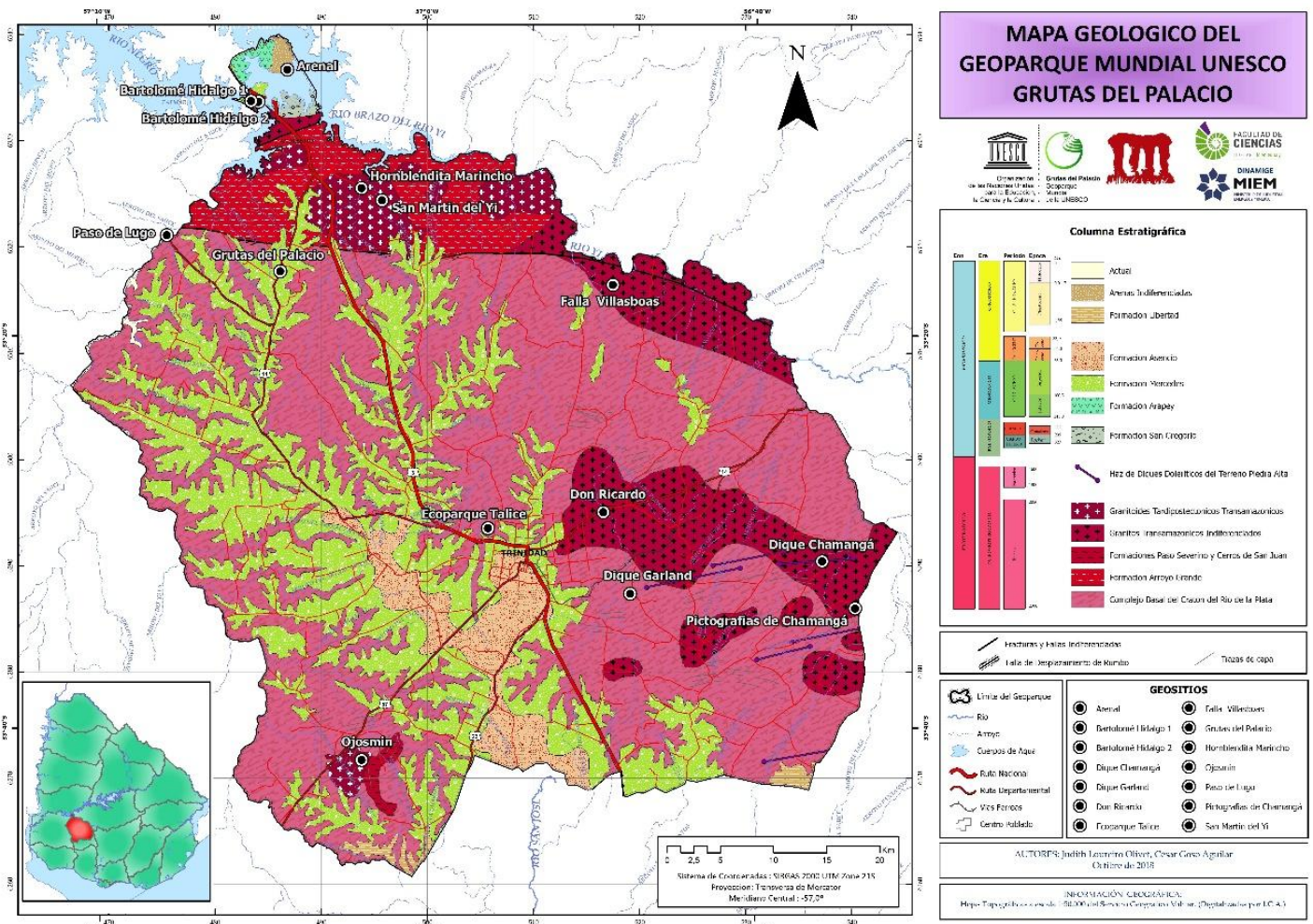


Fig. 8. Contexto geológico del Geoparque Mundial UNESCO Grutas del Palacio. Tomado de: Loudeiro & Goso, 2018.

## 5. CONTEXTO DE LOS GEOSITIOS

### 5.1. Geositio Dique Máfico Garland

El geositio Dique Máfico (Fig. 9) se ubica en el departamento de Flores, 7 km al sureste de la ciudad de Trinidad y 5,5 km al suroeste de la localidad de Juan José Castro. La totalidad de su extensión queda comprendida dentro de la carta topográfica escala 1:50.000 del Sistema Geográfico Militar identificada como L22 - Porongos. La Tabla V se presenta las coordenadas de los vértices del área de estudio.

**Tabla V.** Coordenadas de los vértices del área de trabajo del geositio Dique Máfico Garland.

Vértice	Latitud	Longitud
NO	33°32'21.59"S	56°49'1.44"O
NE	33°32'22.46"S	56°46'1.54"O
SE	33°34'12.85"S	56°46'2.35"O
SO	33°34'13.14"S	56°49'1.35"O



**Fig. 9.** Geositio Dique Máfico Garland, el recuadro *negro* delimita el área de trabajo de 16 km<sup>2</sup>. Se aprecian las localidades de Trinidad y Juan José Castro. Fuente: Google Earth pro.

### *Hidrografía*

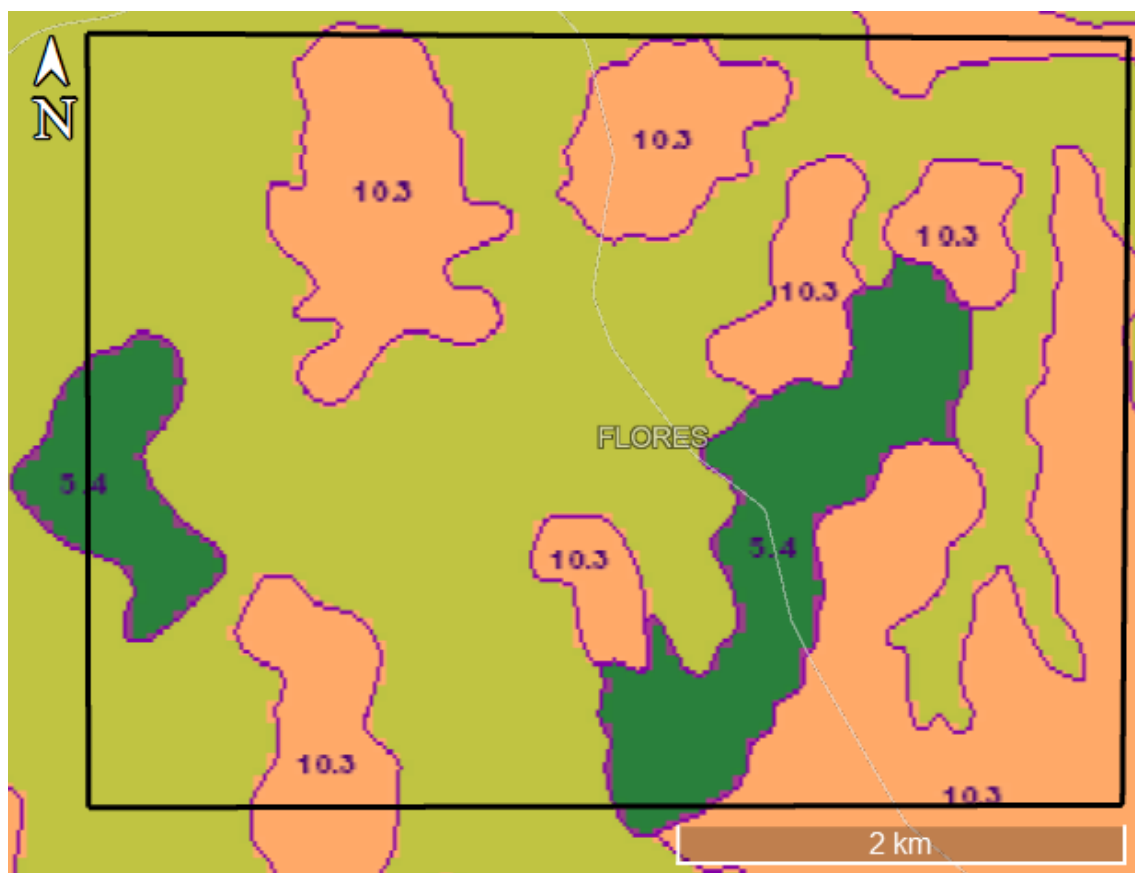
La zona de estudio se ubica en la cuenca del río Negro (C1 - 5), más precisamente en la microcuenca río Yí entre arroyo Porongos y arroyo Marincho (C3 - 568), según se desprende del visualizador del Ministerio de Ambiente (Sistema de Información Ambiental). Asimismo, consultada la carta topográfica L22 - Porongos surge que los principales cursos de agua que atraviesan el área de estudio son el arroyo Porongos el cual fluye con dirección de escurrimiento

de sur a norte atravesando completamente el área de interés, y el arroyo del Sarandí tributario del arroyo Porongos y que se expresa únicamente en el vértice suroeste del predio.

### Suelos

Consultado el sitio web del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca surge que existen en el área de estudio tres tipos de suelos según la clasificación CONEAT (Fig. 10) siendo estos:

- 5.02b - Brunosoles subéutricos (praderas pardas moderadamente profundas) asociados a litosoles a veces muy superficiales. De textura franca, franco gravilosa o arenoso franca con gravillas abundantes y fertilidad media a baja.
- 5.4 - Suelos negros a pardos, de textura franca a franco arcillosa, con drenaje de moderado a bueno y fertilidad media.
- 10.3 – Brunosoles éutricos (praderas pardas muy oscuras), de textura franca a franco arcillosa, moderadamente bien drenados y con fertilidad alta.



**Fig. 10.** Suelos CONEAT presentes en el geositio Dique Máfico Garland: 5.02b, 5.4 y 10.3. En negro se delimita el área de estudio. Fuente: Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.

### 5.2. Geositio Pictografía Chamangá

El geositio Pictografía Chamangá (Fig. 11) se ubica en el departamento de Flores, 28 km al este de la ciudad de Trinidad y 17 km al sur de la ciudad de Durazno. La totalidad de su extensión queda comprendida dentro de la carta topográfica escala 1:50.000 del Sistema Geográfico Militar

identificada como L22 - Porongos. La Tabla VI se presenta las coordenadas de los vértices del área de estudio.

**Tabla VI.** Coordenadas de los vértices del área de trabajo del geosítio Pictografías Chamangá.

Vértice	Latitud	Longitud
NO	33°33'00.00"S	56°35'08.31"O
NE	33°33'00.13"S	56°32'22.60"O
SE	33°34'51.70"S	56°32'22.78"O
SO	33°34'51.99"S	56°35'08.23"O



**Fig. 11.** Geosítio Pictografía Chamangá, el recuadro *negro* delimita el área de trabajo de 16 km<sup>2</sup>. Se aprecian las ciudades de Trinidad y Durazno. Fuente: Google Earth pro.

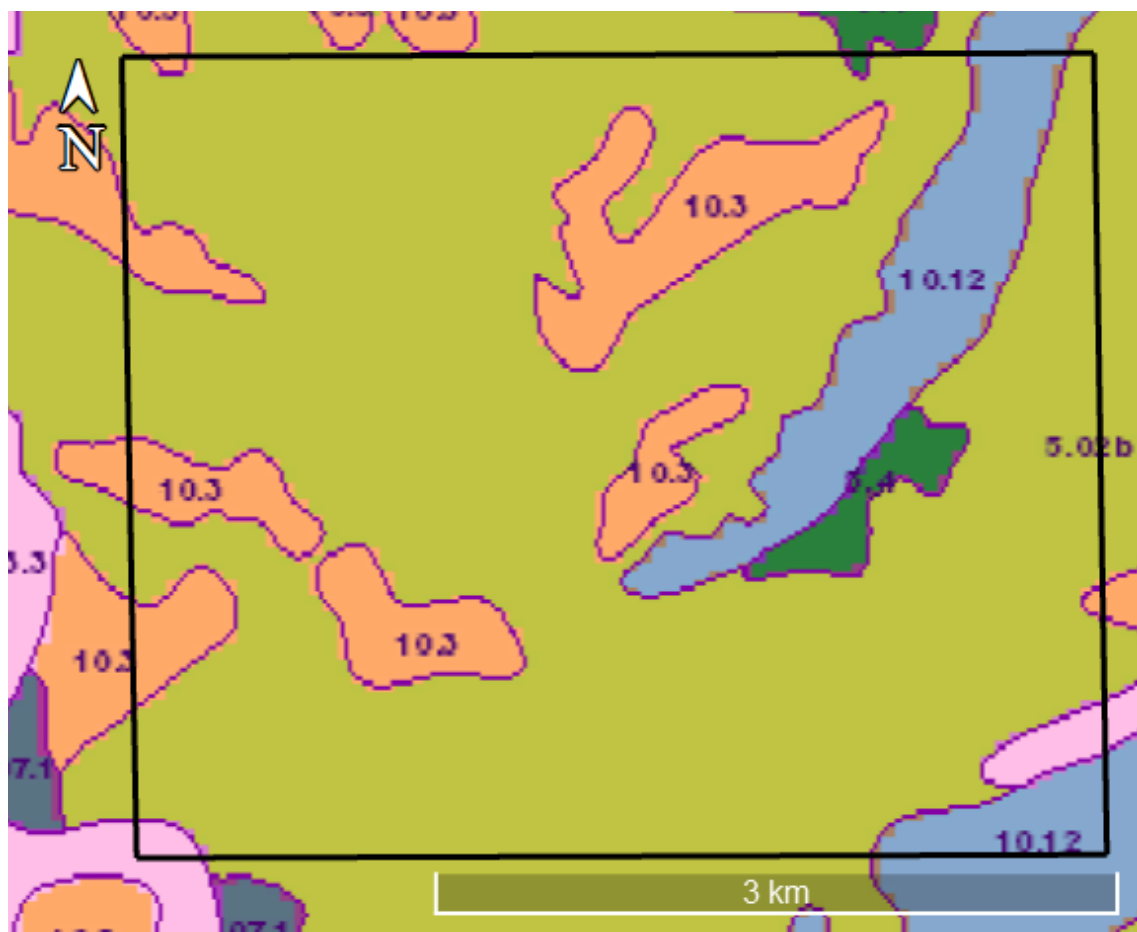
### *Hidrografía*

La zona de estudio se ubica en la cuenca del río Negro (C1 - 5), más precisamente en la microcuenca río Yí entre arroyo Maciel y arroyo Porongos (C3 - 567), según se desprende del visualizador del Ministerio de Ambiente. El área de estudio no presenta cursos de agua permanente dentro del polígono de referencia, donde existen únicamente cuerpos intermitentes tributarios de dos cursos principales, los cuales fluyen paralelos a los límites este y oeste del área con dirección de flujo de sur a norte, siendo éstos el arroyo Chamangá al oeste y el arroyo del Tala al este, según surge de la carta topográfica L22 - Porongos.

### *Suelos*

Consultado el sitio web del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca surge que existen en el área de estudio cuatro tipos de suelos según la clasificación CONEAT (Fig. 12) siendo estos:

- 03.3 - Planosoles éutricos melánicos. Corresponden a planicies de inundación de textura de franco limosa a arcillo limosa, fertilidad muy alta y drenaje imperfecto.
- 5.02b - Brunosoles subéutricos (praderas pardas moderadamente profundas) asociados a litosoles a veces muy superficiales. De textura franca, franco gravilosa o arenoso franca con gravillas abundantes y fertilidad media a baja.
- 5.4 - Suelos negros a pardos, de textura franca a franco arcillosa, con drenaje de moderado a bueno y fertilidad media.
- 10.3 – Brunosoles éutricos (praderas pardas muy oscuras), de textura franca a franco arcillosa, moderadamente bien drenados y con fertilidad alta.



**Fig. 12.** Suelos CONEAT presentes en el geositio Pictografía Chamangá: 5.02b, 5.4, 10.3 y 03.3 En negro se delimita el área de estudio. Fuente: Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.

### *Área protegida y patrimonio arqueológico*

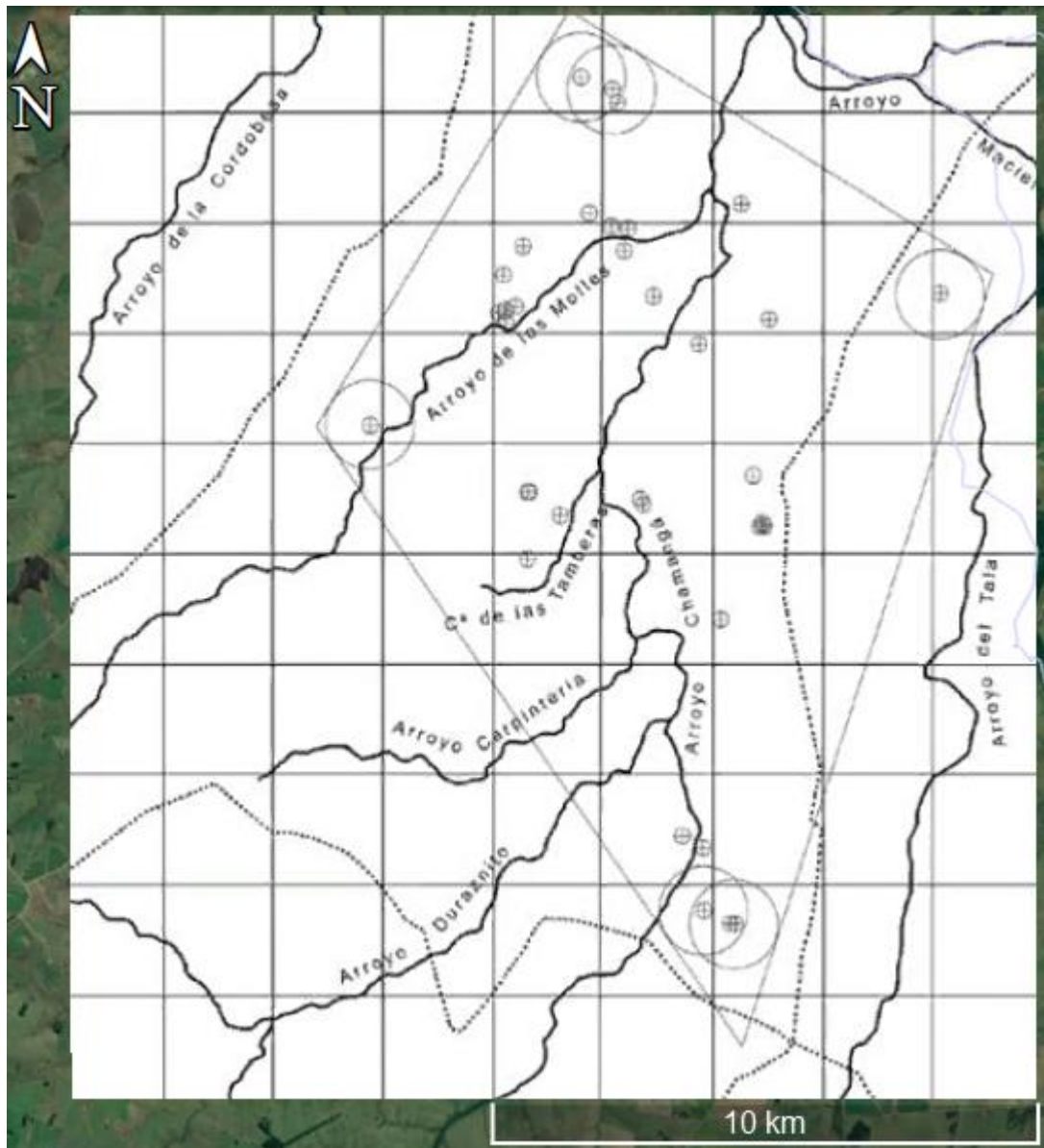
El geositio Pictografía Chamangá se encuentra comprendido dentro del área protegida Localidad Rupestre Chamangá. Ingresó al Sistema Nacional de Áreas Protegidas mediante el decreto 11/010 del 12 de enero de 2010 bajo la categoría de paisaje protegido (Fig. 13), siendo el principal elemento de interés la importante ocurrencia de pinturas rupestres, tal y como lo expresa el propio decreto *“la Localidad Rupestre Chamangá presenta la mayor concentración de pictografías rupestres de nuestro país, cuya singularidad está dada por su emplazamiento en campos abiertos y sobre afloramientos graníticos”*. Tal es su relevancia que previamente ya

habían sido declaradas Monumento Histórico Nacional por la Comisión de Patrimonio Cultural de la Nación mediante la resolución 217/999 del 6 de abril de 1999 donde se destaca que “*estos diseños gráficos son los testimonios que se han preservado de las etnias que ocuparon este territorio, que junto con otros, integran un conjunto de documentos que nos aproximan al conocimiento del comportamiento del hombre del pasado*”.



**Fig. 13.** Imagen satelital del área de estudio con superposición del polígono correspondiente al área protegida Localidad Rupestre Chamangá. Fuente: visualizador del Ministerio de Ambiente.

El primer registro de una pintura rupestre para Uruguay fue reportado en 1875 en el departamento de San José. Posteriormente, se informó sobre la existencia de pinturas rupestres también en los departamentos de Flores, Florida, Durazno y Maldonado (Florines, 2001), destacándose de entre todos los sitios la Localidad Rupestre Chamangá por presentar el mayor acumulo (Consens & Bepali, 1981; Florines, 2001; Irazábal *et al.* 2006) con más de 40 pinturas (Florines, 2001; Irazábal *et al.* 2006), las cuales consisten en grabados pintados con hematita (lo que les aporta su característico tono rojizo) sobre caras pulidas de bochas de granito (Florines, 2001; Irazábal *et al.* 2006). La delimitación geográfica de la Localidad Rupestre Chamangá se realizó mediante el trazado de líneas imaginarias que conectan las pictografías más distantes, la figura 14 muestra la ubicación de las pictografías y la delimitación espacial del área rupestre según luce en el proyecto de ingreso al Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Por su parte, la figura 15 superpone el mapa de pictografías con el área del geosito Pictografías Chamangá constatándose la presencia de varias pinturas rupestres dentro de nuestra zona de estudio.



**Fig. 14.** Localidad Rupestre Chamangá, cada círculo menor muestra la ubicación de una pintura rupestre, la superficie de la localidad queda delimitada por el polígono que surge al unir las pictografías más distales correspondientes a los cuatro puntos cardinales. Tomado de: Irazábal *et al.* 2006.

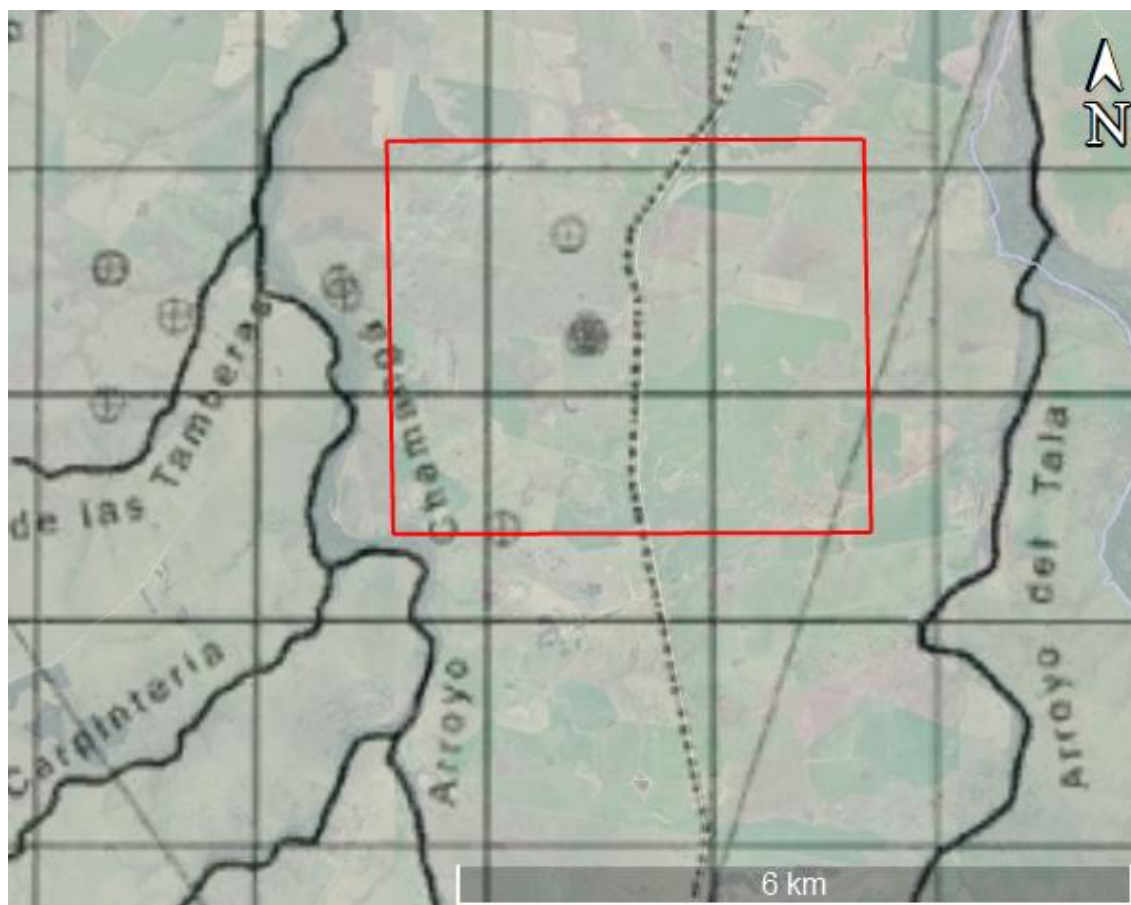


Fig. 15. Delimitación del área de estudio del geositio Pictografías Chamangá (en rojo) con superposición del polígono de pictografías. Se aprecia la existencia de pinturas rupestres dentro del área de interés.

No han podido ser realizadas dataciones sobre las pinturas, sin embargo en base a sus características estilísticas se han inferido edades desde el 500 a.C. hasta el 1.400 d.C. Esto podría explicar las variaciones en las técnicas empleadas para confeccionar las pictografías abarcando desde elementos simples hasta estructuras geométricas complejas. Numerosos elementos arqueológicos se han identificado asociados a las pinturas, como ser artefactos líticos y piezas cerámicas. Éstas últimas permitieron la realización de dataciones mediante termoluminiscencia lo cual arrojó una edad próxima al año 1.170 d.C. lo cual se encuentra dentro del rango cronológico esperado (Florines, 2001). Si bien se ha identificado un gran número de pinturas rupestres muchas de ellas presentan un mal estado de conservación; en algunos casos se ha reportado incluso la destrucción total del material. El deterioro de las piezas se debe a diversas causas entre las que se incluyen los procesos erosivos típicos de las rocas, el crecimiento de líquenes, el rascado del ganado contra las bochas, actos vandálicos y el desarrollo de la actividad minera (Consens & Bepali, 1981; Florines, 2001; Irazábal *et al.* 2006).

La figura 16 muestra una pictografía bien conservada presente en el centro del área de estudio del geositio Pictografía Chamangá, identificada con los códigos N-CH I-1 por Consens & Bepali (1981) y POCH 1B por Florines (2001) la cual se conoce como “mural de Larrauri” en honor a su descubridor, siendo predominantes en esta pintura los diseños geométricos y en zigzag. Para una



mayor apreciación del diseño la figura 17 muestra una lámina realizada por Consens & Bespali (1981) en la que se presenta un trazado del diseño del “mural de Larrauri”.



Fig. 16. Pictografía presente en el centro del área de estudio, codificada como N-CH I-1 por Consens & Bespali (1981) y POCH 1B por Florines (2001), comúnmente conocida como “Mural de Larrauri”.

N-CH I - 1



Fig. 17. Detalle del trazado presente en la Pictografía N-CH I-1. Tomado de: Consens & Bespali (1981).

### 5.3. Geosítio Microgabro Chamangá

El geosítio Microgabro Chamangá (Fig. 18) se ubica en el departamento de Flores, 26 km al este de la ciudad de Trinidad y 10 km al sur de la ciudad de Durazno. La totalidad de su extensión queda comprendida dentro de la carta topográfica escala 1:50.000 del Sistema Geográfico Militar

identificada como L22 - Porongos. La Tabla VII se presenta las coordenadas de los vértices del área de estudio.

**Tabla VII.** Coordenadas de los vértices del área de trabajo del geosítio Microgabro Chamangá.

Vértice	Latitud	Longitud
NO	33°29'20.78"S	56°36'10.49"O
NE	33°29'20.78"S	56°33'24.27"O
SE	33°31'15.28"S	56°33'24.47"O
SO	33°31'15.28"S	56°36'10.99"O



**Fig. 18.** Geosítio Microgabro Chamangá, el recuadro negro delimita el área de trabajo de 16 km<sup>2</sup>. Se aprecian las ciudades de Trinidad y Durazno. Fuente: Google Earth pro.

### *Hidrografía*

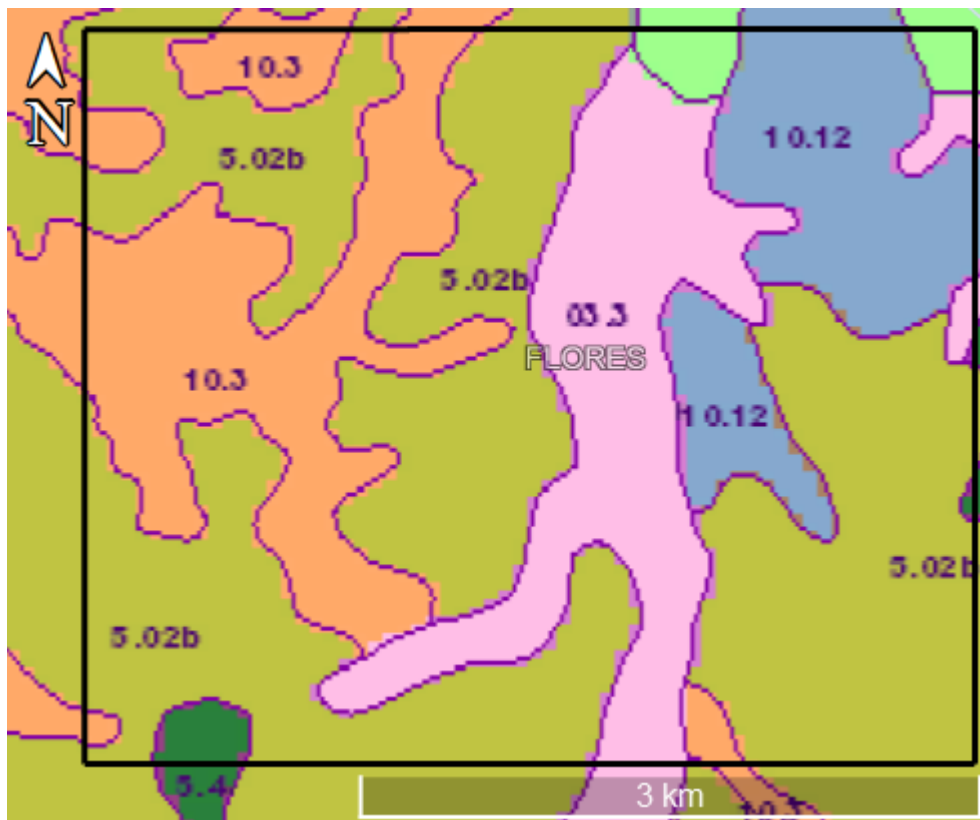
La zona de estudio se ubica en la cuenca del río Negro (C1 - 5), más precisamente en la microcuenca río Yí entre arroyo Maciel y arroyo Porongos (C3 - 567), según se desprende del visualizador del Ministerio de Ambiente. El área de estudio se encuentra atravesada por dos cursos de agua, el arroyo Chamangá que fluye de sur a norte a lo largo de todo el sector medio del área de estudio y el arroyo de los Molles tributario del arroyo Chamangá presente únicamente en el sector sur, según surge de la carta topográfica L22 - Porongos.

### *Suelos*

Consultado el sitio web del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca surge que existen en el área de estudio cinco tipos de suelos según la clasificación CONEAT (Fig. 19) siendo estos:

- 03.3 - Planosoles éutricos melánicos. Corresponden a planicies de inundación de textura de franco limosa a arcillo limosa, fertilidad muy alta y drenaje imperfecto.

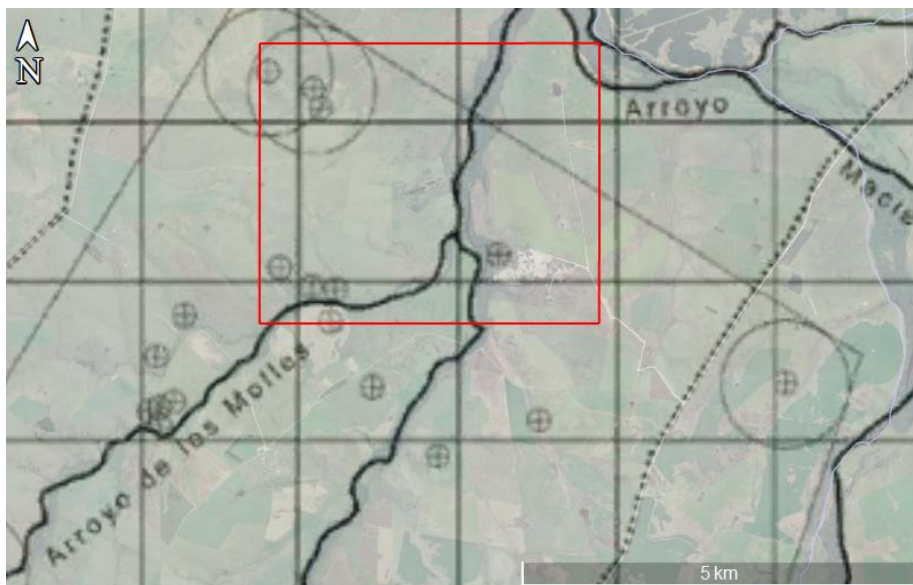
- 5.02b - Brunosoles subéutricos (praderas pardas moderadamente profundas) asociados a litosoles a veces muy superficiales. De textura franca, franco gravilosa o arenoso franca con gravillas abundantes y fertilidad media a baja.
- 5.4 - Suelos negros a pardos, de textura franca a franco arcillosa, con drenaje de moderado a bueno y fertilidad media.
- 10.3 - Brunosoles éutricos (praderas pardas muy oscuras), de textura franca a franco arcillosa, moderadamente bien drenados y con fertilidad alta.
- 10.12 – Vertisoles rúpticos lúvicos y Brunosoles éutricos, de textura franca a franco arcillosa, fertilidad alta y moderadamente bien drenados.



**Fig. 19.** Suelos CONEAT presentes en el geosítio Gabro Chamangá: 5.02b, 5.4, 10.3, 10.12, 03.3 En *negro* se delimita el área de estudio. Fuente: Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.

#### *Área protegida y patrimonio arqueológico*

El geosítio Microgabro Chamangá se encuentra parcialmente comprendido dentro del área protegida Localidad Rupestre Chamangá y también cuenta con la ocurrencia de pinturas rupestres según se aprecia al superponer el mapa de pictografías con el área del geosítio (Fig. 20).



**Fig. 20.** Delimitación del área de estudio del geositio Microgabro Chamangá (en rojo) con superposición del polígono de pictografías. Se aprecia la existencia de pinturas rupestres dentro del área de interés.

### Minería

Destaca en esta zona, a comparación de las anteriores, la importante presencia de emprendimientos mineros, de hecho el propio geositio consiste en una antigua cantera abandonada. Dentro del área de estudio podemos encontrar canteras en sus tres estadios: en trámite de autorización para iniciar actividades, en operación y abandonadas (Fig. 21). Según lo constatado durante las actividades de campo y la información disponible en los visualizadores del Ministerio de Ambiente y de la Dirección Nacional de Minería y Geología (Visualizador Geológico Minero) en la zona se explota y ha explotado “granito negro” (microgabro) con fines ornamentales (Fig. 22) y granito gris (*blue gray*), tanto con fines ornamentales (Fig. 23) como para la producción de piedra partida (Fig. 24).



**Fig. 21.** Imagen satelital del área de estudio (*blanco*), se identifican canteras en trámite para el inicio de actividades (*azul*), en operación (*amarillo*) y abandonadas (*azul y rojo*).



**Fig. 22.** Cantera de “granito negro” abandonada: **a)** *open pit* y escombreras; **b)** detalle de escombrera, se aprecian marcas de los barrenos en los bloques; **c)** maquinaria de obra abandonada en el predio.



**Fig. 23.** Cantera de granito gris (con fines ornamentales) abandonada (actualmente en trámite de autorización para re iniciar actividades): **a)** *open pit* y escombreras; **b)** bocha barrenada; **c)** bloque de granito de 1,5 m de lado pronto para retirar del predio.



**Fig. 24.** Cantera de granito gris (para producción de piedra partida) en operación: **a)** frente de cantera; **b)** actividades en la cantera *arriba* destape de material estéril, *abajo* achique de bloques con martillo neumático; **c)** acopio de piedra partida pronta para salir del predio.

El punto central del área de estudio, y que da nombre al geositio, es la cantera de “granito negro” presentada en la figura 22, la cual como fuera indicado se trata de una cantera que se dedicó a la extracción de micrograbro con destino ornamental. Según el histórico de imágenes satelitales de Google Earth la actividad extractiva se habría realizado entre finales de los 80’ y finales de los 90’. No existe información sobre la cantera en el visualizador del Ministerio de Ambiente, debido a que la cantera inició sus actividades previo a la creación de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental<sup>1</sup> e incluso previo a la creación del propio Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente<sup>2</sup> en 1990. Por su parte, el Visualizador Geológico Minero informa que el padrón donde se ubica la cantera contó con concesión para explotar “granito negro” otorgada en el año 1984, lo cual es consistente con las imágenes satelitales, la cantera habría sido explotada por parte de la empresa Toner S.A. no existiendo actualmente afectaciones mineras el padrón según surge de la cédula minera generada por el Visualizador Geológico Minero (Fig. 25).

<sup>1</sup> Ley 16.466 del 19 de enero de 1994.

<sup>2</sup> Actualmente dividido en Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial y Ministerio de Ambiente.

PADRÓN	1878
RÉGIMEN	RURAL
DEPARTAMENTO	FLORES
ESTÁ LIBRE DE AFECTACIONES MINERAS.	

**Fig. 25.** Cédula minera generada por el Visualizador Geológico Minero para el padrón 1878 del departamento de Flores.

Tras el abandono de la cantera quedaron en el predio remanentes de las labores allí realizadas, como ser maquinaria de obra y relictos de viviendas utilizadas por los operarios, estos elementos forman parte del acervo minero-cultural del geositio; existe además en el predio la presencia de cartelera informativa sobre el geositio (Fig. 26).



**Fig. 26.** Elementos presentes en el área núcleo del geositio Gabro Chamangá: **a)** cartelera informativa; **b)** tapera, se aprecia chimenea; **c)** “mesa de los mineros”, zona de almuerzo y ocio; **d)** maquinaria de cantera abandonada en el predio.

#### 5.4. Geositio San Martín del Yí

El geositio San Martín del Yí (Fig. 27) se ubica en el departamento de Flores, 31 km al nornoroeste de la ciudad de Trinidad, 41 km al noroeste de la ciudad de Durazno y 12 km al sureste de la localidad de Andresito. La totalidad de su extensión queda comprendida dentro de la carta topográfica escala 1:50.000 del Sistema Geográfico Militar identificada como M20 - Paso del Puerto. La Tabla VIII presenta las coordenadas de los vértices del área de estudio.

**Tabla VIII.** Coordenadas de los vértices del área de trabajo del geositio San Martín del Yí.

Vértice	Latitud	Longitud
NO	33°11'54.62"S	57°00'23.85"O
NE	33°11'54.64"S	56°57'34.07"O
SE	33°13'37.50"S	56°57'34.10"O
SO	33°13'36.88"S	57°00'21.51"O



**Fig. 27.** Geosito San Martín del Yí, el recuadro *negro* delimita el área de trabajo de 16 km<sup>2</sup>. Se aprecian las localidades de Trinidad, Durazno y Andresito. Fuente: Google Earth pro.

### *Hidrografía*

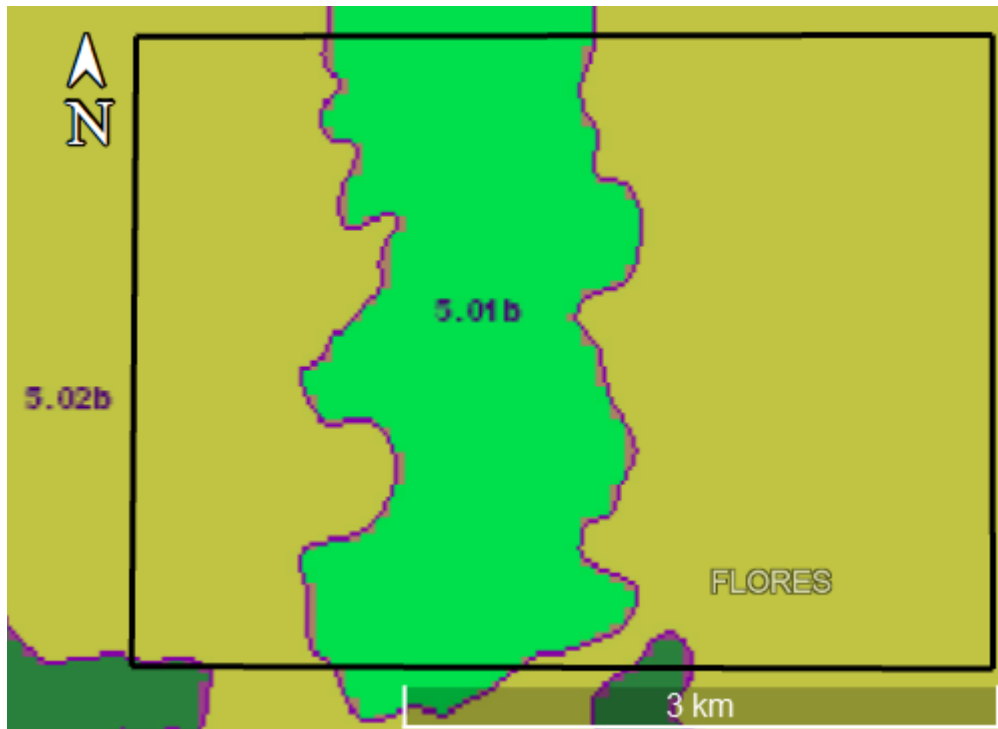
La zona de estudio se ubica en la cuenca del río Negro (C1 - 5), más precisamente en la microcuenca río Yí entre arroyo Porongos y arroyo Marincho (C3 - 568), según se desprende del visualizador del Ministerio de Ambiente. El área de estudio se encuentra atravesada en su zona media por el arroyo Carpintería, el cual fluye de sur a norte y tributa directamente en el río Yí, según surge de la carta topográfica M20 - Paso del Puerto.

### *Suelos*

Consultado el sitio web del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca surge que existen en el área de estudio dos tipos de suelos según la clasificación CONEAT (Fig. 28) siendo estos:

- 5.01b - Brunsoles subéutricos (relieve ondulado), de profundos a superficiales, de color pardo a pardo rojizo, franco gravillosos a arenoso franco gravillosos y fertilidad media a baja.
- 5.02b - Brunsoles subéutricos (praderas pardas moderadamente profundas) asociados a litosoles a veces muy superficiales. De textura franca, franco gravillosa o arenoso franca con gravillas abundantes y fertilidad media a baja.





**Fig. 28.** Suelos CONEAT presentes en el geosito San Martín del Yí: 5.01 y 5.02b. En *negro* se delimita el área de estudio. Fuente: Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.

### *Turismo y picapedreros*

El geosito San Martín del Yí debe su nombre a la estancia homónima en la cual se encuentran los principales afloramientos del área núcleo del geosito. Se trata de una estancia que actualmente se dedica a las labores ganaderas pero que otrora funcionó como estancia turística. Durante el recorrido por el predio se identificó en la zona central del área la presencia de una antigua cantera para la cual no se tiene registro en el visualizador del Ministerio de Ambiente ni en el Visualizador Geológico Minero. Considerando la escasa superficie de la cantera (aproximadamente 0,15 ha según se desprende de las imágenes satelitales de Google Earth) y que no existen registro de operación en los entes de contralor es admisible pensar que se trató de una cantera operada de forma irregular; otro elemento de interés detectado fue la presencia de piques de piedra construidos por picapedreros directamente desde las bochas de granito aflorantes, fueron identificados piques abandonados tanto en etapa de finalización de proceso como culminados formando parte de los alambrados actuales. En la figura 29 se muestra el cartel de ingreso a la estancia, la cantera detectada y los piques de piedra.



**Fig. 29.** Elementos presentes en el geosítio San Martín del Yí: **a)** cartel de ingreso a la estancia San Martín del Yí; **b)** frente de cantera abandonado; **c)** postes de piedra abandonados; **d)** poste de piedra culminado y formando parte del alambrado actual del predio.

## 6. RESULTADOS

Se presentan a continuación, los mapas geológicos elaborados a escala 1:20.000 y los resultados del inventario patrimonial para cada geositio.

### 6.1. Arroyo Chamangá: Geositios Pictografía Chamangá y Microgabro Chamangá

#### 6.1.1. Geología descriptiva del área del arroyo Chamangá

En base a la fotointerpretación y las actividades de campo y laboratorio se pudieron identificar para la zona del arroyo Chamangá las siguientes unidades geológicas:

- Granito gris de la Faja Florida (Granito de Chamangá)
- Diques de microgabro del Haz de diques del Río de la Plata
- Caliza silicificada de la Formación Mercedes
- Cobertura sedimentaria de la Formación Libertad

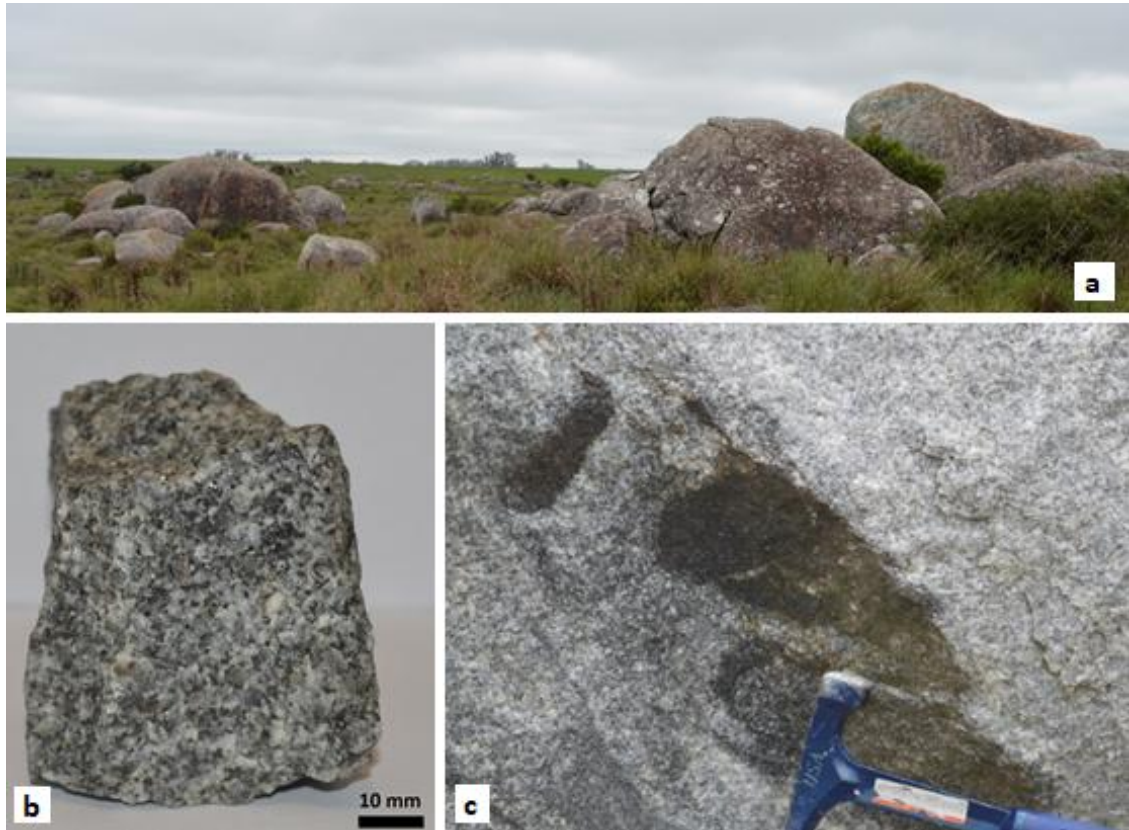
#### *Granito gris de la Faja Florida (Granito de Chamangá)*

Esta unidad aflora en forma de bochas a ambos lados del arroyo Chamangá (Fig. 30a), se trata de una roca leucócrata de color grisáceo, fanerítica, holocristalina, hipidiomórfica, de equi a inequigranular, con cristales de entre 0,5 y 10 mm, siendo los cristales de cuarzo y feldespato alcalino los de mayor tamaño (Fig. 30b). Muy ocasionalmente se identifica la presencia de enclaves máficos (Fig. 30c).

Esta unidad abarca la mayor parte del área de estudio, existiendo afloramientos prácticamente sin alteraciones (salvo por ocasionales fracturas y diques aplíticos de 3 a 4 cm de ancho con dirección N80-90), así como afloramientos altamente fracturados donde se identifican varias familias de fracturas verticales y subhorizontales siendo predominantes los rumbos N10, N100 y N300. La presencia de zonas inalteradas y sectores muy fracturados ha condicionado la actividad minera del lugar generando que en la misma zona coexistan canteras que explotan la misma litología en algunos casos como roca ornamental (Fig. 31) y en otros para la producción de piedra partida (Fig. 32). Por otra parte, es de destacar la gran relevancia académica de esta unidad (comúnmente denominada como granito de Chamangá) puesto que es en esta litología donde se han identificado las pinturas rupestres de la zona (Fig. 33), las cuales consisten en la mayor expresión de pinturas rupestres de todo el país.

A nivel de lámina delgada se identifican como minerales principales cuarzo (35%) con tamaños de 0,25 a 4 mm, plagioclasas (30%) con tamaños entre 0,5 y 2,5 mm, feldespato alcalino (15%) - consistente en ortoclasa de entre 0,5 y 2,5 mm y microclina de hasta 6 mm- y biotita (20%) con tamaños entre 0,5 y 3 mm. La textura es inequigranular seriada, observándose ocasionalmente texturas de inter-crecimiento gráfico, zonación y pertitas en los feldespatos, así como fracturación y extinción ondulante en los cuarzos, inclusiones de plagioclasa, biotita y cuarzo en los cristales de microclina e inclusiones de apatito y halos de alteración típicos de los circones en las biotitas (Fig. 34).

En función de las características de la roca se concluye que se trata de una granodiorita, perteneciente a la Faja Florida, integrante del grupo definido como granitos transamazónicos, lo que le conferiría una edad Paleoproterozoica.



**Fig. 30.** Granito gris: a) vista panorámica de afloramiento granítico, donde se aprecia su expresión en bochas; b) muestra de mano; c) detalle de enclaves máficos.



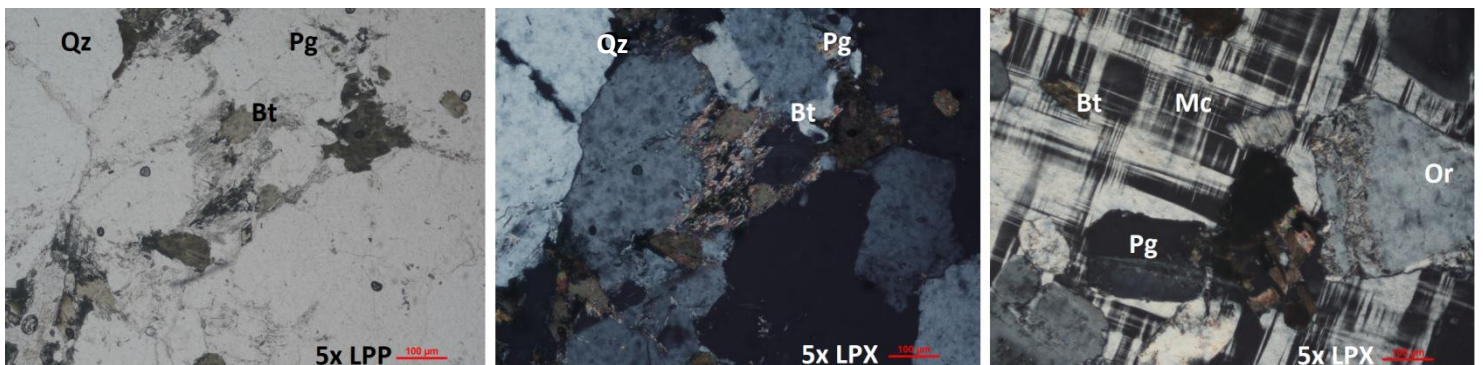
**Fig. 31.** Explotación de granito con fines ornamentales: a la izquierda, frente de extracción; a la derecha, bloque listo para trasladar al puerto de Montevideo para exportación.



**Fig. 32.** Explotación de granito para piedra partida: a la *izquierda*, frente de extracción; a la *derecha*, acopio de piedra partida pronta para despachar.



**Fig. 33.** Manifestaciones rupestres: a la *izquierda*, bloque con pintura rupestre; a la *derecha*, detalle de la pintura.



**Fig. 34.** Fotomicrografía de lámina delgada del “granito de Chamangá”. *Referencias de la micrografía:* LPP: luz polarizada plana; LPX: luz polarizada cruzada; Qz: cuarzo; Pg: plagioclasa; Or: ortosa; Mc: microclina; Bt: biotita.

#### *Diques de microgabro del Haz de diques del Río de la Plata*

La zona de estudio se encuentra recortada por un conjunto de diques máficos, paralelos, de hasta 1 km de largo y varios metros de ancho, los cuales presentan una dirección de rumbo general N60. Estos diques han sido explotados comercialmente como “granito negro”, por lo que existen canteras abandonadas en área de estudio (Fig. 35), lo cual nos permite apreciar que los diques presentan paredes planas y verticales. A muestra de mano se aprecian como una roca

melanócrata, de gris oscuro a negro, holocristalina y de grano fino (Fig. 36), a nivel de lámina delgada se identifica la presencia predominante de plagioclasa (50%) con tamaños entre 0,25 y 2 mm y clinopiroxeno (45%) con tamaños entre 0,5 y 3 mm. La textura de la roca es subofítica, identificándose a su vez textura gráfica en las plagioclasas. Se identifican minerales opacos de automorfos a subautomorfos y apatitos de hábitos aciculares como accesorios, así como uralitización de los piroxenos a anfíbol y biotita (Fig. 37).

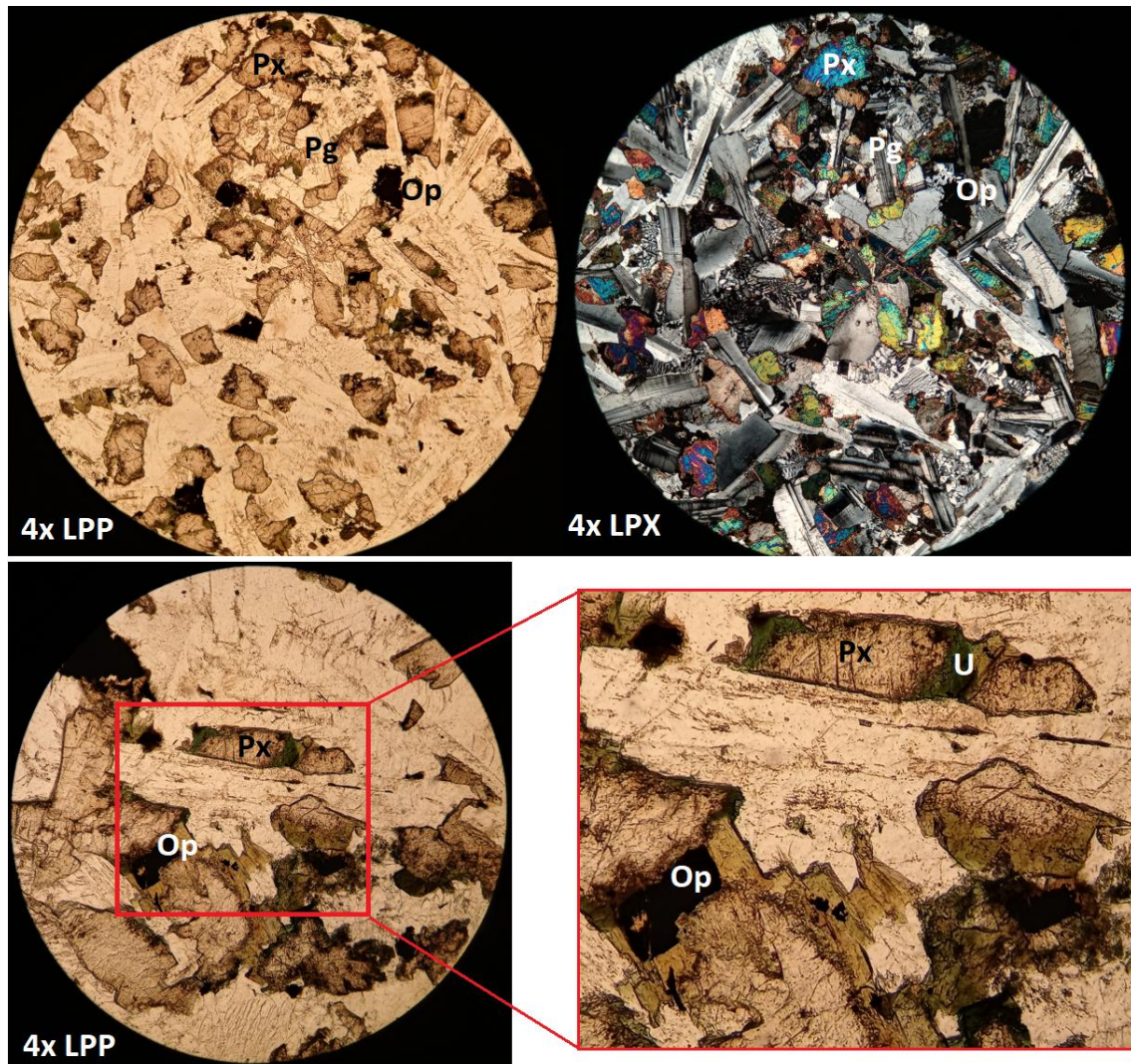
En función de las características de la roca se concluye que se trata de un microgabro, perteneciente al Haz de diques del Río de la Plata, por lo que tendría una edad Paleoproterozoica (Estateriana).



**Fig. 35.** Vistas de la explotación de “granito negro”: a la *izquierda*, vista panorámica del lago y frente de extracción; a la *derecha*, bloques listos que quedaron sin despachar.



**Fig. 36.** Muestra de mano del microgabro.



**Fig. 37.** Fotomicrografía de lámina delgada del microgabro. Se presenta detalle de piroxenos (augita?) uranilitizados. *Referencias de la micrografía:* **LPP:** luz polarizada plana; **LPX:** luz polarizada cruzada; **Pg:** plagioclasa; **Px:** piroxeno; **Op:** mineral opaco; **U:** uranilitización.

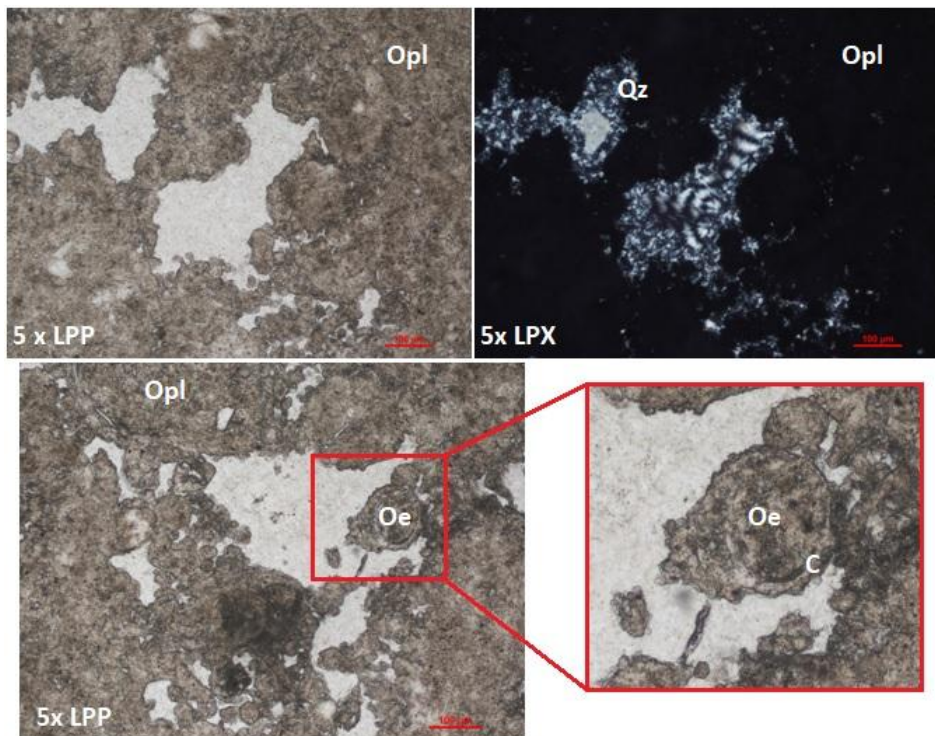
#### *Caliza silicificada de la Formación Mercedes*

Fue identificada hacia el sur del área de estudio la presencia de afloramientos de rocas sedimentarias calcáreas, de color blanco, consolidadas y masivas, presentes a modo de delgadas corazas resistentes a la erosión (Fig. 38). Se realizó el ensayo de molibdato de amonio y ácido cítrico, mediante el cual se descartando la presencia de fosfato. En muestra de mano se identifica la presencia de cristales de cuarzo de hasta 1 mm y ooides de hasta 2 mm. A nivel de lámina delgada se observa como una masa criptocristalina de ópalo con presencia de cuarzo microcristalino y ooides, cementados por ópalo de variedad fibrosa (Fig. 39).

En base a las características de la roca se concluye que se trata de una caliza oolítica silicificada perteneciente a la Formación Mercedes, por lo que tendría una edad Cretácico Tardío.



**Fig. 38.** Caliza oolítica silicificada, vista de afloramiento y de detalle de muestra de mano.



**Fig. 39.** Fotomicrografía de lámina delgada de la caliza oolítica silicificada. Se presenta detalle de oolite y cemento. *Referencias de la micrografía:* **LPP:** luz polarizada plana; **LPX:** luz polarizada cruzada; **Opl:** ópalo; **Qz:** cuarzo; **Oe:** oolite; **C:** cemento.



### Cobertura sedimentaria cuaternaria

#### Formación Libertad

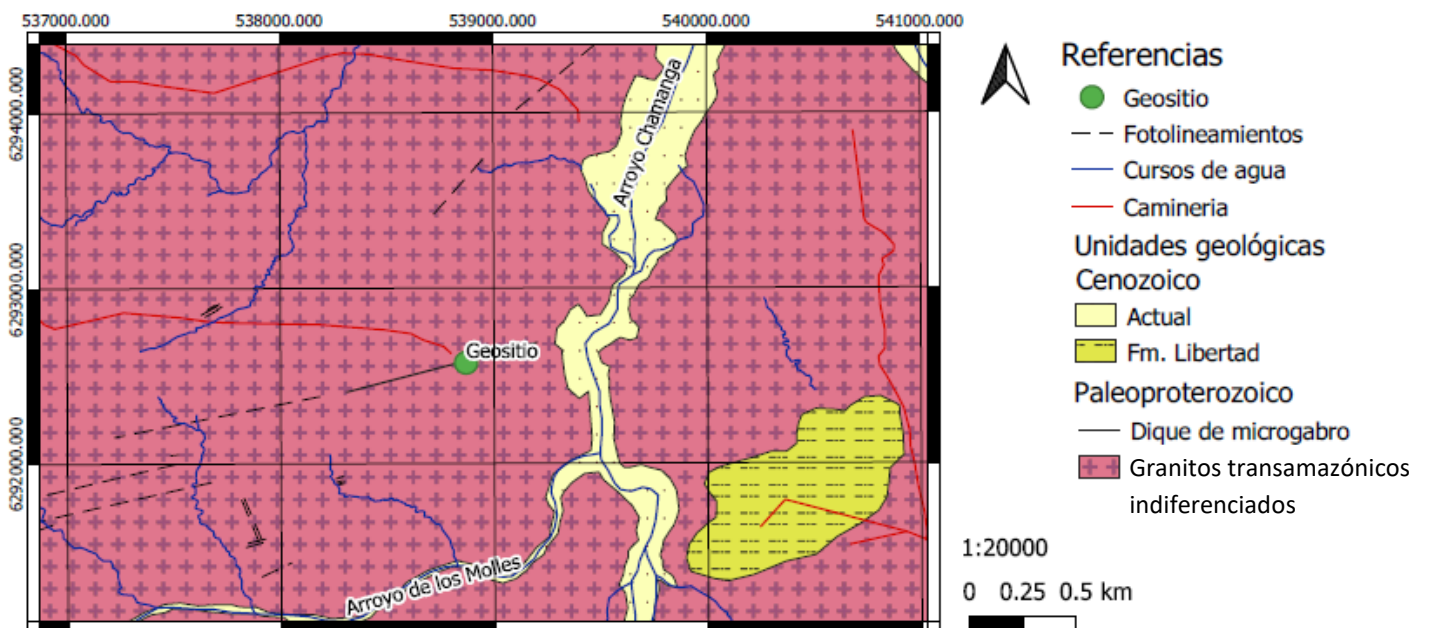
Fueron identificados a lo largo del área de estudio la presencia de sedimentos de color pardo a ocre, loésicos y masivos, sobreyacentes a las granodioritas, y con potencias de entre 1 y 2 m, los cuales presentaban una fuerte edafización (Fig. 40). En base a las características de esta unidad se concluye que la cobertura sedimentaria corresponde a sedimentos de la Formación Libertad, de edad Pleistocénica.



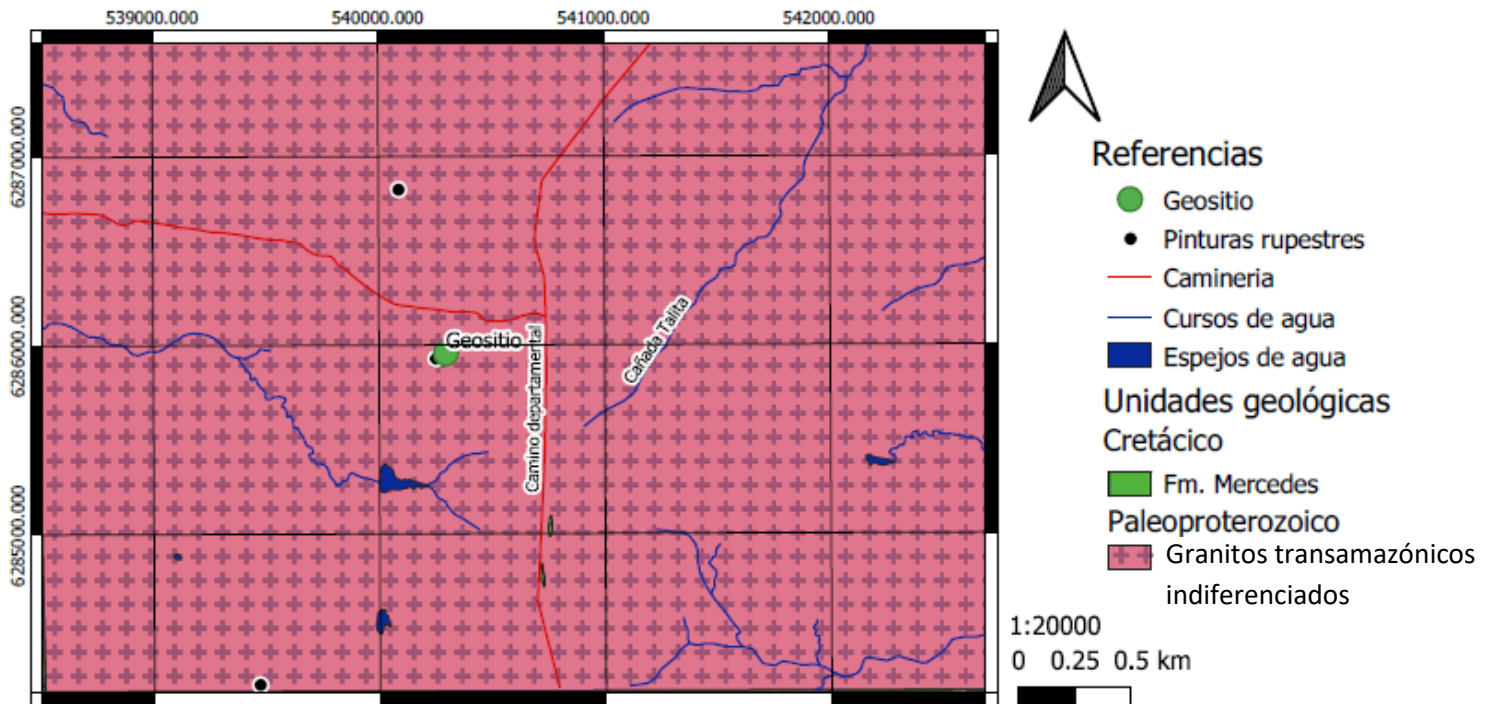
Fig. 40. Cobertura sedimentaria cuaternaria. Depósitos limo-arcillosos marrones de la Fm. Libertad.

A continuación se presentan los mapas geológicos correspondientes a los geositos Microgabro Chamangá y Pictografía Chamangá.

### Mapa geológico del área del geosito Microgabro Chamangá



## Mapa geológico del área del geosito Pictografía Chamangá



### 6.1.2. Inventario patrimonial del geosito Pictografía Chamangá

Fue realizada la valoración patrimonial del geosito Pictografía Chamangá según la metodología propuesta por García-Cortés *et al.* (2014) de modo de determinar el valor del geosito como Lugar de Interés Geológico (LIG) para las dimensiones Científica, Didáctica y Turístico-Recreativa (Tabla IX), obteniéndose los siguientes resultados:

- Científico 4,63 - alto
- Didáctico 3,88 - alto
- Turístico-Recreativo 2,63 - medio

**Tabla IX.** Valoración del geosito Pictografía Chamangá. Se detallan: parámetros evaluados, valoración inicial, coeficientes de ponderación y resultados finales; para las dimensiones Científica, Didáctica y Turístico-Recreativa.

Parámetro	Valor	Coeficientes de ponderación			Valores ponderados		
		Científico	Didáctico	Turístico	Científico	Didáctico	Turístico
Representatividad	1	30	5	0	30	5	0
Carácter de localidad tipo	1	10	5	0	10	5	0
Grado de conocimiento del lugar	4	15	0	0	60	0	0
Estado de conservación	2	10	5	0	20	10	0
Condiciones de observación	4	10	5	5	40	20	20
Rareza	1	15	5	0	15	5	0
Diversidad geológica	1	10	10	0	10	10	0
Espectacularidad o belleza	0	0	5	20	0	0	0

Contenido/uso divulgativo	2	0	0	15	0	0	30
Contenido/uso didáctico	2	0	20	0	0	40	0
Posibles actividades a realizar	2	0	0	5	0	0	10
Infraestructura logística	2	0	15	5	0	30	10
Entorno socioeconómico	1	0	0	10	0	0	10
Asociación con otros elementos del patrimonio natural, histórico o etnológico	2	0	5	5	0	10	10
Densidad de población	1	0	5	5	0	5	5
Accesibilidad	1	0	15	10	0	15	10
Tamaño del LIG	0	0	0	15	0	0	0
Cercanía a zonas recreativas	0	0	0	5	0	0	0

Valor LIG  
( $\Sigma$  valores ponderados/40)

4,63	3,88	2,63
------	------	------

### 6.1.3. Inventario patrimonial del geosito Microgabro Chamangá

Por su parte, la valoración para el geosito Gabro Chamangá (Tabla X) arrojó los siguientes resultados:

- Científico 3,5 - medio
- Didáctico 3,88 - alto
- Turístico-Recreativo 3,0 – medio

**Tabla X.** Valoración del geosito Microgabro Chamangá. Se detallan: parámetros evaluados, valoración inicial, coeficientes de ponderación y resultados finales; para las dimensiones Científica, Didáctica y Turístico-Recreativa.

Parámetro	Valor	Coeficientes de ponderación			Valores ponderados		
		Científico	Didáctico	Turístico	Científico	Didáctico	Turístico
Representatividad	2	30	5	0	60	10	0
Carácter de localidad tipo	1	10	5	0	10	5	0
Grado de conocimiento del lugar	0	15	0	0	0	0	0
Estado de conservación	2	10	5	0	20	10	0
Condiciones de observación	4	10	5	5	40	20	20
Rareza	0	15	5	0	0	0	0
Diversidad geológica	1	10	10	0	10	10	0
Espectacularidad o belleza	0	0	5	20	0	0	0
Contenido/uso divulgativo	2	0	0	15	0	0	30
Contenido/uso didáctico	2	0	20	0	0	40	0
Posibles actividades a realizar	2	0	0	5	0	0	10
Infraestructura logística	2	0	15	5	0	30	10
Entorno socioeconómico	1	0	0	10	0	0	10

Asociación con otros elementos del patrimonio natural, histórico o etnológico	2	0	5	5	0	10	10
Densidad de población	1	0	5	5	0	5	5
Accesibilidad	1	0	15	10	0	15	10
Tamaño del LIG	1	0	0	15	0	0	15
Cercanía a zonas recreativas	0	0	0	5	0	0	0

Valor LIG ( $\Sigma$ valores ponderados/40)		
3,5	3,88	3,0

## 6.2. Dique Máfico Garland

### 6.2.1. Geología descriptiva del geosítio Dique Máfico Garland

Fueron identificadas en el área de estudio las siguientes unidades geológicas:

- Granito rosado de la Faja Florida
- Dique de gabro
- Diques aplíticos y graníticos
- Cobertura cuaternaria de la Formación Libertad

#### *Granito rosado de la Faja Florida*

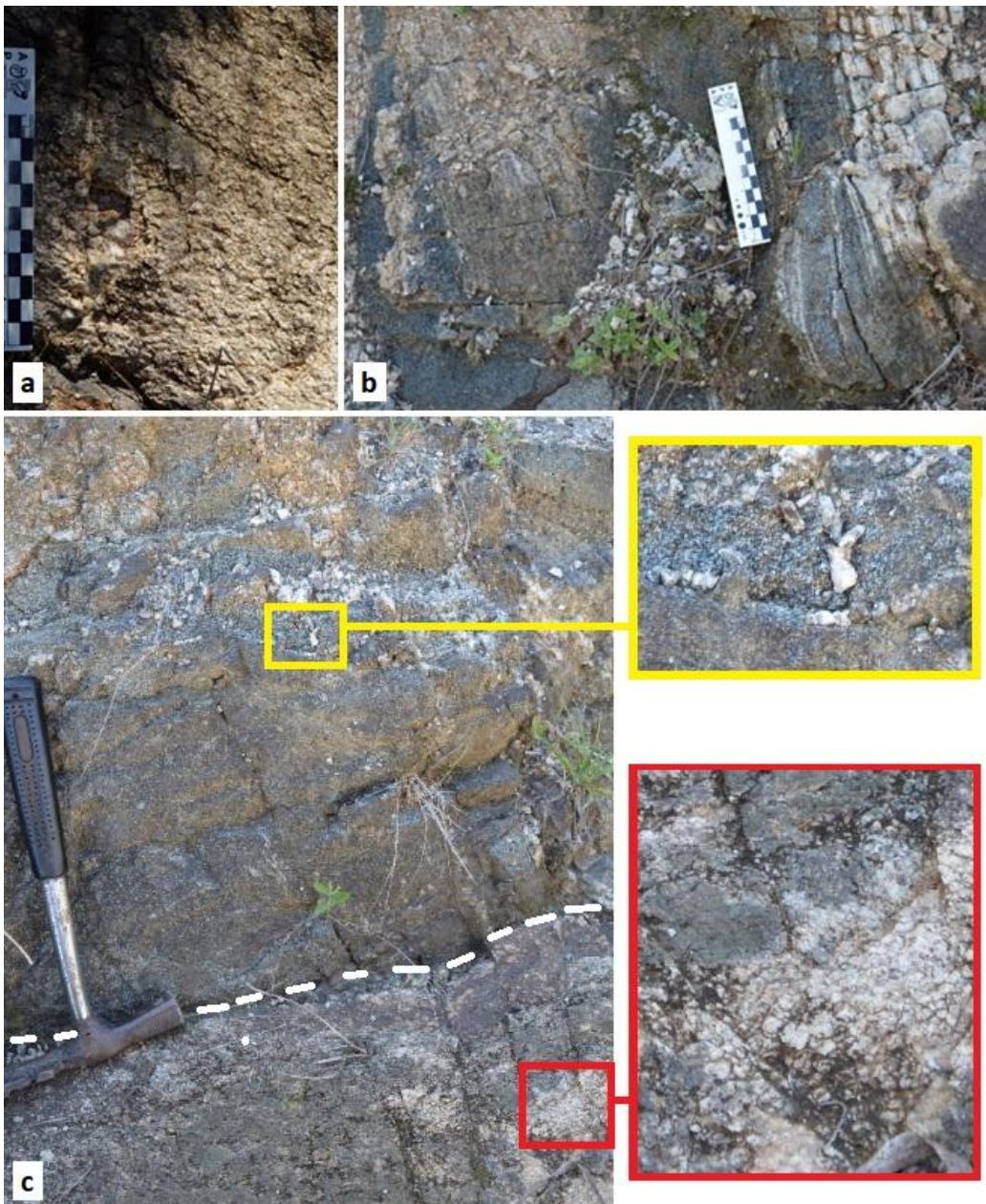
Esta unidad ocupa prácticamente la totalidad del área, constituyendo la roca caja de la zona de estudio. Se trata de una roca leucócrata de color rosado claro, fanerítica, holocristalina, hipidiomorfica, de equi a inequigranular, con cristales de cuarzo de hasta 3 mm (Fig. 41). La roca se encuentra diaclasada según los rumbos N80, N230 y N350, asimismo, el macizo se encuentra recortado por diques de diversas litologías, desde ácidos hasta básicos. En el sector central norte, próximo al arroyo Porongos, fue constatada la presencia de migmatitas (Fig. 42) en contacto con el granito, lo que hace pensar en que esta litología forma parte de la denominada faja granito-gnéisica. Por su parte, en el sector sureste también fue identificada la presencia del granito deformado, el cual se encontraba recortado por un dique de cuarzo de rumbo N90, el cual era atravesado por una falla con dirección N170 identificándose un desplazamiento dextral en el dique (Fig. 43).

A nivel de lámina delgada se identifica la presencia de cuarzo (40%), feldespatos alcalinos (25%) consistiendo en ortosa y microclina, plagioclasa (20%), biotita (10%), y como accesorios (5%) opacos, sericita, muscovita y epidoto. El cuarzo presenta recristalización, extinción ondulante y textura poligonal (juntas triples), asimismo, se identifican halos de alteración por circón en las biotitas (Fig. 44).

En función de las características de la roca se concluye que se trata de un monzogranito, perteneciente a la Faja Florida, integrante del grupo definido como granitos transamazónicos indiferenciados, por lo que se le atribuye una edad Paleoproterozoica.



**Fig. 41.** Vistas panorámica y de detalle de Granito de la Faja Florida: *izquierda*, afloramiento; *derecha*, muestra de mano.



**Fig. 42.** Vista en detalle de afloramiento de la Faja granito-gnéisica: **a)** granito rosado; **b)** migmatita; **c)** contacto granito-migmatita.



Fig. 43. Faja granito-gnéisica: dique de cuarzo con desplazamiento dextral.

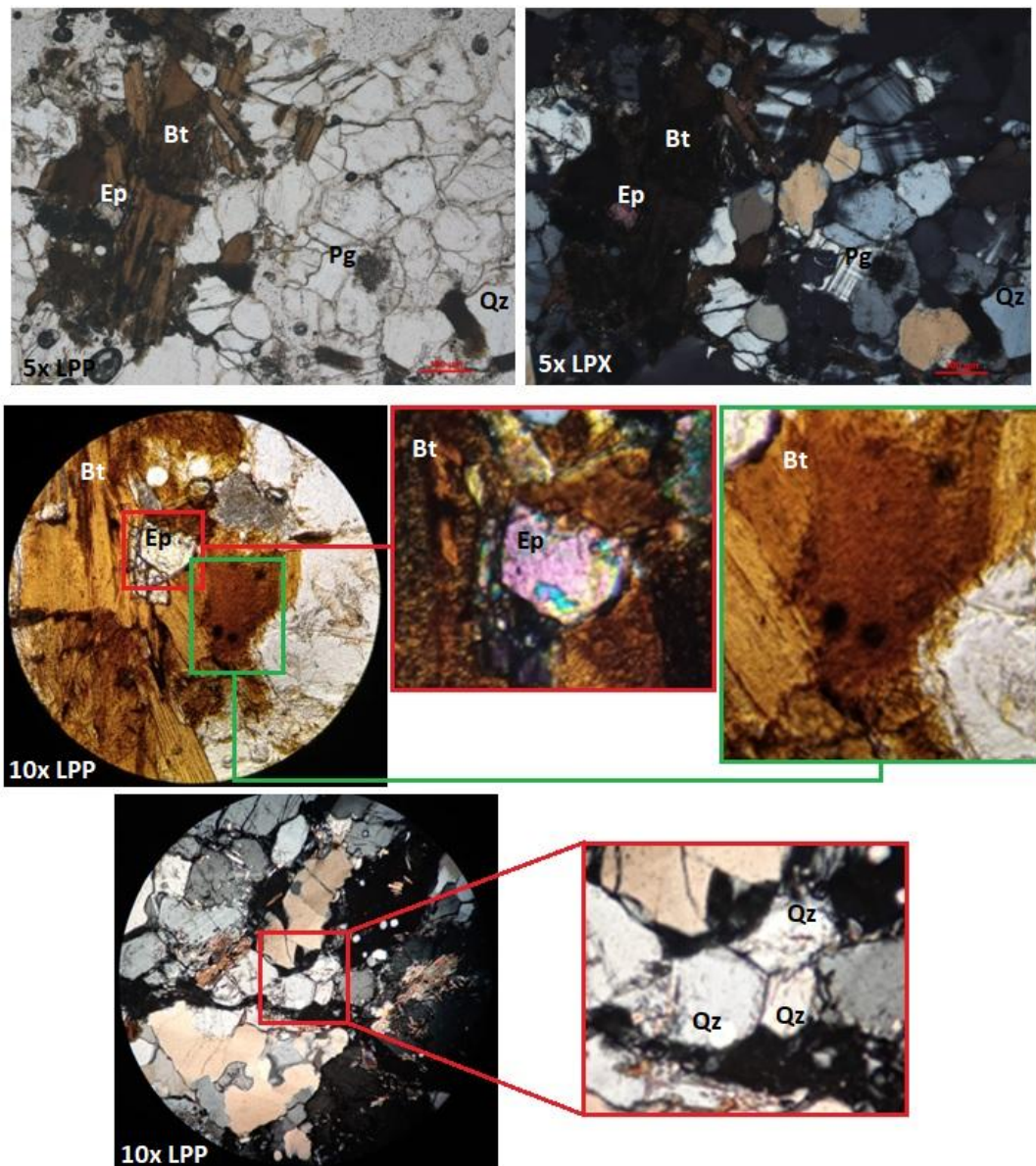
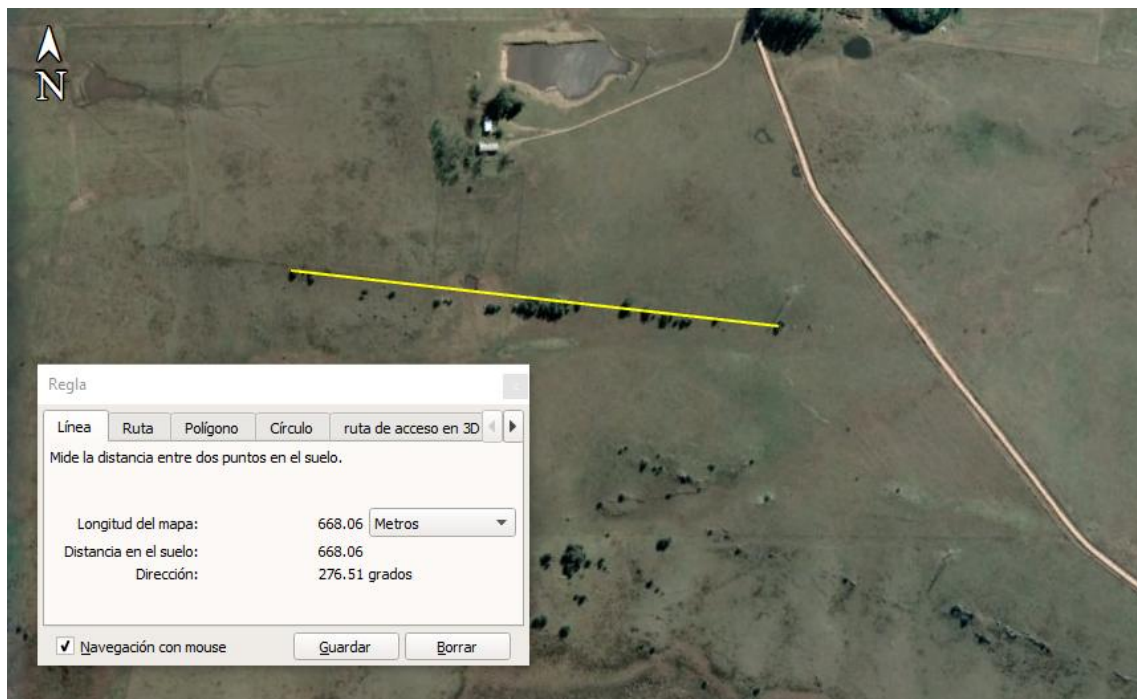


Fig. 44. Fotomicrografía de lámina delgada del granito de la Faja Florida. Se presenta detalle de epidoto, halos de alteración en las biotitas y cristales de cuarzo con juntas triples. *Referencias de la micrografía:* LPP: luz polarizada plana; LPX: luz polarizada cruzada; Qz: cuarzo; Pg: plagioclasa; Bt: biotita; Ep: epidoto.

### *Dique de gabro*

En el centro del área de estudio se encuentra un dique de gabro, el cual tiene un largo aproximado de 670 m y una dirección de rumbo prácticamente E-O (Fig. 45). Este dique aflora en forma de bochas continuas presentando un importante desarrollo arbustivo asociado a él (Fig. 46). A nivel de muestra de mano se aprecia como una roca melanócrata, de color gris oscuro a negro y holocristalina (Fig. 47). A nivel de lámina delgada se identifica la presencia de olivinos, orto y clinopiroxenos, plagioclasas y opacos; se aprecia que los piroxenos presentan uralitización a biotita y clorita y que los opacos son subautomorfos, en cuanto refiere a tamaño las plagioclasas alcanzan los 10 mm de largo en tanto olivinos y piroxenos llegan hasta 1 mm (Fig. 48). En función de las características petrográficas de la roca se concluye que este dique corresponde a un gabro.



**Fig. 45.** Imagen Google Earth del dique máfico, detalle de largo y dirección de rumbo.

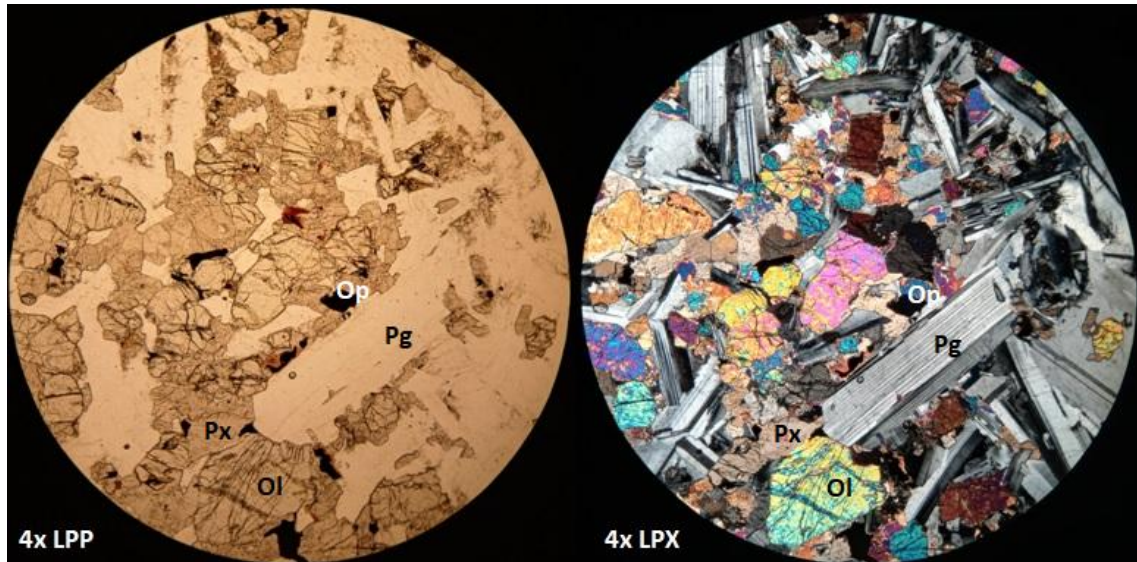


**Fig. 46.** Vista panorámica y en detalle del Dique máfico, se aprecia su afloramiento lineal y su expresión en bochas.



**Fig. 47.** Dique máfico: *izquierda*, afloramiento; *derecha*, muestra de mano, se identifica como una roca melanócrata holocristalina.

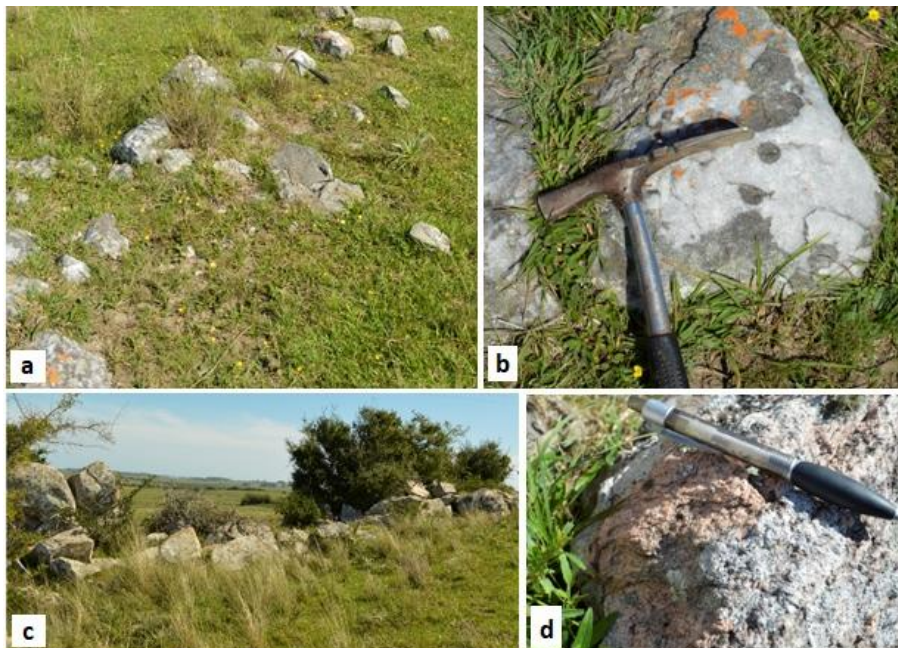




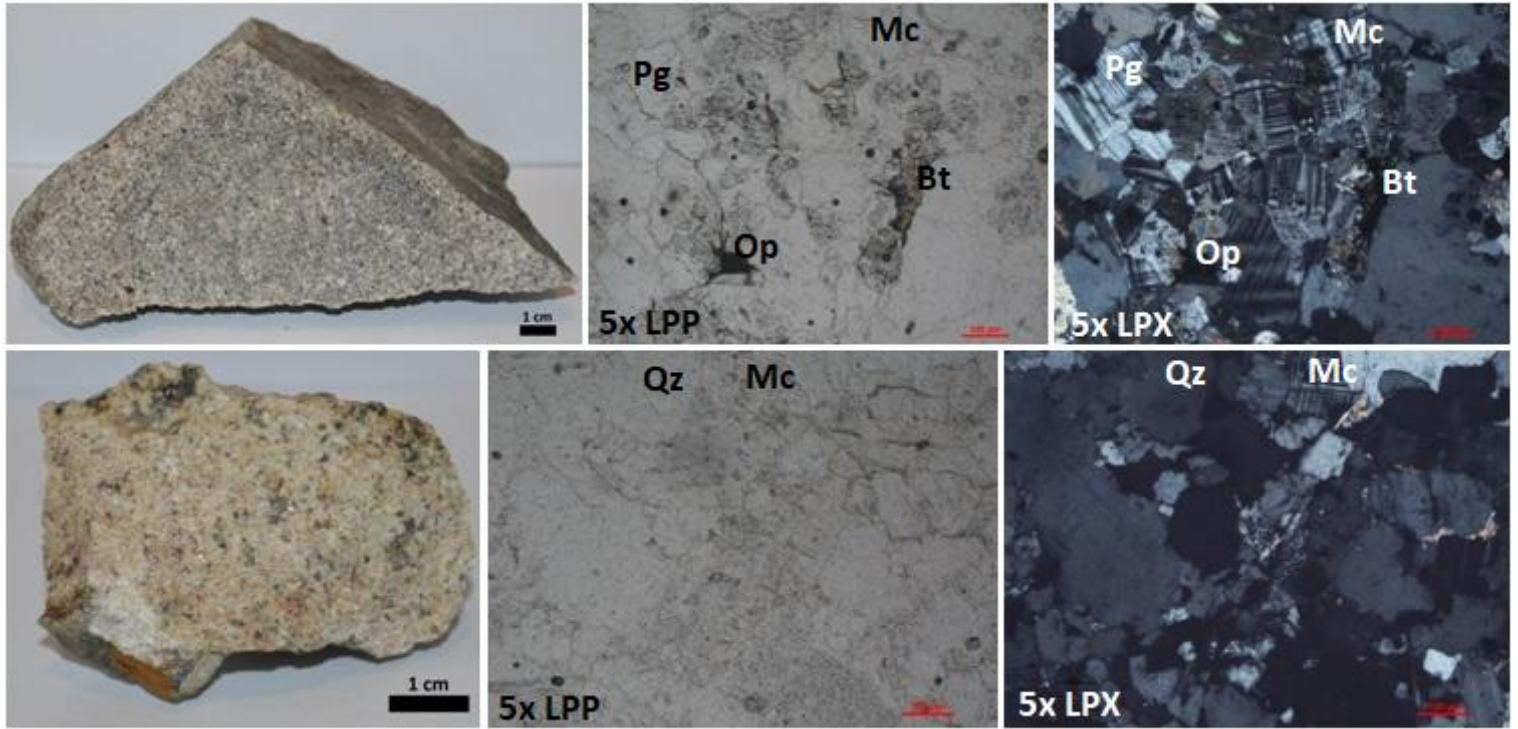
**Fig. 48.** Fotomicrografía de lámina delgada del dique máfico. *Referencias de la micrografía:* LPP: luz polarizada plana; LPX: luz polarizada cruzada; Pg: plagioclasa; Ol: olivino; Px: piroxeno; Op: mineral opaco.

### *Diques aplíticos y graníticos*

También fueron identificados en este entorno al geositio diques aplíticos y graníticos recortando a la roca caja. Los diques aplíticos presentan una predominancia de cuarzo, espesores que llegan hasta los 60 cm, con longitud métrica y direcciones de rumbo N80 (Fig. 49a,b). En tanto los diques graníticos presentan espesores métricos, largos que superan los 300 m y una dirección de rumbo N100 (Fig. 49c,d), los cuales en campo se identifican como rocas leucócratas de blanquecinas a rosa grisáceo, faneríticas, holocristalinas, hipidiomórficas, inequigranulares, con cristales de cuarzo de hasta 4 mm y acúmulos de biotitas de hasta 5 mm. A nivel de lámina delgada se identifica cuarzo, plagioclasa, feldespato alcalino (ortosa y microclina), biotita, muscovita y opacos, en líneas generales los cristales son de subhedrales a anhedrales, ocasionalmente se identifican feldespatos peritéticos y plagioclasas con textura gráfica y alteración a sericita (Fig. 50).



**Fig. 49.** a) Dique aplítico vista general; b) dique aplítico detalle; c) dique granítico vista general; d) dique granítico detalle.



**Fig. 50.** Muestras de mano de los diques graníticos con sus respectivas Fotomicrografías de láminas delgadas. *Referencias de las fotomicrografías:* LPP: luz polarizada plana; LPX: luz polarizada cruzada; Qz: cuarzo; Pg: plagioclasa; Mc: microclina; Bt: biotita; Op: opaco.

#### *Cobertura cuaternaria de la Formación Libertad*

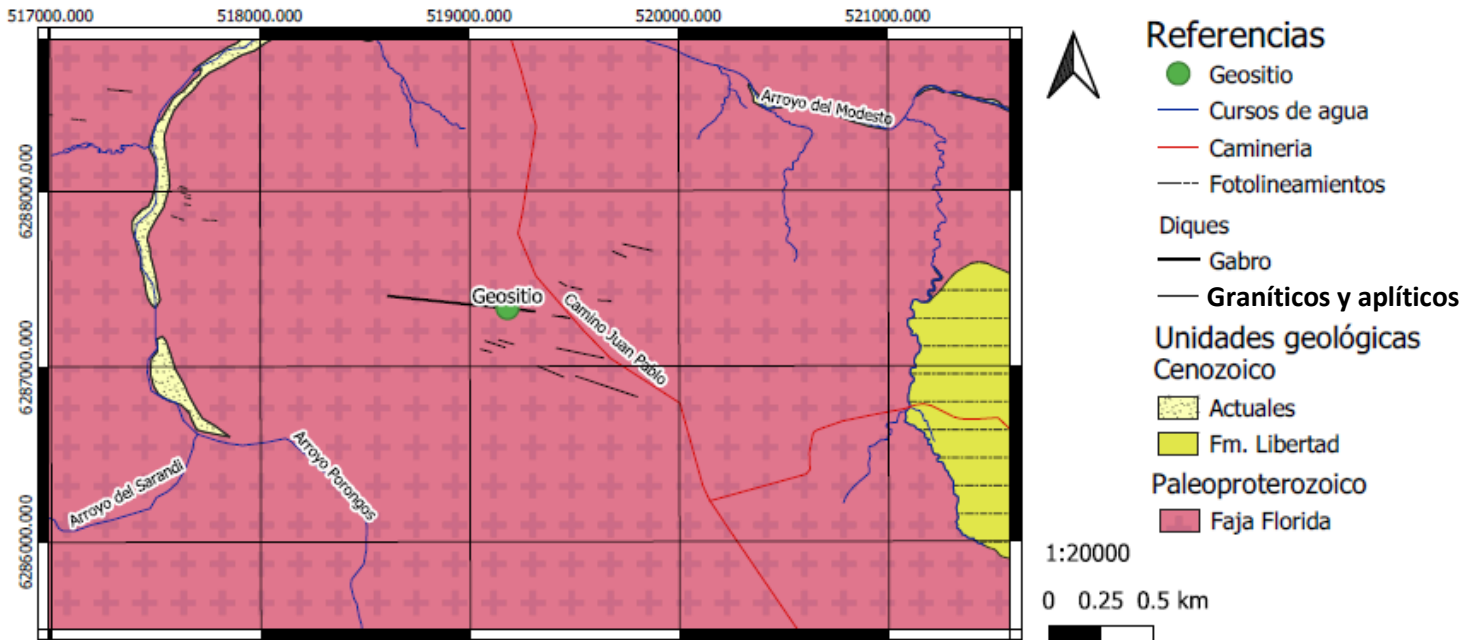
También en el área en torno al geosítio se identificó la presencia de una cobertura sedimentaria cuaternaria en algunos sectores ocupando principalmente interfluvios, la cual corresponde a sedimentos pelíticos (limo-arcillosos), de color marrón a ocre, más o menos loésicos, friables y masivos, con potencias de hasta 70 cm, según lo constatado mediante pala americana (Fig. 51). En base a las características de esta unidad se concluye que esta unidad corresponde a la Fm. Libertad, de edad Pleistocénica.



**Fig. 51.** Vista de la ejecución de sondeo con pala americana y detalle de muestra arcillo-limosa de la cobertura sedimentaria correspondiente a la Fm. Libertad (Pleistoceno).

A continuación se presenta el mapa geológico correspondiente al geositio Dique Máfico Garland.

### Mapa geológico del área del geositio Dique Máfico Garland



#### 6.2.2. Inventario patrimonial del geositio Dique Máfico Garland

La valoración patrimonial del geositio Dique Máfico según la metodología de García-Cortés *et al.* (2014) para las dimensiones Científica, Didáctica y Turístico-Recreativa (Tabla XI), arrojó los siguientes resultados:

- Científico 2,75 - medio
- Didáctico 2,88 - medio
- Turístico-Recreativo 2,63 - medio

**Tabla XI.** Valoración del geositio Dique Máfico Garland. Se detallan: parámetros evaluados, valoración inicial, coeficientes de ponderación y resultados finales; para las dimensiones Científica, Didáctica y Turístico-Recreativa.

Parámetro	Valor	Coeficientes de ponderación			Valores ponderados		
		Científico	Didáctico	Turístico	Científico	Didáctico	Turístico
Representatividad	1	30	5	0	30	5	0
Carácter de localidad tipo	0	10	5	0	0	0	0
Grado de conocimiento del lugar	0	15	0	0	0	0	0
Estado de conservación	4	10	5	0	40	20	0
Condiciones de observación	4	10	5	5	40	20	20
Rareza	0	15	5	0	0	0	0
Diversidad geológica	0	10	10	0	0	0	0
Espectacularidad o belleza	0	0	5	20	0	0	0
Contenido/uso divulgativo	1	0	0	15	0	0	15

Contenido/uso didáctico	1	0	20	0	0	20	0
Posibles actividades a realizar	1	0	0	5	0	0	5
Infraestructura logística	2	0	15	5	0	30	10
Entorno socioeconómico	1	0	0	10	0	0	10
Asociación con otros elementos del patrimonio natural, histórico o etnológico	0	0	5	5	0	0	0
Densidad de población	1	0	5	5	0	5	5
Accesibilidad	1	0	15	10	0	15	10
Tamaño del LIG	2	0	0	15	0	0	30
Cercanía a zonas recreativas	0	0	0	5	0	0	0

Valor LIG ( $\Sigma$ valores ponderados/40)		
2,75	2,88	2,63

### 6.3. San Martín del Yí

#### 6.3.1. Geología descriptiva del geosítio San Martín del Yí

Fueron identificadas en el área de estudio las siguientes unidades geológicas:

- Leucogranito del Complejo Marincho
- Diques graníticos y de cuarzo

##### *Leucogranito del Complejo Marincho*

Esta unidad aflora en forma de bochas a ambos lados del A° Carpintería (Fig. 52), se trata de una roca leucócrata de color rosado pálido, fanerítica, holocristalina, hipidiomorfica, de equi a inequigranular, con cristales de cuarzo y feldespato de hasta 3 mm (Fig. 53). Las bochas se encuentran degradadas debido a la ocurrencia de procesos de intemperismo y erosivos a modo de disyunción esferoidal y procesos de disolución (Fig. 54). Asimismo, se identifican planos de fractura recurrentes según las direcciones N170 y N270 (Fig. 55), fueron identificados algunos afloramientos en los cuales se aprecia una importante deformación del granito presentando una marcada foliación con dirección N 180 (Fig. 56).

A nivel de lámina delgada se identifican los siguientes minerales: cuarzo 35% (1,25-0,1 mm), biotita 10% (1-0,1 mm), muscovita 10% (0,5-0,1 mm), plagioclasa 20% (2,5-0,5 mm), feldespato 20% alcalino (1 mm), como accesorios se identifican circón en biotita, opacos y epidoto. Se observa la alteración de las plagioclasas a sericita, la presencia de feldespato peritítico y zoneados (Fig. 57).

En función de las características y ubicación de la unidad se concluye que se trata de un leucogranito a dos micas perteneciente al Complejo Marincho, por lo que tendría una edad Paleoproterozoica.



**Fig. 52.** Vista panorámica de leucogranito, y su expresión de afloramientos en bochas.



**Fig. 53.** Vista de bochas de leucogranito: *izquierda*, afloramiento en bocha fracturada ; *derecha*, muestra de mano.



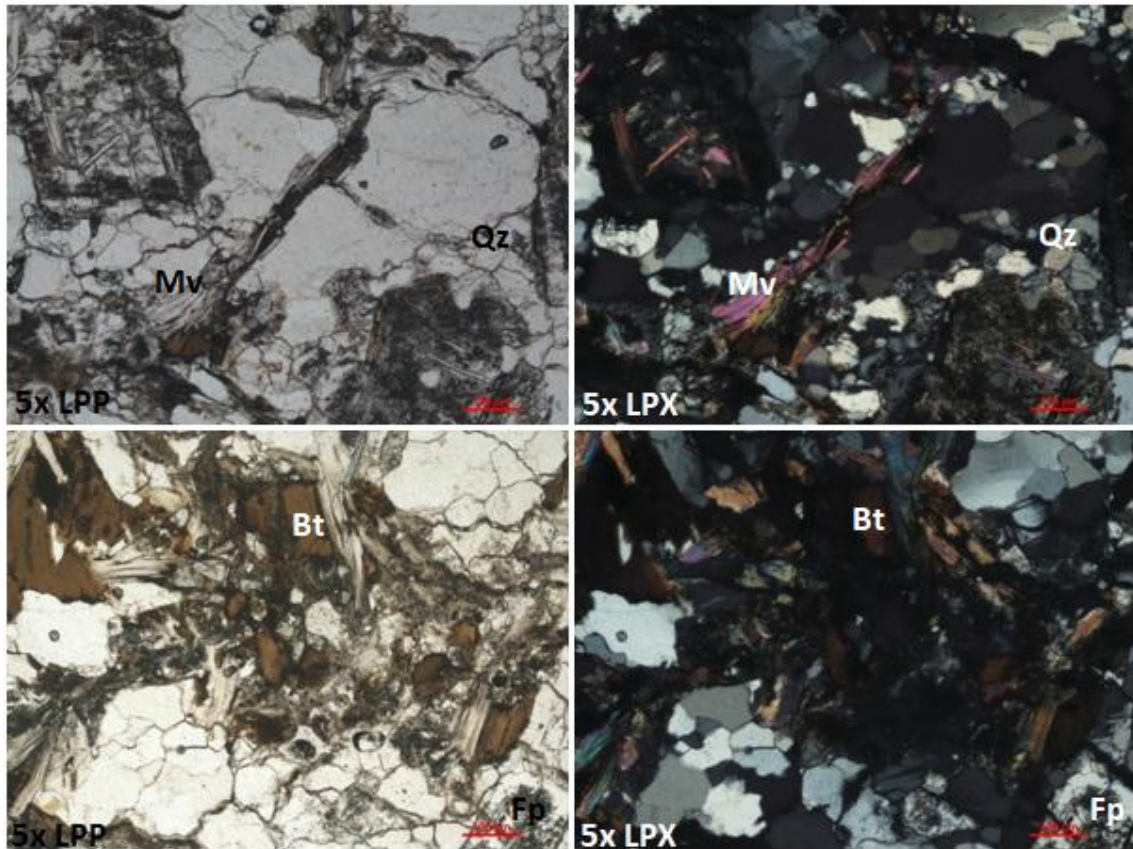
**Fig. 54.** Degradación por intemperismo de las bochas de leucogranito: *izquierda*, disyunción esférica; *derecha*, disolución (taffonis?).



**Fig. 55.** Vista panorámica de familias de diaclasas afectando al leucogranito, con rumbos N170 y N270.



**Fig. 56.** Leucogranito deformado: *izquierda*, vista de afloramiento; *derecha*, detalle de la foliación N 180.



**Fig. 57.** Fotomicrografía de láminas delgadas del leucogranito. *Referencias de la micrografía:* LPP: luz polarizada plana; LPX: luz polarizada cruzada; Qz: cuarzo; Bt: biotita; Mv: muscovita; Fp: feldespato.

#### *Diques graníticos y de cuarzo*

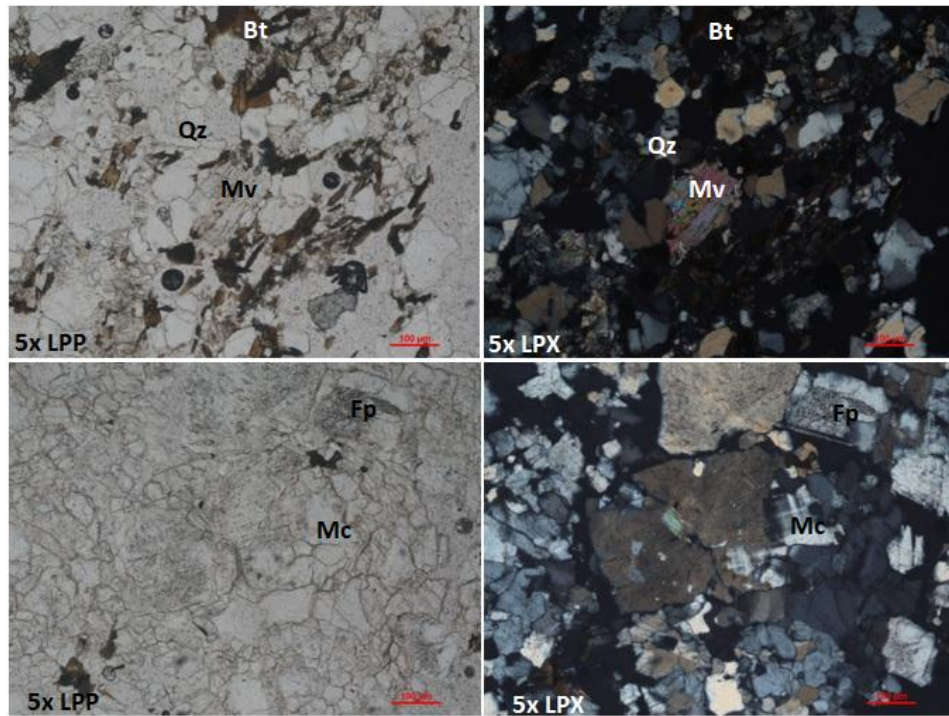
El leucogranito previamente descrito se encuentra recortado por diques graníticos y de cuarzo, con una dirección general N70 y longitudes que superan los 100 m. Los diques de cuarzo corresponden principalmente a cuarzo lechoso (Fig. 58) en tanto los diques graníticos corresponden a rocas leucócratas blanquecinas a rosadas, faneríticas, holocristalinas, hipidiomórficas, inequigranulares (Fig. 59), con cristales de cuarzo de hasta 1,3 cm y feldespato de hasta 1 cm en los diques más granudos. A nivel de lámina delgada los diques graníticos presentan cuarzo con tamaños de 0,75-0,1 mm, biotita de 0,75-0,05 mm, muscovita de 0,5-0,1 mm y en menor proporción feldespato alcalino, microclina y plagioclasas con alteración a sericita (Fig. 60).



**Fig. 58.** Detalle de dique de cuarzo.



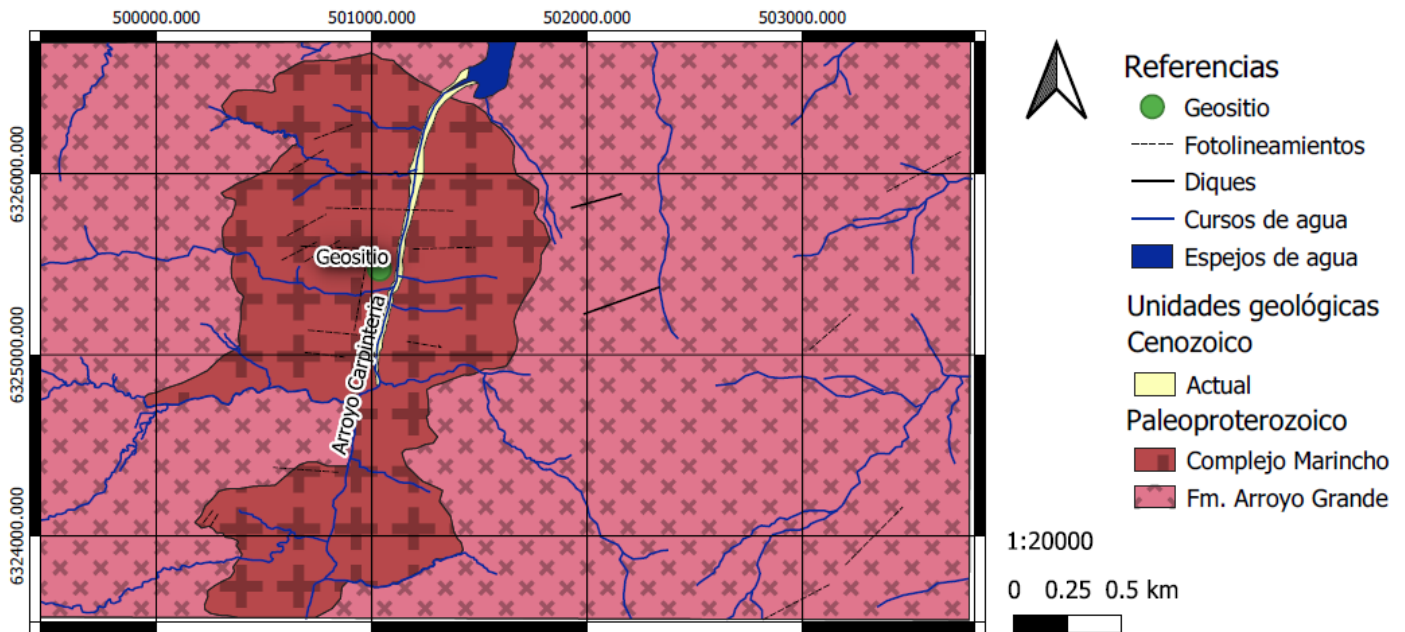
**Fig. 59.** Dique granítico: vista de afloramiento y muestra de mano.



**Fig. 60.** Fotomicrografía de láminas delgadas de los diques graníticos. *Referencias de la micrografía:* LPP: luz polarizada plana; LPX: luz polarizada cruzada; Qz: cuarzo; Bt: biotita; Mv: muscovita; Fp: feldespato; Mc: microclina.

A continuación se presenta el mapa geológico correspondiente al geosito San Martín del Yí.

## Mapa geológico del área del geosito San Martín del Yí





### 6.3.2. Inventario patrimonial del geositio San Martín del Yí

Aplicado el método de valoración patrimonial propuesto por García-Cortés *et al.* (2014) para las dimensiones Científica, Didáctica y Turístico-Recreativa (Tabla XII) en el geositio San Martín del Yí se obtuvieron los siguientes resultados:

- Científico 3,25 - medio
- Didáctico 2,13 - medio
- Turístico-Recreativo 2,5 - medio

**Tabla XII.** Valoración del geositio San Martín del Yí. Se detallan: parámetros evaluados, valoración inicial, coeficientes de ponderación y resultados finales; para las dimensiones Científica, Didáctica y Turístico-Recreativa.

Parámetro	Valor	Coeficientes de ponderación			Valores ponderados		
		Científico	Didáctico	Turístico	Científico	Didáctico	Turístico
Representatividad	1	30	5	0	30	5	0
Carácter de localidad tipo	1	10	5	0	10	5	0
Grado de conocimiento del lugar	0	15	0	0	0	0	0
Estado de conservación	4	10	5	0	40	20	0
Condiciones de observación	4	10	5	5	40	20	20
Rareza	0	15	5	0	0	0	0
Diversidad geológica	1	10	10	0	10	10	0
Espectacularidad o belleza	0	0	5	20	0	0	0
Contenido/uso divulgativo	1	0	0	15	0	0	15
Contenido/uso didáctico	1	0	20	0	0	20	0
Posibles actividades a realizar	2	0	0	5	0	0	10
Infraestructura logística	0	0	15	5	0	0	0
Entorno socioeconómico	1	0	0	10	0	0	10
Asociación con otros elementos del patrimonio natural, histórico o etnológico	0	0	5	5	0	0	0
Densidad de población	1	0	5	5	0	5	5
Accesibilidad	0	0	15	10	0	0	0
Tamaño del LIG	2	0	0	15	0	0	30
Cercanía a zonas recreativas	2	0	0	5	0	0	10

Valor LIG  
( $\Sigma$  valores ponderados/40)

3,25	2,13	2,5
------	------	-----

## 7. DISCUSIÓN

Fueron relevados cuatro geositos del GMU Grutas del Palacio: Pictografía Chamangá, Gabro Chamangá, Dique Máfico y San Martín del Yí. Las áreas estudiadas presentan unidades litológicas de origen tanto ígneo como sedimentario, con edades Paleoproterozoica, Cretácico Tardío y Pleistoceno, además de la cobertura sedimentaria actual asociada a los cursos de agua.

Algunas de las unidades geológicas identificadas en las áreas de estudio presentan una gran relevancia a nivel nacional tanto a nivel académico como económico/productivo, destacando el “Granito de Chamangá” (granodiorita) y el “Microgabro Chamangá” (perteneciente al Haz de diques del Río de la Plata). En ambos casos se trata de rocas con explotación minera de larga data en nuestro país, pudiendo ser explotadas con fines ornamentales con colocación en mercados externos. Por otra parte, ambas unidades presentan una gran importancia a nivel académico, en el caso de los microgabros por constituir un haz de diques presente únicamente en el Terreno Piedra Alta cuyo comportamiento estructural cambia conforme se acercan al límite este del terreno brindando información muy relevante para la tectonoestratigrafía del Uruguay. En tanto el “Granito de Chamangá” ha hecho las veces de lienzo donde se ha plasmado parte de la historia de comunidades antiguas de nuestro país, en cuanto refiere a los pobladores originarios, a través de las pinturas rupestres en esa zona, localidad que representa el mayor acúmulo de pinturas rupestres de todo el Uruguay, situación que le significó la declaratoria de Monumento Histórico Nacional y posteriormente, su ingreso al Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

Referente al geosito Dique Máfico Garland, si bien a primera vista podría pensarse que se trata de uno de los microgabros del Haz de diques del Río de la Plata, de su estudio surge que tanto la dirección E-O del dique como su composición mineralógica constituida por plagioclasas, piroxenos y olivinos no es consistente con la de los diques de microgabro del Haz de diques del Río de la Plata, puesto que estos presentan un rumbo N60-70E y su mineralogía no incluye olivino (Morales Demarco *et al.* 2011; Morales Demarco *com.pers.*). Por lo tanto se descarta la posibilidad de que el Dique Máfico Garland forme parte del Haz de diques del Río de la Plata, siendo por tanto plausible la hipótesis de que sea un dique de gabro independiente a aquéllos. Situación que ameritará estudios posteriores para determinar su edad, por ejemplo.

En lo que refiere al método de inventario, fue aplicado el abordaje metodológico propuesto por García-Cortés *et al.* (2014), obteniendo que todos los geositos presentaban una valoración como Lugar de Interés Geológico entre medio y alto, siendo los geositos con valoración alta Pictografía Chamangá, tanto para la dimensión científica como para la didáctica y el Gabro Chamangá para la dimensión didáctica.

## 8. CONCLUSIONES

En base a lo expuesto en los capítulos precedentes se concluye que:

1. La realización de un inventario geológico es una etapa fundamental en un geoparque, puesto que permite conocer en profundidad la geodiversidad de una región y reconocer sitios-clave para valorar su potencial a través de diversas dimensiones como la científica, la didáctica y la turística.
2. Los geoparques presentan un importante potencial para el desarrollo educativo y económico en las comunidades locales, lo cual debe ser evaluado en mayor profundidad y gestionado de forma participativa con los diferentes actores locales (de gobierno y sociedad civil organizada).
3. Los geositios caracterizados geológicamente y evaluados en este trabajo son el reflejo en su conjunto de una geodiversidad relativamente considerable, desde el punto de vista litológico y temporal, siendo algunas de sus unidades de gran relevancia para el país, tanto a nivel académico como productivo.
4. Se descarta –en principio– la posibilidad de que el dique del geositio Dique Máfico Garland forme parte del Haz de diques del Río de la Plata, por sus atributos mineralógicos y estructurales.
5. Según el método de García-Cortés *et al.* (2014) todos los geositios estudiados presentan una valoración como Lugar de Interés Geológico entre medio y alto, siendo los geositios con valoración alta Microgabro Chamangá para las dimensiones científica (3,5) y didáctica (3,88) y Pictografía Chamangá para las dimensiones científica (4,63) y didáctica (3,88).

## 9. AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi tutor, Dr. César Goso, por la posibilidad de realizar la tesis en una temática tan interesante, que permite abordar a la geología desde un encuadre patrimonial que dialoga activamente con otras disciplinas.

A Mauricio Faraone y Joan Manuel González por su colaboración en las salidas de campo, a Patricia Gallardo por su ayuda en el análisis de las muestras de mano y láminas delgadas de las rocas ígneas y a Claudio Gaucher por su colaboración en la descripción de la lámina delgada de la caliza.

A la “geogente”, esos **excelentes compañeros y amigos** que conocí durante el desarrollo de la carrera y que fueron un importante sostén durante la misma, destacando muy especialmente a Daniel Picchi, Patricia Gallardo, Analía Olivera, Lucía Vivanco, Isabel Mosco, Juan Martín Rivero y Natalia Martino.

A todos ustedes, muchas gracias.

## 10. REFERENCIAS

### Bibliografía

- BOSSI, J. 2010. Evolución de la litósfera durante el predevónico de Uruguay: un predominio de transcurencias. *Revista de la Sociedad Uruguaya de Geología*, 17: 3-14.
- BOSSI, J. & PIÑEYRO, D. 2014. Capítulo 2: Terreno Piedra Alta. En: BOSSI, J. & GAUCHER, C. (Eds.) *Geología del Uruguay - Tomo 1: Predevónico*. Impresora Polo, Uruguay. 450 pp. ISBN 978-9974-0-1121-2.
- BRILHA, J. 2005. Capítulo 2: Geoconservação. En: PALIMAGE (Ed.) *Património geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica*. Publicaciones Palimage, Portugal. 183 pp. ISBN 972-8575-90-4.
- CABALLERO, J. 2020. Inventario de geositos en el Geoparque Mundial UNESCO Grutas del Palacio. *Tesis de grado*. Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Uruguay. 84 pp.
- CARCAVILLA, L.; LÓPEZ, J. & DRUÁN, J. 2007. Capítulo 5: Geodiversidad. En: CARCAVILLA, L.; LÓPEZ, J. & DRUÁN, J. (Eds.) *Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos*. Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España, España. 360 pp. ISBN 84-7840-710-1.
- CONSENS, M. & BESPALI, Y. 1981. Localidad Rupestre de Chamangá (Dpto. de Flores, Uruguay). *Comunicaciones Antropológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo*, 1(9): 1-24.
- MARTÍNEZ, P. 2021. Inventario de geositos para la geoconservación en los Geositos Balneario Don Ricardo, Piedras Blancas y Falla Villasboas, en el Geoparque Mundial UNESCO Grutas del Palacio. *Tesis de grado*. Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Uruguay. 87 pp.
- MORALES DEMARCO, M.; OYHANTÇABAL, P.; STEIN, K. & SIEGSMUND, S. 2011. Black dimensional stones: geology, technical properties and deposit characterization of the dolerites from Uruguay. *Environmental Earth Sciences*, 63: 1879-1909.
- FLORINES, A. 2001. Relevamiento arqueológico de la localidad rupestre del A° Chamangá, Flores. *Publicaciones del X Congreso de Arqueología*, Uruguay. 23 pp. ISBN 9974-7811-0-8.
- GARCÍA-CORTÉS, A.; CARCAVILLA, L.; DÍAZ-MARTÍNEZ, E.; VEGAS, J.; APOITA, B.; ARRIBAS, A.; BELLIDO, F.; BARRÓN, E.; DELVENE, G.; DÍAZ, E.; DÍEZ, A.; DURÁN J.; GUILLÉN-MONDÉJAR, F.; HERRERO, N.; JIMÉNEZ, R.; LÓPEZ-MARTÍNEZ, J.; MAZADIEGO, L.; MENÉNDEZ, S.; PARADAS, A.; PUCHE, O.; PUGA, E.; RÁBANO, I.; SALAZAR, A.; SANTOS, J. & VIDAL, J. 2014. Documento metodológico para la elaboración del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG). Versión 5/12/2014. Instituto Geológico y Minero de España, España. 64 pp.
- GOSO, C. & PEREA, D. 2004. Capítulo VII: 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 de Uruguay: geología, paleontología y recursos naturales - Mesozoico*. DIRAC/FCIEN, Uruguay. 213 pp. ISBN 9974-0-0259-1.
- GOSO, C.; CHULEPIN, H.; MARTÍNEZ, E.; ROJAS, A.; UBILLA, M. & AMIR, K. 2016. Uruguay. En: PALACIO, J.; SÁNCHEZ, J. & SCHILLING, M. (Eds.) *Patrimonio geológico y su conservación*

- en América Latina: Situación y perspectivas nacionales*. Publicaciones de la Universidad Nacional Autónoma de México – Serie: Libros de Investigación, México. 265 pp. ISBN 978-607-02-8374-1.
- IRAZÁBAL, H.; ETCHEGARAY, M. & FLORINES, A. 2006. Paisaje protegido Localidad Rupestre de Chamangá. *Propuesta de ingreso al Sistema Nacional de Áreas Protegidas*, Uruguay. 26 pp.
- MARTÍNEZ, S. & UBILLA, M. 2004. Capítulo IX: El Cuaternario de Uruguay. En: VEROSLAVSKY, G.; UBILLA, M. & MARTÍNEZ, S. (Eds.) *Cuencas Sedimentarias de Uruguay: geología, paleontología y recursos naturales - Cenozoico*. DIRAC/FCIEN, Uruguay. 448 pp. ISBN 9974-0-0238-9
- MEDINA, W. 2015. Importancia de la Geodiversidad. Método para el inventario y valoración del Patrimonio Geológico. *Serie correlación geológica*, 31(1): 57-72.
- MOTTA, M.; BRILHA, J.; DE LIMA, F.; VARGAS, J.; PÉREZ-AGUILAR, A.; ALVES, A.; DA CRUZ, G.; DULEBA, W.; MEIRA, F.; FERNANDES, L.; DE SOUTO, M.; GARCIA, M.; DE ASSIS, V.; MARTIS, L.; BARTOLOMEU, M.; RICARDI-BRANCO, F.; SANCHES, J.; SALLUM, W.; DE GOUVEIA, C.; BERNARDES-DE-OLIVERA, 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. *Geoheritage* 10: 239-258. DOI 10.1007/s12371-016-0215-y
- OYHANTÇABAL, P.; SIEGESMUND, S. & WEMMER, K. 2011. The Río de la Plata Craton: a review of units, boundaries, ages and isotopic signatures. *International Journal of Earth Sciences*, 100: 201-220. <https://doi.org/10.1007/s00531-010-0580-8>
- PALACIO, J.; SÁNCHEZ, J. & SCHILLING, M. 2016. Presentación. En: PALACIO, J.; SÁNCHEZ, J. & SCHILLING, M. (Eds.) *Patrimonio geológico y su conservación en América Latina: Situación y perspectivas nacionales*. Publicaciones de la Universidad Nacional Autónoma de México-Serie: Libros de Investigación, México. 265 pp. ISBN 978-607-02-8374-1.
- PICCHI, D. 2018. Evaluación de metodologías para el inventario de Geositios del Geoparque Mundial UNESCO Grutas del Palacio. *Tesis de grado*. Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Uruguay. 127 pp.
- PRECIOZZI, F.; SPOTURNO, J.; HEINZEN, W. & ROSSI, P. 1985. Memoria explicativa de la carta geológica del Uruguay a la escala 1:500.000. *DINAMIGE*. Uruguay. 97 pp.
- UNESCO 2010. Guidelines and Criteria for National Geoparks seeking UNESCO's assistance to join the Global Geoparks Network (GGN). 12 pp.

#### *Documentos normativos*

- Resolución 217/999 del 6 de abril de 1999, Poder Ejecutivo. Declaratoria de Monumento Histórico Nacional para las pictografías de la Localidad Rupestre Chamangá.
- Decreto 11/010 del 12 de enero de 2010, Poder Ejecutivo. Incorporación de la Localidad Rupestre Chamangá al Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

### *Cartas geográficas*

- L22 - Porongos. Sistema Geográfico Militar, escala 1:50.000.
- M20 - Paso del Puerto. Sistema Geográfico Militar, escala 1:50.000.

### *Sitios web*

- IMPO (Normativa y avisos legales)  
<https://www.impo.com.uy/>  
Acceso: 8 de mayo de 2021
- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.  
<https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/politicas-y-gestion/servicio-wms-coneat>  
Acceso: 23 de abril de 2023
- Red Global de Geoparques (Guías y criterios)  
[http://www.globalgeopark.org/uploadfiles/2012\\_9\\_6/ggn2010.pdf](http://www.globalgeopark.org/uploadfiles/2012_9_6/ggn2010.pdf)  
Acceso: 30 de marzo de 2021
- Sistema Nacional de Áreas Protegidas  
<http://www.snap.gub.uy>  
Acceso: 3 de mayo de 2021
- Visualizador Dirección Nacional de Recursos Naturales Renovables  
<http://web.renare.gub.uy/js/visores/coneat/>  
Acceso: 13 de mayo de 2021.
- Visualizador Geológico Minero (Dirección Nacional de Minería y Geología)  
<http://visualizadorgeominero.dinamige.gub.uy/DINAMIGE Mvc2/>  
Acceso: 11 de mayo de 2021
- Visualizador Ministerio de Ambiente (Sistema de Información Ambiental)  
<https://www.ambiente.gub.uy/visualizador/index.php?vis=sig#>  
Acceso: 3 de mayo de 2021
- Visualizador Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial (Sistema de Información Territorial)  
<https://sit.mvotma.gub.uy/js/sit/>  
Acceso: 3 de mayo de 2021