

Bosque Petrificado de Puyango y sus alrededores: inventario de lugares de interés geológico

Juan Pablo Jaramillo¹, Tania García Fonseca², Mónica Bolaños³

1 *Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico (Quito, Ecuador).
juanpa-85@hotmail.com*

2 *Facultad de Ingeniería en Geología, Minas, Petróleos y Ambiental, Universidad Central del Ecuador (Quito, Ecuador).
tania_egf@yahoo.es.*

3 *Coordinación Técnica, Instituto Nacional de Patrimonio Cultural (Quito, Ecuador)
imashuti60@yahoo.es*

RESUMEN

La puesta en valor de activos naturales, que han sido catalogados como Lugares de Interés Geológico que integran el Patrimonio Geológico deben ser; investigados y valorados por su importancia científica, didáctica y recreativa. Postulando dichos georecursos en el fortalecimiento de estrategias de desarrollo sostenible en zonas rurales de las comunidades conexas del área de estudio. En tal virtud, este artículo presenta los resultados del inventario de Lugares de Interés Geológico en Puyango y sus inmediaciones, desarrollando estas investigaciones en el emblemático Bosque Petrificado de Puyango nombrado así por las decenas de troncos fosilizados que alberga, siendo el fin principal del estudio el caracterizar a estos espacios con una adecuada información geológica, que permita ofertarlos como referentes de esparcimiento (recreativo), atractivo académico (científico) y como opción de recurso lúdico en la docencia a cualquier nivel de educación formal (didáctico).

Palabras clave: Patrimonio Geológico, Lugares de Interés Geológico, Geo-recurso.

ABSTRAC

The valuation of natural assets, which have been classified as Geosites Interest that make up the Geological Heritage must be; investigated and valued for their scientific, didactic and recreational importance. Postulating these geo-resources in the strengthening of strategies of sustainable development in rural areas of the related communities of the study area. In this way, this article presents the results of the inventory of geosites in Puyango and its environs, developing these investigations in the emblematic Petrified Forest of Puyango named for the dozens of fossilized logs that it houses, being the main purpose of the study the characterize these spaces with an adequate geological information, that allows them to offer them as references of recreation, academic (scientific) attractiveness and as an option of recreational resource in teaching at any level of formal (didactic) education.

Keywords: Geological Heritage, Geosites, Geo-resource.

1. Introducción

La Constitución de la República del Ecuador (art. 313, 404, 395), el Decreto Supremo 561 (Registro oficial 581), y la Ley de Gestión Ambiental (art. 16), indican que los recursos naturales; las formaciones geológicas también pertenecen al Patrimonio Natural del Ecuador, deben ser estudiados y gestionados a través de un ordenamiento territorial por parte de las entidades públicas.

Por lo tanto, el INIGEMM, ente rector de la generación y regulación del conocimiento relacionado a las Ciencias Geológicas, formula y ejecuta un estudio afín a la línea de investigación de Patrimonio Geológico; como es el proyecto de Investigación, Conservación y Puesta del Valor del Patrimonio Geológico del país (INIGEMM, 2013), a través del cual determina un inventario de Lugares de Interés Geológico en el Bosque Petrificado de Puyango y sus Alrededores, cuyo fin es el de proporcionar una información de fácil entendimiento que permita ser incluida y utilizada, como Georecurso, en los diferentes procesos, trabajos y decisiones que diariamente las administraciones locales llevan a cabo; en pos de coadyuvar a estrategias económico-sociales como: turismo rural, científico y cultural, geoturismo, divulgación del Patrimonio Natural y trabajos de ordenamiento territorial, que sin lugar a dudas tiene una decisiva influencia económica, social, política y ambiental.

Zona de Estudio y Contexto Geográfico, la ubicación geográfica del Bosque Petrificado de Puyango y sus alrededores corresponde al cuadrángulo cartográfico 1: 50 000 de la hoja Puyango, perteneciendo de acuerdo a la administración política a la provincia de El Oro (cantón las Lajas) y provincia de Loja (cantón Puyango).

Regionalmente está ubicado en los Contrafuertes suroccidentales del Ecuador continental (región Austral) de las vertientes entalladas del valle del río Puyango (Winckell, 1997), caracterizado por tres contornos geográficos muy claros, cuyas formas y relieves se deben a las formaciones petrográficas presentes, siendo el referente para distinguirlos, el río Puyango, cuyo cauce actual tiene una altitud de 200 m s.n.m (incrementándose hacia su nacimiento, fuera del área de estudio), es el eje hídrico de mayor importancia cuyo trazo toma una dirección de ENE – WSW, conforme a los lineamientos estructurales del sector, es decir, por estar sobre la dis-

cordancia mayor entre la Bloque Amotape – Tahuín y los sedimentos de la Cuenca Alamor.

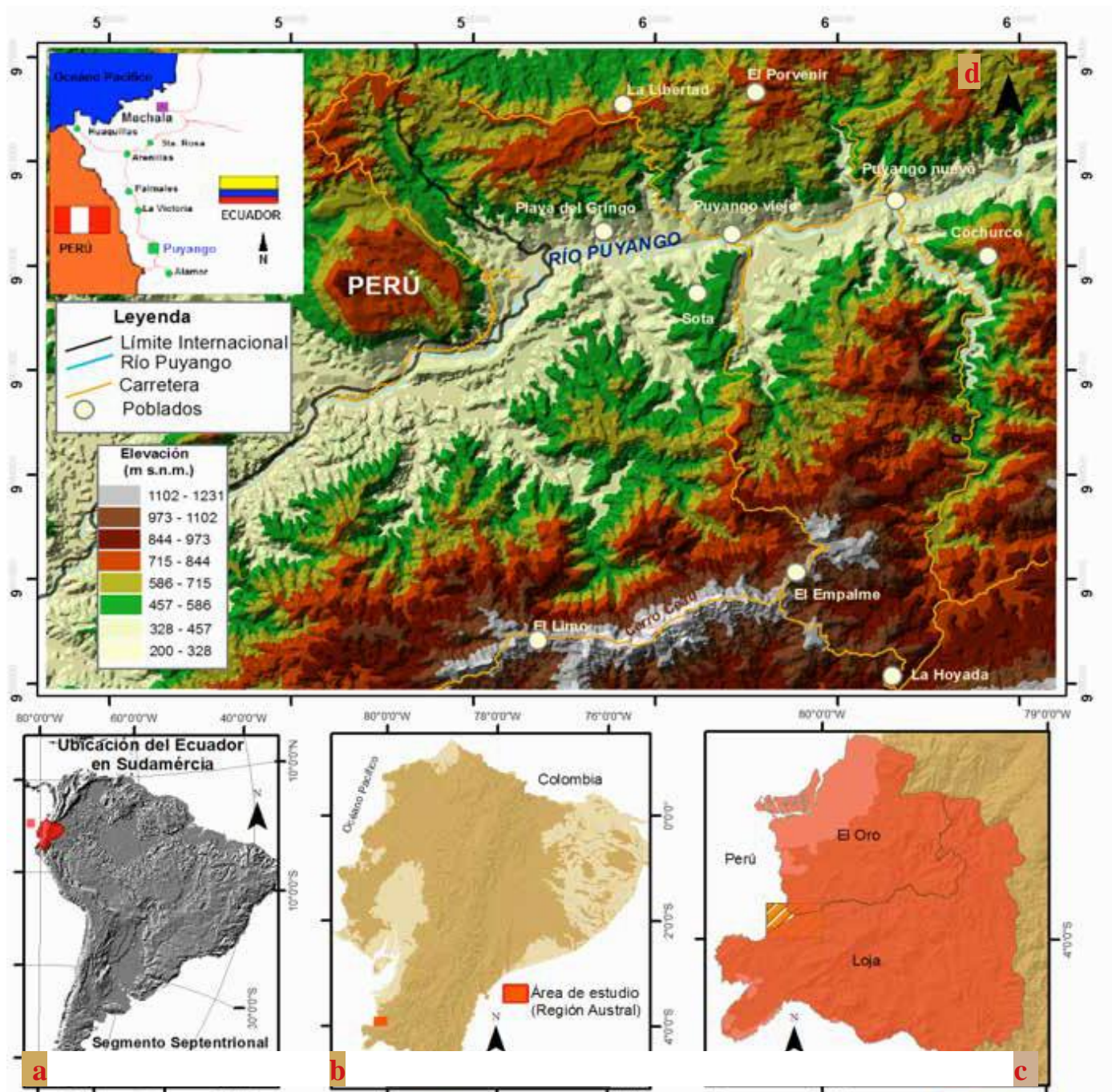
Al norte del río Puyango, la influencia morfológica de la diversidad litológica; rocas metamórficas y sedimentos de la Cuenca Alamor, es visible al tener relieves tipo cuevas y espigas; y en los fondos los relieves son ondulados y poco disectados, las altitudes van de 889 m s.n.m (cercano a El Porvenir) hasta 353 m s.n.m (Playa del Gringo). En el centro, río Puyango, presenta un paisaje sometido a un régimen climático muy seco; al estar por debajo de los 400 m s.n.m, este modelado se ha desarrollado sobre las litologías de Alamor y corresponde a depósitos superficiales del cauce del río. Al sur del río Puyango, el modelado corresponde a crestas que se elevan gradualmente hacia el sur, desde los 400 m s.n.m. (Cochurco cercano a Puyango Nuevo) hasta los 1 000 a 1 330 m s.n.m. (Cerro Moras y Ceati cercano a El Limo), presentando cimas redondeadas disectadas con pendientes fuertes (Winckell, 1997, INIGEMM, 2013) (Mapa N° 1).

Contexto Geológico, El área de estudio se ubica en terrenos paleozoicos del Bloque Amotape Tahuín y mesozoicos de la Cuenca Alamor - Lancones; concretamente en las rocas pre - carboníferas de la División Semipelítica Tahuín; Unidad El Tigre (Aspend et al, 1995) y rocas cretácicas de la Unidad Quebrada Los Zabalos, Puyango, Ciano, Zapotillo y Cazaderos (Kennerly, 1973; Feininger, 1975; Jaillard, et al, 1999 y Pilatasig, 2005, INIGEMM, 2013).

Durante el pre – Carbonífero se depositó en una cuenca ensiálica rocas de menor grado metamórfico (Feininger, 1976 y Pilatasig, 2009), agrupando estas litología en el terreno para autóctono del Bloque Amotape-Tahuín, quien durante el Cretácico en un régimen dextral, se separa del Terreno Loja- Olmos (Cordillera Real) (Pilatasig, 2009), migrando hacia el norte, conformado actualmente una franja con dirección E-W, cuyo grado metamórfico aumenta de sur a norte, siendo la Unidad El Tigre de menor grado. Este desmembramiento está relacionado con la apertura de la cuenca de antearco Alamor - Lancones; caracterizándose hacia el este por un arco volcánico (Celica), (Eguez, et al, 2001, Jaillard, 1999) y al oeste por el depósito discordante, sobre la Unidad El Tigre, sedimentos de am-

Mapa N° 1

Contexto Geográfico, a) ubicación del Ecuador respecto a Sudamérica; b) Ubicación del área de estudios en el Ecuador (Sierra sur, Austral); c) el área de estudio en marcada en la división política; d) Elevaciones de la zona de estudio.

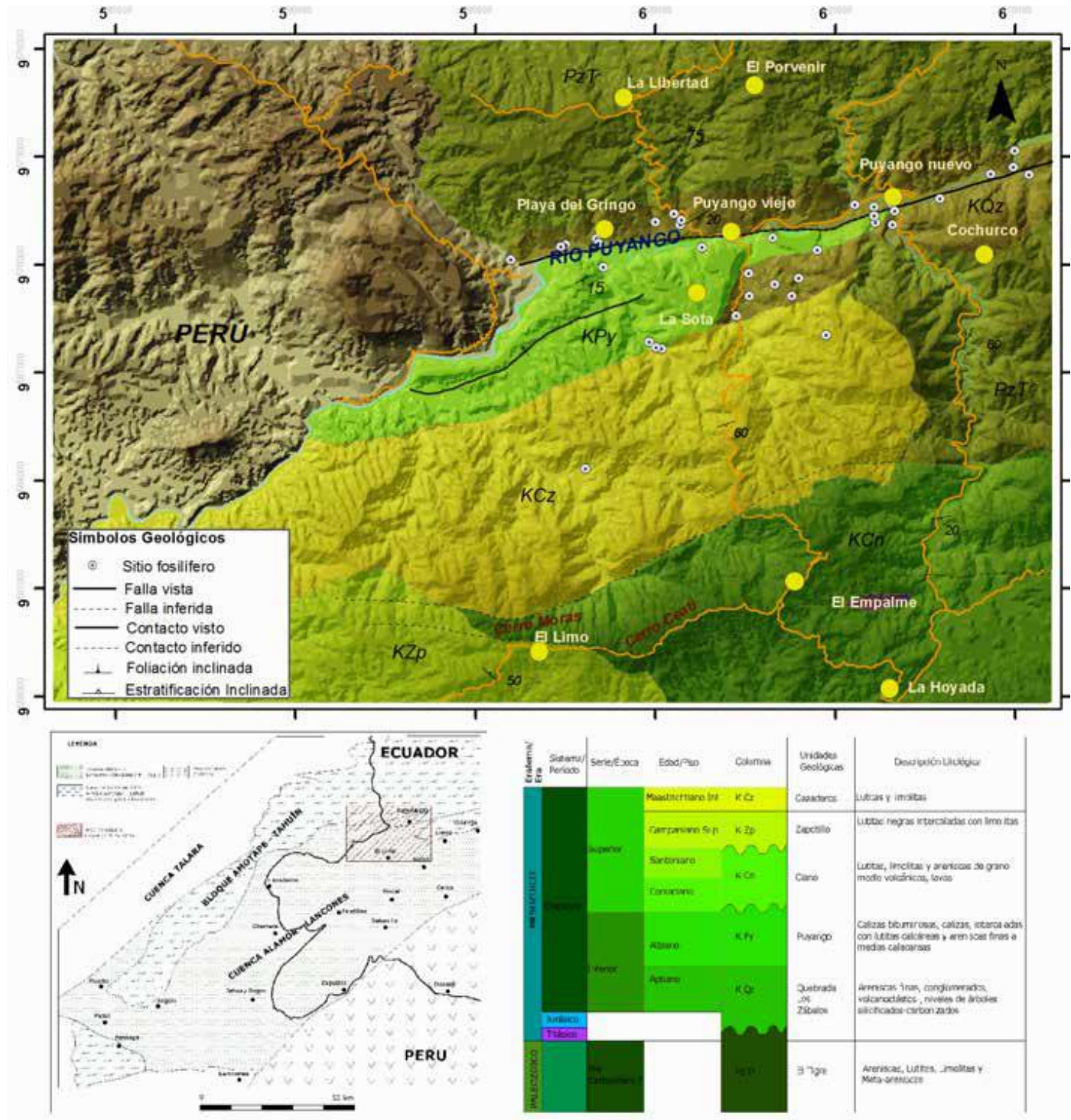


Fuente: Inigemm (2013)

biente fluvio-costero, encontrándose emplazados troncos fósiles durante el Aptiano – Albiano (Unidad Quebrada Los Zabalos) (Jaillard, et al, 1999). Durante el Albiano se desarrolla un ambiente de plataforma marina some- ra, cuyas litologías son de calizas con areniscas calcáreas (Unidad Puyango) (Bristorw, 1977 y Jaillard, et al, 1999, INIGEMM, 2013), mientras que hacia el sur el deposito de

lutitas y limolitas son características de la Unidad Ciano. A inicios y durante el Cretácico Superior en un régimen compresivo se da la subsidencia de la zona más occidental de la cuenca Alamor, desarrollándose depósitos de secuencias turbidíticas (Unidad Zapotillo – Campaniano y Unidad Cazaderos - Maastrichtiano) (Pilatasig, 2005 y Jaillard, et al, 2005, INGEMM, 2013) (Mapa N° 2).

Contexto Geológico, a) Mapa Geológico, escala 1: 50 000 de Puyango (INIGEMM, 2013);
 b) Contexto Geológico Regional, modificado de Jaillard et al, 1999;
 c) síntesis estratigráfica del hoja geológica de Puyango



Fuente: INIGEMM, (2013)

2. Metodología

Mapa N° 2

La realización del inventario de lugares de Interés Geológico en el Bosque Petrificado de Puyango y sus Alrededores esta resumida en la tabla 1.

El diagnóstico bibliográfico se basó en diferentes publicaciones (de contenidos geológicos, biológicos y culturales), del que se obtuvo un listado de rasgos geológicos; el reconocimiento en campo se realizó con el fin de constatar la existencia y veracidad de los datos bibliográficos (Fase 1), junto a esta actividad se fue registrando en fichas de campo la descripción geológica de cada afloramiento en el que se identificó simultáneamente su posible tipología (estratigráfico, sedimentológico, paleontológico - geocronológico, petrográfico, vulcanológico, geomorfológico, mineralógico, estructural, hidrogeológico y, de alteraciones e indicios minerales), posterior se realizó el estudio geológico a escala 1: 50 000; en determinados afloramientos la investigación fue de detalle (afloramientos de la Qda. Los Zabalos y Playa del Gringo). Una vez concluida la investigación en campo se de-

fine un listado de Posibles LIG's que fueron sometidos a valoraciones (Tercer Fase) en base a tres premisas según Carcavilla et al, 2007: no todo elemento geológico tiene valor patrimonial, los afloramientos o elementos que lo poseen no siempre son igual de interesantes y es posible definir unos parámetros que permitan calcular cuál es el interés del lugar. Las cuales están correlacionadas con tres criterios fundamentales propuestos por Cendrero (1996) como son; valor intrínseco, valor ligado a la potencialidad de uso, resumidos en la tabla 2.

Por otro lado, es importante destacar que la finalización de la valoración se dio con la obtención del grado interés del LIG, siendo este, científico, didáctico y recreativo, cuyos parámetros de puntaje cuantitativo se basan del IELIG, García-Cortez y Carcavilla, 2013, INIGEMM, 2013, (Tabla 2). Finalmente (Cuarta Fase) se elaboró un mapa temático de los Lugares de Interés Geológico identificados y valorados, junto con el listado de las características principales de cada LIG.

Tabla N° 1

Metodología de Inventario de LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO.

| FASES DE ESTUDIO | | | | PRODUCTOS |
|---------------------|---|--|---|--|
| PRIMERA FASE | 1) Diagnóstico bibliográfico. | 2) Encuesta a expertos | | Informe de Diagnóstico Bibliográfico. |
| SEGUNDA FASE | 1) Identificación-Reconocimiento y verificación en campo. | 2) Caracterización Geológica especializada | 3) Clasificación-Listado de Posibles Lugares de Interés Geológico | Informe de Reconocimiento en campo. Fichas. Base de datos |
| TERCERA FASE | 1) Valoración de Lugares de Interés Geológico. | 2) Inventario de Lugares de Interés Geológico Catalogados. | | Informe de valoración. Fichas de valoración. Informe de Inventario de LIG's. Fichas de inventario. |
| CUARTA FASE | 1) Catálogo de objetos. | 2) Base de datos | 3) Elaboración de Mapas temáticos. | Mapa de ubicación de Lugares de Interés Geológico |

Fuente: INIGEMM, 2013

Criterios de Valoración

Criterios de Valoración Científico/intrínseco

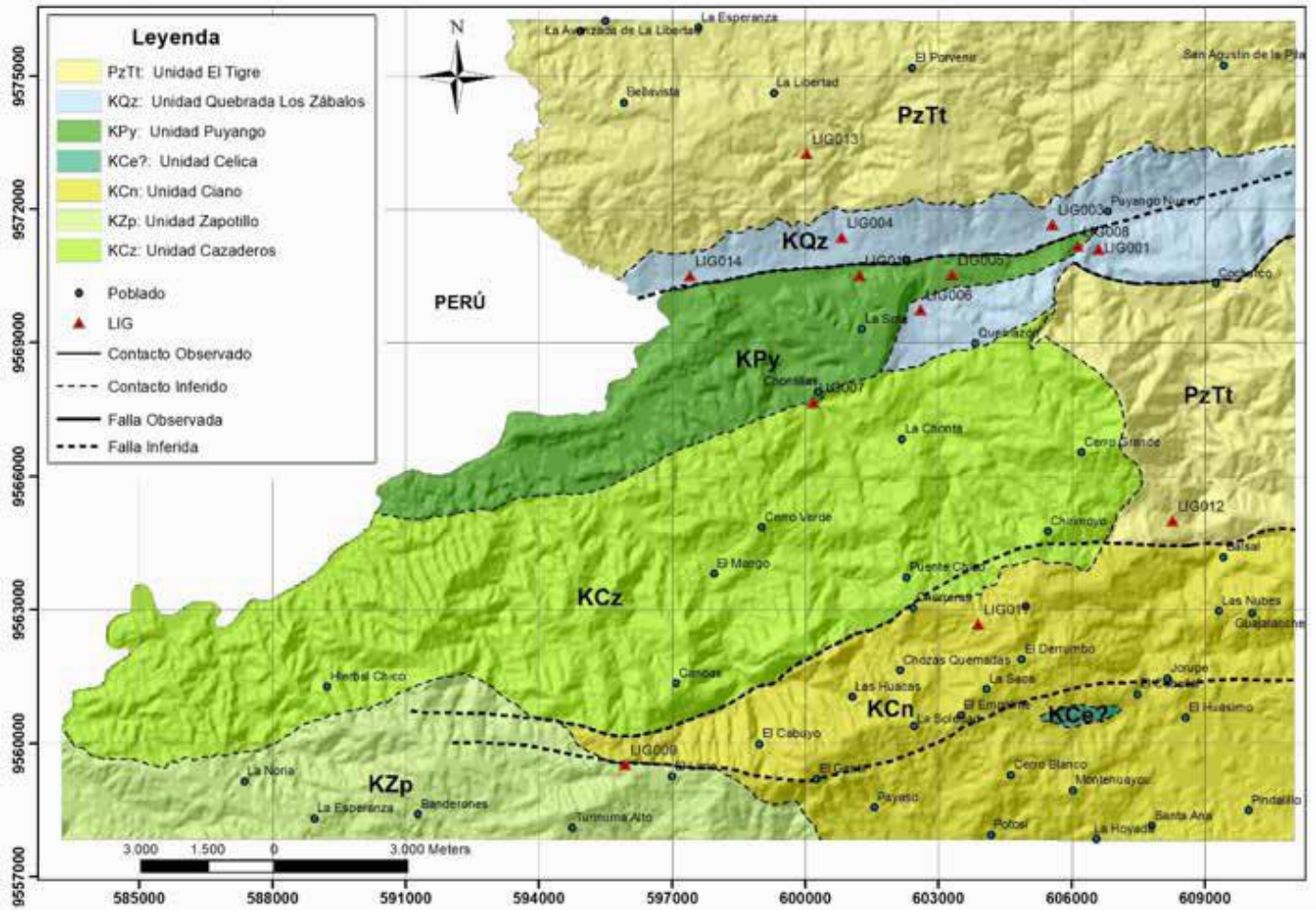
| | |
|---|--|
| Representatividad | |
| Considerado como un ejemplo para representar parcialmente un proceso geológico | |
| Considerado como un ejemplo para representar en su totalidad un proceso geológico | |
| Considerado como el mejor ejemplo para representarlo a nivel de dominio geológico | |
| Carácter de localidad tipo | |
| Localidad de referencia nacional | |
| Localidad de referencia internacional | |
| Localidad de referencia a nivel de IUGS-GLOBAL GEOSITES | |
| Grado de conocimiento científico del lugar | |
| Existen trabajos publicados y/o tesis doctorales | |
| Existen trabajos por grupos científicos como objeto de tesis doctorales y trabajos publicados en revistas científicas nacionales | |
| Existen trabajos por grupos científicos como objeto de tesis doctorales y trabajos publicados en revistas científicas internacionales | |
| Estado de conservación | |
| Presenta algún deterioro que impide observar las características de interés (falta de algunos elementos geológicos y/o presenta elementos que enmascaran el rasgo geológico) | |
| Presenta mediana conservación que no impide observar las características esenciales de interés (presenta elementos que no enmascaran totalmente el rasgo geológico) | |
| Presenta buena conservación, tanta que permite observar íntegramente las características esenciales de interés (no cuenta con ningún elemento que deteriore o enmascare el rasgo geológico) | |
| Rareza | |
| Unico rasgo geológico conocido a nivel regional | |
| Unico rasgo geológico conocido a nivel nacional | |
| Unico rasgo geológico conocido a nivel internacional | |
| Diversidad | |
| Presenta otro tipo de interés geológico, aparte del principal pero que no es relevante | |
| Presenta dos tipos de interés geológico relevantes aparte del principal | |
| Presenta tres o más tipos de interés geológico relevantes aparte del principal | |
| Espectacularidad o belleza | |
| Relieve paisajístico único o cursos fluviales caudalosos/grandes láminas de agua (o hielo) | |
| Coincidencia de dos de estas características | |
| Presencia de restos fósiles y minerales | |
| Condiciones de observación | |
| Presenta tres o más tipos de Interés geológico relevantes aparte del principal | |
| Algún elemento que dificulta apreciar las características de interés del lugar | |
| Se aprecian las características de interés del lugar | |
| Asociación con otros patrimonios | |
| Presencia del único elemento de valor patrimonial natural o cultural en un radio de 5 km | |
| Presencia de varios elementos de valor patrimonial natural o cultural en un radio de 5 km | |
| Presencia de varios elementos de valor patrimonial tanto natural como cultural en un radio de 5 km | |
| Criterios intrínsecos y de uso didáctico | |
| Contenido didáctico | |
| Ilustra contenidos curriculares universitarios | |
| Ilustra contenidos curriculares de cualquier nivel del sistema educativo | |
| Está siendo utilizado por actividades didácticas educativas | |
| Criterios de valoración intrínseco y de uso recreativo | |
| Contenido divulgativo | |
| Ilustra de manera clara y expresiva a grupos de cierto nivel educativo | |
| Ilustra de manera clara y expresiva a grupos de cualquier nivel educativo sobre la importancia o utilidad de la geología | |
| Está siendo utilizado habitualmente para actividades divulgativas | |
| Posibles actividades a realizarse | |
| Es posible realizar una actividad turística o recreativa | |
| Es posible realizar actividades turísticas y recreativas | |
| Se organizan habitualmente actividades turísticas y recreativas | |
| Accesibilidad | |
| Acceso por camino de tercer orden | |
| Acceso por carretera de segundo orden con parqueo para visitantes | |
| Acceso por carretera de primer orden con parqueo para visitantes | |

Fuente: INIGEMM (2013). Modificado de IELIG, García-Cortez y Carcavilla, (2103).

cada uno de los LIG's están en las figuras 1 y 2.

LIG 004: Quebrada Los Zabalos (UTM: 602 734E, 9 570 326N). El corte geológico a lo largo de esta quebrada permitió definir los afloramientos tipo y la columna litoestratigráfica de la nueva unidad Quebrada Los Zabalos con contiene como tipología característica la paleontología.

Mapa N° 3 Ubicación de Lugares e Interés Geológico en el área de estudio



Fuente: INIGEMM (2013)

Diagrama N° 1 Proceso y resultado metodológico del inventario y valoración del LIG-04 (Quebrada Los Zabalos)

| 1.-IDENTIFICACIÓN | | |
|-------------------|---|--|
| C | Código: Ecuador-01 | |
| D | Denominación: Bosque Petrificado de Puyango | |
| B | Breve descripción: El área cuenta con abundantes troncos fosiles del Cretácico | |
| C | Confidencialidad de los datos | |
| | <input type="checkbox"/> Público | <input type="checkbox"/> restringido |
| | <input checked="" type="checkbox"/> confidencial | |
| ¿ | ¿Ha dado lugar a colecciones en Museos o Centros de Investigación? SI (X) NO <input type="checkbox"/> | |
| ¿ | ¿Dónde se encuentran? En el centro de interpretación de Puyango | |
| ¿ | ¿Está relacionado con usos, costumbres y conocimientos tradicionales del entorno? | |
| | <input type="checkbox"/> Alfarería y cerámica | <input type="checkbox"/> Tintes y pinturas |
| | <input type="checkbox"/> Calos y yosos | <input type="checkbox"/> Producción salinera |
| | <input type="checkbox"/> Fiestas / tradiciones populares | <input type="checkbox"/> Leyendas |
| | <input type="checkbox"/> Arquitectura popular | <input type="checkbox"/> Tradición termal |
| | <input checked="" type="checkbox"/> Otros conocimientos ancestrales | |



Centro de Interpretación BPP (contiene colecciones paleontológicas de los afloramientos de la Unidad Quebrada Los Zabalos)



Pitayo fruta



Purificación del agua con pitayo

Valle profundo con perfil en V, flancos empinados, en donde el curso del río circula desde los 800 m.s.n.m. y va disminuyendo su elevación hasta los 300 m.s.n.m. al este en dirección al Perú. Las elevaciones se elevan entre los 400 y 1 300 m.s.n.m. Vegetación Boscosa, Bosque seco

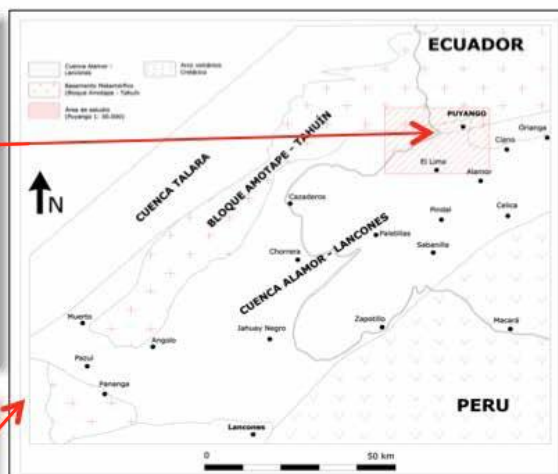


| 3.FISIOGRAFÍA, CLIMATOLOGÍA Y ENTORNO SOCIOECONÓMICO | | | |
|--|------------------------------------|-----------------------------------|---|
| Cota | Max. 1200 m.s.n.m | Min. 280 m.s.n.m | Media 600 m.s.n.m. |
| Tipo superficie | <input type="checkbox"/> Montañosa | <input type="checkbox"/> Costera | <input checked="" type="checkbox"/> Boscosa |
| | <input type="checkbox"/> Matorral | <input type="checkbox"/> Pastizal | <input type="checkbox"/> Rocosa |
| | | <input type="checkbox"/> Rocosa | <input type="checkbox"/> Otra |
| Entorno socioeconómico | | | |
| <input type="checkbox"/> Cantones con índices de renta per capita, educación y ocupación similares a la media regional pero inferiores a la media nacional | | | |
| <input type="checkbox"/> Cantones con índices de renta per capita, educación y ocupación inferiores a la media regional | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Cantones con declive socioeconómico | | | |

Índices de pobreza mayores a los promedios nacionales (61.26%), al tener Puyango un 81.59% (INCE, 2010) (INCE, 2010)



| 4. SITUACIÓN GEOLÓGICA | | | |
|--|--------------|------------------|--------------------------------------|
| Dominio geológico: Cuenca Alamor - Lancones | | | |
| Unidad Geotectónica de 2º orden: Grupo Alamor | | | |
| Edad del Rasgo | Aptiano | Qda. Los Zabalos | |
| Edad de la rocas encajantes | | | |
| Columna geológica: Adjuntar imagen jpg (Pueden identificarse los tramos que se desee): | | | |
| Litología: Arena media volcanoclástica suyaciendo a areniscas finas | Espesor 14 m | Edad Aptiano | Contienen abundantes troncos fósiles |



| 5. INTERÉS | | | |
|---|--|--|--|
| Interés geológico principal | | | |
| <input type="checkbox"/> Estratigráfico | <input type="checkbox"/> Sedimentológico | <input type="checkbox"/> Geomorfológico | <input checked="" type="checkbox"/> Paleontológico |
| <input type="checkbox"/> Tectónico | <input type="checkbox"/> Petroológico-geoquímico | <input type="checkbox"/> Geotécnico | <input type="checkbox"/> Minero-metalogenético |
| <input type="checkbox"/> Mineralógico | <input type="checkbox"/> Hidrogeológico | <input type="checkbox"/> Historia de la Geología | <input type="checkbox"/> Otro: |
| Justificación: La Unidad quebrada Los Zabalos contiene abundantes troncos fósiles de edad Aptiano-Albiano, que se convierte en el único bosque petrificado de edad Cretácico Superior (Aptiano) | | | |
| Representatividad | | | |
| <input type="checkbox"/> Utili como modelo para representar parcialmente un rasgo o proceso | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Utili como modelo para representar en su globalidad un rasgo o proceso | | | |
| <input type="checkbox"/> Mejor ejemplo del dominio geológico considerado, para representar, en su globalidad, un rasgo o proceso | | | |
| Carácter de localidad tipo | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Localidad de referencia regional | | | |
| <input type="checkbox"/> Localidad de referencia utilizada internacionalmente, o localidad tipo de fósiles o biozonas de amplio uso | | | |
| <input type="checkbox"/> Estratotipo adaptado por la IUGS o localidad tipo mineralógica reconocida por la IMA | | | |



Es la localidad Tipo de la UNIDAD QUEBRADA LOS ZÁBALOS

| |
|---|
| Grado de conocimiento científico del lugar |
| <input type="checkbox"/> Existen trabajos publicados y/o tesis doctorales sobre el lugar |
| <input checked="" type="checkbox"/> Investigado por varios equipos científicos y objeto de trabajos publicados en revistas científicas nacionales |
| <input checked="" type="checkbox"/> Investigado por varios equipos científicos y objeto de trabajos publicados en revistas internacionales |
| Estado de Conservación |
| <input type="checkbox"/> Con deterioros que impiden apreciar algunas características de interés |
| <input type="checkbox"/> algunos deterioros que no afectan de manera determinante al valor o interés del LIG |
| <input checked="" type="checkbox"/> El LIG en cuestión se encuentra bien conservado, prácticamente integro |
| Condiciones de observación |
| <input type="checkbox"/> Con elementos que enmascaran el LIG y que impiden apreciar algunas características de interés |
| <input type="checkbox"/> Con algún elemento que no impide observar el LIG en su integridad, aunque sea con dificultad |
| <input checked="" type="checkbox"/> Perfectamente observable en su integridad con facilidad |
| Rareza |
| <input type="checkbox"/> Uno de los escasos ejemplos conocidos a nivel regional |
| <input checked="" type="checkbox"/> Único ejemplo conocido a nivel regional |
| <input type="checkbox"/> Único ejemplo conocido a nivel nacional (o internacional) |



Existen más de 5 documentos publicados a nivel nacional y 8 a nivel internacional



Los troncos fósiles, son los únicos ejemplares fosilíferos de madera del Aptano conocidos en el Ecuador



Es el único bosque petrificado de edad Cretácico – Aptiano. (INIGEMM, 2013. Es el único ejemplo a nivel nacional e internacional

| |
|--|
| Diversidad |
| <input type="checkbox"/> El LIG presenta otro tipo de interés, además del principal, no relevante |
| <input checked="" type="checkbox"/> El LIG presenta 2 tipos de interés, además del principal, o uno sólo pero relevante |
| <input type="checkbox"/> El LIG presenta 3 o más tipos de interés, además del principal, o sólo dos más ambos relevantes |
| Contenido didáctico / uso didáctico |
| <input type="checkbox"/> Ilustra contenidos curriculares universitarios |
| <input type="checkbox"/> Ilustra contenidos curriculares de cualquier nivel del sistema educativo o está siendo utilizada en actividades didácticas universitarias |
| <input checked="" type="checkbox"/> Está siendo utilizado habitualmente en actividades didácticas de cualquier nivel del sistema educativo |
| Espectacularidad o belleza (*) |
| <input type="checkbox"/> Amplitud de relieve alta o bien cursos fluviales caudalosos/grandes láminas de agua (o hielo) o bien variedad cromática notable |
| <input type="checkbox"/> Coincidencia de dos de estas características |
| <input checked="" type="checkbox"/> Coincidencia de las tres características |
| (*) La presencia de restos fósiles y minerales puntuará con 1 ó 2 puntos, en función del grado de espectacularidad |



Además del contenido fosilífero, muestra el contacto geológico con rocas paleozoicas



El paisaje y por ende la biodiversidad, completan el patrimonio geológico



El centro de interpretación a través del recorrido guiado realiza actividades educativas

| |
|---|
| Contenido divulgativo/ uso divulgativo |
| <input type="radio"/> Ilustra de manera clara y expresiva a colectivos de cierto nivel cultural |
| <input type="radio"/> Ilustra de manera clara y expresiva a colectivos de cualquier nivel cultural sobre la importancia o utilidad de la Geología |
| <input checked="" type="checkbox"/> Está siendo utilizado habitualmente para actividades divulgativas |
| Interés didáctico (justificación): Muestra de manera didáctica proceso de fosilización a cualquier nivel de público |



En el Centro de Interpretación se difunde y divulga la información

| |
|---|
| Asociación con otros elementos del patrimonio natural y/o cultural |
| <input type="checkbox"/> Presencia de un único elemento del patrimonio natural o cultural en un radio de 5 km |
| <input checked="" type="checkbox"/> Presencia de varios elementos del patrimonio natural o cultural en un radio de 5 km |
| <input type="checkbox"/> Presencia de varios elementos tanto del patrimonio natural como del cultural en un radio de 5 km |
| Potencialidad para realizar actividades turísticas y recreativas |
| <input type="checkbox"/> Posibilidad de actividades turísticas |
| <input type="checkbox"/> Posibilidad de actividades recreativas |
| <input checked="" type="checkbox"/> Existen actividades organizadas |

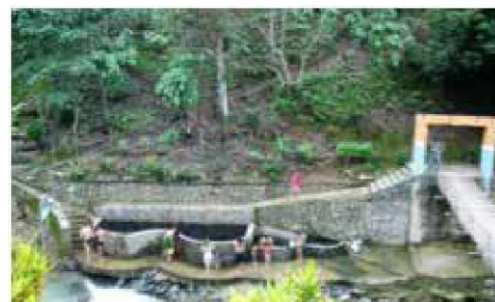


Se hacen recorridos guiados, a través de la aire libre



25 especies arbóreas, 4 especies de orquídeas, 7 especies de aves endémicas y presencia del género Poligala (fanerógama-leguminosa)

| |
|--|
| Proximidad a zonas recreativas |
| 181 Lugar situado a menos de 5 Km de áreas recreativas (camping, playas, etc) |
| <input type="radio"/> Lugar situado a menos de 2 Km de un área recreativa |
| <input type="checkbox"/> Lugar situado a menos de 500 m de un área recreativa |
| Interés turístico o recreativo (justificación): Es un bosque protector que alberga una gran cantidad de material fósil correspondiente a troncos fósiles que brinda a los visitantes un ambiente relajante y educativo |



Las piscinas sulfúreas de la Joya, Loja

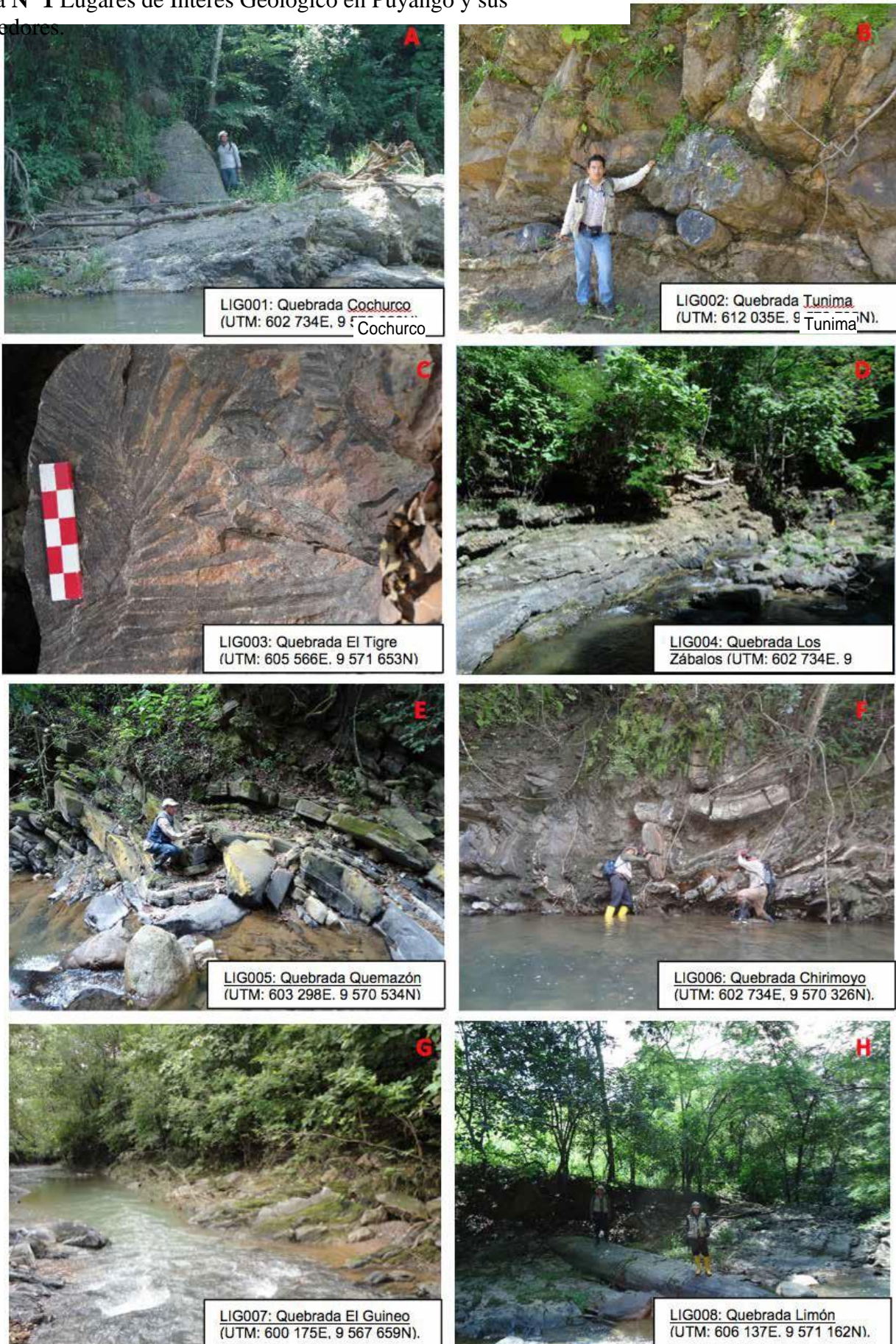


Las Pailas



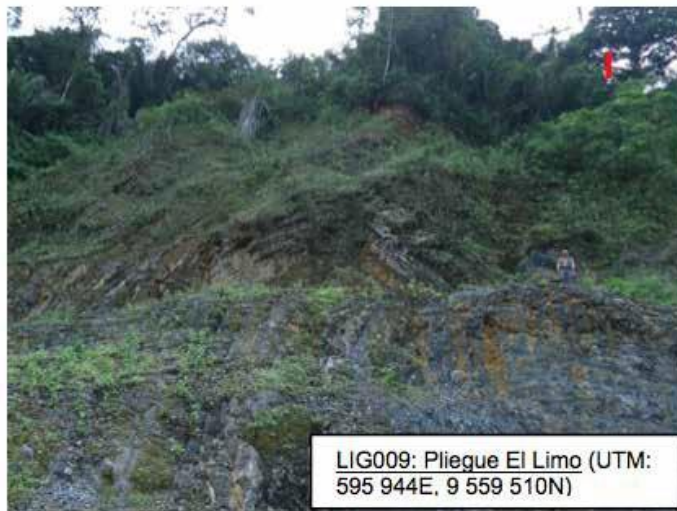
Piscina natural en Cochurco

Figura N° 1 Lugares de Interés Geológico en Puyango y sus Alrededores.



(A) Tronco fosilizado en su posible posición de vida LIG001; (B) Tronco fósil en rocas volcanoclásticas LIG002; (C) Improntas de hojas en la quebrada El Tigre LIG003; (D) Troncos fósiles emplazados en volcanoclastos; (E) Plegamiento y cabalgamiento en capas de calizas negras LIG005; (F); Pliegues en capas de rocas calcáreas LIG006, (G); Estratificación de rocas calcáreas LIG007; (H) Tronco fósil bien preservado y de dimensiones métricas LIG008.

Figura N° 2 Lugares de Interés Geológico en Puyango y sus Alrededores.



(I) Pliegue, anticlinal LIG009; (J) Falla normal Puyango LIG010; (K) Pliegue cónico donde es posible observar y medir la inmersión del eje del pliegue LIG011; (L) Boudinage métrico en el la vía nueva a Alamor LIG0012; (M) Deformación, metamorfismo de bajo grado; (N) Evidencias de bivalvos y amonites en la Playa del Gringo LIG014.

4. Discusión

La identificación de Lugares de Interés Geológico en el Bosque Petrificado de Puyango y en sus inmediaciones, como primera iniciativa en el Ecuador, se convierte en el punto de partida para desarrollar investigaciones relacionadas a Patrimonio Geológico, como parte de las Ciencias Geológicas. La diversidad de las características geológicas presentes en un solo lugar, confieren un valor agregado muy importante al sector, sobre todo considerando los criterios de valoraciones científicas, didácticas o recreativas.

Los resultados de esta investigación muestran, que a pesar de ser catalogados como LIG, gran deficiencia en conocimientos geológicos de varias disciplinas. Sin embargo, a pesar de no tener un interés científico con una alta puntuación se ha considerado el aspecto didáctico y recreativo, siendo este último el que más está siendo utilizado en la localidad, que de manera incipiente logra sostener la economía del lugar. Por tal motivo, es de gran importancia decir que los LIG's del área de estudio son de interés didáctico y recreativo, a excepción de los que están ubicados en la unidad Puyango, por su contenido fosilífero.

La conservación, los resultados obtenidos en la presente investigación contribuyen a incrementar el grado de conocimiento geológico del país complementado con la riqueza biótica y cultural que posee la zona, al difundir y divulgar los Lugares de Interés Geológico en Puyango, pero al mismo tiempo viene de la mano el incremento de turistas que si no es gestionado su uso será degradado en poco tiempo.

Es decir, el tema de conservación y vulnerabilidad de los LIG's son han sido mencionados en este trabajo, pero en el futuro la necesidad de proteger el georecurso, obligará la ampliación y continuación de investigaciones para poder justificar la obtención de reconocimientos internacionales de protección y asegurar la permanencia de determinados LIG (Zábalos), a través de obligatoriedad de recursos económicos aportados por las instancias y así asegurar la gestión del patrimonio geológico inmueble, uno de los programas que oferta este tipo de beneficios el denominado GLOBAL GEOSITES - IUGS (International Union of Geological Sciences) y el GSSP del Cratótico Inferior (Global Boundary Stratotype Section and Point).

El ordenamiento territorial considera criterios integrales, obligando a integrar al conocimiento abiótico (georecurso) para su gestión, de tal manera, la determinación de LIG' fortalecerá las acciones locales, al atraer turistas, ampliando incluso las perspectivas de científicos interesados en estudiar el registro geológico del área, dando al mismo tiempo alternativas a los procesos administrativos para el desarrollo de las economías locales, imitando los mecanismos instrumentados en otros países alrededor del mundo; sin dejar de lado el importante aporte al conocimiento científico y el entendimiento de la evolución geológica en el territorio ecuatoriano.

5. Conclusiones

Es necesario estudiar el Patrimonio Geológico desde una perspectiva integral (natural+biológico+cultural) para poder llegar a una gestión racional de un territorio, como contrariamente ocurre en la realidad ecuatoriana, en la que la gestión es sesgada a los espacios biológicos y culturales, olvidando que la "gea" también forma parte y es la base para el desarrollo de cualquier actividad biótica. En tal virtud, el proceso de investigación de los Lugares de Interés Geológico en el Bosque Petrificado de Puyango y sus inmediaciones, evidenció cuantitativamente el potencial de usar los mismos como georecursos (14 LIG's) y al mismo tiempo permitió conocer la realidad socio-económica del sector que justifico el puntaje del grado de importancia de ciertos LIG's.

Los georecursos determinados en el área de estudio, a través de la investigación del Patrimonio Geológico, han sido entregados a las instancias locales, junto con herramientas metodológicas para ejecutar su gestión.

La Quebrada los Zábalos, ha sido de interés de geólogos nacionales e internacionales, debido al contenido fosilífero y con la relevancia que se le ha otorgado con la denominación de Lugar de Interés Geológico ampliará el conocimiento geológico del mismo, con las futuras investigaciones que se realizarán en el mismo por geólogos interesados en investigar el registro geológico del lugar.

La catalogación de los afloramientos identificados en campo bajo la línea de investigación de Patrimonio Geológico (Lugares de Interés Geológico), exigió la utilización de procesos y criterios internacionales (Tabla 1 y 2) que simultáneamente permitió desarrollar una metodología general aplicable al Ecuador (tanto en su realidad geológica y jurídica). Los datos para ser interpretados bajo esta línea de investigación, obligó a actualizar la información geológica, a través del cartografiado geológico de la hoja Puyango, escala 1: 50 000.

El desarrollo de proyecto pilotos, como lo fue la presente investigación, permite desarrollar y afinar una metodología aplicable al Ecuador (Tabla 1) en temas de Patrimonio Geológico.

El uso científico, educativo, recreativo para fortalecer la economía local, se orientó de acuerdo a los criterios de la Tabla 2, siendo decisivos en los resultados de puntuación.

Agradecimientos

Los autores quieren expresar su gratitud a todas las personas que fueron parte del proyecto Plan Nacional de Investigación, Conservación y Puesta en Valor del Patrimonio Geológico y Minero del Ecuador, especialmente a los Ingenieros Luis Mosquera, Marcelo Cerón, Vladimir Maila, Bolívar Calero, Santiago Valencia, Víctor Chiriboga, Paulina Benítez, David Chávez, Katya Orozco, Soc. David Calvache, Lic. Pamela Correa, Egda. Diana Vera y Sra. Catherine Suarez, por todo el tiempo dedicado a este proyecto nuevo e interesante para las Ciencias de la Tierra en el territorio ecuatoriano. Un especial agradecimiento también a los expertos externos Ing. Francisco Viteri y Biólogo Paúl Tufiño por sus aportes. De igual manera, un sincero agradecimiento a todas las autoridades de los gobiernos cantonales y provinciales que forman parte del consorcio de administración del Bosque Petrificado de Puyango por mantener las puertas abiertas a la investigación y, finalmente, nuestra gratitud a todos los guías del centro de interpretación del Bosque Petrificado de Puyango por el esfuerzo y la colaboración prestados en todas las campañas de campo.

Referencias

- Aspden, J., Bonilla, W., y Duque, P. (1995). The El Oro Metamorphic complex, Ecuador: geology and economic mineral deposits. . Nottingham: Overseas Geology and Mineral Resources. British Geological Survey.
- Bristow, C., y Hoffstetter, R. (1977). *Léxico Estratigráfico Internacional*. Volumen 5. Fascículo 5. Ecuador.
- Carcavilla, L., López-Martínez, J., y Durán, J. (2007). Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos. Serie de cuadernos del Museo Geominero, (pág. 360). Madrid.
- Cendrero, A. (1996). El Patrimonio Geológico: Ideas para su protección, conservación y utilización. Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente, 17-38.
- Éguez A. y Poma O. (2001). La Cuenca Alamor-Lancones en el contexto geodinámico de los Andes de Huancabamba, SW Ecuador. Cuartas Jornadas en Ciencias de la Tierra, Escuela Politécnica Nacional.
- Feininger T. (1976). Geología de la zona Arenillas-Puyango. PREDESUR. Ecuador.
- INIGEMM. (2013a). Metodología de Inventario de Lugares de Interés Geológico del Ecuador.
- INIGEMM. (2013b). Memoria Técnica, Hoja Geológica Puyango, Escala 1: 50 000.
- INIGEMM. (2013c). Inventario, Descripción Biológica y Clasificación de Muestras Paleontológicas del Bosque Petrificado de Puyango. Quito.
- INIGEMM. (2013d). Memoria Técnica de Lugares de Interés Geológico Valorados y Catalogados de la Hoja Puyango 1:50 000. Quito.
- Instituto Geológico Minero de España. (2009). Documento Metodológico para el Inventario de Lugares de Interés Geológico de España (IELIG).

- Jaillard, E., Laubacher, G., Bengtson, P., Dhondt, A., Philip, J., y Robert E. (1998). Revisión Estratigráfica del Cretácico Superior del Noroeste Peruano y Sureste Ecuatoriano. Datos Preliminares, Consecuencia tectónicas. Boletín de la Sociedad Geológica del Perú, 101-105.
- Jaillard, E., Bengtson, P., y Dhont, A. (2005). Late Cretaceous marine transgressions in Ecuador and northern Peru: A refined stratigraphic framework. *Journal of South American Earth Sciences* 19, 307-323.
- Jaillard, E., Laubacher, G., Bengtson, P., Dhondt, A., y Bulot, L. (1999). Stratigraphy and evolution of the Cretaceous forearc Celica - Lancones basin of southwestern Ecuador. *Journal of South American Earth Sciences* 12, 51-68.
- Kennerly, J. (1973). Geology of the Loja Province, Southern Ecuador. Quito: London Institute of Geological Sciences Report 23.
- Pilatasig, L., Gordón, D., Palacios, O., y Sanchez, J. (2009). Mapa Geológico Binacional Región sur del Ecuador y norte del Perú. Escala 1:500 000.
- Shoemaker, R. (1977). La Geología y Paleontología de los Sedimentos Cretácicos del Valle del río Puyango, Provincias de Loja y El Oro, Ecuador. Quito: Subcomisión Ecuatoriana (PREDESUR) - Towson State University.
- Winckell, A.; Zebrowski, C.; Sourdat, M. 1997a. Los paisajes naturales del Ecuador. Quito, EC, CEDIG, IPGH, ORSTOM, IGM. v. 2 (Geografía Básica del Ecuador), tomo 4 (Geografía Física), 417 p.

GEOLATITUD

Revista Científica del Instituto Nacional de
Investigación Geológico Minero Metalúrgico