

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Evaluación del geopatrimonio y su incidencia científico-social para la promoción del geoturismo. Parque Nacional El Cajas, Ecuador

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero en Geología

Presentado por:

Kenny Jairo Dueñas Tovar

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2021

DEDICATORIA

A mi mamá Cecilia, fuente de inspiración moral, y principal motor de motivación durante toda mi vida académica.

A mi papá Jairo, mi hermano Zamir, mi abuelita María, Tía Jessica, y demás tíos, primos. Por estar allí siempre que lo he necesitado y sus buenos deseos que me incentivan a salir adelante.

A mi amiga Nicole y toda su hospitalaria familia, brindándome su apoyo durante el desarrollo de este proyecto.

De igual forma, a mi amigo Christian por darme su mano amiga en el momento que necesité de su ayuda.

AGRADECIMIENTOS

Al Centro de Investigación y Proyectos Aplicados a las Ciencias de la Tierra (CIPAT-ESPOL), por su apertura en la materialización de este trabajo. A mis tutores, los Doctores Ing. Paúl Carrión, Ph.D., Ing. Fernando Morante, Ph.D., e Ing. María Fernanda Jaya, pilares fundamentales en el desarrollo de este proyecto. Así como a Don Carlos Lazo, por su paciencia y colaboración, y a la Ing. Ximena Quiñónez, por su ayuda en las etapas iniciales para ingresar a materia integradora.

Al Parque Nacional El Cajas, por su atención en varias etapas de este proyecto.

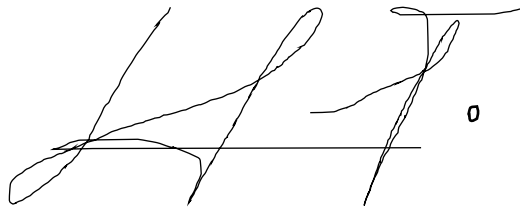
A la Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, por suministrarme estos años de conocimientos que serán de gran utilidad en mi futura vida profesional.

Al Ing, David Altamirano, M.Sc. por su atenta coordinación en el desarrollo de la materia integradora.

Al Ing. Edison Navarrete, agradezco los valiosos consejos proporcionados.

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, me corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Yo, Kenny Jairo Dueñas Tovar doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping loops and lines, positioned above a horizontal line.

Kenny Jairo Dueñas Tovar

EVALUADORES

Ing. David Altamirano, M.Sc.

PROFESOR DE LA MATERIA

Ing. Paúl Carrión, Ph.D.

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

La diversidad de un ecosistema comprende la geodiversidad y la biodiversidad, además de la diversidad cultural del territorio y sus habitantes. El geopatrimonio del Parque Nacional El Cajas (PNC), ha sido poco documentado a pesar de su relevancia geológica, influenciada por el período glacial del Pleistoceno, reflejada en las múltiples geoformas glaciares del lugar. Este trabajo realiza una puesta en valor de los principales elementos geológicos del PNC, mediante una comparación de las metodologías de evaluación de geositios: Brilha (2016) y la de García-Cortés & Carcavilla (2018), conocida como IELIG, que lleve a la configuración de un análisis cualitativo que permita estrategias de desarrollo sostenible. Se proponen cuatro etapas: i) Recopilación de información básica del sector, ii) Reconocimiento y selección de los sitios de interés geológico, iii) Evaluación de geositios y iv) Análisis DAFO por criterio de expertos, formulación de estrategias y recomendaciones, de geoconservación y desarrollo sostenible. Como resultados se presentan 9 geositios escogidos en base a representatividad de elementos geológicos glaciares. En adición, la mayor parte de los geositios inventariados, en su evaluación metodológica presentan valores que van de medio a muy alto en interés: científico, turístico, educativo. Revelando que el PNC, posee alto nivel de representatividad en geomorfología glacial, determinantes para enfoques geoturísticos y futuros reconocimientos internacionales, tomando como ejemplo, la Red de Geoparques Mundiales de la UNESCO. Este estudio permitió generar estrategias de sostenibilidad, y se proponen criterios de gestión que integran una impronta científica con la magnificencia del sector.

Palabras Clave: geoturismo, geomorfología glacial, geositios, geopatrimonio, geoconservación

ABSTRACT

The diversity of an ecosystem includes geodiversity and biodiversity, as well as the cultural diversity of the territory and its inhabitants. Geoheritage of El Cajas National Park (PNC) has been little documented despite its geological relevance, influenced by the Pleistocene glacial period, reflected in the multiple glacial geofoms of the place. This work makes a valuation of the main geological elements of the PNC, by means of a comparison of the geosite evaluation methodologies: Brilha et al. (2016) and García-Cortés & Carcavilla (2018), as known as IELIG, for the configuration of a qualitative analysis that allows sustainable development strategies. Four stages are proposed: i) Compilation of basic information on the sector, ii) Recognition and selection of sites of geological interest, iii) In situ evaluation of geosites and iv) SWOT analysis by expert criteria, formulation of strategies and recommendations, of geoconservation and sustainable development. As results are presented 9 geosites chosen based on representativeness of glacial geological elements. In addition, most of the inventoried geosites, in their methodological evaluation, present values that go from medium to very high in interest: scientific, tourist and educational. Revealing that the PNC has a high level of representation in glacial geomorphology, determining factors for geotourism approaches and future international recognition, taking as an example, the UNESCO Global Geoparks Network. This study made it possible to generate sustainability strategies, some managements criteria are proposed that integrate a scientific imprint with the magnificence of the sector.

Keywords: geoheritage, geoconservation, glacial geomorphology, geotourism, geosites

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	VI
ABSTRACT	VII
ÍNDICE GENERAL	VIII
ABREVIATURAS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE TABLAS.....	XII
CAPÍTULO 1	1
1. Introducción	1
1.1 Descripción del problema	2
1.2 Justificación del problema	3
1.3 Objetivos	4
1.3.1 Objetivo General	4
1.3.2 Objetivos Específicos.....	4
1.4 Marco teórico.....	5
1.4.1 Experiencias de evaluación de geositos a nivel mundial y nacional	5
1.4.2 Ejemplos de evaluación de geositos en ambientes glaciares	5
1.4.3 Geoformas glaciares	6
1.4.4 Geología Regional	8
1.4.5 Geología Local.....	9
1.4.6 Geomorfología del PNC	11
CAPÍTULO 2	12
2. Metodología.....	12
2.1 Fase I: Análisis de información básica del sector y metodologías de evaluación .	13
2.1.1 Métodos existentes en la actualidad para evaluación de geositos.....	13
2.2 Fase II: Reconocimiento y selección de Lugares de Interés Geológico	14
2.2.1 Ficha de inventario de LIG	14

2.3	Fase III: Evaluación de geositios	17
2.3.1	Metodología 1 – Brilha (2016)	17
2.3.2	Metodología 2 – García-Cortés & Carcavilla / IELIG (2018)	19
2.4	Fase IV: Análisis cualitativo de los geositios	21
2.4.1	Matriz DAFO	21
CAPÍTULO 3		22
3.	Resultados y análisis	22
3.1	Lista de Lugares de Interés Geológico seleccionados	22
3.2	Resultados de evaluación bajo Metodología 1	23
3.3	Resultados de evaluación bajo Metodología 2	25
3.4	Análisis DAFO	28
CAPÍTULO 4		31
4.	Análisis final, conclusiones y recomendaciones	31
4.1	Discusión de resultados obtenidos	31
4.2	Conclusiones	35
4.3	Recomendaciones	37
BIBLIOGRAFÍA		38
APÉNDICES		47

ABREVIATURAS

PNC	Parque Nacional El Cajas
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
SNAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Ministerio de Ambiente y Agua, Ecuador
ONU	Organización de las Naciones Unidas
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
UGGp	Unesco Global Geopark / Geoparque Mundial de la UNESCO (<i>en español</i>)
LIG	Lugar de importancia geológica
IEE	Instituto Espacial Ecuatoriano
IIGE	Instituto de Investigación Geológico y Energético, Ecuador
IELIG	Inventario Español de Lugares de Importancia Geológica
MAGAP	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, Ecuador

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Diagrama de clasificación de geoformas glaciares comunes.....	6
Figura 1.2. Esquema de geoformas de ambientes glaciares	8
Figura 1.3. Mapa simplificado de la Geología del Ecuador	9
Figura 1.4. Mapa geológico del Parque Nacional El Cajas.	10
Figura 1.5. Geoformas del Parque Nacional El Cajas.....	11
Figura 2.1. Diagrama de trabajo del proyecto.....	12
Figura 2.2. Diagrama de fichas de geositios.....	16
Figura 3.1. Mapa de ubicación de geositios evaluados.....	23
Figura 3.2. Tabulación de evaluación de geositios usando Metodología 1	24
Figura 3.3. Grado de degradación de geositios usando Metodología 1	25
Figura 3.4. Interés promedio de geositios usando Metodología 2.....	27
Figura 3.5. Susceptibilidad a degradación de geositios según Metodología 2	27
Figura 3.6. Prioridad de protección de geositios según Metodología 2	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Resumen de geoformas glaciares más importantes y sus características	7
Tabla 2.1. Elementos presentes en los métodos de evaluación más conocidos	13
Tabla 2.2. Resumen de la relación entre los parámetros y valores, con rangos y ponderaciones.....	18
Tabla 2.3. Categorías de degradación de sitios.....	19
Tabla 2.4. Resumen de la relación entre los parámetros y valores (Científico, Académico y Turístico), con rangos y ponderaciones	19
Tabla 2.5. Dimensiones de análisis de la susceptibilidad de degradación (2 dimensiones: Vulnerabilidad y Fragilidad)	20
Tabla 2.6. Prioridad de protección de geositios	20
Tabla 3.1. Lista de sitios de interés geológico seleccionados para el análisis	22
Tabla 3.2. Resultados de evaluación de geositios usando Metodología 1	23
Tabla 3.3. Resultados de evaluación de geositios usando Metodología 2	26
Tabla 3.4. Matriz DAFO resumida (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades)	30

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

El término geopatrimonio ha sido mencionado dentro de las geociencias en los últimos años, y comúnmente se refiere a la parte abiótica de un ecosistema (ProGEO, 2011), y puede servir como una herramienta comunicacional para la divulgación de la diversidad geológica dentro de un área determinada (Macadam, 2018; Tormey, 2019). En esa visión, constituyen el motivo principal de las estrategias de cualquier iniciativa de geoparque, definidos como extensiones de territorio cuya importancia geológica se maneja bajo un concepto holístico de protección, educación y sostenibilidad (Keever & Zouros, 2005; Patzak & Eder, 1998).

En los geoparques, se localizan sitios donde se manifiesta dicha importancia, los cuales son ejemplo de singularidad (Henriques et al., 2011; ProGEO, 1991), la literatura los denomina “geositios”. Cuando están asociados a la geomorfología, se los reconocen como geomorfositos, cuya etimología proviene de la unión de las palabras “geomorfología” y “sitios” (Panizza, 2001), donde la particularidad de este tipo de lugares reside en que tienen testimonio de eventos que ayudan a entender la historia de la vida en la superficie del planeta (Emmanuel Reynard, 2009).

Una de las principales variables para la promoción de un sitio la constituye su valor paisajístico-geomorfológico, debido a que la observación del relieve tiene una percepción inicial significativa por parte de cualquier espectador o visitante (Pralong & Reynard, 2005). Ruban (2017), al hacer un análisis de los principales elementos de geodiversidad sobre la red de Geoparques Mundiales de la UNESCO (UGGp), obtiene como resultado que la geomorfología constituye el geopatrimonio más frecuente a nivel mundial, por encima de otros tipos como el ígneo, paleogeográfico o sedimentario.

La preservación y conservación de estos lugares, ha motivado a crear estrategias que permitan su difusión con un enfoque sustentable. Un ejemplo es el geoturismo, que en los últimos años ha captado el interés de la comunidad geocientífica (Ólafsdóttir & Tverijonaite, 2018). De acuerdo a Newsome & Dowling (2010), el término corresponde a una forma de turismo natural con enfoque en la geología y el

paisaje, promoviendo la conservación de la geodiversidad mediante la apreciación y el aprendizaje.

A lo largo de los capítulos de este proyecto, gran parte de los geosítios escogidos tendrán elementos relacionados a geomorfología glaciar, siendo necesario comprender que estos ambientes tienen como factor principal a los glaciares, constituidos como agentes de erosión y mecanismo de transporte de detritos en zonas montañosas (Nichols, 2009), la distribución de esta clase de ambientes a nivel mundial, no se limita a localidades polares, pudiendo encontrarse también en áreas tropicales (Bromley et al., 2011).

Esta clase de ambientes tienen geoformas características que son reflejo de la trayectoria del flujo de hielo de los glaciares, originadas bajo tres clases de agentes de formación: sea por erosión, deposición, o una mezcla de ambos (McClenaghan & Paulen, 2018). Entre las primeras se incluyen: rocas aborregadas, drumlins, surcos glaciares, whalebacks y estriados glaciares (flutings). Por deposición se tienen los depósitos de till acanalados, depósitos de gravas y drumlin ridges. Entre los ejemplos que ambos procesos generan están: geoformas estriadas (pavimentos rocosos) y lineaciones de gran tamaño (McMartin & Paulen, 2009).

En el Parque Nacional El Cajas, de acuerdo a Navarrete (2005), se destacan elementos comunes a los ambientes glaciares como: distintos tipos de morrenas, depósitos de till, lagunas, drumlins, rocas aborregadas, paredes verticales, circos glaciares, bloques aislados, varios tipos de valles, entre otros. En conjunto, estos elementos constituyen un importante ejemplar para la comprensión de los procesos relacionados a los ambientes glaciares tropicales a nivel mundial.

1.1 Descripción del problema

Existe una ausencia de la protección y conocimiento del geopatrimonio en el Ecuador, evidenciado en la ausencia de un marco regulatorio gubernamental que estipule la relevancia de los elementos geológicos dentro de sus límites (Sánchez-Cortez, 2019). Esto hace que desde varios años atrás, exista un interés por parte de la academia para realizar un inventario a nivel nacional de los sitios de importancia geológica del país, para la determinación de estrategias de promoción y conservación (Berrezueta, Sánchez-Cortez, et al., 2021).

Un ejemplo de ello, es el Parque Nacional El Cajas, que a la fecha de realización de este trabajo, posee varias denominaciones internacionales que lo acreditan como un espacio de biodiversidad de importancia mundial, por ejemplo, la UNESCO enlista al PNC, dentro de las Reservas Mundiales de la Biósfera y Sitio Protegido por la Convención de Ramsar (más conocido como Sitio Ramsar) (SISR, 2002; UNESCO, 2019). A pesar de ello, el patrimonio geológico dentro de sus límites no ha sido documentado de manera objetiva.

1.2 Justificación del problema

Este proyecto es afín con varios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), enmarcados dentro de la Agenda 2030 por la ONU, ellos son: Objetivo 4 – Educación de calidad, al ofrecer a los distintos perfiles de visitantes, la comprensión de las características geológicas del PNC; Objetivo 6 – Agua potable y saneamiento, muchos de los posibles sitios tienen características hidrológicas de importancia para las comunidades cercanas; Objetivo 11 – Ciudades y comunidades sostenibles, se fundamenta en la participación de la sociedad en la conservación del parque; Objetivo 13 – Acción por el clima, las geoformas presentes pueden explicar eventos paleoclimáticos ocurridos en la zona; Objetivo 15 – Vida de ecosistemas terrestres, ya que la preservación de los elementos abióticos son de ayuda para la convivencia con las especies nativas de la zona; Objetivo 17 – Alianzas para lograr los objetivos, fundamentado en la integración entre los diversos entes sociales: academia, sociedad civil y gobierno; para lograr la sustentabilidad del ecosistema.

La Constitución Política de la República del Ecuador (2008) (Asamblea Constituyente de Ecuador, 2008), manifiesta en su Capítulo segundo: Biodiversidad y recursos naturales, Sección Tercera, titulada Patrimonio natural y ecosistemas, Artículo 404, que las formaciones geológicas son elementos de alto valor que necesitan ser protegidos, conservados y promocionados. En la misma sección, Artículo 405, manifiesta que el SNAP, es el encargado de garantizar la conservación fomentando la participación de la comunidad en la administración y gestión de los parques. Además, en la sección sexta, se expone el interés por la adecuada administración de los recursos hídricos del país, priorizando la sustentabilidad en el aprovechamiento del líquido vital.

De igual manera, el Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025 (plan de desarrollo gubernamental a la fecha de realización de este proyecto) (Secretaría Nacional de Planificación, 2021), también apoya el manejo sustentable de los recursos naturales del país, cuyo aprovechamiento es un pilar fundamental para el crecimiento y la productividad de diversos sectores de la economía.

Estos antecedentes permiten demostrar que este trabajo contribuye a la puesta en valor de los sitios de importancia geológica para el aprovechamiento social, científico y económico del PNC, poniendo en énfasis el estado de los posibles geositos encontrados a través de la evaluación y posterior análisis de manejo sustentable.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Evaluar sitios de importancia geológica del Parque Nacional El Cajas (PNC) mediante el uso de dos metodologías internacionales de valoración para el desarrollo del geoturismo y el establecimiento de estrategias de geoconservación.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar los sitios que presentan mayor representatividad por características geológicas para la descripción detallada del patrimonio del PNC.
- Analizar la aptitud que tienen dos metodologías de valoración de sitios con características geológicas excepcionales con aceptación internacional para la identificación de factores de importancia para su denominación como geositos.
- Establecer estrategias de geoconservación mediante el empleo de una matriz DAFO, para el diagnóstico de la situación de los geositos y las consecuentes sugerencias para el desarrollo.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Experiencias de evaluación de geositos a nivel mundial y nacional

A nivel mundial, se tiene un alto número de publicaciones internacionales que evalúan lugares de interés geológico. Entre las ubicaciones donde se encuentran los mismos, gran parte se emplazan dentro de áreas protegidas, otros dentro de centros urbanos (Palacio-Prieto, 2015; Petrović et al., 2017; Zwoliński et al., 2017), y algunos dentro de regiones mineras (Kazancı et al., 2019).

En Ecuador, existe un creciente número de experiencias de levantamiento de información sobre lugares de importancia geológica (LIG), en donde se pueden citar los trabajos realizados en: el Bosque Petrificado de Puyango (Morante-Carballo et al., 2020), el Proyecto Geoparque Península de Santa Elena (Herrera-Franco et al., 2020), en Ruta Escondida – Quito (Ayala Granda et al., 2020; Carrión-Mero, Ayala-Granda, et al., 2020), en la Provincia de Chimborazo (Carrión-Mero et al., 2021), en la ciudad de Guayaquil (Carrión-Mero, Morante-Carballo, et al., 2020), entre localidades de la Provincia de Napo (Bolaños et al., 2016), en la Provincia de Bolívar (Sánchez-Cortez et al., 2019), en el Proyecto Geoparque “Ruta del Oro” (Carrión-Mero, Loor-Oporto, et al., 2020; Carrión Mero et al., 2018), en las Islas Galápagos (Kelley & Salazar, 2017), entre otros.

1.4.2 Ejemplos de evaluación de geositos en ambientes glaciares

Los geositos de ambientes glaciares han ganado atención en los últimos años, en gran cantidad corresponden a sitios que presentan un considerable interés paisajístico, varios ejemplos de trabajos que en sus inventarios y posterior evaluación que incluyen esta clase de geositos son: Parque Nacional Chirripó en Costa Rica (Quesada-Román & Pérez-Umaña, 2020), Provincia de León en España (I. Fuertes-Gutiérrez & Fernández-Martínez, 2010; Inés Fuertes-Gutiérrez & Fernández-Martínez, 2012) y Chablais en Francia (Perret & Reynard, 2014).

1.4.3 Geoformas glaciares

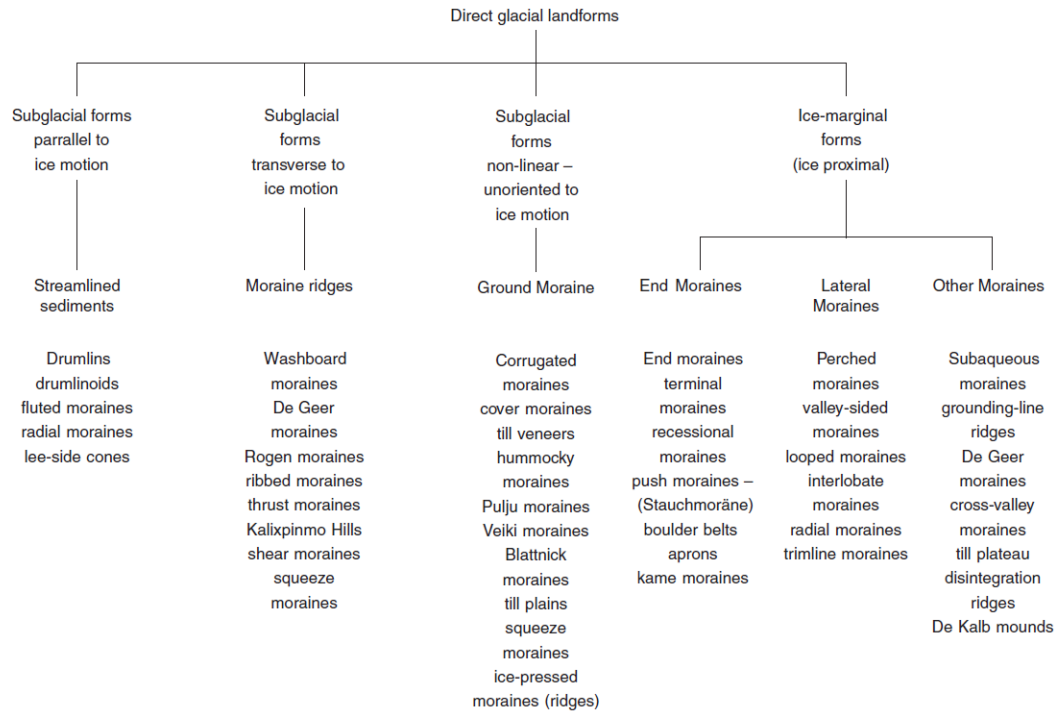


Figura 1.1. Diagrama de clasificación de geoformas glaciares comunes

Fuente: French & Harbor (2013)

Los ambientes glaciares generan geoformas particulares, relacionadas con los procesos de erosión y transporte de sedimentos, provocados por los movimientos de grandes masas de hielo (Ver Figura 1.1). Un resumen de las formas del relieve más importantes tomando en cuenta lo mencionado por Gutiérrez (2013), son analizadas en la Tabla 1.1 y su representación en el entorno en la Figura 1.2.

Tabla 1.1. Resumen de geofomas glaciares más importantes y sus características

Geofomas	Características
Valle glaciar	Son la forma más característica de la erosión de los glaciares, alcanzando cientos de metros de altura. El perfil transversal típico de estos valles es parabólico o en forma de "U"
Circo glaciar	Tienen formas de anfiteatro y ocupan las cabezas de los valles en zonas montañosas, pueden ir de cientos de metros ancho y decenas de metros de alto.
Acalanaduras	Son pequeños canales que se forman en las rocas que superan el metro de longitud. Su dirección va de acuerdo a la del flujo glaciar, reflejado también en formas glaciares cercanas.
Morrenas laterales	Se disponen adheridas a la pared rocosa del glaciar, o formando cordones separados de dicha pared rocosa, de detritos de las paredes.
Morrenas terminales	Este tipo de morrena, indica una posición de avance del glaciar, marcando el máximo alcance que llegó el material del mismo.
Morrenas de fondo	Son también conocidas como <i>mantos de till</i> , son llanuras cubiertas de till de gran extensión con potencias que van de medio metro a decenas de metros. Su relieve es bastante irregular, disponiéndose también con afloramientos rocosos y pequeñas lagunas y lagos.
Estriaciones	Son finos canales o surcos, que no llegan al metro de longitud ni a los pocos milímetros de anchura y profundidad, que se desarrollan en rocas de grano fino, desapareciendo cuando hay meteorización.
Drumlins	Se relacionan con las rocas aborregadas, son colinas alargadas cuyo eje mayor es paralelo a la dirección de movimiento del hielo. Longitudinalmente, tienen la forma de un semielipsoide estirado.
Rocas aborregadas	Compuesta de colinas alineadas, agrupadas y asimétricas con dos vertientes: la que tiene menor pendiente pulida y estriada y la de mayor con una superficie irregular y fragmentada.
Valles colgados	Es un valle que ha sido menos excavado por la masa glaciar, cuya profundidad es menor a la de un valle principal, quedando expuestos a alturas de varios cientos de metros, separados entre ellos por una serie de espolones triangulares o trapezoidales.

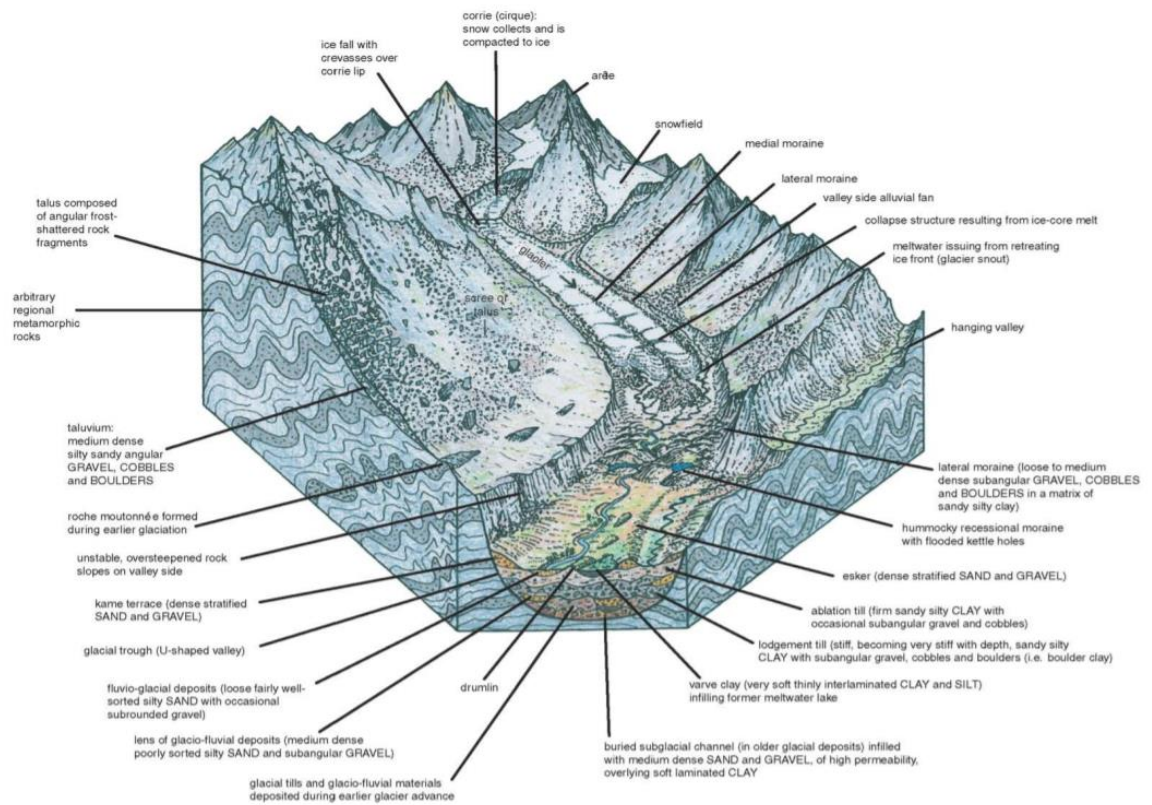
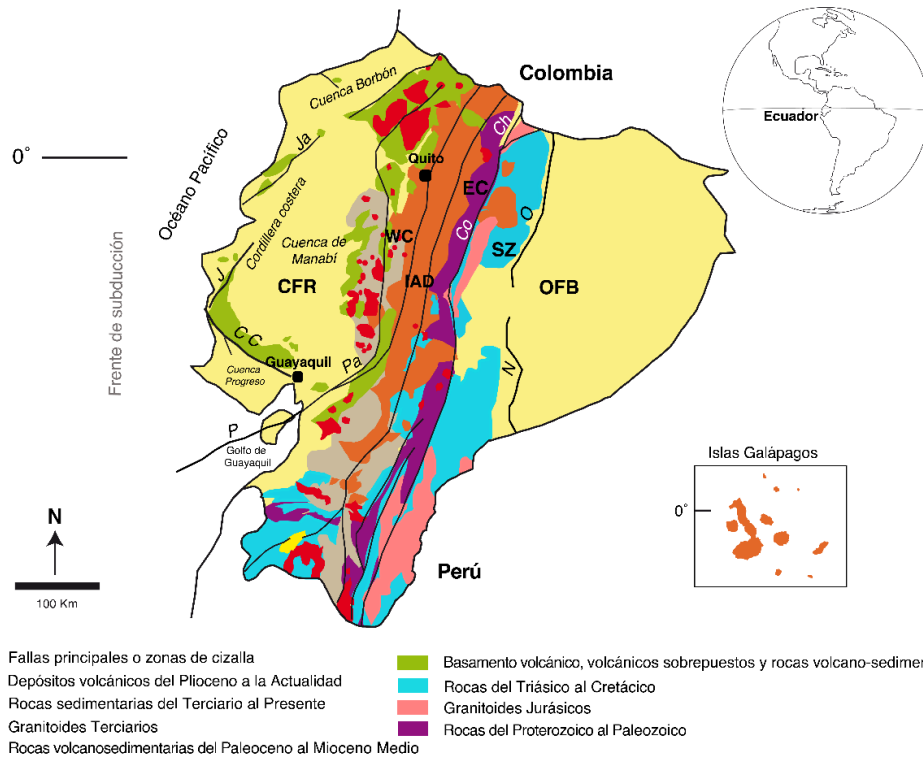


Figura 1.2. Esquema de geofomas de ambientes glaciares

Fuente: Giles et al. (2017)

1.4.4 Geología Regional

El marco geológico regional del área de interés de este proyecto se encuentra influenciado por un evento de subducción, protagonizado entre las placas Nazca y Sudamericana, de orígenes oceánico y continental respectivamente, originando un arco volcánico en sentido N-S, y de igual manera, una acreción de terrenos oceánicos con el margen continental sudamericano durante el Cretácico Tardío - Paleógeno, conocido como Cordillera Occidental (Ver Figura 1.3) (Jaillard et al., 1995; Kerr et al., 2002). El basamento de la zona está compuesto de andesitas de la Formación Macuchi (Cretácico), sin embargo, varios criterios también atribuyen estas rocas a un volcanismo del Mioceno (Navarrete, 2005; Vallejo et al., 2019).



Abreviaciones:

CFR: Región Costera de Antearco; **WC:** Cordillera Occidental; **EC:** Cordillera Oriental; **OFB:** Cuenca Oriental de Trasarco; **SZ:** Zona subandina
IAD: Depresión Interandina

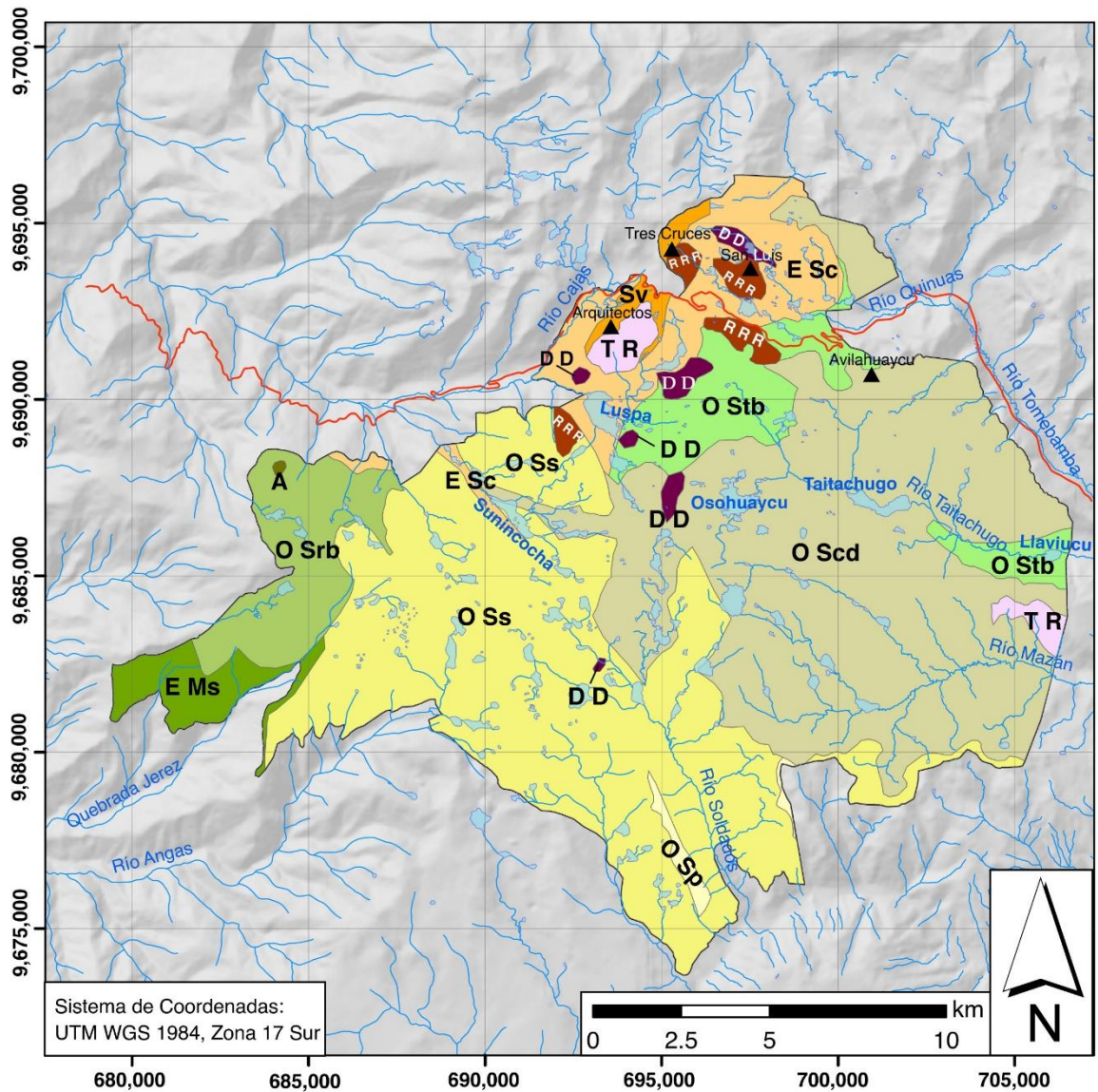
Co: Falla Cosanga; Ch: Falla Chingual; C C: Cordillera Chongón Colonche; J: Falla Jipijapa; Ja: Sistema de Fallas Jama-Pedernales
 P: Falla Puná; Pa: Falla Pallatanga; O: Falla Cascales; N: Falla Macuma

Figura 1.3. Mapa simplificado de la Geología del Ecuador
 Modificado de Berrezueta et al. (2021)

1.4.5 Geología Local

Localmente las áreas cercanas al PNC, de acuerdo al Mapa de la Cordillera Occidental, elaborado por Dunkley & Gaibor (1997), son de origen volcánico. Los autores señalan que las principales unidades litoestratigráficas son parte de la Zona de Cuenca-Cajas-Molleturo, donde se encuentra una serie de unidades litológicas de rocas volcánico-sedimentarias que van del Eoceno al Oligoceno. Este conjunto de unidades presenta lavas de composición dacítico-riolítica con intercalaciones de sedimentos volcánicos indiferenciados.

Asimismo, una serie de rocas intrusivas, ocurren en las partes más altas del parque, en su extremo noroccidental, siendo las más frecuentes: Andesitas y Dioritas.



Simbología

Elementos principales

- ▲ Montañas
- Ríos
- Vía principal
- Lagos & Lagunas
- Límite del PNC

Unidades litológicas

Rocas volcánico-sedimentarias

- O Sp Fm. Plancharumi (Oligoceno)
- O Ss Fm. Soldados (Oligoceno)
- O Scd Fm. Chanlud (Oligoceno)
- O Srb Fm. Río Blanco (Oligoceno)
- O Stb Unidad Tomebamba (Oligoceno)
- E Ms Grupo Saraguro (Oligoceno-Eoceno)
- E Sc Unidad Chulo (Eoceno)

Rocas intrusivas

- A Andesita

- DD Diorita

Otras rocas volcánicas/volcanoclasticas

- RRR Riolita

- Sv Sedimentos volcánicos indiferenciados

- TR Toba riolítica

Figura 1.4. Mapa geológico del Parque Nacional El Cajas

Obtenido de Dunkley & Gaibor (1997)

1.4.6 Geomorfología del PNC

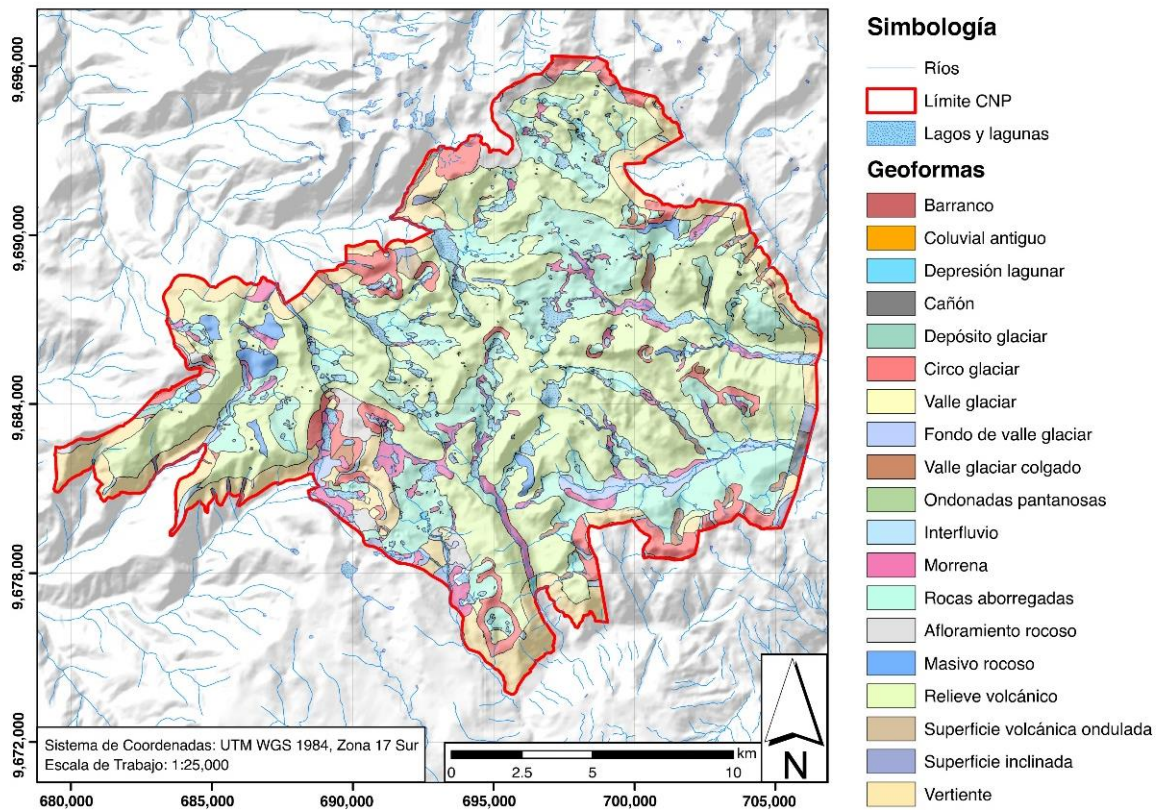


Figura 1.5. Geomorfos del Parque Nacional El Cajas

Modificado de MAG-IEE-SENPLADES (2017)

El PNC posee una cantidad de geomorfos, influenciados por los procesos glaciares del Pleistoceno. A partir de las geomorfos registradas por MAG-IEE-SENPLADES (2017) (Ver Figura 1.5), se puede contemplar como en el centro del parque se disponen vastas zonas de rocas aborregadas, entrecruzadas con distintos tipos de relieves volcánicos montañosos muy altos en la parte más central y medios a altos en los alrededores del centro. Los extremos noroeste y suroeste presentan importantes extensiones de geomorfos como circos glaciares en conjunto con fondos de valles glaciares, además de morrenas de fondo en las partes más al norte cercanas a la carretera principal. Varios macizos rocosos de mediana a pequeña extensión se encuentran en las partes más occidentales. También, se ven en los límites del parque se tienen geomorfos de vertientes en sus distintas variantes: heterogénea, rectilínea y rocosa.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

Este trabajo se realizó bajo un flujo de trabajo que consta de cuatro fases (Ver Figura 2.1): i) Análisis de información básica del sector y metodologías de evaluación, ii) Reconocimiento y selección de los LIG, iii) Evaluación de geositios mediante dos metodologías, y finalmente iv) Análisis cualitativo para la generación de estrategias de desarrollo sostenible.

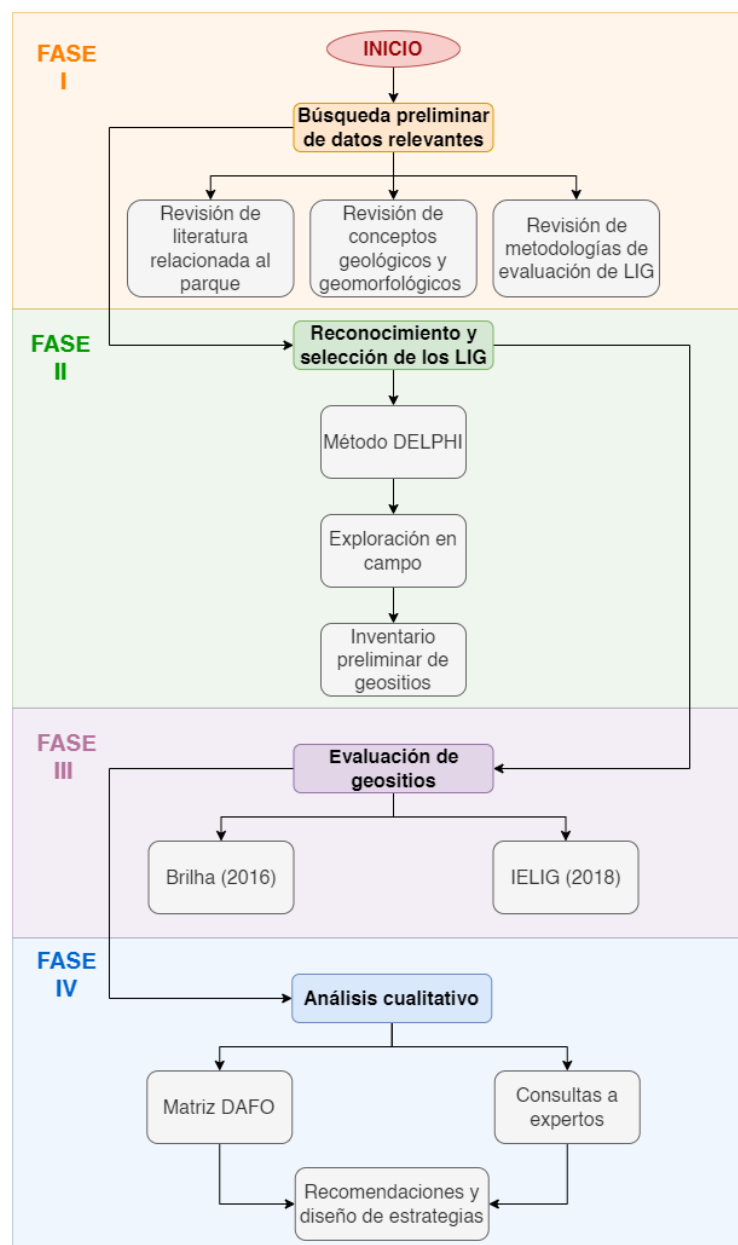


Figura 2.1. Diagrama de trabajo del proyecto

2.1 Fase I: Análisis de información básica del sector y metodologías de evaluación

La etapa inicial de este trabajo examinó la información relacionada con la zona del PNC, que comprenden: publicaciones en revistas internacionales, reportes gubernamentales y guías realizadas por la dirección del parque. Además, se exploró las múltiples formas de evaluar un geositio, existentes a la fecha de análisis de este proyecto.

2.1.1 Métodos existentes en la actualidad para evaluación de geositios

En la literatura, existen diversos métodos de evaluación de LIG, varios métodos usados en geositios con alto interés geomorfológico de reconocida aceptación han sido agupados por Mucivuna et al. (2019), explicando los principales métodos y las similitudes entre los criterios que emplean.

Tabla 2.1. Elementos presentes en los métodos de evaluación más conocidos
Adaptado de Comanescu & Nedelea (2017), y Mucivuna, Reynard & Motta (2019)

Método	Parámetros científicos	Parámetros culturales	Parámetros de administración	Parámetros adicionales	Referencia
Pralong	✓	✓	✓	✓	(Pralong, 2005)
Coratza & Giusti	✓	✓	x	x	(Coratza & Giusti, 2005)
Bruschi & Cendrero	✓	✓	✓	✓	(Bruschi & Cendrero, 2005)
Serrano & Gonzalez-Trueba	✓	✓	✓	✓	(Serrano & González-Trueba, 2005)
Reynard et al.	✓	✓	x	✓	(E. Reynard et al., 2007)
Lima et al.	✓	x	✓	✓	(de Lima et al., 2010)
Brilha	✓	✓	✓	✓	(Brilha, 2016)
Bollati et al.	✓	✓	x	✓	(Bollati et al., 2012)
Kubalíková	✓	x	✓	✓	(Kubalíková, 2012)
Vujičić et al. (GA-M)	✓	✓	✓	✓	(Vujičić et al., 2011)
García Cortés & Carcavilla (IELIG)	✓	✓	✓	✓	(García-Cortés & Carcavilla, 2013)
Pereira et al.	✓	✓	x	✓	(Pereira et al., 2007)
Zouros	✓	✓	✓	✓	(Zouros, 2007)
Comanescu & Nedelea	✓	✓	✓	✓	(Comănescu & Nedelea, 2017)

También se destaca el trabajo de Comanescu & Nedelea (2017), donde se exploran los distintos métodos de evaluación desde un punto de vista práctico, aplicando diversos métodos sobre una lista de geomorfositos glaciares y periglaciares del Sur de los Cárpatos, en Rumania.

En la Tabla 2.1, se pueden ver en conjunto las metodologías de mayor preferencia que se mencionan en los dos trabajos (Comănescu & Nedelea, 2017; Mucivuna et al., 2019), analizando la presencia de los distintos parámetros que evalúan en cuatro grupos: científico, cultural, administrativo y adicionales. Dentro de los parámetros científicos se incluyen parte de los criterios mencionados por todos los autores antes mencionado, entre ellos: representatividad, rareza, valor paleogeográfico, estudios geocientíficos y relacionados. En el caso de los culturales, se tiene como ejemplo los que mencionan aspectos vinculados a importancia religiosa, artística, literaria e histórica. Para el administrativo, se presentan los valores que definen las condiciones de uso y mantenimiento del sitio, entre los criterios se tiene: infraestructura turística, cercanía a poblaciones, seguridad, accesibilidad, protección, vulnerabilidad, entre otros. Como parámetros adicionales, se agrupa a todos aquellos definidos por metodologías en específico y cuyos criterios no entran dentro de las categorías anteriores, siendo el caso de: valores ecológicos, económicos, estéticos, y demás.

2.2 Fase II: Reconocimiento y selección de Lugares de Interés Geológico

En esta fase se tuvo a través del trabajo de campo, la selección de los geositos más representativos tomando en cuenta los elementos geológicos que el mismo posea. Esto fue respaldado por el uso del método DELPHI (McKenna, 1994), mediante el cual se filtraron posibles geositos bajo un cuestionario a expertos. Como resultado del registro realizado, se realizó una ficha de inventario del lugar, la cual tuvo una descripción primaria del sitio, en conjunto con otros elementos que permitan establecer un diagnóstico del estado de los lugares de importancia geológica presentes en las cercanías del PNC.

2.2.1 Ficha de inventario de LIG

Las fichas de inventario de interés geológico, son el primer acercamiento a una descripción breve y con la capacidad de resumir la información del geosito, para ello se tomó en cuenta el estilo especificado por Reynard et al. (2007) (Ver Figura 2.2),

donde se fijaron 11 elementos para la construcción de la ficha de cada sitio en el inventario.

(1)-Código del geosito: Este apartado constituye una identificación corta del geosito para el estudio, está compuesto de tres partes: la primera de ellas es un acrónimo en mayúscula del sector, que, en este caso, será PNC, la abreviatura que se usó para el parque. Unido a estas letras, se tendrá en minúscula la tipología de sitio que se tiene (Ej. flu:Fluvial, eol:eólico, lit:Litoral, gla:Glaciar), unido a esto el número de sitio en orden de levantamiento. Es así como si se tiene un sitio glaciar y fue el primer sitio inventariado, el código será: PNCgla001.

(2)- Nombre del geosito: Se colocó el nombre del sitio conocido por los habitantes y población en general.

(3a-3c)- Coordenadas y Altitud: Aquí se registró las coordenadas (latitud y longitud), además de la altitud, tomando en cuenta la ubicación en campo reflejada mediante el uso de un navegador. En la práctica, el sistema de coordenadas utilizado queda a criterio del autor. Para esta ocasión se empleó el sistema de coordenadas proyectadas: UTM WGS 1984, Zona 17 Sur.

(4a)- Tipo del sitio: El trabajo de Reynard et al. (2007), identifica tres tipos de sitios: Puntuales, lineales y areales.

(4b)- Tamaño del sitio: Dependiendo del tipo de sitio identificado se procedió a registrar el tamaño del sitio. Las opciones van de acuerdo a los rasgos contemplados: métricos, decamétricos y kilométricos

(5)- Localización: Se ubicó la localidad exacta donde se encuentra el sitio. Tomando en cuenta la toponimia de la cartografía base nacional.

(6)- Mapa del lugar: Se dibujó un mapa o en un croquis la ubicación/extensión del lugar registrado sobre un mapa base, sea online o de las cartas topográficas existentes.

(7)- Diagrama o imagen representativa: En esta parte se ubican las fotografías tomadas in situ, y de igual manera, cualquier interpretación que se realicen sobre dichas fotografías que sirvan para explicar de mejor manera la importancia del sitio levantado.

(8)- Descripción general del lugar: Se realiza un breve resumen acerca de las características varias (Ej. culturales, ecológicas, etc) que se destacan en el sitio levantado.

(9)- Explicación de la relevancia geológica: En esta parte de la ficha se explica los elementos geológicos que hacen al lugar relevante geológicamente, dentro de este, se incluye: geología estructural, litologías, descripción de paleoambientes, entre otros.

(10)- Fuentes bibliográficas: Aquí se detallaron las fuentes bibliográficas más importantes que sirvieron para redactar el apartado (8) y (9), de esta ficha, en formato APA.

(11)- Autor y fecha del levantamiento: Se colocó el nombre de la persona que levanta la información y la fecha en que se desarrolló.

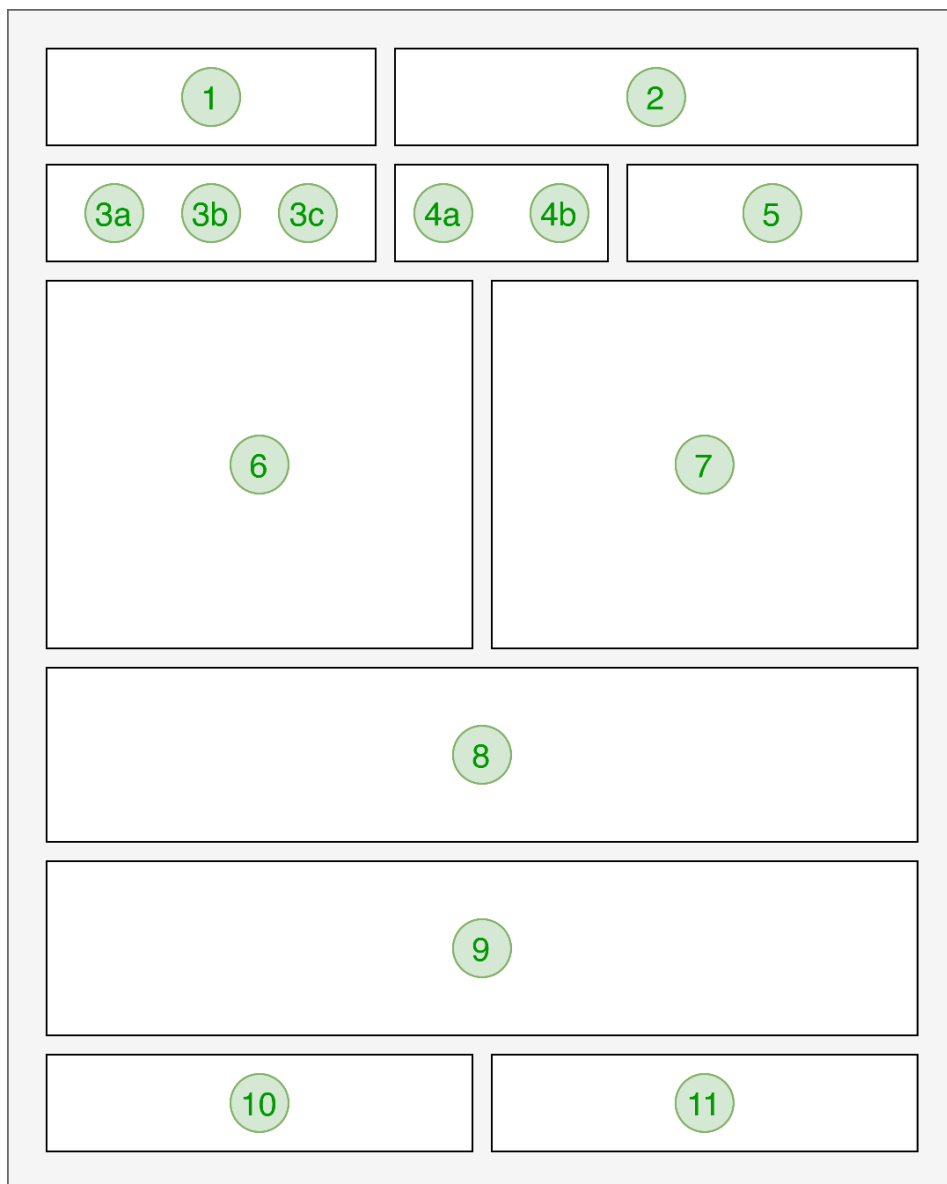


Figura 2.2. Diagrama de fichas de geositios

Los elementos presentes son: (1) Código del geositio, (2) Nombre del geositio, (3a-3c) Coordenadas x, y, z, (4a) Tipo de geositio, (4b) Tamaño del geositio, (5) Localización exacta, (6) Mapa del lugar, (7) Diagrama/Imagen representativa, (8) Descripción general del lugar, (9) Explicación de la relevancia geológica, (10) Fuentes bibliográficas, (11) Autor y fecha del levantamiento.

2.3 Fase III: Evaluación de geositios

Esta fase comprendió la evaluación de los geositios escogidos en la fase anterior, mediante la comparación de dos metodologías. De todas las que fueron mencionadas en la fase anterior, dos fueron seleccionadas, a las que se llamó Metodología 1 y Metodología 2, correspondientes a las de Brilha (2016), y la del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG) (García-Cortés & Carcavilla, 2013), debido a su aceptación internacional (la Metodología 1 es usada por el Servicio Geológico de Brasil para el inventario nacional de geositios, mientras que la Metodología 2 es usada por el Instituto Geológico y Minero de España ente encargado de realizar el inventario de lugares de relevancia geológica en España (García-Cortés & Carcavilla, 2013). También destacan por su versatilidad para la evaluación de geositios de cualquier tipo (Ej. Geomorfológico, Sedimentario, Paleontológico, entre otros), bajo un nivel mínimo de adaptaciones. De las dos metodologías, cada una evalúa parámetros específicos que son resumidos a continuación:

2.3.1 Metodología 1 – Brilha (2016)

Este método fue diseñado por Brilha (2016), realizado bajo cuatro dimensiones y dentro de cada una, se presentan varios parámetros que evalúan criterios específicos del sitio en una escala que va de 1 a 4. Con ello se presentará un puntaje por cada valor obtenido a partir de la Ecuación 1.

$$\Sigma(\text{Rango} \times \text{Peso en \%}) \text{ (Ec. 1)}$$

Tabla 2.2. Resumen de la relación entre los parámetros y valores, con rangos y ponderaciones

Fuente: Brilha (2016)

Parámetros	Valores							
	Científico (C)		Educativo (E)		Turístico (T)		Riesgo de degradación (R)	
	Rango	%	Rango	%	Rango	%	Rango	%
Representación	1-4	30	1-4	0	1-4	0	1-4	0
Sitio clave		20		0		0		0
Conocimiento del sitio		5		0		0		0
Grado de integridad		15		0		0		0
Variedad geológica		5		10		0		0
Singularidad		15		0		0		0
Restricciones de uso		10		5		5		0
Fragilidad		0		10		10		0
Nivel de acceso		0		10		10		15
Grado de seguridad		0		10		10		0
Logística		0		5		5		0
Población		0		5		5		10
Relación con otros valores		0		5		5		0
Calidad paisajística		0		5		15		0
Unicidad		0		5		10		0
Observación		0		10		5		0
Potencial didáctico		0		20		0		0
Capacidad de interpretación		0		0		10		0
Economía (Población)		0		0		5		0
Proximidad a áreas recreacionales		0		0		5		0
Daño de elementos	0	0	0	35				
Cercanía a actividades degradantes	0	0	0	20				
Protección oficial	0	0	0	20				
Puntaje total	-	100	-	100	-	100	-	100

Las puntuaciones de los diferentes apartados (Ver Tabla 2.2), se suman teniendo como valor máximo 100 por cada uno. Al final se obtiene una calificación por sitio, que en base a las categorías de la Tabla 2.3, permitirán saber el grado de degradación el sitio, para realizar las correspondientes recomendaciones de manejo.

Tabla 2.3. Categorías de degradación de sitios

Fuente: Brilha (2016)

Suma total	Grado de degradación
<200	Bajo
201-300	Medio
301-400	Alto

2.3.2 Metodología 2 – García-Cortés & Carcavilla / IELIG (2018)

El Inventario Español de Lugares de Importancia Geológica (IELIG), es una guía de levantamiento de información relativa a los LIG, realizado por el Instituto Geológico y Minero de España (García-Cortés & Carcavilla, 2013). Este consta de 4 dimensiones, las tres primeras son dimensiones relacionadas con los intereses científico, académico y turístico (Ver Tabla 2.4).

Tabla 2.4. Resumen de la relación entre los parámetros y valores (Científico, Académico y Turístico), con rangos y ponderaciones

Fuente: García-Cortés & Carcavilla (2013)

Parámetros	Rango de valores	Peso en (%)			Clasificación final
		Científico (C)	Académico (A)	Turístico (T)	
Sitio representativo	0-4	30	5	0	Máximo (400) Muy alto (400-267) Alto (266-134) Medio (134-50) Bajo (<50)
Localidad		10	5	0	
Grado de conocimiento científico		15	0	0	
Estado (conservación)		10	5	0	
Observación		10	5	5	
Singularidad		15	5	0	
Variedad		10	10	0	
Nivel didáctico		0	20	0	
Logística		0	15	5	
Población		0	5	5	
Accesibilidad		0	15	10	
Tamaño		0	0	15	
Relación con elementos culturales y naturales		0	5	5	
Belleza		0	5	20	
Valor informativo		0	0	15	
Capacidad para turismo y recreación		0	0	5	
Cercanía a recreación		0	0	5	
Nivel socioeconómico		0	0	10	
Total (Peso)		100	100	100	

Por otro lado, esta metodología también analiza el grado de degradación del sitio (D), el cual se aborda a través de dos dimensiones: Fragilidad (F) y Vulnerabilidad (V) (Tabla 2.5). En ambas dimensiones, los parámetros se suman usando la Ecuación 1. Con ello se calcula el Grado de Degradación, usando la Ecuación 2.

$$D=(F \times V)/400 \quad (\text{Ec. 2})$$

Tabla 2.5. Dimensiones de análisis de la susceptibilidad de degradación (2 dimensiones: Vulnerabilidad y Fragilidad)

Fuente: García-Cortés & Carcavilla (2013)

Parámetro	Fragilidad (F)		Vulnerabilidad (V)		Clasificación final
	Rango	Peso %	Valor	Peso %	
Tamaño	0-4	40%	0-4	-	Máximo (400) Muy alto (400-200) Alto (199-68) Medio (67-13) Bajo (<13)
Inseguridad frente al saqueo		30%		-	
Grado de influencia de amenazas naturales		30%		-	
Cercanía a infraestructuras		-		20%	
Explotaciones mineras cercanas		-		15%	
Grado de protección oficial		-		15%	
Protección indirecta		-		15%	
Nivel de acceso		-		15%	
Tipo de propiedad		-		10%	
Población		-		5%	
Distancia a áreas de recreación		-		5%	
Total (peso)		100%		100%	

Una nueva actualización de este método permite analizar la prioridad de protección, enfocada a las dimensiones estudiadas por esta metodología. Las ecuaciones se encuentran agrupadas en la Tabla 2.6.

Tabla 2.6. Prioridad de protección de geositos

Fuente: García-Cortés & Carcavilla (2013)

Valor	Ecuación	Clasificación final
Prioridad Científica (Pp-C)	$(S)^2 \times D \times (1/400^2)$	Muy alto (400-113) Alto (112-17) Medio (16-1) Bajo (<1)
Prioridad Académica (Pp-A)	$(A)^2 \times D \times (1/400^2)$	
Prioridad Turística/recreacional (Pp-T)	$(T)^2 \times D \times (1/400^2)$	
Prioridad de Protección (Pp)	$((S+A+T)/3)^2 \times D \times (1/400^2)$	

2.4 Fase IV: Análisis cualitativo de los geositorios

Una vez que se calcula el valor de los geositorios tanto con la Metodología 1 y 2, se pasa a la etapa final: el análisis cualitativo de los geositorios. Se derivó de los parámetros de evaluación de la fase anterior. Consta de varios elementos, que, con la ayuda de un criterio de expertos en diversas áreas (geoturismo, geodiversidad, geomorfología), son importantes para la construcción de estrategias de manejo y desarrollo sostenible.

2.4.1 Matriz DAFO

La Matriz DAFO (Dyson, 2004), ayuda a generar un análisis que puede ayudar a mejorar el potencial geoturístico de todo el PNC, en base a los sitios analizados. A través de ella se pueden identificar variables que puedan conducir al desarrollo de iniciativas de manejo, cuyas alternativas son enfocadas principalmente a un uso eficaz en relación con su entorno.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 Lista de Lugares de Interés Geológico seleccionados

Un total de 9 geositos y geomorfositos, fueron inventariados en las salidas de campo realizadas al sector de interés y a la bibliografía disponible del área (Ver Tabla 3.1). Los sitios de importancia geológica de la zona de estudio constituyeron 5 tipos de geositos: Morfológico (mrf), Glaciar (gla), Periglaciar (per), Petrológico (pet) y Volcánico (vol).

Tabla 3.1. Lista de sitios de interés geológico seleccionados para el análisis

Código	Nombre del LIG	Coordenadas (UTM WGS 1984, Zona 17 Sur)			Interés geológico principal
		X	Y	Z	
PNCmrf001	Tres Cruces	695563	9692860	4150	Morfológico
PNCgla002	Laguna Negra y Larga	695528	9692725	4182	Glaciar
PNCgla003	Afloramiento Rocoso en Arista	695743	9692562	4188	Glaciar
PNCvol004	Flujo volcánico	695860	9693813	4095	Volcánico
PNCpet005	Meteorito de Miguir	698300	9692230	3918	Petrológico
PNCgla006	Laguna Toreadora	697359	9692361	3920	Glaciar
PNCgla007	Valle de Llaviuco	709090	9685471	3150	Glaciar
PNCgla008	Mirador de campo de drumlins	698805	9691518	3961	Glaciar
PNCper009	Llanuras periglaciares de Ruta Burines	698054	9691342	4060	Periglaciar

En la Figura 3.1. se puede ver la distribución espacial de los sitios enlistados en la Tabla 3.6. Destacándose la concentración de elementos en la parte norte del parque, a lo largo de la carretera principal.

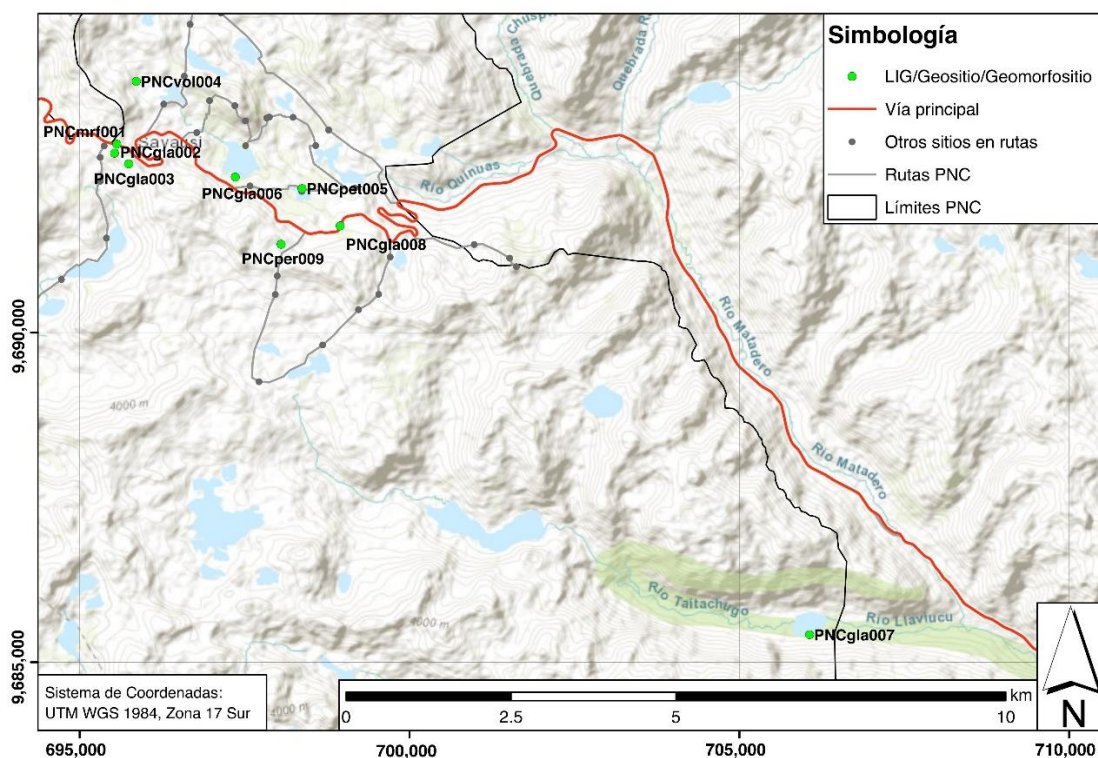


Figura 3.1. Mapa de ubicación de geositos evaluados

3.2 Resultados de evaluación bajo Metodología 1

En la Tabla 3.2, se presentan los resultados de la evaluación de los 9 sitios de importancia geológica a través del uso de la Metodología 1.

Tabla 3.2. Resultados de evaluación de geositos usando Metodología 1

Geosito/Geomorfosito/LIG		Valores			Riesgo de degradación (R)
Código	Nombre	C	E	T	
PNCmrf001	Tres Cruces	195	290	315	180
PNCgla002	Lagunas Negra y Larga	300	330	315	215
PNCgla003	Afloramiento Rocoso en Arista	185	250	285	200
PNCvol004	Flujo volcánico	230	210	220	170
PNCpet005	Meteorito de Miguir	315	215	240	230
PNCgla006	Laguna Toreadora	215	330	315	215
PNCgla007	Valle de Llaviuco	320	285	285	150
PNCgla008	Mirador de campo de drumlins	255	280	315	130
PNCper009	Llanuras periglaciares de Ruta Burines	210	220	255	135

De los 9 geositos se puede ver en la Figura 3.1, como tienen en general, valores que figuran entre las categorías más altas en los tres valores de estudio de esta metodología (Científico, Educacional y Turístico).

En el aspecto Científico, más de la mitad de los sitios presentan valores entre Moderado (200-300) a Alto (300-400), según lo especificado por la Metodología 1, destacándose los geositos: Valle de Llaviuco (320) y Meteorito de Miguir (315). Por otro lado, los más bajos dentro de este aspecto fueron: Afloramiento rocoso en Arista (185) y Llanuras periglaciares de Burines (210).

El apartado Educacional, también presenta valores que se distribuyen entre las dos categorías más altas de la metodología, donde los geositos con mayor potencial son: Laguna Toreadora (330) y Laguna Larga y Negra (330), únicos geositos dentro de la categoría alto.

El apartado turístico, muestra valores en las dos categorías más altas de la clasificación (Alta y Moderada), donde 4 de los 9 geositos evaluados en este trabajo están dentro de esta primera categoría, siendo los geositos: Tres Cruces (315), Lagunas Negra y Larga (315), Laguna Toreadora (315) y Mirador de Campo de Drumlins (315).

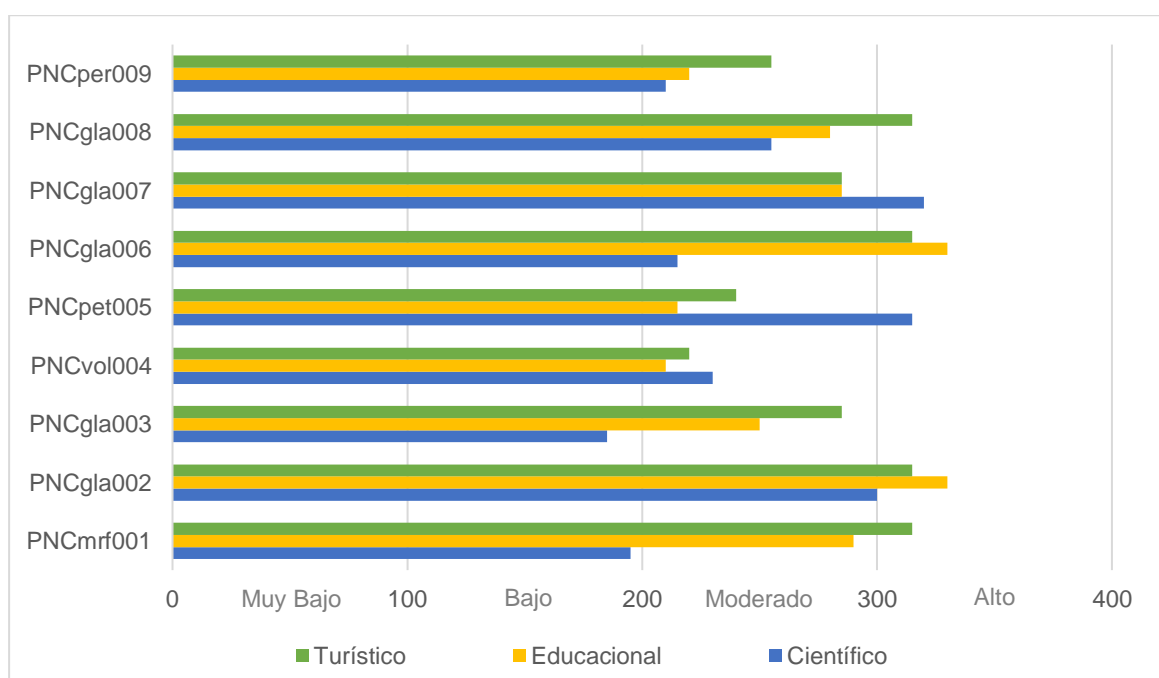


Figura 3.2. Tabulación de evaluación de geositos usando Metodología 1
Rangos de clasificación usados por Mehdioui et al. (2020)

Además, el grado de degradación de los sitios, presentan valores que no llegan en su totalidad a las dos categorías más altas de la clasificación, radicándose en la categoría de bajo grado de degradación (100-200). Según la evaluación a través de esta metodología, los valores que presentan los valores más altos son: Meteorito de Miguir (230), Laguna Negra y Larga (215) y Laguna Toreadora (215). La mayor parte de los sitios presentan bajo grado de degradación (67%), por otro lado, el restante de los sitios (33%) presentan un grado moderado (Ver Figura 3.2).

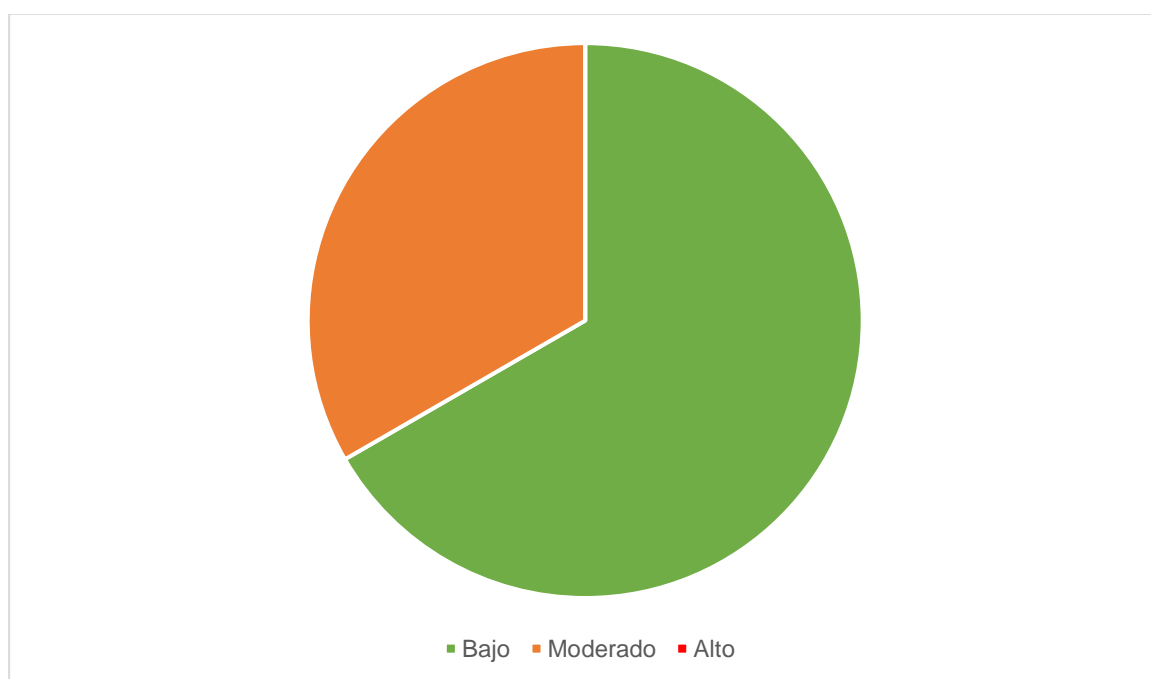


Figura 3.3. Clasificación del riesgo de degradación de geositos usando Metodología 1

3.3 Resultados de evaluación bajo Metodología 2

En otra parte, los resultados de la evaluación de los sitios de importancia geológica usando la Metodología 2, se resumen en la Tabla 3.3, Analizando los 15 geositos en una evaluación constituida por 3 partes: Nivel de interés, Susceptibilidad a degradación (SD) y Prioridades de protección.

Tabla 3.3. Resultados de evaluación de geositos usando Metodología 2

Las abreviaturas usadas significan en intereses: (C) Científico, (A) Académico, (T) Turístico, (Pr) Promedio de intereses; (SD) Susceptibilidad a degradación; en las Prioridades de protección: (Pp-C) Prioridad Científica, (Pp-A) Prioridad académica, (Pp-T) Prioridad Turística, (Pp) Prioridad de protección.

Geositio/Geomorfosito/LIG		Intereses				SD	Prioridades de protección			
Código	Nombre	C	A	T	Pr		Pp-C	Pp-A	Pp-T	Pp
PNCmrf001	Tres Cruces	235	280	330	281.67	12.00	4.14	5.88	8.17	5.95
PNCgla002	Laguna Negra y Larga	255	240	305	266.66	27.75	11.27	10.00	16.13	12.33
PNCgla003	Afloramiento Rocosos en Arista	190	210	190	196.67	98.00	22.11	27.01	22.11	23.69
PNCvol004	Flujo volcánico	295	220	250	255	24.00	13.05	7.26	9.38	9.75
PNCpet005	Meteorito de Miguir	370	270	180	273.33	45.50	38.93	20.73	9.21	21.24
PNCgla006	Laguna Toreadora	260	270	290	273.33	42.50	17.96	19.36	22.34	19.74
PNCgla007	Valle de Llaviuco	335	275	320	310	23.25	16.31	10.98	14.88	13.96
PNCgla008	Mirador de campo de drumlins	305	255	310	290	19.50	11.34	7.92	11.71	10.24
PNCper009	Llanuras periglaciares de Ruta Burines	295	225	245	255	42.50	23.11	13.44	15.94	17.27

La Figura 3.3 presenta el interés promedio de los sitios evaluados, donde se muestra que gran parte de ellos se clasifican dentro de la categoría “Muy Alto”, correspondiente al 67% del total, mientras que el 33% presentan en promedio un interés “Alto”. El interés promedio mayor fue obtenido por el geositio Valle de Llaviuco (PNCgla007) con un puntaje de 310/400, mientras que el puntaje más bajo del grupo lo obtuvo el geositio Afloramiento rocoso en arista (PNCgla003) con un valor de 196.67/400 (Ver Tabla 3.3).

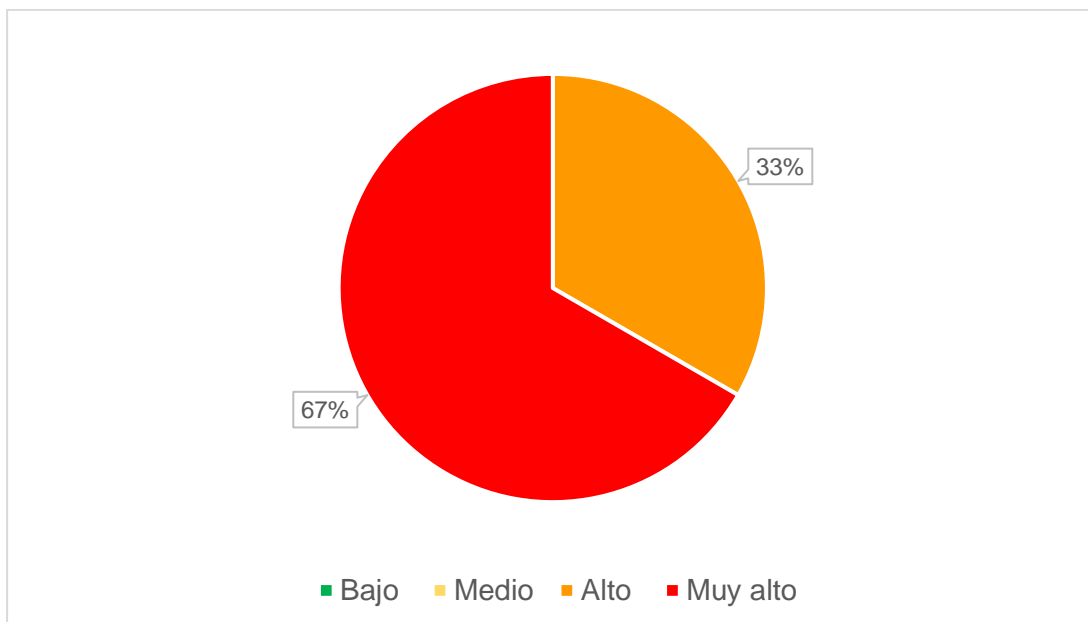


Figura 3.4. Interés promedio de geositos usando Metodología 2

La Figura 3.5 muestra el grado de degradación de los sitios, en su mayoría el total de los sitios registraron valores dentro de la categoría “Medio”, que corresponde al 78% de los sitios evaluados, mientras las categorías “Alto” y “Muy alto” constituyen el restante valor del total de geositos, en una proporción de 11% cada una. El valor más alto dentro de esta categoría de evaluación lo obtuvo Afloramiento rocoso en arista (PNCgla003) con un puntaje de 98.00, mientras el valor más bajo lo obtuvo Tres Cruces (PNCgla001), con 12.00 puntos (Ver Tabla 3.3).

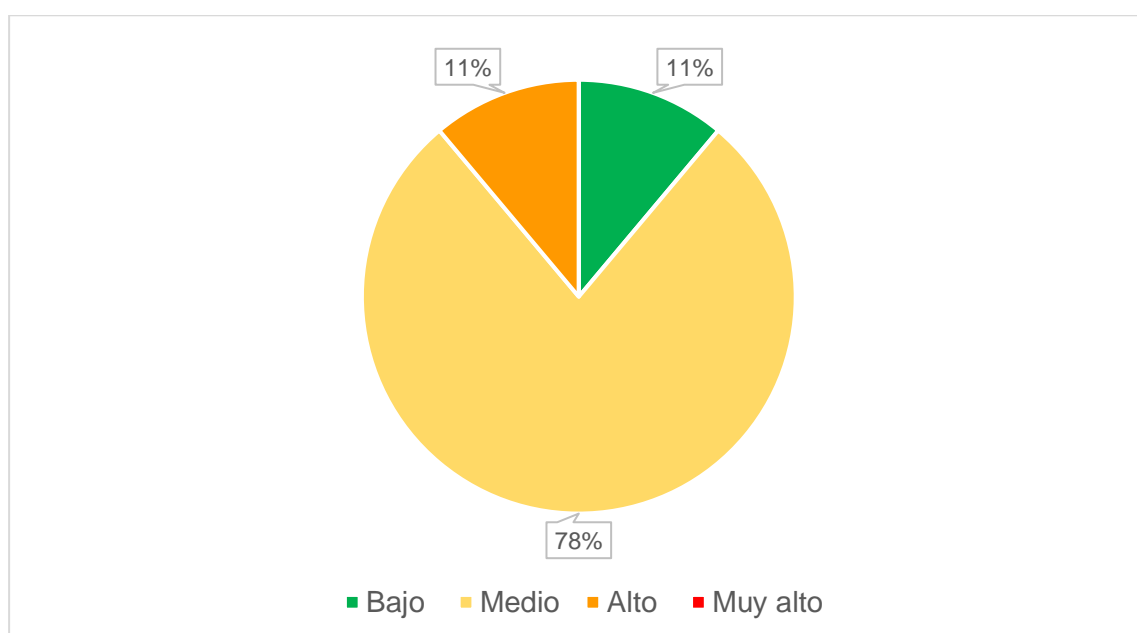


Figura 3.5. Susceptibilidad a degradación de geositos según Metodología 2

En la Figura 3.6, se puede observar el nivel de Prioridad de protección que tienen los sitios del PNC, donde la evaluación realizada refleja resultados que todos los sitios se encuentran dentro de los niveles más altos de la categoría, mostrando que el 67% de los mismos presentan niveles muy altos de prioridad de protección, mientras el porcentaje restante (33%) constituyen sitios con prioridad de protección “Alta”. El valor más alto tuvo como protagonista al Afloramiento rocoso en arista (PNCgla003) con un valor de 23.69, mientras que el valor más bajo lo presenta Tres Cruces (PNCgla001) con 5.95 puntos (Ver Tabla 3.3).

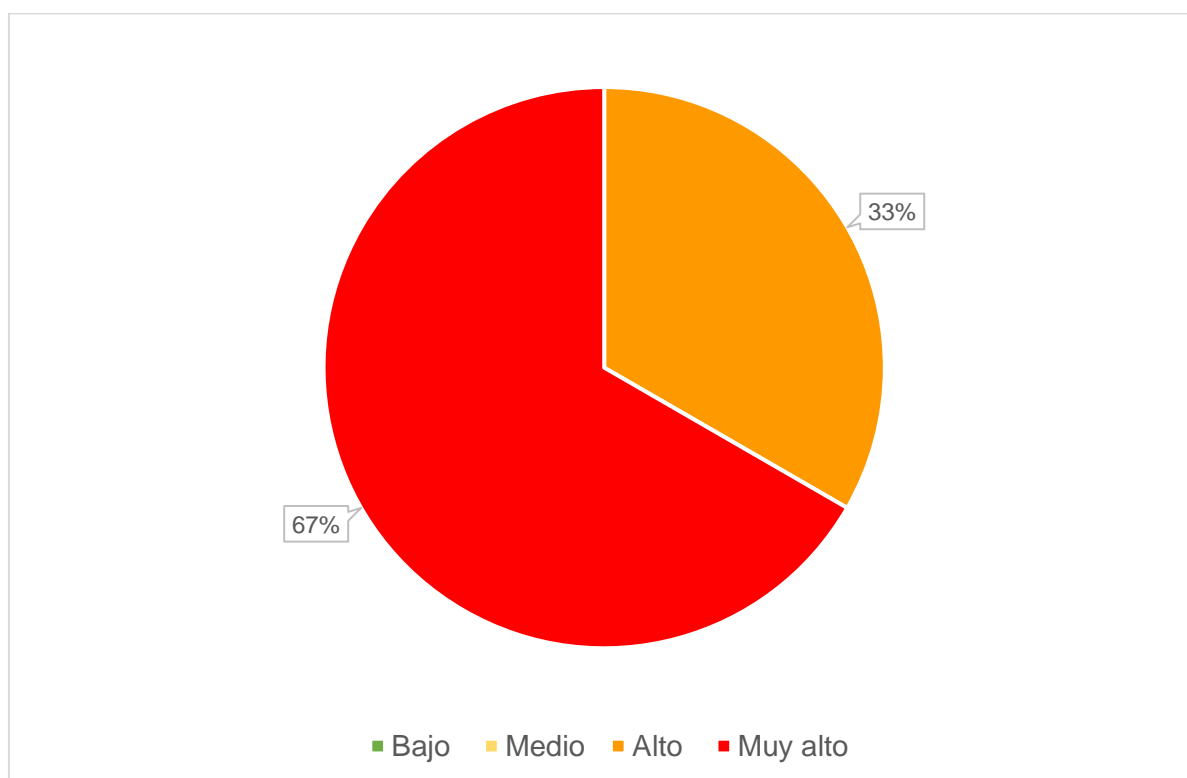


Figura 3.6. Prioridad de protección de geositos según Metodología 2

3.4 Análisis DAFO

Con el objetivo de analizar el potencial geoturístico de los sitios, fue elaborado un análisis DAFO (SWOT en inglés), en base al estudio cualitativo del estado de los geositos, de modo que se establecieron las posibles estrategias de manejo, presentadas de forma resumida en la Tabla 3.4 (El análisis completo está disponible en APÉNDICE D). Simultáneamente, dichas estrategias se resumen bajo cinco ejes de acción, que permite al parque explotar de forma sostenible el patrimonio geológico presente:

1. La incorporación de un protocolo de estudio de geositios, que incluya: inventario, caracterización, promoción y monitoreo. Estos factores en conjunto con el plan de protección natural actual, permite a las partes interesadas (ej. academia, operadores turísticos, administración y comunidad), mejorar las estrategias que existen en la actualidad para la protección del medio ambiente.
2. Disposición de facilidades interpretativas del patrimonio abiótico del PNC para la difusión de su contenido geocientífico al público en general. Un ejemplo de ello son los paneles interpretativos, los cuales combinan fotografías reales de los geositios o geomorfositos, sobre ellos diagramado una interpretación acerca de los procesos geológicos relacionados.
3. Adecuación de la infraestructura que permita la observación óptima de los geositios (ej. Medidas de seguridad, señalización, información actualizada) junto con la implementación de facilidades que permitan el uso y manejo de los mismos (ej. Uso de materiales resistentes sobre senderos con relieve complejo).
4. Impulsar actividades geoturísticas, resaltando de forma equitativa los valores culturales y naturales del PNC, tomando como recurso primario las rutas existentes en el parque con los geositios evaluados en el presente trabajo.
5. Integrar en las guías existentes y demás documentos informativos, el rol de los elementos abióticos dentro de la dinámica del ecosistema del PNC. Adicionalmente, crear guías especiales de geoturismo, que junto a la integración de la información del geopatrimonio en los materiales informativos oficiales, contribuyen a la promoción de la geoconservación a todo tipo de público.

Tabla 3.4. Matriz DAFO resumida (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades)

Ambiente Externo / Ambiente Interno	Fortalezas (S)	Debilidades (W)
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Diversidad de elementos geológicos glaciares ➤ Protección oficial y reconocimientos internacionales ➤ Alto valor cultural y ecológico ➤ Alta calidad de servicios 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Escasa información sobre geopatrimonio ➤ Facilidades no alcanzan muchos posibles sitios de interés geológico ➤ Ausencia de planes de geoconservación ➤ Existen pocas publicaciones de caracterización geológica
Oportunidades (O)	Estrategias: S + O	Estrategias: W + O
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Creación de itinerarios geológicos ➤ Desarrollo de geoproductos ➤ Generación de conciencia sobre el valor del geopatrimonio respecto al resto (biótico y cultural). ➤ Aument 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Desarrollo de enfoque geoturístico ➤ Establecimiento de red internacional de cooperación científico-técnica ➤ Articular las rutas y servicios con el interés sobre el geopatrimonio 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Actualización de la información general y desarrollo de facilidades interpretativas ➤ Fomento de la investigación geocientífica ➤ Diseño de un protocolo e geoconservación ➤ Establecimiento de un plan de gestión para mitigar acciones que disminuyan valor paisajístico
Amenazas (T)	Estrategias: S + T	Estrategias: W + T
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mayor promoción generará impacto negativo en el entorno ➤ Alteración por actividades antrópicas ➤ Amenazas naturales 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Campañas de concientización sobre conservación del geopatrimonio 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Plan integral de geoconservación ➤ Diseño de guías virtuales

CAPÍTULO 4

4. ANÁLISIS FINAL, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Discusión de resultados obtenidos

El Parque Nacional El Cajas, presenta un geopatrimonio representado en una proporción considerable por elementos de origen glaciar y periglaciar. Cuyos rasgos en el relieve de los alrededores son un claro ejemplo de los eventos de glaciación y deglaciación ocurridos en el Pleistoceno. Los 9 geositos evaluados presentaron en ambas metodologías puntuaciones significativas en valores de interés para el desarrollo de un enfoque de geoconservación, basado en estrategias de desarrollo sostenible, tomando como referencia el geoturismo.

De acuerdo con los valores científico y potencial educativo, evaluado por ambas metodologías, se puede ver una tendencia hacia valores altos, sin embargo, en algunos casos, el puntaje general de los sitios se vió afectado por la falta de estudios en publicaciones indexadas bajo un enfoque geocientífico, este criterio fue evaluado por ambas metodologías e influyó en el puntaje final.

Algunos geositos (ej. Valle Llaviuco, PNCgla007, Laguna Toreadora, PNCgla006) (Ver Tabla 3.2, Tabla 3.3), se colocaron dentro de categorías altas de clasificación, aludiendo la presencia activa de la administración del parque, la cual ejerce un protagonismo como polo de desarrollo de un amplio número de actividades (divulgación, investigación y recreación). Al mismo tiempo desde un contexto paisajístico, ejemplos como los mencionados permiten ver como ejemplares que presentan un impacto estético significativo, son un buen ejemplo, para la ilustración de los procesos geológico-geomorfológico que acontecen en la zona.

Autores como Migoñ & Pijet-Migoñ (2017), ofrecen una serie de recomendaciones basadas en las especificaciones visuales que presenta cada geosito, donde tridimensionalmente analiza la relación entre la geología y las formas del terreno en un cierto punto de observación. La combinación de una vista real con anotaciones de los procesos principales es la forma más efectiva de interpretar la historia geológica del paisaje.

De igual manera, Mikhailenko & Ruban (2019), destacan que el análisis de la complejidad de los paisajes, necesita estar fuertemente acoplada al contexto ambiental en el que se encuentra, y que repercute significativamente en la integración entre la comprensión de la dinámica entre geopatrimonio y ambiente.

El tercer valor analizado corresponde al valor turístico, el cual en ambos casos (Evaluación con Metodología 1 y 2) generalmente presenta puntuaciones altas en el total de los geositos, siendo un indicativo de la situación general del atractivo turístico del parque, donde intervienen aspectos como la gran cantidad de servicios turísticos que se encuentran en sus alrededores, tanto culturales (ej. observación de fauna nativa, ceremonias religiosas) como deportivos (ej. pesca deportiva, senderismo).

Dentro de las experiencias que se tienen para el empoderamiento de las comunidades locales a través del geoturismo, una de ellas corresponde al desarrollo de actividades y servicios que se encuentren inspirados por el geopatrimonio presente, más conocido en la literatura como “geoproductos” (Rodrigues et al., 2021), y se encuentran en uso en varios lugares del mundo (ej. Naturtejo, Portugal (Rodrigues et al., 2021); Jaworzno, Polonia (Bieniek et al., 2019)), numerosos ejemplos comprenden visitas guiadas, exhibiciones locales, conferencias relativas al geopatrimonio, souvenirs, entre otros (Chi et al., 2018; Farsani et al., 2014). De esta manera, y acompañando a los valores científicos y educativos pueden convertirse en un recurso fundamental en la ayuda de la puesta en valor de los elementos geológicos y los visitantes del territorio (Doucek & Zelenka, 2018; Yuliawati et al., 2019).

La Metodología 1, presenta entre sus dimensiones al riesgo de degradación, dentro de ella, los geositos no tomaron valores altos, debido a la buena integridad física de los geositos y a la protección legal que presenta el área al ser Parque Nacional, sin embargo, la puntuación se ve influenciada por uno de los criterios más altos después de los mencionados, el cual corresponde a la proximidad de actividades degradantes, independientemente si son de origen natural o antrópico, lo cual es un factor decisivo en el desarrollo de actividades geoturísticas (Costa-Casais & Caetano Alves, 2013; Ilieș et al., 2011; Margiotta et al., 2016).

Un dato importante, es que el entorno natural del territorio ha sido históricamente perturbado por actividades antrópicas (Fränkl, 2016; Schneider et al., 2021), no obstante, muchas de las lagunas como elementos de mayor fragilidad del área, presentan sistemas de monitoreo continuos producto del plan de conservación general, con el apoyo de numerosos estudios de calidad ambiental (Carrillo-Rojas et al., 2016; Lasso et al., 2021; Rodbell et al., 2002).

De forma similar a la primera, la Metodología 2, los valores obtenidos para la Susceptibilidad por degradación, presentó una predominancia de valores con clasificación “media”, sin embargo, uno de los sitios (PNCgla003, Afloramiento rocoso en arista) (Ver Tabla 3.3), se clasificó dentro de la categoría “alto”. En este caso, es notable contemplar como el tamaño del sitio, el cual no pasa los varios metros de extensión, es una variable que justifica el puntaje obtenido, cuya integridad puede ser comprometida por las distintas amenazas, propias de la dinámica del ecosistema del parque (ej. desprendimientos de masas, altas precipitaciones), como la posible generada por el mismo uso de los visitantes (ej. expolio, vandalismo).

Por otro lado, la prioridad de protección promedio, análisis único por parte de la Metodología 2, cuantificó la interdependencia que existe entre los valores analizados en cada geositio y su respectiva susceptibilidad a degradación, en esta ocasión se pudo contemplar como muy a pesar de que los puntajes obtenidos de esta última dimensión no pertenecen a categorías de una calificación alta, el valor promedio alto de los geositios, influyó para que gran parte de los sitios reflejen valores altos de protección.

Debido al atractivo visual reflejado por gran parte de los geositios, un detalle en común a considerar sobre su uso fue el de la cuantificación de la calidad estética de los mismos. En la Metodología 1, se encuentran criterios que evalúan la influencia estética, dentro de las dimensiones de potencial educacional y potencial uso turístico, indirectamente como la belleza del sitio y su uso frecuente en campañas turísticas nacionales e internacionales (Ver Tabla 2.2). Por su parte, la Metodología 2, evalúa la calidad estética en función de tres variables: (1) Amplitud del relieve, (2) Cursos de agua caudalosos/Cubiertas amplias de agua o hielo, y (3) variedad cromática destacada. Autores como Reynard et al. (2016), destacan la subjetividad del valor estético de los sitios, sumado a la dificultad de medida, siendo

evidente que este valor depende en medida considerable de la percepción de cada persona. Sin embargo, al no ser el análisis de la medida de la complejidad de geodiversidad de los sitios, un factor a considerar dentro del desarrollo de este trabajo, ambas metodologías cumplieron de forma clara en la valoración de los distintos lugares como potenciales geositios.

En resumen, los geositios propuestos por este trabajo, le dan la oportunidad al público, de aumentar el interés por factores que se encuentran e influyen la integridad de los sitios. Varias de las geofformas presentes, son un fiel reflejo de los medidores de las variaciones de masas glaciares influenciadas por los bruscos cambios climáticos del Cuaternario (Navarrete, 2005). En este mismo sentido, el cambio climático como interés, se encuentra alineado dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), y es motivo de análisis de la geología alrededor del mundo (Gill, 2017).

A nivel nacional, ya existen evaluaciones de geositios de origen glaciar, en la Provincia de Chimborazo (Carrión-Mero et al., 2021) y en Ruta Escondida (Quito) (Ayala Granda et al., 2020; Carrión-Mero, Ayala-Granda, et al., 2020). Ambas experiencias resaltaron su importancia dentro de la diversidad natural local y del país, evidenciadas en el valor científico que presentaron al ser evaluados. De forma similar al PNC, estos fueron realizados dentro de áreas protegidas, cuyo interés ha facilitado el desarrollo de servicios turísticos de calidad, siendo una oportunidad valiosa para su complementación con los elementos ofrecidos por el geoturismo.

A nivel mundial, el análisis de geositios de ambientes glaciares (Cruz et al., 2021; Serrano & González-Trueba, 2005), muestran valores geológicos de relevancia, coincidiendo en que los sitios que presentan un valor estético importante, son de igual manera complementados por otros factores de interés para el usuario (ej. accesibilidad), además de un reconocido uso educacional y turístico (Cruz et al., 2021). El apartado anterior, se respaldó con lo obtenido en este estudio (ej. Laguna Toreadora, PNCgla006), donde el PNC tiene numerosas facilidades divulgativas y turísticas.

Los resultados obtenidos a partir del análisis DAFO, recomendó un protocolo que contiene de forma principal a la importancia de los elementos abióticos, dentro de

la diversidad natural del territorio, incluso cuando la categoría de parque nacional, y los reconocimientos internacionales son un fuerte de la conservación del PNC.

La atención que debe prestarse a los elementos abióticos, evidenció que la falta de un enfoque holístico que incorpore a estos, de interés para estudios de patrimonio geológico, es un factor a considerar, teniendo en cuenta la relevancia científica que tiene el parque nacional para explicar procesos que explican la historia natural del sector tanto a nivel local y regional, con la implementación de medidas, tanto en los elementos explicativos del ecosistema como en los servicios que se ofrecen a los visitantes.

Para ello, muchas áreas naturales alrededor del mundo presentan integraciones entre el patrimonio abiótico, con sus similares bióticos y culturales, conocido como Concepto ABC (abiotic, biotic and cultural) (Pásková et al., 2021), con varios ejemplos de relevancia (ej. Yanchep, Australia; Sudoeste Alentejano y Costa Vicentina, Portugal (Clemente et al., 2019; Dowling, 2013)) y de igual manera en geoparques mundiales (ej. Colca y Volcanes de Andagua, Perú; Muroto, Japón (Pásková et al., 2021)).

Estos tres valores sirven de manera significativa en la interacción y empoderamiento de las comunidades locales, logrado a través del geoturismo, que constituye al desarrollo sostenible de cualquier área en particular. Simultáneamente, facilitará la apertura de nuevos proyectos de investigación, marketing, eventos y demás actividades relacionadas.

En síntesis, los sitios de importancia geológica en este proyecto constituyeron una ilustración clara, de la riqueza de elementos geológicos del PNC, que ilustran los resultados de la modelación de más de una actividad geológico-geomorfológica. De igual manera, con lo expuesto se sugiere la apertura de líneas de investigación relacionadas a su geopatrimonio, además de la inclusión de más detalles sobre el rol de dichos elementos en la comprensión del ecosistema del parque.

4.2 Conclusiones

Este trabajo ha sido útil para hacer un acercamiento al análisis del inventario y estudio holístico del geopatrimonio del Ecuador Continental, y en particular de la zona centro sur de la Región Andina. En adición, constituye uno de los primeros

proyectos que centra su enfoque en el análisis del potencial geoturístico del patrimonio geológico del Austro ecuatoriano.

Los 9 sitios de interés evaluados, con sus cinco intereses identificados: (1) glaciar, (2) morfológico, (3) volcánico, (4) periglacial y (5) petrológico, representan un ejemplo de la geodiversidad presente en el territorio, donde se destaca los sitios de origen glaciar, ocurrida por la cubierta de grandes masas de hielo durante el Pleistoceno. Los resultados de la evaluación revelaron en ambas metodologías que los sitios propuestos presentan valores de moderados a altos en gran parte de los apartados de interés para el desarrollo de actividades geoturísticas.

Las amenazas frente a degradación exhibieron el grado “medio” de vulnerabilidad que presentan los sitios escogidos, especialmente por factores naturales (ej. intemperismo) y antropogénicos (ej. vandalismo). De forma adicional, el grado de prioridad de protección, ilustró la importancia que tienen los geositos para el balance natural de los servicios ecosistémicos del PNC.

El análisis DAFO, identificó las principales fortalezas (ej. servicios turísticos activos, protección legal oficial) y debilidades (ej. bajo número de investigaciones de carácter geocientífico). Esto produjo un total de cinco estrategias enfocadas a: (1) inclusión de un protocolo de administración de sitios de importancia geológico-geomorfológica, al plan de protección actual, (2) colocación de facilidades que permitan la interpretación de eventos geológicos y geomorfológicos bajo el concepto ABC, (3) adecuación de infraestructura de observación, (4) desarrollo de actividades geoturísticas e (5) integración en documentos oficiales el rol del geopatrimonio en su ecosistema.

Finalmente, a través de este tipo de estudios se pueden realizar implicaciones sobre la puesta en valor y explotación del potencial geoturístico de los sitios, con la participación de instituciones públicas y privadas, generando alianzas que puedan resaltar el patrimonio geológico tanto a nivel nacional como internacional, incorporando la divulgación de los elementos geológicos presentes dentro del parque, resultando en un claro ejemplo de desarrollo sostenible para las comunidades cercanas contribuyendo al bienestar de las mismas y el ecosistema en general.

4.3 Recomendaciones

- Realizar inventarios y descripciones más detalladas de geositios enfocados en otras áreas de la geología (ej. estratigrafía, tectónica, entre otros), para enriquecer el conocimiento de la geología local del PNC.
- Incentivar el desarrollo de líneas de investigación en glaciología y áreas afines, dada la naturaleza de los principales atractivos geomorfológicos.
- Promover la participación colaborativa con instituciones relacionadas con el patrimonio geológico: gubernamentales (ej. IIGE), académicas (ej. universidades) y otras organizaciones como el Comité Ecuatoriano de Geoparques.
- Buscar nuevos enfoques de estudio de los geositios, a través del uso de otras evaluaciones, que permitan la cuantificación de la riqueza de elementos geomorfológicos presentes, y de esta manera conocer más detalles sobre la calidad paisajística de las áreas de alto valor estético dentro del parque.
- Incluir en el plan de manejo del PNC, una proporción mayor de acciones que permitan el conocimiento y preservación de los elementos geológicos.
- Detallar más especificaciones geológicas en las guías de rutas del parque o en su defecto desarrollar desde cero una guía específica con detalle del geopatrimonio presente.
- Evitar la siembra de especies invasivas vegetales en los geositios con un valor paisajístico alto, con el fin de explotar al máximo sus capacidades de interpretación de eventos geomorfológicos glaciares.
- Facilitar el uso de las rutas existentes a los visitantes del parque, como ejemplo: la implementación de hitos con menor distancia entre ellos y la limpieza de los senderos más cómodos de cruzar.
- Incentivar a las comunidades locales y a los servidores de actividades turísticas dentro del parque, al desarrollo de productos y servicios que tengan como valor añadido la promoción y protección del geopatrimonio.

BIBLIOGRAFÍA

- Asamblea Constituyente de Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*.
- Ayala Granda, A. J., Carrión Mero, P. C., Gurumendi Noriega, M., Herrera Franco, G., Morante Carballo, F., & Paz Salas, N. A. (2020). Registro y valoración de geomorfositos de la zona sur de la Ruta Escondida, como alternativa de fomento a la geoconservación del paisaje en la región Caranqui-Ecuador. *18th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: Engineering, Integration, And Alliances for A Sustainable Development* "Hemispheric Cooperation for Competitiveness and Prosperity on A Knowledge-Bas. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.534>
- Berrezueta, E., López, K., González-Menéndez, L., Ordóñez-Casado, B., & Benítez, S. (2021). Ophiolitic rocks and plagioclases from SW Ecuador (Cerro San José): petrology, geochemistry and tectonic setting. *Journal of Iberian Geology*, *47*(1–2), 367–386. <https://doi.org/10.1007/s41513-020-00154-9>
- Berrezueta, E., Sánchez-Cortez, J. L., & Aguilar-Aguilar, M. (2021). Inventory and characterization of geosites in Ecuador. A review. *Geoheritage*.
- Bieniek, B., Kordysh, A., Mirosławski, M., Nowak, K., Sękowski, K., & Sierka, E. (2019). Geoproduct potential analysis based on the example of the GEOsfera Ecological and Geological Education Center in Jaworzno. *Geotourism/Geoturystyka*, *58–59*(1), 28. <https://doi.org/10.7494/geotour.2019.58-59.28>
- Bolaños, M., García, A., Villavicencio, A., & Viteri Santamaría, F. (2016). Metodología para la determinación de lugares de interés geológico: Caso "Trayecto: Baeza - San Víctor – El Chaco". *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, *1*(1), 53–58. <https://doi.org/10.29166/revfig.v1i1.46>
- Bollati, I. M., Pelfini, M., & Pellegrini, L. (2012). A geomorphosites selection method for educational purposes: a case study in Trebbia Valley (Emilia Romagna, Italy). *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*, *35*(1), 23–35. <https://doi.org/10.4461/GFDQ.2012.35.3>
- Brilha, J. (2016). Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review. *Geoheritage*, *8*(2), 119–134. <https://doi.org/10.1007/s12371-014-0139-3>
- Bromley, G. R. M., Hall, B. L., Schaefer, J. M., Winckler, G., Todd, C. E., & Rademaker, K. M. (2011). Glacier fluctuations in the southern Peruvian Andes during the late-glacial period, constrained with cosmogenic ^3He . *Journal of Quaternary Science*,

26(1), 37–43. <https://doi.org/10.1002/jqs.1424>

- Bruschi, V. M., & Cendrero, A. (2005). Geosite evaluation; can we measure intangible values? *II Quaternario*, 18(1), 293–306.
- Carrillo-Rojas, G., Silva, B., Córdova, M., Célleri, R., & Bendix, J. (2016). Dynamic Mapping of Evapotranspiration Using an Energy Balance-Based Model over an Andean Páramo Catchment of Southern Ecuador. *Remote Sensing*, 8(2), 160. <https://doi.org/10.3390/rs8020160>
- Carrión-Mero, P., Ayala-Granda, A., Serrano-Ayala, S., Morante-Carballo, F., Aguilar-Aguilar, M., Gurumendi-Noriega, M., Paz-Salas, N., Herrera-Franco, G., & Berrezueta, E. (2020). Assessment of Geomorphosites for Geotourism in the Northern Part of the “Ruta Escondida” (Quito, Ecuador). *Sustainability*, 12(20), 8468. <https://doi.org/10.3390/su12208468>
- Carrión-Mero, P., Borja-Bernal, C., Herrera-Franco, G., Morante-Carballo, F., Jaya-Montalvo, M., Maldonado-Zamora, A., Paz-Salas, N., & Berrezueta, E. (2021). Geosites and Geotourism in the Local Development of Communities of the Andes Mountains. A Case Study. *Sustainability*, 13(9), 4624. <https://doi.org/10.3390/su13094624>
- Carrión-Mero, P., Loor-Oporto, O., Andrade-Ríos, H., Herrera-Franco, G., Morante-Carballo, F., Jaya-Montalvo, M., Aguilar-Aguilar, M., Torres-Peña, K., & Berrezueta, E. (2020). Quantitative and Qualitative Assessment of the “El Sexmo” Tourist Gold Mine (Zaruma, Ecuador) as A Geosite and Mining Site. *Resources*, 9(3), 28. <https://doi.org/10.3390/resources9030028>
- Carrión-Mero, P., Morante-Carballo, F., & Apolo-Masache, B. (2020). *Evaluation of geosites as an alternative for geotouristic development in Guayaquil, Ecuador*. 45–56. <https://doi.org/10.2495/SDP200041>
- Carrión Mero, P., Herrera Franco, G., Briones, J., Caldevilla, P., Domínguez-Cuesta, M., & Berrezueta, E. (2018). Geotourism and Local Development Based on Geological and Mining Sites Utilization, Zaruma-Portovelo, Ecuador. *Geosciences*, 8(6), 205. <https://doi.org/10.3390/geosciences8060205>
- Chi, H. T. P., Hai, H. Q., & Nam, N. T. Q. (2018). Proposing Geo-Products for Ly Son Geopark, Vietnam. *Proceedings*, 2(10), 568. https://doi.org/10.3390/IECG_2018-05343
- Clemente, P., Calvache, M., Antunes, P., Santos, R., Cerdeira, J. O., & Martins, M. J. (2019). Combining social media photographs and species distribution models to map cultural ecosystem services: The case of a Natural Park in Portugal. *Ecological*

- Indicators*, 96, 59–68. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.08.043>
- Comănescu, L., & Nedelea, A. (2017). Geomorphosites Assessments of the Glacial and Periglacial Landforms from Southern Carpathians. En *Landform Dynamics and Evolution in Romania* (pp. 215–246). https://doi.org/10.1007/978-3-319-32589-7_10
- Coratza, P., & Giusti, C. (2005). Methodological proposal for the assessment of the scientific quality of geomorphosites. *Il Quaternario*, 18(1), 307–313.
- Costa-Casais, M., & Caetano Alves, M. I. (2013). Geological Heritage at Risk in NW Spain. Quaternary Deposits and Landforms of “Southern Coast” (Baiona-A Garda). *Geoheritage*, 5(4), 227–248. <https://doi.org/10.1007/s12371-013-0083-7>
- Cruz, R., Martínez-Graña, A., Goy, J. L., & Nogueira, N. (2021). Analysis of the Geological Heritage and Geodiversity Index of Two Mountainous Areas in Spain: Béjar and El Barco Massifs. *Geoheritage*, 13(3), 62. <https://doi.org/10.1007/s12371-021-00587-3>
- de Lima, F. F., Brilha, J. B., & Salamuni, E. (2010). Inventorying Geological Heritage in Large Territories: A Methodological Proposal Applied to Brazil. *Geoheritage*, 2(3–4), 91–99. <https://doi.org/10.1007/s12371-010-0014-9>
- Doucek, J., & Zelenka, J. (2018). New Trends in Geoproducts Development: Železné Hory National Geopark Case Study. *Czech Journal of Tourism*, 7(2), 179–195. <https://doi.org/10.1515/cjot-2018-0010>
- Dowling, R. K. (2013). Global Geotourism – An Emerging Form of Sustainable Tourism. *Czech Journal of Tourism*, 2(2). <https://doi.org/10.2478/cjot-2013-0004>
- Dunkley, P., & Gaibor, A. (1997). *Mapa Geológico de la Cordillera Occidental del Ecuador entre 2° - 3° S*.
- Dyson, R. G. (2004). Strategic development and SWOT analysis at the University of Warwick. *European Journal of Operational Research*, 152(3), 631–640. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(03\)00062-6](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00062-6)
- Farsani, N. T., Coelho, C. O. A., Costa, C. M. M., & Amrikazemi, A. (2014). Geo-knowledge Management and Geoconservation via Geoparks and Geotourism. *Geoheritage*, 6(3), 185–192. <https://doi.org/10.1007/s12371-014-0099-7>
- Fränkl, L. A. (2016). *A 20th Century pollution history reconstruction using lake sediments from Cajas National Park, South Central Ecuador*. University of Bern.
- French, H., & Harbor, J. (2013). 8.1 The Development and History of Glacial and Periglacial Geomorphology. En *Treatise on Geomorphology* (pp. 1–18). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374739-6.00190-1>
- Fuertes-Gutiérrez, I., & Fernández-Martínez, E. (2010). Geosites Inventory in the Leon Province (Northwestern Spain): A Tool to Introduce Geoheritage into Regional

- Environmental Management. *Geoheritage*, 2(1–2), 57–75.
<https://doi.org/10.1007/s12371-010-0012-y>
- Fuertes-Gutiérrez, Inés, & Fernández-Martínez, E. (2012). Mapping Geosites for Geoheritage Management: A Methodological Proposal for the Regional Park of Picos de Europa (León, Spain). *Environmental Management*, 50(5), 789–806.
<https://doi.org/10.1007/s00267-012-9915-5>
- García-Cortés, A., & Carcavilla, L. (2013). *Documento metodológico para la elaboración del inventario español de lugares de interés geológico (IELIG)*.
http://www.igme.es/patrimonio/novedades/metodologia_ielig_web.pdf
- Giles, D. P., Griffiths, J. S., Evans, D. J. A., & Murton, J. B. (2017). Chapter 3 Geomorphological framework: glacial and periglacial sediments, structures and landforms. *Geological Society, London, Engineering Geology Special Publications*, 28(1), 59–368. <https://doi.org/10.1144/EGSP28.3>
- Gill, J. C. (2017). Geology and the Sustainable Development Goals. *Episodes*, 40(1), 70–76. <https://doi.org/10.18814/epiiugs/2017/v40i1/017010>
- Gutierrez, M. (2013). *Geomorphology* (1st ed). CRC Press.
<https://doi.org/10.1201/b12685>
- Henriques, M. H., dos Reis, R. P., Brilha, J., & Mota, T. (2011). Geoconservation as an Emerging Geoscience. *Geoheritage*, 3(2), 117–128. <https://doi.org/10.1007/s12371-011-0039-8>
- Herrera-Franco, G., Carrión-Mero, P., Alvarado, N., Morante-Carballo, F., Maldonado, A., Caldevilla, P., Briones-Bitar, J., & Berrezueta, E. (2020). Geosites and georesources to foster geotourism in communities: Case study of the Santa Elena Peninsula Geopark Project in Ecuador. *Sustainability (Switzerland)*, 12(11).
<https://doi.org/10.3390/su12114484>
- Ilieș, D. C., Dehoorne, O., & Ilieș, A. (2011). Some examples of natural hazards affecting geosites and tourist activities. *Geojournal of Tourism and Geosites*, 7(1), 33–38.
- Jaillard, É., Ordoñez, M., Benitez, S., Berrones, G., Jimenez, N., Montenegro, G., & Zambrano, I. (1995). Basin Development in an Accretionary, Oceanic-Floored Fore-Arc Setting: Southern Coastal Ecuador During Late Cretaceous-Late Eocene Time. *Petroleum basins of South America: AAPG Memoir 62*.
- Kazancı, N., Suludere, Y., Özgüneylioğlu, A., Mülazımoğlu, N. S., Şaroğlu, F., Mengi, H., Boyraz-Aslan, S., Gürbüz, E., Yücel, T. O., Ersöz, M., İleri, Ö., İnaner, H., & Gürbüz, A. (2019). Mining Heritage and Relevant Geosites as Possible Instruments for Sustainable Development of Miner Towns in Turkey. *Geoheritage*, 11(4), 1267–

1276. <https://doi.org/10.1007/s12371-019-00391-0>

- Keever, P. J. M., & Zouros, N. (2005). Geoparks: Celebrating Earth heritage, sustaining local communities. *Episodes*, 28(4), 274–278. <https://doi.org/10.18814/epiiugs/2005/v28i4/006>
- Kelley, D., & Salazar, R. (2017). Geosites in the Galápagos Islands Used for Geology Education Programs. *Geoheritage*, 9(3), 351–358. <https://doi.org/10.1007/s12371-016-0190-3>
- Kerr, A. C., Aspden, J. A., Tarney, J., & Pilatasig, L. F. (2002). The nature and provenance of accreted oceanic terranes in western Ecuador: geochemical and tectonic constraints. En *Journal of the Geological Society* (Vol. 159).
- Kubalíková, L. (2012). *Koncepce geomorphosites v kontextu ochrany neživé přírody*. Technická univerzita v Liberci.
- Lasso, E., Matheus-Arbeláez, P., Gallery, R. E., Garzón-López, C., Cruz, M., Leon-García, I. V., Aragón, L., Ayarza-Páez, A., & Curiel Yuste, J. (2021). Homeostatic Response to Three Years of Experimental Warming Suggests High Intrinsic Natural Resistance in the Páramos to Warming in the Short Term. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9. <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.615006>
- Macadam, J. (2018). Geoheritage. En *Geoheritage* (pp. 267–288). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809531-7.00015-0>
- MAG - IEE - SENPLADES, 2009-2015. (2017). *Geomorfología (formas del relieve). Mosaico homologado a nivel nacional, 1:25.000*. <http://geoportal.agricultura.gob.ec/>
- Margiotta, S., Negri, S., Parise, M., & Quarta, T. A. M. (2016). Karst geosites at risk of collapse: the sinkholes at Nociglia (Apulia, SE Italy). *Environmental Earth Sciences*, 75(1), 8. <https://doi.org/10.1007/s12665-015-4848-y>
- McClenaghan, M. B., & Paulen, R. C. (2018). Application of Till Mineralogy and Geochemistry to Mineral Exploration. En *Past Glacial Environments* (pp. 689–751). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100524-8.00022-1>
- McKenna, H. P. (1994). The Delphi technique: a worthwhile research approach for nursing? *Journal of Advanced Nursing*, 19(6), 1221–1225. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.1994.tb01207.x>
- McMartin, I., & Paulen, R. C. (2009). Ice-flow indicators and the importance of ice-flow mapping for drift prospecting. En *Application of Till and Stream Sediment Heavy Mineral and Geochemical Methods to Mineral Exploration in Western and Northern Canada* (pp. 15–34). Geological Association of Canada.
- Mehdioui, S., El Hadi, H., Tahiri, A., Brilha, J., El Haibi, H., & Tahiri, M. (2020). Inventory

- and Quantitative Assessment of Geosites in Rabat-Tiflet Region (North Western Morocco): Preliminary Study to Evaluate the Potential of the Area to Become a Geopark. *Geoheritage*, 12(2), 35. <https://doi.org/10.1007/s12371-020-00456-5>
- Migoñ, P., & Pijet-Migoñ, E. (2017). Viewpoint geosites — values, conservation and management issues. *Proceedings of the Geologists' Association*, 128(4), 511–522. <https://doi.org/10.1016/j.pgeola.2017.05.007>
- Mikhailenko, A. V., & Ruban, D. A. (2019). Environment of Viewpoint Geosites: Evidence from the Western Caucasus. *Land*, 8(6), 93. <https://doi.org/10.3390/land8060093>
- Morante-Carballo, F., Herrera-Narváez, G., Jiménez-Orellana, N., & Carrión-Mero, P. (2020). Puyango, Ecuador Petrified Forest, a Geological Heritage of the Cretaceous Albian-Middle, and its relevance for the sustainable development of geotourism. *Sustainability (Switzerland)*, 12(16). <https://doi.org/10.3390/su12166579>
- Mucivuna, V. C., Reynard, E., & Garcia, M. da G. M. (2019). Geomorphosites Assessment Methods: Comparative Analysis and Typology. *Geoheritage*, 11(4), 1799–1815. <https://doi.org/10.1007/s12371-019-00394-x>
- Navarrete, E. (2005). Huellas de un “frío pasado”. Patrimonio Geológico del Parque Nacional “El Cajas”. En *El patrimonio geomínero en el contexto de la Ordenación Territorial* (pp. 181–197).
- Newsome, D., & Dowling, R. (2010). Setting an agenda for geotourism. En D. Newsome & R. Dowling (Eds.), *Geotourism: The tourism of Geology and Landscape* (pp. 1–12). Goodfellow Publishers Limited.
- Nichols, G. (2009). Glacial Environments. En *Sedimentology and stratigraphy* (2nd Ed., pp. 102–113). Wiley-Blackwell.
- Ólafsdóttir, R., & Tverijonaite, E. (2018). Geotourism: A Systematic Literature Review. *Geosciences*, 8(7), 234. <https://doi.org/10.3390/geosciences8070234>
- Palacio-Prieto, J. L. (2015). Geoheritage Within Cities: Urban Geosites in Mexico City. *Geoheritage*, 7(4), 365–373. <https://doi.org/10.1007/s12371-014-0136-6>
- Panizza, M. (2001). Geomorphosites: Concepts, methods and examples of geomorphological survey. *Chinese Science Bulletin*, 46(S1), 4–5. <https://doi.org/10.1007/BF03187227>
- Pásková, M., Zelenka, J., Ogasawara, T., Zavala, B., & Astete, I. (2021). The ABC Concept—Value Added to the Earth Heritage Interpretation? *Geoheritage*, 13(2), 38. <https://doi.org/10.1007/s12371-021-00558-8>
- Patzak, M., & Eder, F. W. (1998). “UNESCO GEOPARK” A new Programme - A new UNESCO label. *Geologica Balcanica*, 28, 33–35.


- Pereira, P., Pereira, D., & Caetano Alves, M. I. (2007). Geomorphosite assessment in Montesinho Natural Park (Portugal). *Geographica Helvetica*, 62(3), 159–168. <https://doi.org/10.5194/gh-62-159-2007>
- Perret, A., & Reynard, E. (2014). A method for selecting potential geosites. The case of glacial geosites in the Chablais area (French and Swiss Prealps). *EGU General Assembly Conference Abstracts*, 12035.
- Petrović, M. D., Lukić, D. M., Radovanović, M., Vujko, A., Gajić, T., & Vuković, D. (2017). “Urban geosites” as an alternative geotourism destination - evidence from Belgrade. *Open Geosciences*, 9(1). <https://doi.org/10.1515/geo-2017-0034>
- Pralong, J.-P. (2005). A method for assessing tourist potential and use of geomorphological sites. *Géomorphologie: relief, processus, environnement*, 11(3), 189–196. <https://doi.org/10.4000/geomorphologie.350>
- Pralong, J.-P., & Reynard, E. (2005). A proposal for a classification of geomorphological sites depending on their tourist value. *Italian Journal of Quaternary Sciences*, 18(1), 315–321.
- ProGEO. (1991). *Digne-les-Bains declaration-Declaration of the rights of the memory of the earth*. http://www.progeo.ngo/downloads/DIGNE_DECLARATION.pdf
- ProGEO. (2011). *Conserving our shared geoheritage – a protocol on geoconservation principles, sustainable site use, management, fieldwork, fossil and mineral collecting*. <http://www.progeo.se/progeo-protocol-definitions-20110915.pdf>
- Quesada-Román, A., & Pérez-Umaña, D. (2020). Tropical Paleoglacial Geoheritage Inventory for Geotourism Management of Chirripó National Park, Costa Rica. *Geoheritage*, 12(3), 58. <https://doi.org/10.1007/s12371-020-00485-0>
- Reynard, E., Fontana, G., Kozlik, L., & Scapozza, C. (2007). A method for assessing “scientific” and “additional values” of geomorphosites. *Geographica Helvetica*, 62(3), 148–158. <https://doi.org/10.5194/gh-62-148-2007>
- Reynard, E., Perret, A., Bussard, J., Grangier, L., & Martin, S. (2016). Integrated Approach for the Inventory and Management of Geomorphological Heritage at the Regional Scale. *Geoheritage*, 8(1), 43–60. <https://doi.org/10.1007/s12371-015-0153-0>
- Reynard, Emmanuel. (2009). Geomorphosites: definitions and characteristics. En *Geomorphosites* (pp. 9–20).
- Rodbell, D. T., Bagnato, S., Nebolini, J. C., Seltzer, G. O., & Abbott, M. B. (2002). A Late Glacial–Holocene Tephrochronology for Glacial Lakes in Southern Ecuador. *Quaternary Research*, 57(3), 343–354. <https://doi.org/10.1006/qres.2002.2324>

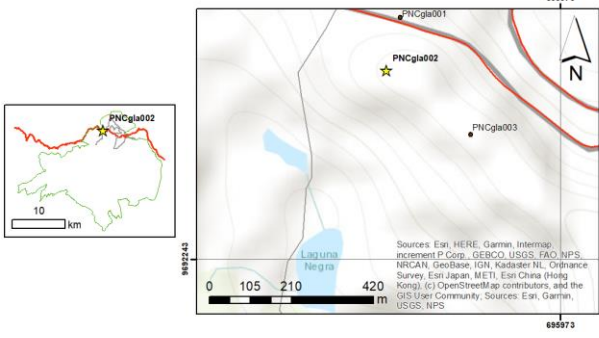

- Rodrigues, J., Neto de Carvalho, C., Ramos, M., Ramos, R., Vinagre, A., & Vinagre, H. (2021). Geoproducts – Innovative development strategies in UNESCO Geoparks: Concept, implementation methodology, and case studies from Naturtejo Global Geopark, Portugal. *International Journal of Geoheritage and Parks*, 9(1), 108–128. <https://doi.org/10.1016/j.ijgeop.2020.12.003>
- Ruban, D. A. (2017). Geodiversity as a precious national resource: A note on the role of geoparks. *Resources Policy*, 53, 103–108. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2017.06.007>
- Sánchez-Cortez, J. L. (2019). Conservation of geoheritage in Ecuador: Situation and perspectives. *International Journal of Geoheritage and Parks*, 7(2), 91–101. <https://doi.org/10.1016/j.ijgeop.2019.06.002>
- Sánchez-Cortez, J. L., Fuentes-Campuzano, C., & Andrade-Díaz, R. (2019). Caracterización de sitios geológicos como herramienta geoeducativa: eje carretero Guaranda-San Juan, Ecuador. *Revista Geográfica Venezolana*, 60(2), 414–429. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=347766130011>
- Schneider, T., Musa Bandowe, B. A., Bigalke, M., Mestrot, A., Hampel, H., Mosquera, P. V., Fränkl, L., Wienhues, G., Vogel, H., Tylmann, W., & Grosjean, M. (2021). 250-year records of mercury and trace element deposition in two lakes from Cajas National Park, SW Ecuadorian Andes. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(13), 16227–16243. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-11437-0>
- Secretaría Nacional de Planificación. (2021). *Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025*. <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/2021/09/Plan-de-Creación-de-Oportunidades-2021-2025-Aprobado.pdf>
- Serrano, E., & González-Trueba, J. J. (2005). Assessment of geomorphosites in natural protected areas: the Picos de Europa National Park (Spain). *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, 11(3), 197–208. <https://doi.org/10.4000/geomorphologie.364>
- SISR. (2002). *Parque Nacional Cajas | Servicio de Información sobre Sitios Ramsar*. <https://rsis.ramsar.org/es/ris/1203?language=es>
- Tormey, D. (2019). New approaches to communication and education through geoheritage. *International Journal of Geoheritage and Parks*, 7(4), 192–198. <https://doi.org/10.1016/j.ijgeop.2020.01.001>
- UNESCO. (2019). *Macizo del Cajas Biosphere Reserve, Ecuador*. <https://en.unesco.org/biosphere/lac/macizo-del-cajas>
- Vallejo, C., Spikings, R. A., Horton, B. K., Luzieux, L., Romero, C., Winkler, W., &

- Thomsen, T. B. (2019). Late cretaceous to miocene stratigraphy and provenance of the coastal forearc and Western Cordillera of Ecuador: Evidence for accretion of a single oceanic plateau fragment. En *Andean Tectonics* (pp. 209–236). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816009-1.00010-1>
- Vujičić, M. D., Vasiljević, D. A., Marković, S. B., Hose, T. A., Lukić, T., Hadžić, O., & Janičević, S. (2011). Preliminary geosite assessment model (GAM) and its application on Fruška gora mountain, potential geotourism destination of Serbia. *Acta geographica Slovenica*, 51(2), 361–376. <https://doi.org/10.3986/AGS51303>
- Yuliawati, A. K., Rofaida, R., Gautama, B. P., & Hadian, M. S. D. (2019). Geoproduct Development as Part of Geotourism at Geopark Belitong. *Proceedings of the 1st International Conference on Economics, Business, Entrepreneurship, and Finance (ICEBEF 2018)*. <https://doi.org/10.2991/icebef-18.2019.27>
- Zouros, N. C. (2007). Geomorphosite assessment and management in protected areas of Greece Case study of the Lesvos island – coastal geomorphosites. *Geographica Helvetica*, 62(3), 169–180. <https://doi.org/10.5194/gh-62-169-2007>
- Zwoliński, Z., Hildebrandt-Radke, I., Mazurek, M., & Makohonienko, M. (2017). Existing and Proposed Urban Geosites Values Resulting from Geodiversity of Poznań City. *Quaestiones Geographicae*, 36(3), 125–149. <https://doi.org/10.1515/quageo-2017-0031>

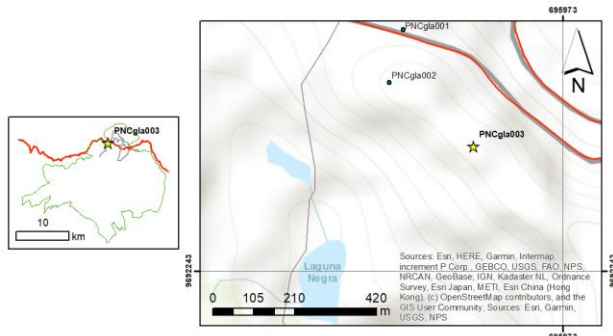
APÉNDICES

APÉNDICE A – Fichas de descripción de geositos

Código del sitio:	PNCmrf001	Nombre:	Tres Cruces		
Coordenadas (UTM WGS 1984 Zona 17 Sur)			Tipo del sitio:	Tamaño del sitio:	Localización:
X	Y	Z	Areal	Kilométrico	Sobre la carretera Cuenca-Molleturo
695563	9692860	4150			
					
Descripción general del geosito:					
<p>El geosito presenta un alto valor cultural, manifestado en el origen religioso de su mismo nombre, donde los viajeros colocaban una piedra del suelo sobre tres cruces emplazadas, para tener suerte en su travesía. Actualmente, es un punto de vista panorámica por la administración del parque.</p>					
Importancia geológica:					
<p>En este punto, se pueden contemplar en dirección oeste, una gran cantidad de masivos rocosos de considerable elevación que se extienden en un eje Norte-Sur, los cuales constituyen geomorfológicamente la línea divisoria de aguas entre las cuencas hidrográficas de los sistemas del Pacífico y el Atlántico.</p>					
Fuentes Bibliográficas:			Autor y Fecha de Levantamiento:		
ETAPA EP (2018). Guía de Rutas del Parque Nacional El Cajas			Jairo Dueñas Tovar, 13 de octubre de 2021		

Código del sitio:	PNCgla002	Nombre:	Laguna Larga y Negra		
Coordenadas (UTM WGS 1984 Zona 17 Sur)			Tipo del sitio:	Tamaño del sitio:	Localización:
X	Y	Z	Areal	Kilométrico	Sobre la carretera Cuenca-Molleturo
695528	9692725	4182			
					
Descripción general del geosito:					
<p>El sitio se emplaza sobre un cerro en las partes más altas de la Ruta Luspa del PNC, y contiene un pequeño mirador, que permite ver una diversidad alta de geoformas de etapas iniciales de ambientes glaciares, y un paisaje dominado por la presencia de dos grandes lagunas alargadas unidas a su vez con otras de menor extensión.</p>					
Importancia geológica:					
<p>Este par de lagunas de considerable extensión constituye uno de los mejores ejemplos del parque de lagunas arrosariadas o también conocidas en la literatura geomorfológica como paternóster, adicionalmente se pueden contemplar panorámicamente otras geoformas características de sectores iniciales de erosión glacial como: valles colgados y circos glaciares.</p>					
Fuentes Bibliográficas:			Autor y Fecha de Levantamiento:		
ETAPA EP (2018). Guía de Rutas del Parque Nacional El Cajas			Jairo Dueñas Tovar, 13 de octubre de 2021		

Código del sitio:	PNCgla003	Nombre:	Afloramiento rocoso en arista		
Coordenadas (UTM WGS 1984 Zona 17 Sur)			Tipo del sitio:	Tamaño del sitio:	Localización:
X	Y	Z	Areal	Métrico	Sobre la carretera Cuenca-Molleturo
695743	9692562	4188			



Descripción general del geosito:

El sitio tiene acceso a través de la Ruta Luspa del Parque Nacional El Cajas, y presenta una litología de un posible origen volcánico, con forma afilada y de pocos metros de extensión. El acceso en ciertas partes del sendero puede dificultarse para personas con limitación de movilidad por lo que el acercamiento a este sitio puede quedar a criterio de cada persona.

Importancia geológica:

Se encuentra un afloramiento rocoso vertical sobre una arista en el filo de un cerro que divide dos valles. De acuerdo, al Mapa Geológico de la Cordillera Occidental, este filo de arista, pertenece a la Unidad Chulo del Eoceno, compuesta de litologías de origen volcánico como brechas y tobas riolíticas.

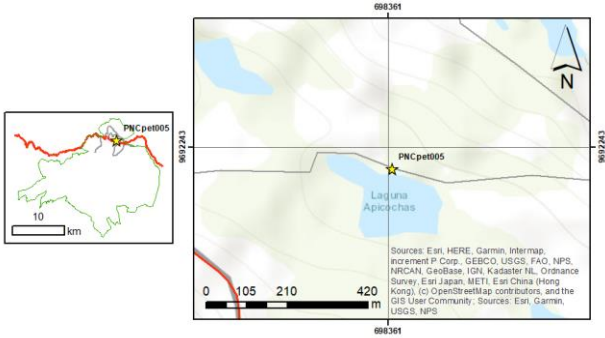

Fuentes Bibliográficas:

Dunkley, P.; Gaibor, A. Mapa Geológico de la Cordillera Occidental del Ecuador entre 2° - 3° S; Quito, 1997

Autor y Fecha de Levantamiento:

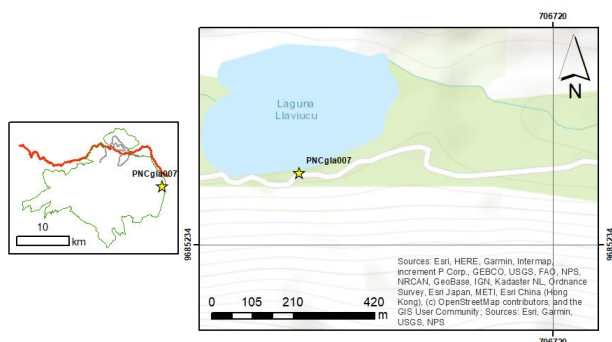
Jairo Dueñas Tovar, 13 de octubre de 2021

Código del sitio:	PNCvol004	Nombre:	Flujo volcánico		
Coordenadas (UTM WGS 1984 Zona 17 Sur)			Tipo del sitio:	Tamaño del sitio:	Localización:
X	Y	Z	Areal	Decamétrico	Sobre la carretera Cuenca-Molleturo
695860	9693813	4102			
					
Descripción general del geosito:					
<p>El sitio se localiza sobre una ruta y permite ver diversas geoformas y elementos de origen glaciar y volcánico. En frente del geosito, se pueden ver lagunas de origen glaciar, que en conjunto con los elementos de origen volcánico que se pueden observar presentan una variedad cromática que destaca por su espectacularidad.</p>					
Importancia geológica:					
<p>Se presenta un flujo volcánico con dirección de N252° y buzamiento aparente de 80°NW, verticalmente este afloramiento se extiende a un par de metros de altura. Panorámicamente, se tienen vistas a lagunas glaciares (ej. Pallcacocha), y un extenso terreno de rocas aborregadas.</p>					
Fuentes Bibliográficas:			Autor y Fecha de Levantamiento:		
Dunkley, P.; Gaibor, A. Mapa Geológico de la Cordillera Occidental del Ecuador entre 2° - 3° S; Quito, 1997			Jairo Dueñas Tovar, 13 de octubre de 2021		

Código del sitio:	PNCpet005	Nombre:	Meteorito de Miguir		
Coordenadas (UTM WGS 1984 Zona 17 Sur)			Tipo del sitio:	Tamaño del sitio:	Localización:
X	Y	Z	Punto	Métrico	Entrada por Zona de Recreación Treadora
698300	9692230	3918			
					
Descripción general del geosito:					
<p>El Meteorito de Miguir-Cajas, se considera que fue un impacto de un meteorito de pocos centímetros de diámetro en el año 1995, por la ubicación del frente del impacto se estima que el cuerpo desarrolló un viaje siguiendo una trayectoria Norte-Sur.</p>					
Importancia geológica:					
<p>Este punto permite observar el impacto de un cuerpo de pocos centímetros de diámetro, sobre un material rocoso de origen volcánico. Dicho impacto, generó una intercalación radial de fisuras métricas y centimétricas que se extienden desde el centro de la roca impactada hacia el exterior del pequeño cráter formado.</p>					
Fuentes Bibliográficas:			Autor y Fecha de Levantamiento:		
<p>Toulkeridis, T.; Echegaray-Aveiga, R.C.; Martínez-Maldonado, K.P. Shock metamorphism in volcanic rock due to the impact of the Miguir-Cajas meteorite in 1995 and its importance for Ecuador. <i>Geoj. Tour. Geosites</i> 2021, 35, 315–321, doi:10.30892/gtg.35208-654</p>			<p>Jairo Dueñas Tovar, 24 de noviembre de 2021</p>		

Código del sitio:	PNCgla006	Nombre:	Laguna Toreadora		
Coordenadas (UTM WGS 1984 Zona 17 Sur)			Tipo del sitio:	Tamaño del sitio:	Localización:
X	Y	Z	Areal	Kilométrico	Sobre la carretera Cuenca-Molleturo
697359	9692361	3920			
					
Descripción general del geosito:					
<p>El geosito comprende una zona de recreación general administrado por el PNC. Tiene un valor histórico, representado en el Camino de García Moreno, uno de los primeros caminos viales modernos creados post-independencia, entre la Costa y la Sierra, conectando la ciudad de Cuenca con las ciudades de la Costa (ej. Guayaquil y Naranjal).</p>					
Importancia geológica:					
<p>Presenta una de las lagunas de origen glaciar de mayor extensión ubicadas al pie de la vía Cuenca-Molleturo, en donde se puede ver también un masivo rocoso, generado por erosión de vientos, este sirve como división para dos valles glaciares de cientos de metros de extensión.</p>					
Fuentes Bibliográficas:			Autor y Fecha de Levantamiento:		
<p>E. Navarrete, "Huellas de un 'frío pasado'. Patrimonio Geológico del Parque Nacional 'El Cajas,'" in <i>El patrimonio geominero en el contexto de la Ordenación Territorial</i>, 2005, pp. 181–197 ETAPA EP (2018). Guía de Rutas del Parque Nacional El Cajas</p>			<p>Jairo Dueñas Tovar, 24 de noviembre de 2021</p>		

Código del sitio:	PNCgla007	Nombre:	Valle de Llaviuco		
Coordenadas (UTM WGS 1984 Zona 17 Sur)			Tipo del sitio:	Tamaño del sitio:	Localización:
X	Y	Z	Areal	Kilométrico	A pocos kilómetros de la Parroquia Sayausí
709090	9685471	3150			



Descripción general del geosito:

El valle de Llaviuco es uno de los valles de tipo glaciar más representativos de todo el parque, y uno de los más visibles en las partes de menor altitud de todo el PNC. y también es uno de los accesos del Camino del Inca, una red vial prehispánica que se extiende a lo largo de la parte occidental de Sudamérica y conectaba la mayor parte de las grandes ciudades del Imperio Inca.

Importancia geológica:

El valle presenta una geometría parabólica (“valle en U”) característica de ambientes de origen glaciar, por su elevación, el sector presenta geformas características de las etapas terminales de la erosión glaciar (ej. Morrenas terminales). En esta zona se tienen también influencias de modelamientos fluviales en el fondo del valle, el sistema de quebradas observable proviene del Lago Llaviuco en la parte final del valle.

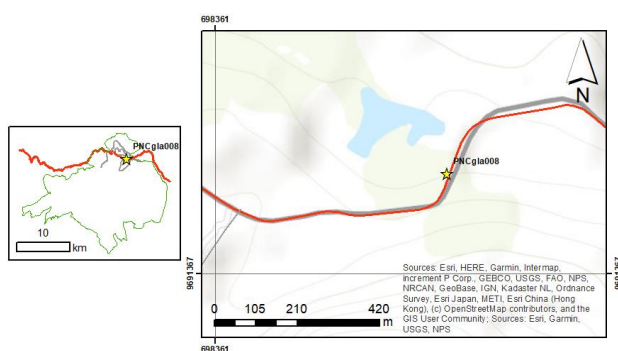
Fuentes Bibliográficas:

E. Navarrete, “Huellas de un ‘frío pasado’. Patrimonio Geológico del Parque Nacional ‘El Cajas,’” in *El patrimonio geominero en el contexto de la Ordenación Territorial*, 2005, pp. 181–197

Autor y Fecha de Levantamiento:

Jairo Dueñas Tovar, 20 de diciembre de 2021

Código del sitio:	PNCgla008	Nombre:	Mirador de campo de drumlins		
Coordenadas (UTM WGS 1984 Zona 17 Sur)			Tipo del sitio:	Tamaño del sitio:	Localización:
X	Y	Z	Areal	Kilométrico	Sobre la carretera Cuenca-Molleturo
698805	9691518	3961			



Descripción general del geositio:

Es un mirador que presenta rasgos kilométricos, con varios elementos importantes del transporte y erosión glaciár. Principalmente destaca por su majestuosidad, y la variedad cromática que presenta en condiciones favorables. Este geositio paisajísticamente es uno de los más ilustrativos de todos los que se encuentran a lo largo de la vía principal, cuya apreciación, en algunos casos se ve interrumpida por varias acciones de origen antrópico como las plantaciones de pinos, especie introducida al ecosistema del parque.

Importancia geológica:

Se presenta una amplia zona de drumlins, una geoforma de origen glaciár, que se caracteriza por componerse de forma individualmente de una pequeña colina alargada (semielíptica), cuyo eje mayor corresponde a la dirección donde se está dirigiendo el glaciár. Estas geoformas son esencialmente encontradas dentro de las partes medias a terminales del trayecto de una masa gigante de hielo, hasta su deglaciación.

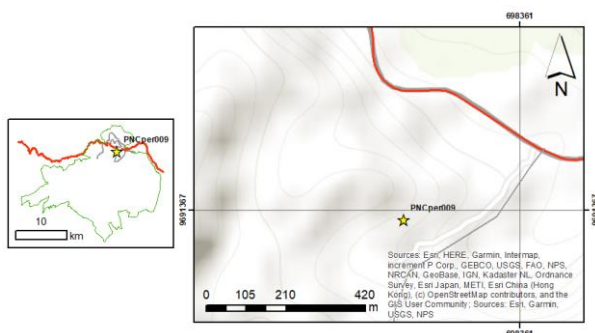
Fuentes Bibliográficas:

E. Navarrete, "Huellas de un 'frío pasado'. Patrimonio Geológico del Parque Nacional 'El Cajas,'" in *El patrimonio geominero en el contexto de la Ordenación Territorial*, 2005, pp. 181–197

Autor y Fecha de Levantamiento:

Jairo Dueñas Tovar, 24 de noviembre de 2021

Código del sitio:	PNCper009	Nombre:	Llanuras periglaciares de Ruta Burines		
Coordenadas (UTM WGS 1984 Zona 17 Sur)			Tipo del sitio:	Tamaño del sitio:	Localización:
X	Y	Z	Areal	Decamétrico	Entrada por Final Ruta X, a 2 km de Zona Recreativa Toreadora
698054	9691342	4060			



Descripción general del geosito:

Este sitio también constituye uno de los accesos a uno de los elementos más significativos de interés histórico de todo el parque: El Camino del Inca. Se ingresa por una de las entrada/salidas, de la ruta Burines (de ahí el nombre propuesto para el geosito). El sendero que lleva hacia el geosito tiene una fuerte presencia de flora característico del páramo (ej. Helechos y pastos).

Importancia geológica:

En este punto se evidencian de forma clara un campo de llanuras almohadilladas, una geoforma de origen periglacial, la cual se encuentra en el fondo de los valles intramontañosos y se mimetiza con los trazos de las quebradas que provienen de lo alto de las vertientes de los masivos rocosos presentes en la zona. Esto permite el albergue de una alta concentración de vegetación, sobre suelos no consolidados de material muy fino. En adición, se presentan deslizamientos de masa, que se extienden desde el pie del talud hasta la cima del masivo.

Fuentes Bibliográficas:

ETAPA EP (2018). Guía de Rutas del Parque Nacional El Cajas

Autor y Fecha de Levantamiento:

Jairo Dueñas Tovar, 25 de noviembre de 2021

APÉNDICE B – Resultados de evaluaciones de geositorios usando Metodología 1

Geositorio: Tres Cruces

Código: PNCmrf001

Criterio	Valor Científico	
	Valoración	Subtotal
Representación	2	60
Sitio clave	1	20
Conocimiento del sitio	2	10
Grado de integridad	4	60
Variedad geológica	4	20
Singularidad	1	15
Restricciones de uso	1	10
PUNTAJE FINAL		195

Criterio	Uso Educativo Potencial	
	Valoración	Subtotal
Variedad geológica	4	40
Restricciones de uso	2	10
Fragilidad	3	30
Nivel de acceso	4	40
Grado de seguridad	4	40
Logística	3	15
Población	1	5
Relación con otros valores	4	20
Calidad paisajística	4	20
Unicidad	2	10
Observación	4	40
Potencial didáctico	1	20
PUNTAJE FINAL		290

Criterio	Potencial uso turístico	
	Valoración	Subtotal
Restricciones de uso	2	10
Fragilidad	3	30
Nivel de acceso	4	40
Grado de seguridad	4	40
Logística	3	15
Población	1	5
Relación con otros valores	4	20
Calidad paisajística	4	60
Unicidad	2	20
Condiciones de observación	4	20
Capacidad de interpretación	3	30
Economía (Población)	1	5
Proximidad a áreas recreacionales	4	20
PUNTAJE FINAL		315

Criterio	Riesgo de degradación	
	Valoración	Subtotal
Nivel de acceso	4	60
Población	1	10
Daño de elementos	2	70
Cercanía a actividades degradantes	1	20
Protección oficial	1	20
PUNTAJE FINAL		180

Geositio: Laguna Negra y Larga

Código: PNCgla002

Criterio	Valor Científico	
	Valoración	Subtotal
Representación	4	120
Sitio clave	2	40
Conocimiento del sitio	4	20
Grado de integridad	4	60
Variedad geológica	4	20
Singularidad	2	30
Restricciones de uso	1	10
PUNTAJE FINAL		300

Criterio	Uso Educativo Potencial	
	Valoración	Subtotal
Variedad geológica	3	30
Restricciones de uso	2	10
Fragilidad	2	20
Nivel de acceso	4	40
Grado de seguridad	4	40
Logística	3	15
Población	1	5
Relación con otros valores	4	20
Calidad paisajística	4	20
Unicidad	2	10
Observación	4	40
Potencial didáctico	4	80
PUNTAJE FINAL		330

Criterio	Potencial uso turístico	
	Valoración	Subtotal
Restricciones de uso	2	10
Fragilidad	2	20
Nivel de acceso	4	40
Grado de seguridad	4	40
Logística	3	15
Población	2	5
Relación con otros valores	4	20
Calidad paisajística	4	60
Unicidad	2	20
Condiciones de observación	4	20
Capacidad de interpretación	4	40
Economía (Población)	1	5
Proximidad a áreas recreacionales	4	20
PUNTAJE FINAL		315

Criterio	Riesgo de degradación	
	Valoración	Subtotal
Nivel de acceso	4	60
Población	1	10
Daño de elementos	3	105
Cercanía a actividades degradantes	1	20
Protección oficial	1	20
PUNTAJE FINAL		215

Geositio: Afloramiento rocoso en arista

Código: PNCgla003

Criterio	Valor Científico	
	Valoración	Subtotal
Representación	2	60
Sitio clave	1	20
Conocimiento del sitio	0	0
Grado de integridad	4	60
Variedad geológica	4	60
Singularidad	1	15
Restricciones de uso	1	10
PUNTAJE FINAL		185

Criterio	Uso Educativo Potencial	
	Valoración	Subtotal
Variedad geológica	4	40
Restricciones de uso	2	10
Fragilidad	2	20
Nivel de acceso	3	30
Grado de seguridad	2	20
Logística	3	15
Población	1	5
Relación con otros valores	4	20
Calidad paisajística	4	20
Unicidad	2	10
Observación	4	40
Potencial didáctico	1	20
PUNTAJE FINAL		250

Criterio	Potencial uso turístico	
	Valoración	Subtotal
Restricciones de uso	2	10
Fragilidad	2	20
Nivel de acceso	3	30
Grado de seguridad	2	20
Logística	3	15
Población	1	5
Relación con otros valores	4	20
Calidad paisajística	4	60
Unicidad	2	20
Condiciones de observación	4	20
Capacidad de interpretación	4	40
Economía (Población)	1	5
Proximidad a áreas recreacionales	4	20
PUNTAJE FINAL		285

Criterio	Riesgo de degradación	
	Valoración	Subtotal
Nivel de acceso	3	45
Población	1	10
Daño de elementos	3	105
Cercanía a actividades degradantes	1	20
Protección oficial	1	20
PUNTAJE FINAL		200

Geositio: Flujo volcánico

Código: PNCvol004

Criterio	Valor Científico	
	Valoración	Subtotal
Representación	2	60
Sitio clave	2	40
Conocimiento del sitio	4	20
Grado de integridad	4	60
Variedad geológica	2	10
Singularidad	2	30
Restricciones de uso	1	10
PUNTAJE FINAL		230

Criterio	Uso Educativo Potencial	
	Valoración	Subtotal
Variedad geológica	4	40
Restricciones de uso	2	10
Fragilidad	2	20
Nivel de acceso	1	10
Grado de seguridad	1	10
Logística	3	15
Población	1	5
Relación con otros valores	4	20
Calidad paisajística	2	10
Unicidad	2	10
Observación	4	40
Potencial didáctico	1	20
PUNTAJE FINAL		210

Criterio	Potencial uso turístico	
	Valoración	Subtotal
Restricciones de uso	2	10
Fragilidad	2	20
Nivel de acceso	1	10
Grado de seguridad	1	10
Logística	3	15
Población	1	5
Relación con otros valores	4	20
Calidad paisajística	2	30
Unicidad	2	20
Condiciones de observación	4	20
Capacidad de interpretación	4	40
Economía (Población)	1	5
Proximidad a áreas recreacionales	3	15
PUNTAJE FINAL		220

Criterio	Riesgo de degradación	
	Valoración	Subtotal
Nivel de acceso	1	15
Población	1	10
Daño de elementos	3	105
Cercanía a actividades degradantes	1	20
Protección oficial	1	20
PUNTAJE FINAL		170

Geositio: Meteorito de Miguir

Código: PNCpet005

Criterio	Valor Científico	
	Valoración	Subtotal
Representación	4	120
Sitio clave	2	40
Conocimiento del sitio	4	20
Grado de integridad	4	60
Variedad geológica	1	5
Singularidad	4	60
Restricciones de uso	1	10
PUNTAJE FINAL		315

Criterio	Uso Educativo Potencial	
	Valoración	Subtotal
Variedad geológica	3	30
Restricciones de uso	1	5
Fragilidad	2	20
Nivel de acceso	1	10
Grado de seguridad	2	20
Logística	4	20
Población	1	5
Relación con otros valores	4	20
Calidad paisajística	1	5
Unicidad	4	20
Observación	4	40
Potencial didáctico	1	20
PUNTAJE FINAL		215

Criterio	Potencial uso turístico	
	Valoración	Subtotal
Restricciones de uso	1	5
Fragilidad	2	20
Nivel de acceso	1	10
Grado de seguridad	2	20
Logística	4	20
Población	1	5
Relación con otros valores	4	20
Calidad paisajística	1	15
Unicidad	4	40
Condiciones de observación	4	20
Capacidad de interpretación	4	40
Economía (Población)	1	5
Proximidad a áreas recreacionales	4	20
PUNTAJE FINAL		240

Criterio	Riesgo de degradación	
	Valoración	Subtotal
Nivel de acceso	1	15
Población	1	10
Daño de elementos	3	105
Cercanía a actividades degradantes	4	80
Protección oficial	1	20
PUNTAJE FINAL		230

Geositio: Laguna Toreadora

Código: PNCgla006

Criterio	Valor Científico	
	Valoración	Subtotal
Representación	2	60
Sitio clave	2	40
Conocimiento del sitio	4	20
Grado de integridad	4	60
Variedad geológica	2	10
Singularidad	1	15
Restricciones de uso	1	10
PUNTAJE FINAL		215

Criterio	Uso Educativo Potencial	
	Valoración	Subtotal
Variedad geológica	3	30
Restricciones de uso	1	5
Fragilidad	2	20
Nivel de acceso	4	40
Grado de seguridad	4	40
Logística	4	20
Población	1	5
Relación con otros valores	4	20
Calidad paisajística	4	20
Unicidad	2	10
Observación	4	40
Potencial didáctico	4	80
PUNTAJE FINAL		330

Criterio	Potencial uso turístico	
	Valoración	Subtotal
Restricciones de uso	1	5
Fragilidad	2	20
Nivel de acceso	4	40
Grado de seguridad	4	40
Logística	4	20
Población	1	5
Relación con otros valores	4	20
Calidad paisajística	4	60
Unicidad	2	20
Condiciones de observación	4	20
Capacidad de interpretación	4	40
Economía (Población)	1	5
Proximidad a áreas recreacionales	4	20
PUNTAJE FINAL		315

Criterio	Riesgo de degradación	
	Valoración	Subtotal
Nivel de acceso	4	60
Población	1	10
Daño de elementos	3	105
Cercanía a actividades degradantes	1	20
Protección oficial	1	20
PUNTAJE FINAL		215

Geositio: Valle de Llaviuco

Código: PNCgla007

Criterio	Valor Científico	
	Valoración	Subtotal
Representación	4	120
Sitio clave	2	40
Conocimiento del sitio	4	20
Grado de integridad	4	60
Variedad geológica	2	10
Singularidad	4	60
Restricciones de uso	1	10
PUNTAJE FINAL		320

Criterio	Uso Educativo Potencial	
	Valoración	Subtotal
Variedad geológica	3	30
Restricciones de uso	1	5
Fragilidad	4	40
Nivel de acceso	3	30
Grado de seguridad	2	20
Logística	4	20
Población	3	15
Relación con otros valores	4	20
Calidad paisajística	2	10
Unicidad	2	10
Observación	4	40
Potencial didáctico	4	80
PUNTAJE FINAL		320

Criterio	Potencial uso turístico	
	Valoración	Subtotal
Restricciones de uso	1	5
Fragilidad	4	40
Nivel de acceso	3	30
Grado de seguridad	2	20
Logística	4	20
Población	3	15
Relación con otros valores	4	20
Calidad paisajística	2	30
Unicidad	2	20
Condiciones de observación	4	20
Capacidad de interpretación	4	40
Economía (Población)	1	5
Proximidad a áreas recreacionales	4	20
PUNTAJE FINAL		285

Criterio	Riesgo de degradación	
	Valoración	Subtotal
Nivel de acceso	3	45
Población	3	30
Daño de elementos	1	35
Cercanía a actividades degradantes	1	20
Protección oficial	1	20
PUNTAJE FINAL		150

Geositio: Mirador de Campo de Drumlins

Código: PNCgla008

Criterio	Valor Científico	
	Valoración	Subtotal
Representación	4	120
Sitio clave	1	20
Conocimiento del sitio	2	10
Grado de integridad	4	60
Variedad geológica	4	20
Singularidad	1	15
Restricciones de uso	1	10
PUNTAJE FINAL		255

Criterio	Uso Educativo Potencial	
	Valoración	Subtotal
Variedad geológica	4	40
Restricciones de uso	1	5
Fragilidad	4	40
Nivel de acceso	3	30
Grado de seguridad	3	30
Logística	4	20
Población	1	5
Relación con otros valores	4	20
Calidad paisajística	4	20
Unicidad	2	10
Observación	4	40
Potencial didáctico	1	20
PUNTAJE FINAL		280

Criterio	Potencial uso turístico	
	Valoración	Subtotal
Restricciones de uso	1	5
Fragilidad	4	40
Nivel de acceso	3	30
Grado de seguridad	3	30
Logística	4	20
Población	1	5
Relación con otros valores	4	20
Calidad paisajística	4	60
Unicidad	2	20
Condiciones de observación	4	20
Capacidad de interpretación	4	40
Economía (Población)	1	5
Proximidad a áreas recreacionales	4	20
PUNTAJE FINAL		315

Criterio	Riesgo de degradación	
	Valoración	Subtotal
Nivel de acceso	3	45
Población	1	10
Daño de elementos	1	35
Cercanía a actividades degradantes	1	20
Protección oficial	1	20
PUNTAJE FINAL		130

Geositio: Llanuras periglaciares de Ruta Burines

Código: PNCper009

Criterio	Valor Científico	
	Valoración	Subtotal
Representación	2	60
Sitio clave	1	20
Conocimiento del sitio	2	10
Grado de integridad	4	60
Variedad geológica	4	20
Singularidad	2	30
Restricciones de uso	1	10
PUNTAJE FINAL		210

Criterio	Uso Educativo Potencial	
	Valoración	Subtotal
Variedad geológica	4	40
Restricciones de uso	1	5
Fragilidad	2	20
Nivel de acceso	1	10
Grado de seguridad	1	10
Logística	3	15
Población	1	5
Relación con otros valores	4	20
Calidad paisajística	4	20
Unicidad	3	15
Observación	4	40
Potencial didáctico	1	20
PUNTAJE FINAL		220

Criterio	Potencial uso turístico	
	Valoración	Subtotal
Restricciones de uso	1	5
Fragilidad	2	20
Nivel de acceso	1	10
Grado de seguridad	1	10
Logística	3	15
Población	1	5
Relación con otros valores	4	20
Calidad paisajística	4	60
Unicidad	3	30
Condiciones de observación	4	20
Capacidad de interpretación	4	40
Economía (Población)	1	5
Proximidad a áreas recreacionales	3	15
PUNTAJE FINAL		255

Criterio	Riesgo de degradación	
	Valoración	Subtotal
Nivel de acceso	1	15
Población	1	10
Daño de elementos	2	70
Cercanía a actividades degradantes	1	20
Protección oficial	1	20
PUNTAJE FINAL		135

APÉNDICE C – Resultados de evaluaciones de geositios usando Metodología 2

Geositio: Tres Cruces

Código: PNCmrf001

Indicador	Valor científico		Valor educativo		Valor turístico	
	Valoración	Subtotal	Valoración	Subtotal	Valoración	Subtotal
Sitio representativo	2	60	2	10		
Localidad	1	10	1	5		
Grado de conocimiento científico	2	30				
Conservación	4	40	4	20		
Observación	4	40	4	20		
Singularidad	1	15	1	5		
Variedad	4	40	4	40		
Nivel didáctico			1	20		
Logística			4	60	4	20
Población			2	10	2	10
Nivel de acceso			4	60	4	40
Tamaño			4	0	4	60
Asociación con elementos culturales o naturales			4	20	4	20
Belleza			2	10	2	40
Contenido divulgativo					4	60
Capacidad para turismo y recreación					4	20
Cercanía a recreación					4	20
Nivel socioeconómico					2	20
PUNTAJE FINAL		235		280		310

Fragilidad		
Indicador	Valoración	Subtotal
Tamaño	0	0
Inseguridad frente al saqueo	0	0
Grado de influencia de amenazas naturales	1	30
PUNTAJE FINAL		30
Vulnerabilidad		
Indicador	Valoración	Subtotal
Cercanía a infraestructuras	1	20
Explotaciones mineras cercanas	1	15
Grado de protección oficial	1	15
Protección indirecta	2	30
Nivel de acceso	4	60
Tipo de propiedad	1	10
Población	0	0
Distancia a áreas de recreación	2	10
PUNTAJE FINAL		160

PROTECCIÓN	
Pp (VC)	4.141875
Pp (VD)	5.88
Pp (VT)	7.2075
Pp	5.671875

Geositio: Laguna Larga y Negra

Código: PNCgla002

Indicador	Valor científico		Valor educativo		Valor turístico	
	Valoración	Subtotal	Valoración	Subtotal	Valoración	Subtotal
Sitio representativo	2	60	2	10		
Localidad	2	20	2	10		
Grado de conocimiento científico	4	60				
Conservación	2	20	2	10		
Observación	4	40	4	20	4	20
Singularidad	1	15	1	5		
Variedad	4	40	4	40		
Nivel didáctico			2	40		
Logística			2	30	2	10
Población			1	5	1	5
Nivel de acceso			2	30	2	20
Tamaño					4	60
Asociación con elementos culturales o naturales			4	20	4	20
Belleza			4	20	4	80
Contenido divulgativo					2	30
Capacidad para turismo y recreación					4	20
Cercanía a recreación					4	20
Nivel socioeconómico					2	20
PUNTAJE FINAL		255		240		305

Fragilidad		
Indicador	Valoración	Subtotal
Tamaño	0	0
Inseguridad frente al saqueo	0	0
Grado de influencia de amenazas naturales	2	60
PUNTAJE FINAL		60
Vulnerabilidad		
Indicador	Valoración	Subtotal
Cercanía a infraestructuras	1	20
Explotaciones mineras cercanas	0	0
Grado de protección oficial	1	15
Protección indirecta	4	60
Nivel de acceso	4	60
Tipo de propiedad	1	10
Población	0	0
Distancia a áreas de recreación	4	20
PUNTAJE FINAL		185

PROTECCIÓN	
Pp (VC)	11.27777344
Pp (VD)	9.99
Pp (VT)	16.13402344
Pp	12.33333333

Geositio: Afloramiento rocoso en arista

Código: PNCgla003

Indicador	Valor científico		Valor educativo		Valor turístico	
	Valoración	Subtotal	Valoración	Subtotal	Valoración	Subtotal
Sitio representativo	2	60	2	10		
Localidad	1	10	1	5		
Grado de conocimiento científico	0	0				
Conservación	4	40	4	20		
Observación	4	40	4	20	4	20
Singularidad	0	0	0	0		
Variedad	4	40	4	40		
Nivel didáctico			1	20		
Logística			2	30	2	10
Población			1	5	1	5
Nivel de acceso			2	30	2	20
Tamaño			0	0	0	0
Asociación con elementos culturales o naturales			4	20	4	20
Belleza			2	10	2	40
Contenido divulgativo					1	15
Capacidad para turismo y recreación					4	20
Cercanía a recreación					4	20
Nivel socioeconómico					2	20
PUNTAJE FINAL		190		210		190

Fragilidad		
Indicador	Valoración	Subtotal
Tamaño	4	160
Inseguridad frente al saqueo	0	0
Grado de influencia de amenazas naturales	4	120
PUNTAJE FINAL		280
Vulnerabilidad		
Indicador	Valoración	Subtotal
Cercanía a infraestructuras	1	20
Explotaciones mineras cercanas	0	0
Grado de protección oficial	1	15
Protección indirecta	4	60
Nivel de acceso	1	15
Tipo de propiedad	1	10
Población	0	0
Distancia a áreas de recreación	4	20
PUNTAJE FINAL		140

PROTECCIÓN	
Pp (VC)	22.11125
Pp (VD)	27.01125
Pp (VT)	22.11125
Pp	23.69013889

Geositio: Flujo volcánico

Código: PNCvol004

Indicador	Valor científico		Valor educativo		Valor turístico	
	Valoración	Subtotal	Valoración	Subtotal	Valoración	Subtotal
Sitio representativo	4	120	4	20		
Localidad	1	10	1	5		
Grado de conocimiento científico	2	30				
Conservación	4	40	4	20		
Observación	4	40	4	20	4	20
Singularidad	1	15	1	5		
Variedad	4	40	4	40		
Nivel didáctico			1	20		
Logística			2	30	2	10
Población			1	5	1	5
Nivel de acceso			1	15	1	10
Tamaño			1	0	1	15
Asociación con elementos culturales o naturales			4	20	4	20
Belleza			4	20	4	80
Contenido divulgativo					2	30
Capacidad para turismo y recreación					4	20
Cercanía a recreación					4	20
Nivel socioeconómico					2	20
PUNTAJE FINAL		295		220		250

Fragilidad		
Indicador	Valoración	Subtotal
Tamaño	0	0
Inseguridad frente al saqueo	0	0
Grado de influencia de amenazas naturales	2	60
PUNTAJE FINAL		60
Vulnerabilidad		
Indicador	Valoración	Subtotal
Cercanía a infraestructuras	4	80
Explotaciones mineras cercanas	0	0
Grado de protección oficial	1	15
Protección indirecta	1	15
Nivel de acceso	2	30
Tipo de propiedad	1	10
Población	0	0
Distancia a áreas de recreación	2	10
PUNTAJE FINAL		160

PROTECCIÓN	
Pp (VC)	13.05375
Pp (VD)	7.26
Pp (VT)	9.375
Pp	9.75375

Geosito: Meteorito de Miguir**Código: PNCpet005**

Indicador	Valor científico		Valor educativo		Valor turístico	
	Valoración	Subtotal	Valoración	Subtotal	Valoración	Subtotal
Sitio representativo	4	120	4	20		
Localidad	1	10	1	5		
Grado de conocimiento científico	4	60				
Conservación	4	40	4	20		
Observación	4	40	4	20	4	20
Singularidad	4	60	4	20		
Variedad	4	40	4	40		
Nivel didáctico			2	40		
Logística			4	60	4	20
Población			2	10	2	10
Nivel de acceso			1	15	1	10
Tamaño			0	0	0	0
Asociación con elementos culturales o naturales			2	10	2	10
Belleza			2	10	2	40
Contenido divulgativo					2	30
Capacidad para turismo y recreación					2	10
Cercanía a recreación					2	10
Nivel socioeconómico					2	20
PUNTAJE FINAL		370		270		180

Fragilidad		
Indicador	Valoración	Subtotal
Tamaño	4	160
Inseguridad frente al saqueo	0	0
Grado de influencia de amenazas naturales	4	120
PUNTAJE FINAL		280
Vulnerabilidad		
Indicador	Valoración	Subtotal
Cercanía a infraestructuras	0	0
Explotaciones mineras cercanas	0	0
Grado de protección oficial	1	15
Protección indirecta	4	60
Nivel de acceso	1	15
Tipo de propiedad	1	10
Población	2	10
Distancia a áreas de recreación	2	10
PUNTAJE FINAL		120

PROTECCIÓN	
Pp (VC)	71.8725
Pp (VD)	38.2725
Pp (VT)	17.01
Pp	39.22333333

Geosito: Laguna Toreadora

Código: PNCgla006

Indicador	Valor científico		Valor educativo		Valor turístico	
	Valoración	Subtotal	Valoración	Subtotal	Valoración	Subtotal
Sitio representativo	2	60	2	10		
Localidad	2	20	2	10		
Grado de conocimiento científico	4	60				
Conservación	4	40	4	20		
Observación	4	40	4	20	4	20
Singularidad	0	0	0	0		
Variedad	4	40	4	40		
Nivel didáctico			2	40		
Logística			2	30	2	10
Población			2	10	2	10
Nivel de acceso			4	60	4	40
Tamaño			2	0	2	30
Asociación con elementos culturales o naturales			4	20	4	20
Belleza			2	10	2	40
Contenido divulgativo					4	60
Capacidad para turismo y recreación					4	20
Cercanía a recreación					4	20
Nivel socioeconómico					2	20
PUNTAJE FINAL		260		270		290

Fragilidad		
Indicador	Valoración	Subtotal
Tamaño	1	40
Inseguridad frente al saqueo	0	0
Grado de influencia de amenazas naturales	2	60
PUNTAJE FINAL		100
Vulnerabilidad		
Indicador	Valoración	Subtotal
Cercanía a infraestructuras	1	20
Explotaciones mineras cercanas	0	0
Grado de protección oficial	0	0
Protección indirecta	4	60
Nivel de acceso	4	60
Tipo de propiedad	1	10
Población	0	0
Distancia a áreas de recreación	4	20
PUNTAJE FINAL		170

PROTECCIÓN	
Pp (VC)	17.95625
Pp (VD)	19.3640625
Pp (VT)	22.3390625
Pp	19.84513889

Geositio: Valle de Llaviuco

Código: PNCgla007

Indicador	Valor científico		Valor educativo		Valor turístico	
	Valoración	Subtotal	Valoración	Subtotal	Valoración	Subtotal
Sitio representativo	4	120	4	20		
Localidad	2	20	2	10		
Grado de conocimiento científico	4	60				
Conservación	4	40	4	20		
Observación	4	40	4	20	4	20
Singularidad	1	15	1	5		
Variedad	4	40	4	40		
Nivel didáctico			1	20		
Logística			4	60	4	20
Población			2	10	2	10
Nivel de acceso			2	30	2	20
Tamaño			2	0	2	30
Asociación con elementos culturales o naturales			4	20	4	20
Belleza			4	20	4	80
Contenido divulgativo					4	60
Capacidad para turismo y recreación					4	20
Cercanía a recreación					4	20
Nivel socioeconómico					2	20
PUNTAJE FINAL		335		275		320

Fragilidad		
Indicador	Valoración	Subtotal
Tamaño	0	0
Inseguridad frente al saqueo	0	0
Grado de influencia de amenazas naturales	2	60
PUNTAJE FINAL		60
Vulnerabilidad		
Indicador	Valoración	Subtotal
Cercanía a infraestructuras	1	20
Explotaciones mineras cercanas	0	0
Grado de protección oficial	1	15
Protección indirecta	4	60
Nivel de acceso	2	30
Tipo de propiedad	1	10
Población	2	10
Distancia a áreas de recreación	2	10
PUNTAJE FINAL		155

PROTECCIÓN	
Pp (VC)	16.30769531
Pp (VD)	10.98925781
Pp (VT)	14.88
Pp	13.96453125

Geosito: Mirador de campo de drumlins**Código:** PNCgla008

Indicador	Valor científico		Valor educativo		Valor turístico	
	Valoración	Subtotal	Valoración	Subtotal	Valoración	Subtotal
Sitio representativo	4	120	4	20		
Localidad	2	20	2	10		
Grado de conocimiento científico	2	30				
Conservación	4	40	4	20		
Observación	4	40	4	20	4	20
Singularidad	1	15	1	5		
Variedad	4	40	4	40		
Nivel didáctico			1	20		
Logística			4	60	4	20
Población			2	10	2	10
Nivel de acceso			2	30	2	20
Tamaño			4	0	4	60
Asociación con elementos culturales o naturales			4	20	4	20
Belleza				0	4	80
Contenido divulgativo					2	30
Capacidad para turismo y recreación					4	20
Cercanía a recreación					2	10
Nivel socioeconómico					2	20
PUNTAJE FINAL		305		255		310

Fragilidad		
Indicador	Valoración	Subtotal
Tamaño	0	0
Inseguridad frente al saqueo	0	0
Grado de influencia de amenazas naturales	2	60
PUNTAJE FINAL		60
Vulnerabilidad		
Indicador	Valoración	Subtotal
Cercanía a infraestructuras	4	80
Explotaciones mineras cercanas	0	0
Grado de protección oficial	1	15
Protección indirecta	1	15
Nivel de acceso	0	0
Tipo de propiedad	1	10
Población	0	0
Distancia a áreas de recreación	2	10
PUNTAJE FINAL		130

PROTECCIÓN	
Pp (VC)	11.33742188
Pp (VD)	7.924921875
Pp (VT)	11.7121875
Pp	10.2496875

Geosito: Llanuras periglaciares de Ruta Burines

Código: PNCper009

Indicador	Valor científico		Valor educativo		Valor turístico	
	Valoración	Subtotal	Valoración	Subtotal	Valoración	Subtotal
Sitio representativo	4	120	4	20		
Localidad	1	10	1	5		
Grado de conocimiento científico	2	30				
Conservación	4	40	4	20		
Observación	4	40	4	20	4	20
Singularidad	1	15	1	5		
Variedad	4	40	4	40		
Nivel didáctico			1	20		
Logística			2	30	2	10
Población			2	10	2	10
Nivel de acceso			1	15	1	10
Tamaño					1	15
Asociación con elementos culturales o naturales			4	20	4	20
Belleza			4	20	4	80
Contenido divulgativo					2	30
Capacidad para turismo y recreación					4	20
Cercanía a recreación					2	10
Nivel socioeconómico					2	20
PUNTAJE FINAL		295		225		245

Fragilidad		
Indicador	Valoración	Subtotal
Tamaño	2	80
Inseguridad frente al saqueo	0	0
Grado de influencia de amenazas naturales	4	120
PUNTAJE FINAL		200
Vulnerabilidad		
Indicador	Valoración	Subtotal
Cercanía a infraestructuras	0	0
Explotaciones mineras cercanas	0	0
Grado de protección oficial	1	15
Protección indirecta	2	30
Nivel de acceso	1	15
Tipo de propiedad	1	10
Población	2	10
Distancia a áreas de recreación	1	5
PUNTAJE FINAL		85

PROTECCIÓN	
Pp (VC)	23.11601563
Pp (VD)	13.44726563
Pp (VT)	15.94414063
Pp	17.27226563

APÉNDICE D – Matriz DAFO completa

<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Ambiente Externo Ambiente Interno </div>		Fortalezas (S)	Debilidades (W)
		Oportunidades (O)	Estrategias: S + O
Amenazas (T)	Estrategias: S + T	Estrategias: W + T	

<p>S₁. Gran diversidad de elementos geológicos de origen glaciar.</p> <p>S₂. Posee un plan de conservación del parque basado en cinco grandes programas que se enfocan en la administración y planificación, control y vigilancia, comunicación, educación y participación ambiental, uso público y turismo y manejo de biodiversidad.</p> <p>S₃. Cuenta con un sistema de servicios turísticos, senderos señalizados y actividades organizadas de recreación y ocio.</p> <p>S₄. Infraestructura dedicada a la promoción del entorno natural del parque.</p> <p>S₅. El parque está amparado bajo el Sistema Nacional de Áreas Protegidas y su área posee dos denominaciones internacionales como sitio Ramsar y Reserva de la Biósfera</p> <p>S₆. Alto valor cultural y ecológico.</p>	<p>W₁. Escasa información y promoción sobre el geopatrimonio del parque.</p> <p>W₂. El sistema de senderos y demás facilidades turísticas no abarcan todos sitios de interés geológico.</p> <p>W₃. Ausencia de planes dedicados a la geoconservación</p> <p>W₄. En ocasiones, la información base del parque puede estar desactualizada.</p> <p>W₅. Existe poca interacción en social media.</p> <p>W₆. Ausencia de estudios y publicaciones científicas-divulgativas de caracterización geológica del parque.</p> <p>W₇. Extensas plantaciones de pinos dificultan el valor escénico de los sitios.</p> <p>W₈. Limitada participación comunitaria.</p> <p>W₉. Falta de interacción, protocolo y comunicación sobre los procesos de logística para la investigación Geocientífica del parque.</p>
<p>O₁. Creación de itinerarios geoturísticos y generación de una propuesta de geoparque.</p> <p>O₂. Generación de geoproductos y actividades relacionadas con el geopatrimonio del parque para el desarrollo local.</p> <p>O₃. Desarrollo de conciencia sobre el valor de geopatrimonio en conjunto con los valores de la biodiversidad en las comunidades locales y turistas.</p> <p>O₄. Aumento del valor turístico del parque.</p>	<p>S₁, O₁, O₂. Desarrollo de un enfoque geoturístico relacionado a ambientes glaciares que potencie la educación y la investigación.</p> <p>S₁, O₁, O₃. Establecer una red nacional e internacional de cooperación técnico-científico para el desarrollo sostenible del parque.</p> <p>S₃, O₁, O₂. Articular las rutas turísticas y demás servicios que ofrece el parque con las características geológicas resaltando el valor del patrimonio geológico.</p>
<p>T₁. Una mayor promoción del parque generará el aumento de afluencia de turistas y un impacto negativo en los geositos y el entorno.</p> <p>T₂. Alteración en ciertas zonas del parque debido a actividades antrópicas (ej. ganado, agricultura, minería).</p> <p>T₃. Amenazas naturales por erosión y deslizamientos.</p>	<p>S₂, T₂. Establecer campañas de concientización sobre la conservación del geopatrimonio para la comunidad local y seminarios sobre esta temática en los actuales centros de interpretación.</p>