






Management Plan for Access to the Ancón Pozo 001 Geosite, Santa Elena Canton

Maritza González Tomalá, Ing¹ , Lucrecia Moreno Alcívar, Ph.D.^{1,2} , Gricelda Herrera-Franco, Ph.D.¹ , Daniel Campoverde Campoverde, Ing¹ , Juan Garcés Vargas, Ing¹ 

¹Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador, maritza.gonzaleztomala1479@upse.edu.ec, lmoreno@upse.edu.ec, grisherrera@upse.edu.ec, dcampoverde@upse.edu.ec, jgarces@upse.edu.ec, ²Universidad Nacional de Tumbes, Perú.

Abstract – Geosites have been exploited for tourism on a small scale in Ecuador. The objective of this research is to develop a management plan that proposes strategies for the sustainability of the geosite Ancón Pozo 001, through geotourism, promoting geoeducation and geoconservation.

The study stages are: i) identification of environmental and social vulnerability factors and student survey; ii) design of structures for access; iii) preparation of a management plan based on the financial analysis obtained.

The results indicate the existence of displacement by planar failure and marine scour as a result of waves, proposing as a preventive measure the construction of a breakwater; the Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats (SWOT) analysis shows the strengths, opportunities, weaknesses and threats that the geosite and the community have in the Ancón Pozo 001 geosite. The sectional governments do not have empowerment plans due to a lack of knowledge of the value of this site because it is considered a national cultural heritage site and the unique geology of which it is composed. The proposed management measures include building an entrance road, placing railings on the lookout esplanade, and stairs to access the beach as the basis for infrastructure and strategies for access, protection, and development.

Keywords — Geosite, geotourism, management plan, geoconservation.

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).

ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).

DO NOT REMOVE

Plan de Gestión para acceso al geositio Ancón Pozo 001, cantón Santa Elena

Maritza González Tomalá, Ing¹, Lucrecia Moreno Alcívar, Ph.D.^{1,2}, Gricelda Herrera-Franco, Ph.D.¹, Daniel Campoverde Campoverde, Ing¹, Juan Garcés Vargas, Ing¹

¹Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador, maritza.gonzaleztomala1479@upse.edu.ec, lmoreno@upse.edu.ec, grisherrera@upse.edu.ec, dcampoverde@upse.edu.ec, jgarcés@upse.edu.ec, ²Universidad Nacional de Tumbes, Perú.

Resumen— *Los geositios han sido explotados turísticamente en pequeña escala dentro del Ecuador. El objetivo de esta investigación es realizar un plan de gestión donde se proponen estrategias que permitan la sostenibilidad del geositio Ancón Pozo 001, mediante el geoturismo, promoviendo la geoeducación y geoconservación.*

Las etapas de estudio son: i) identificación de los factores de vulnerabilidad ambiental, social y encuesta a estudiantes; ii) diseño de estructuras para el acceso; iii) elaboración de Plan de Gestión en función del análisis financiero obtenido.

Los resultados indican la existencia de desplazamiento por falla planar y socavación marina a consecuencia del oleaje, proponiendo como medida preventiva la construcción de una escollera; el análisis Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA) nos muestra las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que posee la comunidad donde se encuentra ubicado el geositio Ancón Pozo 001 donde se determinó que los gobiernos seccionales no tienen planes de potenciación por falta de desconocimiento del valor que posee este lugar al estar considerado patrimonio cultural de la nación y la geología de la que está compuesta. Como medidas de gestión se propone la construcción de vía de ingreso, colocación de barandas en explanada tipo mirador, escalinatas para acceso a la playa.

Palabras Claves— *Geositio, geoturismo, plan de gestión, geoconservación.*

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años los geositios se han considerado como parte del desarrollo económico [1], [2], mediante su promoción en el turismo en todo el mundo [3]. Estos han sido considerados patrimonios naturales debido a su relevancia desde el punto de vista estético [4], científico o medio ambiental [5].

En los recursos geológicos, se da cabida a los términos de patrimonio geológico, patrimonio geocultural y geoconservación [6]–[8].

Existe una gran diversidad de lugares que reflejan los aspectos de la historia de nuestro planeta [9]–[12]. En el año 2015, los 195 Estados miembros de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura-UNESCO ratificó la creación del Programa Internacional de Geociencias (IGCP) y los Geoparques mundiales [13].

En este contexto, el patrimonio geológico se reconoce como “un eficaz instrumento de desarrollo económico sostenible y de empoderamiento territorial, especialmente en los ámbitos rurales” [14]. La caracterización y evaluación de la geodiversidad [15], [16] ha crecido en los últimos años en busca de su preservación [17].

Actualmente dentro del continente americano existen geoparques reconocidos a nivel mundial. Cada vez, más países latinoamericanos aceptan y promueven la conservación de la naturaleza, la participación comunitaria informada y comprometida [18], la integración del geopatrimonio [19] como un recurso nuevo y valioso [20], [21] la investigación científica y la política [22].

La preservación de un geositio se puede dar mediante un estratégico plan de gestión que incentive protección, visita e interés investigativo de cada habitante dentro y fuera de la provincia [23]. Obteniendo mejoras en estos sectores donde se desarrollan propuestas de turismo que invitan y benefician al progreso de toda la comunidad [24], [25].

La referencia [26] evaluó los geositios y la geodiversidad en el futuro geoparque de Siwa en el desierto occidental de Egipto, y destacó que el geoturismo mediante estrategias de geoconservación lograría crear puestos de trabajo para las comunidades locales. Mientras que dentro de la investigación “El geopatrimonio urbano de Clermont-Ferrand: del inventario a la gestión”, que los geositios potenciales son altamente vulnerables, y concluye que se debe explotar las perspectivas de geoeducación [7].

En cuanto a Ecuador, se reconoce su enorme potencial vinculado con el patrimonio natural y geológico [27]; ha emprendido un trabajo arduo para establecer el Geoparque de Imbabura, Napo-Sumaco y el de Tungurahua con la propuesta de otros lugares en Manabí y sur de Esmeraldas [28], también se menciona que existen altos niveles de desconocimientos sobre su existencia, valor intrínseco y estado de vulnerabilidad, lo que pone en riesgo su conservación a largo plazo [29].

La referencia [30], “Evaluación de Geositios dentro de un Área Natural Protegida: Un estudio de caso del Parque Nacional Cajas”, resalta que esta obra fortalece el patrimonio geológico, la biodiversidad y los beneficios culturales que alberga el parque natural para su aplicación en geopatrimonio, mientras que la en la investigación “Estrategias para el desarrollo del patrimonio minero-industrial de Zaruma- Portovelo, Ecuador, en el contexto de un proyecto de geoparque” propone medidas para promover estos lugares [31].

Como referencia a esta investigación se puede mencionar “Evaluación del potencial de los acantilados costeros como geositios para la promoción del geoturismo” [32], “Georutas como Base para el Desarrollo Territorial de la Costa Pacífica Sudamericana: un Estudio de Caso”, cuyo objetivo es la propuesta de georutas en la provincia de Santa Elena- Ecuador,

donde concluye que éstas representan una alternativa para el desarrollo territorial, ya que ofrecen posibilidades reales para actividades geoturísticas con implicaciones socioeconómicas para la población local [33], [34].

La Provincia de Santa Elena, es uno de los lugares representativos del país al poseer lugares de interés geológico que almacenan una belleza paisajística excepcional que representan un valor geoturísticos importante [35], tiene un potencial geológico sobresaliente en petróleo, recursos mineros y geositios [36].

Ancón forma parte del complejo olistostrómico de Santa Elena, llamado así porque esta formación se formó por el desplazamiento caótico de las unidades estratigráficas de la península [37]. Esta formación es una de las más complejas del Ecuador, tiene un clima tropical entre 22 °C y 32 °C, con dos condiciones climáticas. La primera estación climática es húmeda o invierno se desarrolla de enero a mayo caracterizándose por altas temperaturas y lluvias intensas, la segunda conocida como verano se extiende de junio a diciembre, existiendo bajas temperaturas y no existe presencia de lluvias [38].

En base a esta revisión bibliográfica surge la interrogante: ¿Cuáles son las claves que mediante un plan de gestión activen y promuevan el acceso, desarrollo del geositio Ancón Pozo 001, cantón Santa Elena, para su conservación?

El objetivo de esta investigación es diseñar un plan de gestión, que radica en contribuir al desarrollo sostenible de la zona destacando como un geositio relevante “Ancón Pozo 001”, para difundir la línea de investigación en el área geológica, petrolera mediante el geoturismo y el avance de las Ciencias de la Tierra [39], aportando a la geoconservación del lugar [40].

II. ÁREA DE ESTUDIO

La parroquia Rural San José de Ancón se encuentra ubicada al sur de la provincia de Santa Elena (Figura 1), geográficamente a 2°19'30.61" de latitud y a 80°51' 18.01" de longitud, a 171,62 metros sobre el nivel del mar, aproximadamente a 130 kilómetros al oeste de la ciudad de Guayaquil [41].

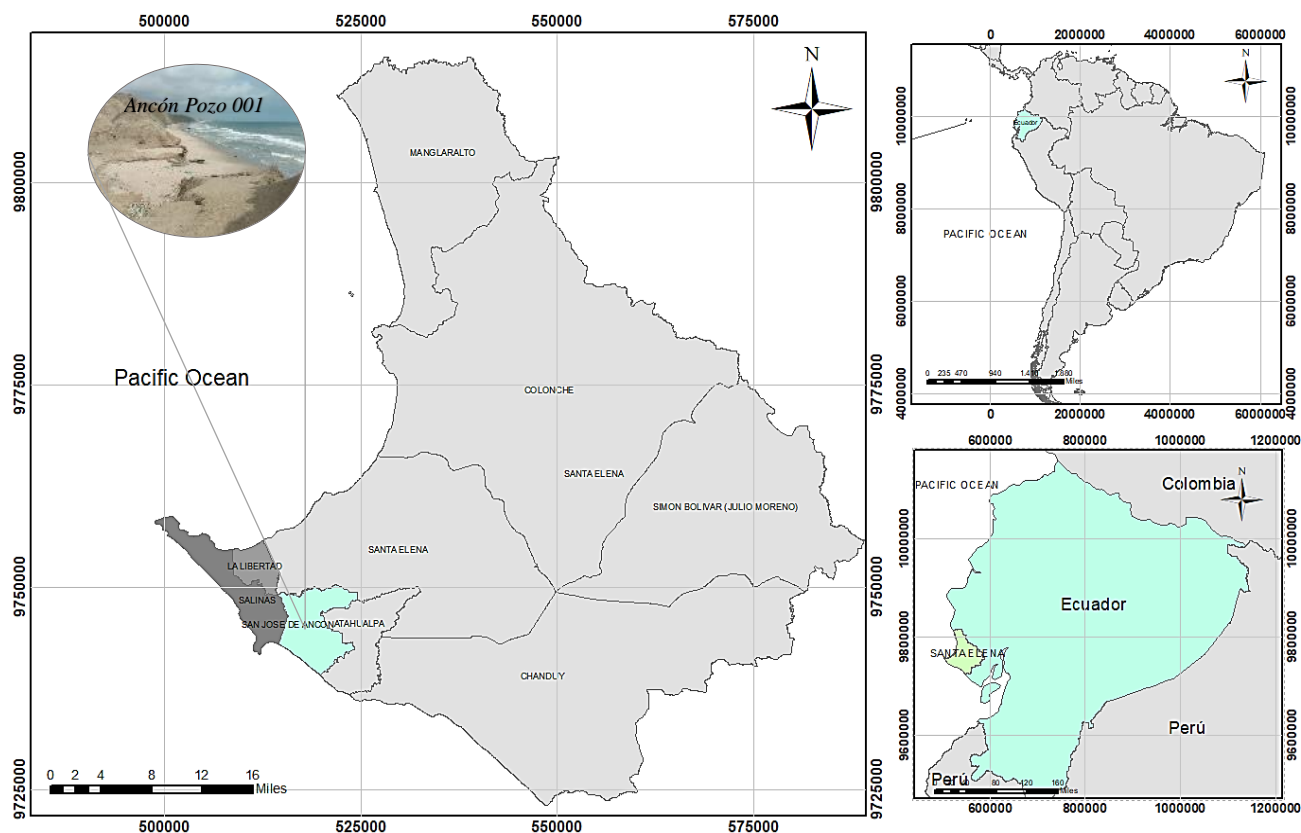


Fig. 1 Ubicación de Parroquia Ancón.

Cuenta con una superficie de 78 km² y 6877 habitantes de acuerdo a datos estadísticos existentes en el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo 2021 [42], [43].

Esta población cuenta con más de 107 años realizando actividades petroleras y por lo que, hoy en día se conoce como

Patrimonio Cultural de la Nación [44]–[46]. El geositio se evidencia en la figura 2 y se encuentra ubicado en las coordenadas N 9743213.23, E 514208.06.



Fig. 2 Ancón Pozo 001

A. Entorno Geográfico y Geológico

Su paisajismo es reconocido por contar con terrenos de interestratificaciones de color azul a plomo, paisajes badlands, acantilados y playas, además, de la basta biodiversidad existente, principalmente resalta con alta prioridad turística el pozo petrolero Ancón 001 [28], [47].

El grupo de formaciones es denominado a partir del yacimiento petrolero de Ancón comprendido por rocas silicoclásticas y compuesto actualmente por: Formación Passage Beds, Formación Clay Pebble Beds, que contiene a su vez a la Arenisca Santo Tomás, Formación Socorro y, Formación Seca [48].

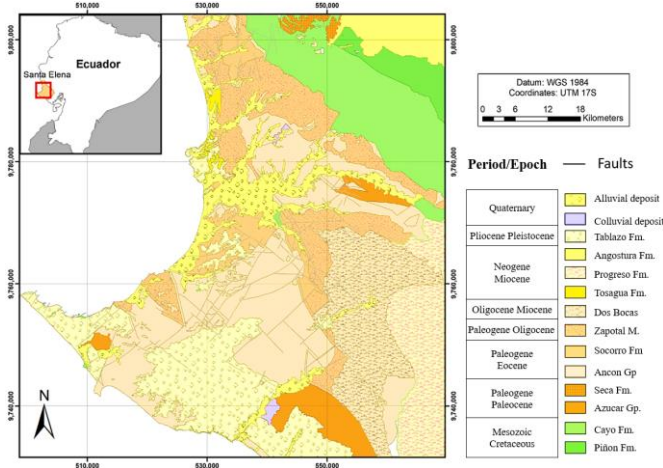


Fig. 3 Mapa Geológico de la Provincia de Santa Elena [33], [49].

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Este proceso de investigación es de carácter no experimental, con un alcance de investigación de tipo correlacional donde implica la necesidad de presentar una hipótesis que proponga una relación entre dos o más variables [50], se propone un Plan de Gestión para el acceso al geositio Ancón Pozo 001.

El tipo de investigación realizado en este trabajo es mixto se utilizarán datos cuantitativos y cualitativos. Para realizar esta indagación se consideraron tres fases (Figura 4).

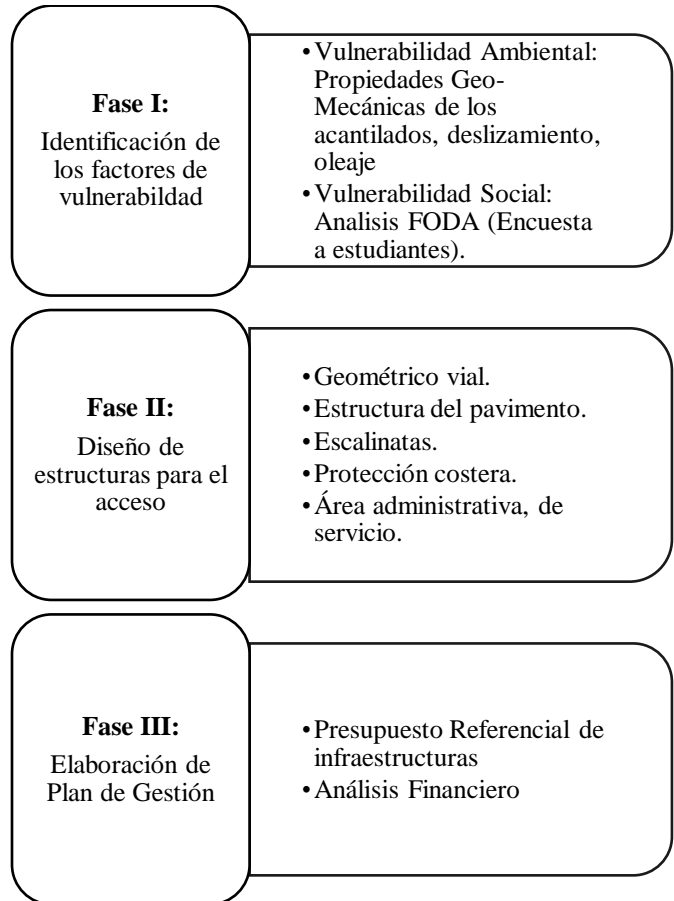


Fig. 4 Fases de investigación.

A. Fase I.- Identificación de los factores de vulnerabilidad.

1) *Vulnerabilidad ambiental.*- Esta fase consiste en un análisis de posibles vulnerabilidades del área de estudio como los deslizamientos y la incidencia del oleaje. El perfil costero cambia constantemente debido a las fuertes olas, aumento del nivel del mar, cambios en la deriva costera y otros procesos marinos y terrestres [51].

Deslizamientos. - Estos fenómenos son desplazamientos de masas de tierra o rocas por una pendiente en forma súbita o lenta. Si bien la gravedad que actúa sobre las laderas es la principal causa de un deslizamiento, existen otros factores que interactúan [52]. La susceptibilidad de deslizamientos en el sector de estudio, se analizarán considerando las propiedades mecánicas de suelos y rocas obtenidas de ensayos en campo y en laboratorio. Se realizará muestreos mediante la realización de siete calicatas a cielo abierto y recolección de información de otros estudios colindante al geositio Ancón Pozo 001.

Oleaje. - Representa el movimiento de las olas, fluctuaciones periódicas del nivel del mar formadas por crestas

y depresiones que se mueven horizontalmente. Se caracterizan por su longitud de onda, período, pendiente, altura, amplitud y velocidad, así como por variables físicas y geométricas [53].

2) *Vulnerabilidad Social.*- se realizarán la matriz de análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA) [54], para la obtención de datos que nos permitan determinar la problemática existente del sector [55], mediante encuestas a estudiantes pertenecientes al campo educativo, se realizarán offline y online [56].

B. Fase II.- Diseño de estructuras para el acceso.

Esta etapa consistió en la obtención de datos para el diseño de estructuras a implementarse según lo requerido, mediante la elaboración de estudios topográficos con aerofotometría utilizando el UAV DJI Mavic 2 Pro; diseño geométrico utilizando CivilCAD y de la estructura de pavimento aplicación de las normas establecidas dentro del país [57] y utilización de software de diseño de la estructura de pavimento y el diseño de protección de la línea de costa con el método HUDSON, obteniendo el peso de la roca.

C. Fase III.-Elaboración de Plan de Gestión.

Se fundamenta en la propuesta del presupuesto económico referencial y con análisis de la rentabilidad que representa la construcción de las estructuras necesarias para el acceso y conservación del geositio Ancón Pozo 001, mediante el geoturismo. Se realizará el análisis técnico-económico garantizando la sostenibilidad mediante un plan de gestión, para lograr el objetivo planteado del proyecto que está enfocado en garantizar el acceso al geositio Ancón Pozo 001. Se evaluará la relación entre el mantenimiento de las obras de ingeniería para la protección y operación del geositio vs los ingresos que generarían el geoturismo del lugar.

IV. RESULTADOS

Los geositios son lugares que forma parte del patrimonio geológico de un área natural porque exhibe constantemente una o más propiedades en el espacio que se consideran significativas en su historia geológica [58].

Un plan de gestión es la mejor manera de realizar una planificación, con este se puede delinear la organización de lo que se proyecta haciendo más probable el éxito del mismo [59].

A. Factores de Vulnerabilidad.

El geositio Ancón Pozo 001, ubicado en el cantón Santa Elena frente a las costas de Pacífico Sur, fue el primer pozo petrolero del Ecuador [60], y se encuentra en riesgo de deteriorarse.

La figura 5 es una ortofoto generada el 04 de noviembre del 2023, muestra la vista panorámica actual donde se puede observar el estado de vulnerabilidad del área de estudio.

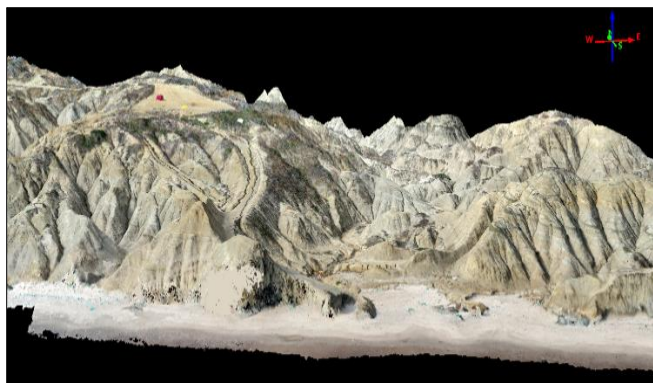


Fig. 5 Vista frontal geositio Ancón Pozo 001

1) *Factores de Vulnerabilidad GEO-Ambiental.*- Se realizaron siete calicatas registradas en las coordenadas siguientes: C₁:N9743747-E513803, C₂:N9743700-E513866, C₃:N9743640-E513887, C₄:N9743574-E513947, C₅:N9743522-E513979, C₆:N9743469-E514060, C₇:N974342-E514134.

Entre factores que aportan a incrementar la vulnerabilidad en el acantilado colindante al Pozo 001 se destaca los intrínsecos como las propiedades Mecánicas que inciden en los deslizamientos como los límites de Atterberg cuyos valores de Limite Liquido (LL) mostraron valores en un rango del 23% al 35%, e índices plásticos en un intervalo de 11% a 14%. En el ensayo de granulometría se observó que el porcentaje que pasa por el tamiz N°4 varía desde el 100% hasta el 85,93%, mientras que para el tamiz N° 200 fluctúa entre el 45,60% y el 35,34% (figura 6).

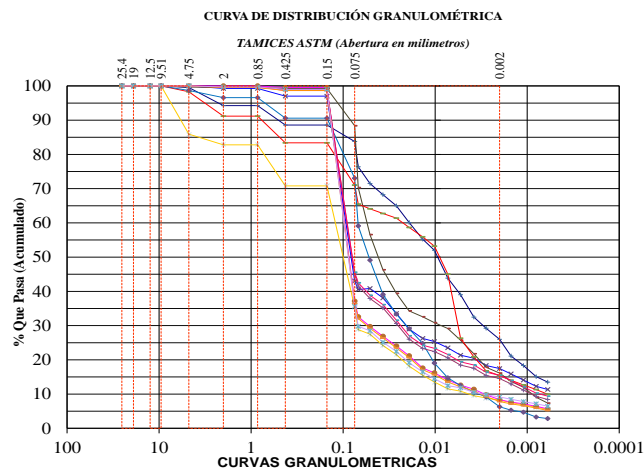


Fig. 6 Curva Descripción Granulométrica

Además, se obtuvieron valores de CBR con variaciones entre el 0,69% y el 2,80%, La humedad natural oscila desde el 7,32% hasta el 23,26%. y una probable expansión de 2.43 T/m².

En la carta de plasticidad de Arthur Casa Grande se graficó los valores de índice de plasticidad vs limite liquido en la que se pudo observar que la mayoría de las muestras se encuentran ubicadas sobre la línea A pudiéndose clasificar a estos suelos como arcillosos (figura 7).

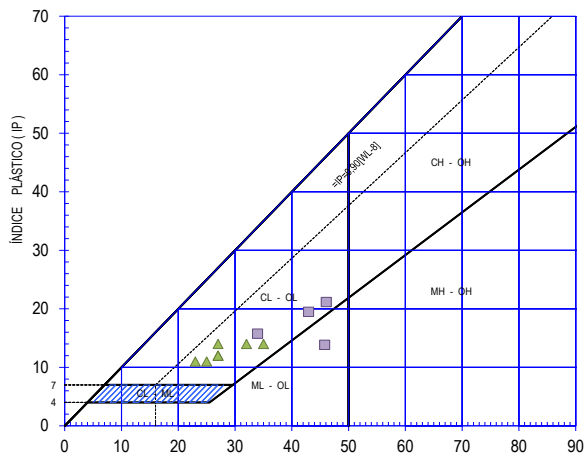


Fig. 7 Índice de Plasticidad vs Limite Liquido

Se analizó un afloramiento rocoso colindante al pozo ANCD 001, por su localización la geomorfología corresponde a acantilados del mar, de tipo colina media de 11 a 50 m, cuya clasificación es costa por retrogradación por erosión marina con estratificaciones discontinuas, laminadas, bandeadas. Que en su mayoría esta conformadas por inter estratificaciones de rocas sedimentarias clásticas como limolita, areniscas y lutitas. De acuerdo Q Barton la calidad del testigo RQD es de 46%, índice de diaclasado (Jn) 6, índice de rugosidad de las discontinuidades (Jr) 1.5, índice de alteración de las discontinuidades (Ja) 0.75, factor de reducción por la presencia de agua de 0.66 (Jw) y las condiciones tensionales de la roca (SRF) 2.5, dando como resultado una clasificación del macizo de 4.09, es decir regular.

En base a los parámetros de clasificación de RMR de Bieniawski se determinó como roca medianamente dura con una resistencia de 4 Mpa, índice RQD regular del 13%, separación por diaclasas muy junto de 5 cm, longitud de continuidad baja de 4m, y cerrada de 5mm; con una rigurosidad equivalente a 1, relleno máximo de 6 mm, y grado tres de meteorización, obteniendo como resultado de los parámetros la clasificación de la roca como: calidad media, clase tipo III con un ángulo de fricción de 25° a 35°. La figura 8 se observa el talud analizado.

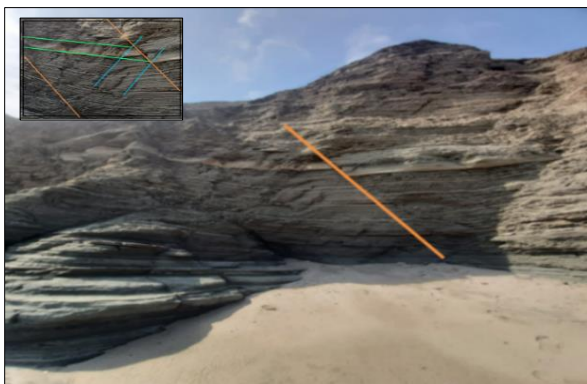


Fig. 8 N 9743.254 – E 514040

Para la modelación se consideró el valor el valor promedio en el software DIPS Rocscience versión 6.008 y RocPlane donde se obtuvo un factor de seguridad 0.9185

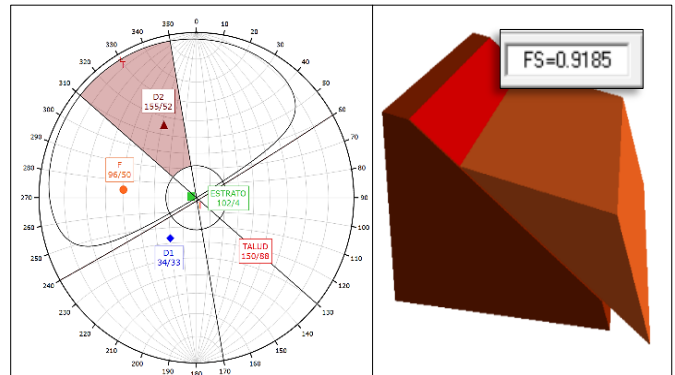


Fig. 9 Modelamiento del talud en Dips y RocPlane

Se enfatizan que las laderas frente al mar, los acantilados, son susceptibles a las acciones atmosféricas externas, tal como la fuerza del oleaje que ocasiona un proceso de erosión en el pie de este [61]. Proceso que se evidencia al entorno del pozo 001 (figura 10).



Fig. 10 Socavación Marina

B. Factores de Vulnerabilidad Social

1) Análisis FODA.- Para su planteamiento se dispuso de entrevistas digitales dirigida a estudiantes de la carrera de ingeniería civil de la Universidad Estatal Península de Santa Elena actualmente con una población de 580 personas. La muestra utilizada para este trabajo fue de 128 estudiantes determinada bajo los siguientes parámetros, nivel de confianza del 80% equivalente a una puntuación de desviación estándar de 1.28 y error de estimación aceptado del 0.05.

Mediante el diagnóstico de las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas, se determinaron las siguientes estrategias a plantear dentro de este proyecto (Tabla 1).

TABLA #1.
Estrategias –Análisis FODA.

	Amenazas	Oportunidades
Fortalezas	Construir escolleras, con diseños que cumplan los parámetros técnicos, para ayudar a la protección del perfil costero del sector y conservación del geositio de estudio.	Estar considerado como Patrimonio Cultural de la Humanidad, y características del geositio, alcanza el interés de estudiantes de la carrera de ingeniería civil en participar como guías turísticos en el proyecto a manera de vinculación con la colectividad.
Debilidades	Invertir en la construcción de estructuras de acceso por parte de las entidades gubernamentales a cargo y de esta manera ofrecer excelente servicio, además de obtener reseñas positivas de parte de los visitantes e incrementar fuentes de trabajo para el sector.	Promocionar el geoturismo del geositio y ofrecer precios accesibles a la comunidad para realizar actividades como ciclismo y poder apreciar los paisajes tipo badlands, acantilados en sus terrenos de playa.

Las obras de ingeniería implementadas en un geositio son consideradas una alternativa para utilizarse y conocer la rentabilidad de los proyectos de evolución del geopatrimonio [62].

C. Diseño de estructuras para el acceso

1) *Levantamiento topográfico.*- Se realizó el Levantamiento topográfico con el DJI Mavic 2 Pro y se procesaron las imágenes en el programa Agisoft Metashape Professional con coordenadas WGS 84-UTM 17S.

2) *Diseño geométrico de vía.*- Se trazó el diseño vial alineados con el manual de diseño del MTOP-2003, para lograr una funcionalidad de acuerdo a las características geométricas y volúmenes de tránsito de manera que ofrezca una adecuada movilidad mediante una adecuada velocidad de operación [63].

Para su efecto se determinó un TPDA proyectado a 20 años de 210 vehículos mixtos por día en ambos sentidos, con el que se clasifica la vía como Clase IV, con un terreno ondulado y la velocidad de diseño absoluta de 35 km/hora; radio mínimo de curvas horizontales 30m; distancia de visibilidad para parada 35m; distancia de visibilidad para rebasamiento 150m; peralte máximo 8%; coeficiente k para /curvas verticales convexas 3, curvas verticales cóncavas 5; gradiente longitudinal máxima 8%; gradiente longitudinal mínima 0.5%; ancho de pavimento de 6 m; clase de pavimento como doble tratamiento superficial bituminoso (DTSB), capa granular o de empedrado; ancho de espaldones estables 0.60 m a cada lado; gradiente transversal del pavimento 2.5% y gradiente transversal para espaldones 4%.

Para la implantación y propuesta del trazado de la vía utilizado en este proyecto se utilizó el software CivilCAD 3D, logrando verificar las curvas de nivel estableciendo un diseño cómodo, seguro y obtener una infraestructura de transporte que permita la circulación de los vehículos de manera continua en espacio y tiempo.

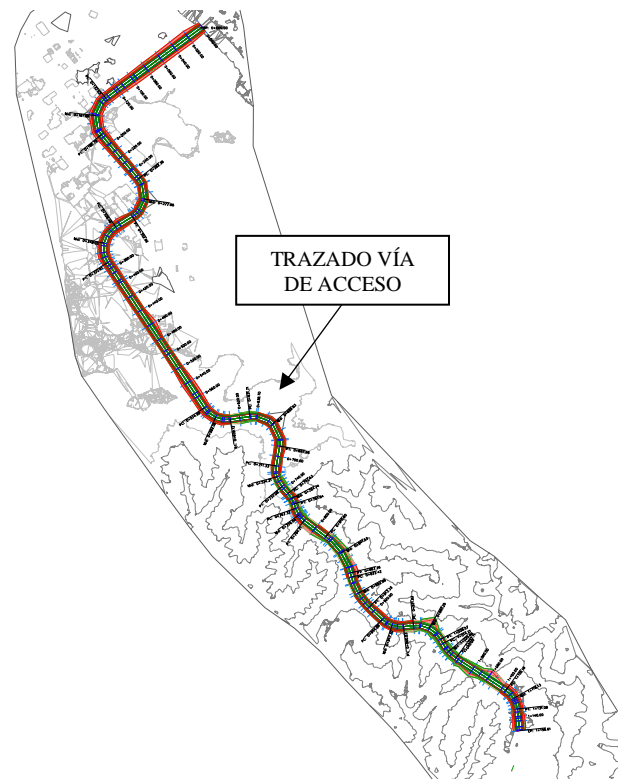


Fig. 11 Diseño geométrico

3) *Diseño de estructura del pavimento.*- En el cálculo de la estructura de pavimento se consideró el C.B.R de diseño el valor de 1,25% obtenido con el método del 75% de percentil. La distribución del tránsito se la estimó con la distribución de: (i) liviano 70%; (ii) buses 2%; (iii) camiones 28.39%; que generaron un ELSAL'S de diseño de 4.57 E+05 para una vida útil de 20 años. Conjuntamente con los valores de pérdida de serviciabilidad de 2.20; confiabilidad del 90%; el valor de desviación estándar -1.282; coeficiente de drenaje 1; Módulo de la subrasante 1365Psi, de la base 30000 Psi; sub-base 15000 Psi y mejoramiento 12325 Psi, se diseñó con el método AASHTO 93 y con software IMT-PAVE-Ecuador obteniendo una estructura de pavimento como se evidencia en la figura 12.

En conformidad con Federal Highway Administration [56], en diseños de vías sobre suelos expansivos se debe realizar una sustitución o mejoramiento de subrasante en un espesor de 60 cm.

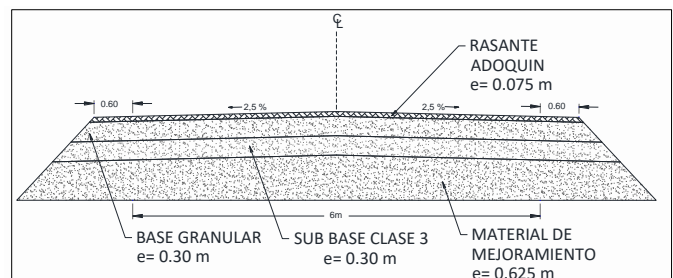


Fig. 12 Sección Típica de la vía.

La sección típica de la vía está conformada por una capa de material de mejoramiento de 62.5 cm de espesor, Subbase clase 3 de 30 cm de espesor, base clase 1 con 30 cm de espesor y como rasante adoquín vehicular con un espesor de 7.5 cm (figura 11).

4) *Diseño de escalinatas.*- Consta de cuatro tramos contemplados con escalones con una huella de diseño de 0.30m, contrahuella de 0.18m y descanso de 3m de longitud ubicadas a lo largo del camino de acuerdo a la topografía que presenta el terreno (figura 13).

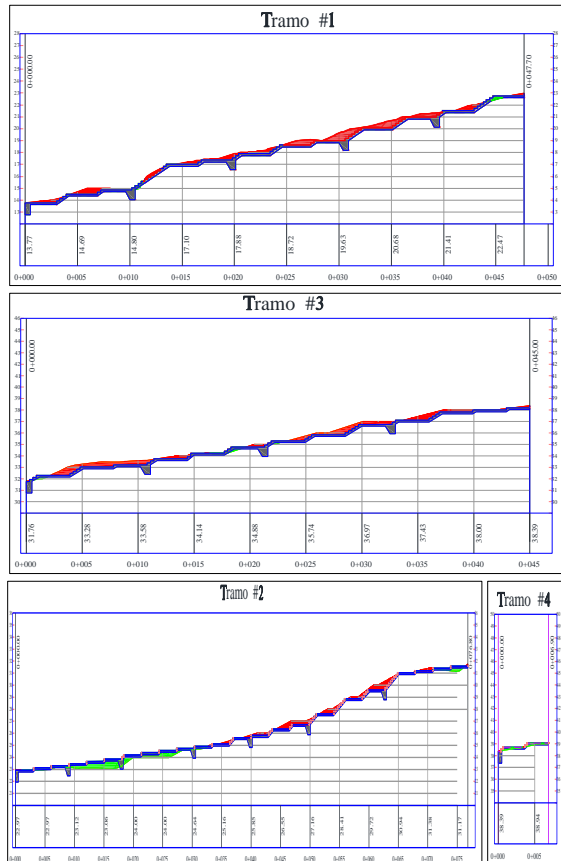


Fig. 13 Perfil longitudinal escalinatas.

5) *Diseño de protección costera.*- Se plantean 3 escolleras en paralelo establecido con los parámetros oceanográficos como: altura de ola de diseño de 3,114 metros actualmente la máxima registrada en la comunidad de Jaramijó ubicada en la provincia cercana Manabí [64].

Para el estudio se utilizó batimetría proporcionada por el Instituto Oceanográfico Militar del Ecuador (figura 14), entidad encargada de proporcionar información geográfica y cartografía actualizada a los diferentes niveles militares, unidades y destacamentos, de los sectores fronterizos y de áreas reservadas, para lograr un desarrollo armónico y sustentable [65].

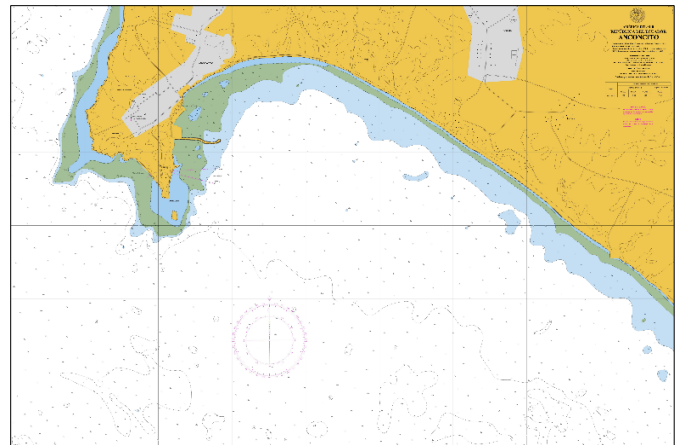


Fig. 14 Batimetría [66].

Mediante la fórmula de Hudson [67], se obtuvo los rangos de los pesos de la roca del lado expuesto al oleaje es de 2,73 a 4,55 toneladas, del lado protegido del oleaje entre 1,156 a 2,60 toneladas. El peso de la capa intermedia oscilará de 0,242 a 0,364 toneladas y el peso del material del núcleo es de 0.00091 a 0,018 toneladas.

Las escolleras se proyectan a 140 metros de la línea de costa, constan con una longitud de 90 metros, separación de 80 metros entre ellas (figura 15), ancho de cresta de 3.50 metros, pendiente de 3:1 en cabezal de estructura, pendiente de 2.5:1 en lado expuesto al oleaje, pendiente de 1.5 del lado protegido al oleaje (figura 16 y 17).

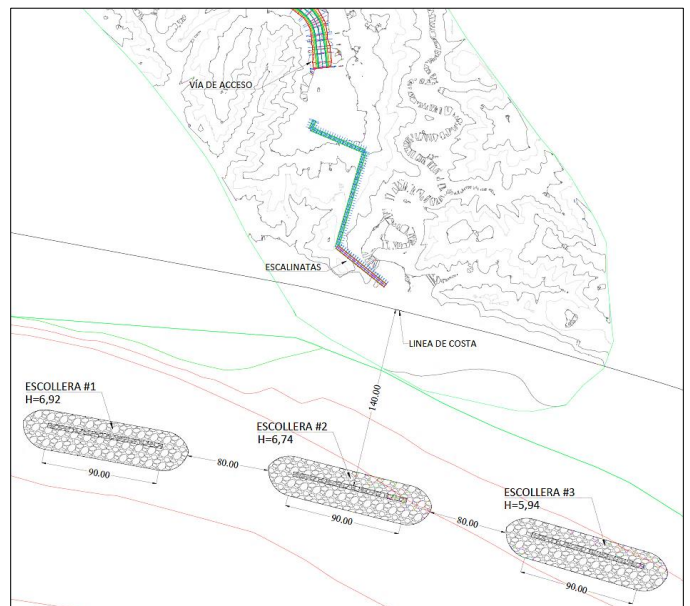


Fig. 15 Ubicación y altura de escolleras.

Los espesores de la estructura se conforman por una capa de coraza de 2.40 metros, capa intermedia de 1.10 metros y el núcleo consta de un espesor que varía entre 2.50 a 3.42 metros de acuerdo a la cota de fondo del terreno, se previó la instalación de geotextil NT 3000 para evitar la pérdida del

material fino del núcleo por efecto del lavado producido por la acción del oleaje y las mareas.

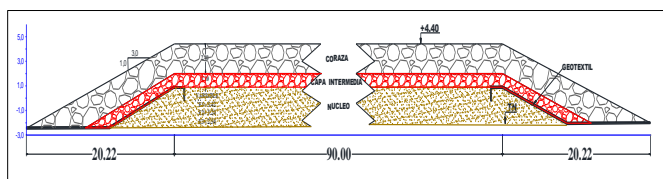


Fig. 16 Perfil longitudinal de escollera.

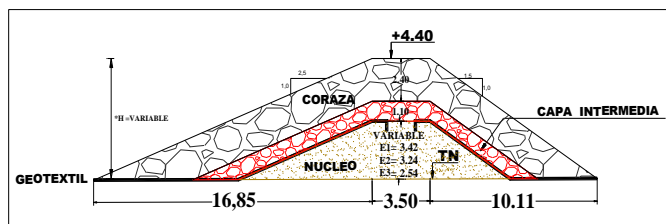


Fig. 17 Sección Transversal de escollera.

Para cálculos de altura de la escollera se incrementó 0.50 metros establecido por los efectos del fenómeno del niño, obteniendo como cota de rasante de +4,40 para cada escollera.

6) *Diseño de edificaciones.*- Contempla un área de construcción de 50.80 metros cuadrados, dividido en cuatro áreas: local para venta de alimentos, oficina de administrativa, baño externo y comedor (figura 18).

Se propone como ubicación de la edificación la abscisa 0+540 a un costado de la vía diseñada en este proyecto.

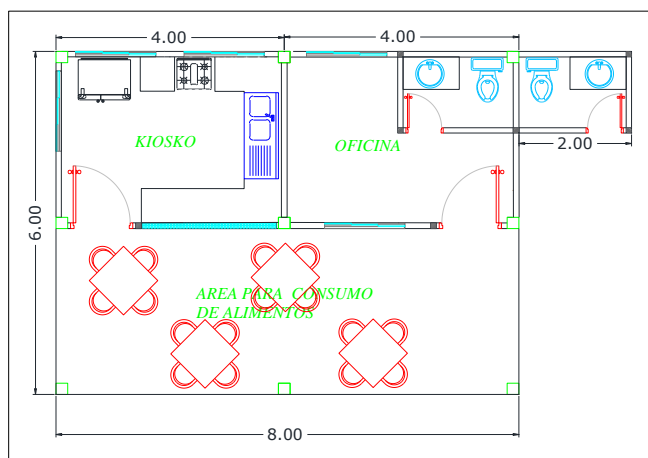


Fig. 18 Edificación propuesta.

D. Elaboración de Plan de Gestión

REFERENCIAS

[1] S. Talab, A. Hussain, and S. Saleh, "Evaluation of Selected Geosites between Makhul and Khanuqa Anticlines, Northern Salah Al-Din, Iraq," *Iraqi Geol. J.*, vol. 56, no. 1F, pp. 326–340, Jun. 2023, doi: 10.46717/ijg.56.1F.22ms-2023-6-30.

[2] D. A. Ruban, A. V. Mikhailenko, and V. A. Ermolaev, "Temporal

1) *Presupuesto Referencial de infraestructuras.*- El presupuesto para la construcción representa un monto de \$ 1 745.838,64 dólares, que comprende la construcción de escollera por un monto de \$ 910.134,00; construcción de la vía de acceso por un valor de \$ 747.950,00; construcción de escalinatas por \$ 61.114,00 y la construcción de edificación por un monto de \$26.638,00.

2) *Análisis Financiero.*- El planteamiento de este estudio se basa luego que exista la inversión por parte de entes públicos del país para la construcción de estructuras consideradas en este estudio.

A partir de la existencia de las estructuras se proyectan los gastos que demanda la promoción, funcionamiento y mantenimiento de infraestructuras del geosito vs los ingresos que se generen.

El proyecto obtiene una rentabilidad anual del 33% mediante un valor de egresos anuales por mantenimiento y operación aproximado es de \$ 68.860,00 e ingresos de \$91.500,00 considerando el ingreso de 100 turistas diarios nacionales e internacionales, incluyendo estudiantes de carreras involucradas al tema de estudio, investigadores, etc.

V. CONCLUSIONES

El plan de gestión esta enfocado a propuestas de intervención con el acceso, diseño de estructuras con su análisis financiero, para la conservación del geosito, como respuesta a los factores de vulnerabilidades ambientales y sociales existentes, y la injerencia de la participación de la comunidad, determinados mediante el análisis FODA y encuestas a estudiantes. La participación y protagonismo de la comunidad en este tipo de proyectos, son importantes para establecer la conservación de la geografía, geología, geomorfología, geoconservación, en concordancia con el patrimonio natural, industrial y cultural mediante la conexión geoturismo-geoturismo del geosito Ancón Pozo 001, resaltando su denominación como Patrimonio Cultural del Ecuador.

Es recomendable seguir un proceso de socialización y participación más allá de la comunidad, que se extienda inexorablemente a las entidades competentes de gobernanza a nivel local o nacional, para que inviertan en la construcción de las infraestructuras que se recomiendan en este trabajo, que ayudará en la aportación de una buena conservación y promoción geoturística del geosito. Asimismo, se determina que el geoturismo obtiene una rentabilidad positiva considerable, que beneficia a la proyección de mejoras del lugar logrando alcanzar las expectativas de visitantes.

outline of geological heritage sites in the Western Caucasus," *Int. J. Geoheritage Park.*, May 2024, doi: 10.1016/j.ijgeop.2024.05.001.

[3] E. Salgado-Martínez, C. Canet, M. Cruz-Pérez, J. C. Mora Chaparro, and L. Sánchez, "Geoturismo como motor del desarrollo social, cultural y económico," Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), 2022.

[4] R. Capdevila-Werning, "Preserving Destruction: Philosophical Issues of Urban Geosites," *Open Philos.*, vol. 3, no. 1, pp. 550–565, Sep. 2020, doi: 10.1515/opphil-2020-0137.

- [5] J. L. Palacio Prieto, "Geositios, geomorfositos y geoparques; importancia, situación actual y perspectivas en México," *Investig. Geográficas*, no. 81, p. 24, Apr. 2013, doi: 10.14350/ig.32817.
- [6] P. Carrión-Mero *et al.*, "Assessment of geomorphosites for geotourism in the northern part of the 'ruta escondida' (Quito, Ecuador)," *Sustain.*, vol. 12, no. 20, pp. 1–23, 2020, doi: 10.3390/su12208468.
- [7] V. Vereb, B. van Wyk de Vries, M.-N. Guilbaud, and D. Karátson, "The Urban Geoheritage of Clermont-Ferrand: From Inventory to Management," *Quaest. Geogr.*, vol. 39, no. 3, pp. 5–31, Sep. 2020, doi: 10.2478/quageo-2020-0020.
- [8] J. Benado, F. Hervé, M. Schilling, and J. Brilha, "Geoconservation in Chile: State of the Art and Analysis," *Geoheritage*, vol. 11, no. 3, pp. 793–807, Sep. 2019, doi: 10.1007/s12371-018-0330-z.
- [9] M. Gray, "Geodiversity, geoheritage and geoconservation for society," *Int. J. Geoheritage Park.*, vol. 7, no. 4, pp. 226–236, Dec. 2019, doi: 10.1016/j.ijgeop.2019.11.001.
- [10] P. Carrión-Mero, F. Morante-Carballo, G. Herrera-Franco, A. Maldonado-Zamora, and N. Paz-Salas, "The Context of Ecuador's World Heritage, for Sustainable Development Strategies," *Int. J. Des. Nat. Ecodynamics*, vol. 15, no. 1, pp. 39–46, Feb. 2020, doi: 10.18280/ijdne.150106.
- [11] M. R. H. F., and S. Kraus, "Valoración de potenciales geositios en el Campo Volcánico Pali Aike, XII Región de Magallanes y de la Antártida Chilena, Chile (Evaluation of potential geotope sites at the Pali Aike volcanic field, Magallanes region, Chile)," 2012. doi: 10.13140/2.1.1054.8801.
- [12] S. Mallick and K. C. Sahoo, "Formation of Brahmani Natural Arch, Eastern India: A proposed geoheritage site of India," *Geosystems and Geoenvironment*, vol. 3, no. 1, p. 100246, Feb. 2024, doi: 10.1016/j.geogeo.2023.100246.
- [13] S. and C. O. O. des N. U. pour l'éducation United Nations Educational la science et la culture Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura *et al.*, "Estatutos del Programa Internacional de Ciencias de la Tierra y Geoparques." [Online]. Available: https://unesdoc.unesco.org/notice?id=p:usmardef_0000260675_spa
- [14] G. Pareja-Pareja and E. Martínez-Ibarra, "Revisión bibliográfica internacional sobre el patrimonio geológico," *Investig. Geográficas*, no. 79, p. 67, Jan. 2023, doi: 10.14198/INGEO.22558.
- [15] P. Carrión-Mero, J. Dueñas-Tovar, M. Jaya-Montalvo, E. Berrezueta, and N. Jiménez-Orellana, "Geodiversity assessment to regional scale: Ecuador as a case study," *Environ. Sci. Policy*, vol. 136, pp. 167–186, Oct. 2022, doi: 10.1016/j.envsci.2022.06.009.
- [16] J. Brilha, M. Gray, D. I. Pereira, and P. Pereira, "Geodiversity: An integrative review as a contribution to the sustainable management of the whole of nature," *Environ. Sci. Policy*, vol. 86, pp. 19–28, Aug. 2018, doi: 10.1016/j.envsci.2018.05.001.
- [17] G. Herrera-Franco, N. Montalván-Burbano, P. Carrión-Mero, M. Jaya-Montalvo, and M. Gurumendi-Noriega, "Worldwide Research on Geoparks through Bibliometric Analysis," *Sustainability*, vol. 13, no. 3, p. 1175, Jan. 2021, doi: 10.3390/su13031175.
- [18] L. C. Moreira Bento and S. C. Rodrigues, "Seleção de geossítios para uso turístico no parque estadual do Ibitipoca/MG (PEI): uma proposta a partir de metodologias de avaliação numérica," *Investig. Geográficas*, no. 85, Jan. 2015, doi: 10.14350/ig.42254.
- [19] E. Reynard and C. Giusti, "Chapter 8 - The Landscape and the Cultural Value of Geoheritage," in *Geoheritage*, E. Reynard and J. Brilha, Eds., Elsevier, 2018, pp. 147–166. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809531-7.00008-3>.
- [20] E. S. Sallam, D. A. Ruban, and V. A. Ermolaev, "Geoheritage resources and new direction of infrastructural growth in Egypt: From geosite assessment to policy development," *Resour. Policy*, vol. 79, p. 103127, Dec. 2022, doi: 10.1016/j.resourpol.2022.103127.
- [21] D. A. Ruban, A. V. Mikhailenko, N. N. Yashalova, and A. V. Scherbina, "Global geoparks: Opportunity for developing or 'toy' for developed?," *Int. J. Geoheritage Park.*, vol. 11, no. 1, pp. 54–63, Mar. 2023, doi: 10.1016/j.ijgeop.2022.11.003.
- [22] V. C. Mucivuna, M. da G. M. da Garcia, and E. Reynard, "Criteria for Assessing Geological Sites in National Parks: a Study in the Itatiaia National Park, Brazil," *Geoheritage*, vol. 14, no. 1, p. 1, Mar. 2022, doi: 10.1007/s12371-021-00633-0.
- [23] A. Pedro and Y. Mariño, "Caracterización de geositios para la protección y preservación del patrimonio geológico en el municipio San Antonio del Sur, Guantánamo,," Universidad de Moa, 2020. doi: 10.13140/RG.2.2.11043.27684.
- [24] M. Mori Huaman, P. O. Mori Ramírez, C. E. García Rivas Plata, and I. Tapullima Raimundo, "Turismo sostenible teniendo como base la evaluación de geositios," *Univ. Y Soc.*, vol. 14, no. 3, pp. 202–216, 2022, [Online]. Available: <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2858>
- [25] M. Bentivenga, F. Cavalcante, G. Mastronuzzi, G. Palladino, and G. Prosser, "Geoheritage: the Foundation for Sustainable Geotourism," *Geoheritage*, vol. 11, no. 4, pp. 1367–1369, Dec. 2019, doi: 10.1007/s12371-019-00422-w.
- [26] E. A. Ahmed, "Assessment of the geosites and geodiversity in the prospective geopark in Siwa in the Western Desert of Egypt," *Int. J. Geoheritage Park.*, vol. 11, no. 1, pp. 182–201, Mar. 2023, doi: 10.1016/j.ijgeop.2023.02.001.
- [27] E. Berrezueta, J. L. Sánchez-Cortez, and M. Aguilar-Aguilar, "Inventory and Characterization of Geosites in Ecuador: a Review," *Geoheritage*, vol. 13, no. 4, p. 93, Dec. 2021, doi: 10.1007/s12371-021-00619-y.
- [28] J. L. S. Cortez, *Patrimonio geológico y geoparques en el Ecuador: resúmenes del II Encuentro de Geoparques del Ecuador*. ULEAM Editorial Universitaria, 2020. [Online]. Available: <https://books.google.com.ec/books?id=s4rVzgEACAAJ>
- [29] J. Enriquez, "Identificación del Patrimonio Geológico en el Ecuador," *Instituto de Investigación Geológica y Energética*, 2023. <https://www.geoenergia.gob.ec/identificacion-del-patrimonio-geologico-en-el-ecuador/> (accessed Dec. 26, 2023).
- [30] E. Navarrete, F. Morante-Carballo, J. Dueñas-Tovar, P. Carrión-Mero, M. Jaya-Montalvo, and E. Berrezueta, "Assessment of Geosites within a Natural Protected Area: A Case Study of Cajas National Park," *Sustainability*, vol. 14, no. 5, p. 3120, Mar. 2022, doi: 10.3390/su14053120.
- [31] G. H. Franco, P. C. Mero, F. M. Carballo, G. H. Narváez, J. B. Bitar, and R. B. Torrens, "Strategies for the development of the value of the mining-industrial heritage of the Zaruma-Portovelo, Ecuador, in the context of a geopark project," *Int. J. Energy Prod. Manag.*, vol. 5, no. 1, pp. 48–59, 2020, doi: 10.2495/EQ-V5-N1-48-59.
- [32] F. Morante-Carballo, M. J. Domínguez-Cuesta, N. Paz-Salas, J. Malavé-Hernández, J. Dueñas-Tovar, and P. Carrión-Mero, "Evaluation of the potential of coastal cliffs as geosites for the promotion of geotourism," *Geogr. Sustain.*, vol. 4, no. 4, pp. 356–371, Dec. 2023, doi: 10.1016/j.geosus.2023.08.003.
- [33] G. Herrera-Franco, C. Mora-Frank, T. Kovács, and E. Berrezueta, "Georoutes as a Basis for Territorial Development of the Pacific Coast of South America: a Case Study," *Geoheritage*, vol. 14, no. 3, p. 78, Sep. 2022, doi: 10.1007/s12371-022-00711-x.
- [34] P. Carrión-Mero *et al.*, "Community-university partnership in water education and linkage process. Study case: Manglaralto, Santa Elena, Ecuador," *Water (Switzerland)*, vol. 13, no. 15, 2021, doi: 10.3390/w13151998.
- [35] Y. Aldana-Aldana, E. F. Robas-Díaz, T. Bess-Reyes, and R. M. Guardado-Lacaba, "El patrimonio geológico y la geodiversidad en la formación ambiental del geólogo en Cuba," *Minería y Geol.*, vol. 37, no. 1, pp. 120–129, 2021, [Online]. Available: https://revista.ismm.edu.cu/index.php/revistamg/article/view/art8_n01_2021
- [36] G. Herrera-Franco, K. Erazo, C. Mora-Frank, P. Carrión-Mero, and E. Berrezueta, "Evaluation of a Paleontological Museum as Geosite and Base for Geotourism. A Case Study," *Heritage*, vol. 4, no. 3, pp. 1208–1227, Jul. 2021, doi: 10.3390/heritage4030067.
- [37] E. N. Arco, *Geología del Ecuador*. in Colección Nuestros valores.

- Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2003. [Online]. Available: <https://books.google.com.ec/books?id=x67AtgAACAAJ>
- [38] L. Moreno Alcívar and R. Palma, "Mechanical characterization of coastal profile soils between Ancon and Anconcito," *Cienc. Unemi*, vol. 12, pp. 40–53, 2020.
- [39] N. A. Padilla, "Geoturismo: una nueva forma de realizar turismo en clave de sustentabilidad. La experiencia del Parque Geológico Pun Antü, Balcarce," *Obs. Político Ciudad. y Electora*, 2023.
- [40] L. Carcavilla, J. López-Martínez, and J. Durán Valsero, "Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos," 2006.
- [41] M. O. Tomalá Ayala, "Estudio técnico para la implementación de un sistema de tratamiento de suelos contaminados de hidrocarburos que minimizará el impacto ambiental de la empresa Asociación SMC. Pacifpetrol Inc. Ubicada en la parroquia Ancón, provincia de Santa Elena.," Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2018.
- [42] INEC, "Visualizador de estadísticas agropecuarias," *Ecuador en cifras*, 2023. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Sitios/micrositios_visualizadores/ (accessed Apr. 18, 2023).
- [43] P. I. Gellibert Villao, "Planificación Estratégica y los procedimientos de gestión en el GADP de San José de Ancón, periodo 2021-2025.," Santa Elena, Ecuador, 2023.
- [44] S. Rendón, H. Álvarez, N. Rendón, and J. Yumisaca, "Patrimonio cultural ancestral de la parroquia de San José de Ancón, año 2022," *Pro Sci. Rev. Prod. Ciencias e Investig.*, vol. 6, no. 43, pp. 273–279, Jun. 2022, doi: 10.29018/issn.2588-1000vol6iss43.2022pp273-279.
- [45] Prefectura de Santa Elena, "100 años Ancón Petrolero," *Patrimonio histórico*, 2023. <https://www.santaelena.gob.ec/index.php/ancón> (accessed Aug. 29, 2023).
- [46] G. Herrera-Franco, N. Montalván-Burbano, C. Mora-Frank, and L. Moreno-Alcívar, "Research in Petroleum and Environment: A Bibliometric Analysis in South America," *Int. J. Sustain. Dev. Plan.*, vol. 16, no. 6, pp. 1109–1116, Oct. 2021, doi: 10.18280/ijdsdp.160612.
- [47] Gobierno Parroquial San José de Ancón, "Historia Parroquia San José de Ancón," *San José de Ancón*, 2023. https://gadpancon.gob.ec/gadpancon/?page_id=1160 (accessed Aug. 09, 2023).
- [48] E. Navarrete, *Itinerarios Geológicos de la Costa del Ecuador - 4. Corte Geológico en los Acantilados entre Ancón y Anconcito*. Guayaquil, Ecuador: ESPOL, 2018.
- [49] Instituto de Investigación Geológico y Energético, "46.- Hoja geológica Santa Elena - escala 1 100.000." Gobierno de Ecuador.
- [50] C. Ramos-Galarza, "Los Alcances de una investigación," *CienciAmérica*, vol. 9, no. 3, pp. 1–6, 2020, doi: 10.33210/ca.v9i3.336.
- [51] S. M. Navarrete Ramírez, "Protocolo Indicador Variación línea de costa: perfiles de playa. Indicadores de monitoreo biológico del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP)." Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR, 2014. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/1834/6648>
- [52] J. Solórzano, F. Morante-Carballo, N. Montalván-Burbano, J. Briones-Bitar, and P. Carrión-Mero, "A Systematic Review of the Relationship between Geotechnics and Disasters," *Sustainability*, vol. 14, no. 19, p. 12835, Oct. 2022, doi: 10.3390/su141912835.
- [53] D. Ávila and A. Porres, "Análisis de los efectos del oleaje en la conformación de diferentes ambientes costeros," *Notas*, 2023. <https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=533&IdBoletin=192> (accessed Jan. 20, 2024).
- [54] A. A. T. J and A. J. Strickland, *Dirección y administración estratégicas: conceptos, casos y lecturas*. Adison Wesley, 1994. [Online]. Available: <https://books.google.com.ec/books?id=IRT5PAAACAAJ>
- [55] L. F. Alvarado, M. V. Perales, A. Cabral, and T. E. Alvarado, "Diseño E Implementación Del Foda Y El Plan Estratégico Para Los Caprinocultores Sociales De La Comarca Lagunera," *Rev. Mex. Agronegocios*, vol. 48, no. January-J, Jun. 2021, doi: 10.22004/ag.econ.312364.
- [56] A. J. Cisneros-Cacedo, A. F. Guevara-García, J. J. Urdánigo-Cedeño, and J. E. Garcés-Bravo, "Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos que Apoyan a la Investigación Científica en Tiempo de Pandemia," *Dominio las Ciencias*, vol. 8, no. 1, pp. 1165–1185, 2022, doi: 10.23857/dc.v8i1.2546.
- [57] Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, "Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12," *Conserv. Vial*, vol. 6, 2012.
- [58] A. M. Chica Encinas, "Identificación y evaluación de geositos para el manejo sustentable del patrimonio geológico del Cantón Puerto López, Provincia de Manabí." Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador, 2022.
- [59] A. Veiga Lorenzo, "Consecuencias y oportunidades de la digitalización del ciclo del agua y su impacto en la economía española: perspectivas desde el PERTE," Universidad Politécnica de Valencia, 2024.
- [60] V. M. Solorzano Mendez, C. Salto Veliz, M. Celleri Zuñiga, N. Castillo Castro, and O. S. Vera Palacios, "El petróleo en el Ecuador: un análisis del costo de agotamiento, aplicación del modelo Hotelling," 2016.
- [61] L. C. Moreno Alcivar, P. C. Carrión Mero, C. A. Deza Navarrete, M. Muñoz Rosado, A. M. Grijalva Endara, and M. Y. Pincay Alejandro, "Coastline modification at worldwide," *Manglar*, vol. 18, no. 3, pp. 317–328, Sep. 2021, doi: 10.17268/manglar.2021.042.
- [62] P. Carrión-Mero *et al.*, "Strategies to Improve the Tourist Interest of a Geosite Respecting Its Natural Heritage. A Case Study," *Geoheritage*, vol. 14, no. 4, p. 110, Dec. 2022, doi: 10.1007/s12371-022-00746-0.
- [63] J. Cárdenas Grisales, *Diseño geométrico de carreteras*. Lima, Perú: Empresa Editora Macro EIRL, 2015.
- [64] L. Vera, M. Lucero, and M. Mindiola, "Caracterización Oceanográfica de la costa central ecuatoriana entre la Punta del Morro y Jaramijó, Ecuador," 2009.
- [65] H. J. Cáceres Guzmán and J. C. DT Castro Analuiza, "Factores de Marketing y el Mercado Cartográfico del Instituto Geográfico Militar," Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias Administrativas~..., 2014.
- [66] Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), "IOA10601_IED_30042012." INOCAR, 2005.
- [67] Department of the Army US Army Corps of Engineers Washington, "Shore protection manual volume II," *Coast. Eng. Res. Cent.*, vol. 2, 1984.