



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

Geomorfositos en el volcán Parícutin,
Michoacán, México.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
LICENCIADO EN GEOGRAFÍA

PRESENTA:

JUAN CARLOS DE JESÚS ROJAS

ASESOR: DR. JOSÉ JUAN ZAMORANO OROZCO



Ciudad Universitaria, México D.F.

2014



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Esta obra esta dedicada a:

Claudia, mi esposa, compañera y madre de mi hijo Adrián, quien es mi principal aliciente para seguir adelante. Gracias a los dos por estar conmigo en todo momento, apoyarme en los buenos y malos momentos; esta es una meta cumplida para los tres. Los amo con todas mis fuerzas.

A mi madre Reyna, por ayudarme a ser la persona que soy, por todo el apoyo, cariño y comprensión a lo largo de toda mi vida. Por ser mi mayor ejemplo de trabajo y dedicación, gracias por todo.

A mi herma Alma Rosa, mi mayor ejemplo a seguir; gracias por confiar siempre en mí; así como, por darme a dos personitas que amo con todo mi corazón (Naomi y Etieencito). Etieene gracias por el apoyo y la amistad, eres una gran persona.

A mis abuelitos Pedro y Carmen, por ser el estandarte de la gran familia a la que pertenesco. A todos mis tios y primos que de alguna u otra manera, me ayudaron a la culminación de esta meta; gracias por ser la gran familia que respeto y admiro.

A mis suegros y cuñados, por la confianza depositada en mí, así como el apoyo en momentos difíciles de mi vida, de antemano muchísimas gracias.

A mis amigos que formaron parte de este largo proceso, gracias por todos los momentos de diversión y aprendizaje.

Agradecimientos

Al director de este trabajo y sobre todo amigo, maestro y mentor, Dr. José Juan Zamorano Orozco. Gracias por hacer de todo este proceso, el que mayores enseñanzas me ha dejado en mi vida, eso no se puede agradecer con nada.

A los revisores y miembros del sínodo, Dr. Álvaro Sánchez, Dr. José Luis Palacio, Mtro. José Manuel y Mtro. Eduardo; que de la manera más amable se dieron el tiempo de comentar y analizar este trabajo, nutriendo de manera significativa el contenido de esta investigación. Muchas gracias.

Al Mtro. Sergio Salinas, qué con sus comentarios precisos, me ayudó a encaminar la dirección de este trabajo y, sobre todo, por su amistad tan importante en este proceso.

Al Dr. Javier Dóniz, de la universidad de La Laguna, por sus comentarios y consejos tan acertados, que enriquecieron este trabajo, así como, por la gran disposición que siempre mostro para ayudarme.

Al Dr. Gabriel Legorreta, por el material de trabajo que me proporciono, para la elaboración de esta investigación, así como por su disposición de resolverme algunas dudas.

Agradesco al proyecto *Volcanes y Ecoturismo en México y América Central* (Proyecto PAPITT IN-306610), así como a su responsable el Dr. Álvaro Sánchez Crispin, por la beca que recibí durante un año, así como el apoyo para hacer trabajo de campo, lo que sin duda, fue fundamental para la elaboración de este trabajo.

Al programa de becas, apoyo a Tesistas de la Licenciatura en Geografía, María Teresa Gutiérrez de MacGregor; que se desarrolla en el Instituto de Geografía de la UNAM. Gracias por darme la oportunidad de ser parte de este proyecto.

Al Instituto de Geografía de la UNAM, por permitirme hacer uso de sus instalaciones durante toda la elaboración de este trabajo, ya que esta, fue mi casa por mucho tiempo.

A mis amigos Carlo Mendoza, por su apoyo y consejos en campo; Adolfo Quesada, por sus enseñanzas en SIG; Isacc Quijada y Ernesto Figueroa, por la ayuda en la elaboración de los materiales cartográficos, que son el principal aporte de esta investigación.

A mis amigos y compañeros que conocí en el Instituto de Geografía, Osvaldo, Daniel, Agustín, Andrés, Carlos, Eduardo, Kevin; gracias por los momentos de aprendizaje y sana bebedera.

Finalmente a la UNAM, mi máxima casa de estudios, el lugar que me ha permitido desarrollarme intelectual y humanamente.

INDICE

Introducción	1
Hipótesis	3
Objetivos generales y particulares	3
Capítulo 1. Antecedentes	4
1.1 Desarrollo del Patrimonio geomorfológico, como antecedente del geomorfosito	5
1.1.1 Periodo conservacionista (anterior a 1900)	6
1.1.2 Periodo biológico (1900-1980)	7
1.1.3 Periodo de sostenibilidad (1980-a la fecha).....	8
1.2 Evolución del concepto geomorfosito	10
1.3 La cartografía de los geomorfositos	16
1.3.1 El método y sus escalas de representación	18
1.3.2 El mapa de geomorfositos.....	22
1.3.3 Ejemplos de mapas de geomorfositos.....	23
1.3.3.1 Mapas de geomorfositos y su promoción a partir de SIG y páginas web	23
1.3.3.2 Propuestas de geomorfositos y su valoración.....	26
1.3.3.3 Cartografía de geomorfositos y su aprovechamiento geoturístico.....	36

1.3.3.4 Mapas geoturísticos	44
1.4 Los geoparques y su asociación con los geomorfositos	48
Capítulo 2. Volcán Parícutin, Michoacán, México	56
2.1 Contexto geológico general: Cinturón Volcánico Mexicano	56
2.1.1 Campo Volcánico Michoacán-Guanajuato	60
2.2 Parícutin: historia eruptiva.....	63
2.2.1 Nacimiento del volcán Parícutin (1943)	64
2.2.2 Etapas eruptivas (1943-1952)	67
2.2.3 Impacto sobre el paisaje y relieve pre-existente	86
2.3 Mapa geomorfológico del volcán Parícutin, Michoacán (Anexo 1).....	93
Capítulo 3. Geomorfositos	110
3.1 Geomorfositos: métodos y materiales	110
3.1.1 Evaluación de los valores añadidos	114
3.1.2 Evaluación de las características intrínsecas	115
3.1.3 Evaluación del uso y gestión	116
3.1.4 Valoración global	117
3.2 Propuestas de geomorfositos en el volcán Parícutin	118
3.3 Mapa de rutas, accesos y estimación de distancias a los geomorfositos (Anexo 2)	176

3.3.1 Recorrido	178
3.4 Evaluación global de los geomorfositos.....	195
Resultados y conclusiones	201
Bibliografía.....	206

Anexos

ANEXO 1: Geomorfología del volcán Parícutin, Michoacán, México.

ANEXO 2: Geomorfositos del volcán Parícutin, Michoacán, México

Introducción

El volcán Parícutin se ubica en el estado de Michoacán y se sitúa aproximadamente a unos 330 km, al oeste de la ciudad de México. Forma parte del Cinturón Volcánico Mexicano, caracterizado por una importante actividad tectónica y volcánica en México. En un contexto local está inserto dentro del Campo Volcánico Michoacán-Guanajuato, una de las zonas con mayor concentración y formación de volcanes monogenéticos del país. Desde su nacimiento, el 20 de febrero de 1943, el volcán Parícutin ha sido objeto de estudio de diferentes disciplinas, que han dado como resultado estudios de orden geológico, vulcanológico, biológico, geomorfológico, entre muchos temas más. Todos los trabajos han aportado ideas y análisis detallados sobre aspectos tanto físicos como social-económicos y que son parte del Parícutin y su historia eruptiva.

Sin embargo, hacen falta investigaciones que integren en un solo objetivo las características del entorno y la actividad humana, cuya relación entre ambas se conoce como Cultura; la cual es definida por Harris (1979), como el conjunto de procesos y hábitos que desarrolla una sociedad en función de su entorno. En este sentido, la naturaleza influye también en el grupo humano; de manera más puntual, en su percepción, sus necesidades y su cosmovisión. Una posibilidad para lograr lo anterior, es el estudio y establecimiento de los geomorfositos.

El concepto que se desarrolla en esta investigación, geomorfositos, es integrador y tiene como punto de partida el rescate y valorización científica, histórica, religiosa y cultural de formas y asociaciones abióticas y bióticas, con el fin de conservarlas y al mismo tiempo aprovecharlas como un recurso (turístico) que beneficie a la población local.

En este marco el Parícutin y su región de influencia es un buen ejemplo; siendo este territorio, resultado de un vulcanismo reciente con un significado muy importante en la historia de Michoacán y en particular para las localidades que afectó (San Juan Parangaricutiro, San Salvador Parícutin y Angahuan). El valor histórico de este evento volcánico rebasó las fronteras de nuestro país, ya que fue el primer volcán que fue observado y documentado desde su nacimiento, hecho que atrajo la atención de científicos nacionales y extranjeros para su estudio. Hay que mencionar que no sólo la comunidad académica se interesó en este evento, también numerosos y reconocidos

artistas plásticos, personalidades del mundo político e intelectual de la época se interesaron en el fenómeno, tal como quedó documentado en la prensa local y nacional de esos años.

La *magia* del Parícutin por atraer gente está en la morfología del relieve que generó y que despiertan el interés científico y de la población en general. En este paisaje de origen volcánico, se conjugan aspectos naturales (actividad volcánica, lluvia de cenizas, presencia de flujo de lava) y sociales (destrucción de poblados, abandono de los mismos, reubicación, enfermedades, problemas en el abastecimiento de comida, etc.), que han dejado su huella en la región y con efectos aún visibles a la fecha. En este marco, el objetivo de esta investigación es proponer, establecer y cartografiar geomorfositos en el Parícutin, en donde se hagan evidentes los valores científicos, culturales y económicos, únicos de los relieves asociados con el vulcanismo monogenético (inversiones del relieve, levées, túneles de lava, burbujas de liberación de gas, conos adventicios, cono de escoria, cráter, hornitos, solfataras, etc.). Se toma como punto de partida el análisis geomorfológico y su cartografía geomorfológica a detalle (1:25 000).

Para la elaboración de este escrito y de sus respectivos capítulos, se hizo la búsqueda de información bibliográfica y de cartográfica temática. También se recopiló y analizó información publicada en revistas especializadas (nacionales y extranjeras), en congresos geológicos-geomorfológicos, libros temáticos, artículos de divulgación y periódicos. La revisión de estos materiales permitió elaborar un marco de referencia vinculado con los Geomorfositos, por un lado, y conocer el detalle de la historia eruptiva del Parícutin y sus efectos en el paisaje y los asentamientos humanos de la región. La información obtenida fue un complemento significativo para la interpretación de fotografías aéreas y la elaboración de mapas especializados (geomorfológico y geomorfositos) y de un folleto elaborado con fines de divulgación.

Esta tesis se compone de los siguientes capítulos:

1. **Antecedentes:** Se refiere un marco conceptual y metodológico para el estudio de los geomorfositos, a partir de la revisión y análisis de trabajos relacionados a dicha temática.
2. **Volcán Parícutin, Michoacán, México:** Se analiza la historia y estilos eruptivos que caracterizaron el periodo activo del volcán Parícutin, a fin de entender los relieves asociados, el impacto sobre el paisaje y en la población local.

El relieve fue analizado a partir de la interpretación de fotografías aéreas y numerosos recorridos de campo. El resultado representa fue un mapa geomorfológico detallado 1:25 000, en el se explican las características más representativas de los relieves asociados al volcán Parícutin.

3. **Geomorfositos:** Con base en el mapa geomorfológico se identificaron y establecieron 9 geomorfositos, cada uno de ellos se explica tomando en cuenta su origen, morfología, valores intrínsecos o agregados. Todos estos lugares se representan en una cartografía especializada, en donde se propone una ruta de visita y una explicación, todo esto en un folleto. Este trabajo cuenta también con conclusiones, bibliografía y dos anexos (mapa geomorfológico y folleto explicativo con mapa de geomorfositos).

Hipótesis

La identificación y caracterización de geomorfositos en el volcán Parícutin se debe a sus morfologías de reciente formación, su conservación casi intacta y la relación histórico-cultural que existen entre el medio y la población local.

Objetivo general

- Establecer y elaborar la cartografía de los geomorfositos en el volcán Parícutin, a partir de un análisis geomorfológico.

Objetivos particulares

- Elaborar la cartografía geomorfológica del cono y su campo de lavas (1:25 000), a partir de la interpretación de fotografías aéreas y trabajo de campo.
- Establecer y analizar los geomorfositos tomando en cuenta tablas de valoración (científica, cultural, escénica, histórica o económica) para cada uno de ellos, con el fin de establecer su importancia en el entorno.
- Establecer las rutas de acceso, distancias, mapas accesibles y una explicación para cada Geomorfosito.

Capítulo I. Antecedentes

El origen, aplicación y difusión del término geomorfosito ha sido una respuesta, en los últimos veinte años, para la creciente preocupación por el deterioro, cada vez más agudizado, del entorno natural. Sin embargo, este interés hacia el entendimiento, protección y aprovechamiento de los elementos que componen a la Naturaleza, o a una parte de ella, ha sido una constante a través del tiempo. En este marco, diversos conceptos han sido aplicados con tal fin, cada uno atendiendo a distintas posiciones y tendencias de investigación en determinados periodos de tiempo.

Si bien el tipo de manejo que se le ha dado al entorno natural, ha sido indistinto en diferentes lapsos de la historia, la importancia de su valoración como un elemento de carácter patrimonial para la humanidad se ha mantenido constante, pues cabe recalcar que es éste el conducto a través del cual la humanidad tiene la oportunidad de obtener sus satisfactores. Así como la oportunidad de contar con un espacio en donde llevar a cabo actividades de esparcimiento y recreación, incluso una identificación con el sitio, desde una perspectiva espiritual e individual a través de su entendimiento o estudio.

Esta idea es el punto de partida de la concepción de los geomorfositos, una propuesta que reconoce a aquellos elementos abióticos (entre ellos los geomorfológicos) característicos de un territorio, que resultan de gran interés para un grupo de personas o para la humanidad por su excepcionalidad, rareza o potencial de aprovechamiento.

En este sentido puede considerarse al concepto de geomorfosito como una forma de integración entre la Geomorfología (ciencia del relieve y en este caso la excepcionalidad de la forma o proceso) y la sociedad, misma que tiene la autoridad de otorgar valores agregados al relieve, de acuerdo con su importancia científica, cultural, histórica, religiosa y económica.

Este nuevo término, es el resultado de años de reflexión en torno al cuidado del medio, de ahí el interés por contextualizar los primeros postulados que dieron la pauta para su desarrollo, su posterior metodología y su aplicación.

El análisis conceptual que se realiza en este capítulo, es el marco de referencia para el estudio del volcán Parícutin (Michoacán), desde la perspectiva de los geomorfositos.

1.1. Desarrollo del patrimonio geomorfológico, como antecedente del Geomorfositio

De acuerdo con González-Trueba (2006), la Naturaleza es un recurso y un patrimonio natural, cuyo interés involucra a toda la humanidad, por lo que su valoración debe incluir aspectos éticos, estéticos, científicos, educativos y culturales. Siendo deber de la sociedad, el cuidado de los elementos bióticos y abióticos que integran el paisaje.

Es a partir de estos dos elementos, que parte este recuento histórico, en donde dichos componentes representan los actores principales en la valoración y estimación del potencial natural de una región, intercalándose el papel prioritario durante las distintas etapas, a continuación expuestas, hasta llegar a una nueva concepción, en donde los dos son vistos de manera colectiva, como complemento uno del otro.

Existen tres periodos clave que se desarrollan principalmente en países europeos, donde inicia un interés por apreciar y valorar el relieve como parte del Patrimonio Natural, los cuales son propuestos por Serrano y González-Trueba (2006). El primero de ellos se sitúa a finales del siglo XIX y principios del siglo XX, es en esta etapa donde comienza a tomarse en cuenta las cualidades paisajísticas del relieve para la valoración.

Desde principios del siglo XX hasta mediados de 1980, corresponde al segundo periodo y es en estos tiempos donde el factor de mayor peso recayó en los elementos bióticos, para declarar un territorio como espacio natural protegido.

El tercero y último periodo dio inicio a finales de los años 80 y aún continua, se ha caracterizado por la existencia de una interrelación entre lo abiótico y lo biótico, que al mismo tiempo involucra su protección.

Los periodos mencionados se analizan a continuación con el fin de contextualizar el significado de geomorfositio, como un instrumento para entender y por tanto proteger el Patrimonio Geomorfológico de una región.

1.1.1 Período conservacionista (Anterior a 1900):

A finales del siglo XIX el relieve era considerado como un elemento a conservar, por las características de monumentalidad y espectacularidad que le otorgaban al paisaje. Los cuales, en la mayoría de los casos fundamentaban la declaración de zonas naturales protegidas, a través de figuras legales como parques o monumentos. Poniendo un mayor énfasis en el cuidado de los elementos geológicos (que en ese entonces consideraba a los geomorfológicos dentro de estos) como componente, de una parte de la historia natural de la Tierra, así como, una huella palpable de las fuerzas que modifican y han moldeado a esta, a través del tiempo.

Ejemplos de esta preocupación por preservar los elementos geológicos, fue su aplicación y uso como recursos geoturísticos. Es el caso de la *Cueva de Nieve* de Baumannshöle, Alemania (Santos *et.al.*, 2009), que el año de 1668 se convirtió en un foco turístico para la región. En este sentido existe otra pauta, proteger debido a que existe un interés científico, como es el caso de la reserva *geológica de Siebengeribirge, Alemania (1836); las estrías glaciares en la Agassiz rock*, cerca de Edimburgo, Escocia (1880); o los tocones fosilizados de licoidales del Carbonífero, cerca de Glasgow (1887) (Gray, 2004).

Estas iniciativas fueron impulsadas en un principio por geólogos, como en el caso, del nacimiento del primer parque natural en el mundo, Yellowstone, cuya propuesta fue hecha por director del Servicio Geológico de EEUU (F.V. Hayden), quien logró que el 1 de marzo de 1872 el presidente Grant firmase el *Yellow Park Act*. La idea inicial del proyecto fue proteger la diversidad geológica del lugar; para después, a mediados del s. XX también naciera el interés por la protección de la biodiversidad del sitio (Gray, 2004).

La idea central de este primer periodo, se desarrolló tomando en cuenta elementos geológicos y geomorfológicos con un valor científico único, así como por cualidades estéticas y de paisaje. Esta idea así como el proceso metodológico, se retoma años más tarde por Panizza para fundamentar y establecer el concepto de geomorfosito.

1.1.2 Período *biológico* (1900-1980):

A inicios del siglo XX, los trabajos encaminados a la conservación de la Naturaleza se inclinaban hacia los elementos vivos, dejando a los abióticos relegados a un segundo plano (situación que sigue siendo válida hoy en día). La prioridad en esos momentos era la conservación de las especies, los ecosistemas y los hábitats; es a principios de los 1900s cuando se empieza a hablar de la Biodiversidad como el estandarte de la conservación del medio, término que actualmente, suele asociarse con acciones de protección y estimación natural, tanto por la comunidad científica, como por el público en general.

Del término Biodiversidad, aparecen conceptos a fines como el de Patrimonio Natural, definido en París en el marco de la Conferencia General de la UNESCO en 1972 como *aquellas formaciones geológicas y fisiográficas, con zonas estrictamente delimitadas, que representan el hábitat de especies animales y vegetales [...], que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista estético o científico* (Santos, et.al., 2009), de esta manera se reconoce que la Naturaleza está integrada por elementos bióticos como abióticos y cuidarlos es una tarea que involucrara a la sociedad.

Si bien, este postulado habla de estos dos elementos como integradores del medio, el principal peso y responsabilidad recaía en esos momentos en las Ciencias Biológicas, que a través de la definición de Biodiversidad, promovió que dependiendo del grado y nivel de la diversidad biológica de un área, más importante aún sería su conservación. En este momento los elementos abióticos de la Naturaleza no eran considerados dentro de dichas acciones.

En el segundo periodo que inicia a principios del siglo XX (1900-1980), los elementos bióticos que se tenían un tanto olvidados (en el primer periodo; anterior a 1900) ahora juegan el papel principal en las acciones de conservación del Patrimonio Natural. Relegando a segundo plano las características geomorfológicas y por tanto todos los elementos abióticos, a pesar de que en la definición de Patrimonio Natural de 1972, se evidenciaba la importancia que tenían estos como la infraestructura básica de los ecosistemas, donde se suscitan procesos biológicos significativos, que tienen que ser protegidos (González y Serrano, 2008).

La idea anterior es retomada a fines de los años 90, cuando comienza la fundamentación del concepto de Geomorfosito. Es en este momento se resalta la importancia de los elementos geomorfológicos del paisaje, no solo por sus condiciones intrínsecas y estéticas, si no por ser el hogar de especies vegetales y animales, representativas de una zona. Idea que sería procesada y mejorada en la tercera etapa, en busca de una interrelación más palpable entre los elementos abióticos y bióticos de la Naturaleza.

1.1.3 Período de Sostenibilidad (1980- a la fecha):

En el tercer período se gesta el concepto de geomorfosito, proceso que inicia a finales del siglo. XX y principios del XXI, el cual estuvo influenciado por ideas nuevas de la época y mecanismos utilizados en torno a la gestión de espacios naturales protegidos y su relación con un desarrollo sustentable en ellos; así como, la valoración científica y estética de los paisajes.

Hay que mencionar que al inicio de la década de los ochentas el componente principal a conservar en un territorio seguía siendo la diversidad biológica (situación que continua actualmente), aún cuando ya se mencionaba la importancia de la riqueza geológica que acompaña lo biótico (Carcavilla, *et.al.*, 2008).

Este reconocimiento, contribuyó al surgimiento del concepto de Geodiversidad (a finales de los años 80 y principios de 1990), que resalta aquellas características de índole geológico, geomorfológico y edáfico como componentes de la heterogeneidad natural del planeta. De esta manera el concepto fue definido como:

- * Diversidad de caracteres geológicos, geomorfológicos y edáficos (Sharples, 1995).
- * Variedad de ambientes geológicos y geomorfológicos que son el soporte de la diversidad biológica en la Tierra (International Association of Geomorphologists, 2003b).
- * Variedad natural de la superficie terrestre, referida a aspectos geológicos y geomorfológicos, suelos, aguas superficiales, así como otros sistemas creados, a partir de procesos naturales (exógenos y endógenos) o debido a la actividad humana (Kozlowski, 2004).

De acuerdo con Durán, 1999, la Geodiversidad se compone de las siguientes *geodiversidades*:

- a) Cronoestatigráfica
- b) Mineralógica y minera
- c) Paleobiológica o paleontológica
- d) Geomorfológica, de paisajes y estructuras: reflejo de un amplio abanico de procesos geodinámicos, actuantes sobre los diferentes tipos de roca y estructuras geológicas
- e) Paleogeográfica
- f) Litológica

Otro concepto que surge en este periodo es el Geoturismo que tiene como finalidad, visitar y admirar las características geológicas en un territorio o paisaje determinado. De esta manera, se promueven los geositios y geomorfositos, así como la conservación de la Geodiversidad a través de la promoción y la educación de sus visitantes, en las Ciencias de la Tierra (Newsome y Dowling, 2010).

De esta forma se rescatan y revalorizan a todos los elementos y características físicas del entorno. También se pone de manifiesto la posibilidad de realizar estudios generales o por cada una de las *geodiversidades* que la integran. En este contexto se comienza a considerar la existencia de un patrimonio geomorfológico, el cual requería de un concepto propio que lo fundamentara, así como de una metodología que lo cuantificara, evaluara y representara.

A finales del siglo XX, surge el concepto que posiciona a los elementos geomorfológicos como parte fundamental para entender el origen, la evolución e importancia que puede llegar a tener el relieve en un territorio y un posible aprovechamiento como recurso sustentable. Esta posibilidad permite su cuidado y de igual forma perpetuar la historia natural de la localidad, región o hasta del mismo planeta, en este contexto surge el término Geomorfositio.

1.2 Evolución del concepto Geomorfosítio

Para explicar la evolución del término geomorfosítio se toma como base una serie de ideas y conceptos, formulados a principios de la década de los noventa y principios del siglo XXI, en torno al estudio, valoración y protección del Patrimonio Geomorfológico entendido como un componente esencial de la Naturaleza, los cuales son definidos en la Fig.1. Uno de los conceptos antecesores al de geomorfosítio fue el de Bienes Geomorfológicos (BG), el cual empieza a ser abordado y definido por primera vez por Quaranta (1992), en el trabajo *Bienes geomorfológicos: aspectos conceptuales y su aplicación en el lago Croda (Italia)*.

En esta investigación los BG (formas y/o procesos) fueron conceptualizados tomando un criterio científico, cultural, social o de uso. Hay que mencionar que este concepto fue asimilado y aparece formando parte de estudios de impacto ambiental (Ilies y Josan, 2008).

Entre los trabajos más representativos con este enfoque (BG), pueden citarse los de Panizza y Piacente (1993); *La evaluación de los Bienes Geomorfológicos*, en este trabajo los autores analizan la problemática que existen para evaluar tales elementos, así como la relación que guardan los estudios de carácter geomorfológico y las evaluaciones del impacto ambiental. Por otro lado Carton, *et.al.* (1993); *La investigación ambiental para la identificación y evaluación de los bienes geomorfológicos (Métodos y ejemplos)*, hablan sobre la metodología tanto manual como informática utilizada en la representación cartográfica y ponen como ejemplo algunas regiones de los Alpes, Apeninos y la llanura del Po.

Otro término que se asocia con el de Bienes Geomorfológicos es el de Sitios Geomorfológicos (SG), como se menciona en el artículo de Hooke (1994); *Estrategias para la conservación y mantenimiento de los sitios geomorfológicos dinámicos*. En este trabajo el concepto de SG se utiliza con un sentido de conservar y proteger el relieve. A través de comprender el sitio (análisis científico), así como reconocer las posibles técnicas de gestión (a partir del estudio previo), se proponen estrategias de conservación y de difusión (educación ambiental).

Autores	Término	Valores y criterios de evaluación
Quaranta, 1992 Panizza y Piacente, 1993 Carton, <i>et.al.</i> , 1993	Bienes geomorfológicos <i>(Geomorphological assets; Biens géomorphologiques)</i>	Los bienes geomorfológicos se evalúan a partir de cuatro tipos de atributos fundamentales: científicos, estéticos, culturales y escénicos.
Hooke, 1994	Sitios geomorfológicos <i>(Geomorphological sites; Sites géomorphologiques)</i>	Se toman en cuenta tres aspectos fundamentales: calidad para la observación de procesos; valor escénico y ecológico.
Strasser, <i>et.al.</i> , 1995	Geotopos <i>(Geotopes; Géotopes)</i>	Son todos aquellos elementos geológicos (importancia de las rocas) y geomorfológicos (significado de los procesos), que presentan un valor científico de interés para la comprensión de la Tierra y del clima.
Grandgirard, 1995	Geotopos geomorfológicos <i>(Geomorphological geotopes; Géotopes géomorphologiques)</i>	Se consideran aquellos elementos con valor geomorfológico reconocido o excepcional. Se recomienda catalogar a los geotopos en un inventario, que contenga todos aquellos elementos y lugares representativos de la diversidad de relieves del área estudiada.
Rivas, <i>et.al.</i> , 1997	Sitios de Interés Geomorfológico <i>(Sites of geomorphological interest; Sites d'intérêt géomorphologique)</i>	Son definidos con base a su interés científico, educativo y recreacional.
Panizza, 2001	Geomorfositios <i>(Geomorphosites; Géomorphosites)</i>	Es una forma de relieve a la cual se le puede atribuir un valor de tipo científico, ecológico, cultural, estético o socioeconómico, entre otros (Panizza, 2001).
González y Serrano, 2005	Lugares de Interés Geomorfológico (LIG) <i>(Geomorphosites-Sites of geomorphological interest; Géomorphosites-Sites d'intérêt géomorphologique)</i>	Se refiere a todos aquellos elementos o lugares geomorfológicos de interés, inventariables, caracterizables y valorables desde tres puntos de vista: científico o intrínseco; cultural o añadido; y de uso - gestión.

Figura 1. Evolución del término Geomorfositio; en catorce años que duró el proceso, se consolidó el concepto y un método (modificado de González y Serrano, 2008).

El siguiente concepto que aparece es el de Geotopo, que se utiliza como parte fundamental del Paisaje Natural. La trascendencia de este término llevo a la creación de un grupo de trabajo en la Academia Suiza de Ciencias en 1994 (Reynard y Coratza, 2007). Las actividades, estrategias y definición del término, fueron publicados por Strasser *et.al.*, (1995), en el trabajo *Geotopos y la protección de objetos geológicos en Suiza*. En esta publicación los autores se centraron en torno a la protección de los geotopos de su país y otros de la región europea, proponiendo alternativas novedosas para su cuidado.

En 1995 y de manera paralela Grandgirard (1995) elaboran una metodología de estudio que se expone en el trabajo *Un método para llevar a cabo un inventario de geotopos geomorfológicos*. En esta publicación se hace alusión a los elementos del relieve más significativos que deben tomarse en cuenta y aún método propio para su inventario y evaluación, tomando como ejemplo el Cantón de Friburgo en Suiza.

En 1997, los elementos más singulares del relieve son estudiados y evaluados con el calificativo de Sitios de Interés Geomorfológico, en el trabajo de Rivas *et.al.* (1997) *Indicadores geomorfológicos para la evaluación del impacto ambiental: recursos geomorfológicos consumibles y no consumibles*. En este escrito se propone la integración de las características geomorfológicas en la evaluación del impacto ambiental de un territorio, a través de la determinación y el análisis de índices e indicadores cuantitativos (interés científico, educativo y recreacional), que evidencien impactos sobre estos rasgos. Con esto, se le dio un sustento objetivo y científico a estudios de este tipo.

Un ultimo antecedente del geomorfosito son los geositios (término equivalente al de Geotopo, explicado anteriormente), ambos conceptos guardan una relación estrecha, ya que para algunos geólogos estos conceptos son sinónimos. El geositio hace alusión a un lugar puntual del territorio, el cual contribuye a explicar la evolución temporal de una localidad, una región o incluso del planeta mismo. Panizza ve la necesidad de diferenciar conceptualmente los sitios de carácter geomorfológico y los de un interés meramente geológico (geositios), formulando así un nuevo concepto que sería el de geomorfosito (Palacio, 2013).

A principios del siglo XXI, las ideas, conceptos y metodologías formuladas desde mediados de los años de 1990, en torno a la importancia de estudiar los rasgos más significativos del relieve, fueron procesados en un término nuevo, el cual evidenciaba la correlación entre Geomorfología y sociedad. Este concepto (geomorfosito) si bien represento una novedad en ese momento, no debe de olvidarse que fue el resultado de un proceso de no más de 9 años, entre la relación que guardan las particularidades del relieve y la protección del medio.

Panizza menciona un nuevo término para evaluar aquellas formas del relieve que por su excepcionalidad deben protegerse, y no solo por el valor intrínseco que presentan;

también por su relevancia e interacción con la sociedad, como un recurso aprovechable e invaluable.

El nuevo concepto fue denominado geomorfosito, mencionado por primera vez, en un trabajo de Panizza en 2001. En este escrito se define y se da a conocer una metodología para su estudio y evaluación, utilizando ejemplos de la Provincia de Modena, Italia (Fontana, *et.al.*, 2007).

Panizza es el responsable del concepto de geomorfosito y lo define como *una forma de relieve a la cual se le puede atribuir un valor. Este valor puede ser de tipo científico, ecológico, cultural, estético y/o socioeconómico* (Panizza, 2001). Los elementos que se establecen a valorar, de manera más detallada, son los siguientes:

Valor científico:

- Se vincula a un proceso geomorfológico específico y sus formas de relieve asociadas, que presentan una expresión evidente y clara. Además de servir como una herramienta para la reconstrucción paleogemorfológica de una región y representar un *habitat* natural de especies vegetales y animales endémicas del sitio. Y que a su vez sirva como ejemplo y herramienta para transmitir conocimiento, genere el interés en los investigadores para abrir líneas de investigación dentro de las ciencias de la tierra y en particular de la Geomorfolología. Como ha sido caso del geomorfosito: los circos y morrenas de Ávila, en la alta montaña Cantábrica, España (González, 2006). En la actualidad, el relieve glacial de esta zona, ha despertado el interés científico en cuanto a la cronología de formas glaciares (morrenas y superficies pulidas). Por tanto existen un creciente número de publicaciones cuyo interés es establecer la secuencia evolutiva del relieve a partir de distintos métodos de fechamiento.

Valor cultural:

- Este vínculo está presente cuando un relieve se asocia o es testigo de algún hecho o evento de tipo histórico, artístico, poético o religioso. Este valor puede llegar a representar una identidad, un rasgo distintivo o algún tipo de veneración como parte de una iconografía religiosa, que realce su importancia para algún o algunos grupos humanos. Como ejemplos pueden citarse *La piedra Pintada*, en

Baja California Sur (Martínez-Gutiérrez, *et.al.*, 2007); *El Cerro del Tepeyac, Estrella o Chapultepec, en el DF*; o *Santiago de Compostela*, en Galicia-La Coruña, España.

Valor escénico:

- Este es un criterio intuitivo en donde la percepción es fundamental y juega un papel muy importante, debido a que el valor de la espectacularidad, el atractivo e interés es subjetivo y depende del nivel cultural o intelectual de cada persona. Estas cualidades deben de tomarse en cuenta al momento de elegir a la persona o personas responsables de valorar un geomorfosito de este tipo. Se puede citar como ejemplo *El Monolito glacio-kárstico del Naranjo de Bulnes* en España (González y Serrano, 2008); *Peña Bernal* en Queretaro-México; o *Las grutas de Cacahuamilpa* en Guerrero-México.

Valor socioeconómico

- Se enfoca al uso y manejo de un geomorfosito como lugar turístico o para el desarrollo de actividades relacionadas con deportes al aire libre como el senderismo, excursionismo, alpinismo, etc.

En geomorfositos con este valor, y que no cuentan con un plan de desarrollo o normas que regulen las actividades de ocio o número de visitantes, se puede generar un deterioro o degradación de las condiciones naturales del lugar. Como ejemplo se tiene *El Tubo Volcánico de Montaña del Castillo*, Tenerife-Canarias (Dóniz, *et.al.*, 2007); *La ladera norte y oeste del Volcán Parícutín* en Michoacán-México; o *La Cantera de Tlayúa*, en Tepexi de Rodríguez-Puebla.

En este trabajo se toma el concepto de geomorfosito bajo el criterio de Panizza (2001), y de la misma manera adoptamos los valores atribuidos al relieve o sus componentes que propone el mismo autor (científico, cultural, escénico y socioeconómico). Consideramos que estas ideas son vigentes y fueron el punto de partida para la generación de una metodología de evaluación objetiva, misma que se aplica en este estudio.

La importancia que generó el concepto de geomorfosito dentro del campo de la Geomorfología, se evidencio durante la 5° Conferencia Internacional de Geomorfología realizada en Tokio-Japón (23-28 agosto, 2001), por la Asociación Internacional de

Geomorfólogos (IAG). Fue en este foro cuando se creó el grupo internacional de trabajo, cuyos objetivos son organizar y dirigir acciones encaminadas al estudio, protección y promoción de los geomorfositos, a través de tres acciones principales; que son el mapeo y visualización del patrimonio geológico, la integración de este concepto en la gestión territorial y la educación sobre los geomorfositos (www.geomorph.org). De esta manera dio inicio una nueva línea de investigación dentro de los estudios geomorfológicos a nivel mundial.

Después de Tokio el interés por el estudio de los geomorfositos fue un tema que poco a poco fue despertando interés en la comunidad geomorfológica internacional. Es el caso de la Conferencia Geomorfológica Regional de la Ciudad de México (2003), donde en la sesión de trabajo *Sitios geomorfológicos: vulnerabilidad y evaluación*; se presentaron dos trabajos:

El primero titulado *Metodologías de evaluación*, realizado por Coratza y Giusti, donde proponen y analizan metodologías a utilizar en la evaluación de la calidad científica en los geomorfositos. El segundo trabajo, *Conservación de Geomorfositos*, Waeley, *et.al.*, analiza los problemas asociados con la conservación del Geomorfosito y posibles alternativas de solución (IAG, 2003a).

En la 6° Conferencia Internacional de Geomorfología en Zaragoza-España (7-11 septiembre, 2005), el grupo de trabajo especializado de la IAG sesiono con el tema *Los sitios geomorfológicos: investigación, evaluación y mejora*. Las investigaciones que se presentaron en este foro fueron numerosas y heterogéneas en cuanto a temáticas, propuestas metodológicas, de evaluación, protección, cartografía, actividades turísticas y ambientes geomorfológicos de casi todas las latitudes, de los cuales suman un total de 25 trabajos, de los cuales siete fueron ponencias y dieciocho fueron exhibidos en poster (IAG, 2005).

Para 2007 y en el marco de la Conferencia Geomorfológica Regional de Kota Kinabalu-Malasia (2007), la mesa de trabajo tuvo como título *Geositos y Patrimonio Natural*, en ella se presentaron cuatro trabajos (IAG, 2007).

Melbourne-Australia (7-12 julio, 2009), fue la sede de la 7° Conferencia Internacional de Geomorfología y en ella el grupo especializado en Geomorfositos de la (IAG) organizó la mesa de trabajo con el título *Geomorfositos y Geoturismo*, los trabajos sumaron un total

de 27 y fueron heterogéneos en cuanto a temáticas, no obstante destacaron las investigaciones relacionadas con inventarios, métodos de evaluación del sitio, propuestas de geoparques, geoturismo y cartografía. Diez fueron trabajos orales y 17 en cartel (IAG, 2009).

En el Congreso Internacional de Geomorfología a celebrarse en Paris (27-31 agosto, 2013), se espera que el número de trabajos en geomorfositos aumente como ha venido sucediendo en los eventos que se han comentado.

En México los primeros estudios sobre geomorfositos o de temáticas vinculadas, aparecen en el 2007 y son parte de una sesión especializada de la VII Reunión Nacional de Geomorfología (Morelia- Michoacán, 7-12 noviembre). En ella se presentaron tres ponencias y un cartel (SMG, 2007).

En la VIII Reunión Nacional de Geomorfología (Guadalajara-Jalisco, 26-28 septiembre, 2012) se presentaron cuatro ponencias y dos carteles en la sesión titulada *Geosítios y Geomorfositos* (SMG, 2012).

En el marco del XX Congreso Nacional de Geografía (Tlaxcala-Tlaxcala, 9-12 octubre 2012), por primera vez en la sesión de trabajo Geografía y Turismo se presentaron tres trabajos relacionados con el tema (SMGE, 2012).

Las investigaciones relacionadas con los geomorfositos fueron en aumento a partir de 2012, en esto tiene que ver la incorporación de este tema en los planes de estudio de la Licenciatura y Posgrado de la UNAM. Otro hecho que se suma al fortalecimiento de la enseñanza, es la incorporación, ese mismo año, de una línea de investigación especializada en el Instituto de Geografía de la UNAM. Estos hechos favorecerán la elaboración de tesis, artículos y una mayor presencia en foros académicos tanto nacionales como internacionales.

1.3 La cartografía de los geomorfositos

La cartografía geomorfológica es considerada, como un inventario de formas de relieve, procesos modeladores y dinámicas geomorfológicas que intervienen en la configuración y evolución de un territorio. Estableciendo de esta manera, las relaciones existentes entre la

Naturaleza y la actividad humana. Así, la utilidad del análisis geomorfológico, se torna indispensable para el buen uso, manejo y conservación de los recursos (Mendoza-Margaín, 2010).

De esta forma, el mapa geomorfológico es una herramienta indispensable en el conocimiento, distribución y configuración espacial de las formas y elementos del relieve más significativos, considerado como un documento gráfico que muestra unidades territoriales con afinidades genéticas, morfológicas, dinámicas y de evolución (Peña-Monné, 1997).

Por el hecho de evidenciar, aquellas estructuras geomorfológicas de un carácter excepcional, el mapa geomorfológico resultaría indispensable en la identificación de geomorfositos. Al elaborar una cartografía de este tipo, quedan explicados los valores intrínsecos (científicos), que por sí mismos contienen las formas de relieve, estos aspectos juegan un papel preponderante en la evaluación del geomorfosito.

Al respecto, Coratza, *et.al.* (2008) menciona algunos puntos que refuerzan la idea oportuna de elaborar el mapa geomorfológico, como documento indispensable para el estudio de los geomorfositos:

- ❖ Ya que, al hacer la reconstrucción de la evolución geomorfológica, donde se identifican formas y procesos, se puede hacer una interpretación paleogeomorfológica de las condiciones morfoclimáticas pasadas como actuales, analizando procesos morfodinámicos presentes y futuros, a los cuales se exponen las formas del relieve, enfocado a la protección de dichas geoformas representativas.
- ❖ La elaboración de una línea del tiempo que explique la evolución geomorfológica de un lugar, es útil en la determinación de sitios geomorfológicos de relevancia, que pueden ser diferenciados de otros, como patrimonios geomorfohistóricos, al representar una estructura que evidencia los procesos que se han suscitado en el, a través del tiempo.
- ❖ El mapa geomorfológico, identifica paisajes que muchas veces son inaccesibles para el hombre y que ofrecen, grandes panorámicas para ser apreciadas. Dicha información, es relevante en la elaboración de mapas de geomorfositos y

geoturísticos, donde se indica a los visitantes o turistas, cuales son los lugares o sitios geomorfológicos más representativos con dichas cualidades.

De tal forma, se reconoce como primer paso del estudio de los geomorfositos, la elaboración del mapa geomorfológico.

1.3.1 El método y sus escalas de representación

De acuerdo con Panizza y Piacente (2008), el primer paso del proceso metodológico para la delimitación de geomorfositos, es la generación de un mapa geomorfológico en donde el relieve es clasificado de acuerdo a su evolución y edad. Estos dos aspectos se explican a partir del análisis de la génesis (endógena y exógena). Para lo cual, el estudio de las formas del relieve, se debe analizar como unidad en un mapa geomorfológico, o morfogenético.

La cartografía geomorfológica llega a ser un documento muy cercano a la realidad, es decir muy confiable debido a su proceso de elaboración, que involucra un análisis bibliográfico exhaustivo (artículos, libros, notas periodísticas y de cartografía temática); la interpretación geomorfológica a detalle de fotografías aéreas (a varias escalas y fechas, en dependencia del objetivo) y numerosos recorridos de campo (verificación de la información). La secuencia de elaboración de la cartografía que se presenta en este trabajo aparece de manera detallada en la Figura 2.

El análisis geomorfológico comienza con la interpretación de fotografías aéreas, que da como resultado un mapa geomorfológico preliminar, En este marco el relieve es clasificado y jerarquizado de acuerdo a su génesis, morfología y espacialidad. Aquí es donde comienza la selección de las formas del relieve significativas o potenciales a ser denominadas geomorfositos. La verificación en campo permite confirmar y establecer su valoración (científico, cultural, escénico y económico).

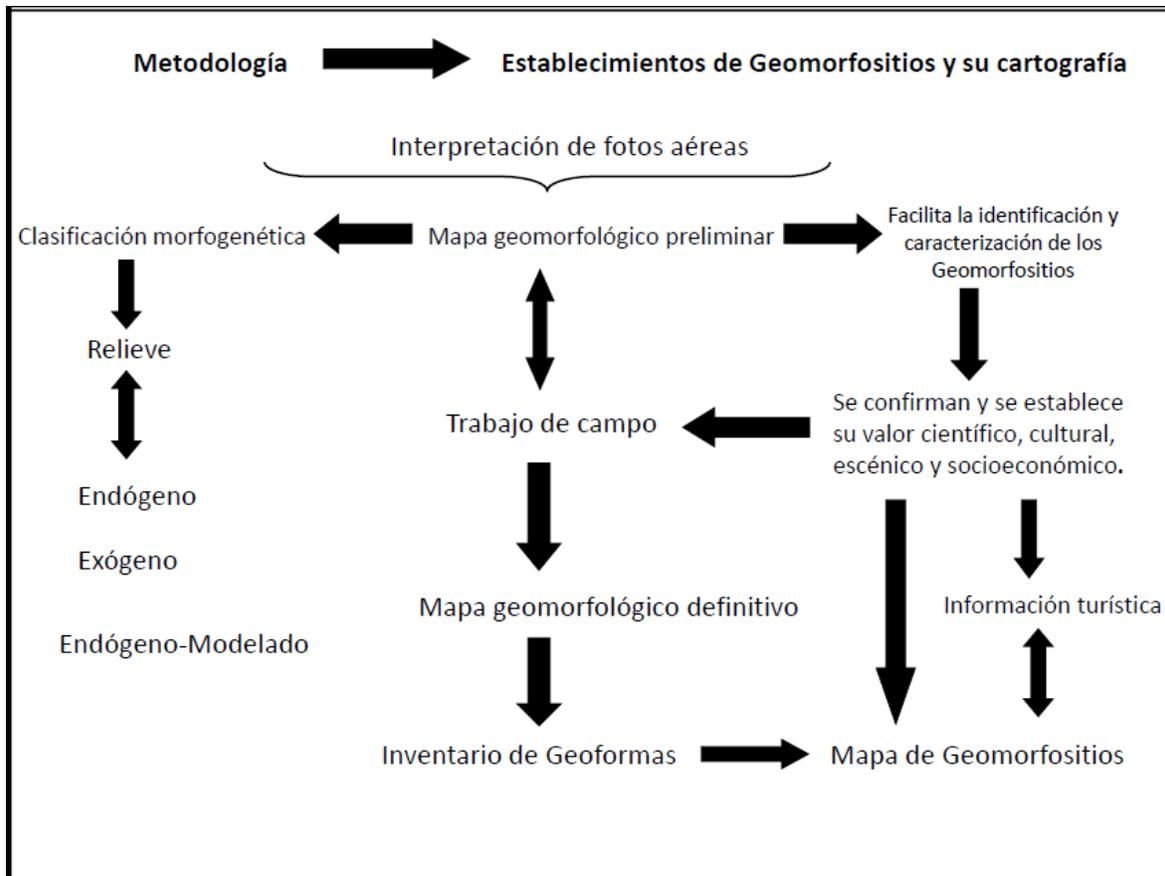


Figura 2. Procedimiento metodológico en la elaboración de un mapa de geomorfositos, este fue el proceso que se utilizó en esta investigación (Elaboración propia).

Los datos geomorfológicos (gabinete y campo), sumados con los obtenidos de la valoración de los sitios e información de tipo turística (rutas de acceso, distancias, fotografías, etc.), son el punto de partida en la elaboración de un mapa de geomorfositos. La cartografía de este tipo tiene como principal característica su sencillez al explicar procesos o relieves muy complejos. Este factor no demerita la calidad de la información, ya que en la mayoría de los casos un equipo de especialistas es quien elabora este tipo de documentos. El mapa de geomorfositos puede ser interpretado por un especialista y gente común, incluso que jamás haya manejado un mapa.

Un factor importante en la representación cartográfica de los geomorfositos, son las escalas de representación, que de acuerdo a Panizza (2001), se distinguen cuatro:

Escala mundial, donde el Geomorfosito es representativo y no pasa desapercibido para un gran número de personas. Por lo que su singularidad es global, yendo más allá de las fronteras políticas. Se vincula a grandes morfologías, que pueden ser apreciadas fácilmente por el espectador; como es el caso de volcanes, glaciares, montañas, cordilleras, etc.

Este tipo de escalas representan geomorfositos que se reconocen como parte de un Patrimonio Natural de un cierto lugar del planeta, por tanto no es un elemento individual, cuya valoración, se hace bajo una perspectiva geomorfológica.

Escala súper-regional, comprende a uno o varios países o culturas, donde el Geomorfosito representa algún vínculo de tipo ideológico, político o cultural, para determinado grupo humano. En este caso, también se incluyen estructuras de dimensiones considerables, como las anteriores, la única diferencia es la representatividad para la sociedad.

Escala regional, en este nivel los geomorfositos pueden ser un símbolo de unión entre un grupo de personas, en una zona no tan extensa como las anteriores, llegando en algunas ocasiones no más allá de unos límites políticos ya sea entre países o estados.

En este caso pueden ser estructuras de dimensiones considerables, como elementos más puntuales, ya que se puede hablar en este momento de ambientes y procesos geomorfológicos singulares, que por tales características tienden a ser representativos para un determinado grupo de personas cercanas, a dichas estructuras. En este sentido la diferenciación entre estos tres primeros niveles es subjetiva, y dependerá en gran medida del grado de asociación con la sociedad, que tengan dichas estructuras naturales.

Escala local, los geomorfositos se limitan a una población muy específica, que va desde pequeños pueblos, comunidades e incluso podría llegar a ser una valoración de tipo individual. En esta categoría se estudian morfologías de carácter muy puntual como rocas, cuevas puntos de observación o formaciones geomorfológicas de dimensiones pequeñas.

De esta manera existen geomorfositos con valores a escala internacional, agrupados en estructuras legales y áreas protegidas como Reservas de la Biosfera, lugares de interés comunitario entre otros, que son relevantes en la labor de conservar el Patrimonio Natural,

al igual que a una escala regional, representada por Parques Nacionales o Naturales, e incluso a una escala autonómica, como lo es un Monumento Natural, un Paisaje protegido, etc. Cuando la escala es local, el geomorfosito adquiere un valor patrimonial, ya que existe un apego más cercano entre este y la sociedad donde está inmerso (Dóniz *et.al.*, 2007).

De esta manera, las escalas de representación se asocian con el grado o nivel de interés por parte de la sociedad hacia estos elementos geomorfológicos. No obstante existen casos, en donde formas de relieve que sin ser declaradas como geomorfositos y sin contar con una cartografía especializada, la población les ha asignado un valor histórico, cultural y hasta científico, este es el caso del volcán Parícutin.

En este trabajo se pretende crear un sustento geomorfológico, conceptual, metodológico y cartográfico que complemente la propuesta de geomorfosito para el Parícutin, aunque este volcán ya se considere una forma de relieve con valores intrínsecos que ha adquirido, por el contexto internacional en el que sucedió y por la espectacularidad del fenómeno.

En 1943 el nacimiento de un volcán en México, fue noticia de primera plana en varios periódicos del mundo, no obstante la atención de la mayor parte de la población estaba enfocada al desarrollo de la II Guerra Mundial. Por otro lado, el Parícutin fue el primer evento volcánico fotografiado en color, hecho que causó gran impacto.

Por otro lado el Parícutin, fue el primer volcán que se documentó desde que surgió hasta el fin de su actividad (9 años 11 días y 10 horas) (Legorreta, 1999). Como resultado de la erupción, quedo un paisaje monocromático de desolación, con construcciones destruidas o parcialmente cubiertas por lava o piroclastos; además de un relieve espectacular donde sobresale un cono de escorias de 424 m de altura, un adventicio (Sapichu), un campo hornitos, bocas y llanos volcánicos, entre otros), todo un potencial para ser evaluado como geomorfosito.

1.3.2 El mapa de geomorfositos

El mapa de geomorfositos se deriva de un análisis, simplificación y complemento (con otro tipo de información) del mapa geomorfológico. En este documento se hace una selección de formas del relieve representativas, a las que se les integran datos de carácter informativo-recreativo, enfocados a la difusión educativa y turística de estas morfologías (Castaldini, *et.al.*, 2005).

Como en cualquier proceso cartográfico, el uso de una escala de trabajo, depende de las dimensiones del objeto a representar, lo mismo ocurre en la elaboración de los mapas de geomorfositos; un mapa a escala 1:200 000 o menor (1:500 000), es utilizado como un índice para geomorfositos ubicando en un plano regional. En el caso de escalas más grandes (1:25 000 y 1:15 000), se utilizan en la representación de morfologías detalladas o rasgos puntuales, donde se singulariza la génesis y el proceso (Carton, *et.al.*, 2005).

Al no existir uniformidad en el proceso cartográfico de los geomorfositos, la variedad de mapas es amplia. Este hecho también depende del objetivo de cada trabajo y por consiguiente del interés de cada autor, por representar cierto tipo de información, así como el uso que se le va a dar y a quién o a que público estará dirigido.

Para entender mejor esto, en este trabajo se abordarán algunos ejemplos de cartografía de geomorfositos, los cuales expresan de distintas formas el interés por representar aquellas formas del relieve significativas de un área, dichos ejemplos se muestran a continuación.

Los ejemplos de cartografía de geomorfositos que a continuación se analizan, muestran la variedad de métodos y representaciones graficas de el mismo objeto de estudio, cada uno de ellos representa una escuela geomorfológica.

1.3.3 Ejemplos de mapas de geomorfositos

Se han agrupado los siguientes trabajos sobre cartografía de geomorfositos, en cuatro grupos temáticos:

1.3.3.1 Mapas de geomorfositos y su promoción a partir de SIG y páginas web

El uso de nuevas herramientas como los SIG, ha generado una infinidad de maneras de representar geomorfositos en un mapa. De igual forma ha facilitado la consulta para el público que se interesa por el tema o que simplemente, gusta de apreciar los paisajes naturales de un territorio.

Tal es el caso del trabajo de Carton, *et.al.* (2005) *Directrices para la asignación de sitios geomorfológicos: ejemplos en Italia*; donde se hacen propuestas para identificar geomorfositos a través de una cartografía geomorfológica convencional y el uso de los SIG. Se presentan dos tipos de mapas, uno para especialistas y otro para público en general.

En el primer caso, los geomorfositos se explican de acuerdo a sus características morfogenéticas y de evolución. Lo anterior se acompaña con una explicación técnica-científica, orientada hacia los estudiosos de las ciencias de la Tierra (Fig. 3).

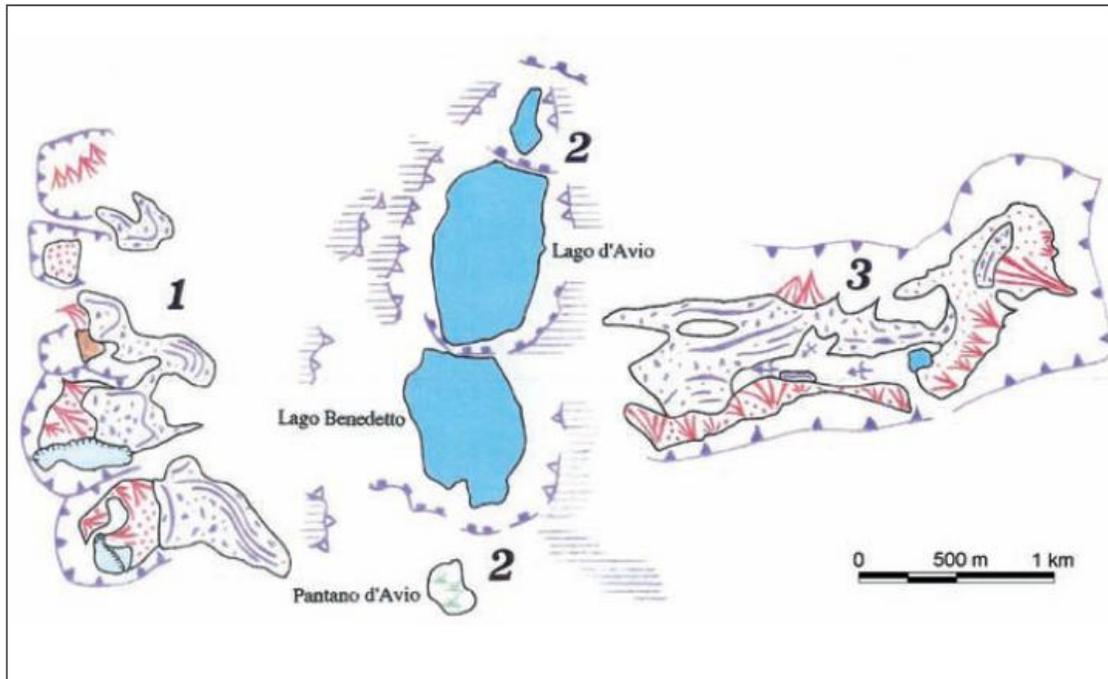


Figura 3. Mapa de Geomorfositos del Parque Natural *Adamello*, provincia de Brescia, Italia, para especialistas. Donde se muestran tres estructuras geomorfológicas consideradas de interés: 1. Circos glaciares con intensos procesos erosivos en el Monte Avio-C. Baitone; 2. Escalones glaciares y 3. Cabecera de un barranco (Carton, *et.al.*, 2005).

El segundo ejemplo de mapa dirigido a especialistas corresponde a la región de *Ghiacciaio di La Mare*, Italia (Fig. 4). En este documento se utiliza una simbología geomorfológica *electrónica*, con el fin de ubicar de una manera más fácil los geomorfositos en la región, de esta forma se facilita su explicación, la cual va acompañada de fotografías de cada punto de interés.

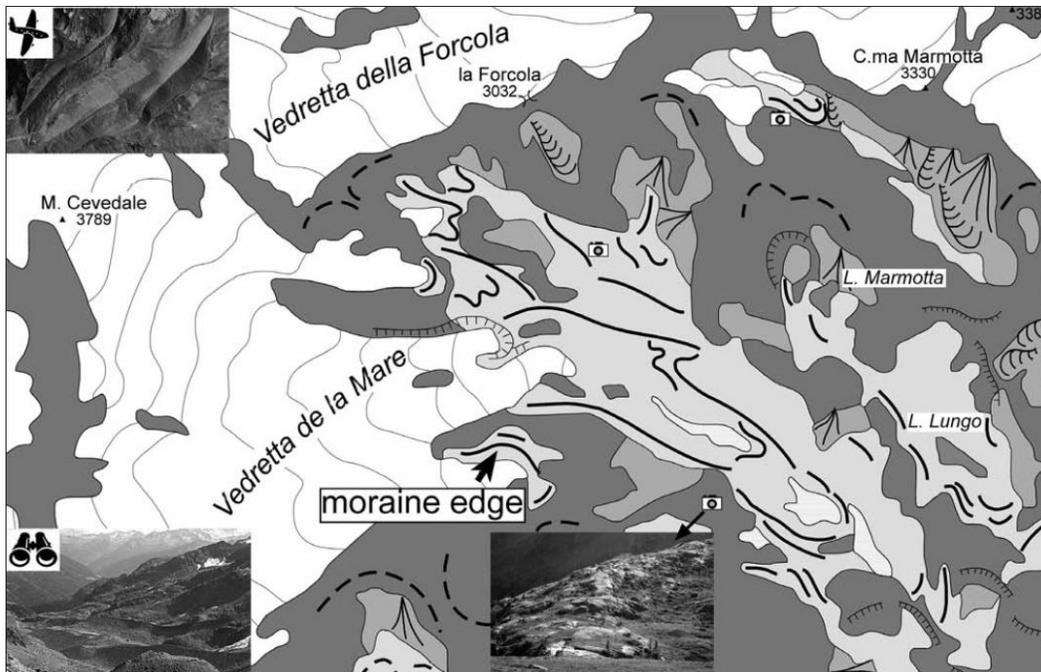


Figura 4. Mapa de geomorfositos de la región de *Ghiacciaio di La Mare*, Italia. Este documento está destinado a especialistas y donde a partir de un cursor, se activa en pantalla las imágenes de los geomorfositos, así como una breve explicación de cada uno (Carton, *et.al.*, 2005).

En relación con los mapas que se destinan al público en general y que tienen interés por el relieve, se plantea generar mapas sencillos y explicativos sobre geomorfositos, que puedan ser consultados con facilidad. Donde se utilicen elementos pictográficos que sustituyan a la simbología empleada en los mapas especializados, a fin de que puedan ser interpretados fácilmente (Fig. 5).

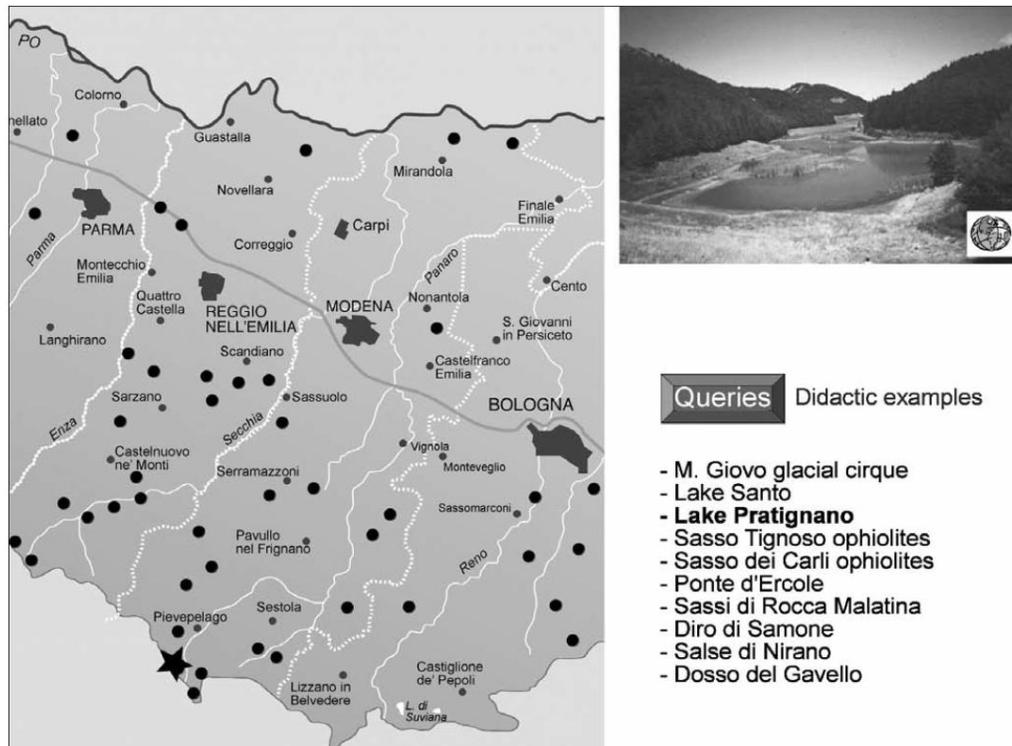


Figura 5. Mapa de geomorfositos de la región de *Emilia-Romagna*, Italia, destinado al público en general, donde con un *click* se accede a una imagen y a la ubicación de los sitios geomorfológicos de interés. (Carton, et.al., 2005).

De esta manera se puede plantear a la cartografía de geomorfositos como una herramienta para la gestión territorial, así como un medio eficaz de comunicación y difusión del conocimiento, acerca del Patrimonio Geomorfológico que compone a un territorio y el cual es invaluable para la sociedad.

1.3.3.2 Propuestas de geomorfositos y su valoración

El primer ejemplo es de Pereira, et.al. (2007) y se titula *La valoración de geomorfositos en el Parque Natural Montesinho (Portugal)*. Este trabajo forma parte de un proyecto de evaluación del Patrimonio Geomorfológico de los Parques Naturales del Noreste de Portugal. El objetivo es la implementación de acciones de conservación, una vez que los sitios hayan sido identificados y establecidas sus cualidades: como su valor científico, producto de una caracterización geomorfológica; hacer evidente la relación entre

geoformas y elementos culturales o ser un paisaje excepcional. De esta manera se identificaron 154 geomorfositos potenciales; de los cuales 23 fueron seleccionados como tales (Fig. 6).

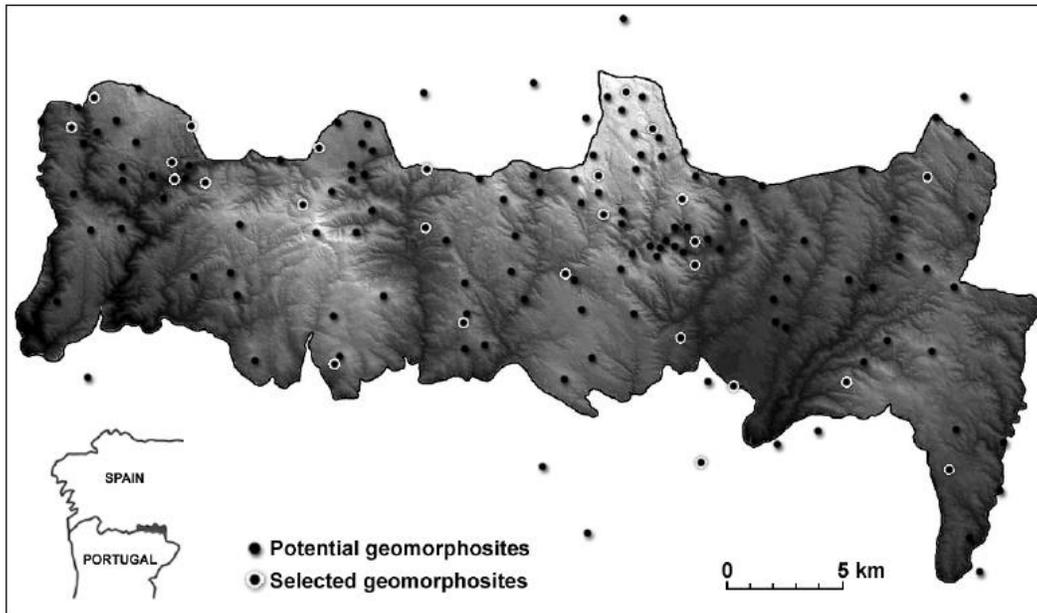


Figura 6. Geomorfositos en el Parque Natural *Montêsinho*, Portugal. De los 154 lugares potenciales solo 23 fueron establecidos como tales, por presentar valores intrínsecos significativos; así como, una relación estrecha con elementos culturales de la zona y por su potencial paisajístico (Pereira, *et.al.*, 2007).

Otro de los objetivos de este trabajo fue el de promover el uso turístico y educativo de cada sitio, a partir de su *rareza* y estética, aspectos de gran interés para el desarrollo del geoturismo, para ese territorio en particular.

El siguiente trabajo dentro de este grupo, se toma de Reynard, *et.al.* (2007), el cual se titula *Método para la valoración científica y de los valores añadidos en los geomorfositos*. En esta investigación se analiza la problemática asociada al proceso de evaluación de los geomorfositos en dos territorios suizos. El primero corresponde al valle de *Blenio* (al norte del Tesino, Suiza), donde la mayor parte de los lugares tienen un valor científico. A este atributo se les han sumado el estético, ecológico, cultural y económico (Fig. 7).

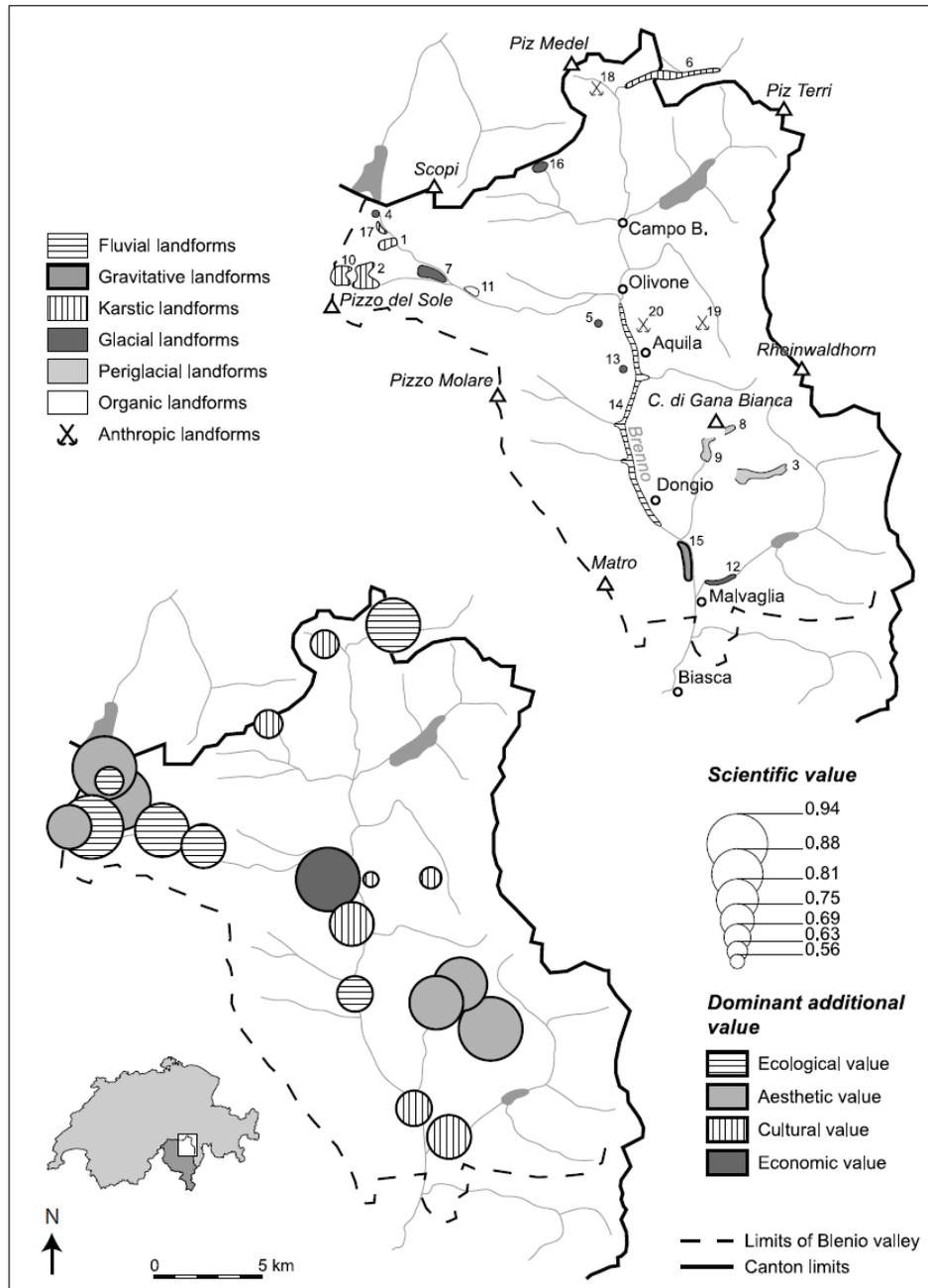


Figura 7. Mapa de geomorfositos del valle de *Blenio*, Suiza, el cual representa solo los sitios con un valor científico. El tamaño del círculo representa la importancia del lugar, mientras el valor adicional se representa con sombreados y achures al interior de la circunferencia (Reynard, *et al.*, 2007).

La segunda zona, se localiza en la región de Triend, Suiza. En este territorio, los geomorfositos fueron establecidos también por su valor científico y cultural pero de carácter excepcional o extraordinario (Fig. 8).

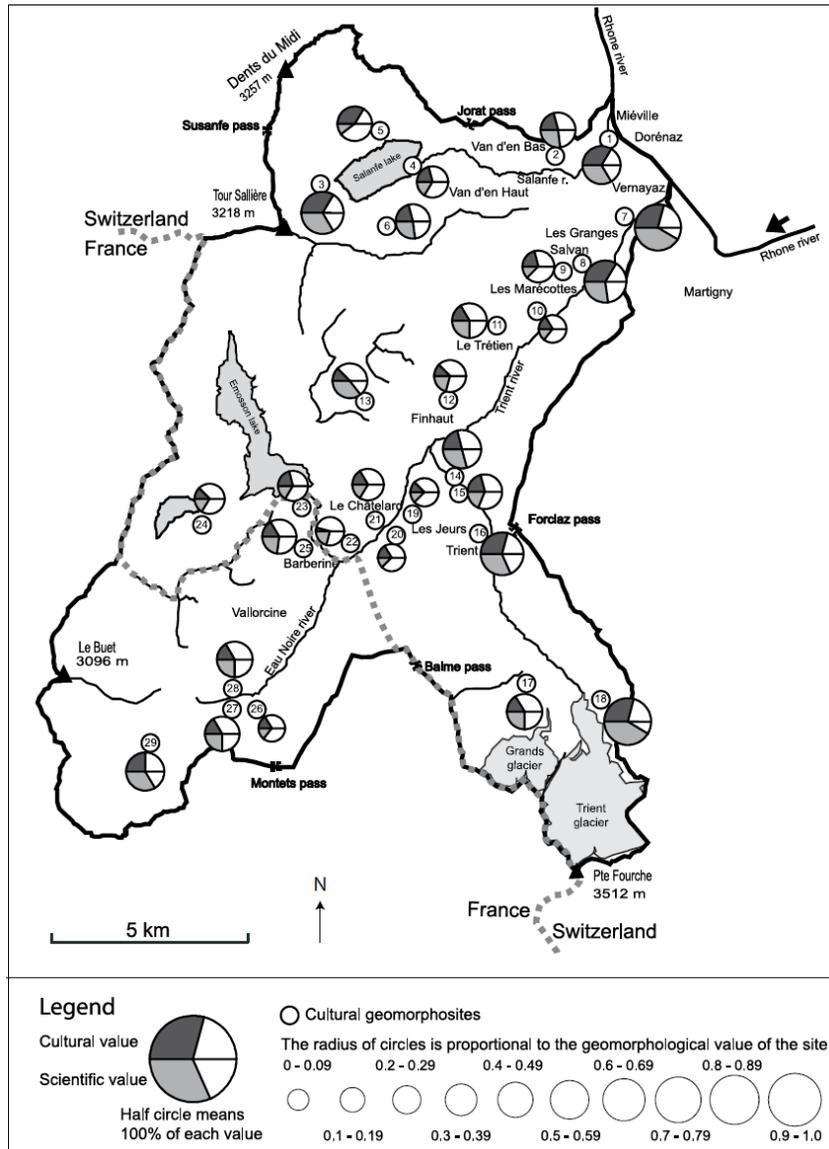


Figura 8. Mapa de geomorfositos culturales-científicos extraordinarios en el área de *Triend*, Suiza. El tamaño del círculo corresponde con la importancia del lugar y los sombreados al tipo de valor. (Reynard, *et.al.*, 2007).

El siguiente ejemplo involucra dos trabajos que fueron elaborados en un mismo lugar y realizados por los mismos autores. El primero se titula *Assessment of geomorphosites in natural protected areas: the Picos de Europa National Park, Spain*. (Serrano y González-Trueba, 2005). El segundo lo titularon *La valoración del patrimonio geomorfológico en espacios naturales protegidos, su aplicación al parque Nacional de los picos de Europa* (González-Trueba y Serrano, 2008).

En el trabajo de 2005 el objetivo fue realizar un inventario y evaluación del potencial geomorfológico (Lugares de Interés Geomorfológico: LIG), al mismo tiempo se tenía en cometido de identificar los agentes de modelado o de degradación e idear planes de manejo sustentable, para estos sitios amenazados. Siendo el primer paso para esto, la elaboración de un mapa geomorfológico, en el que se identificaran los procesos dinámicos, las formas de relieve asociadas, su evolución y sus relaciones espaciales (Fig. 9).

Con base en lo anterior se describió cada LIG y fue posible evaluarlo usando para ello, índices numéricos y esquemas morfológicos explicativos (Fig. 10). La información que proporciono este estudio, fue de suma importancia en la toma de medidas para evitar el deterioro de este territorio, ya que a lo largo de 85 años de haber sido declarado Parque Natural, el primero en España, se había visto afectado por la actividad humana (silvicultura, minería, aprovechamiento hidroeléctrico y recientemente con la afluencia de turistas), dejando importantes alteraciones en el paisaje.

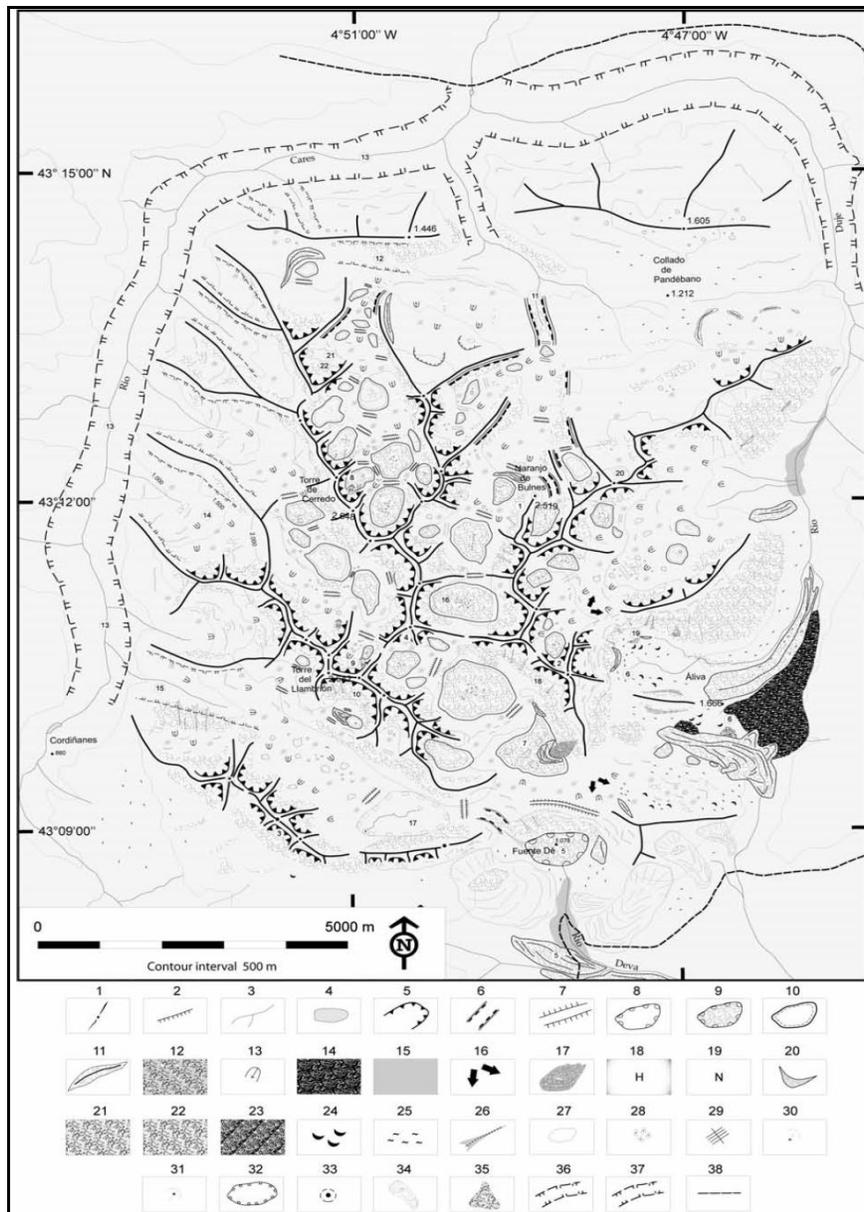


Figura 9. Mapa geomorfológico del Parque Nacional *Los Picos de Europa*; territorio con características morfológicas de alta montaña de tipo glaciar, fluvial y kárstico con un clima de marcada influencia oceánica: 1. Crestas; 2. Escarpes; 3. Ríos; 4. Lago; 5. Circo glaciar; 6. Valle glaciar; 7. Barrera de rocas; 8. Cuenca; 9. Cuenca rellenada; 10. Depresión glacio-kárstica; 11. Morrena; 12. *Till*; 13. Superficies erosionadas; 14. Complejo morrénico lateral; 15. Terraza fluvio-glacial; 16. Glacial; 17. Roca glaciar; 18. Relicto glaciar; 19. Parches de nieve, 20. Barrera de rocosa; 21. Talud de escombros; 22. Superficie recta; 23. Depósitos estratificados; 24. Lóbulos de soliflucción; 25. Superficie afectada por la soliflucción; 26. Depósitos de avalancha; 27. Dolina; 28. Cueva; 29. *Karren*; 30. Cuerda kárstica; 31. Disipador de corriente (ápice); 32. Polje; 33. *Ponor*; 34. Deslizamiento rocoso; 35. Caídas de roca; 36. Laderas con procesos de avalanchas; 37. Garganta fluvio-kárstica; 38. Límite de Parque Nacional (Serrano y González, 2005).

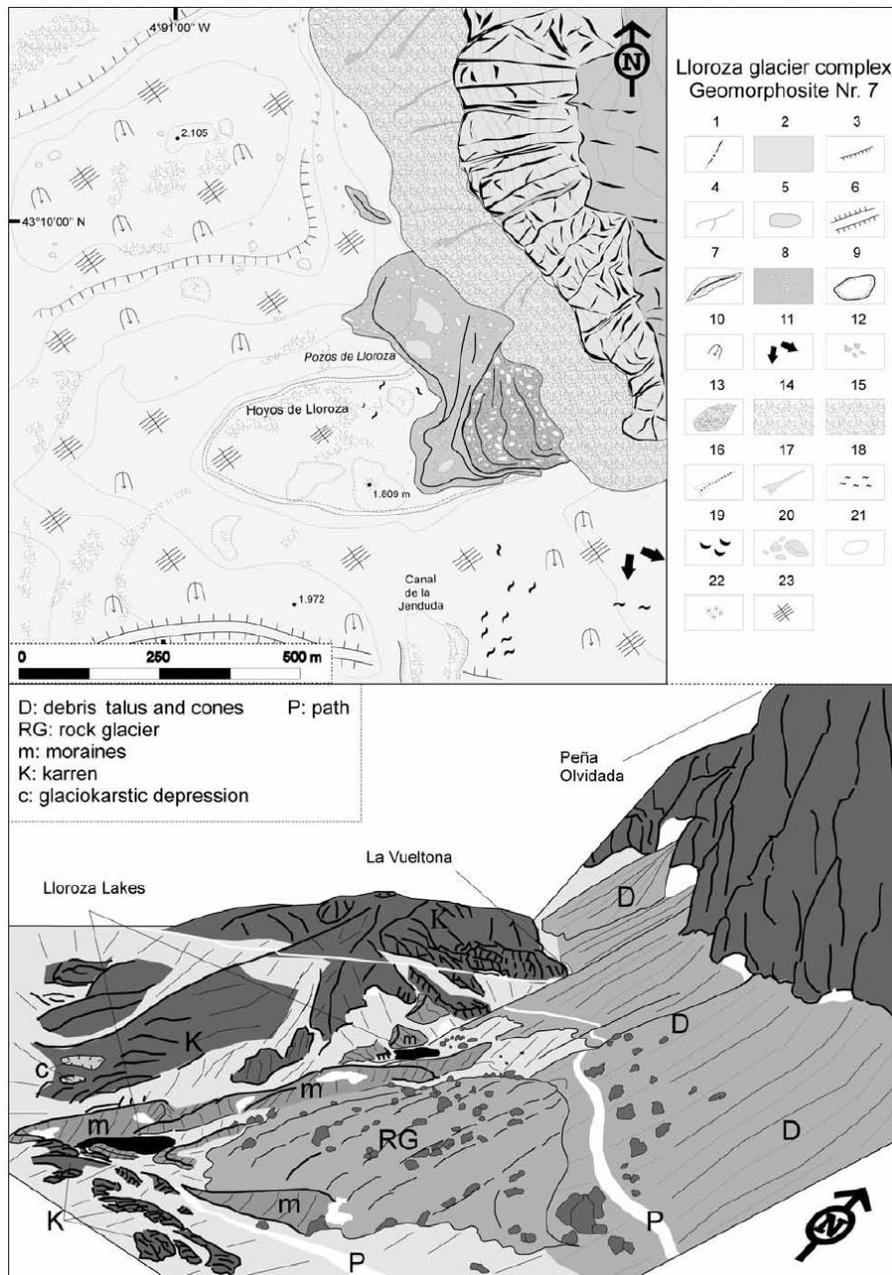


Figura 10. Esquema geomorfológico del complejo glaciar de Lloroza (Geomorfosito No. 7). Este tipo de gráficos forma parte de la ficha de descripción, interpretación y evaluación del sitio (Serrano y González, 2005).

El segundo trabajo, el de 2008, tuvo como objetivo la identificación de los sitios geomorfológicos más representativos; es decir, con las valoraciones más altas para ser considerados como geomorfositos. Se identificaron 22 LIG, de dimensiones distintas y

características heterogéneas, todos ellos representados en el mapa de geomorfositos. En este documento también aparecen las rutas de acceso y distancias aproximadas a dichos lugares (Fig. 11).



Figura 11. Mapa de geomorfositos del Parque Nacional los Picos de Europa, Macizo Central. En este documento se localizan 22 LIG, todos ellos se vinculan con los distintos senderos que existen en la zona, de esta manera el usuario puede elegir el camino de su interés. En la margen derecha aparece la leyenda a manera de listado con los nombres de cada lugar (González, Serrano, 2008).

El último ejemplo de este rubro es el de Dóniz, *et.al.* (2011) y se titula *Geomorfositos y geoturismo en un paisaje volcánico: el ejemplo del cono cinerítico, La Corona de Lajjal (El Hierro, Islas Canarias, España)*. Como objetivo del estudio, fue proponer a los volcanes

de la isla como geomorfositos y aprovechar el potencial geoturístico ofreciendo actividades recreativas y educativas, en el marco del senderismo volcánico.

Para seleccionar a los elementos más representativos y singulares del área se elaboró el mapa geomorfológico, donde se identificaron los procesos y formas asociadas, las cuales se distinguieron en dos grupos principales, las generadas por una actividad explosiva (conos de escoria, acumulación de piroclastos, entre otros) y a una efusiva (coladas de lava, lagos de lava, etc.) (Fig. 12).

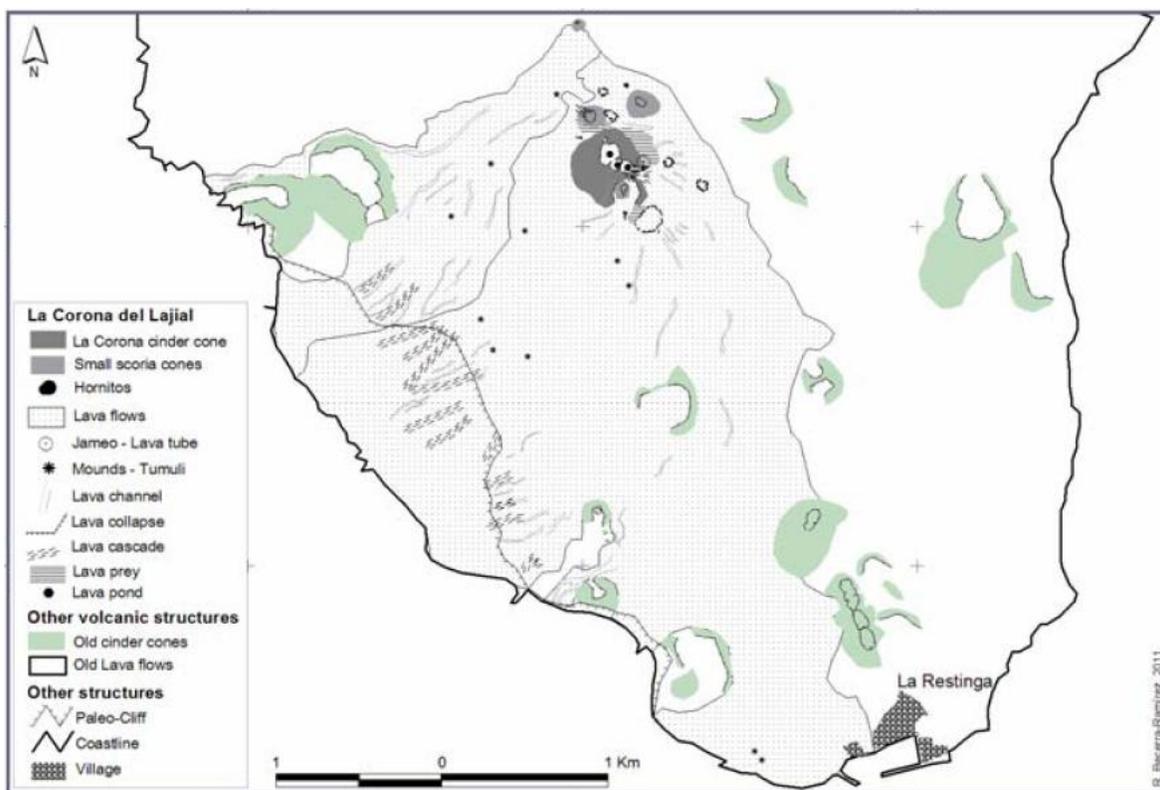


Figura 12. Mapa geomorfológico del volcán *La Corona de Lajial* y de sus depósitos asociados. Todos los elementos involucrados aparecen en una leyenda geomorfológica simple a la izquierda de la imagen (Dóniz, et.al., 2011).

En este territorio se identificaron 24 geomorfositos clasificados en 9 tipos: conos cineríticos, pequeños conos de escoria, hornitos, colapsos de lava, cascadas de lava,

lagos de lava, tubos de lava y lavas tipo *pahoehoe*, cuyos valores principales fueron el científico, didáctico y ecoturístico (Fig. 13).

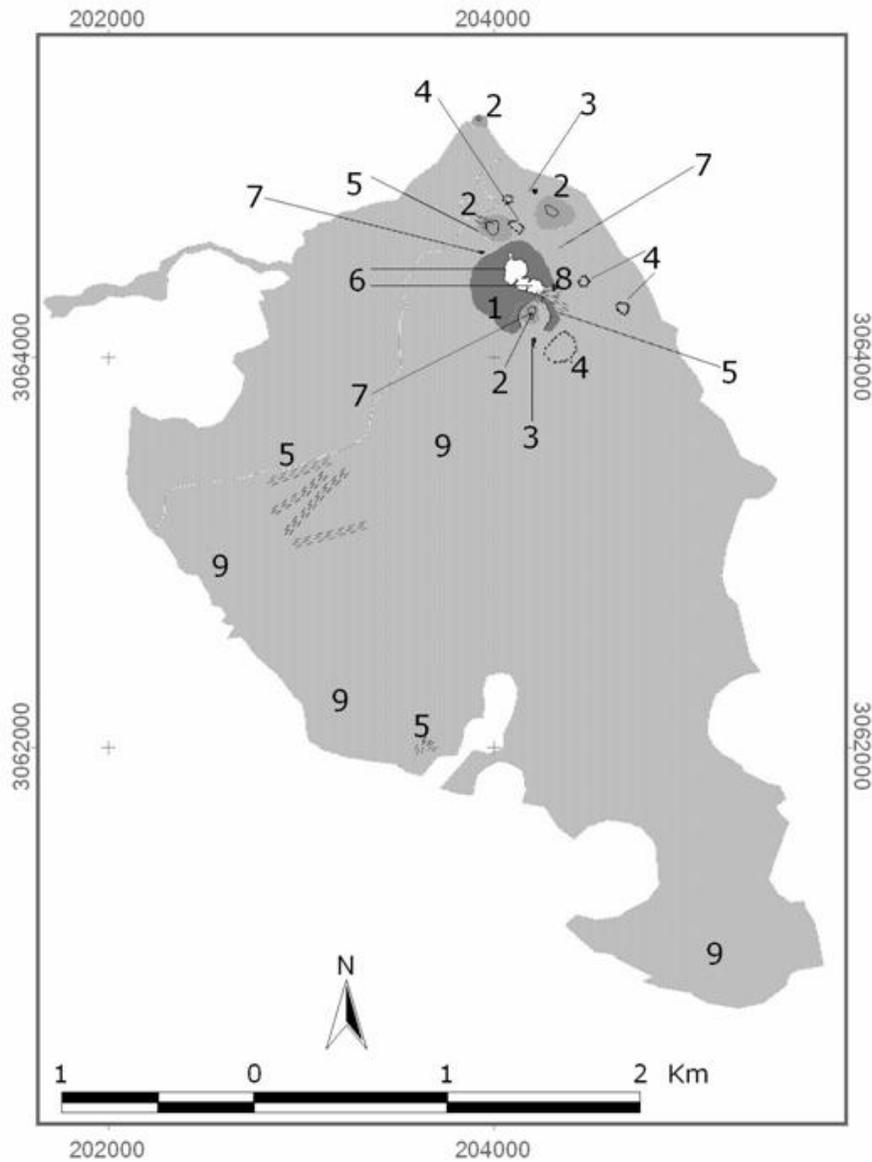


Figura 13. Mapa de geomorfositos del volcán *La Corona de Lajjal*: 1. Conos de ceniza; 2. Pequeños conos de escoria; 3. Hornitos; 4. Colapsos de lava; 5. Cascadas de lava; 6. Lago de lava; 7. Represas de lava; 8. Jameos y tubos de lava y 9. Lavas *pahoehoe* (Dóniz, *et.al.*, 2011).

A partir de este estudio fue posible evidenciar el potencial geomorfológico y turístico del relieve volcánico, con el fin de aprovecharlo de manera sustentable, a través de proyectos geoturísticos que no sólo fomenten su visita, si no que eduquen a sus visitantes, en torno a la historia natural del lugar.

1.3.3.3 Cartografía de geomorfositos y su aprovechamiento geoturístico

El primer trabajo de este grupo es de Coratza, *et.al.* (2008) *Gestión de geomorfositos en una zona con un alto potencial turístico: un ejemplo de mapas de geo-senderos en Alpe di Fanes, Parque Natural de Fanes-Senes-Branes (Dolomías), Italia*. La finalidad del estudio fue la generación de un mapa de *geo-senderismo*, a partir de la identificación de sitios geomorfológicos-geológicos con valores paisajísticos altos, ideales para promover el geoturismo en la zona.

Dicho territorio fue elegido, por la presencia de litologías de origen sedimentario muy particulares (dolomías y calizas), así como procesos de modelado de origen glaciar y gravitacional. Este Parque Natural tiene una importante afluencia turística y el excursionismo-senderismo son las practicas más comunes, además de contar con terrenos idóneos para la práctica de deportes extremos (alpinismo, escalada en hielo y roca).

El primer paso para la elaboración del mapa de *geo-senderos*, fue la generación del mapa geomorfológico, el cual tuvo el objetivo de identificar formas y procesos geomorfológicos característicos (que en este caso fueron periglaciares, gravitacionales, kársticos y tectónicos; todos ellos activos). La información obtenida fue integrada en un modelo evolutivo del relieve, que sirvió como información básica para los turistas interesados en algo más que caminar. En la cartografía se incluyen las zonas de campamento y veredas, que se localizan en zona de peligro geomorfológico (caída de rocas, suelo congelado, escarpes en rocas deleznales, etc.), de esta manera los visitantes reducen su vulnerabilidad ante la dinámica natural de este territorio (Fig.14).

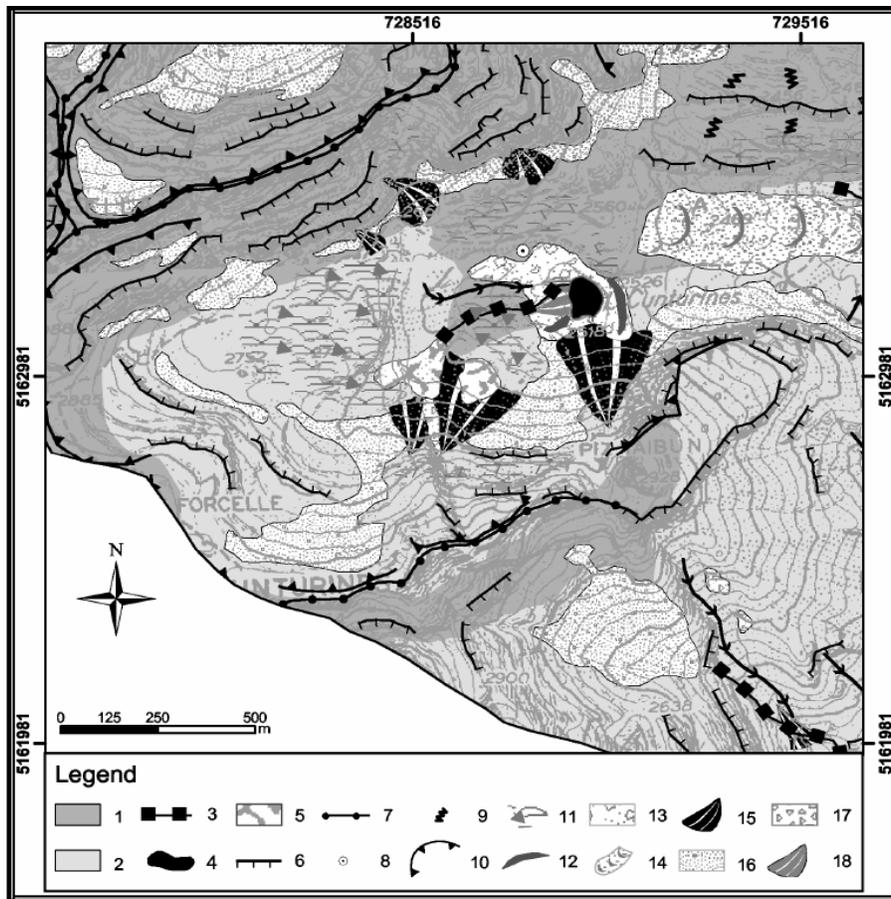


Figura 14. Mapa geomorfológico del Parque Natural de Fanes-Senes-Branes, Italia: 1. Roca caliza; 2. Dolomitas; 3. Corrientes fluviales continuas; 4. Lago *Contrurines*; 5. Capa de nieve permanente; 6. Escarpes; 7. Borde de montaña; 8. Dolina; 9. Karren; 10. Circo glacial; 11. Roca *Moutonné*; 12. Cresta morrénica; 13. Till; 14. Roca glaciar; 15. Cono de escombros; 16. Zonas de acarreo; 17. Depósitos de caída y 18. Abanicos aluviales (Fuente: Coratza et.al., 2008).

El mapa de geomorfositos se generó como uno de los productos finales de esta investigación y en él aparecen los rasgos o formas del relieve más representativas del mapa geomorfológico, un total de cinco con alto valor turístico y educativo (Fig. 15).

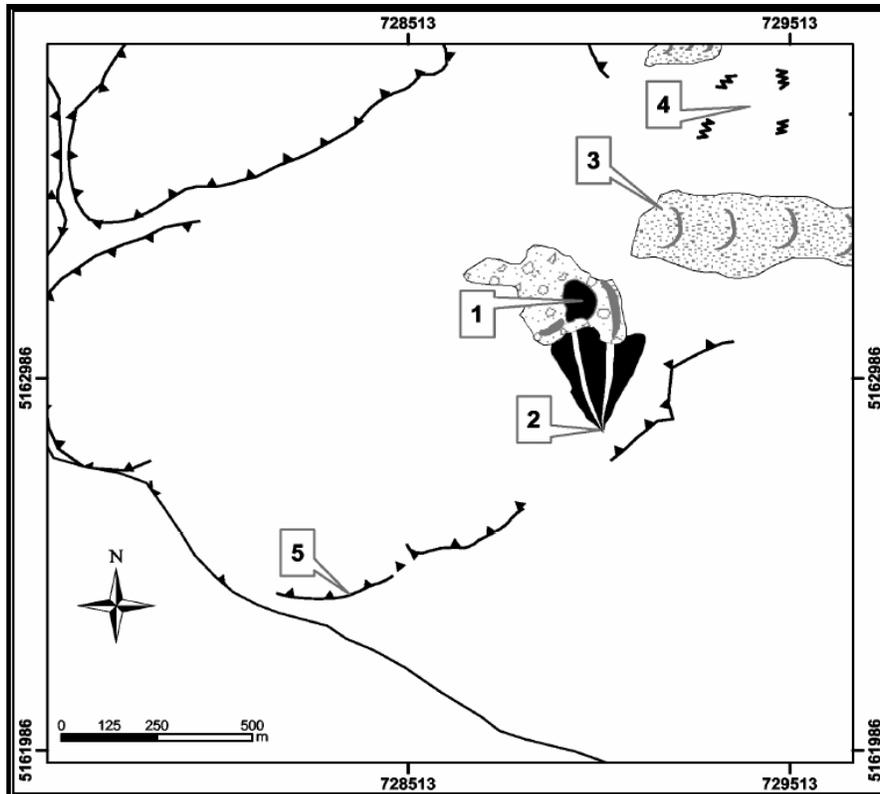


Figura 15. Mapa de geomorfositos del Parque Natural de Fanes-Senes-Branes, Italia. Este documento es una variante del mapa geomorfológico simplificado, en él solo aparecen las formas del relieve más representativas caracterizadas como geomorfositos: 1. Lago de origen glaciar; 2. Cono de escombros; 3. Glaciar rocoso; 4. Lapiaz (*Karren*); 5. Borde de circo glaciar (Coratza, *et.al.*, 2008).

El último mapa de este trabajo es el de geo-rutas, para lo cual se utilizó información de los dos mapas anteriores (geomorfológico y geomorfositos). En él se marcan los sitios más representativos a visitar, así como los caminos o senderos para acceder a ellos. Sin que esto represente un peligro para la conservación de las formas y la naturaleza del lugar; al contrario, este tipo de documentos al explicar la importancia de cada sitio de una manera didáctica y recreativa, fomenta en el visitante su protección y conservación. (Fig. 16).

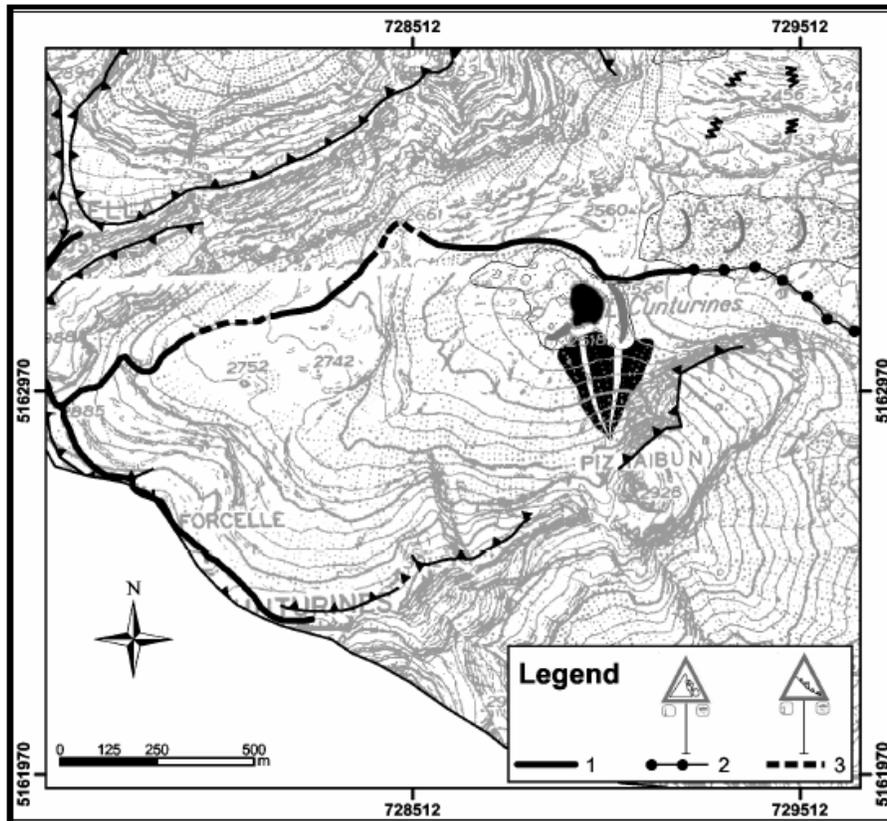


Figura 16. Mapa de *geo-rutas* en el Parque Natural de Fanes-Senes-Branes, Italia. Las rutas aparecen con números y son las siguientes: 1. Como de senderismo; 2. Senderos con peligro de caída de rocas y el 3. Senderos con presencia de fragmentos de rocas (Coratza, *et.al.*, 2008).

En siguiente trabajo que es de Cománescu y Dobre (2009) titulado *Inventario, evaluación y valoración turística de los geomorfositos del sector central del Parque Nacional Ceahláu (Rumania)*, se planteó la necesidad de establecer estrategias de protección y promoción turística a través de la identificación de *geo-rutas*.

El Parque Nacional de *Ceahláu* es una zona montañosa que se ubica en la porción central de los Cárpatos orientales; NE de Rumania (Fig. 17). La litología tiene un origen sedimentario, en la mayor parte del territorio (calizas y conglomerados), no obstante existen relictos basálticos y graníticos. Todos estos sustratos han estado sometidos a lo largo de tiempo, a continuos esfuerzos tectónicos y a una influencia periglacial continúa. Como resultado de lo anterior se ha desarrollado una morfología de contrastes

altitudinales (acantilados y valles profundos), que sumado con la existencia de fósiles hacen de este territorio un lugar atractivo de visita.

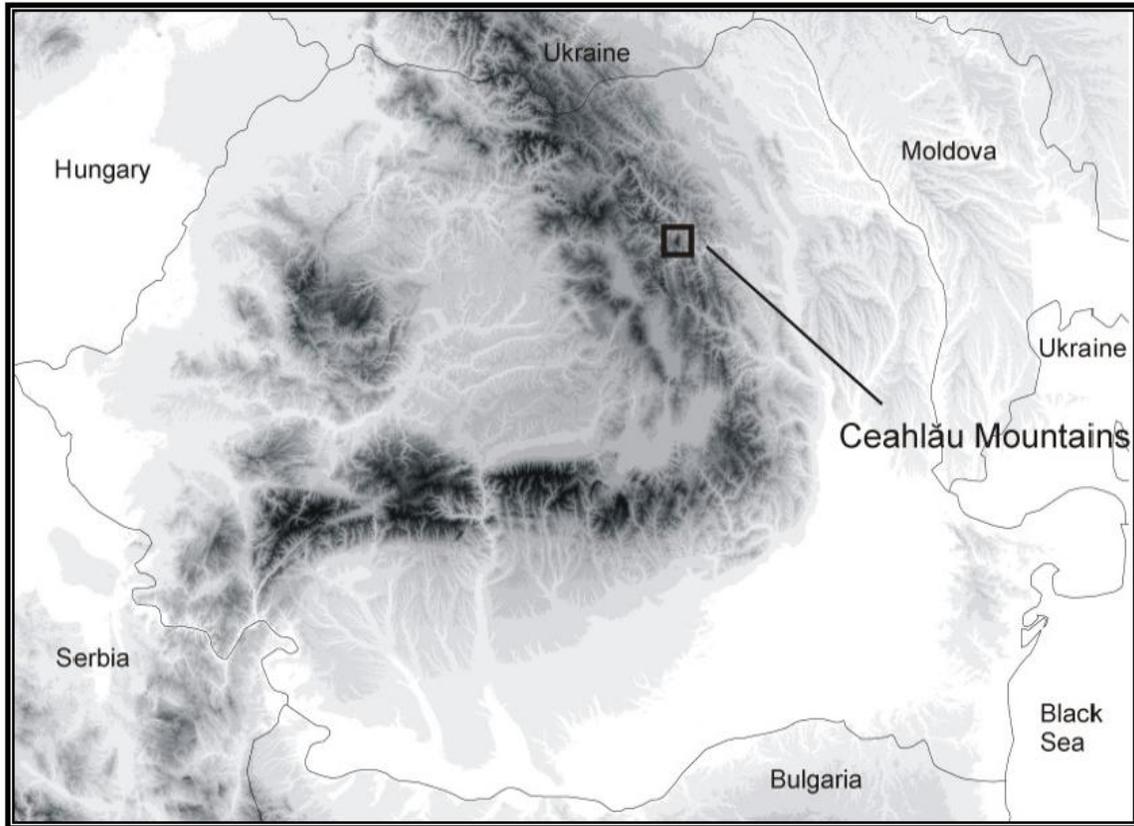


Figura 17. Ubicación del Parque Natural de *Ceahlău* (recuadro negro), en el territorio rumano (Cománescu y Dobre, 2009).

Los autores identificaron 18 geomorfositos y los representaron en un mapa temático (Fig. 18). A cada uno de ellos se les asignó un valor o atributo estético, científico o ambos, este hecho tenía el objetivo de incentivar la promoción turística del lugar, ya que los visitantes buscan paisajes excepcionales que admirar.

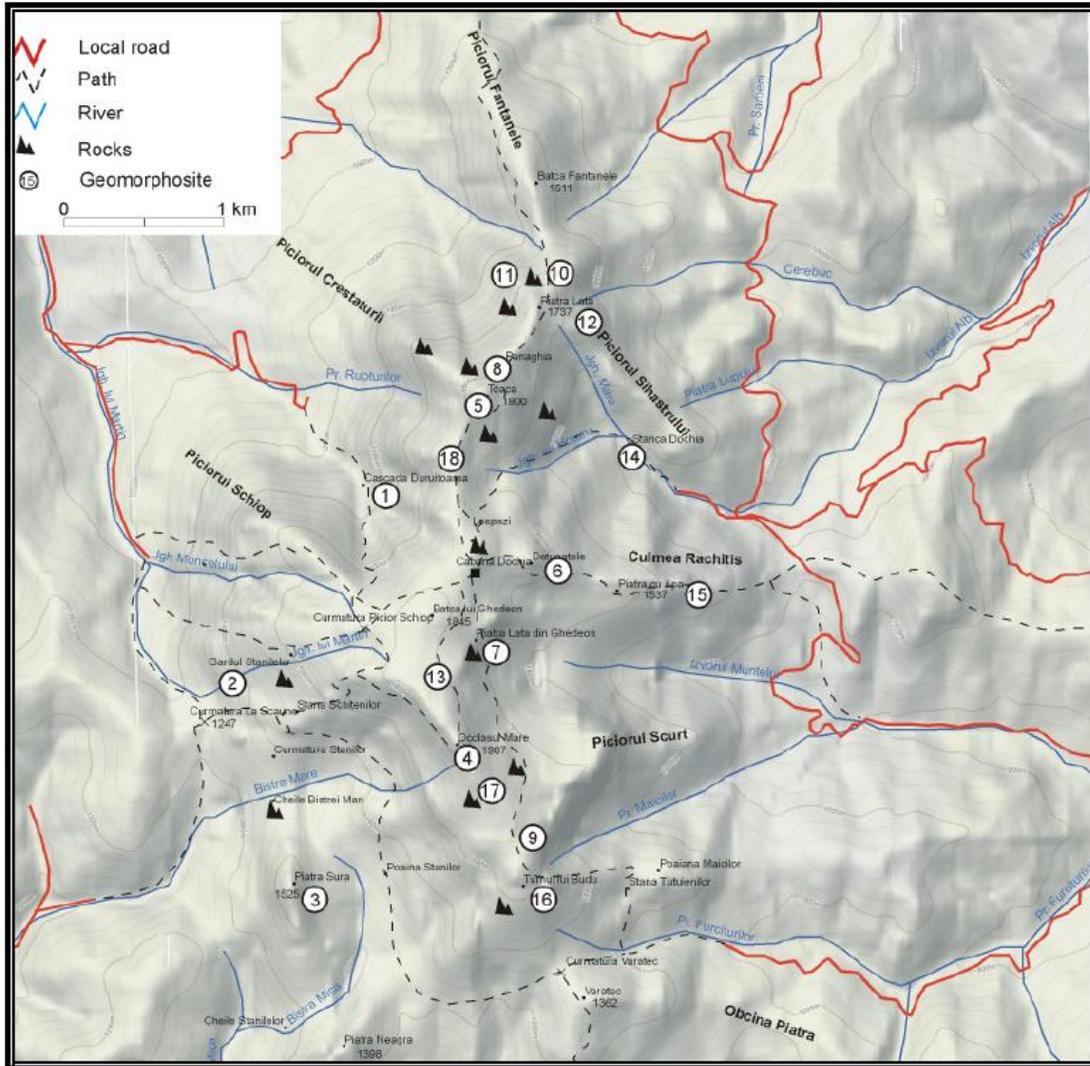


Figura 18. Mapa de geomorfositios del Parque Nacional de *Ceahlău*. Se muestran los sitios de interés, las carreteras locales (línea roja), así como las rutas o senderos propuestos para acceder a los geomorfositios (línea negra punteada) (Cománescu y Dobre, 2009).

Este trabajo permitió elaborar un proyecto geoturístico en la zona; que si bien, no se aplico al cien por ciento fue una propuesta que se puso en práctica en otras regiones de Rumanía, donde hacía falta promover y valorar el relieve.

Otra investigación a comentar es también de Cománescu, *et.al.* (2010): *Análisis de los geomorfositios representativos en las montañas de Bucegi (Rumania): Evaluación científica y percepción turística*. En este trabajo los autores realizan un estudio estadístico,

que involucran los datos obtenidos de la evaluación de los sitios de interés geomorfológico en la zona de Burcegi.

Hay que mencionar que esta área fue elegida por una variada y extraordinaria *geodiversidad*, que ha tenido desarrollo en un sustrato calizo y que ha sido modelado por la acción glaciara a lo largo de miles de años; a estas características, se suma la accesibilidad para su visita (Fig. 19).

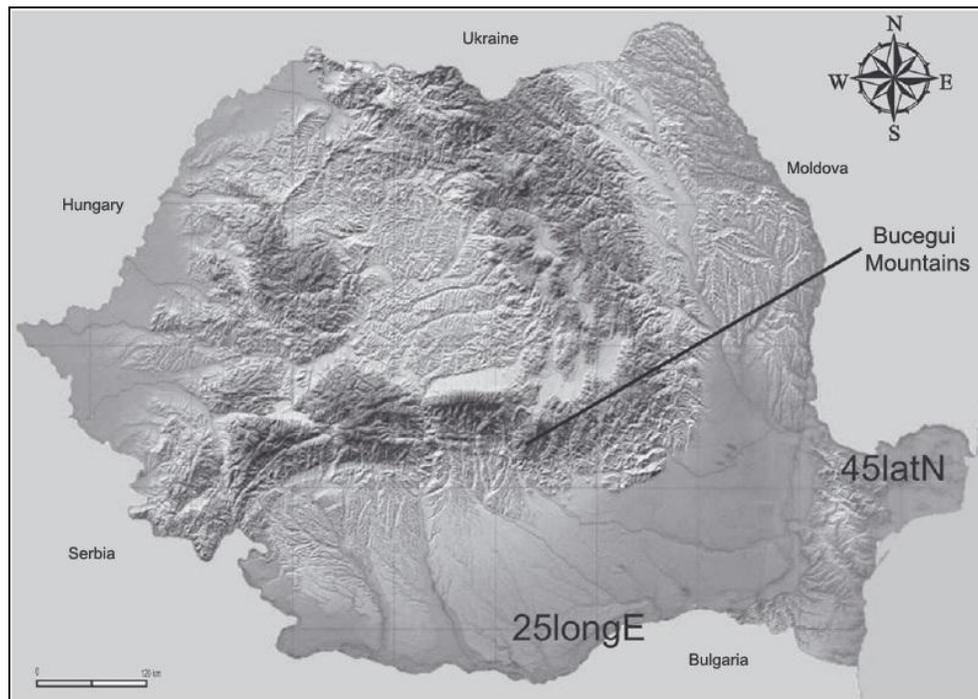


Figura 19. Mapa de ubicación de las montañas de *Bucegi*, al SE del territorio rumano. (Comănescu, *et.al.*, 2010).

Fueron identificados 8 geomorfositos en la zona, los resultados estadísticos, obtenidos de su evaluación fueron representados en un mapa resaltando la ubicación del lugar y el tipo de valor predominante en cada uno. Con este tipo de cartografía se promovió el potencial *geoturístico* de las montañas de *Burcegi*, ya que a través del estudio realizado se generó interés por visitar la zona, hecho que repercutió en un desarrollo económico de la región (Fig. 20).

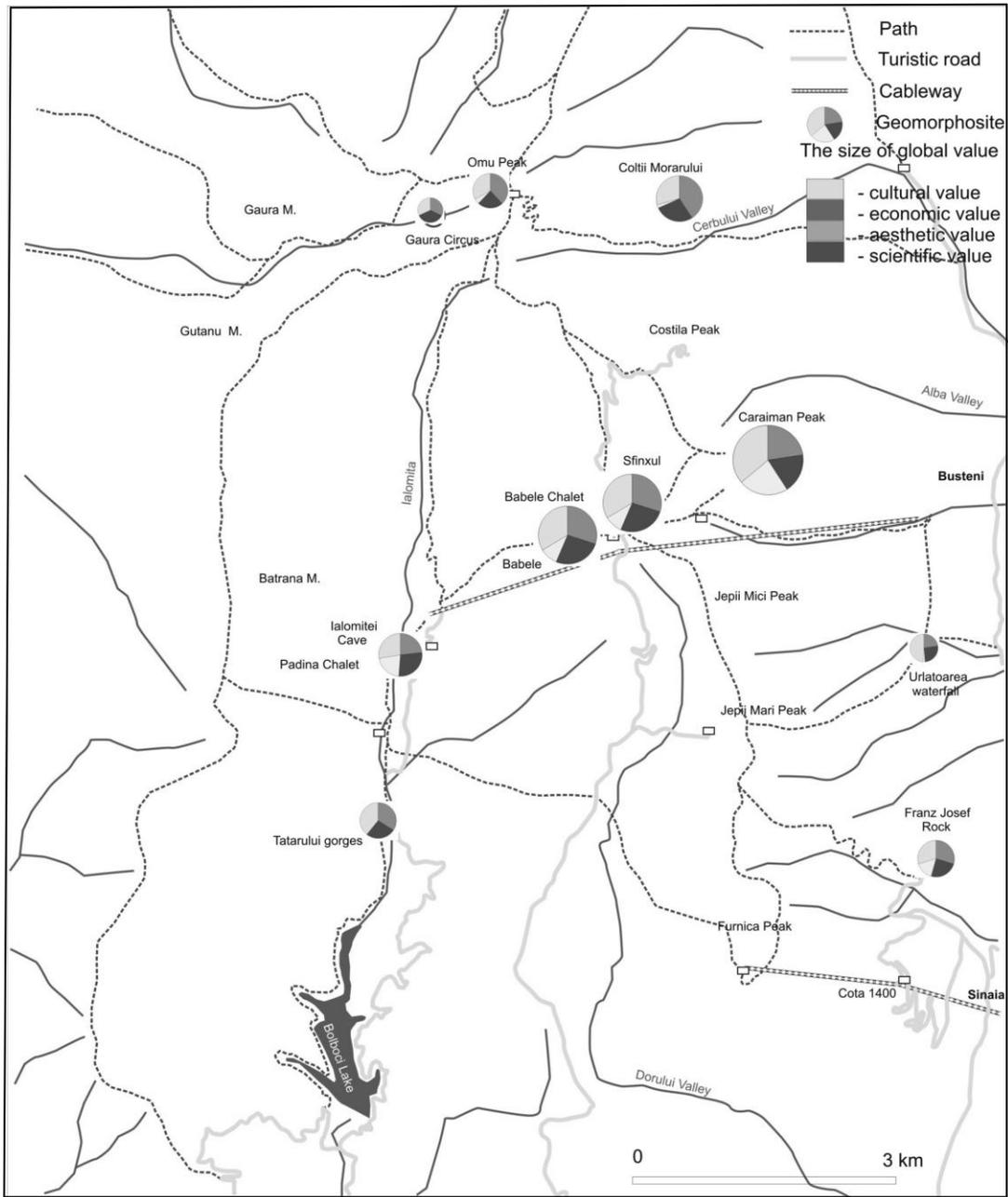


Figura 20. Mapa de geomorfositios en las montañas de *Bucegi*. Los sitios están representados por círculos cuyos tamaños son proporcionales de acuerdo a su importancia. El valor agregado del lugar está representado en distintos tonos de grises (cultural, económico, estético y científico), como información complementaria, fue incluida la red de rutas de acceso (Cománescu, *et.al.*, 2010).

1.3.3.4 Mapas geoturísticos

La identificación de geomorfositos es una plataforma en la elaboración de los mapas geoturísticos, que resultan de vincular datos geomorfológicos representativos del lugar a través de sitios excepcionales o representativos, con información turística: ubicación de servicios, rutas de acceso, tipologías y pictogramas, entre otros elementos.

El primer ejemplo que se expone forma parte de un proyecto entre el municipio de *Savièse* (Valais, Suiza) y la Universidad de *Lausanne*. En este estudio se promueve el patrimonio geológico y geomorfológico del área de *Tsanfleuron* (*Geoheritage popularisation and cartographic visualisation in the Tsanfleuron-Sanetsch area (Valais, Switzerland)*), a través de la generación de tres productos principales: paneles educativos, material didáctico para niños de primaria y un mapa geoturístico del territorio (Fig. 21).

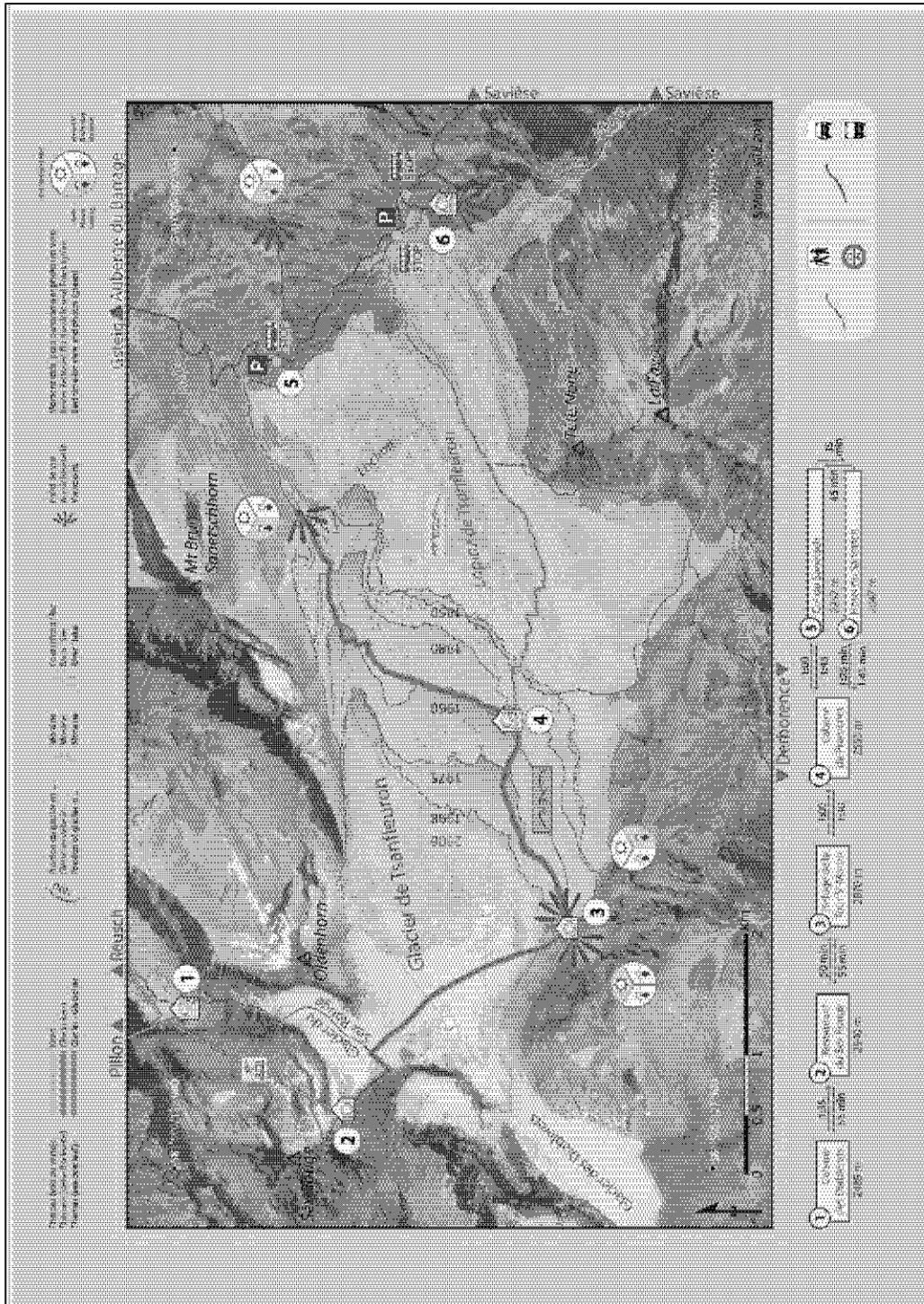


Figura 21. Mapa geoturístico del área de *Tsanfleuron*, Valais, Suiza. En este documento se localizaron los rasgos geológicos más representativos (pliegues, secuencias de estratos, etc.), así como geomorfológicos; estos últimos, vinculados al modelado kárstico y glaciar. En la misma cartografía aparece información útil para el visitante: caminos, senderos, hoteles, restaurantes, rutas de transporte colectivo, entre otros servicios. (Martín, 2010).

Este tipo de mapas buscan la simplicidad, ya que el público al que están dirigidos, son personas no expertas en cartografía ni en temas relacionados con la geología o geomorfología. Por tal motivo este tipo de documentos se basan en elementos pictográficos, colores llamativos e imágenes; de esta manera, se despierta el interés por leerlos.

El último ejemplo de un mapa geoturístico, fue el elaborado para el Geoparque *Adamello Brenta*, en Italia. Está integrado por 61 sitios de interés, todos ellos sustentados por una infraestructura enfocada a actividades recreativas y educativas en torno a las ciencias de la Tierra y a la historia natural del lugar (Fig. 22).

La información que se obtiene del mapa geoturístico se complementa con otro tipo de materiales, como folletos en donde se sugieren rutas de visita, itinerarios, actividades recreativas o de ocio a realizar.

En el caso del mapa de geomorfositos del volcán Parícutin que se elaboró en este trabajo, encajaría en el grupo temático de *Propuestas de Geomorfositos y su valoración*, ya que el objetivo de éste, es proponer e identificar la existencia de estos sitios en el área del Parícutin a partir de la cuantificación cualitativa y cuantitativa de sus características y valores.

No obstante los ejemplos presentados, se puede afirmar que la elaboración de mapas vinculados con los geomorfositos, carece en este momento de un marco conceptual claro, una simbología específica de representación cartográfica, así como de información complementaria que explique una jerarquía para categorizar los sitios.

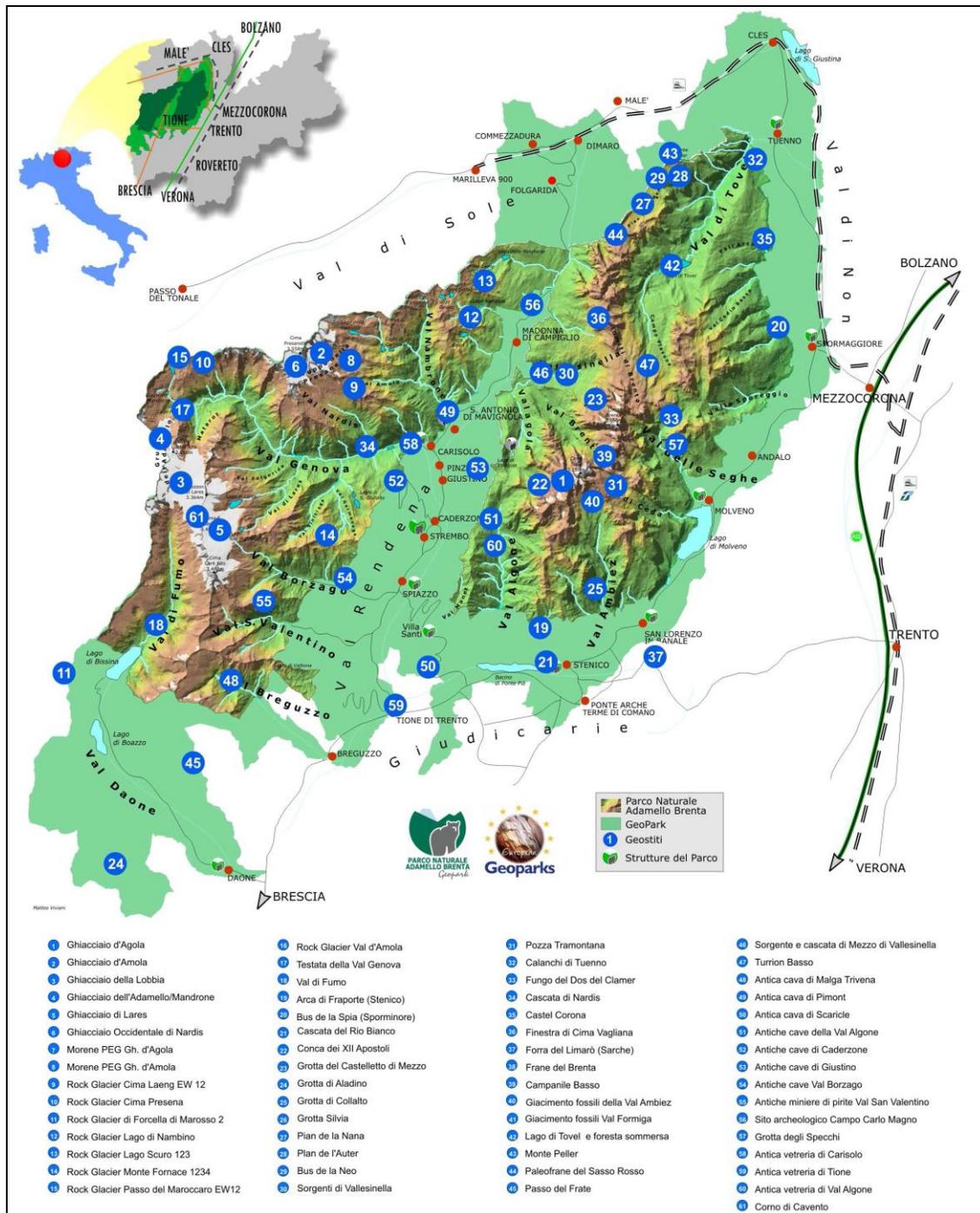


Figura 22. Mapa geoturística del Geoparque *Adamello Brenta*, Italia. En este tipo de cartografía combina información científica (geomorfológica) y turística (localización de servicios: baños, restaurantes, tiendas, museos, etc.) (Adamello Brenta Geopark, 2012).

Lo que queda claro en los mapas de geomorfositos o geoturísticos es la búsqueda de simplificación en la información a fin de que estos documentos, sean comprensible para cualquier persona. Ante esto, se propone que la cartografía de geomorfositos sea elaborada de dos formas. La primera para *especialistas*, en donde los mapas sean más elaborados y la información que los acompañe sea más completa o con una mayor especialización (conservación de la naturaleza y/o Ciencias de la Tierra). La segunda dirigida a no *especialistas*: mapas con un contenido de información simple y meramente explicativa de las rutas de acceso y ubicación de los geomorfositos. Todo ello encaminado a la difusión *geo-turística* del sitio (Reynard, 2008).

Todos los ejemplos que se presentaron, formaron parte de este trabajo en aspectos tan puntuales como la elaboración de tablas de evaluación, símbolos a utilizar, representación de caminos o veredas, formatos en cuanto a las explicaciones, etc. En otras palabras, la revisión de las distintas maneras de cartografía de geomorfositos, permitió tener un punto de partida sólido para elaborar un mapa de este tipo en el volcán Parícutin; objetivo principal de esta investigación.

1.4 Los geoparques y su asociación con los geomorfositos

La identificación y cartografía de los geomorfositos, resalta la diversidad geomorfológica de un área, que al ser reconocida como parte medular de ese entorno, requiere de una protección particular. Ante esto, en los últimos 12 años ha surgido una nueva figura legal que persiguen dicho objetivo y que a diferencia de las Áreas Naturales Protegidas (ANP), integran a los elementos abióticos (geomorfológicos) en dicha tarea. Es así, como el geoparque surge como una nueva alternativa para la protección y el aprovechamiento sustentable, de la Geodiversidad de un territorio.

Para desarrollar lo anterior, debe tenerse en consideración que es un geoparque, el cual es definido por la UNESCO como, *territorios bien delimitados que comprenden un cierto número de lugares de interés geológico y geomorfológico de tamaños diversos, que pueden estar complementados por lugares de interés ecológico, arqueológico, histórico,*

culturales, etc.; todo lo cual les hace merecedores de una especial figura de protección en la que se destaque la importancia de su patrimonio geológico y geomorfológico (González Trueba, 2006).

Por tanto, el primer parámetro que debe de cumplir un territorio para ser denominado geoparque, es la existencia de una serie de sitios geomorfológicos de interés (geomorfositos), así como lugares geológicos (Geositios), que representen un potencial geoturístico importante en la zona (UNESCO, 2008). La segunda condición, es tener límites bien definidos y con una superficie amplia, en donde incluso puede ya existir cierto desarrollo económico o cultural vinculado con la historia geológica o geomorfológica de la región (Voth, 2008).

Esta idea surge en Europa, en el año 2000, con la creación de la Red de Geoparques Europeos, impulsada por la búsqueda de alternativas factibles para la conservación de aquellos territorios, que presentan una serie de características bio-físicas y socio-culturales únicas (López, 2004).

El origen del geoparque se asocia a las estructuras legales ya establecidas (Parque Natural), de esta manera se tienen a cuatro ANP como fundadores en Europa: Reserva Geológica de la Alta Provenza (Francia), Parque Vulkaneifel (Alemania), Bosque Petrificado de Lesbos (Grecia) y el Parque Cultural del Maestrazgo (España) (Fig. 23) (Voth, 2007). Dicha red desde su creación (2000) hasta 2014, cuenta con 58 Geoparques Europeos, distribuidos en 23 países (www.geoparke.com).

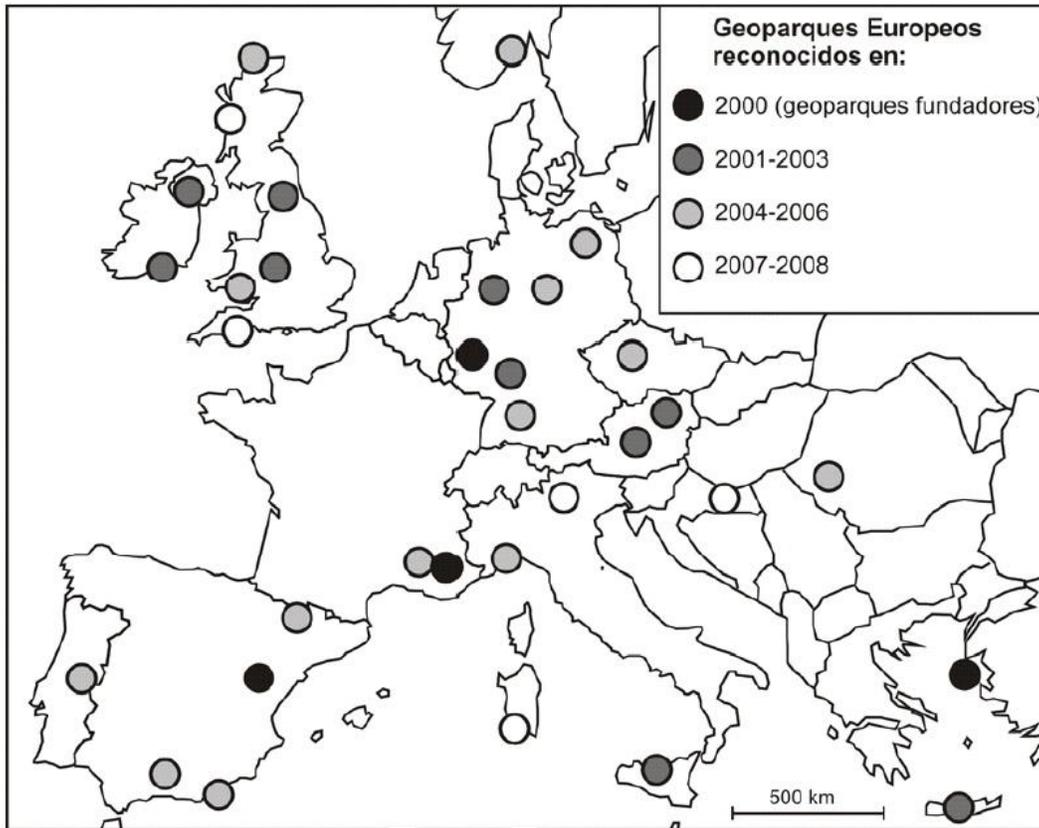


Figura 23. Países y Geoparques miembros, de la Red de Geoparques Europeos, desde su inicio en el año 2000, hasta el 2008 (Voth, 2008).

En 2001, se firmó un acuerdo de cooperación entre la red de Geoparques Europeos y la UNESCO, con el fin de fomentar su creación en todo el mundo, de esta manera se fundó en 2004 la Red Global de Geoparques. En la actualidad (2014), existe un total de 90 geoparques repartidos en 31 países (www.globalgeopark.org) (Fig.24).

País		No. Geoparques	
Alemania	5	Islandia	1
Alemania/Polonia	1	Irlanda-Irlanda del Norte	1
Austria/Eslovenia	1	Irlanda	2
Austria	2	Indonesia	1
Brasil	1	Italia	9
Canadá	1	Japón	6
China	29	Malasia	1
Croacia	1	Noruega	1
Corea del sur	1	Portugal	2
Eslovenia	1	Reino Unido	3
España	8	Reino Unido (Escocia)	1
Finlandia	1	Reino Unido (Gales)	2
Francia	4	República Checa	1
Grecia	4	Rumania	1
Holanda	1	Turquía	1
Hungría	1	Uruguay	1
Hungría-Eslovaquia	1	Vietnam	1

Figura 24. Listado de los países miembros de la Red Global de Geoparques, hasta el año 2013 (Global Network of National Park, 2014)

De esta forma, el Geoparque se ha convertido en una política nacional de conservación de los *geo-recursos* (geomorfológicos, geológicos, edáficos, etc.).

Hay que mencionar que en México no existe ningún Geoparque (a la fecha); sin embargo, con el constante aumento de investigaciones relacionados con geomorfositos, geodiversidad y geoturismo, se pretende que en el futuro estructuras legales como los geoparques, puedan instaurarse en algunos de los lugares geodiversos con los que cuenta nuestro territorio.

Se exponen a continuación algunos ejemplos de geoparques, en donde el estudio, protección y aprovechamiento de sus sitios geomorfológicos y geológicos, ha desencadenado en ellos una serie de beneficios económicos, científicos y educativos.

El primer caso es el Parque Natural del Maestrazgo, España, el cual es considerado un laboratorio natural, donde puede apreciarse la evolución y modelado del relieve que ha ocurrido durante el Mesozoico y el Terciario en la placa Ibérica, siendo aprovechadas dichas formas del relieve por la ciencia (trabajos de investigación y visitas académicas) y por el turismo.



Figura 25. Visitas guiadas, organizadas por el Parque Natural del Maestrazgo, donde se explica la evolución del relieve a los turistas (Global Network of National Geoparks, 2013).

Entre los atractivos naturales que ofrece este geoparque a sus visitantes, se encuentran los miradores, en donde se puede apreciar las formaciones geológicas (sedimentos de origen marino y terrestre: con fósiles), estructuras tectónicas (pliegues y fallas: de varios tipos) y los accidentes geográficos (acantilados, valles profundos).



Figura 26. Pliegue *en rodilla* originado por la tectónica regional en el Parque Natural del Maestrazgo, uno de los atractivos turísticos para los visitantes (Global Network of National Geoparks, 2013).



Figura 27. Huellas de dinosaurio intercaladas con la de otros animales, es un atractivo turístico que es aprovechado como un recurso didáctico (Global Network of National Geoparks, 2013).

En los últimos diez años se han realizado múltiples investigaciones en el Parque Natural del Maestrazgo, cuyos resultados han sido publicados en artículos científicos, así como en documentos de divulgación, lo que ha fomentado el interés por visitarlo del público no especializado en dichos temas, aumentando de tal forma los flujos turísticos, lo que ha traído una derrama económica, significativa para el geoparque.

El segundo ejemplo, es el Geoparque Kárstico de Xingwen en China, en donde la diversidad geomorfológica es aprovechada de manera sustentablemente, en torno a su promoción científica y turística. Se localiza en la Provincia de Sichuan, en esta región predominan un sustrato de rocas calizas, donde ha tenido desarrollo un modelado kárstico (dolinas, úvalas, hums, lapiaz, cavernas, etc.).



Figura 28. Lapiaz: producto de la disolución de la roca caliza en el Geoparque de Xingwen (Global Network of National Geoparks, 2013).



Figura 29. Dolina de colapso en el Geoparque de Xingwen (Global Network of National Geoparks, 2013).

El Geoparque, es una herramienta para aprovechar y conservar la diversidad geomorfológica de un lugar. Esta modalidad busca una relación no destructiva entre el hombre y el medio; además de fomentar en la sociedad el interés por las ciencias de la Tierra, su importancia y aplicación en la vida real.

El interés de identificar y estudiar geomorfositos en el volcán Parícutin, abre la posibilidad de que en un futuro pueda crearse un geoparque. De ser así, será necesario un trabajo multidisciplinario y a esta intención, sumar la voluntad política y social que permita llevar a cabo tal objetivo. En este marco, el presente trabajo es una contribución que puede integrarse a una iniciativa más compleja que involucre la conservación del relieve y su manejo sustentable como recurso turístico.

El Geomorfosito por sus características excepcionales de formación, evolución y sus contenidos culturales, se han vuelto en los últimos 13 años un elemento indispensable en el estudio y cuidado del Patrimonio Geomorfológico de un territorio.

El método para estudiar a los geomorfositos debe tomar en consideración una evaluación cualitativa como cuantitativa, por la naturaleza de los elementos que componen a estos sitios geomorfológicos. Este análisis tenderá a ser general o detallado de acuerdo a la escala de trabajo; teniendo los objetivos de evidenciar la importancia de cada sitio y sus riesgos de degradación.

La representación cartográfica de los geomorfositos, si bien no cuenta en la actualidad con normas específicas para su elaboración, ofrece una amplia gama de temáticas y aplicaciones para estos mapas. Teniendo como única regla, que funjan como un medio para la difusión del concepto y promoción del Patrimonio Geomorfológico, a partir de una interpretación sencilla y clara, ya que el grupo al cual deben estar dirigidos, es a un público en general (turistas y población local), que será el principal encargado de cuidar estos sitios geomorfológicos.

La existencia de una diversidad geomorfológica (geomorfositos) con un valor patrimonial para un territorio, puede ser aprovechado bajo la estructura del geoparque, el cual involucra estos elementos abióticos en las tareas de conservación de la zona, de una manera integradora, entre la sociedad y estos elementos del medio, de manera sustentable a fin de generar un desarrollo económico en la zona, a través del geoturismo.

Capítulo II. Volcán Parícutin, Michoacán, México

2.1 Contexto geológico general: Cinturón Volcánico Mexicano

El volcán Parícutin se localiza en el Cinturón Volcánico Mexicano (CVM); el cual se extiende por más de 1,100 km desde la costa de Jalisco y Nayarit hasta la de Veracruz, en una dirección E-W (Macías y Capra, 2005), con amplitudes que van de los 100 a 200 km (Rzedowski, 1983). Su origen está relacionado con la subducción de la Placa de Cocos por debajo de la Placa Norteamericana (Martín y Németh, 2006). El inicio de su actividad volcánica se estima en más de 10 Ma, reconociéndose dentro de este periodo, dos ciclos representativos, uno Oligo-Miocénico y otro Pliocénico-Cuaternario (Demant, 1978).

En el CVM se concentra la mayor parte del vulcanismo activo de México, con la presencia de numerosos aparatos volcánicos (Fig.30), como conos monogenéticos, estratovolcanes, con elevaciones en torno a los 4000 msnm, volcanes escudo, volcanes compuestos, calderas, lavas fisurales y domos (Macías, 2005).

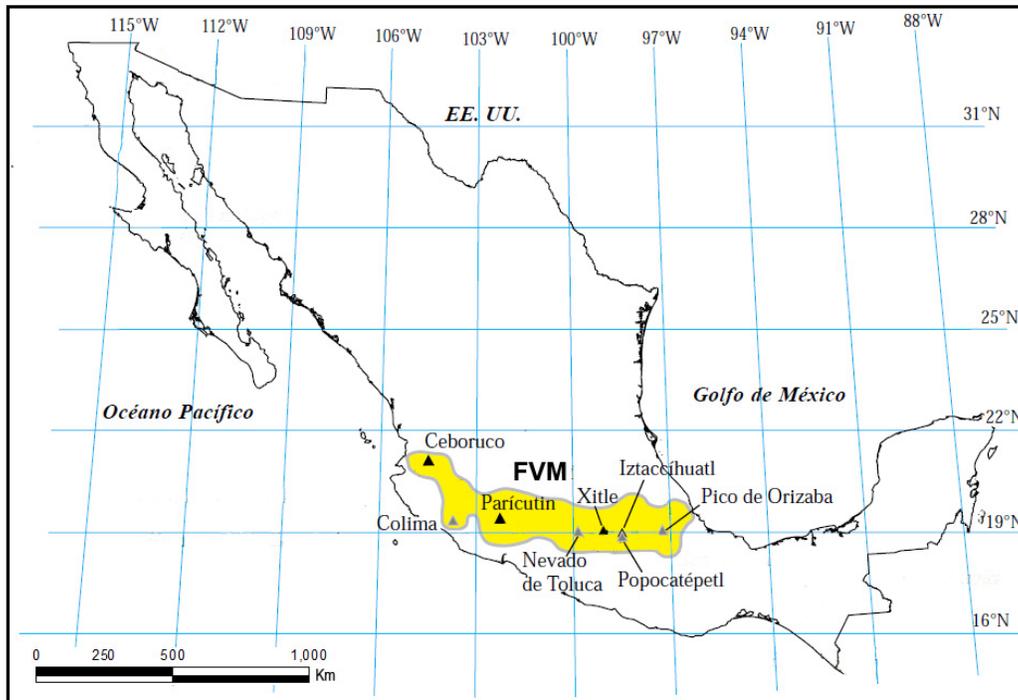


Figura 30. Localización del Cinturón Volcánico Mexicano (color amarillo), y algunos de los volcanes más importantes (triángulos) (Macías, 2005).

El CVM según Demant (1982), no puede ser definido como una sola entidad, sino como un conjunto de distintas zonas volcánicas, cuyas diferencias están dadas por su orientación, como por sus características vulcanológicas particulares. Por esta razón, ha sido dividido en tres regiones principales (Fig. 31) (Mazzarini, *et.al.*, 2010):

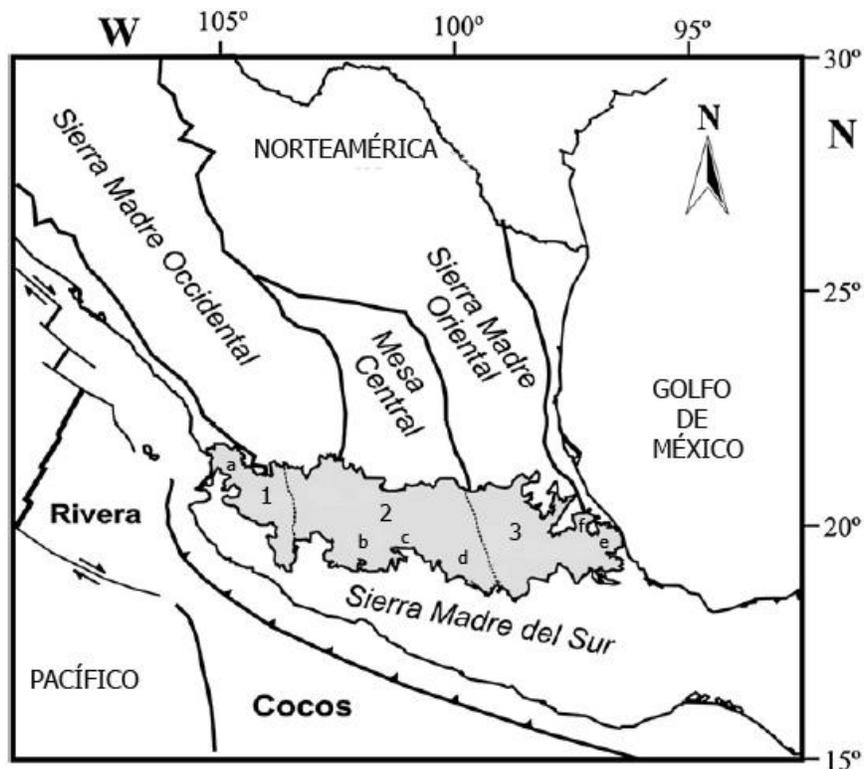


Figura 31. Ubicación del Cinturón Volcánico Mexicano (en color gris), y localización de las tres regiones que lo componen; Sector Occidental (1), Sector Central (2) y Sector Oriental (3). Así como los principales campos monogenéticos del CVM: Mascota (a), Michoacán-Guanajuato (b), Valle de Bravo (c), Chichinautzin (d), Xalapa (e) y Chiconquiaco-Palma Sola (f) (Mazzarini, *et.al.*, 2010).

-Sector Occidental: Inicia con el graben de Tepic hasta Zacoalco, en el estado de Nayarit y termina en el Graben de Colima. Su origen parte del Plioceno hasta el Cuaternario, esta porción del CVM presenta actividad volcánica reciente (erupciones del volcán de Colima y Ceboruco).

-Sector Central: abarca un área que va desde los 100° W hasta los 103 ° 30´ W de longitud. Se encuentra separada de la porción Oriental por el sistema de fallas Taxco-San Miguel de Allende.

-Sector Oriental: Parte del Oeste del Estado de México y continua hasta el Sur de Veracruz. Se caracteriza por la presencia de estratovolcanes ubicados de N-S.

Dentro de estos sectores se encuentran varias zonas en donde proliferan volcanes de tipo monogenético. A estos lugares se les ha dado por llamar *Campos Volcánicos Monogenéticos*, que en realidad son una extensión del CVM, siendo estos los siguientes:

- **Campo Volcánico Mascota:** ubicado en el bloque Jalisco, al W del CVM. Extendiéndose a través de un área de 2000 km². Contiene alrededor de 87 conos volcánicos, de pequeñas dimensiones, siendo la edad de los más antiguos de 2.4 Ma (Ownby, *et.al.*, 2008).

-**Campo Volcánico Michoacán-Guanajuato:** situado al W de la parte central de CVM, siendo las estructuras volcánicas características, los volcanes escudo, conos de escoria, domos y algunas estructuras mayores como el volcán Tancítaro, clasificado como el único volcán poligenético en la región (Mazzarini, *et.al.*, 2010).

-**Campo Volcánico Valle de Bravo:** localizado en el frente S del CVM, al SO del estrato volcán Nevado de Toluca. Compuesto por al menos 122 conos de ceniza, algunos volcanes escudo y domos, así como un complejo volcánico (compuesto de conos y domos) en la parte occidental de este campo (Aguirre, *et.al.*, 2006).

-**Campo Volcánico Sierra de Chichinautzin:** se encuentra al N-NW del sistema de fallas Taxco-San Miguel de Allende, siendo el límite occidental del CVM, conteniendo alrededor de 220 volcanes monogenéticos, cuya actividad comenzó hace 40 Ma (Mazzarini, *et.al.*, 2010).

-**Campo Volcánico Xalapa:** campo de 2400 km², emplazado al E del volcán Cofre de Perote, en torno a la ciudad de Xalapa Veracruz. Contiene cerca de 50 volcanes, formados durante el cuaternario tardío, de los cuales predominan los conos de escoria y una escasa presencia de volcanes escudo y anillos de toba, cuyas edades van de los 2 a 0.1 Ma (Rodríguez, *et.al.*, 2010).

-**Campo Volcánico Chiconquiaco-Palma Sola:** se halla en el extremo NE del CVM, en el estado de Veracruz, cuya actividad comenzó hace 6.9 Ma (Ferrari, *et.al.*, 2005).

Es en el Campo Volcánico de Michoacán-Guanajuato (CVMG), dónde se encuentra una de las mayores concentraciones de volcanes monogenéticos relacionados con un régimen del subducción en el mundo; aparentemente originados por fracturas corticales, con una dirección NE-SW que se extienden hacia el norte del Bajío. El CVMG está limitado al E

por el anticlinal de Tzitzio (Legorreta, 1999). En las estribaciones de la vertiente norte del volcán Tancítaro se encuentra el volcán Parícutin, un cono de escoria que se emplazó en tiempos modernos.

2.1.1 Campo Volcánico Michoacán-Guanajuato

Se encuentra en el sector central del CVM, a una distancia entre 200 y 130 km de la costa del Pacífico, de forma perpendicular a la Trinchera Mesoamericana. Abarca una vasta región que va de la laguna de Chápala al oeste, el límite del Estado de Michoacán al este y llega hasta el Estado de Querétaro, al norte (Fig. 32) (Gómez-Tuena, *et.al.*, 2005).

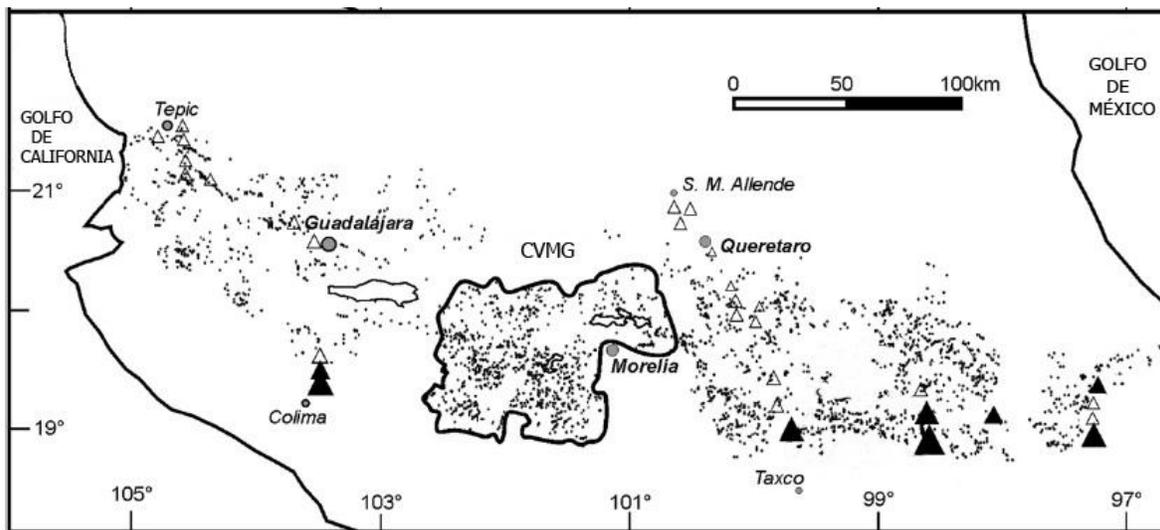


Figura 32. Localización del Campo Volcánico Michoacán Guanajuato, dentro del Sistema Volcánico Mexicano (Mazzarini, *et.al.*, 2010).

El CVMG ocupa una superficie de $>40\ 000\ \text{km}^2$, contiene alrededor de 1000 volcanes monogenéticos entre los que se pueden identificar domos y conos de escoria, así como algunos cráteres de explosión (maars). Diversos estudios han calculado la densidad de estructuras volcánicas al interior del CVMG; Hasenaka y Carmichael (1985) propone una densidad de 2.5 volcanes por cada $100\ \text{km}^2$; Lugo-Hubp, *et.al.* (1985), obtuvo una densidad de 12-19 volcanes cuaternarios por cada $100\ \text{km}^2$, para el CVMG y Tlaxcala.

Guilbaud, *et al.* (2012) calculo al interior del CVMG, en el área de Tacámbaro una densidad de 16 volcanes por cada 100 km². Otros estudios proponen la existencia de aproximadamente 400 edificios poligenéticos, estos representados por volcanes de tipo escudo, de dimensiones modestas (Corona-Chávez, *et.al.*, 2006), cabe señalar que esta propuesta es necesaria tomarla con reservas, ya que no se conoce en la actualidad cuántas de estas estructuras son en realidad de origen monogenético.

Se cree que el vulcanismo monogenético, dentro del CVMG, comenzó aprox. hace 3 Ma, dándose una migración del frente del vulcanismo activo, hacia el SW de este (Corona-Chávez, *et. al.*, 2006). A una distancia de 300 km de la Trinchera Mesoamericana existe una elevada concentración de volcanes escudo con edades que rondan los 3 y 1 Ma, mientras que a medida que nos acercamos a la Trinchera y en particular a los 200 km de distancia, se incrementa la densidad de conos de escoria, de edades menores al millón de años (Hasenaka y Carmichael, 1985).

Los productos extruidos en el CVMG son del tipo basálticos andesíticos y, en menor proporción, basálticos alcalinos (Mazzarini *et. al.* 2010). Esta composición de lavas, está asociada con un vulcanismo joven y actual que, en general, se presenta en zonas de subducción, correspondientes al margen continental, originando una gran variedad de formas de relieve volcánico (Lugo-Hubb, 2011).

En general. los conos monogenéticos del CVMG se encuentran distribuidos aleatoriamente, sin indicar una orientación preferencial; aunque localmente muestran algunas tendencias. Por ejemplo, para la porción norte del CVMG, las alineaciones de los conos se aprecian en sentido N-S, en la parte central la orientación es E-NE, y en la sección sur está es NE. De acuerdo con lo anterior, se ha propuesto que en el último millón de años, la actividad volcánica ha mostrado una migración hacia el SW (Mazzarini *et. al.*, 2010).

Por otro lado, la vida media de los centros eruptivos monogenéticos es relativamente corta (menor a los 15 años). El caso del volcán Parícutin es un ejemplo de esto, cuya actividad duro alrededor de 9 años (1943-1952). Este evento es evidencia de la reciente actividad que se ha dado en esta región (Fig. 33). Dichas características indican que la tasa de abastecimiento de magma es tan baja, que no permite la formación de cámaras magmáticas someras de larga duración (Gómez-Tuena, *et. al.*, 2005).

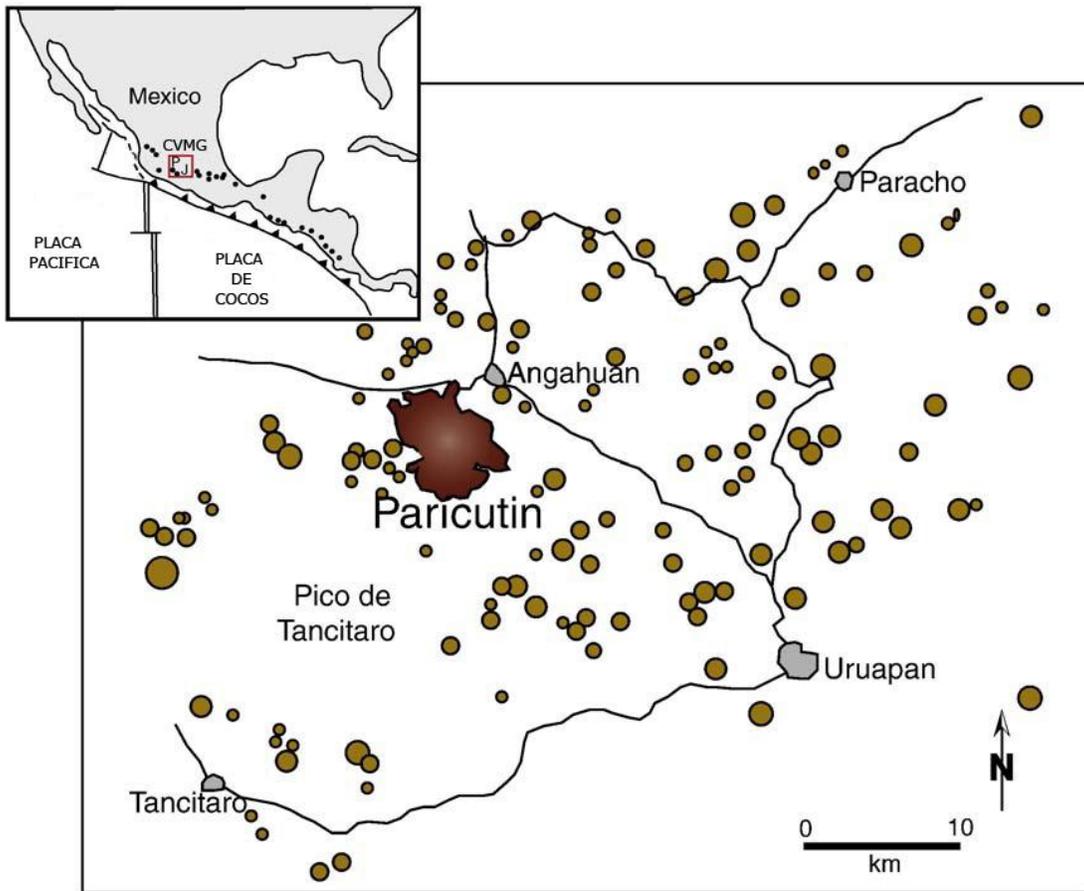


Figura 33. Ubicación del volcán Parícutin y sus productos (color rojo), dentro del Campo Volcánico Michoacán-Guanajuato (recuadro rojo, imagen superior izquierda). También se muestran otros centros eruptivos en la zona (círculos cafés) (Erlund, *et. al.*, 2010).

El nacimiento del Parícutin es uno de los eventos que mayor huella ha dejado en la sociedad, ya que el momento histórico en el que surgió facilitó la difusión de información acerca de su nacimiento y de los impactos ocasionados por éste, en todo el mundo.

2.2 Parícutin: historia eruptiva

El nacimiento del volcán Parícutin es uno de los eventos volcánicos mejor documentados en el mundo, representó la oportunidad para la comunidad científica y la sociedad de presenciar uno de los eventos más impresionantes de la naturaleza: el nacimiento de un volcán. Fue la primera ocasión, en que pudo registrarse un evento así, de principio a fin, se describió paso a paso, desde los fenómenos pre-nacimiento hasta el momento del cese de su actividad (Legorreta, 1999).

Tal acontecimiento se dio en un momento histórico importante, en el que los avances en la ciencia permitieron realizar distintos estudios de carácter geológicos, petrológicos y vulcanológicos, como lo fue, la descripción geológica del evento, realizada por el geólogo mexicano Ezequiel Ordoñez (1947).

Otros científicos que estudiaron este nuevo volcán mexicano, fueron Trask (1943), Dorf (1945), Zies (1946), Segerstrom y Gutiérrez (1947), Bullard (1947), Fries (1953), entre otros. Formaron parte de un grupo de científicos que registraron, los eventos volcánicos desde el punto de vista de diferentes disciplinas.

Durante la erupción del volcán Parícutin, se pudo fotografiar y video grabar por primera vez un fenómeno como esté, por lo que sirvió de escenario para una serie de cintas cinematográficas de ciencia ficción, donde se vinculan los volcanes con desastres naturales, como lo fue la película estadounidense *El Escorpión Negro* (1957). La espectacularidad del relieve volcánico continua llamando la atención, el ejemplo más reciente es el *videoclip* de la canción *Llorar* (2012), que interpreta Jessie & Joy y Mario Domn sobre las lavas que cubren la Iglesia del Señor de los Milagros o de las Conchas.

El interés por presenciar la erupción del Parícutin no se limitó al ámbito científico. Este fenómeno inspiró a numerosos artistas plásticos de la época, entre los más famosos se cuenta a Diego Rivera y Gerardo Murillo mejor conocido como el *Dr. Atl*.

La formación del volcán Parícutin envuelve una serie de circunstancias, que no sólo lo hacen un ejemplo de fenómeno perturbador y modificador de un territorio. Es el elemento más importante de la región en el cual tiene apoyo la cultura, religión y la economía actual de los poblados localizados en las cercanías del volcán. Con el fin de analizar la

repercusión e influencia que tuvo la erupción, se hace necesario conocer su historia eruptiva.

2.2.1 Nacimiento del volcán Parícutin (1943)

El volcán surge en el antiguo poblado de San Salvador Parícutin, de ahí su nombre, que perteneció al Municipio de Parangaricutiro (al W del estado de Michoacán), entre valles rodeados de volcanes que, como se ha explicado anteriormente, corresponden a aparatos volcánicos de naturaleza monogenética y que forman parte del CVMG.

Apareció en la parcela de Cuiytziró, propiedad del Señor Dionisio Pulido (Fig. 34), que junto con su esposa Paula y su hijo Crecencio Pulido, están registrados como los únicos testigos oculares del nacimiento del volcán (Rodríguez-Elizarrarás, *et.al.*, 1993).



Figura 34. Fotografía del Sr. Dionisio Pulido, habitante del poblado de San Juan Parícutin, quien presenció el nacimiento del volcán dentro de su parcela de cultivo, conocido como el dueño del volcán (Mendoza, 2010).

La actividad pre-eruptiva del Parícutin fue intensa ya que, al menos dos semanas antes, específicamente el 5 de febrero de 1943, comenzó la actividad sísmica, percibida por los pobladores de Angahuan, Parícutin, Parangaricutiro, Zirosto, Los Reyes y Tancítaro. El de

mayor magnitud (4.4 en la escala de Richter), ocurrió el 7 de febrero de 1943; posteriormente y hasta el día de la erupción, se suscitaron alrededor de 21 sismos cuyas magnitudes variaron entre los 3.2 y 4.5 grados en la escala de Richter (Rodríguez-Elizarrarás, *et.al.*, 1993). Situación que alertó a los pobladores ya que tales sucesos no eran comunes, presentimiento que se materializaría días después.

El 20 de febrero de 1943, posterior a la intensa actividad sísmica previa; alrededor de las cuatro de la tarde, en el poblado de San Juan Parangaricutiro, el señor Dionisio Pulido, escuchó un ruido estruendoso parecido al de un trueno en su parcela de cultivo. Reportó la presencia de una grieta de casi 30 m de longitud, generada por este estruendo y con una dirección E-W.

Mientras crecía la grieta, comenzó a emanar y elevarse de esta abertura, una columna de ceniza, así como escoria y bombas volcánicas (Fig. 35), que fueron construyendo el edificio del Parícutin. Alcanzando en unas horas, una altura de 8 m, con una base de 20 m (Yarza, 1992). En las primeras 24 horas, el volcán alcanzó una altura de aproximadamente 30 metros (Macías y Capra, 2005).



Figura 35. Fotografía de la columna eruptiva inicial, que horas más tarde comenzaría a formar el cono de escoria del Parícutin (Mendoza, 2010).

El espectáculo que ofreció el volcán en su primer día de actividad fue impresionante para los pobladores del lugar, durante el día la constante emisión de humo de color negro era, acompañada de estruendosos ruidos debido a la emisión de piroclastos y cenizas. Por la noche, ofrecía un panorama luminoso con rocas incandescentes que salían del cráter y, al mismo tiempo, emanaba lava de color rojizo y amarillo intenso; aspectos que hicieron de este fenómeno un evento fascinante.

El tiempo de duración de la actividad volcánica del Parícutin fue de casi 9 años (1943-1952), durante este tiempo presentó un estilo eruptivo estromboliano a estromboliano violento (Pioli *et al.*, 2008). Sus erupciones fueron tan particulares que, incluso, fue nombrado como *estilo eruptivo Parícutin* (Martin y Németh 2006), en el que la secuencia piroclástica muestra una erupción rítmica y continua, mientras que la emisión de lavas domina durante la longeva duración de la erupción.

Dichas erupciones, suscitadas constantemente en periodos de minutos u horas, pueden alternarse con emanación de lavas (Ollier, 1972). Esta dinámica explica por qué, en tan poco tiempo, el edificio volcánico adquirió dimensiones significativas, ya que la emisión de material fue constante, lo que permitió que en el material acumulado cerca de la fuente formara un cono semi-estratificado de extensiones considerables, teniendo un diámetro de base por su forma elíptica, de 965 m al NW-SE y de 620 al NE-SE (Inbar, *et.al.*, 1994).

La erupción trajo consigo una nueva configuración del relieve y por tanto la sociedad local, se vio afectada por la destrucción de sus viviendas, campos de cultivo, desabasto de alimentos y migración de la población a consecuencia de la emisión de lavas y piroclastos. Aunque en algunos casos, este evento fue una oportunidad, para algunos de los pobladores del lugar, como el propio Dionisio Pulido, de sacar un provecho económico a través de la organización de visitas guiadas al volcán.

Entre los visitantes se contaba con un nutrido grupo de científicos que describieron la actividad de principio a fin. Ellos aportaron la reconstrucción paso a paso de la erupción, a través de numerosos reportes que en conjunto recrearon la historia eruptiva del Parícutin.

2.2.2 Etapas eruptivas (1943-1952)

La descripción de los nueve años de actividad del Parícutin, está basada en los textos de Foshag y González (1956). Estos autores dividieron la actividad eruptiva en cuatro periodos: *Quitzocho*, *Sapichu*, *Taquí* y *Final*. Los tres primeros reciben el nombre de las bocas activas durante la erupción. El último estadio representa la calma y cese del fenómeno volcánico (Alcántara-Ayala, 2010). A partir de estos episodios y con información de otros autores, se expone la historia eruptiva del Parícutin:

Periodo *Quitzocho* (20 febrero 1943 - 18 octubre 1943)

20 febrero, 1943. Alrededor de las 16 horas aparece una fractura con rumbo SW, en el terreno de cultivo llamado *Cuiyútsuru*. La grieta presentaba 50 cm de largo, 5 cm de ancho y 0.5 de profundidad. Su emplazamiento estaba muy cerca del Cerro *Canicjuata* y la mesa *Cocjarao*, ese fue el punto preciso en donde se abriría la primera boca volcánica. Media hora después de su aparición inicio la emisión de gas, vapor de agua y piroclastos incandescentes (lapilli, bloques y cenizas).

Para las 18 horas, se observó la formación de nuevas fracturas y un incremento en altura de la columna eruptiva, la cual comenzó a arrojar gases y bombas a alturas de hasta 5 m; en las siguientes 2 horas, comenzó la emanación de lo que denominaron *lenguas de fuego*. En realidad se trataba de material lávico que comenzó a salir de las fisuras, mismo que formó la base del cono junto con las cenizas y piroclastos acumulados alrededor del foco emisor; 24 horas después de la aparición de la primera fractura, se calculó la altura del cono en 7 m (Luhr y Simkin, 1993).

21 febrero, 1943. A tan solo 28 horas después de iniciada la actividad, el cono ya presentaba una forma cónica con una altura de 8 m y aumentaba en la medida que el material continuaba acumulándose alrededor del aún incipiente edificio. A las 8 de la mañana de ese mismo día, el volcán presentaba una altura aproximada de 10 - 12 m; ya para las 10 horas, el edificio había crecido en doble: 25 m en la vertical y la columna eruptiva en este periodo alcanzó la cima del Tancítaro (3845 msnm).

El edificio alcanzó los 30 metros de altura a las 13 hrs y un diámetro basal de 70 m. En estos momentos, el cono presentaba una morfología en herradura en su cráter, como resultado del colapso del flanco NE (Foshag y González-Reyna, 1956).

23 de febrero, 1943. Para esta fecha el volcán había alcanzado los 60 m de altura, hecho que ponía de manifiesto una intensa actividad donde predominó la expulsión de bombas y ceniza (Ordoñez, 1947). Durante estos eventos se formaron en el interior del volcán tres bocas escalonadas, por donde eran expulsadas corrientes de lava de manera *tranquila*. Esta actividad efusiva continuo hasta el 24 de febrero, ya que al otro día se registraron violentas explosiones, un promedio de 16/min (Robles-Ramos, 1943).

26 de febrero, 1943. La actividad explosiva se continuó hasta alcanzar 18 eventos violentos por minuto, en promedio. Este día se calculó la altura del labio superior en 167 m y el diámetro de la base del edificio en 730 m. La diferencia de altura entre los bordes del cráter (superior e inferior), se estimó en 26 m.

El volumen del cono fue calculado en $19\ 5000\ 000\ m^3$ por tanto la tasa promedio de crecimiento se calculó en $3\ 330\ 000\ m^3/día$ (*Ibit.*). La actividad explosiva se mantuvo constante, para el día 27 se presentaban 15 explosiones/min. En esta fecha el Instituto de Geología de la UNAM, estimó la altura del volcán en 106 m (Luhr y Simkin, 1993).

28 de febrero, 1943. La columna eruptiva alcanzo los 244 m sobre la cima del volcán, desplazándose hacia el este (Fig. 36). El Parícutin para esta fecha, expulsaba sólo piroclastos, las bombas eran expulsadas a alturas entre 600- 900 m y alcanzaron distancias de 1000 m (Trask, 1943). No obstante, la actividad explosiva había disminuido y era regular; un evento cada cuatro segundos. Para entonces la altura del volcán era de 160 m (Ordoñez, 1943).



Figura 36. Aspecto que presentaba el Parícutin el 28 de febrero, visto desde su flanco N (Instituto de Geología, 1945).

Aquí culmina la primera etapa de fuertes explosiones que dieron inicio el 25 de febrero y cesaron el 28 del mismo mes. Hay que mencionar que, a finales de febrero, el volcán contaba con dos bocas; la del W arrojaba material incandescente de manera explosiva y la E expulsaba densas nubes de ceniza (Waitz, 1943).



Figura 37. Emisión de columna eruptiva (vapor de agua y piroclastos), 28 de febrero de 1943 (Instituto de Geología, 1945).

1 y 2 de marzo, 1943. El volcán alcanzó los 165 m de altura, la base era ligeramente elíptica orientada de E a W; el diámetro aproximado se calculó en 560 m. Para el día 2, el cráter se encontraba destruido en su pared NW debido a la emisión constante de lava por ese flanco (Fig. 38). Esta característica duró muy poco tiempo; tres días después, la morfología de cono truncado era visible de nuevo y la altura seguía en aumento. En esta fecha se reportó la aparición de una tercera boca ubicada en el flanco NW, que emitió corrientes de lava que posteriormente formarían el flujo *Quitzocho* (Fig. 39) (Ordoñez, 1943).



Figura 38. Abertura del cráter en su sector NW el 2 de marzo de 1943 (Instituto de Geología, 1945).



Figura 39. Frente de lava localizado en el flanco NW: 2 de marzo de 1943 (Instituto de Geología, 1945).

6 de marzo, 1943. 15 días después del inicio, la actividad explosiva era persistente, un promedio de 15 a 20/min. Este fenómeno ocasionó una mayor amplitud del cráter, lo que incremento la expulsión de bombas, escorias y vapores (Yarza, 1992).

18 de marzo, 1943. La caída de bombas cesa e inicia la emanación de cenizas; a partir de esta fecha y hasta junio del mismo año aumentó la intensidad eruptiva, lo que ocasionó graves daños y destrucciones en los poblados cercanos al volcán. Los cultivos y gran parte del bosque desaparecieron; por incendio o sepultados por potentes capas de piroclastos (Flores-Reyes, 1945).

Para el 20 de marzo, la altura del volcán era de 148 m (Luhur y Simkin, 1994), y la boca NE, formada a finales de febrero de 1943, deja de funcionar y comienza su relleno (Fig. 40). El cierre y abertura de bocas a lo largo de la actividad volcánica del Parícutin, favoreció la expulsión y acumulación de piroclastos en distintos sectores del edificio, característica que modifico constantemente la morfología; de cono truncado al inicio, a edificio asimétrico con cráter en herradura y regresar a su forma inicial.



Figura 40. La abertura del flanco NE al dejar de funcionar, se colmato debido a la constante emisión de piroclastos (Instituto de Geología, 1945).

10 al 15 de abril, 1943. En este periodo la actividad explosiva es intensa y al respecto Gerardo Murillo, *el Dr. Atl*, comenta que este fenómeno fue acompañado de columnas

eruptivas *negras* (piroclastos) y blancas (gaseosas), y denomina este tipo de erupción como *Paricutínea*.

Las explosiones más violentas se registraron a las 14 horas (dato aproximado) del 17 de abril, en esta ocasión se elevó una columna piroclástica que fue acompañada por constantes expulsiones de bombas (Ordoñez, 1943).

Las descripciones anteriores dejan claro que uno de los periodos explosivos más importantes se presentó entre el 18 de marzo y 17 de abril. Este estilo eruptivo ocasionó un ensanchamiento del cráter; esta morfología, posiblemente, tuvo relación con una erupción *silenciosa*, que expulsó arena gruesa que el viento arrastró hasta 400 km de distancia (Fig. 41), mismas que alcanzaron a precipitar en azoteas y calles de la Ciudad de México los días 8, 9 y 10 de abril de 1943 (*Ibit.*).



Figura 41. Erupción *silenciosa* del Paricutín ocurrida en abril de 1943, los piroclastos de dicha actividad tuvieron una amplia distribución, incluso llegaron a la Ciudad de México (Mendoza, 2010).

21 de mayo al 9, junio de 1943. Este periodo se caracteriza por una disminución en la intensidad de las erupciones; este hecho coincide con una morfología amplia del cráter que permite que los piroclastos sean expulsados en grandes cantidades y con explosiones de baja intensidad.

El aparente periodo de calma termina el 9 de junio, a partir de esta fecha densas nubes de piroclastos (5 km de altura) acompañadas de fuertes explosiones y estruendosos

ruidos, indicaban que el volcán regresaba a un estilo eruptivo explosivo y violento (Fig. 42). A las 21 horas de ese día, el flanco N del cono se colapsa debido a la emanación violenta de flujos de lava. Estos materiales al enfriarse se fueron acumulando en las cercanías del edificio hasta formar una loma (Luhr y Simkin, 1993).



Figura 42. Erupción del volcán Parícutin, a poco menos de 5 meses que apareció en la parcela de Dionisio Pulido (Mendoza, 2010).

10 a 14 de junio, 1943. Los flujos de lava llegaron al poblado de Parícutin, el cual se encontraba parcialmente destruido debido a la constante caída de piroclastos. Estos hechos ocasionaron la migración obligada de la población hacia *Calzonziti* (Yarza, 1992).

Para el 15 de junio el volcán tenía una forma asimétrica y su punto más alto alcanzaba los 320 m de altura (Robles-Ramos, 1943). En el mes de julio, la simetría del cono se recuperó con la caída de ceniza y el cese momentáneo de emisión de lava. La forma de cono truncado se pierde el 24 de julio por un nuevo deslizamiento en el flanco N del volcán, a este fenómeno se le atribuye la reactivación de la actividad volcánica el 2 de agosto (Luhr y Simkin, 1993).

5 a 26 de agosto, 1943. Se suceden derrumbes que se asocian a fuertes explosiones y a la presencia de numerosos flujos de lava, estos continuaron acumulándose en la periferia del cono, lo que favoreció el desarrollo, en extensión y altura (30 m) de una morfología de lomeríos (*Ibit.*).

El 18 de septiembre se abre una boca en la base SW del volcán, el diámetro era de 2 m y por la cual, se emitieron constantes flujos de lava. El 19 de septiembre, Foshag y González estimaron la altura del cono en 365 m (Ordoñez, 1943).

El periodo Quitzocho finalizó el 18 de octubre de 1943 y comprende los primeros nueve meses de actividad del Parícutin, representa la etapa de formación de un edificio volcánico en constante reconstrucción, debido a deslizamientos parciales de sus flancos o fuertes explosiones que *abrían* el cráter (herradura). El estilo eruptivo que predominó fue el explosivo sobre el efusivo y los materiales expulsados variaron en composición, de basaltos a andesitas; la altura promedio, a lo largo de este estadio fue de 300 m (Alcántara-Ayala, 2010).

Periodo *Sapichu* (19 octubre 1943 - 8 enero 1944)

19 de octubre, 1943. En esta fecha se registraron intensos sismos que tuvieron su epicentro en el sector NE del volcán, asociados con estos eventos se emitieron densas columnas piroclásticas (nubes plumizas), acompañadas de fuertes estruendos y expulsión de lava a manera *de fuente* desde el cráter (Yarza, 1992).

Es importante señalar que, en el mismo flanco donde se generaron los sismos (NE), se formaron siete bocas, días después desaparecieron cuatro y al término de una semana, una sola se mantuvo activa; esta dio origen al volcán adventicio, *Sapichu* (Fig. 43).

El *Sapichu* presentó una actividad efusiva muy intensa, emitió numerosas coladas de lava, la más larga fue de un kilómetro de longitud y 400 metros de ancho. A un mes de su formación, alcanzó 33 m de altura (Legorreta, 1999).



Figura 43. A la izquierda de la fotografía se observa el volcán adventicio *Sapichu*, emitiendo una densa columna de piroclastos, este fenómeno no fue el característico de esta estructura. La emisión de continuas y potentes coladas de lavas, fue su actividad más importante (Mendoza, 2010).

31 de octubre, 1943. En esta fecha la actividad volcánica disminuye de manera considerable. El 3 de noviembre la altura del Parícutín se calculó en 364 m y el alpinista Armando Pfeiffer se convierte en el primero en llegar al borde del cráter (Flores-Reyes, 1945).

El 18 de noviembre, 1943. La actividad registró su mínima intensidad y, de manera ocasional, eran expulsadas pequeñas rocas incandescentes (Luhr y Simkin, 1993).

4 de diciembre, 1943. Nuevamente Pfeiffer, junto con el sargento José Rosales, ascienden al volcán. En esta ocasión, los vapores emitidos no les permitieron observar con claridad el fondo del cráter. En esta fecha, el *Sapichu* presentó un estilo eruptivo combinado (efusivo y explosivo), con dos máximos en su actividad (8 al 12 y 15 al 16, de diciembre) (Ordoñez, 1945).

19 de diciembre, 1943. Abraham Camacho y Celedonio Gutiérrez realizan un vuelo en helicóptero por la cumbre del Parícutín (Fig. 44), destacan entre sus observaciones, la existencia de 3 pequeños túneles o *aberturas* muy activas, por donde eran expulsados piroclastos. Al final del primer año de haberse formado el Parícutín, su altura era de 325 m.



Figura 44. Celedonio Gutiérrez (con sombrero y en tercer plano en la fotografía), Roy Bir, piloto del helicóptero (segundo plano) y Abraham Camacho (primer plano), haciendo preparativos para el reconocimiento aéreo de Parícutín (Mendoza, 2010).

5 de enero, 1944. El geólogo Ezequiel Ordoñez, menciona que la actividad del *Sapichu* (constante hasta entonces), iba en decremento. Esta afirmación la hace al observar que las emisiones de lava, material incandescente y gases, eran menores si eran comparadas con las del año anterior. El 6 de enero, cesó por completo la efusión de lava del *Sapichu* y al derrumbarse las paredes escarpadas de su cráter, se pone fin a 79 días de constante actividad (Ordoñez, 1945).

7 de enero, 1944. En esta fecha se observa una alternancia en la emisión de piroclastos, comienza en el flanco SW (conocido como los *hornitos*) y *migra* al lado opuesto, hacia el *Sapichu*, en este lugar se mantuvo la noche del 7 y en la tarde del 8 de enero cesa. La noche de ese mismo día, la actividad comienza en las bocas Taquí y Ahuán (al W y S del Parícutín, respectivamente), estos dos eventos marcan el fin de este periodo eruptivo.

La segunda etapa se distingue por la abundante y constante emisión de flujos de lava que llegaron a superficie a través de un sistema de bocas que se asocian (por su orientación), con una falla que cruza la Mesa del Corral, *Ahuán* y *Sapichu*.

En general, se puede afirmar que la actividad dominante del *Sapichu* fue parecida a la del Parícutin (estromboliana), pero en menor escala y con una duración de 79 días. Al término de este periodo, la altura del Parícutin alcanzaba los 350 m.

Periodo *Taquí* (9 enero 1944 - 12 enero 1945)

10 de enero, 1944. Se registraron dos sismos de gran magnitud (6 y 5 grados en la escala de Mercalli), los epicentros se localizaron en el Océano Pacífico frente a las costas de Guerrero. Curiosamente, ese mismo día, el Parícutin entró en actividad, esta nueva etapa se caracterizó por la presencia de eventos explosivos violentos que formaron un nuevo cráter.

Por la nueva abertura se expulsó lava *a manera de fuente*, fenómeno que se alternó con la emisión de potentes columnas piroclásticas. En este periodo eruptivo destaca la existencia de tres bocas nuevas, por las cuales se emitieron potentes flujos de lava que llegaron a las afueras del poblado de Parícutin; estos derrames marcan el inicio del tercer periodo, y reciben el nombre de *Taquí*.

Los piroclastos emitidos alcanzaron los poblados de Pátzcuaro y Zacapu (Yarza, 1992). Días después, la actividad se redujo gradualmente hasta permitir el ascenso al volcán a científicos y turistas, quienes observaron hasta 5 puntos activos dentro del cráter (Flores-Reyes, 1945).

6 de febrero, 1944. Los flujos emitidos en este día, cubrieron los sectores S y E del volcán. El 10 de febrero la altura del cono se calculó en 430 m. Para marzo de ese mismo año, la actividad en el cráter era variable en cuanto a la emisión de piroclastos (Fig. 45), algunas veces las columnas alcanzaban gran altura y adoptaban forma de *coliflor* (Segerstom, 1952).



Figura 45. Fotografía tomada el 20 de febrero de 1944 por el Dr. W. F. Foshag. Se aprecia un momento de calma en la actividad del Parícutin, el cual entraría en un nuevo periodo de erupción días después (Instituto de Geología, 1945).

Finales de abril, 1944. La actividad dio un cambio brusco, de constante, silenciosa y de poca intensidad, a espasmódica, explosiva, violenta y con abundante emisión de piroclastos. En estas fechas, un potente flujo de lava llegó al poblado de Parícutin (entre el 4 y 5 de mayo) a una velocidad de 24 m/hora (Fig.46). La destrucción fue total, lo que obligó a los pobladores a trasladarse a Angahuan (Ordoñez, 1947).



Figura 46. Destrucción del pueblo de Parícutin, debido al avance de coladas de lava (4-5 de mayo, 1944). Situación que era una atracción para los turistas, quienes alquilaban caballos para hacer el recorrido hacia este sitio (Mendoza, 2010).

En el mes de mayo el flujo nombrado San Juan, avanzó en dirección al poblado de San Juan Parangaricutiro, hecho que aceleró su abandono. La población afectada migró casi en su totalidad a un lugar conocido como *Los Conejos*, que más tarde dio origen al poblado Nuevo San Juan (al W de Uruapan), donde se construyó el nuevo templo que alberga en la actualidad el *Señor de los Milagros*, imagen religiosa que no fue afectada por las coladas de lava, cuando destruyeron su antigua iglesia (Yarza, 1992).

16 de julio, de 1944. En esta fecha, San Juan Parangaricutiro, es sepultado en su totalidad por la lava y piroclastos. Sólo el campanario de la iglesia y un pequeño sector del altar mayor, donde se encontraba la imagen del *Señor de Los Milagros*, no fueron cubiertos (Fig. 47) (Yarza, 1992).



Figura 47. Momento en el que el flujo de lava conocido como *San Juan*, llega al atrio de la iglesia del pueblo de San Juan Parangaricutiro; para ese momento, el techo y uno de los campanarios han colapsado (Mendoza, 2010).

15 de agosto, 1944. Abraham Carreño ayudante de Ezequiel Ordoñez, sube al volcán y estima la altura en 440 m (de base al punto más alto del borde del cráter). También reporta la formación de varias bocas en la ladera N del cono (próximas al *Sapichu*), a través de las cuales se emitieron constantes y potentes flujos de lava, este fenómeno alcanza su máximo el día 17 del mismo mes; todo el conjunto se desplazan en dirección NE (Fig. 48). Otro hecho significativo ocurre el día 19 cuando sede el flanco SE del volcán, hecho que define una morfología en herradura del cráter (Ordoñez, 1947).



Figura 48. Vista nocturna de las bocas formadas en la ladera norte en el Parícutin el 17 de agosto de 1944. La emisión de lava fue constante, con dirección noreste (Instituto de Geología, 1945).

El 20 de agosto de 1944, la morfología en herradura del cráter, facilitó emisión de lava desde este punto y fue posible apreciar como este material desbordaba. Esta actividad tuvo continuidad hasta 7 de septiembre (Bullard, 1947) y se acompañó con varios deslizamientos, de poca magnitud, en distintos flancos del cono.

13 de septiembre, 1944. Un nuevo flujo es emitido desde la base del flanco SW del cono, fue reportado por Ezequiel Ordoñez quien lo observó desde su campamento. El avance de esta corriente fue lenta; hasta el 28 de septiembre se pudo observar su frente. Ordoñez, también menciona haber observado la formación de pequeños hornitos e incluso un lago de lava en la zona del foco emisor de la colada en cuestión (Ordoñez, 1947).

Noviembre, 1944. La actividad del Parícutin se caracterizó por ser errática con momentos de quietud y otros de actividad explosiva, acompañados de emisiones de piroclastos (Seegerstrom, 1952). El 20 de noviembre, la altura del volcán era de 270 m y, en general, el cono presentaba una morfología convexa suavizada (Luhr y Simkin, 1993).

7 de enero, 1945. Para esta fecha la actividad volcánica era mínima lo que permitió a Fuller y Howell ascender al borde, y verificar los siguientes cambios morfológicos al interior del cráter: creación de terrazas escalonadas en el sector N del anfiteatro (laderas interiores del cráter), así como la existencia de dos bocas. La primera presentaba

emanaciones de gases *azulados y blanquecinos*, localizada al SE. La segunda al centro y en la porción más deprimida, emitía una discontinua y efímera columna de gas (Ordoñez, 1945).

El periodo eruptivo *Taquí* se caracterizó por una persistente actividad efusiva, que se intercaló con periodos explosivos que destruyeron varias veces la morfología de cono truncado, para remplazarla por una cima en herradura y un edificio de geometría convexa suavizado. Al fin de este tercer periodo, ya se había emitido el 90% de los piroclastos que existen en la región (Fries y Gutiérrez, 1952).

Las emisión de coladas de lava fue persistente y continuó su emanación después de finalizar el denominado periodo *Taquí*, es decir hasta 1947 (mediados de la última fase). En este año terminó de formarse lo que Ezequiel Ordoñez denominó *Mesa Los Hornitos*. Por último, hay que señalar que, en este periodo, las lavas alcanzaron su máxima extensión (24.8 km²), hecho que incremento los espesores al sumarse con los ya existentes (Rodríguez-Elizarrarás, *et.al.*, 1993).

Periodo Final (13 enero 1945 - 4 marzo 1952)

Mayo, 1945. La relativa calma que existía en el volcán se interrumpe en este mes con la presencia de fuertes explosiones (Luhr y Simkin, 1993). El 27 de mayo se levanta, desde una pequeña chimenea de aproximadamente 2 m de diámetro, una densa columna de piroclastos (Fig. 49). Este foco emisor se localizaba en el interior del cráter (Foshag y González-Reyna, 1956).

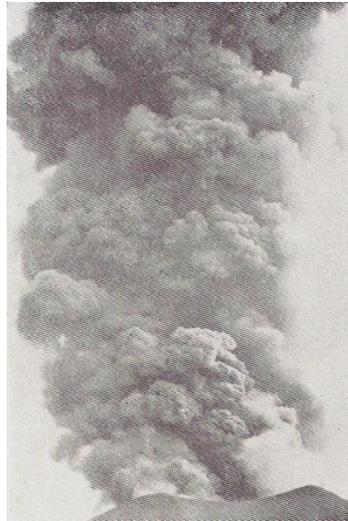


Figura 49. Densa columna de piroclastos emanada del cráter el 27 de mayo de 1945. Este evento marca el inicio del último periodo eruptivo del Parícutín (Instituto de Geología, 1945).

La columna de piroclastos fue el fenómeno más relevante, después de este evento el volcán presentó un periodo de quietud que era interrumpido por explosiones aisladas y muy baja magnitud, estas condiciones se mantuvieron hasta fines de febrero de 1946.

3 de marzo, 1946. En la base de la ladera sur se forma una nueva boca, 14 días después se presenta un deslizamiento, en el mismo sector, que desarrolla hummocks (Luhr y Simkin, 1993).

Entre abril y principios de mayo, se registraron siete días de caída continua de piroclastos, que se acompañaron de explosiones cada 15 minutos, todas ellas registradas en la boca de la ladera sur (Kennedy, 1946).

6 de mayo, 1946. Se reporta una columna piroclástica que variaba de color entre gris, negro y blanco. Para el día trece hay un incremento en la expulsión de material fragmentado y como consecuencia el borde SE del cráter incrementara su altura en 20 m, aproximados.

En el mes de junio se presentan dos periodos explosivos intensos, el primero del 11 al 21 y el otro de 27 al 30, entre ellos se intercala y periodo de calma.

El de julio inicia con emisiones intermitentes de gas; estas características se pierden a partir del día 4, fecha que marca un nuevo periodo explosivo con presencia de potentes

columnas piroclásticas; estas condiciones se mantienen hasta finales de agosto de 1946 (Seegerstrom y Gutiérrez, 1947). Para el mes de septiembre y la primera mitad de octubre, no existe reporte alguno, es posible que existiera una baja considerable en la actividad volcánica.

Octubre, 1946. Las explosiones se mantienen en un mínimo, tanto en frecuencia como en magnitud; para el día 18, cesa la actividad de la boca *Ahuán*. Con estas condiciones, de calma aparente, los cambios morfológicos del cono comenzaron a ser poco significativos. La forma del edificio era de cono truncado, el cráter tenía una profundidad de 140 m y en su porción más deprimida se localizaban tres bocas en calma aparente (Luhr y Simkim, 1993).

El estado de calma se mantuvo hasta el 14 de diciembre, al otro día fueron reportadas 2 grietas en la cima en el sector SE. Dichas estructuras de debilidad desencadenaron un desprendimiento al interior del cráter que provocó que la cumbre se deprimiera 10 m (Ordoñez, 1947).

14 - 15 de enero, 1947. Para estas fechas, el flanco NE se colapsa (deslizamiento volcánico) y de inmediato se reactiva otro sucedido en la ladera SW, con anterioridad. A éste se le atribuye la formación de una nueva boca, que recibe el nombre de *Puertecito*, estructura efímera que deja de funcionar el día 19 de enero. Una vez inactiva se abre una fisura en la base de la vertiente NE. Esta nueva estructura de debilidad se llega a conocer como *Nuevo Sapichu*, y funcionará hasta el término de la erupción. (Luhr y Simkim, 1993).

25 febrero, 1947. El *Nuevo Sapichu* continua expulsando potentes coladas de lava sobre la emisión alternada de piroclastos, estas condiciones se mantienen de mayo a noviembre (Luhr y Simkin, 1993).

Enero de 1948, el Parícutin se acercaba hacia un periodo de calma y durante este mes su actividad fue errática pero de gran intensidad. El 7 de febrero la boca *Nuevo Sapichu* presenta una fase efusiva intensa. Por otro lado, el crecimiento y morfología del Parícutin se estabiliza debido a un considerable decremento en las explosiones (Wilcox, 1948).

Abril, 1948. La boca *Puertecito*, ya inactiva para esta fecha, colapsa y desestabiliza el flanco inmediato (SW). Los deslizamientos fueron constantes a partir de entonces y hasta

finales de este año, ya que de agosto a julio el flanco NE del volcán presentó otros procesos de remoción, posiblemente por la pérdida de sustentación del techo en algunos flujos de lava, o por la parcial obstrucción con lava viscosa de las bocas en ese flanco. (Fries y Gutiérrez, 1950).

4 - 9 de enero, 1949. El volcán presentó fuertes explosiones, las cuales pudieron escucharse hasta unos 200 km de distancia. Hubo emisión de flujos de lava con dirección NE, que sepultaron parte de la base del cono en ese sector (*Ibit.*).

13 junio, 1949. En este día ocurren fuertes explosiones que arrojaron bloques de gran tamaño, desde el cráter hasta un kilómetro de distancia. Entre el 3 y 4 de julio, se reactiva la boca *Puertecito*, evento que se acompaña con el deslizamiento del flanco SW. El resto del año las erupciones fueron variables con el desarrollo de columnas piroclásticas hasta 3 km de altura (Luhr y Simkin, 1993).

Enero - febrero, 1950. En este periodo alternan periodos efusivos y explosivos, estos últimos expulsan columnas de piroclastos de 4 km de altura, mientras la distancia del cono se estimó en 397 m (de su base al sector más alto del cráter). De marzo a abril, la actividad fue moderada y, de mayo a junio, las explosiones fueron de menor intensidad y menos frecuentes, posiblemente porque solo se encontraba una boca activa. En relación con los cambios morfológicos del volcán, el cráter mantenía una morfología cóncava debido a los constantes deslizamientos de su flanco NE (Luhur y Simkin, 1994).

19 noviembre, 1950. En este día se genera un nuevo conducto, *la boca del borde NE*. Su aparición provoca inestabilidad en las laderas próximas a su emplazamiento. Los colapsos parciales en las laderas del volcán son tan persistentes que la fisonomía del edificio adopta una morfología de cono con base elíptica, donde el eje mayor alcanza los 940 m (NW-SE) y el menor los 600 m (NE a SW) (*Ibit.*).

En 1951, la actividad volcánica declina gradualmente hasta alcanzar una quietud aparente, momento que es aprovechado por Fries para ascender el 27 de febrero a la cima del Parícutín. El reporte que hace es referente a la profundidad del cráter; calculó 30 m de profundidad y el fondo estaba ocupado por una *pasta rojiza* y aglutinados de escorias muy alterados.

La calma aparente del volcán continuó durante marzo, abril y los primeros días de mayo, estas características hicieron posible un segundo ascenso, con el fin de realizar un nuevo cálculo de la profundidad del cráter, en esta ocasión se estimó en 50 m (Luhur y Simkin, 1994).

El 12 de mayo de 1951, comenzó a formarse una depresión en la base del flanco NE del cono, más tarde se *abrió* una boca que se denominó *número 1*.

Para el 9 de junio, en la misma ladera (NE), se forma una nueva depresión a escasos 20 metros, hacia la cima, de la denominada boca número 1. Este nuevo foco emisor tuvo momentos de intenso dinamismo, fue escenario de frecuentes explosiones y de abundante expulsión de piroclastos (Fries y Gutiérrez, 1950).

En la segunda mitad de 1951, el volumen de piroclastos y lavas aumentan, lo que interrumpe el declive de la actividad. En este periodo se registraron 400 explosiones muy violentas, de ellas 15 o 20 en algunos días de diciembre en contraste con 45 eventos ocurridos en la segunda mitad de 1950. La caída de piroclastos fue abundante (se compara con la ocurrida en 1948) y estuvo asociada con la existencia de potentes columnas eruptivas, todas ellas por arriba de los 2000 m, sobre el cráter (Fries y Gutiérrez, 1952 en Legorreta- Paulín, 1999)

Del 1 de enero y hasta el 24 de febrero de 1952, se registraron 305 explosiones que estuvieron acompañadas de expulsión de piroclastos y algunas emanaciones de lava. Dicha actividad cesa por completo la mañana del día 25 de febrero de 1952. Los últimos eventos del Parícutín fueron de carácter explosivo y ocurrieron a las 06:50 y 09:15 horas del 4 de marzo. La actividad del Parícutín tuvo una duración de 9 años y 12 días (Luhur y Simkin, 1994)

El nacimiento del Parícutín fue un evento que tuvo un impacto radical en el territorio, que se traduce en un cambio drástico en el paisaje; de un denso pinar que soportaba un biota diversa y que se intercalaba con terrenos agrícolas, a un malpaís y arenal estéril. Este contraste obligó a la población más afectada (Parícutín y San Juan Parangaricutiro), a migrar hacia lugares más accesibles a la práctica agrícola y la cría de animales domésticos.

En este capítulo, no sólo se hacen evidentes las modificaciones que tuvo en entorno a partir de una erupción volcánica (evolución y estilos eruptivos), también se sientan las bases que justifican el interés geomorfológico en torno a la historia y evolución del territorio.

2.2.3 Impacto sobre el paisaje y relieve pre-existente

La actividad volcánica constituye uno de los fenómenos naturales más catastróficos para la sociedad ya que afecta directa e indirectamente, la salud de las personas, su forma de vida y sus bienes materiales (Gutiérrez, 2008).

Algunos de los productos de una erupción, como la ceniza y bombas volcánicas, al ser impulsados por la fragmentación y energía de escape de los gases en el magma, son capaces de llegar a grandes alturas, para que después sean movilizados por los vientos y precipiten por sus características físicas (densidad, geometría de clasto, vesículas, peso específico etc.) a gran distancia de la fuente. Por lo que pueden cubrir grandes áreas (Tilling y Punongbayan, 1989).

Los flujos de lava son una amenaza para la población cercana a un volcán, ya que éstos pueden sepultar poblados, demoler o incendiar todo lo que se encuentre a su paso. Las caídas de tefra también sepultan y, posteriormen, colapsan techos, interfieren líneas de comunicación y dañan, o destruyen, la vegetación circundante.

Esto ocurrió con los productos volcánicos emitidos durante la erupción del Parícutin, como sus flujos de lava que sepultaron dos pueblos, incendiaron gran parte de los bosques cercanos al lugar; la caída de ceniza y material piroclástico que afectó la vida cotidiana de la población.

Uno de los principales cambios ocurridos tras la erupción fue la reconfiguración del relieve; el cual, en días cambio su morfología, el tipo de sustrato y su dinámica natural por otra que resultaba desconocida para los habitantes de la región, además no era compatible con el estilo tradicional de vida. *Al perderse el lugar*, la población migró a

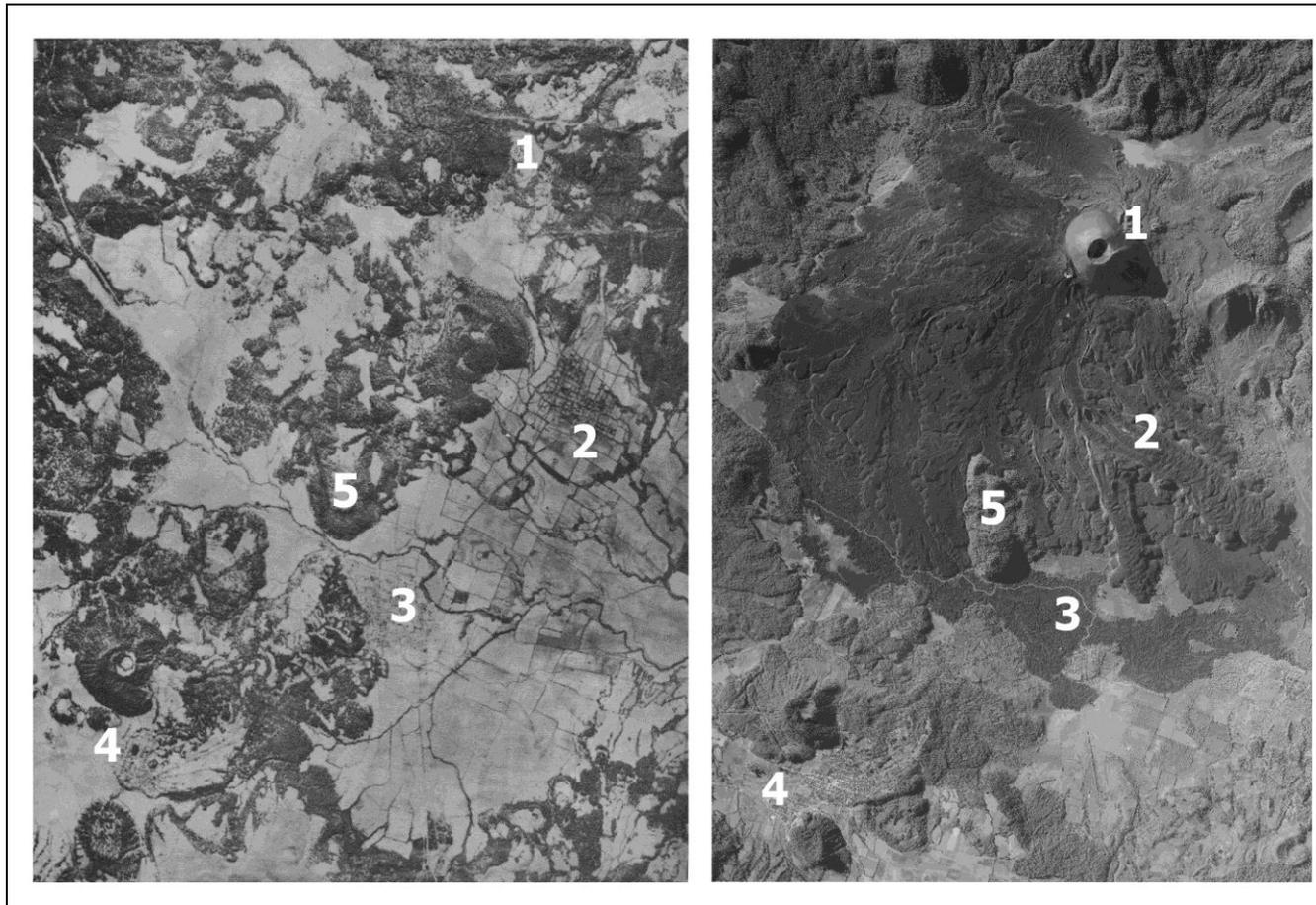
terrenos menos hostiles y más compatibles con su vida social y económica, fue el caso de las personas que vivían en los pueblos de Parícutin y San Juan Parangaricutiro.

En este marco se analiza desde una perspectiva histórica, la transformación del paisaje y los cambios en la estructura social y económica que provocó el nacimiento del Parícutín.

Antes de la aparición del Parícutín, la región es descrita por la población local como un *lugar de abundancia, con bellas flores y aves* (Nolan, 1979). El clima mantenía estas condiciones, templado con lluvias en verano, y hacia a esta región propicia para la agricultura.

La morfología del lugar se caracterizaba por ser un terreno casi horizontal, sin contrastes altitudinales, ligeramente ondulado y con una inclinación regional N-S. Los ríos presentaban un arreglo subdendrítico de baja densidad, ligero control estructural y valles poco profundos (menores a cinco metros). Este territorio era conocido como *el llano* y estaba rodeado por pequeñas elevaciones conocidas como *los cerros Cuezeño, Capatzun y Equijuata*, al N; *las lomas de Guaririo y Arátiro*, al NE; *los montes Corupichu y Pacingo*, al E y al SE *el cerro Tzirapán y la Loma Larga* (Legorreta, 1999).

Las condiciones descritas ponen en evidencia que la topografía que existía antes de la actividad volcánica, no representó obstáculo para el desplazamiento de los flujos de lava ni para la dispersión de piroclastos. Una vez ocurrida la erupción, el relieve adoptó una nueva morfología; en general, consistía de rampas rocosas escalonadas (onduladas a su interior), de bordes heterogéneos (escarpes) en altura e inclinación. Todo el conjunto observado en planta, presentaba un arreglo de *abanico asimétrico*. Por otro lado, la constante caída de piroclastos suavizó el terreno adyacente con potentes capas de detritos volcánicos, llegando a sepultar los valles fluviales que existían. Este hecho obligó al antiguo drenaje, a desarrollar un nuevo arreglo espacial; de esta manera, los procesos erosivos y acumulativos tuvieron una nueva organización y, por tanto, una dinámica diferente (Fig. 50).



(A)

(B)

Figura 50: (A) Fotografía aérea de 1933 (Mendoza, 2010) que muestra el relieve antes de la aparición del Parícutín. Se observan antiguas coladas de lava mateadas por potentes capas de piroclastos, lo que *suaviza* el terreno y caracteriza una superficie ligeramente ondulada e inclinada al E-SE. En cuanto al drenaje, es de tipo dendrítico poco denso y controlado parcialmente por antiguos bordes y escarpes de lava parcialmente descubiertos por la erosión. Los números indican lugares de referencia, son los mismos en las dos imágenes, donde se hace evidente los cambios que experimento esta zona por la actividad volcánica. (B) Muestra el relieve post-erupción (INEGI, 1995, 1: 75 000): 1. Sitio donde apareció el volcán Parícutin; 2. Pueblo de Parícutin; 3. Pueblo de San Juan Parangaricutiro; 4. Pueblo de Angahuan y 5. *Cerro Capatzun*.

El Parícutin expulsó cerca de 0.7 km^3 de lava, sobre una superficie de 25 km^2 (Fig. 51). La ceniza afectó varios cientos de km de distancia alrededor del volcán, su espesor estuvo condicionado por su cercanía al foco emisor. De esta manera con un radio de distribución de 3 km, en torno al cono, la acumulación de detritos volcánicos fue de 2 a 3 m; a un radio de 8 km, la potencia del depósito fue de 0.25 a 0.5 m.

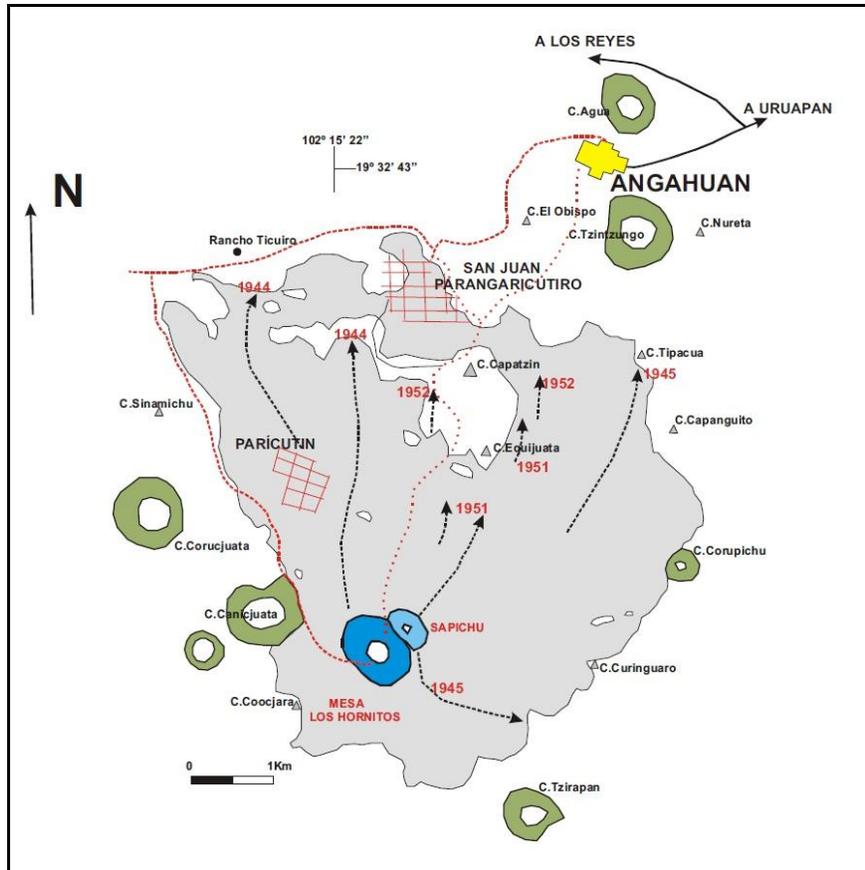


Figura 51. Área ocupada por las corrientes de lava del Parícutin (25 km^2), así como los principales flujos históricos (en flechas con línea punteada) que sepultaron dos poblados de Parícutin y San Juan Parangaricutiro (cuadrícula roja) (Corona-Chávez, 2001).

Los piroclastos fueron movilizadas por la erosión fluvial y los transportaron hacia sitios donde los arroyos fueron represados por la lava, de esta manera se formaron llanos de acumulación y sobre ellos, más tarde conos aluviales. Estas superficies años después, serían cultivados por los pobladores del lugar (Vázquez, 2003).

El perfil general de todo el campo de lava quedó definido a fines de 1944, ya que los flujos posteriores y hasta 1952, sólo recubrieron a los previos o se emplazaron dentro de otros. (Legorreta, 1999).

Un factor importante en la nueva configuración del relieve del territorio afectado, fue el tipo de lava emitida: *aa* escoráceas con fragmentos angulosos y *aa* con escorias vesiculares. Lo que facilitó la formación de apilamientos (elevaciones aisladas), de formas irregulares (falsos domos) y de superficies sub-horizontales como la *Mesa los Hornitos*.

Los *cerros Canijuata* y *Corocjuata* (al NW del campo), sirvieron de barrera topográfica y obstruyeron el tránsito libre de la lava en esa dirección. Este hecho favoreció la formación de *levees* o bordos en las coladas, lo que definió límites abruptos entre ellas (Legorreta, 1999).

La erupción del Parícutín no sólo afectó al relieve, la fauna silvestre local prácticamente desapareció en los primeros diez días de actividad (Corona-Chávez, 2002). Para 1946, ya habían transcurrido tres años de erupciones, y se había emitido el 80 % del total de piroclastos; en donde el espesor alcanzaba 1.5 metros, la desaparición de la vegetación era casi total. En los sitios donde la potencia era entre 0.5 a 1.0 m, la pérdida era parcial y en cubiertas de 0.15 a 0.5 m los daños al estrato arbóreo eran ligeros y con supervivencia parcial de arbustos y hierbas (Fig. 52) (Vázquez, 2003).



Figura 52. Aspecto de la vegetación al W del Parícutín. También es posible observar el espesor que alcanzaron los piroclastos en este sector (Instituto de Geología, 1945).

Con este fenómeno, se perdieron cerca de 4500 cabezas de vacunos y 550 de equinos. Las pérdidas fueron cuantiosas y afectaron todos los aspectos del tejido social de la región, lo que obligó a partir de 1943 a un éxodo aproximado de 2500 personas (Corona-Chávez, 2002).

Las acciones de apoyo por parte del ejército y de la población civil, se centraron en dos sectores que el gobierno nombro como *zona de desastre 1 y 2*. En ambas hubo suministro de víveres (agua y alimento), hasta la reubicación de la población en otra localidad.

La primera zona del desastre incluía los poblados de Parícutin (Fig. 53), San Juan Parangaricutiro, Zacán, Angáhuán, San Lorenzo, Apo y Zirosto. En todos ellos, la agricultura era la única ocupación y fuente de trabajo (Lemús, 2008).



Figura 53. Ruinas de la iglesia del poblado de Parícutin, la acumulación de piroclastos en el techo ocasiono su colapso al igual que todas las edificaciones del pueblo (Mendoza, 2010).

En el poblado de Angáhuán la situación de crisis (económica y social), generó que muchos de sus habitantes optaran por buscar oportunidades de trabajo en poblaciones cercanas. Los que no migraron buscaron otras nuevas formas de ingreso que anteriormente no se podrían haber dado en la zona, una de ellas fue el turismo. En ese entonces, decenas de visitantes viajaban desde distintas partes del país y del mundo para admirar la erupción del Parícutin (Fig. 54). Este espectáculo natural permitió a los

pobladores la venta de algunos víveres, la renta de los pocos caballos que sobrevivieron y la guía por los terrenos devastados por el volcán.



Figura 54. Vista de la erupción del Parícutin desde el poblado de Angahuan. Este tipo de escena atrajo la atención del turismo nacional e internacional (Mendoza, 2010).

Los pobladores de San Juan Parangaricutiro se trasladaron a la Hacienda de los Conejos (junto con el santo del pueblo: *El Señor de los Milagros*), en las inmediaciones de la ciudad de Uruapan. Uno de los vestigios que quedaron del antiguo pueblo, fue el campanario de la iglesia que se encontraba en construcción al momento de la erupción (Fig. 55).

Otras comunidades pertenecientes a esta primera zona del desastre vieron afectada su situación económica; lo que obligó a gran parte de su población a migrar, ya sea hacía el centro del país y en algunos casos hacía Estados Unidos, apoyándose en esos momentos del programa *Bracero* que fomentaba Estados Unidos y México. Al parecer, este hecho frenó la posterior recuperación económica de la zona (Lemús, 2008).



Figura 55. Poblado de San Juan Parangaricutiro en proceso de destrucción y abandono a causa de la erupción del Parícutin (Mendoza, 2010).

Los poblados de Capacuaro, Paracho, Cherán, Nahuatzen, Charapan y Zicuicho, formaban parte de la segunda zona de desastre. A pesar de que los cultivos se perdieron, la recuperación fue mucho más rápida. Una vez que cesó la caída de ceniza, los campesinos reanudaron su actividad agrícola y en esto ayudó el efímero manto de piroclastos que cubrió este territorio. Otro aspecto a favor de los poblados mencionados, fue que el ganado no murió ni los manantiales se contaminaron, todos estos factores facilitaron la reactivación de la economía y de la vida cotidiana a partir de 1944 (Lemús, 2008).

2.3 Mapa geomorfológico del volcán Parícutin, Michoacán (Anexo 1)

El mapa geomorfológico permite identificar y clasificar el relieve, tomando en cuenta su génesis, morfología, dinámica (procesos modeladores), evolución y edad (relativa). Por tanto, el resultado es un inventario de formas donde queda plasmado su arreglo

estructural (acomodo de la litología) y espacial (distribución). En concreto, los rasgos más importantes de la superficie terrestre.

En el marco de los geomorfositos, este tipo de cartografía facilita la identificación, el análisis y la jerarquía (clasificación) del relieve, en función de su excepcionalidad, importancia para entender la evolución geomorfológica del territorio en cuestión o por algún atributo (cultural, religioso, escénico, *mágico*, etc.) otorgado por la sociedad (nacional o internacional).

De acuerdo con lo anterior el mapa geomorfológico del volcán Parícutin se vuelve fundamental, en la propuesta de los geomorfositos. En su elaboración se tomaron en cuenta los parámetros dictados por Bashenina (1977), en cuanto a su diseño y simbología; los criterios de Simonov (1985), se aplicaron en la clasificación genética del relieve (morfogénesis).

La elaboración de mapa geomorfológico dio inicio con la interpretación de 10 fotografías aéreas (INEGI, 1990; 1: 25 000), mapas topográficos, revisión bibliográfica y verificación de campo (tres campañas de cuatro días cada una). De esta manera se obtuvo la cartografía definitiva (1:25 000), acompañada con una leyenda explicativa. Este aspecto es el punto de partida para el establecimiento de geomorfositos en el territorio del Parícutin.

La leyenda del mapa geomorfológico se presenta y explica a continuación:

RELIEVE ENDÓGENO

1 Volcánico Acumulativo

1.1 Cono de escorias (volcán Parícutin)

1.2 Cono adventicio (volcán Sapichu)

1.3 Bocas eruptivas (*vents*: adventicios)

1.4 Hornitos (*spatters cones* o conos de aglutinado):

a) con cima convexa

b) con cima cóncava y domo cumbral

1.5 Flujos de lava asociados a:

a) Parícutin

- Tardías
- Intermedias
- Tempranas

b) Sapichu

- Tardías
- Intermedias
- Tempranas

c) Bocas y Hornitos

- Tardías
- Intermedias
- Tempranas

1.6 Levées

1.7 Crestas de compresión

1.8 Labio de cráter Parícutin

1.9 Cráter cerrado

1.10 Fondo de cráter

RELIEVE ENDÓGENO MODELADO

2.1 Llanos volcánicos

2.2 Relieve pre-existente parcialmente sepultado por flujos de lavas y cenizas del volcán Parícutin:

- a) Volcán Capatzun
- b) Estructuras menores

SÍMBOLOS COMPLEMENTARIOS

- a) Bordes entre flujos de lava
- b) Escarpe
- c) Altura relativa entre flujos de lava

RELIEVE ENDÓGENO

Comprende al relieve que se genera por la emisión y acumulación de materiales magmáticos, que están ligados a la dinámica interna de la Tierra. En cada una de las unidades que integran este grupo, es posible reconocer rasgos morfológicos primarios de su formación, aspecto que hace evidente su corta edad y por consiguiente un corto periodo de exposición a los procesos exógenos.

1. *Volcánico acumulativo*

Formas recientes de origen magmático: conos, *bocas*, *hornitos* y coladas de lava.

1.1 Cono de escorias (volcán Parícutin)

Es la estructura volcánica principal y más reciente del lugar, se trata de un volcán monogénético, constituido por escorias y detritos finos (Lugo, 2011). Su formación es producto de una actividad explosiva intermitente, de corta duración, con expulsión moderada de piroclastos y emisión de flujos de lava de composición máfica y de tipo basáltico (Gutiérrez, 2008). En el caso del volcán Parícutin, la composición de los materiales emitidos fueron; al inicio, de andesita-basáltica (55% SiO₂) y hacia el final de la actividad como una andesita (60% SiO₂) (Wilcox, 1954).

El volcán Parícutin es la estructura volcánica más reciente del país (1943 - 2014: 71 años), conserva sus rasgos originales entre ellos destaca el *labio* de cráter, con geometría ligeramente convexa, bien definido y continuo a lo largo de la cima. Dicha forma marca el

límite entre las laderas interiores y exteriores del edificio; también define un cráter cerrado, el cual presenta doble fondo.

La existencia de una morfología original, y poco alterada por los agentes de erosión, hace del edificio volcánico uno de los sitios de mayor interés para los visitantes, por lo que es propuesto en este trabajo como un geomorfosito.

1.2 Cono adventicio (volcán Sapichu)

El *Sapichu* se localiza en la ladera NE del Parícutin (Fig. 56), se constituye de potentes flujos de lavas, de composición básica e intermedia (McBirney et al., 1987). Su origen se asocia con la existencia de una serie de grietas y conductos secundarios que aparecieron en el flanco donde ahora se dispone.

Su actividad se caracteriza como efusiva, éste fue el estilo eruptivo que predominó desde octubre de 1943 hasta en enero de 1944. Se presenta un nuevo periodo de actividad conocido como *la reactivación* (1947 - 1952), en esta ocasión las erupciones son distintas, explosiones y expulsión de piroclastos al inicio; para después, *inundar* el cráter con sus propios derrames de lava. Esta fase eruptiva, fue la responsable de emitir el mayor volumen de lava en el territorio afectado por el Parícutin (Corona-Chávez, 2001).

El cono del Sapichu presenta una asimetría hacia el E, característica que también se observa en su cráter (cerrado y parcialmente cubierto de lava). Las laderas están constituidas de lavas en bloques y por ellas, sin un arreglo aparente, emanan solfataras que han dejado precipitados de color rojizo y amarillo en las rocas que están en contacto con los vapores.

El cono adventicio conocido como Sapichu, en este trabajo se propone como geomorfosito (Fig. 56).



Figura 56. En primer plano una vista desde el sur del campo de lavas, el Sapichu (A) ocupa la segunda posición. Se constituye a partir de la sobreposición de lavas (en bloques) que en conjunto definen una morfología asimétrica, en donde la ladera con menor inclinación se orienta al este. Al fondo el Parícutin (B), la fotografía que se muestra fue tomada desde el Capatzun (Septiembre, 2012).

1.3 Bocas eruptivas (*vents* adventicios)

Son estructuras que fungieron como conductos secundarios, por donde salió magma a través de pequeñas erupciones. Su existencia se asocia con zonas de debilidad cortical (fallas y fracturas); en el Parícutin, estas características están presentes en la base de la ladera SW. En este sector se localizan tres bocas eruptivas, cada una de ellas presenta una morfología diferente, en donde el punto de partida es un diseño concéntrico de montículos de poca altura que definen círculos, arcos y surcos (Fig. 57). Todos tuvieron su origen en 1944 durante el periodo Taquí, y representan los principales focos de emisión del sector sur y occidental del Parícutin (Corona-Chávez, 2001).

1.4 Hornitos (*spatter cones* o conos de aglutinados)

Iniciaron como pequeños conos de escoria que se formaron por el ascenso de gases recubiertos de lava incandescente, que explotan en superficie y forman un cono de aglutinado, sus dimensiones varían de uno a decenas de metros. Tienen un perfil que semeja a un *chipote* o *hinchazón* en la superficie, por lo común presentan un orificio, por donde emiten derrames de lava.

Su origen se vincula con fracturas por donde la lava es emanada a superficie o por la acumulación de fragmentos de lava aún no solidificados, sobre la corteza de una colada (Lugo, 2011). El concepto del término *hornito* (historia y origen), se ha revisado en tiempos recientes (Siebe et al., 2008). Fue usado por primera vez en Michoacán, por los pobladores de la región donde hizo erupción el volcán Jorullo (1759-1774). Pero su registro escrito pertenece a Humboldt, el cual lo describe como un abombamiento localizado del terreno producto del ascenso (pero sin emanación) de cuerpos fundidos (Siebe et al., 2009). Posteriormente, los geólogos G. Scrope (1872) y K. Sapper (1919), asignaron este nombre a los pequeños conos edificadas por la acumulación de lava alrededor de un orificio, observados en el Monte Etna y Hawaii (Siebe et al., 2008). Por esta razón, en la actualidad, se utiliza el término *hornito* para reconocer a los *spatter cones*. En este contexto, hay que mencionar que los hornitos del volcán Jorullo tienen un origen distinto, se vinculan con la acumulación y alteración hidrotermal de la ceniza emitida y emplazada sobre flujos de lava y depósitos de avalancha de escombros (Siebe et al., 2009). El presente apartado no trata de discernir respecto al concepto *hornito*, pero se ha decidido mantener este término por la particular historia de este rasgo morfológico.

Ordoñez, uno de los geólogos mexicanos más destacados de ese tiempo, fue el que nombró *hornitos* a los conos aglutinados tomando en cuenta, ya que conocía, las opiniones precedentes de Humboldt (Lugo-Hubp, 2001). De esta manera, el rasgo morfológico que distingue a los hornitos, es su morfología semicircular y cerrada con un orificio o tapón de lava al centro; las bocas eruptivas son una abertura de la superficie a manera de resalte por donde se derraman flujos de lava.

Los hornitos en la zona de estudio presentan las siguientes morfologías (Fig. 57):

a.) Con cima convexa

Esta morfología caracteriza a una estructura que se localiza en la base SW del Parícutin. La acumulación de material volcánico favoreció la formación de un pequeño edificio a manera de lomerío aislado de geometría convexa.

b.) Con cima cóncava y domo cumbre

Esta estructura se ubica en la ladera SW del Parícutin y se emplaza sobre las corrientes de lava asociadas a las bocas superiores. Se observa, claramente, que se formó a partir

de la expulsión y acumulación de bloques de lava, que constituyeron un promontorio a manera de domo. La cima es cóncava y sobre ella se dispone una cúpula pequeña, resultado del descenso paulatino de la tasa de emisión de la lava. Éste es el más representativo del sector, por ser el que mejor conserva sus rasgos primarios. Esta zona se conoce como *Mesa los Hornitos*, bautizada así por Ezequiel Ordoñez, en 1944, (ver capítulo 2) y en este trabajo se propone como un geomorfosito más.



Figura 57. Fotografía tomada desde el cráter del Parícutin en su sector SW, desde este punto se observan tres bocas eruptivas (b1, b2 y b3); así como el hornito con cima convexa (h1) y el de cima cóncava (h2); todos formados durante 1944.

1.5 Flujos de lava

Se asocian con focos eruptivos efusivos, pueden estar relacionados con uno o varios de ellos (Parícutin, Sapichu, Bocas y Hornitos). La morfología de los flujos depende de las características físico-químicas del magma, estas determinan su longitud y grosor. Hay que mencionar que el espesor, también está en función de la tasa de emisión, rugosidad del relieve preexistente y temperatura del fluido.

Las lavas expulsadas por el Parícutin, y los focos asociados, son de composición basáltico-andesítica y de tipo aa. Esta última característica, favorece la existencia de una morfología en bloques altamente vesiculares (Inbar *et al.*, 1994).

Los flujos de lava se clasificaron tomando en cuenta los tiempos de actividad de los tres principales focos de emisión, de esta manera se dividieron en tardías, intermedias y tempranas. En el proceso de establecer estas jerarquías, se tomó en cuenta la altura

(posición relativa con respecto a las coladas vecinas o preexistentes) de cada flujo. De esta manera, se pudo establecer la edad relativa de cada colada, así como las secuencias eruptivas asociadas a los distintos puntos emisores. Este aspecto fue verificado y complementado con fuentes históricas (inciso 2.2).

Flujos de lava asociados a

a) Parícutin

- Tardías: Representan los flujos de lava más recientes o las últimas emisiones que fueron expulsadas desde la base del Parícutin. En el mapa geomorfológico están representadas en color azul intenso y son dos (ver anexo 1); al NW del cono se localiza la más larga (2.2 km de longitud), su emplazamiento fue registrado de manera detallada por geólogo Ezequiel Ordoñez, en septiembre de 1944. La segunda con 1.4 km de largo, ocupa el sector SE de todo el conjunto y se asocia con una pequeña boca eruptiva que funcionó hasta finales de 1944.

- Intermedias: Este grupo se constituye de 15 flujos visibles, ninguno de ellos se presenta completo; es decir, están cubiertos en alguno de sus sectores (proximal, medio o distal) por lavas más recientes. La existencia de cubiertas piroclásticas sobre estas superficies ocultan o suavizan la morfología primaria de las lavas (AA, crestas de compresión, bloques y levées), excepto en tres pequeños sectores; uno de ellos localizado al NE, otro en el centro-NW y el último en el extremo NW.

El emplazamiento de este conjunto de lavas hace evidente el predominio de la actividad efusiva sobre la explosiva, de julio hasta principios de agosto de 1944.

- Tempranas: Corresponden a los flujos emitidos por el Parícutin en sus primeras etapas de formación es decir, del 20 de febrero hasta principios del mes de julio de 1943; en el mapa geomorfológico, se distinguen por tener el tono de azul más claro.

Estos flujos son los más extensos y representan el basamento de toda la secuencia, por tanto están cubiertos por derrames más recientes o potentes mantos de piroclastos. Por esta razón, los afloramientos se disponen en los extremos de todo el campo (NW, N y NE).

En este grupo existen dos flujos con significado histórico; el primero, se ubica en el extremo NW de todo el campo. Hay que mencionar que la porción proximal de esta colada, está manteada con un potente manto de piroclastos. Este hecho refleja la alternancia de eventos efusivos y explosivos presentes al inicio de la actividad. Estos dos estilos eruptivos fueron los responsables de destruir y después sepultar el poblado de Parícutin, el 14 de junio de 1943.

La segunda se conoce como *Flujo San Juan* y es una de las coladas de mayor longitud y extensión de todo el campo, se localiza al norte del cono del Parícutin y su relevancia radica en destruir y cubrir de manera parcial el poblado de San Juan Parangaricutiro, el 16 de julio de 1944. En este trabajo las ruinas asociadas con este evento, se proponen como uno de los geomorfositos (Fig. 58).

En el mismo *Flujo San Juan*, y en las cercanías del antiguo Parangaricutiro, existe un túnel de lava de fácil acceso, que es otro de los sitios de interés propuesto en este trabajo.



Figura 58. Ruinas de la iglesia de San Juan Parangaricutiro (fachada principal), este edificio fue parcialmente destruido y sepultado por una de las más extensas y largas coladas de lavas: el *Flujo San Juan*.

b) Sapichu

-Tardías: En esta categoría se incluyen los dos últimos flujos de lava emitidos por el cono adventicio Sapichu, estructura que se localiza en la base de la ladera NE del Parícutin, en el mapa geomorfológico se representan en color morado intenso. El primero de ellos se emplazó al NW, inició como una sola corriente y al final de su emplazamientos adoptó una forma de Y.

La emisión de esta colada inició a principios de 1952, se asocia con una intensa actividad efusiva, hecho que se deduce por la longitud (3.8 km) y amplitud (1.3 km: valor máximo) que alcanzó el derrame. Al interior del flujo es posible reconocer de manera clara morfologías AA, en bloques, crestas de compresión, paredes de lava y numerosos *levées*. Con base a estas características, se ha propuesto un geomorfosito más.

El segundo flujo se localiza al SE del Sapichu y presenta una dirección preferencial hacia el NE. su origen se asocia a un pequeño periodo de actividad que dio inicio el 24 de febrero de 1952. Este evento no fue de gran magnitud y se refleja en el desarrollo de una colada que alcanzo apenas 700 m de longitud y 200 m de amplitud máxima (Fig. 59).



Figura 59. En primer plano se observan lavas en bloque y al fondo predomina la morfología AA. Este sector corresponde a una de las coladas más recientes emitidas por el volcán parasito Sapichu, la que se emplaza en dirección NE.

-Intermedias: Los derrames que integran este grupo, comenzaron a emplazarse a partir del mes de enero de 1947, no existe un registro que indique cuando terminó esta actividad; más es un hecho que el Sapichu tuvo un periodo de calma, que fue interrumpido el primer mes de 1949, este evento se conoce en los registros como *la reactivación*.

El nuevo periodo eruptivo es el responsable de la existencia de numerosos frentes de lava en gradería, resultado de la yuxtaposición de flujos. En algunas ocasiones, los apilamientos colapsaron debido al desarrollo de túneles en el sustrato infrayacente. Resultado de lo anterior fue una morfología caótica en donde depresiones rocosas semicirculares o alargadas (canal-levées), caracterizaron el paisaje.

La orientación preferencial de este grupo de lavas, es NE y se reconocen en el mapa geomorfológico (documento anexo) por el color morado, en un tono intermedio. Por último, hay que mencionar que estos flujos engolfan al antiguo volcán Capatzun y lo convierten en uno de los miradores naturales de la zona.

-Tempranas: Corresponden a las primeras emisiones del Sapichu y los afloramientos aparecen discontinuos, debido a que la mayor parte de ellos están sepultados por lavas y piroclastos más recientes, esto dificulta determinar una dirección diferencial. En el mapa geomorfológico (ver documento anexo) se diferencian por el tono más claro del morado.

c) Bocas y hornitos

- Tardías: Este grupo concentra las emisiones más recientes de los focos secundarios, ocurridas a finales de 1944. Hay que mencionar que el emplazamiento de estos derrames, fue condicionado por el relieve preexistente, es decir, las estribaciones montañosas del Tancítaro, no permitieron el libre avance de los flujos hacia el sur, desviándolos al SW y SE.

Las coladas del SE son las más largas (1.9 km) y presentan una morfología *fresca*: crestas de compresión (lavas acordonadas) y levées. Los flujos del SW son efímeros, el más largo tiene un poco más de 500 m y el más corto apenas alcanza los 100 m. El manto potente de piroclastos, dificulta su caracterización morfológica.

- Intermedias: Este grupo se concentra en el sector SW, está formado por seis derrames de lava de poco alcance que se sobreponen entre ellos. El más largo presenta 700 m de

longitud y 110 m el más corto. Todos ellos tienen una cubierta piroclástica potente pero discontinua, que permite observar una morfología de lavas en bloques en algunos sectores.

-Tempranas: Al igual que en los otros focos emisores, son las más distales y las que presentan una cubierta piroclástica potente, por lo que sólo se aprecian resaltes rocosos aislados y sin ningún arreglo aparente. Representan las primeras coladas emitidas en el periodo *Taquí*, a partir del 10 de enero de 1944. En el mapa geomorfológico (anexo) se representan en color rosa, en el tono más tenue (Fig. 60).



Figura 60. Ladera SW del volcán Parícutin, en primer plano una porción del labio del cráter; en el segundo, las bocas eruptivas y *los hornitos* junto con sus derrames de lava, como se puede observar se encuentran cubiertos por mantos piroclásticos potentes.

1.6 Levées

Se definen como formas alargadas, estrechas que corresponden a bordes laterales dispuestos en la misma dirección del flujo. En la zona de estudio, el origen de los *levées* tiene dos explicaciones. La primera, se vincula con una diferencia entre la velocidad y viscosidad de la lava; así como, las variaciones de la tasa de emisión de cada flujo. Esto

hace que desde los bordes, al centro del canal disminuya el nivel de la corriente y deje crestas paralelas a sus lados (Cas y Wright, 1993).

El segundo origen se asocia con el desarrollo de túneles en las coladas de lava infrayacentes o basales, que colapsan en el momento que se sobreponen flujos más recientes. Este tipo de *levées* se distinguen de los primeros por presentar bordes convexos a manera de paréntesis: (). Este tipo de morfología en las paredes-relicto, es evidencia de las antiguas bóvedas.

1.7 Crestas de compresión

Estos rasgos del relieve forman parte de lo que se conoce como estructuras primarias y se asocian a formas terrestres recientes. En el caso particular de las coladas de lava del Parícutin, están representadas por cordones transversales de lava dispuestos en la dirección del flujo y su origen se asocia con la pérdida de temperatura y de velocidad del frente (Ollier, 1972). Las crestas de compresión están presentes en las coladas tardías, es decir, las últimas en emplazarse o en los sectores más distales de ellas, en donde los piroclastos no llegaron a cubrirlas.

1.8 Labio de cráter

Se considera un rasgo primario y exclusivo de volcanes muy recientes, esta superficie es plana y convexa y se dispone entre las laderas interiores del cráter y las que constituyen el cono de escorias del Parícutin.

1.9 Cráter cerrado

Se considera una depresión semicircular (vista en planta) en forma de embudo (en perfil); en el Parícutin, se divide en dos en dirección a su porción más deprimida, de esta manera quedan definidos dos fondos.

El cráter es el centro de una erupción y el radio promedio en el Parícutin, de 250 m. Su continuidad (morfología cerrada), pone de manifiesto una dinámica eruptiva constante y poco violenta (al menos al final de su actividad), que permitió el desarrollo de un edificio cónico.

1.10 Fondo de cráter

Se define como una superficie subhorizontal localizada en la porción más deprimida del cráter, en el Parícutin el fondo está dividido en dos, presenta forma de *u* visto en planta y presenta una orientación franca E-W. Ambas superficies están limitadas por paredes abruptas constituidas de lava y piroclastos que tienden a deslizarse o volcarse hacia el centro.

RELIEVE ENDÓGENO MODELADO

En este rubro se consideran los relieves de origen endógeno que no conservan su morfología primaria, como consecuencia de la dinámica exógena.

2.1 Llanos volcánicos

Depresiones que se forman entre flujos de lava que se han rellenado paulatinamente por caída de piroclastos o acarreos fluviales (detritos volcánicos). En planta definen superficies amorfas y pueden ser de fondo subhorizontal, ligeramente inclinado u ondulado. Los más grandes se localizan en la periferia del campo norte y noreste de todo el campo de lavas.

2.2 Relieve pre-existente parcialmente sepultado por flujos de lavas y cenizas del volcán Parícutin:

a) Volcán Capatzun

Se trata de un cono de escorias antiguo, sus laderas están suavizadas por un manto piroclástico de hasta dos metros de espesor. La mayor parte del edificio está cubierto por flujos de lava del Parícutin y Sapichu, con excepción del flanco norte (Fig. 61). Al estar engolfada la estructura, sobre sale del campo de lavas y lo hace uno de los puntos más elevados de la zona, convirtiéndolo en un mirador natural.



Figura 61. Capatzun (Ca), antiguo volcán monogénético cubierto de forma parcial por potentes flujos de lava. Vista desde el Centro Turístico de Angahuan, Michoacán.

b) Estructuras menores

Representan relieves anteriores a la erupción (pre-existentes) que fueron cubiertas casi en su totalidad por las lavas y cenizas, de las cuales solo quedan relictos.

El análisis geomorfológico y su cartografía, permitió reconocer un relieve variado y complejo, en un territorio que tiende a ser homogéneo en cuanto a génesis y composición del sustrato.

El mapa geomorfológico, objetivo de este apartado, no solamente es un inventario de formas, refleja también su distribución espacial y, por consiguiente, su arreglo. El conocimiento de estos aspectos, es el punto de partida en la determinación de geomorfositos, que sumando aspectos culturales, científicos, históricos y estéticos en torno a este evento volcánico, fundamentan la existencia de sitios geomorfológicos de interés.

El Parícutin es la estructura más reciente del Campo Volcánico Michoacán-Guanajuato y de México. El haber sido el primer evento de este tipo que pudo registrarse de principio a fin, le ha otorgado el reconocimiento de la comunidad científica nacional e internacional. A lo largo de nueve años de actividad, se pudo estudiar y documentar los estilos eruptivos asociados con el vulcanismo monogenético, las modificaciones al relieve preexistente, así como el impacto que tuvo sobre la naturaleza de la región y la población local: de un territorio agrícola y forestal a un ambiente desolado y estéril.

Por otra parte, para aquellos asentamientos cercanos al volcán que no fueron destruidos, este evento significó nuevas oportunidades de desarrollo, principalmente a través del atractivo turístico en el que se convirtió el Parícutin. Hoy en día, se fomentan las visitas guiadas al volcán y a las ruinas de la iglesia de San Juan Parangaricutiro, la renta de caballos, la venta de alimentos y suvenires. Pero sobre todo la difusión empírica, el relato de este evento histórico, por parte de aquellos que fueron testigos como el Sr. Raymundo Acosta Cortés, guía y habitante del pueblo de Angahuan.

Capítulo 3. Geomorfositos

3.1 Geomorfositos: métodos y materiales

Los métodos de análisis que se utilizan en el estudio de los geomorfositos, en la actualidad, tuvieron su origen (en parte, ya que Panizza había establecido un primer método en 2001) en el 2005, con la aparición del concepto de *Lugar de Interés Geomorfológico* (LIG). Momento en el cual el sitio es considerado como una porción, área o algún elemento de un espacio natural (protegido o no), con un valor estructural o funcional dentro del ecosistema que forma parte. A la idea anterior se suma su carga social, que se vincula con la historia del territorio donde se localiza (González y Serrano, 2008).

La existencia de los LIG respondía a la necesidad de elaborar inventarios geomorfológicos regionales o nacionales, a pesar de que los resultados fueran muy generales. A lo anterior se sumaba que este método no era funcional para territorios pequeños o muy puntuales, debido a que se omitirían las características que los hacen especiales (valores intrínsecos y añadidos) (González-Trueba, 2006).

Una de las posibilidades en el estudio de los geomorfositos, comienza con la elaboración y análisis de un mapa geomorfológico a detalle. Este documento es un inventario muy completo del territorio, ya que reúne información sobre el origen, morfología, edad relativa, procesos de modelado (dinámica) e inclusive la tendencia de evolución del relieve. Con este punto de partida se facilita la clasificación y evaluación de los LIG, a partir de dos fichas de trabajo, una descriptiva y una de valoración, para cada sitio de interés (Fig. 62) (González y Serrano, 2008).

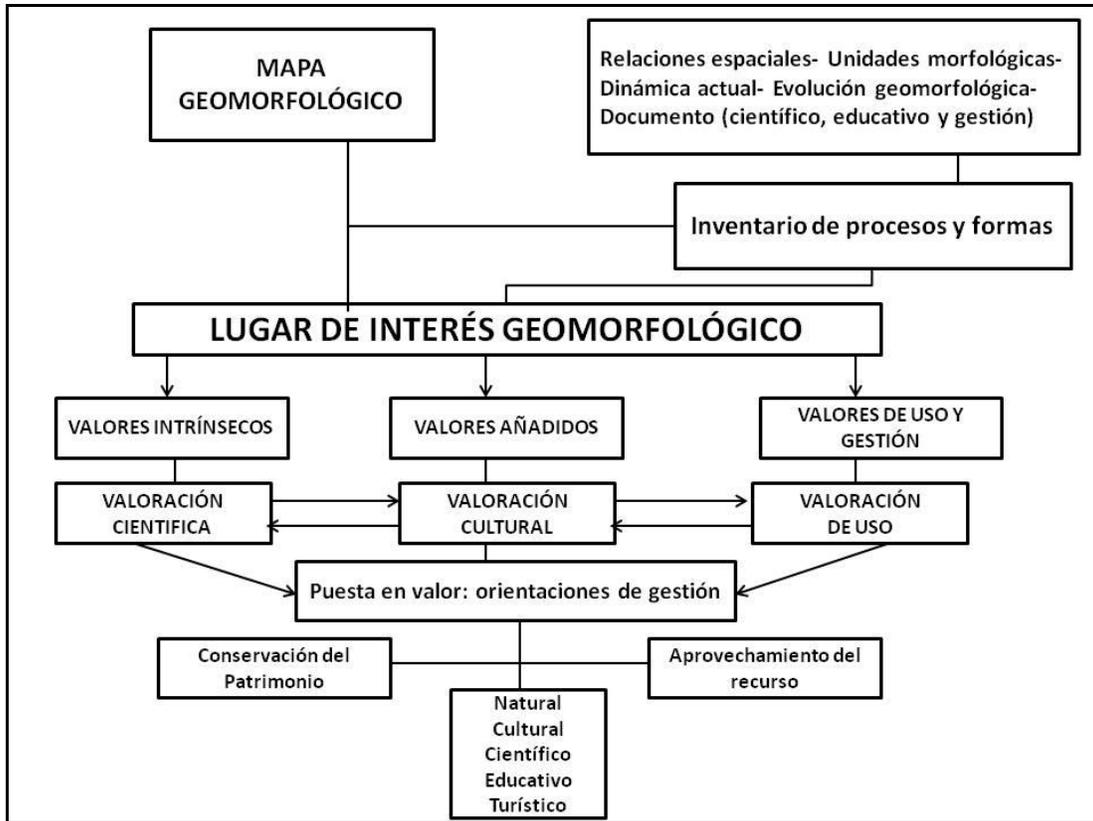


Figura 62. Esquema metodológico desarrollado a partir de los criterios utilizados en el estudio y establecimiento de los Lugares de Interés Geomorfológico (LIG), propuestos por González y Serrano (2008).

Las fichas en cuestión incluyen y evalúan los elementos más relevantes que caracterizan a cada geomorfosito, como su localización, morfoestructura, sustrato, formas de modelados existentes, dinámica actual o pasada, uso y gestión, alteraciones humanas, herencias o evidencias de procesos pasados. También se incluyen referencias y valores culturales como fragilidad, accesibilidad y vulnerabilidad, entre otras. En realidad, se hace una triple valoración-evaluación, ya que se toman en cuenta tres grupos de análisis. El primero involucra valores naturales o intrínsecos, el segundo los culturales o añadidos y el último los de uso y gestión (Fig.63 y Fig. 64).

DESCRIPCIÓN			
Identificación	Nombre:	Lugar:	N°:
Situación	Municipio:	Coordenadas:	Altitud:
Geomorfología	Tipo		
	Génesis		
	Morfología: Descripción morfoestructuras, erosión. Sedimentación		
	Dinámica		
	Cronología		
	Interés principal		
	Interés secundario		
	Atribución del LIG		
	Usos	Contenido cultural	
Accesibilidad			
Grado de interés			
Estado de conservación			
Usos actuales			
Comunicaciones			
Infraestructuras			
Impactos			
Situación legal			

Figura 63. Ficha utilizada para la descripción de un Lugar de Interés Geomorfológico (González, 2006).

VALORACIÓN				
Identificación	Nombre:	Lugar:	N°:	
Situación	Municipio:			
	Coordenadas:	Altitud:		
Tipo de LIG			VALORACIÓN	
Valores intrínsecos	Génesis			
	Morfología	Morfoestructuras		
		Formas de erosión		
		Formas de acumulación		
	Dinámica:	Heredados		
		Activo		
	Cronología			
	Litología			
	Estructura	Geológicas		
		Sedimentarias		
valoración				
Valores añadidos	Valoración paisajística y estética			
	Elementos culturales	Asociación a elementos de valor patrimonial		
		Contenido cultural		
		Contenido histórico		
	Elementos didácticos y científicos	Recursos pedagógicos		
		Niveles pedagógicos		
		Valor científico	Áreas científicas	
			Representatividad científica	
	Contenidos turísticos	Contenido turístico		
		Atracción turística		
Valoración				
Valores de uso y gestión	Accesibilidad			
	Fragilidad			
	Vulnerabilidad			
	Intensidad de uso			
	Riesgo de degradación			
	Estado de conservación			
	impactos			
	Condiciones de observación			
	Límite de cambio aceptable			
	Valoración del uso			

Figura 64. Ficha utilizada para la valoración de un Lugar de Interés Geomorfológico, en ella se otorga un valor numérico que va de 0 a 10 en los valores intrínsecos y añadidos, y de 0 a 2 en los de uso y gestión (González, 2006).

El esbozo metodológico que se ha descrito es el que se ha aplicado en distintos espacios naturales protegidos, con excelentes resultados (Serrano y Trueba, 2005, González Trueba, 2006; Serrano et al., 2006; Serrano *et.al.* 2007, citados en Dóniz *et.al.*, 2007 y González y Serrano, 2008). Por tal motivo, será aplicado en el estudio del volcán Parícutin, área de poca extensión y con límites bien definidos (frentes de lavas y cenizas).

3.1.1 Evaluación de las características intrínsecas

Hacen referencia a las peculiaridades intrínsecas en un Geomorfosito: su génesis, morfología, dinámica, cronología, litología y estructura o arreglo. Estos valores tienen una tasación numérica que va del 0 al 10, aplica en cada rubro y de la suma de cada uno resulta la puntuación (Fig. 65) (Dóniz, *et.al.*, 2007). Esta escala de clasificación es asignada, de acuerdo con el autor citado, se retoma para el caso del Parícutin y se modifica de acuerdo con este paisaje.

Valoración		Puntuación	Definición
Génesis		máximo 10	Pocesos que han intervenido en su formación
Morfología	Morfoestructuras	máximo 10	Nº de formas individualizadas que componen el LIG
	Formas de erosión	máximo 10	
	Formas de acumulación	máximo 10	
Dinámica	Heredados	máximo 10	Elementos heredados y funcionales testigos de procesos del pasado o funcionales.
	Proceso actual	máximo 10	
Cronología		máximo 10	Periodos o fases genéticas representadas
Litología		máximo 10	Materiales representados
Estructura	Geológicas	máximo 10	Nº de estructuras visibles representadas
	Sedimentarias	máximo 10	

Figura 65. Ejemplo de una tabla de valoración intrínseca, los componentes aparecen desglosados para ser evaluados con un máximo de 10; la suma del total no excede los 100. El valor que determina el grado de interés científico, es proporcional a esta sumatoria (González, 2006).

La calidad científica de los geomorfositos se expresa por medio de parámetros numéricos que son resultado de una sumatoria a fin de obtener un promedio que muestre el grado de interés.

En el trabajo de Panizza (2001), se propone un método distinto para determinar el valor científico de un geomorfosito. Toma en consideración elementos, como el grado de conservación de los sitios de interés, así como su importancia a través de una fórmula (Fig. 66).

Q= S*C		
Q: Calidad del Geomorfofitio		
S: Nivel de interés o importancia		
C: Grado de preservación		
Importancia	Mundial	4
	Continental	3
	Regional	2
	Local	1
Grado de preservación	Bien preservado	1
	Preservación media	.5
	Mal preservado	.25

Figura 66. Fórmula para calcular el grado de interés científico de un geomorfosito (Panizza, 2001).

3.1.2 Evaluación de los valores añadidos

Este tipo de atributo hace referencia a la apreciación cultural y ambiental de un Geomorfofitio, los cuales a su vez pueden condicionar o enriquecer el valor intrínseco. La puntuación máxima que se otorga a este rubro es de 70, debido a que son menos parámetros a evaluar y además la puntuación que se le puede otorgar a cada uno es diferente (Fig. 67). Hay que mencionar que, en este caso, la valoración es subjetiva, ya que los criterios utilizados para asignar algún tipo de valor, es determinado por el investigador usando los parámetros de evaluación ya mencionados (González, 2006).

Valoración		Puntuación	Definición
Paisajística y estética(10)		Máximo 10	Consideración escalar paisajística y estética. No existe (0), Componente muy local y puntual (2), Componente a escala media (valle, municipio) (4), Componente comarcal (6), Componente esencial del paisaje en amplios panoramas (regional)(8), Elemento protegido o gestionado por sus contenidos paisajísticos
Elementos culturales	Asociación a elementos de valor patrimonial	Máximo 10	Elementos patrimoniales (monumentos, yacimientos, poblaciones, construcciones populares, elementos etnológicos, etc.) que están representados
	Contenido cultural	Máximo 10	aspectos culturales (mitos, leyendas, literatura, pintura ...)
	Contenido histórico	Máximo 10	Fases históricas de uso u ocupación
Didáctica	Recursos pedagógicos	Máximo 5	Contenidos pedagógicos y docentes
	Niveles pedagógicos	Máximo 5	Primario, Secundario, Superior, Adultos, Investigación.
Científica	Valor Científico	Máximo 5	Áreas científicas con valor significativo
	Representatividad científica	Máximo 5	Local, (1), comarcal (2), regional (3), nacional (4), internacional (5)
Turística	Contenidos turísticos reales (reales)	Máximo 5	Histórico artístico; Activo (excursionista, otros); paisajístico; esparcimiento-relax; otros
	Atracción turística (potencial)	máximo 5	Capacidad de atracción turística: local, comarcal, regional, nacional, internacional

Figura 67. Ejemplo de la tabla que se usa en la valoración de los elementos añadidos, información que se complementa con la que aparece en la Fig. 5. La sumatoria total para este caso es de 70 puntos, para fines de interpretación este valor es tomado como 100. Con el fin de facilitar su comparación con los valores intrínsecos, se expresa de 0-100 o 0-10 (González Trueba, 2006).

3.1.3 Evaluación del uso y gestión

Se evalúan los componentes territoriales y el potencial de uso de un geomorfosito, a partir del conocimiento detallado de sus valores intrínsecos y añadidos, corroborados por un trabajo de campo. De esta manera, también se califica la accesibilidad, fragilidad, vulnerabilidad, intensidad de uso, riesgo de degradación, entre otros más.

En la tabla ejemplo de la Fig. 68, se aprecia que cada rubro a evaluar puede ser calificado con 0 = bajo; 1 = medio y 2 = Alto de 0 a 2. El valor máximo que se puede obtener es de 18 puntos. De esta forma se pueden identificar aquellos elementos que afectan o que deben considerarse como posibles fuentes de degradación, para estas morfologías del relieve (Fig. 68).

Valoración	Puntuación	Definición
Accesibilidad	ALTA: 2. Buena accesibilidad MEDIA: 1, con dificultades BAJA: valor 0, mala accesibilidad	Facilidad de acceso a un determinado LIG y su consideración para una adecuada gestión del mismo.
Fragilidad	ALTA: 0. Uso no recomendable. MEDIA: 1. Uso potencial. BAJA: valor 2. Alto valor de uso.	Grado de facilidad para el deterioro del LIG por sus características intrínsecas.
Vulnerabilidad	ALTA: 0. Elementos capaces de transformar la estructura o dinámica del Geomorphosite MEDIA: 1. Transformación en bajo grado. BAJA: 2. No hay vulnerabilidad.	Elementos del entorno del LIG que hacen posibles cambios irreversibles en sus valores intrínsecos y extrínsecos.
Intensidad de uso	ALTA: 0. Alta frecuentación, no permite el incremento de actividades MEDIA: 1. Frecuentación y uso moderado BAJA: 2. Frecuentación y uso muy moderado.	Uso actual del LIG, cualitativa y cuantitativamente.
Riesgo de degradación	ALTO: 0. MEDIO: 1. BAJO: 2.	Posibilidad de deterioro del LIG con su uso hasta perder valores intrínsecos y añadidos.
Estado de conservación	ALTO: 2. Permite su uso. MEDIO: 1. Uso restringido. BAJO: 0. No favorece su uso.	Grado de conservación o integridad de los valores intrínsecos y extrínsecos del LIG.
Impactos	ALTOS: 0. Desaconsejan su uso, con orientaciones de restauración. MEDIOS: 1. Permiten usos pero aconsejan restauración o eliminación de impactos. BAJOS: 2. No hay impactos intensos	Elementos humanos que alteran y degradan al LIG de modo directo (carreteras, canteras, obras, etc.)
Condiciones de observación	ALTAS: 2. MEDIAS: 1. BAJAS: 0.	Existencia o no de de condiciones de observación (paisaje, localización, accesibilidad, etc.) para el uso de LIG
Límites de cambio aceptables	ALTO: 2. Baja fragilidad y débil intensidad de uso, los cambios no implican pérdida de valores. MEDIO: 1. Fragilidad y usos actuales permiten cambios moderados sin pérdida de valores. BAJO: 2. Elevada fragilidad o intensidad de usos, el cambio implica pérdida de valores.	Potencial de cambios que el LIG puede asumir sin perder sus valores intrínsecos y añadidos. Esta en relación con la fragilidad-vulnerabilidad y la intensidad de uso.

Figura 68. Tabla de valoración de los elementos de uso y gestión, los valores asignados a cada apartado, dependen de la situación actual de la morfología del territorio en cuestión (González, 2006).

3.1.4 Valoración global

Una vez que, por separado, se han estimado los tres valores que componen al geomorfosito (intrínseco, añadido y uso/gestión), se procede a la interpretación de los datos obtenidos, identificando primeramente la calificación predominante; esto indicará hacia que tipo de uso, debería ser promovido el sitio. Ya sea como lugar de interés para la ciencias de la Tierra o turístico, en donde se promueva su difusión a través de actividades geoturísticas, principalmente, que generen un mayor interés en la sociedad por dichos relieves o terrenos.

De igual forma, este tipo de análisis permite identificar agentes que pudieran estar afectando o que representarían una amenaza para el geomorfosito, en relación con la pérdida de las condiciones naturales de este, a fin de dar soluciones o recomendaciones de manejo para prevenir dicha situación. A continuación, se presenta un ejemplo del tipo de interpretaciones, que pueden llevarse a cabo con la valoración global de un LIG.

Tomando como ejemplo el Tubo Volcánico de Montaña del Catillo en Canarias, España (Fig. 69), la interpretación menciona que, *el valor intrínseco es bajo o muy bajo. Este factor desprende el escaso valor científico del mismo. De igual forma es bajo es el índice de los valores añadidos o culturales; sin embargo, los valores de uso y gestión alcanzan niveles muy altos. A pesar de su poca valía científica, su elevado grado de conservación determina que posea un potencial de uso didáctico y turístico alto, sin que ello suponga su deterioro* (Dóniz, et.al. 2007).

Nombre	Tipo	Valoración			
		Intrínseca	Valor añadido	De uso y gestión	Global
Tubo volcánico	Lugar singular	2,5	2,1	9	4,53

Figura 69. Tabla de análisis final de un geomorfosito, en la que se sitúan los valores obtenidos en cada rubro, teniendo como ejemplo el tubo volcánico de Montaña del Castillo, Tenerife, Canarias (Dóniz, et.al., 2007).

La valoración de un geomorfosito, juega un papel medular en la difusión, entendimiento y reconocimiento por parte de la sociedad de dichas estructuras, así como para la protección y aprovechamiento sustentable de las características naturales del territorio.

3.2 Propuestas de geomorfositos en el volcán Parícutin

La conjugación de los elementos geomorfológicos y geológicos, asociados con la historia eruptiva del volcán Parícutin; así como con los eventos histórico-culturales que se dieron

en ese momento, ha generado un testimonio excepcional en el territorio. Con el fin de reconocer, objetivamente, los atributos de cada sitio, se decidió asignar una valoración de cada lugar propuesto, por sus contenidos científicos, estéticos, culturales y socio-económicos, lo que fortaleció su reconocimiento como geomorfositos.

Se identificaron en el volcán Parícutin y depósitos asociados, nueve sitios geomorfológicos representativos. Los cuales han sido clasificados en las categorías de: Elemento (una forma puntual) y lugar (un geomorfosito areal), en ambos casos pueden ser Elementos Singulares (ES) o Lugares Singulares (LS); así como Elementos Representativos (ER) o Lugares Representativos (LR) del área (González Trueba, 2006).

Cabe señalar que los valores obtenidos en cada una de las evaluaciones, no son absolutos, dependen del conocimiento y grado de estudio de la persona que las hace o que establece el geomorfosito. En el caso del Parícutin, la valoración está orientada hacia un público familiarizado o con interés en las Ciencias de la Tierra.

A continuación se presenta la valoración realizada con base en la metodología propuesta por González y Serrano (2008), los resultados son los siguientes:

Geomorfosito 1. El Vertedero

Su nombre se asocia con una morfología que semeja un canal, sin embargo, su origen no tiene nada que ver con su aspecto. Se trata de un bloque de lava de geometría cóncava, *de medio tubo*, que formó parte del techo de un antiguo túnel o de una costra de enfriamiento superficial; en ambos casos fue volcado y dispuesto en posición inversa, debido al empuje de un nuevo flujo (Fig. 70 y 71). Dicho elemento forma parte del grupo de lavas emitidas por el volcán Sapichu, mismas que en el mapa geomorfológico están consideradas con una temporalidad intermedia (ver inciso 1.5 b).



Figura 70. *El Vertedero* es un bloque de lava de 3 m de largo por 1 m ancho. Se considera un relicto de una bóveda de un túnel de lava o de una costra de enfriamiento de la superficie de una colada; en ambos casos volcado y colocado en una posición inversa.



Figura 71. *El Vertedero*, desde otro ángulo, la superficie expuesta presenta una laminación o micro-escalones. Estas formas primarias se originan cuando la lava fluye en el interior de una colada o un túnel y su disposición o arreglo es contrario a la dirección del flujo. Esta característica en la fotografía que se muestra no corresponde, debido a que el bloque no se encuentra en su posición original.

El origen de *El Vertedero* tiene dos hipótesis, la primera se relaciona con la existencia de un túnel de lava (Fig. 72 a). Esta estructura tuvo desarrollo cuando la base y la porción superior comienzan a perder temperatura por contacto con el suelo y el aire, lo que favoreció la formación de una costra, que pudo mantener por más tiempo la roca en estado líquido al interior del flujo. Al no decrecer la tasa de emisión del magma, la porción distal ya sólida (frente) es *empujada* hasta romperse, lo que permitió el vaciado del interior de la colada; como resultado de este proceso quedó una oquedad a manera de tubo (Fig. 72a: I).

Hay que señalar que, en la figura anterior, se dibuja en el techo, de manera exagerada, una serie de desniveles que representan laminaciones o micro-escalones. La amplitud de estas estructuras no son mayores a 5 cm. Su origen se relaciona con el rozamiento entre el flujo de lava y la parte superior del túnel; este contacto provoca el desprendimiento de pequeños pedazos de roca solidificada, al avanzar la roca fundida al ras del techo. Esto explica porqué el sentido de los bordes (laminaciones o micro-escalonamientos) es contrario a la dirección del flujo.

Los factores más importantes que están involucrados en el colapso de un túnel de lava son dos; el primero, se relaciona con la existencia de una alta densidad de estructuras disyuntivas (grietas de enfriamiento, flujo o fallas), que debilitan paredes y techos. El segundo aspecto a considerar es el peso de la bóveda, al final termina por ceder por la falta de soporte (Fig.72a: II).

Con respecto al techo, hay que mencionar que presenta dos tipos de superficies, la superior con morfología *aa* (irregular constituida por bloques de lava sobrepuestos) y una interior, donde se alternan secciones pulidas (líneas de flujo) con rugosas (laminas y micro-escalones). Una vez ocurrido el colapso, el techo se rompe en superficies de diversos tamaños, cada uno de ellos puede mantener adheridas las rocas suprayacentes inmediatas.

El Vertedero es parte del conjunto de lavas que emitió el Sapichu, este sector se caracteriza por haber sido lugar de paso frecuente de numerosos flujos. Cada nuevo emplazamiento podía sobreponerse o *empujar* las rocas ya existentes. Este último proceso favoreció el apilamiento de rocas, de esta manera algunos fragmentos del techo

logran una posición vertical (Fig. 72a: III) hasta volcarse por completo (Fig. 72a: IV) y quedar en la posición que se ilustra en la figura 70 y 71.

El segundo posible origen de *El Vertedero* (Fig. 72 b) se asocia con el enfriamiento de la superficie de una colada de lava; es decir, una costra que comienza a definirse con forme pierde temperatura a consecuencia de las condiciones ambientales en las que se desarrolla (Fig.72b: I). Un probable aumento en la tasa de emisión lávica pudo romper la cubierta solida en la porción más distal de la colada (Fig. 72b: II).

La existencia de una amplia y gruesa costra en la cercanía del frente lávico, así como la presencia de un campo rocoso producto de una actividad efusiva temprana retardaron el avance del flujo, provocando deformaciones en la superficie y separación de bloques (costras) que logran una posición vertical, gracias a la permanencia de una tasa de emisión continuada que favorecía el movimiento de toda la estructura (Fig. 72b: III). De esta manera, la corteza podía volcarse y quedar en la posición que se expone en la Fig. 72b: IV.

Formas de relieve similares al *El Vertedero* no son comunes en el campo de lavas del Parícutin; las que se han identificado son escasas, de dimensiones pequeñas, no están en posición horizontal y no tienen un buen estado de conservación. Éstas son razones que hacen del ejemplo que se presenta, un sitio geomorfológico único en donde es posible entender la dinámica y evolución del relieve volcánico de ahí que, a este sitio, se le otorgue un interés didáctico y científico (Tabla. 1).

Con base en las características mencionadas, se estimaron de manera cuantitativa los valores intrínsecos, añadidos y de uso-gestión. El valor máximo a obtener es de 10 para los dos primeros y de 16 puntos para el último (Tabla. 2). El resultado que obtuvo el Geomorfosito *El Vertedero*, de acuerdo con sus valores intrínsecos fue de 1.8. Los aspectos que no favorecieron una evaluación más alta fueron la *monotonía* litológica, estructural, origen único (volcánico), su reciente formación y su buen estado de conservación.

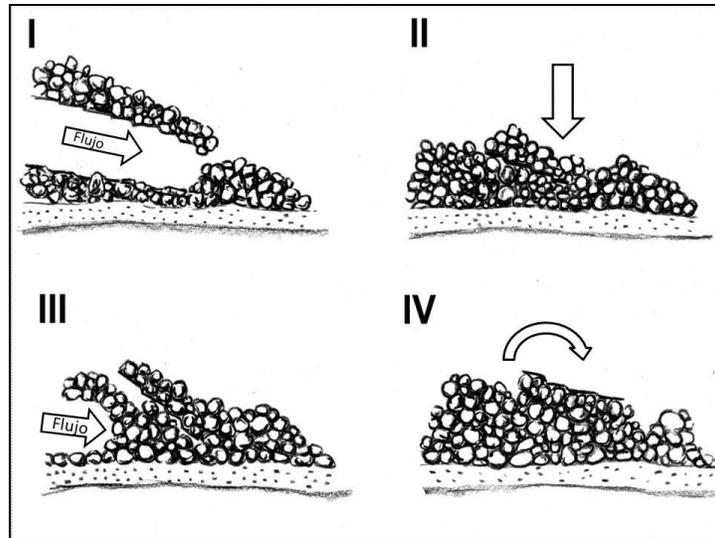


Figura 72a. Se muestra el origen de *El Vertedero* a partir del colapso de un túnel de lava: I. Formación y vaciado del tubo de lava, a lo largo de la bóveda destaca la existencia de laminaciones y micro-escalones cuyos bordes son contrarios a la dirección del flujo; II. Colapso de la estructura, el techo al romperse puede mantener adheridas las rocas suprayacentes inmediatas; III. El *empuje* y apilamiento como respuesta del emplazamiento de una nueva colada. Este proceso favorece que algunos de los fragmentos de la antigua bóveda logren una posición vertical hasta volcarse; IV. La volcadura del bloque es la posición final una vez que termina el movimiento de los flujos de lava (Elaboración Propia).

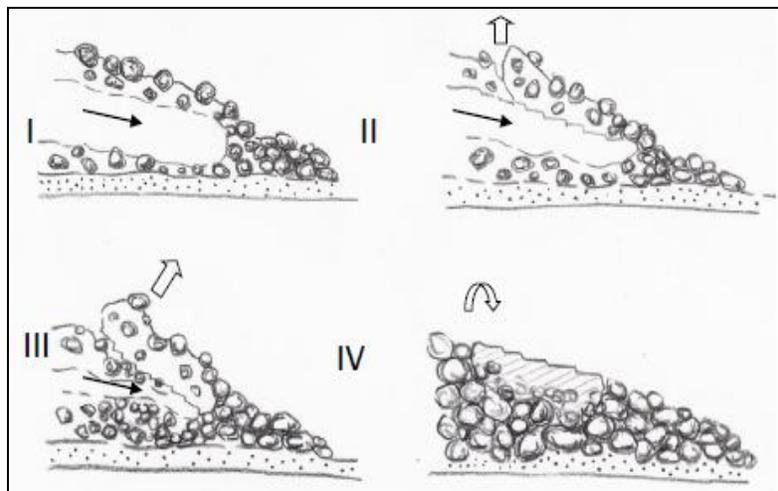


Figura 72b. La formación del *Vertedero* a partir de una costra de enfriamiento: I. Las costras de enfriamiento en la base y en el techo, mantiene la lava en estado fluido; II. Un aumento en la tasa de emisión rompe la cubierta superior en el sector más distal del flujo; III. Al continuar la emanación de material incandescente, la costra superior se deforma, se rompe en bloques y el movimiento de toda la estructura favorece que adopten un posición vertical hasta volcarse; IV. Una vez terminada la actividad efusiva, el bloque queda invertido (Elaboración Propia).

Con respecto a los valores añadidos el resultado obtenido fue de 5; un valor medio, que tiene relación con cualidades paisajísticas y significativas del lugar, al ser una estructura que resalta de su entorno por su peculiaridad. Además, tiene un contenido histórico importante, ya que forma parte de los flujos de lava provenientes del Sapichu que cubrieron caminos, cultivos y poblaciones, hasta reconfigurar el territorio local. A los aspectos anteriores se suma el aprovechamiento didáctico y científico, como recurso pedagógico para explicar un proceso muy puntual (volcánico efusivo). Además, un interés, de parte de la comunidad científica, de usar esta forma de relieve en la difusión de las Ciencias de la Tierra. En la actualidad, éste es su único aprovechamiento, sus contenidos turísticos son mínimos.

Los aspectos relacionados con el uso y gestión alcanzaron un promedio de 8.3; una calificación alta que está relacionada con el inmejorable estado de conservación, así como el bajo o casi nulo uso del sitio, que no han permitido la existencia de agentes naturales y humanos que amenacen la integridad del sitio a corto plazo. Su baja accesibilidad ha permitido que las condiciones de observación del sitio se mantengan casi intactas, siendo la única huella de cierta actividad humana en el sitio, la presencia de basura.

Por tal motivo, se propone una mayor difusión para visitar este geomorfosito, ya que no representaría un peligro a corto plazo. Además, el reconocimiento de su singularidad favorece su cuidado y protección, siempre y cuando el uso que se lleve a cabo en el sea con fines didácticos y no vayan más allá de su observación y análisis.

En resumen, el *Vertedero* cuenta con un alto potencial de uso, principalmente como herramienta educativa para la difusión de las Ciencias de la Tierra y en particular de la geomorfología volcánica, a estudiantes y público interesado en estos temas

DESCRIPCIÓN			
Identificación	Nombre: Volcán Parícutin	Lugar: <i>El Vertedero</i>	Nº: 1
Situación	Municipio: Parangaricutiro, Michoacán de Ocampo, México.	Coordenadas: N19° 30.78' W102° 14.647'	Altitud: 2439 m
Geomorfología	Tipo	ELEMENTO SINGULAR	
	Unidad	Coladas de lava AA	
	Génesis	Volcánico acumulativo: asociado a la actividad efusiva del volcán adventicio Sapichu.	
	Morfología:	Bloque de lava de geometría cóncava (medio tubo), de 3 m de largo por 1 m de ancho.	
	Descripción:	Se considera un relicto de una bóveda de un túnel de lava o de una costra de enfriamiento de una superficie de una colada; cual sea el caso, volcado y colocado en una posición inversa.	
	Morfoestructuras:	En superficie presenta laminaciones o microescalones de 5 cm de amplitud máxima.	
	Erosión:	No presenta rasgos de erosión.	
	Sedimentación:	No presenta cubierta detrítica.	
	Dinámica	Estilo eruptivo efusivo, formación de cubiertas de enfriamiento y variaciones en la tasa de emisión de lavas.	
	Cronología	Es parte de los flujos intermedios del volcán Sapichu que iniciaron su emplazamiento en enero de 1947. No se conoce la fecha exacta del término de este proceso, pero se sabe que se continuó un tiempo después de 1949.	
Interés principal	Didáctico.		
Interés secundario	Científico (explica la evolución del relieve asociado a la actividad efusiva).		
Atribución del LIG	Estructura primaria en bóveda de túnel o techo de flujo de lava: científico-didáctico.		
Usos	Contenido cultural	Np	
	Accesibilidad	De difícil acceso.	
	Grado de interés	Medio (científico-didáctico).	
	Estado de conservación	Bueno.	
	Usos actuales	Didáctico.	
	Comunicaciones	Np	
	Infraestructuras	Np	
	Impactos	Np	
Situación legal	Forma parte del PNPT.		

Tabla 1. Descripción de las características intrínsecas, culturales y de uso y gestión, del Geomorfosio (1) El *Vertedero* (LIG: Lugar de Interés Geomorfológico; PNPT: Parque Nacional Pico de Tancitaro; Np: No presenta (Elaboración Propia).

VALORACIÓN				
Identificación	Nombre: Volcán Parícutin	Lugar: El Vertedero	Nº: 1	
Situación	Municipio: Parangaricutiro, Michoacán de Ocampo, México			
	Coordenadas: N19° 30.78' W102° 14.647'	Altitud: 2439 m		
Tipo de LIG	ELEMENTO SINGULAR		VALORACIÓN	
Valores intrínsecos	Génesis		4	
	Morfología	Morfoestructuras	1	
		Formas de erosión	1	
		Formas de acumulación	1	
	Dinámica	Heredados	3	
		Activo	0	
	Cronología		5	
	Litología		1	
	Estructura	Geológicas	1	
Sedimentarias		1		
Valoración			1.8	
Valores añadidos	Valoración paisajística y estética		6	
	Elementos culturales	Asociación a elementos de valor patrimonial	6	
		Contenido cultural	0	
		Contenido histórico	4	
	Elementos didácticos y científicos	Recursos pedagógicos		5
		Niveles pedagógicos		5
		Valor científico	Áreas científicas	3
			Representatividad científica	3
	Contenidos turísticos	Contenido turístico		2
Atracción turística		1		
Valoración			5	
Valores de uso y gestión	Accesibilidad		0	
	Fragilidad		2	
	Vulnerabilidad		2	
	Intensidad de uso		2	
	Riesgo de degradación		2	
	Estado de conservación		2	
	impactos		2	
	Condiciones de observación		1	
	Límite de cambio aceptable		2	
	Valoración del uso		8.3	

Tabla 2. Estimación de los valores intrínsecos, añadidos y de uso-gestión, del Geomorfosio 1: El *Vertedero* (Elaboración Propia).

Geomorfosito 2. *El Barandal*

Se agrupa dentro de los lugares singulares del campo de lavas del Parícutin. Se encuentra en una de las últimas coladas emitidas por el volcán Sapichu, al NW, caracterizada por la abundante presencia de bordes o *levées* (Fig. 73) a lo largo del flujo. Precisamente, en una de estas estructuras es en donde se localiza este geomorfosito.

La peculiaridad del lugar recae en ser un área en donde se puede apreciar claramente una serie de estructuras alargadas, las cuales son interpretadas como la evidencia de procesos de enfriamiento y canalización de distintos flujos de lava, que dieron origen a la formación de estructuras sub-verticales y alargadas (Fig. 74), debido a la solidificación de sus flancos.



Figura 73. Se observa uno de los bordes de lava que integran el Geomorfosito *El Barandal*. Se trata de estructuras verticales de geometría convexa en su borde exterior y cóncava en la contraria. Su presencia pone en evidencia antiguos colapsos de túneles y sobre ellos el emplazamiento de nuevos flujos.



Figura 74. Los levées o cordones laterales presentan fracturas en sus flancos y superficies lisas, esto los hace susceptibles al intemperismo y su posterior degradación por procesos exógenos. Esto puede ocasionar la pérdida de sus cualidades intrínsecas.

Estas formas del relieve son características de un vulcanismo efusivo-acumulativo y se asocian con la existencia de flujos de lava proveniente del volcán Sapichu, los levées representan los bordes exteriores de una colada.

El origen de estas paredes se asocia con la pérdida de temperatura por contacto con una superficie por la cual se desplazan, que resulta ser más fría. Este hecho favorece la formación de una corteza o pared a lo largo de toda la zona de contacto con el terreno, forma estructuras alargadas en dirección paralela al flujo y el espesor varía de uno a casi tres metros en las cercanías del centro emisor.

Una vez formadas estas estructuras, funcionan como un aislante entre el flujo incandescente y la superficie del terreno; de esta manera, la lava conserva un mayor tiempo su temperatura y, por tanto, su capacidad de alcanzar una gran longitud. En la zona de estudio la formación de levées fue un proceso frecuente; se reconocieron al menos tres eventos sobrepuestos en la zona del *El Brandal*. Hay que mencionar que la simetría y el orden de las series de levées, no siempre son continuas a lo largo de todo el flujo. En la Figura 75, se muestra a partir de un modelo idealizado la formación de este tipo de bordes.

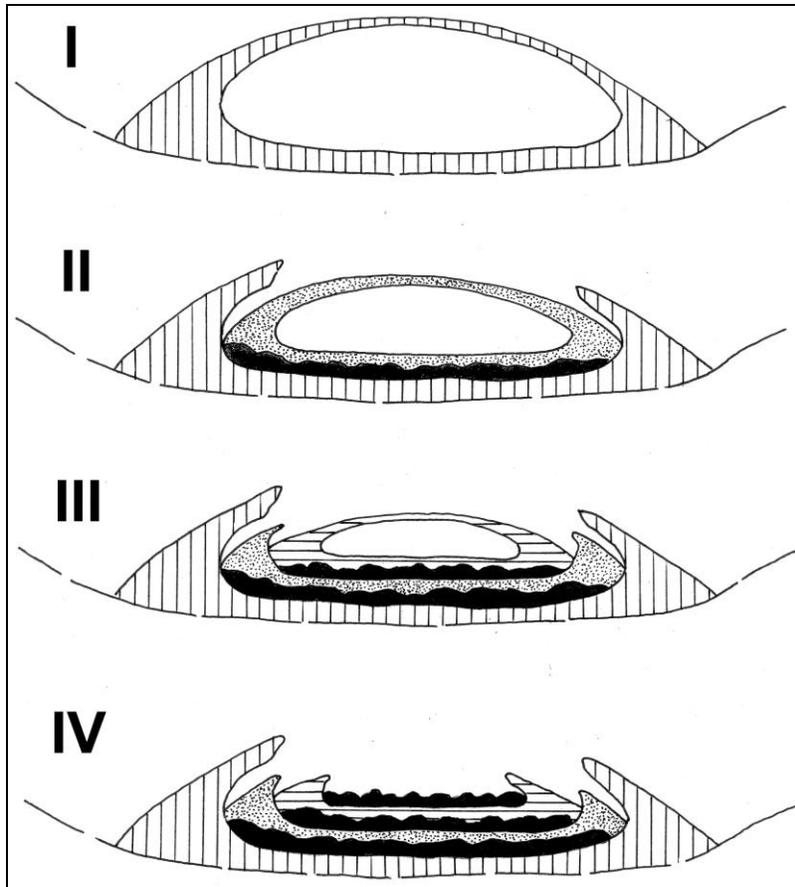


Figura 75. Modelo idealizado en donde a partir de cortes transversales en flujos que desarrollan túneles de lava, colapsan. Y su sobre posición, favorece el desarrollo de secuencias de levées: I. Emplazamiento de la colada inicial, la desigual pérdida de temperatura por contacto, favorece distintos espesores en la corteza de enfriamiento; II. Al decrecer la tasa de emisión en el flujo de la corteza superior cae por falta de soporte, de este proceso resulta un *canal*, que es ocupado por un nuevo derrame flanqueado por levées; III. Se repite el proceso descrito en el punto anterior, en este caso se emplaza una tercera corriente lávica; IV. Una vez que ocurre el último desplome quedan apiladas dos series simétricas de levées al interior del flujo inicial (Elaboración Propia).

La presencia de secuencias de levées permitió que lavas más tardías se encauzaran a manera de ríos, siguiendo la pendiente general del terreno y llegar a lugares más distantes. Como es el caso de un flujo emplazado al NW del Sapichu y que alcanzó una distancia de 3.7 Km (Tabla. 3).

DESCRIPCIÓN			
Identificación	Nombre: Volcán Parícutin	Lugar: <i>El Barandal</i>	Nº: 2
Situación	Municipio: Parangaricutiro, Michoacán de Ocampo, México.	Coordenadas: N19° 30.312' W102° 14.831'	Altitud: 2516 m
Geomorfología	Tipo	LUGAR SINGULAR	
	Unidad	Levées o pared de lava	
	Génesis	Volcánico acumulativo: asociado a la actividad efusiva del volcán adventicio Sapichu.	
	Morfología:	Rocas verticales de geometría convexa en su borde exterior y cóncava en la contraria.	
	Descripción:	Forman estructuras alargadas paralelas a la dirección del flujo de lava.	
	Morfoestructuras:	Superficies lisas masivas que se intercalan con sectores con densas fracturas. Son frecuentes las grietas de flujo y enfriamiento.	
	Erosión.	No presenta rasgos de erosión.	
	Sedimentación	No existe cubierta detrítica.	
Dinámica	Se asocian a la pérdida de temperatura por contacto con una superficie más fría por la cual se desplazan. Este hecho favorece la formación de una corteza (pared) a lo largo de la zona de contacto con el terreno.		
	Es parte de los flujos intermedios del volcán Sapichu que iniciaron su emplazamiento en enero de 1947. No se conoce la fecha exacta del término de este proceso, pero se sabe que se continuó un tiempo después de 1949.		
	Didáctico		
	Científico (Explica formas de relieve asociadas al emplazamiento de flujos de lava)		
	Estructura primaria, levées o paredes (de lava): científico-didáctico.		
Usos	Interés principal	Didáctico	
	Interés secundario	Científico (Explica formas de relieve asociadas al emplazamiento de flujos de lava)	
	Atribución del LIG	Estructura primaria, levées o paredes (de lava): científico-didáctico.	
	Contenido cultural	Np	
	Accesibilidad	Media	
	Grado de interés	Alto (Científico)	
	Estado de conservación	Bien conservado	
	Usos actuales	Didáctico	
	Comunicaciones	Np	
	Infraestructuras	Np	
Impactos	Presenta algunas pintas con aerosol (vandalismo).		
Situación legal	Forma parte del PNPT		

Tabla 3. Descripción de las características intrínsecas, culturales y de uso y gestión, del Geomorfofitio (2) El Barandal (LIG: Lugar de Interés Geomorfológico; PNPT: Parque Nacional Pico de Tancitaro; Np: No presenta) (Elaboración Propia).

El valor intrínseco de este lugar es didáctico y científico. A partir de esta morfología es posible relacionar aspectos como la pérdida de temperatura por contacto, movilidad de coladas de lava, alcance (longitud máxima), decremento de la tasa de emisión y ,por tanto, la estructura, así como la espacialidad de los levées.

Los resultados de la evaluación se concentran en la tabla 4, en donde es notoria la evaluación baja de los valores intrínsecos (1.5). No obstante, por su origen, es posible entender, por lo menos, cinco mecanismos relacionados con la dinámica y evolución del relieve volcánico monogenético. Al igual que en el sitio anterior (Geomorfosito 1), la presencia de una *monotonía* en la naturaleza influye en la baja valoración.

La evaluación de los valores añadidos es de 5.1; en esto tiene que ver el componente paisajístico, en particular las dimensiones considerables que llegan alcanzar estas estructuras (5-15 m de altura y más de un par de cientos de metros de longitud). A lo anterior hay que sumar un alto contenido histórico alto; aspecto vinculado con las últimas afectaciones que provoco el volcán Sapichu.

A partir de la espacialidad de los *levées*, es posible caracterizar la dinámica efusiva e incluso identificar secuencias volcánicas; por tanto, representan una herramienta potencial en la enseñanza, comprensión y evolución del relieve volcánico. En consecuencia, son de gran interés para las Ciencias de la Tierra (Geología, Vulcanología, Geomorfología u otras). Este aspecto le da una valoración significativa en el rubro de elementos didácticos y científicos. Resalta el hecho de que, en la actualidad, no existe un aprovechamiento turístico del lugar y, por tanto, sus valores son inexistentes en este rubro.

Los valores de uso y gestión obtuvieron una calificación alta (8.3), la razón fue la accesibilidad (media) y un buen estado de conservación, aspectos facilitan su observación y estudio. A pesar de presentar una cierta vulnerabilidad y fragilidad, asociadas a sus cualidades intrínsecas (presencia de fracturas en sus flancos) y a la acción del hombre (grafitis) (Fig. 76), no representan en la actualidad una amenaza para el geomorfosito, pero pueden ser atenuadas.

VALORACIÓN				
Identificación	Nombre: Volcán Parícutin	Lugar: El Barandal	Nº: 2	
Situación	Municipio: Parangaricutiro, Michoacán de Ocampo, México.			
	Coordenadas : N19° 30.312' W102° 14.831'	Altitud: 2516 m		
Tipo de LIG	LUGAR SINGULAR		VALORACIÓN	
Valores intrínsecos	Génesis		3	
	Morfología	Morfoestructuras	3	
		Formas de erosión	1	
		Formas de acumulación	1	
	Dinámica:	Heredados	1	
		Activo	0	
	Cronología		3	
	Litología		1	
	Estructura	Geológicas	2	
Sedimentarias		0		
Valoración			1.5	
Valores añadidos	Valoración paisajística y estética		8	
	Elementos culturales	Asociación a elementos de valor patrimonial	8	
		Contenido cultural	0	
		Contenido histórico	5	
	Elementos didácticos y científicos	Recursos pedagógicos		5
		Niveles pedagógicos		2
		Valor científico	Áreas científicas	3
			Representatividad científica	5
	Contenidos turísticos	Contenido turístico		0
Atracción turística		0		
Valoración			5.1	
Valores de uso y gestión	Accesibilidad		1	
	Fragilidad		2	
	Vulnerabilidad		1	
	Intensidad de uso		1	
	Riesgo de degradación		2	
	Estado de conservación		2	
	impactos		2	
	Condiciones de observación		2	
	Límite de cambio aceptable		2	
	Valoración del uso		8.3	

Tabla 4. Estimación de los valores intrínsecos, añadidos y de uso y gestión, del Geomorfosio (2) El Barandal (Elaboración Propia).



Figura 76. *El Barandal*. Se trata de un *Levéé* que tuvo desarrollo en una margen de un flujo de lava importante por la longitud alcanzada y espesor. Se observan pintas con aerosol realizadas por algunos visitantes; este hecho sumado a la presencia de basura, han mermado el valor estético del Geomorfosito.

El uso recomendado para *El Barandal* es didáctico. Es una forma de relieve que permite entender la dinámica efusiva y, si bien su explicación está orientada a estudiantes de Ciencias de la Tierra en general, no excluye el interés que pueda tener el público no especialista. En la medida que exista el interés por dar a conocer su desarrollo y se materialice en un pizarrón explicativo en el lugar, se favorecerá su conservación y la visita responsable. Estas estructuras son propensas a perder sus cualidades naturales, si su aprovechamiento incluye actividades más allá de su observación.

Geomorfosito 3. El Collado; contacto entre Parícutin-Sapichu

Este sitio también se conoce con el nombre del *Puerto* o *el Abra*, y representa la porción más baja y accesible para el ascenso hacia la cima del Parícutin o del Sapichu. Se identifica como un lugar representativo, ya que se reconoce como la frontera entre las dos estructuras mencionadas (Fig. 77).



Figura 77. El Collado es un abra o puerto que sirve de límite entre el Parícutin (derecha) y al Sapichu (izquierda), esta frontera es visible y presenta un perfecto estado de conservación.

El Collado comienza a definirse en el momento que el Sapichu inicia su desarrollo a finales de 1943. Este periodo se conoce como la etapa intermedia de la actividad del Parícutin. En la actualidad, este sitio es relevante para entender el emplazamiento y desarrollo del volcán adventicio (Fig. 78).



Figura 78. Vista en perfil de *el Collado*, la ladera de la derecha forma parte del Parícutin (flanco N) y la de la izquierda del Sapichu. Las personas que aparecen en la imagen (Dr. Zamorano en el extremo izquierdo), toman un descanso en la base inferior del cono adventicio (Sapichu). Hay que mencionar que al ser un paso obligado hacia la cima, se mantiene visible y marcado debido a la constante remoción de los detritos ladera abajo que provocan los visitantes.

La accesibilidad al *Collado*, es considerada como media. A pesar de esto no existe un uso específico del lugar, solo es el paso, no obstante representa el sector más corto y accesible para llegar a la cima de cualquiera de las dos estructuras. Su relevancia es desconocida por la mayoría de los visitantes, no obstante en la tabla 5 se evidencia su importancia y valoración.

DESCRIPCIÓN			
Identificación	Nombre: Volcán Parícutin	Lugar: El Collado (Frontera entre el Parícutin y Sapichu)	Nº: 5
Situación	Municipio: Parangaricutiro, Michoacán de Ocampo, México.	Coordenadas: N19° 29.742' W102° 14.976'	Altitud: 2675 m
Geomorfología	Tipo	LUGAR REPRESENTATIVO	
	Unidad	Límite geomorfológico entre estructuras	
	Génesis	Endógena volcánica	
	Morfología: Descripción morfoestructuras, erosión. Sedimentación	Porción más baja entre dos estructuras volcánicas. Límite geomorfológico entre un volcán de lava (actividad efusiva) y un cono de escoria (actividad explosiva). A manera de depresión somera, remoción de materiales por tránsito de personas y acumulación de materiales en la base de las estructuras.	
	Dinámica	Vinculado con la migración del conducto volcánico principal, hacia el flanco norte del edificio del Parícutin.	
	Cronología	Se relaciona con el emplazamiento y desarrollo del Sapichu a finales de 1943. Corresponde al periodo denominado como la etapa media, en la actividad del Parícutin.	
	Interés principal	Didáctico	
	Interés secundario	Científico	
	Atribución del LIG	Elemento lineal (contacto geomorfológico)	
	Usos	Contenido cultural	Np
Accesibilidad		Media	
Grado de interés		Alto	
Estado de conservación		Bien conservado	
Usos actuales		Np	
Comunicaciones		Vereda	
Infraestructuras		Np	
Impactos		Np	
Situación legal	Forma parte del PNPT		

Tabla 5. Descripción de las características intrínsecas, culturales y de uso y gestión, del Geomorfosio (5) El Collado (LIG: Lugar de Interés Geomorfológico; PNPT: Parque Nacional Pico de Tancitaro; Np: No presenta) (Elaboración Propia).

La evaluación numérica del *Collado* se muestra en la tabla 6. En ella se observa que el valor intrínseco obtuvo la calificación más baja de todo el conjunto de sitios que integran este estudio (0.9). Esto se explica cuando los elementos a evaluar se caracterizan por presentar una monotonía genética, litológica y estructural, que tiene reflejo en una morfología ligeramente cóncava que no representa ningún interés para los visitantes que no están familiarizados con el relieve volcánico.

La estética, las dimensiones y la excepcionalidad del sitio son los aspectos a tomar en cuenta en la categoría de los valores añadidos; en este rubro, el *Collado* obtiene 4.5. Esta calificación refleja, de alguna manera, que no ha pasado desapercibida su asociación directa con las dos estructuras volcánicas más importantes de la zona; este aspecto también incide en su contenido cultural. En este mismo apartado están presentes los elementos didácticos y científicos, ambos de importancia en el campo de las Ciencias de la Tierra y pueden utilizarse como un instrumento para explicar la secuencia y formación de las dos estructuras que divide.

La evaluación del uso y gestión en el *Collado* fue alta (9.4), por presentar una accesibilidad media y buen estado de conservación, aspectos que permiten una observación directa clara y también influye en lo referente a sus cualidades intrínsecas, que no sea vulnerable a procesos naturales o humanos que amenacen su integridad a corto y mediano plazo.

Con la valoración que se obtuvo es evidente la importancia científica y didáctica del *Collado* como un elemento clave en la comprensión de la temporalidad de dos eventos volcánicos que coinciden en tiempos; no obstante, presentan estilos eruptivos y secuencias de materiales diferentes. En consecuencia su aprovechamiento debe ser encaminado a tal fin.

VALORACIÓN				
Identificación	Nombre: Volcán Parícutin	Lugar: El Collado (contacto Parícutin-Sapichu)	Nº: 5	
Situación	Municipio: Parangaricutiro, Michoacán de Ocampo, México.			
	Coordenadas: N19° 29.742' W102° 14.976'	Altitud: 2675 m		
Tipo de LIG	LUGAR REPRESENTATIVO		VALORACIÓN	
Valores intrínsecos	Génesis		1	
	Morfología	Morfoestructuras	1	
		Formas de erosión	1	
		Formas de acumulación	1	
	Dinámica:	Heredados	1	
		Activo	0	
	Cronología		1	
	Litología		1	
Estructura	Geológicas	1		
	Sedimentarias	1		
Valoración			0.9	
Valores añadidos	Valoración paisajística y estética		8	
	Elementos culturales	Asociación a elementos de valor patrimonial	8	
		Contenido cultural	7	
		Contenido histórico	0	
	Elementos didácticos y científicos	Recursos pedagógicos		1
		Niveles pedagógicos		1
		Valor científico	Áreas científicas	3
			Representatividad científica	4
Contenidos turísticos	Contenido turístico		0	
	Atracción turística		0	
Valoración			4.5	
Valores de uso y gestión	Accesibilidad		1	
	Fragilidad		2	
	Vulnerabilidad		2	
	Intensidad de uso		2	
	Riesgo de degradación		2	
	Estado de conservación		2	
	impactos		2	
	Condiciones de observación		2	
	Límite de cambio aceptable		2	
	Valoración del uso		9.4	

Tabla 6. Estimación de los valores intrínsecos, añadidos y de uso y gestión, del Geomorfosio (5) El Collado (Elaboración Propia).

Geomorfosito 4. *Bomba Rompecabezas*

Este geomorfosito se estableció para una bomba volcánica: bloque sub-redondeado (balístico que adoptó una forma aerodinámica), con presencia de múltiples fracturas a manera de rompecabezas (*jigsaw*), resultado de un rápido enfriamiento (Fig. 79).



Figura 79. Bomba volcánica en estructura rompecabezas, se ubica a 30 m de la base del volcán Sapichu, a un costado del camino que lleva a la cima del Parícutin. La existencia de una alta densidad de fracturas sobre su superficie se debe al rápido enfriamiento que sufrió en el momento de ser expulsada. Sus dimensiones son las siguientes: eje mayor 2.5 m y menor 2 m.

Este elemento se considera singular dentro de la zona de estudio, y pone de manifiesto la breve pero importante actividad explosiva que tuvo el Sapichu. En este efímero periodo, cuando arrojó una gran cantidad de piroclastos, uno de ellos fue esta gran masa de lava que al momento de ser expulsada a la atmósfera giró varias veces en el aire (asenso y descenso) de esta manera se enfrió, adquirió una forma ovoide parecida a la de un *bolillo* y para después, caer a unos metros de la base del volcán Sapichu.

Este sitio es un ejemplo puntual y único de la actividad explosiva emitida al final de la erupción de volcán Sapichu. Por sus dimensiones, excepcionalidad y espectacularidad, así como por sus cualidades intrínsecas; se presenta como un lugar con un interés científico y estético para su análisis (Fig. 80).



Figura 80. La bomba *rompecabezas* se encuentra rodeada por bloques angulares y heterométricos, no obstante se distingue por su tamaño de forma inmediata.

El acceso al lugar se clasifica como medio, ya que se encuentra a 30 m del volcán Sapichu. Su estado de conservación es bueno, a pesar de que sus características intrínsecas lo hacen vulnerable a la pérdida de su forma debido a la expansión natural de las grietas que existen en su estructura, proceso que es acelerado cuando los visitantes suben a ella para llevarse la foto de recuerdo.

Este sitio también destaca por su valor didáctico. A partir de este elemento es posible dimensionar la intensidad y fuerza de la actividad explosiva y tamaño de los materiales expulsados. La cuantificación de sus valores del geomorfosito: Bomba Rompecabezas se presentan en la tabla 7.

La valoración del sitio *Bomba Rompecabezas* se muestra en la tabla 8, en ella se observa un calificación muy baja (1) en el rubro de intrínsecos. En ello influye un vínculo directo con un solo proceso genético, que le ha otorgado una monotonía en estructura y litología. Destacan en ella la alta densidad de grietas de enfriamiento, así como su buen estado de conservación.

Los valores añadidos fueron calificados con 2.7, en ellos las cualidades paisajísticas y estéticas son las que tienen mayor peso. De la misma manera. en este rubro se tomaron en cuenta aspectos pedagógicos y científicos; es decir, su potencial como instrumento didáctico para la transmisión del conocimiento geomorfológico y de las Ciencias de la Tierra.

La calificación para uso y gestión fue de 6.6 y corresponde con su accesibilidad con una fragilidad y vulnerabilidad media. Al no existir en este momento un uso particular del sitio, la presencia de impactos antrópicos es casi nula, lo que permite condiciones de observación favorables.

El uso de este geomorfosio (*Bomba Rompecabezas*), se recomienda como un elemento apreciativo y con vínculo relacionado con la educación. Con el fin de lograr este objetivo, es necesario contar con un conocimiento básico en temáticas volcánicas. Por tal motivo se considera un elemento singular que debe ser protegido, ya que por sus cualidades intrínsecas corre el riesgo de verse degradado con el tiempo.

DESCRIPCIÓN			
Identificación	Nombre: Volcán Parícutin	Lugar: Bomba Rompecabezas	N°: 4
Situación	Municipio: Parangaricutiro, Michoacán de Ocampo, México.	Coordenadas: N19° 29.755' W102° 14.962'	Altitud: 2674 m
Geomorfología	Tipo	ELEMENTO SINGULAR	
	Unidad	Bomba volcánica de grandes dimensiones (piroclasto).	
	Génesis	Volcánico explosivo; se asocia a la actividad del volcán adventicio Sapichu.	
	Morfología: Descripción morfoestructuras, erosión. Sedimentación	Bloque sub-redondeado, con 2.5 m de eje mayor de y 2m de menor; con alta densidad de fracturas de rompimiento conoidal de planos lisos. Estructuras a manera de rompecabezas (<i>jigsaw</i>). No presenta rasgos de erosión ni de sedimentación.	
	Dinámica	Producto piroclástico	
	Cronología	Asociada al último periodo de actividad del volcán <i>Sapichu</i> (explosiva)	
	Interés principal	Científico-estético	
	Interés secundario	Didáctico	
	Atribución del LIG	Bomba volcánica de grandes dimensiones, fracturada por enfriamiento	
Usos	Contenido cultural	Np	
	Accesibilidad	Media	
	Grado de interés	Alto (científico, por sus dimensiones)	
	Estado de conservación	Medio	
	Usos actuales	Np	
	Comunicaciones	Vereda	
	Infraestructuras	Np	
	Impactos	Np	
Situación legal	Forma parte del PNPT		

Tabla 7. Descripción de las características intrínsecas, culturales y de uso y gestión, del Geomorfosito (4) Bomba Rompecabezas (LIG: Lugar de Interés Geomorfológico; PNPT: Parque Nacional Pico de Tancitaro; Np: No presenta) (Elaboración Propia).

VALORACIÓN				
Identificación	Nombre: Volcán Parícutin	Lugar: Bomba Rompecabezas	Nº: 4	
Situación	Municipio: Parangarícutiro, Michoacán de Ocampo, México.			
	Coordenadas: : N19° 29.755' W102° 14.962'	Altitud: 2674 m		
Tipo de LIG	ELEMENTO SINGULAR		VALORACIÓN	
Valores intrínsecos	Génesis		2	
	Morfología	Morfoestructuras	2	
		Formas de erosión	1	
		Formas de acumulación	0	
	Dinámica:	Heredados	1	
		Activo	0	
	Cronología		1	
	Litología		1	
	Estructura	Geológicas	2	
		Sedimentarias	0	
Valoración			1	
Valores añadidos	Valoración paisajística y estética		5	
	Elementos culturales	Asociación a elementos de valor patrimonial	0	
		Contenido cultural	0	
		Contenido histórico	0	
	Elementos didácticos y científicos	Recursos pedagógicos		4
		Niveles pedagógicos		3
		Valor científico	Áreas científicas	2
			Representatividad científica	5
	Contenidos turísticos	Contenido turístico	0	
		Atracción turística	0	
Valoración			2.7	
Valores de uso y gestión	Accesibilidad		1	
	Fragilidad		1	
	Vulnerabilidad		1	
	Intensidad de uso		2	
	Riesgo de degradación		1	
	Estado de conservación		1	
	impactos		2	
	Condiciones de observación		2	
	Límite de cambio aceptable		1	
	Valoración del uso		6.6	

Tabla 8. Estimación de los valores intrínsecos, añadidos y de uso y gestión, del Geomorfosio (4) Bomba Rompecabezas (Elaboración Propia).

Geomorfosito 5. Cono adventicio Sapichu

El volcán Sapichu se consideró como un lugar representativo de la zona de estudio, se define como un cono adventicio de lava y se asocia con un estilo eruptivo efusivo-acumulativo, aunque también presentó episodios explosivos, de corta duración (Fig. 81). Su formación inicia el 19 de octubre de 1943, con la abertura de una boca eruptiva en la base de la ladera NE del Parícutin.



Figura 81. El Volcán Sapichu presenta una morfología de un cono truncado, alargado en dirección SW. La cima esta coronada por un cráter que emana gases de manera continua. Este fenómeno ha provocado en el borde norte, precipitados de óxidos de hierro y azufre que imprimen coloraciones rojas, blancas y amarillas en las rocas.

La aparición, desarrollo y actividad del Sapichu se ubican en el periodo que se conoce como intermedio dentro de la actividad del Parícutin. Esta etapa se caracteriza por la emisión de importantes volúmenes de lava, a diferencia de sus primeros meses de actividad.

La emanación de *fumarolas calientes* (vapor de agua combinado con ácido sulfhídrico: solfataras) y la posibilidad de obtener un *pedra con azufre* (rocas con precipitados de óxidos de hierro y azufre), son los dos aspectos que motivan a los visitantes a llegar al

cráter del Sapichu. Ésta es la razón por la cual, a lo largo del acceso, existe acumulación de basura, grafitis y remoción de materiales debido al paso continuo de personas, lo que ha provocado que el camino se convierta en un surco. Este canal, de origen antrópico, funciona como un continuo corredor de escombros y su futura evolución conlleva una dinámica agresiva de transformación del relieve, de ahí la importancia de tomar en cuenta este aspecto.

Con respecto a las solfataras hay que señalar que el vapor que emanan tiene su origen en las aguas meteóricas, que al filtrarse llegan al fondo de la estructura. Debido a que la roca es un mal conductor térmico aun existe calor remanente y la evaporación del agua se sucede cuando al interior se sobre calienta y en su regreso a la superficie precipita óxidos de hierro y azufre (Fig. 82).



Figura 82. Borde norte del cráter del Sapichu, en este sector se concentra el mayor número de solfataras y las cubiertas más continuas de precipitados de óxidos de hierro y azufre.

En las laderas interiores del cráter del Sapichu se suceden continuos asentamientos y desprendimientos rocosos. Los materiales desplazados van ocupando el fondo de la depresión. En este proceso las paredes, que definen el centro eruptivo, van perdiendo

volumen se van *adelgazando* hasta terminar nivelándose y definir una superficie ondulada y ligeramente inclinada (Fig. 83).



Figura 83. Borde S del cráter del volcán Sapichu; en primer plano, un asentamiento que define una morfología convexa. En segundo, se observa otro similar pero de menores dimensiones. Estos procesos se ven favorecidos por la falta de cohesión de los materiales que constituyen las laderas.

La génesis del Sapichu está vinculada con dos procesos volcánicos, el primero tiene relación con la formación de una boca eruptiva, en la base NE del cono principal (Parícutin). De acuerdo con los registros históricos, el inicio se caracterizó por una profusa actividad explosiva que terminó formando un pequeño cono de escoria (completamente sepultado en la actualidad). El segundo, es responsable de la emisión de grandes volúmenes de lava, que fueron expulsados desde el cráter y que sepultaron pequeños valles, terrenos de cultivo y poblados.

El campo de lava, por sí solo, es uno de los atractivos turísticos que más visitas recibe, sobre todo sus porciones distales en donde se observan paredes de roca, superficies rocosas onduladas, depresiones y túneles. Todas estas estructuras definen un paisaje monocromático que contrasta con el verdor del bosque. A estos aspectos se suma la

historia que cuentan, *por sí mismas*, las ruinas de templos, plazas, cimientos y paredes de casas destruidas y cubiertas por lavas de distintos espesores.

Por todo lo anterior, el Sapichu es considerado un geomorfosito en donde el valor científico, histórico, así como sus vistas panorámicas, lo hacen uno de los principales atractivos naturales en la zona (Tabla 9).

DESCRIPCIÓN			
Identificación	Nombre: Volcán Parícutin		Lugar: Volcán Sapichu Nº: 3
Situación	Municipio: Parangaricutiro, Michoacán de Ocampo, México.	Coordenadas: N19° 29.732' W102° 14.912'	Altitud: 2693 m
Geomorfología	Tipo	LUGAR REPRESENTATIVO	
	Unidad	Volcán parásito de escoria	
	Génesis	Volcánico acumulativo: asociado a la formación de una boca en la base NE del Parícutin. El estilo eruptivo que predominó fue el efusivo.	
	Morfología: Descripción morfoestructuras, erosión. Sedimentación	Cono parásito adventicio de lava. Porción central deprimida (cráter). Edificio alargado con dirección E-W; existen solfataras, acumulación de óxidos de hierro y azufre en las rocas que conforman la cima.	
	Dinámica	Emisión de lavas a través de una boca que evoluciono a cono truncado: volcán adventicio o parásito.	
	Cronología	Intermedia (19 octubre 1943 a 08 enero 1944), respecto al tiempo que estuvo activo el Parícutin.	
	Interés principal	Científico-turístico	
	Interés secundario	Didáctico	
	Atribución del LIG	Estructura asociada al conducto principal (Parícutin)	
Usos	Contenido cultural	Su nombre significado en Purépecha; hijo	
	Accesibilidad	Media	
	Grado de interés	Medio (Científico-Turístico)	
	Estado de conservación	Bien conservado	
	Usos actuales	Turístico	
	Comunicaciones	Veredas	
	Infraestructuras	Np	
	Impactos	Np	
Situación legal	Forma parte del PNPT		

Tabla 9. Descripción de las características intrínsecas, culturales y de uso y gestión, del Geomorfosito (3) Volcán Sapichu (LIG: Lugar de Interés Geomorfológico; PNPT: Parque Nacional Pico de Tancitaro; Np: No presenta) (Elaboración Propia).

Las calificaciones numéricas designadas para el Sapichu como un geomorfosito aparecen en la Tabla 10. En ella se observa que valores intrínsecos obtuvieron valoraciones bajas (2.2); no obstante el origen complejo y poco común de una estructura que inicia como una grieta (boca) y termina construyendo pequeño edificio de lava, en forma de cono y alargado. Otro aspecto que se tomó en cuenta en la evaluación fue la presencia de solfataras y la existencia de un cráter bien definido.

Los valores añadidos sumaron 7.4, este rubro involucra la excepcionalidad *del objeto* (Sapichu), la estética de la forma, las dimensiones, su importancia escénica y paisajística (vistas panorámicas), el vínculo con el cono principal (Parícutin) y su alto contenido histórico-social.

Los elementos didácticos y científicos contenidos en este geomorfosito son de interés para Ciencias de la Tierra en general. Además, son una parada obligada para aquellos visitantes con intención de subir al volcán Parícutin por el flanco norte.

En los valores de uso y gestión obtuvo una alta calificación (8.8), en esto tuvo que ver su accesibilidad (media), la existencia de un camino hacia la cima bien definido y que favorece un buen tránsito; por tanto, el potencial de aprovechamiento de este sitio es alto, como un elemento turístico que si bien ya es explotado, puede complementarse con otro tipo de actividades, como las educativas. De esta manera, se puede generar un mayor interés a partir de dar a conocer como se formó, del impacto que tuvieron sus flujos en la conformación actual paisaje tanto natural como cultural.

La difusión del lugar, aprovechando su accesibilidad y espectacularidad, no representaría una amenaza para su integridad, siempre y cuando se tenga en mente su protección. Esto implicaría elaborar alguna medida para evitar la existencia de basura en el lugar y a lo largo del camino, así como las pintas, grafitis y hasta el exceso de visitantes. Estas prácticas pueden llegar a ser una amenaza a futuro para este geomorfosito.

VALORACIÓN				
Identificación	Nombre: Volcán Parícutin	Lugar: Volcán Sapichu	Nº: 3	
Situación	Municipio: Parangaricutiro, Michoacán de Ocampo, México.			
	Coordenadas: N19° 29.732'	W102° 14.912'	Altitud: 2693 m	
Tipo de LIG	LUGAR REPRESENTATIVO		VALORACIÓN	
Valores intrínsecos	Génesis		3	
	Morfología	Morfoestructuras	4	
		Formas de erosión	2	
		Formas de acumulación	3	
	Dinámica:	Heredados	0	
		Activo	3	
	Cronología		3	
	Litología		2	
	Estructura	Geológicas	1	
		Sedimentarias	1	
Valoración			2.2	
Valores añadidos	Valoración paisajística y estética		8	
	Elementos culturales	Asociación a elementos de valor patrimonial	8	
		Contenido cultural	5	
		Contenido histórico	10	
	Elementos didácticos y científicos	Recursos pedagógicos		4
		Niveles pedagógicos		2
		Valor científico	Áreas científicas	4
			Representatividad científica	5
	Contenidos turísticos	Contenido turístico		3
		Atracción turística		3
Valoración			7.4	
Valores de uso y gestión	Accesibilidad		1	
	Fragilidad		2	
	Vulnerabilidad		2	
	Intensidad de uso		1	
	Riesgo de degradación		2	
	Estado de conservación		2	
	Impactos		2	
	Condiciones de observación		2	
	Límite de cambio aceptable		2	
	Valoración del uso		8.8	

Tabla 10. Estimación de los valores intrínsecos, añadidos, uso y gestión del Geomorfosio (3): Volcán Sapichu (Elaboración Propia).

Geomorfosítio 6. Volcán Parícutin

El Parícutin es un cono de escorias que desde su base alcanza una altura de 220 m y una anchura que está estimada en 950 m (Guilbaud, *et.al.*, 2009) (Fig. 84). Es la estructura más representativa del área de estudio y representa el foco de emisión por el cual fueron expulsados piroclastos y algunas lavas al inicio de su actividad, la mayor parte de ellas se asocian con el Sapichu. Entre ambos cubrieron una superficie de 300 km² (Corona-Chávez, 2001) y son los responsables de las formas de relieve que se analizan en este estudio.

La actividad volcánica del Parícutin ha creado un contraste único entre dos paisajes opuestos, el de un *malpaís* y un denso bosque de pinos. Además de la existencia en el cono, de elementos geomorfológicos singulares como el *labio* (fig.85) y el doble fondo de cráter (Fig. 86) y, si a lo anterior se suma el impacto socio-económico que ocasionó en la región, el resultado es un geomorfosítio con numerosos atributos.



Figura 84. Volcán Parícutin es una estructura monogenética en forma de cono truncado (a la izquierda de la imagen) y (a la derecha) se observa el Sapichu con una morfología de pseudo cono-alargado, emisor adventicio de numerosas coladas de lava (www.iim.umich.mx).



Figura 85. El *labio* de cráter se reconoce como una superficie donde alternan geometrías convexas y/o subhorizontales con distinta inclinación, que sirven de límite entre las laderas interiores del cráter (atrio) y las exteriores que definen el cono. El *labio* es una forma de relieve muy efímera, sensible a la erosión y solo está presente en volcanes recientes (Guilbau, *et.al.*, 2009).



Figura 86. Doble fondo de cráter del Parícutin, el cual sirve de receptáculo de depósitos gravitacionales activos (caídas), que causan el retroceso de las laderas del atrio volcánico y la colmatación del cráter.

El Parícutin estuvo en actividad durante nueve años y, desde el principio, despertó el interés de numerosos especialistas en las Ciencias de la Tierra, por documentar su desarrollo y analizar su estilo eruptivo. Este hecho le otorgó relevancia científica desde su nacimiento y que de alguna manera ha continuado a la fecha, tanto a nivel nacional como internacional.

El nacimiento del Parícutin (1943) provocó la aparición de numerosos artículos científicos, que disminuyen hacia el año 1960 (ocho años después de terminada su actividad); esta tendencia continua y, en 1980, se contabilizan menos de 40 trabajos. Es en este mismo año, surge de nuevo el interés por tener al volcán como objeto de estudio, tendencia que se mantiene hasta 1997 y se caracteriza por la recurrencia de temáticas históricas y humanas (Fig. 87).

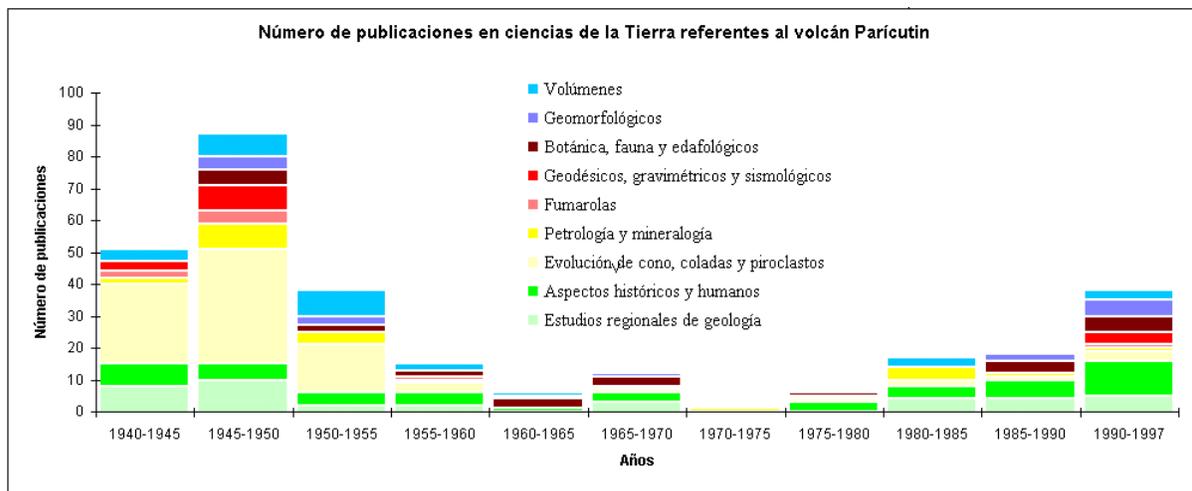


Figura 87. Temas frecuentes en las publicaciones sobre el Parícutin de 1940 a 1997. En este periodo se distinguen tres etapas: La primera (1940-1960) está enfocada a la evolución del cono y a los productos volcánicos asociados a dicha actividad. La segunda (1960-1980) concentra temáticas vinculadas con la botánica, fauna y los suelos. En el último periodo (1980-1997), destacan los estudios históricos y humanos (Legorreta, 1999).

En el caso particular de México, los trabajos vinculados con el Parícutin representan el 37.4 %, de todos los volcanes que existen en el sector occidental del Cinturón Volcánico Mexicano (Legorreta, 1999).

El impacto del Parícutin no sólo se restringe a las aéreas cubiertas por piroclastos o lavas; sus efectos fueron más trascendentes. A partir de este evento se establece una nueva configuración espacial y con ella la destrucción de flora, fauna, sembradíos, poblados y, como consecuencia, la migración de la población. Hay que hacer notar que todos los aspectos mencionados hacen de este lugar un territorio de gran interés científico y turístico. Además, hay que mencionar el valor paisajístico, desde este punto se tiene una panorámica que comprende la totalidad del campo de lavas y, dentro de éste, destaca el campanario del antiguo templo de San Juan Parangaricutiro.

La accesibilidad se considera como media-alta, se puede llegar a la base del edificio a caballo y subir trescientos metros aproximados, hacia la cima. La segunda posibilidad es caminar por todo el campo de lavas, llegar al flanco norte y ascender por la vereda ya establecida. En esta variante se tiene la oportunidad de conocer los geomorfositos que establecidos a lo largo de esta ruta y que forman parte de los flujos lávicos. La tabla 11 muestra los rasgos distintivos del Parícutin.

DESCRIPCIÓN			
Identificación	Nombre: Volcán Parícutin	Lugar: Volcán Parícutin	Nº: 6
Situación	Municipio: Parangarícutiro, Michoacán de Ocampo, México.	Coordenadas: N19° 29.642' W102° 15.016'	Altitud: 2774 m
Geomorfología	Tipo	LUGAR REPRESENTATIVO	
	Unidad	Volcán de escorias	
	Génesis	Volcán monogenético (volcánico-explosivo)	
	Morfología: Descripción: morfoestructuras, erosión.	Cono truncado Principal foco emisor de piroclastos, conserva rasgos primarios (cráter bien definido con <i>labio</i>) y dos fondos o pisos de cráter. En los flancos se observan el desarrollo de surcos fluviales y en las laderas interiores del cráter se presentan continuos desprendimientos de rocas y detritos que de manera paulatina van rellenando los cráteres.	
	Sedimentación		
	Dinámica	Actividad volcánica explosiva (estromboliana), aunque presento cortos periodo efusivos.	
	Cronología	Actividad efusiva y explosiva por cerca de 9 años.	
	Interés principal	Turístico-científico	
	Interés secundario	Didáctico-estético	
Atribución del LIG	Edificio principal (el más reciente del CVM).		
Usos	Contenido cultural	Impacto en el paisaje, economía y estructura social. Existe explicación cosmogónica local relacionada con el volcán.	
	Accesibilidad	Media a Alta	
	Grado de interés	Alto	
	Estado de conservación	Bien conservado	
	Usos actuales	Turístico-didáctico	
	Comunicaciones	Vereda	
	Infraestructuras	Np	
	Impactos	Remoción de materiales a partir de surcos formados por el tránsito de personas ; de 50 cm aproximados, en la ladera N-NW (<i>la subida</i>) y más de un metro en el flanco W (<i>la bajada</i>).	
Situación legal	Forma parte del PNPT.		

Tabla 11. Descripción de las características intrínsecas, culturales y de uso y gestión, del Geomorfosio (6) Volcán Parícutin (LIG: Lugar de Interés Geomorfológico; PNPT: Parque Nacional Pico de Tancitaro; Np: No presenta) (Elaboración Propia).

La valoración numérica de este geomorfosito se concentra en la tabla 12, y en ella se observa que los valores intrínsecos obtienen 4 de calificación. En esto tiene que ver los numerosos y variados eventos que le dieron origen, que iniciaron desde la aparición de una grieta que sirvió como conducto principal para la salida de material, para continuar con una alternancia de eventos explosivos y efusivos que fueron los responsables de construir, destruir y reconstruir el cono, hasta dejarlo con la morfología actual. Otro aspecto que fue de peso en la evaluación, fue la existencia de otros relieves que se asocian de manera directa con el Parícutin, como la existencia de un cono adventicio (Sapichu), los hornitos y numerosas secuencias de coladas de lava.

Una de los efectos negativos que presentan las laderas exteriores, en particular la N-NW, es la remoción de materiales (bloques y arenas) hacia las partes bajas producto del tránsito de turistas que tienen como meta la cima del volcán. El camino se ha convertido en un surco que va profundiza a contrapendiente, cerca del cráter alcanza los 50 cm de profundidad. El mismo proceso se reconoce en la vertiente W, donde tradicionalmente se desciende. En este flaco, al estar constituido de exclusivamente de piroclastos, la movilidad de detritos es mayor y la vereda se ha convertido en un canal de un metro de profundidad (Fig.88).

Con respecto al cráter y su doble fondo, hay que comentar que su grado de conservación es bueno, no obstante las laderas interiores que conforman el cráter presentan desprendimientos constantes de detritos y bloques. Este proceso hace que las laderas, poco a poco, retrocedan y con el tiempo el *labio del cráter* disminuya en anchura. Por otro lado, se tiene el paulatino relleno del doble fondo. Esta dinámica representa la evolución natural del relieve y continuará hasta lograr una morfología más simplificada y estable.

La calificación del valor añadido es de 9.8, se considera alto y en ello tiene que ver la espectacularidad y la relación que guarda con elementos de valor patrimonial como el Sapichu, *la mesa de los Hornitos*, las ruinas de la Iglesia de San Juan Parangaricutiro y por ser parte del Parque Nacional Pico Tancítaro.



Figura 88. Corredor de escombros en la ladera NW del Parícutin, formado por el descenso de los turistas que suben a la cima del volcán. Representa una de las principales afectaciones al edificio del volcán.

El contenido cultural del Parícutin resalta al relacionarlo con la destrucción de dos pueblos y el éxodo de sus pobladores, y en general por modificar la forma de vida en la región, además de presentar valores didácticos y científicos altos. Su aprovechamiento turístico es el más significativo en la actualidad, gracias a la difusión de su historia eruptiva, su impacto a la naturaleza y a los asentamientos humanos.

El valor obtenido en el uso y gestión fue de 7.7 y se atribuye a una accesibilidad media; es decir, existen distintas vías para llegar (terracerías y veredas) y diferentes medios para hacerlo (vehículo todo terreno, cuatrimotor, caballo o caminando).

El interés por visitar este geomorfosito, debe ir más allá de un aspecto meramente turístico, ya que se trata de un elemento invaluable en la historia, conformación y evolución de un paisaje diferente. Además, es parte del Patrimonio Natural de la región, es un territorio invaluable por su contenido científico, histórico, social, valor escénico y fuente de inspiración de numerosos artistas plásticos de reconocimiento internacional.

VALORACIÓN				
Identificación	Nombre: Volcán Parícutin	Lugar: Volcán Parícutin	Nº: 6	
Situación	Municipio: Parangarícutiro, Michoacán de Ocampo, México.			
	Coordenadas: N19° 29.642' W102° 15.016	Altitud: 2774 m		
Tipo de LIG	LUGAR REPRESENTATIVO		VALORACIÓN	
Valores intrínsecos	Génesis		5	
	Morfología	Morfoestructuras	10	
		Formas de erosión	3	
		Formas de acumulación	3	
	Dinámica:	Heredados	0	
		Activo	3	
	Cronología		7	
	Litología		2	
	Estructura	Geológicas	4	
Sedimentarias		3		
Valoración			4	
Valores añadidos	Valoración paisajística y estética		8	
	Elementos culturales	Asociación a elementos de valor patrimonial	10	
		Contenido cultural	10	
		Contenido histórico	10	
	Elementos didácticos y científicos	Recursos pedagógicos		5
		Niveles pedagógicos		5
		Valor científico	Áreas científicas	5
			Representatividad científica	5
	Contenidos turísticos	Contenido turístico		5
Atracción turística		5		
Valoración			9.8	
Valores de uso y gestión	Accesibilidad		1	
	Fragilidad		2	
	Vulnerabilidad		2	
	Intensidad de uso		0	
	Riesgo de degradación		2	
	Estado de conservación		2	
	impactos		1	
	Condiciones de observación		2	
	Límite de cambio aceptable		2	
	Valoración del uso		7.7	

Tabla 12. Estimación de los valores intrínsecos, añadidos y de uso y gestión, del Geomorfosio (6) Volcán Parícutin (Elaboración Propia).

Geomorfosio 7. *Los Hornitos*

Esta zona se localiza al S-SE del edificio principal; se considera un lugar singular debido a la formación de *bocas* eruptivas y *hornitos*. Estas estructuras fueron las responsables de emitir numerosos flujos de lava, que de manera paulatina definieron el frente sur de todo el campo. Esta fase efusiva se vincula con el periodo eruptivo del Parícutin *Taquí* en el que, al parecer, el sistema magmático migró al sector sur del cono a través siguiendo un sistema de fracturas, de las cuales dos se convirtieron en bocas (*Taqui* y *Ahuan*). Los hornitos se desarrollaron de manera posterior sobre las aberturas mencionadas (Fig. 89 y 90).

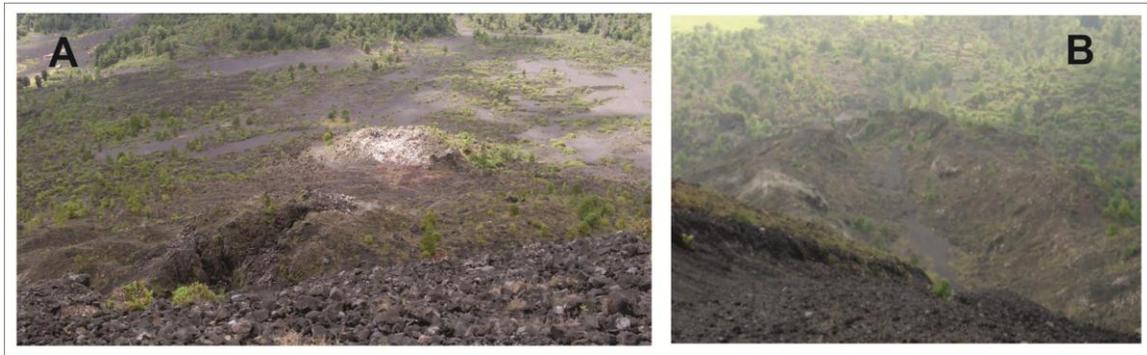


Figura 89. Imagen (A) Mesa *Los hornitos*, en primer plano y muy cerca de la base del cono se observa una de las bocas eruptivas y un *hornito* (en segundo plano). (B) *Boca eruptiva*, en ella se observa el canal por donde fluyeron las coladas de lava. Las vistas fueron tomadas desde el borde S del cráter del Parícutin.



Figura 90. Flanco de una de las bocas eruptivas, las rocas verticales alcanzan los 5 m aproximados y se localiza en la base del sector sur del edificio principal.

Estas formas del relieve despiertan no solo interés científico, también la curiosidad de los visitantes no especialistas debido a que en este lugar experimentan una alza en la temperatura en cuanto se acercan a estos terrenos, también pueden estar en contacto con emanaciones de gas (solfataras) y observar una conservada y peculiar morfología, típica de un vulcanismo monogenético.

Si bien este geomorfosito no presenta un contenido cultural directo que le otorgue otros valores agregados, al contar con una accesibilidad alta (se localiza cerca de la base del volcán Parícutin), su uso actual es turístico-pedagógico-científico. Estos relieves son de los más conocidos en el lugar, por su estética en forma de pequeños *volcancitos* que humean, son un espectáculo para los turistas (Fig. 91).



Figura 91. Imagen (A) hornito con morfología de botón y cima cóncava, se caracteriza por presentar una base amplia respecto a su altura y presencia de solfataras. (B), acercamiento de la cima con morfología de *botón*

La descripción de las características intrínsecas, histórico-culturales y de uso de este geomorfosito, validan su importancia como uno de los lugares más peculiares y representativos del campo de lavas (Tabla 13).

DESCRIPCIÓN			
Identificación	Nombre: Volcán Parícutin	Lugar: Los Hornitos	Nº: 7
Situación	Municipio: Parangaricutiro, Michoacán de Ocampo, México.	Coordenadas: N19° 29.460' W102° 15.354'	Altitud: 2642 m
Geomorfología	Tipo	LUGAR SINGULAR	
	Unidad	Bocas volcánicas	
	Génesis	Volcánico-efusivo (asociado al vulcanismo monogenético)	
	Morfología: Descripción morfoestructuras, erosión.	Tres de ellas son alargadas a manera de fisura y dos en forma de cono con bordes paralelos (levées: típicos de las bocas eruptivas), en medio de ellos existe un canal por el cual la lava fluye. El hornito con forma de botón presenta una mayor base que altura. En ambos casos presentan fracturas en sus estructuras producto de su enfriamiento y caída de material. No existen rasgos erosivos ni de sedimentación.	
	Sedimentación		
	Dinámica	Efusiva a partir de conductos adventicios.	
	Cronología	Última fase actividad del Parícutin (Periodo Taquí).	
	Interés principal	Científico	
	Interés secundario	Pedagógico-didáctico	
Atribución del LIG	Conductos secundarios efusivos del volcán Parícutin.		
Usos	Contenido cultural	Np	
	Accesibilidad	Alta	
	Grado de interés	Alto	
	Estado de conservación	Bien conservado	
	Usos actuales	Turísticos-didácticos-científico	
	Comunicaciones	Vereda y terracería	
	Infraestructuras	Np	
	Impactos	Np	
Situación legal	Forma parte del PNPT.		

Tabla 13. Descripción de las características intrínsecas, culturales y de uso y gestión, del Geomorfosio (7) Los Hornitos (LIG: Lugar de Interés Geomorfológico; PNPT: Parque Nacional Pico de Tancítaro; Np: No presenta) (Elaboración Propia).

La valoración numérica se tiene en la tabla 14, y en ella se observa que el rubro que representa el valor intrínseco, obtiene una calificación de 1.6; el principal atributo a considerar *fue la migración* de la actividad del cráter principal, hacia el flanco sur y la consecuente formación de *bocas y hornitos*. También, se tomó en cuenta la importancia que tuvo esta zona, como principal emisor de lavas en el último periodo eruptivo (Taquí). Si a lo anterior se suma la ausencia de formas erosivas o acumulativas, y de procesos activos (más allá de la salida de vapor de agua), este sitio geomorfológico ha mantenido su morfología intacta desde su formación.

El valor añadido es de 3.8; la calificación es alta, y refleja el carácter escénico del lugar. En él se aprecia el contraste entre dos paisajes opuestos; por un lado, la excepcionalidad del campo de lavas y, por otro, un denso bosque de pinos. Si bien no existen elementos culturales directos relacionados con las bocas y hornitos, estas formas representan una herramienta indispensable para explicar un periodo específico en la historia eruptiva del Parícutin. Podemos añadir que en este sitio, al tener una baja afluencia de turistas, los servicios no son representativos, más es claro su potencial a futuro.

En torno a los valores de uso y gestión, se obtuvo el máximo (10) y en esto tiene que ver la existencia de distintas rutas de acceso; así como su baja o casi nula fragilidad a agentes erosivos actuales. A lo anterior, se suma un número reducido de visitantes y su buen estado de conservación. Es un sitio ideal para la observación de morfologías peculiares relacionadas con eventos efusivos, que permiten entender la magnitud del último periodo eruptivo en el Parícutin.

La difusión de este geomorfosito es recomendable con una finalidad educativa y de difusión del conocimiento geomorfológico. Una mayor afluencia de turistas al lugar no representaría una amenaza a corto ni mediano plazo. Es importante señalar que los hornitos son únicos y su estado de conservación es excepcional, por lo que se recomienda una visita responsable (evitar tirar basura, no marcar y no hacer grafitis sobre las rocas); de esta manera, no se pondrá en peligro la integridad de este tipo de relieves.

VALORACIÓN				
Identificación	Nombre: Volcán Parícutin	Lugar: Los Hornitos	Nº: 7	
Situación	Municipio: Parangaricutiro, Michoacán de Ocampo, México.			
	Coordenadas: N19° 29.460' W102° 15.354'	Altitud: 2642 m		
Tipo de LIG	LUGAR SINGULAR		VALORACIÓN	
Valores intrínsecos	Génesis		3	
	Morfología	Morfoestructuras	3	
		Formas de erosión	0	
		Formas de acumulación	1	
	Dinámica:	Heredados	1	
		Activo	1	
	Cronología		3	
	Litología		1	
	Estructura	Geológicas	2	
		Sedimentarias	1	
Valoración			1.6	
Valores añadidos	Valoración paisajística y estética		7	
	Elementos culturales	Asociación a elementos de valor patrimonial	7	
		Contenido cultural	0	
		Contenido histórico	0	
	Elementos didácticos y científicos	Recursos pedagógicos		3
		Niveles pedagógicos		1
		Valor científico	Áreas científicas	4
			Representatividad científica	5
	Contenidos turísticos	Contenido turístico	0	
		Atracción turística	0	
Valoración			3.8	
Valores de uso y gestión	Accesibilidad		2	
	Fragilidad		2	
	Vulnerabilidad		2	
	Intensidad de uso		2	
	Riesgo de degradación		2	
	Estado de conservación		2	
	impactos		2	
	Condiciones de observación		2	
	Límite de cambio aceptable		2	
	Valoración del uso		10	

Tabla 14. Estimación de los valores intrínsecos, añadidos y de uso y gestión, del Geomorfosio (7) Los Hornitos (Elaboración Propia).

Geomorfosio 8. Túnel de lava

Forma parte del primer grupo de lavas que fue expulsado al comienzo de la actividad del Parícutin; por tanto, se localiza en la porción más distal de todo el campo. Este sitio es excepcional, estructuras de este tipo no son comunes en esta zona, su existencia se relaciona con la actividad efusiva y en este caso involucra flujos de composición basáltico-andesítico (Fig. 92).



Figura 92. Túnel de lava, formado en coladas de composición basáltico-andesíticas, en superficie desarrollan una morfología AA. La entrada del túnel se originó por colapso de un sector del techo, que dejó bloques de hasta 2 m de altura por 4 m de espesor y 20 m de largo.

El origen de los túneles se vincula con el movimiento diferencial de la lava superficial con corteza solidificada y la porción inferior del derrame más fluido (Lugo, 2011). La forma de tubo es adoptada cuando el flujo se enfría en la misma dirección del escurrimiento y se define un corredor amplio con piso subhorizontal y desniveles a manera de escalones.

El ejemplo que nos ocupa tiene la apariencia de una caverna, en sus primeros cinco metros la altura del techo varía entre 2 y 2.50 m. Estos valores no son constantes a lo largo de toda la estructura, van disminuyendo de manera discontinua por veinte metros más. En las paredes del túnel es notoria la presencia de dos secuencias de *levées*; la

primera se emplaza muy cerca del piso y la segunda se ubica muy cercana al techo de la cavidad (Fig.93). La existencia de estas estructuras refleja variaciones de la tasa de emisión y, al mismo tiempo, hace evidente que, una vez formado el túnel, en su interior la lava continuaba fluyendo.



Figura 93. En las paredes interiores del túnel se observan dos grupos de levées; el primero en formarse, define una morfología convexa y es cercano al techo. La segunda secuencia, tuvo desarrollo en la proximidad del piso y se distingue por estar cubierta de musgos, de ahí su color verde. Su existencia indica que una vez formado el tubo, continuó fluyendo lava en su interior con distintas variaciones en la tasa de emisión.

Las piroestalactitas es un aspecto a resaltar dentro del túnel; estas estructuras tuvieron desarrollo en el techo y su origen se relaciona con el goteo de lava, como respuesta a un decremento en la tasa de emisión del fundido. Estas estructuras presentan una morfología de pequeños tubos o conos que llegan a alcanzar los tres centímetros de longitud (Fig.94).

La existencia de grietas de enfriamiento a lo largo del túnel, y en particular en la bóveda, ha favorecido la filtración de agua de lluvia al interior del tubo lo que favorece la presencia de gotereas continuas a manera de *lloraderos*.



Figura 94. Se observa un sector de la bóveda del túnel de lava, donde aparecen piroestalactitas de hasta tres centímetros de largo.

El túnel de lava es un sitio es de gran interés científico y didáctico por ser un ejemplo claro para entender la génesis de este tipo de estructuras. Al no ser frecuente este tipo de formas en el campo de lavas del Parícutin, lo convierte en un sitio excepcional visitado por numerosas personas. Este interés representa un potencial turístico, ya que es el sitio idóneo (por sus dimensiones y fácil acceso) para el desarrollo de actividades de aventura, en particular la exploración de cavernas y la difusión del conocimiento (Ciencias de la Tierra), a través de visitas guiadas (Fig. 95).



Figura 95. En el interior de del túnel de lava se explica su formación. Esta estructura es idónea para este tipo de actividad. En este sitio se tienen todos los elementos geomorfológicos para entender su génesis y su posible evolución.

El lugar presenta una alta accesibilidad, al estar comunicado por caminos de terracería y localizarse a unos metros del principal centro turístico del lugar, la antigua iglesia de San Juan Parangaricutiro. Lo anterior favorece su difusión y promoción científica, didáctica y turística.

Las características intrínsecas, como la presencia de una densa red de fracturas en la bóveda y la cercanía a caminos donde transitan a diario automóviles, representan una amenaza a la integridad del lugar. En particular, las vibraciones que transmiten al suelo los vehículos cuando pasan por este lugar, a lo anterior hay que sumar la presión (peso) que soportan las paredes del túnel al paso del tránsito pesado (camionetas con carga). Estos factores en un futuro serán los responsables de un colapso parcial o total de este relieve (Tabla 15).

DESCRIPCIÓN			
Identificación	Nombre: Volcán Parícutin		Lugar: Túnel de lava N°: 8
Situación	Municipio: Parangaricutiro, Michoacán de Ocampo, México.	Coordenadas: N19° 31.904' W102° 14.994'	Altitud: 2277 m
Geomorfología	Tipo	LUGAR SINGULAR	
	Unidad	Túnel de lava	
	Génesis	Volcánico acumulativo	
	Morfología: Descripción morfoestructuras, erosión.	Túnel alargado. La entrada tiene apariencia de caverna con bloques de 4m de eje mayor y 2 de eje menor. La altura del techo varía de 2 a 2.50 m. Presenta una longitud transitable de 20 m aproximados y poco a poco se va estrechando, no se conoce su longitud real. La bóveda presenta una densa red de fracturas, que favorecen la filtración del agua de lluvia formando goteras continuas a manera de lloraderos. También se observan en el techo conjuntos de piroestalactitas que no son mayores a 3 cm de largo. El piso del túnel es a manera de corredor subhorizontal con desniveles a manera de escalones. En las paredes se reconocen dos series de <i>levées</i> dispuestos a distinta altura, estas estructuras indican diferentes ritmos en la tasa de emisión de lava.	
	Sedimentación		
	Dinámica	Movimiento diferencial de lava superficial con corteza solidificada y la porción inferior del derrame más fluido. En este proceso existieron variaciones en la tasa de emisión del flujo, como lo demuestra la existencia de dos series de <i>levées</i> .	
	Cronología	SE origina entre los periodos de actividad conocidos como Quitzoco y Sapichu (octubre, 1943 y enero 1944). Forma parte de las lavas más antiguas y distales del campo del Parícutin.	
	Interés principal	Científico y turístico	
	Interés secundario	Didáctico	
Atribución del LIG	Morfología asociada a flujos de lava basáltico-andesítico.		
Usos	Contenido cultural	Np	
	Accesibilidad	Alta	
	Grado de interés	Alto	
	Estado de conservación	Alto	
	Usos actuales	Np	
	Comunicaciones	Terracería	
	Infraestructuras	Centro turístico: Iglesia de San Juan Parangaricutiro (su ubicación es muy cercana a este lugar).	
	Impactos	Vibraciones en la bóveda y presión por peso en las paredes, por tránsito de automóviles y vehículos de carga. Estos factores podrían favorecer el colapso parcial o total de la estructura.	
	Situación legal	Forma parte del PNPT.	

Tabla 15. Descripción de las características intrínsecas, culturales y de uso y gestión, del Geomorfosio (8) Túnel de lava (LIG: Lugar de Interés Geomorfológico; PNPT: Parque Nacional Pico de Tancitaro; Np: No presenta) (Elaboración Propia).

En cuanto a la evaluación numérica del túnel de lava (Tabla 16), los resultados son los siguientes: 2 en sus valores intrínsecos; las características más representativas a evaluar en este apartado fueron su proceso genético: enfriamiento de la corteza externa del flujo, viscosidad de la corriente interna y la variación en la tasa de emisión del flujo. Otros rasgos que incrementaron su calificación, es la presencia de *leveés* en sus flancos, el desarrollo de piroestalactitas y la existencia de un denso sistema de grietas en la boveda.

En cuanto a valores añadidos, obtuvo 3.1; esto tiene la siguiente explicación, al no sobresalir y, por consiguiente, no encontrarse a la vista por ser una formación subterránea, su valoración paisajística es baja, a pesar de que en su interior existe una gran diversidad de formas de relieve.

El vínculo de este geomorfosito con el volcán Parícutin, le da un contenido histórico-cultural importante, ya que se originó en los mismos flujos que sepultaron el poblado de San Juan Parangaricutiro. Los elementos didácticos y científicos que tiene el túnel de lava, son altos. Al no existir un uso actual, más que el didáctico en el sitio, el contenido turístico del lugar no es representativo.

En uso y gestión alcanzó un valor alto (7.2); en esto contó la existencia de vías de acceso y la conservación de la mayoría de sus rasgos primarios. Sin embargo, no se alcanzaron los valores máximos en este rubro debido a las condiciones de fragilidad y vulnerabilidad que fueron reflejadas en el campo de las características intrínsecas. Es importante decir que su intensidad de uso es baja, debido a la existencia de un espacio reducido en el interior del túnel. A la fecha, las condiciones de seguridad y conservación son óptimas para ser visitado, además de no existir una amenaza evidente vinculada con la actividad humana. Aun así, la promoción de su uso debe ser controlado, ya que el sitio es frágil.

El túnel de lava, es uno de los sitios interesantes y uno de los que más llama la atención de todo el recorrido y al mismo tiempo es uno de los más vulnerables a la acción humana. Debe considerarse como un patrimonial del lugar y su aprovechamiento debe ser encaminado a la ciencia, la enseñanza y el turismo.

VALORACIÓN				
Identificación	Nombre: Volcán Parícutin	Lugar: Túnel de lava	Nº: 8	
Situación	Municipio: Parangaricutiro, Michoacán de Ocampo, México.			
	Coordenadas: N19° 31.904' W102° 14.994'	Altitud: 2277 m		
Tipo de LIG	LUGAR SINGULAR		VALORACIÓN	
Valores intrínsecos	Génesis		3	
	Morfología	Morfoestructuras	4	
		Formas de erosión	1	
		Formas de acumulación	1	
	Dinámica:	Heredados	3	
		Activo	0	
	Cronología		2	
	Litología		1	
	Estructura	Geológicas	4	
		Sedimentarias	1	
Valoración			2	
Valores añadidos	Valoración paisajística y estética		2	
	Elementos culturales	Asociación a elementos de valor patrimonial	7	
		Contenido cultural	0	
		Contenido histórico	0	
	Elementos didácticos y científicos	Recursos pedagógicos		5
		Niveles pedagógicos		2
		Valor científico	Áreas científicas	4
			Representatividad científica	2
	Contenidos turísticos	Contenido turístico	0	
		Atracción turística	0	
Valoración			3.1	
Valores de uso y gestión	Accesibilidad		2	
	Fragilidad		1	
	Vulnerabilidad		1	
	Intensidad de uso		2	
	Riesgo de degradación		1	
	Estado de conservación		2	
	impactos		1	
	Condiciones de observación		2	
	Límite de cambio aceptable		1	
	Valoración del uso		7.2	

Tabla 16. Estimación de los valores intrínsecos, añadidos y de uso y gestión, del Geomorfosio 8: Túnel de lava (Elaboración Propia).

Geomorfosio 9. Templo del *Señor de los Milagros* – San Juan Parangaricutiro

Se puede afirmar que este lugar es el más representativo del campo volcánico, las lavas que forman parte de este sitio fueron corresponden con los primeros flujos emitidos por el Parícutin y que se desplazaron por el este del cono.

Es evidente que este geomorfosio cuenta con un contenido histórico-cultural inigualable, es el único vestigio del Poblado de San Juan Parangaricutiro o de las *Colchas*, que fue destruido a causa de la actividad efusiva del Parícutin (Fig. 96).



Figura 96. Iglesia de San Juan Parangaricutiro sepultada por las coladas de lava expulsadas por sector E del cono, durante el primer año y medio de actividad del Parícutin (<http://4.bp.blogspot.com.jpg>).

La importancia de este sitio está ligada a una serie de eventos culturales ocurridos durante la erupción del Parícutin. El primer hecho, fue la cercanía del poblado de San Juan Parangaricutiro al volcán, (4 km en dirección N). Era el principal centro poblacional de la región en aquellos tiempos, concentraba alrededor de 4000 personas. Además, era el centro religioso y de peregrinación de miles de fieles, que eran atraídos por la imagen del Cristo de los Milagros que se encontraba en dicha iglesia (Guilbaud *et.al.*, 2009).

La cronología de la formación del geomorfosito, comienza con el nacimiento del Parícutin el 20 de febrero de 1943. En los primeros días de la erupción, la actividad fue constante y se caracterizó por emitir múltiples flujos, a manera de lóbulos viscosos que avanzaron cuesta abajo a una velocidad constante, en comparación con las coladas posteriores que tuvieron un desplazamiento lento debido a la existencia de lavas tempranas que obstaculizaban el recorrido.

De esta manera, el 3 de mayo de 1944, los primeros flujos de lava llegaron a las afueras de San Juan Parangaricutiro. El 9 de mayo, el sacerdote del pueblo, ordenó a los pobladores, trasladar la imagen del Cristo de los Milagros a un lugar más seguro, por lo que se vieron obligados a evacuar y abandonar el pueblo. Después de peregrinar con la imagen del santo, los pobladores de San Juan Parangaricutiro, fundaron el poblado de San Juan Nuevo, a 6 km al oeste de Uruapan, Michoacán (Guilbaud *et.al.*, 2009).

A finales de julio de 1944, San Juan Parangaricutiro fue sepultado por coladas de lava que alcanzaron los 15 y 20 m de espesor, sólo la torre (Fig. 97) y las paredes de la iglesia permanecen en pie (Fig. 98), siendo los únicos rastros evidentes, de que alguna vez existió un pueblo en el lugar (Fig.99).



Figura 97. Campanario y fachada de la antigua iglesia de San Juan Parangaricutiro. El 9 de mayo de 1944, una extensa y potente colada de lava esta próxima al templo, con este hecho comienza la evacuación del pueblo.



Figura 98. Altar mayor de la iglesia de San Juan Parangaricutiro, sepultado casi en su totalidad por flujos de lava de 15 y 20 m de espesor.



Figura 99. Antiguo Altar Mayor del Señor de los Milagros; no fue sepultado, la lava quedo a escasos 60 cm de la base donde la imagen se exhibía. A la fecha se celebran misas y es un destino de peregrinación importante para la región. En este lugar los fieles dejan sus peticiones o agradecimientos por escrito y las acompañan con ofrendas florales y frutos.

La accesibilidad al geomorfosito Iglesia de San Juan Parangaricutiro, es alta. Existen varios caminos de terracería que facilitan el acceso al lugar en automóvil, autobús,

cuatrimoto, caballo o caminando desde el poblado de Angahuan que se localiza a media hora *a pie* del sitio aproximadamente. Al ser el poblado más cercano a las ruinas del templo, es el principal ofertador de servicios de transporte, renta de animales y guías para visitar el *antiguo San Juan* o el volcán Parícutin.

La iglesia sepultada parcialmente y destruida por lavas, ha generado una historia real que es matizada con testimonios, incidentes de personalidades de la época (políticos, actores, artistas plásticos, científicos, etc.) y milagros. Todo esto se suma a *la magia* del sitio, lo que favorece el interés del turista regional, nacional e internacional. *San Juan Viejo*, es otro de los nombres que recibe, es el principal destino a visitar dentro de esta área.

La actividad turística en el Geomorfosito 9, ha fomentado la construcción de una infraestructura que responde a la demanda de los visitantes; existe un hotel modesto y tres superficies con cabañas y área para acampar. De ellos, el más grande ofrece mayor seguridad y las mejores instalaciones, se conoce como el Centro Turístico Angahuan (*P'urhempirichari K'umanchikua*) y lo administra la Sociedad Cooperativa de Comuneros.

Tanto en el pueblo como en la zona de las ruinas, existen puestos improvisados donde venden bebidas, comida típica y souvenirs (imágenes religiosa, postales, fotografías de la erupción y rocas personalizadas). Hay que mencionar que esta actividad ha dejado su marca; *San Juan Viejo*, es uno de los lugares con mayor cantidad de basura de los alrededores (Tabla 17).

DESCRIPCIÓN			
Identificación	Nombre: Volcán Parícutin	Lugar: Templo del <i>Señor de los Milagros</i> - San Juan Parangaricutiro	Nº: 9
Situación	Municipio: Parangaricutiro, Michoacán de Ocampo, México.	Coordenadas: N19° 32.021' W102° 14.840'	Altitud: 2280 m
Geomorfología	Tipo	LUGAR REPRESENTATIVO	
	Unidad	Colada de lava AA y en bloques.	
	Génesis	Volcánico acumulativo	
	Morfología: Descripción morfoestructuras, erosión.	Frente de lava que varía entre 5 y 15 metros de altura, define paredes rocosas irregulares, en la base de algunas de ellas es posible reconocer escalones, paredes o pisos de antiguas construcciones. En los muros del antiguo templo, las coladas se disponen en un contacto franco. Los sectores del pueblo que no fueron sepultados por los flujos incandescentes, están cubiertos por una capa de piroclastos de espesor variable..	
	Sedimentación		
	Dinámica	Actividad volcánica efusiva: desplazamiento de flujos de lava a favor de la pendiente regional.	
	Cronología	Periodo Taquí (09 enero 1944 - 12 enero 1945): A mediados de mayo de 1944 las lavas del Parícutin están muy próximas a San Juan Parangaricutiro. El 16 de junio el poblado queda destruido por el avance de flujos incandescentes y caída de piroclastos. Solo quedaron como testigo el campanario y las paredes en ruinas del templo del Señor de los Milagros.	
	Interés principal	Turístico	
	Interés secundario	Religioso y didáctico	
Atribución del LIG	Porción distal de la colada de lava fue conocida con el nombre de <i>San Juan</i> , por ser la responsable de la destrucción del poblado con el mismo nombre.		
Usos	Contenido cultural	Destrucción del poblado de San Juan Parangaricutiro, migración de sus pobladores y en este marco, una historia que contar con numerosos testimonios, incidentes, visitas de personalidades de la época y milagros.	
	Accesibilidad	Alta	
	Grado de interés	Alto (turístico, religioso y didáctico)	
	Estado de conservación	Bien conservado	
	Usos actuales	Visitas turísticas a la zona	
	Comunicaciones	Terracerías y veredas	
	Infraestructuras	Centro turístico Angahuan (<i>P'urhempirichari K'umanchikua</i>) y venta informal de alimentos, bebidas y suvenires	
	Impactos	Importante acumulación de basura en toda el área de visita (lavas y ruinas)	
	Situación legal	Forma parte del PNPT.	

Tabla 17. Descripción de las características intrínsecas, culturales y de uso y gestión, del Geomorfosio (9) Templo del *Señor de los Milagros* – San Juan Parangaricutiro (LIG: Lugar de Interés Geomorfológico; PNPT: Parque Nacional Pico de Tancitaro; Np: No presenta) (Elaboración Propia).

En cuanto a su valoración numérica, los resultados obtenidos son los siguientes (Tabla 18): los valores intrínsecos obtuvieron la calificación de 1.4, por la poca variedad morfoestructural (coladas de lava en bloques), así como una monotonía litológica. Del mismo modo la dinámica, el avance paulatino de una secuencia de coladas de lava (Periodo Taquí: enero 1944 - enero 1945).

En comparación con el primer rubro el valor añadido, obtuvo una calificación alta (8.9), debido a sus elementos paisajísticos y estéticos particulares, así como culturales únicos (ruinas de la iglesia) que le dan una alta puntuación. De igual forma, el sitio es visto como un referente dentro de la historia del Parícutin y los daños que ocasionó la erupción, otorgándole un carácter patrimonial a dichas características.

El proceso histórico de la destrucción del pueblo de San Juan Parangaricutiro, a causa de la erupción del Parícutin y los efectos provocados a la sociedad, son elementos indispensables para explicar la historia reciente del lugar, por lo tanto el contenido cultural e histórico del geomorfosito, tiene los valores más altos. En tanto, los elementos didácticos y científicos van más enfocados a disciplinas que abarquen más el contexto cultural, como la Arqueología, Etnología o Sociología. El contenido turístico del sitio es alto, ya que es una de las atracciones principales del lugar y de fácil acceso para el público en general.

La valoración de los elementos de uso y gestión en este geomorfosito, arrojan un valor de 7.7. Presenta en sus condiciones intrínsecas una fragilidad baja. Aunque la intensidad y tipo de uso que se le ha dado al sitio ha generado una alta probabilidad de perder sus cualidades a mediano plazo.

A pesar de esto, el lugar presenta un estado de conservación adecuado, el cual permite que sus condiciones de observación sean óptimas para su aprovechamiento, sin dejar de tomar en cuenta que, actualmente, en el sitio existen prácticas que podrían amenazar su integridad si no se controlan adecuadamente (acumulación de basura y actos vandálicos como son las pintas, grafitis en lavas y paredes del templo). Por estas razones, es indispensable su reconocimiento como un elemento patrimonial del territorio.

VALORACIÓN				
Identificación	Nombre: Volcán Parícutin	Lugar: Templo del <i>Señor de los Milagros</i> - San Juan Parangaricutiro	Nº: 9	
Situación	Municipio: Parangaricutiro, Michoacán de Ocampo, México.			
	Coordenadas: N19° 32.021' W102° 14.840'	Altitud: 2280 m		
Tipo de LIG	LUGAR REPRESENTATIVO		VALORACIÓN	
Valores intrínsecos	Génesis		2	
	Morfología	Morfoestructuras	2	
		Formas de erosión	1	
		Formas de acumulación	2	
	Dinámica:	Heredados	1	
		Activo	0	
	Cronología		3	
	Litología		1	
	Estructura	Geológicas	1	
		Sedimentarias	1	
Valoración			1.4	
Valores añadidos	Valoración paisajística y estética		10	
	Elementos culturales	Asociación a elementos de valor patrimonial	10	
		Contenido cultural	10	
		Contenido histórico	10	
	Elementos didácticos y científicos	Recursos pedagógicos		3
		Niveles pedagógicos		3
		Valor científico	Áreas científicas	3
			Representatividad científica	3
	Contenidos turísticos	Contenido turístico		5
		Atracción turística		5
Valoración			8.9	
Valores de uso y gestión	Accesibilidad		2	
	Fragilidad		2	
	Vulnerabilidad		1	
	Intensidad de uso		1	
	Riesgo de degradación		2	
	Estado de conservación		2	
	impactos		1	
	Condiciones de observación		2	
	Límite de cambio aceptable		1	
	Valoración del uso			7.7

Tabla 18. Estimación de los valores intrínsecos, añadidos y de uso y gestión, del Geomorfosio (9) Templo del *Señor de los Milagros* - San Juan Parangaricutiro (Elaboración Propia).

3.3 Mapa de rutas, accesos y estimación de distancias a los geomorfositos (Anexo 2)

Otro elemento que es indispensable para la difusión de los geomorfositos en el volcán Parícutin, es la localización de los nueve sitios en un contexto geomorfológico (punto de partida de este estudio: anexo 1), ya que se pretende el fomento de un itinerario dirigido al público interesado y, en particular, a estudiantes de alguna rama de las Ciencias de la Tierra. Por esta razón, se propone una ruta de acceso, así como la estimación de distancias y tiempos de recorrido entre cada punto.

El resultado se presenta a partir de la localización de los geomorfositos y la señalización de una ruta (así como dos rutas alternativas), sobre una imagen satelital (Google Earth, 2014) a partir de un sistema de información (ArcGis 10), donde se montó la cartografía geomorfológica que se elaboró para este fin. De esta manera, el usuario podrá ubicarse dentro del campo de lavas y tener un panorama más fácil de comprender, acerca del arreglo del relieve que recorre o está a punto de realizar (anexo 2).

El volcán Parícutin se localiza en la porción central de Michoacán. La ruta de acceso desde la Cd. de México es por la autopista México-Toluca, antes de llegar a la capital del Estado de México se toma la desviación hacia Atlacomulco (por el libramiento) para después encontrar la autopista a Guadalajara que atraviesa al Estado de Michoacán, de este a oeste. Posteriormente, se toma la carretera a Morelia para salir con dirección a Pátzcuaro y ahí tomar la autopista inconclusa a Uruapan.

Una vez en Uruapan, se toma la carretera hacia Paracho. Antes de llegar a Capácuaro se encuentra la desviación al pueblo de Angahuan, este punto se ha seleccionado como el inicio de este itinerario (Fig. 100).

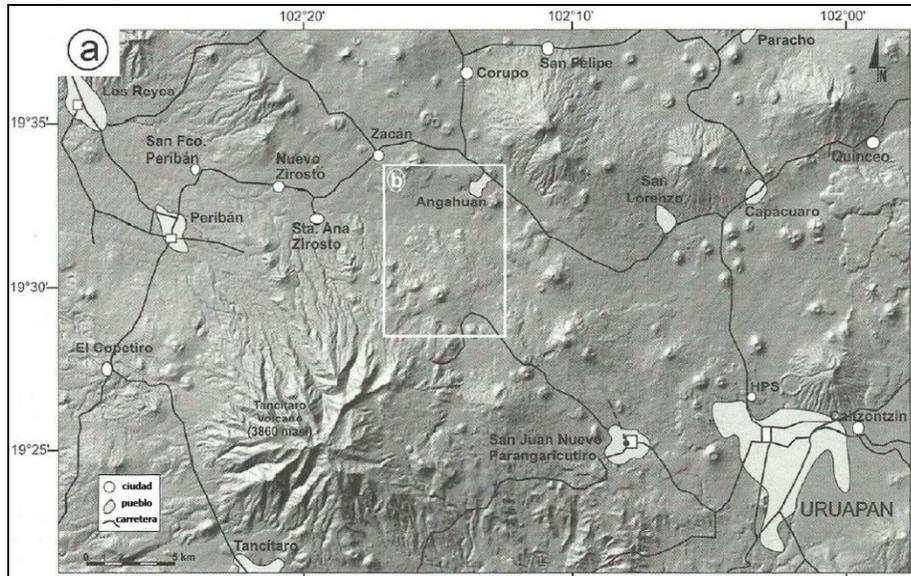


Figura 100. a) Mapa en relieve sombreado de la región en donde se localiza el volcán Parícutin. También se indican las carreteras y los centros poblacionales más importantes; el poblado de Angahuan, es el más cercano al volcán. El recuadro blanco (b), se delimita el área donde se propone el recorrido de visita por las lavas del Parícutin (Tomado de Guilbaud *et.al.*, 2009).

A lo largo del trayecto, se observa el campo de lavas, Angahuan se localiza a 23 km al NW de la Ciudad de Uruapan (30 minutos en automóvil), misma que se encuentra a 111 km de Morelia (1 hora de distancia en automóvil) (Guilbaud *et.al.*, 2009).

El recorrido que se propone en este trabajo inicia en el poblado de Angahuan. Es un circuito de 21 km caminando sobre superficie subhorizontales cubiertas de piroclastos (arenas), y coladas de lava (superficies rocosas sobrepuestas, que no están fijas). El trayecto tiene como objetivo visitar los nueve geomorfositos y entre sitios, disfrutar de espectaculares vistas panorámicas.

Hay que mencionar el circuito que se propone no es nuevo, a lo largo de varios años se ha modificado hasta tener una ruta mejorada en tiempo de recorrido y ejemplos a explicar. Este recorrido es parte de la caminata que se realiza en las prácticas de campo de la materia de Geomorfología (Dr. J.J. Zamorano y M. en C. S. Salinas), asignatura que se imparte en el Colegio de Geografía de la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM. Con este trabajo se pretende sistematizar y facilitar la enseñanza fuera del aula, con modelos

reales y característicos del relieve endógeno y en particular del vulcanismo efusivo-explosivo.

Las recomendaciones y los tiempo de recorrido (se aplicaron y calcularon), se pusieron en práctica en dos salidas escolares de la materia ya mencionada, en el semestre 2012-2 y 2013-2; en el siguiente inciso, aparecen imágenes que avalan lo anterior.

3.3.1 El recorrido

La ruta propuesta en este trabajo es recomendable para aquellas personas que gustan del senderismo, tengan interés o estudien algún aspecto relacionado con las Ciencias de la Tierra. El circuito suma un total de 21 km, distancia que a buen paso se cubre en 8 y 10 horas, dependiendo del número de los descansos que se hagan, la condición física de los participantes y a las condiciones climáticas, la lluvia puede retrasar la caminata. Las características del camino por el que se hace el tránsito, es variado; inicia atravesando un denso pinar, continua por un terreno rocoso y ondulado (coladas de lava), sigue por rampas arenosas y termina en el bosque.

Se recomienda iniciar a las 06:00 h y en compañía de un guía local. La caminata en el terreno boscoso se hace por una vereda que inicia en la puerta principal del Centro Turístico Angahuan (CTA) (1er Mirador), el camino recorre una ladera que de forma gradual suaviza su inclinación hasta convertirse en una superficie ligeramente ondulada; en este punto, se tiene el primer contacto con piroclastos (arenas) y lavas que tienen relación con el Sapichu. Una vez que se cruza este terreno, hay que adentrarse por una cubierta vegetal densa que cubre las laderas del volcán Capatzun. La ruta continúa sobre la vertiente N - NW del volcán mencionado; es un trayecto difícil, en algunas partes el terreno presenta 40° de inclinación y en otras, existen numerosos desniveles que son parte de zanjas, canales y escarpes (circos gravitacionales). El trayecto termina en la porción media de la ladera oeste del Capatzun; en un claro, a 300 m del 2do Mirador (Capatzun). La distancia recorrida desde el origen (CTA) hasta este punto es de 3.7 km.

El camino sobre las coladas de lava inicia en el Mirador Capatzun y termina en la cima del Sapichu (geomorfosito 5), la distancia entre estos dos puntos es de 2.8 km. El recorrido

acumulado desde el origen (CTA) hasta el cráter del Sapichu es de aproximadamente 6.5 km.

La vereda que existe en las coladas de lava tiene un grado de dificultad media, se dispone sobre superficies con desniveles frecuentes, que son parte de *canales* o de pequeñas cuencas (depressiones) que se asocian con colapsos de bóvedas de antiguos túneles de lava, receptáculos de gas o frentes de lava; en todos los casos, los desniveles no son mayores a 15 m de altura.

La caminata sobre terrenos arenosos inicia en el sitio que se conoce como *El Collado* (geomorfosítio 3) y termina en las ruinas del antiguo poblado de San Juan Parangaricutiro-Templo del *Señor de los Milagros* (geomorfosítio 9). La distancia entre estos dos puntos es de 9.8 km y el recorrido acumulado desde el origen (CTA), suma 16.3 km. El trayecto sobre las superficies arenosas no representa dificultad; una vez superado el ascenso y descenso del volcán del Parícutin, el camino sigue por terrenos subhorizontales.

Hay que mencionar que, al bajar por la ladera oeste del Parícutin, existe la posibilidad de alquilar un caballo y no regresar caminando al Centro Turístico de Angahuan. La distancia que existe desde la base del Parícutin, hasta el (CTA) es de 11.3 Km, por lo que se debe tomar en cuenta esta opción.

El último tramo del circuito es difícil, las superficies arenosas subhorizontales terminan en el antiguo poblado de San Juan Parangaricutiro (Geomorfosítio 9). A partir de este punto y en dirección al CTA, el camino es irregular, se dispone sobre una ladera que llega a presentar hasta 40° de inclinación en algunas partes.

El trayecto a cubrir desde el Geomorfosítio 9 al Centro Turístico de Angahuan es de 2.1 km. Al cerrar el circuito en la entrada principal, la distancia total recorrida sumará 21 km.

El equipo básico recomendado es: mochila (bag pack), botas, pantalones largos de preferencia de mezclilla o de campo, sombrero-gorra, lentes oscuros, cubre bocas desechable o equivalente, camisa de manga larga con cuello de preferencia térmica y un rompevientos impermeable (*manga*). Es recomendable comenzar el trayecto muy temprano (06 hrs) para alcanzar a cubrir el circuito en su totalidad.

Es importante llevar consigo una lámpara frontal (de preferencia) con baterías nuevas, un cambio más y un silbato (en cualquier emergencia puede ser localizado con facilidad).

Los alimentos que se sugieren son nueces, almendras, cacahuates, semillas variadas, barras de amaranto o energéticas. De esta manera su transporte no será un problema durante la caminata. Se recomienda llevar dos litros de agua (mínimo por persona) y un par de refrescos enlatados (de preferencia el más azucarado). Es importante señalar que las bebidas comenzaran a consumirse una vez que se llegue al cráter del Parícutin y a lo largo de todo el regreso. Durante la primera parte del recorrido se aconseja, no beber agua y calmar la sed con naranjas o toronjas (de 3 a 4 frutos por persona).

A continuación se describe en forma breve y de manera puntual las principales cualidades del recorrido.

1. Punto de partida y 1er Mirador: Centro Turístico Angahuan *P'urhempirichari K'umanchikua*. (19° 32.85´ N - 102° 13.48´ W: 2391 msnm)

Es recomendable llegar un día antes de la travesía y, una vez hecho el trato con el guía, haber montado el campamento, ocupado la cabaña o alguno de los dormitorio comunales, se aconseja visitar el mirador. Aquí se tiene una vista panorámica y privilegiada de los principales sitios naturales y culturales del lugar (las primeras lavas emitidas y la iglesia *inundada* de lava) (Fig. 101).

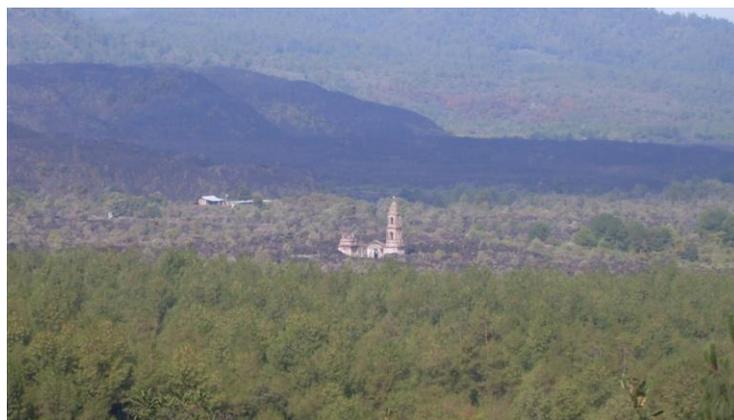


Figura 101. Las primeras lavas expulsadas por el Parícutin, destruyeron el templo de San Juan Parangaricutiro. El campanario al ser la construcción más alta del entorno, rompe con la monotonía del paisaje monocromático de los flujos lávicos.

Desde este punto también es posible observar el flanco N del Parícutin y NE del Sapichu y los volcanes antiguos (monogenéticos) de Capatzun y Canicjuata, ambos cubiertos por distintos materiales emitidos por el Parícutin. En días despejados y al W del volcán se distingue el Tancítaro (Fig. 102).

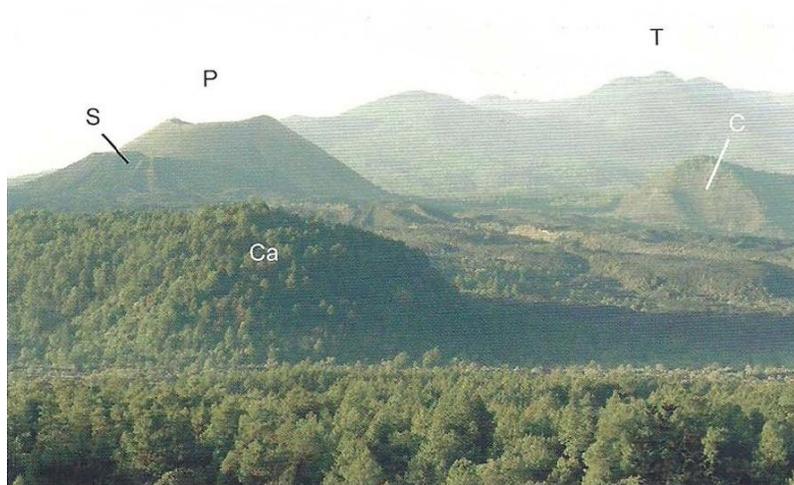


Figura 102. Vista panorámica desde el mirador del Centro Turístico *P'urhempirichari K'umanchikua* : Parícutin (P), Sapichu (S), los antiguos conos de escorias Canicjuata (C) y Capatzun (Ca) y el Pico de Tancítaro (T).

Otras características del centro turístico es la presencia de murales en las paredes exteriores de los dormitorios comunales, que de manera gráfica muestran la manera en que percibieron los pobladores de Angahuan la erupción del Parícutin (Fig. 103).



Figura 103. Mural que muestra la erupción del Parícutin y las *desgracias* que trajo al pueblo de Angahuan.

El Centro Turístico de Angahuan además de ofrecer servicios de alojamiento y alimentación, oferta transporte, animales y guías a turistas nacionales como internacionales. Esto lo convierte en una parada obligada para aquellos que visitan el sitio (Fig. 104).



Figura 104. Fotografía que muestra las inmediaciones del Centro Turístico Angahuan; al fondo el comedor y al final de esta construcción se localiza el mirador.

El circuito inicia en el Centro Turístico Angahuan, por el camino que esta frente al portón principal, el objetivo es llegar al Mirador Capatzun localizado a 3.7 km de este lugar. Hay que mencionar que a las 06:00 h (hora de salida) no hay luz de día, por lo que es necesario utilizar lámpara e ir acompañado de un guía local.

Parada 2: Volcán Capatzun y 2do Mirador. (19° 30.94´N - 102° 14.61´ W. 2414 msnm)

La ruta al inicio está bien marcada pero conforme se aleja del origen, el camino se convierte en una vereda serpenteante que termina en la parte media de la ladera oeste del volcán Capatzun, en donde la vegetación desaparece y forma un claro. En este punto y en dirección W, se observa un frente (lateral) de lava de 2 m de altura que corresponde a una de las coladas más tardías que emitió el Sapichu.

Una vez tomado un breve descanso (15 min), se ingresa a los campos de lava subiendo por el frente mencionado. A partir de este momento el sendero se dispone sobre una superficie ondulada de roca que al pisarlas pueden moverse, por tanto se recomienda precaución (Fig.105). Una vez *arriba* de la colada y con el objetivo de adaptarse a caminar en una superficie distinta, se hace un primer acercamiento y se avanza 300 m en dirección norte, al sitio conocido como el *Mirador Capatzu*. Este lugar tiene un valor escénico excepcional; al sur, se tiene una de las mejores vistas del Parícutin y del *humeante* o Sapichu (Fig.106). En dirección norte, se podrá distinguir las ruinas de la Iglesia del *Señor de los Milagros*, rodeada por extenso campo de lavas (Fig. 107).



Figura 105. Del Mirador Capatzu y hasta el Parícutin, el recorrido se realiza sobre una superficie rocosa no consolidada, que tiene un grado de dificultad media. El trayecto sigue un incipiente sendero que en algunos sectores es más claro que en otros. Con el fin de evitar accidentes se recomienda caminar en formación (*fila*), si es que en esta actividad participa un grupo numeroso de personas.



Figura 106. Desde el Mirador *Capatzu* y en dirección sur se observa en primer plano una sucesión coladas de lava que corresponden a las secuencias más tardías y responsables de cubrir el sector w del cono *Capatzu*. En segundo plano el cono asimétrico del *Sapichu* y en tercero, el *Parícutin* con su morfología característica de cono truncado.



Figura 107. Desde el Mirador *Capatzu* y en dirección norte observa en primer plano, los frentes de lava terminales de las lavas más tardías emitidas por el *Sapichu*. En segundo, se distingue el campo de flujos más tempranos y distales emitidos durante los primeros meses de actividad, inmersa en ellos sobresale uno de los campanarios de la antigua *Iglesia del Señor de los Milagros*, se señala con una flecha.

Parada 3. Geomorfosítio 1: *El Vertedero* (19° 30.78'N - 102° 14.647'W. 2439 msnm)

A 500 m de distancia del mirador Capatzun, se encuentra el Geomorfosítio 1 que se conoce con el nombre del *El Vertedero*. Este elemento es un fragmento de una antigua bóveda que formó parte de un túnel de lava que colapsó (Fig.72 a y b) y, posteriormente, fue movido por otro flujo hasta el lugar en donde actualmente se encuentra (Fig. 108). La distancia del trayecto recorrido, desde Angahuan hasta este lugar, es de 4.2 km.



Figura 108. *El Vertedero* (geomorfosítio 1). Presenta condiciones óptimas para su observación, incluso hay condiciones para tomar asiento y leer la explicación en un folleto (tríptico) que a futuro podría adquirirse antes de iniciar la visita. Dicho documento forma parte de este trabajo y se puede revisar en los anexos. La otra posibilidad que existe es la de un expositor, que puede ser el guía local (con previa capacitación) o una persona más especializada; en la imagen, el M. en C. Sergio Salinas Sánchez explica este relieve en la práctica de campo de Geomorfología realizada en el semestre 2012-2 (Colegio de Geografía. F. F. y L. UNAM)

Parada 4. Geomorfosítio 2: *El Barandal* (19° 30.312' - 102° 14.831' W. 2516 msnm)

A una distancia de 800 m del punto anterior y en dirección W, se observa una pared de roca de geometría convexa en su borde exterior y cóncava en la contraria. Su presencia pone en evidencia colapsos de antiguos túneles y sobre ellos, el emplazamiento de nuevos flujos que en su interior también formaron tubos, tiempo después su bóveda

también se desplomo (Fig. 75). En este lugar es posible reconocer hasta tres *barandales* (levées), que se disponen de forma paralela (Fig. 109).



Figura 109. Las morfologías alargadas de los *levées* en este sitio, presentan una cualidad estética que resalta en el entorno, lo que lo hace un sitio peculiar dentro de todo el campo de lavas.

Otra peculiaridad del sitio es la posibilidad de observar (hacia el este) la última colada emitida por el Sapichu. La consulta del mapa geomorfológico (ver anexo), en este lugar, permite tener una idea de las dimensiones de este flujo además de poder reconocer otras formas de relieve. (Fig. 110).



Figura 110. Desde el flaco E de *El Barandal*, es posible observar el flujo de lava más reciente emitido por el Sapichu.

Parada 5. Geomorfosito 3: *El Collado*; contacto entre Parícutin-Sapichu. (19° 29.742´N - 102° 14.976´ W. 2675 msnm)

Del Barandal, el recorrido continúa en dirección sur por cerca de un kilómetro, hasta llegar a la base *inferior* del cono del Sapichu (Fig.78). En este punto se recomienda tomar un descanso (15 minutos) y terminar de comer los cítricos.

El Collado se encuentra a escasos 370 m de la base *superior* del Sapichu y representa el límite geomorfológico entre el volcán Parícutin y el cono adventicio. Esta frontera se define en el momento que el Sapichu comienza su desarrollo (finales de 1943). Su morfología es la de una pequeña depresión lineal, que divide una estructura de otra; al mismo tiempo, representa el sector más corto y accesible para llegar a la cima de ambas estructuras (Fig.111).



Figura 111. El collado frontera que se prolonga por 100-150 m (aproximados), entre el Sapichu (izquierda: segundo plano) y el Parícutin (derecha primer plano). El perfecto estado de conservación, permite identificar y analizar el contacto entre las dos estructuras volcánicas más relevantes de la zona. El borde superior del cono adventicio se considera parte de este límite.

Parada 6. Geomorfofitio 4: Bomba *Rompecabezas* (19° 29.755´N-102° 14.962´W. 2674 msnm)

A solo 200 m de la base *superior* del cono Sapichu (desnivel entre el borde del cráter y la base del edificio del Parícutin) se encuentra la *Bomba Rompecabezas*. Se trata de un balístico que, al ser lanzado a la atmosfera, adoptó una forma aerodinámica a manera de una bomba volcánica (bloque subredondeado: Fig.112). Pero al caer y estar sujeta a un rápido enfriamiento, se *rompió* a manera de un rompecabezas (jigsaw: Fig. 79). Por sus dimensiones y características intrínsecas, lo hacen un elemento singular que resalta e su entorno circundante.



Figura 112. Bomba volcánica con estructura de rompecabezas. Este balístico por sus dimensiones resalta del entorno circundante.

Parada 7. Geomorfofitio 5: Cono adventicio Sapichu (19° 29.730´N - 102° 14.912´ W. 2693 msnm)

El sendero para acceder a la cima del Sapichu se realiza sobre una ladera muy inclinada (50°-60°), constituida de fragmentos rocosos (escorias) sobrepuestos. Una vez superado este punto, la vereda mejora en dirección al Sapichu; ya en la cima, es posible reconocer el cráter y estar en contacto con las grietas por donde existe una continua emanación de

gases. Sobre todo en el borde norte donde los precipitados de óxidos de hierro y azufre *pintan* las rocas con varios tonos de rojo y amarillo, que se intercalan con manchones blancos (Fig. 113)



Figura 113. *Sapichu*, visto desde el flanco NE del Parícutin. Desde esta toma es notable la emanación de gases, hecho que le otorga una espectacularidad singular a la cima de esta estructura.

Parada 8. Geomorfosio 6: Volcán Parícutin (19° 29.642´ N - 102° 15.016´ W. 2774 msnm)

El recorrido continúa con dirección al cráter del Parícutin y para ello se debe ascender 200 m por una superficie inestable constituida de materiales piroclásticos (escorias y arenas), que definen una ladera de 35° a 40° de inclinación (flanco N-NE, del volcán). Estas condiciones dificultan el camino, pero una vez en la cima es posible observar una panorámica excepcional de todo el campo de lavas. Desde este punto pueden apreciarse, de manera clara, los límites entre los flujos de lava y la extensión que alcanzaron éstos durante los nueve años en los que estuvo activo el volcán.

Otros elementos del relieve que pueden reconocerse desde este lugar es el Pico de Tancítaro (S) y en el horizonte, en días claros, el Nevado y volcán de Fuego de Colima (W-NW). En un plano próximo al Parícutin también se distinguen los edificios del

Capatzun y Equijuata al SE y el Canicjuata al W. Todos ellos afectados de una u otra manera por la erupción: deformados por impactos de todo tipo de materiales (Canicjuata) o parcialmente cubiertos por mantos piroclásticas o flujos de lava.

Una vez en el borde se recomienda caminarlo en dirección E, siguiendo el *labio* del cráter (superficie de transición entre las laderas exteriores del cono y las interiores del cráter, es de geometría convexa-recta) y al llegar al borde sur (señalizado por una Cruz de hierro), es visible una vereda por la cual se puede bajar del cono para y visitar *Los Hornitos* (Geomorfosítio 7).

Una vez hecho el recorrido se sugiere regresar a *La Cruz de Hierro* (borde sur), continuar el camino y cerrar el circuito del cráter, en la ladera W y descender por el *surco arenoso* (Fig. 88) a la base del edificio principal. Esta ruta alternativa (B) ofrece la posibilidad de rentar un caballo o una cuatrimoto con el fin de regresar al Centro Turístico Angahuan, que desde este lugar se encuentra a 11.3 km.

Hay que mencionar que en el flanco sur existe otro camino para ascender a la cima del Parícutin, es una ruta más larga y si se ha decidido no visitar el Sapichu (ruta alternativa A) solo se debe caminar en dirección oeste siguiendo la base del cono principal, hasta encontrar el geomorfosítio 7 (*Los Hornitos*). Desde este punto es visible una vereda, la opción es subir observar el cráter desde el borde sur y al bajar visitar *Los Hornitos*. El regreso se hace por el mismo sendero pero en sentido inverso, hasta llegar a la base de la ladera W (porción inferior del surco de arena). De este lugar se puede regresar caminando o en los medios que se ofertan en el lugar.



Figura 114. Ladera W del Parícutin, sobre este flanco se observa el surco de arena ruta que es la ruta más utilizada para descender del cráter.

Parada 9. Geomorfosio 7: *Los Hornitos* (19° 29.460´ N - 102° 15.354´ W. 2642 msnm)

Se trata de pequeños conos de escoria que se forman a partir de gotas de roca fundida o ardiente, se consideran un aglutinado de lava y presentan una morfología convexa (campana). Se originan a partir de una explosión, para después continuar emanando de manera constante flujos incandescentes. Los Hornitos fueron los responsables de definir el sector sur del campo de lavas del Parícutin. Esta fase efusiva se conoce como el *Periodo Taquí* (Fig. 115)



Figura 115. Vista de *Los Hornos*, desde el borde SW del Parícutin, su morfología es en forma de campana y en la actualidad estas estructuras se mantienen con una temperatura elevada. En días lluviosos este sector genera una densa neblina que dificulta su observación.

La visita a *Los Hornos* puede hacerse de dos maneras, ambas se han explicado en la parada 8. No obstante, ambas coinciden en el mismo lugar para iniciar el regreso: ladera W (porción inferior del surco de arena). A partir de este punto, comienza el regreso hacia el Centro Turístico Angahuan (11.3 km) y de *camino* visitar los Geomorfositos 8 y 9 (Fig. 116).

Las condiciones del camino son buenas y no representan ninguna dificultad, se recomienda el uso de cubre bocas para protegerse de las tolvánas y del polvo que se genera al caminar en superficies de arena *suelta* (sobre todo en la temporada de secas).



Figura 116. El grupo 2012-2 de la materia de Geomorfología (Colegio de Geografía, FF y L. UNAM), caminando al Geomorfo sitio 8: El Túnel de lava, localizado a 8.7 km desde la base de la Ladera W del Parícutin. .

Parada 10. Geomorfo sitio 8: Túnel de lava (19° 31.904´N - 102° 14.994´ W. 2277 msnm)

Camino al geomorfo sitio 8, existe un señalamiento indicando el lugar donde existió el antiguo Poblado de Parícutin. A lo largo de esta caminata se puede observar la secuencia completa de los frentes de lava que constituye el límite W de todo el campo de lavas.

El túnel de lava, a pesar de encontrarse a 500 m aproximados de uno de los lugares más visitados de la zona (las ruinas de San Juan Parangaricutiro), no es muy conocido, quizá por las características subterráneas de su formación. Por tanto, su potencial de aprovechamiento es mayor debido a su rareza y nulo uso. Su visita no requiere equipo especializado, no obstante hay que tener cuidado al descender y al ingresar a la caverna, llevando cualquier tipo de lámpara (Fig. 117).



Figura 117. La entrada al Túnel de lava es poco visible debido a las características subterráneas de su formación. Este aspecto contrasta con la existencia de una diversidad de estructuras volcánicas primarias (levées, piroestalactitas y diferentes arreglos de grietas en la bóveda que favorecen goteras a manera de lloraderas), que son dignas de admirarse. Este hecho hace de este geomorfosito, uno de los sitios más interesantes de todo el recorrido.

Parada 11. Geomorfosito 9: Templo del *Señor de los Milagros* - San Juan Parangaricutiro (19° 32.021´N - 102° 14.840´W. 2280 msnm)

En este lugar es posible observar cimientos, desagües, escalones, restos de paredes y hasta la plaza principal del pueblo, sepultada parcialmente por lavas y piroclastos (arenas). De este conjunto, el elemento más importante son las ruinas del Templo del *Señor de los Milagros*, todos son un foco de atracción para turistas nacionales e internacionales.

Es el único lugar en todo el recorrido donde se ofrecen servicios básicos como sanitarios (letrinas), fotografías históricas de distintos momentos de la erupción (postales), folletos informativos, souvenirs, bebidas y comida de la región.

Hay que mencionar que se llega a este geomorfosito con los últimos rayos del sol y es probable que los puestos de ventas estén cerrados o a punto de hacerlo. Se recomienda visitar el templo (Fig.118) y luego tomar un descanso (15 min).



Figura 118. Las ruinas de la antigua iglesia del Señor de los Milagros en el antiguo San Juan Parangaricutiro. Su accesibilidad favorece la afluencia de visitantes nacionales como extranjeros.

El Centro Turístico Angahuan, desde el geomorfosito 9, se encuentra a 2.1 km, para realizar este último tramo se requiere el uso de una lámpara y de ropa de abrigo. La caminata se realiza en las primeras horas de la noche y al llegar al portón del CTA se cierra el circuito con una caminata de 21 km.

3.4 Evaluación global de los geomorfositos

Los valores más representativos identificados en los nueve geomorfositos propuestos en el volcán Parícutin, fueron el científico, didáctico, turístico y cultural (Tabla 19).

Geomorfosito			Valoración		
Número	Nombre	Tipo	Intrínseca	Valor añadido	Uso y gestión
1	El <i>Vertedero</i>	ES	1.8	5	8.3
2	El <i>Barandal</i>	LS	1.5	5.1	8.3
3	El <i>collado</i> ; contacto Parícutin-Sapichu	LR	0.9	4.5	9.4
4	Bomba Rompecabezas	ES	1	2.7	6.6
5	Cono adventicio Sapichu	LR	2.2	7.4	8.8
6	Volcán Parícutin	LR	4	9.8	7.7
7	Los hornitos	LS	1.6	3.8	10
8	Túnel de lava	LS	2	3.1	7.2
9	Templo del <i>Señor de los Milagros</i> - San Juan Parangaricutiro	LR	1.4	8.9	7.7

ES=Elemento Singular; ER= Elemento Representativo; LS= Lugar Singular; LR=Lugar Representativo.

Tabla 19. Tabla de los valores obtenidos en cada rubro de evaluación, en los nueve geomorfositos propuestos en el Parícutin (Elaboración Propia).

La evaluación efectuada sobre los nueve geomorfositos en la zona de estudio, arrojó resultados variables. En función de estos, se determinaron tres grados de interés para cada valor (bajo = 0 a 3; medio = 3 a 7 y alto = 7 a 10), a fin de jerarquizar aquellos sitios geomorfológicos más representativos y útiles para entender la historia eruptiva del lugar.

Para esto se desglosan a continuación dichos resultados por tipo de valor (intrínseco, añadido y uso y gestión).

Valores intrínsecos

- Bajo: El *Vertedero*, *El Barandal*, El Collado, Bomba Rompecabezas, Cono adventicio Sapichu, Los Hornitos, Túnel de lava y el Templo del *Señor de los Milagros* - San Juan Parangaricutiro
- Medio: Volcán Parícutin.

Los valores bajos corresponden a procesos geomorfológicos específicos, los cuales están compuestos en la mayoría de los casos de uno o tres eventos de formación. El valor medio corresponde a la principal forma de relieve de la zona y origen de todas las geoformas.

Valores añadidos

- Bajo: Bomba rompecabezas.
- Medio: El *Vertedero*, *El Barandal*, El Collado, Los Hornitos y el Túnel de lava.
- Alto: Volcán Parícutin, cono adventicio Sapichu y el Templo del *Señor de los Milagros* - San Juan Parangaricutiro.

Un valor añadido bajo, evidencia la nula relación entre la forma del relieve y los eventos histórico-sociales sucedidos en su entorno. Trata de morfologías muy puntuales, con un sólo uso, bien definido.

Los valores medios muestran una relación indirecta de formas del relieve y los eventos histórico-culturales. Caso contrario, sucede en los valores altos, donde la historia natural del sitio se relaciona íntimamente con algún proceso social. A su vez, su estudio no es sólo para las Ciencias de la Tierra, sino también para otros enfoques.

Valores de uso y gestión

- Medio: Bomba Rompecabezas.
- Alto: *El Vertedero*, *El Barandal*, *El Collado*, Cono adventicio *Sapichu*, Volcán Parícutin, Los Hornitos, el Túnel de lava y el Templo del *Señor de los Milagros* - San Juan Parangaricutiro.

Los valores medios abarcan formas del relieve que presentan una cierta vulnerabilidad a perder sus cualidades intrínsecas a largo plazo.

Los valores altos indican un buen estado de conservación de las formas del relieve, sin daños aparentes en sus estructuras. Los procesos exógenos como antrópicos no han amenazado la integridad de cada geomorfosítio. Son lugares ampliamente recomendados para su difusión y aprovechamiento.

En esta forma, se pueden agrupar los nueve geomorfosítios en tres categorías de acuerdo con su nivel de interés. El primer grupo, aquellos geomorfosítios representativos (históricos-volcánicos) de la historia del sitio; el segundo para aquellos con un interés medio (científicos-escénicos), que son estructuras secundarias a la formación del Parícutin; y el último para aquellas morfologías con un interés bajo (didácticos-puntuales), que son elementos que explican procesos específicos y puntuales dentro del área de estudio (Tabla 20).

Nivel de interés	Geomorfosítios	Valor principal
Representativos (históricos-volcánicos)	<ul style="list-style-type: none"> • Cono adventicio Sapichu • Volcán Parícutin • Los hornitos • Templo del <i>Señor de los Milagros</i> - San Juan Parangaricutiro 	Turístico-científico Científico-turístico Didáctico-científico Turístico-cultural
Medios (científicos-escénicos)	<ul style="list-style-type: none"> • El <i>Collado</i> • Túnel de lava 	Didáctico Científico-turístico
Bajos (didácticos-puntuales)	<ul style="list-style-type: none"> • El <i>Vertedero</i> • El <i>Barandal</i> • Bomba Rompecabezas 	Didáctico Didáctico Estético-didáctico

Tabla 20. Tabla en la que se agrupan a los nueve geomorfosítios de acuerdo a su grado de interés (Elaboración Propia).

En la categoría de geomorfositos representativos (histórico-volcánico), se encuentran las estructuras con mayor facilidad de acceso y de las que se tiene un mayor conocimiento acerca de su formación, por parte de los estudiosos en el tema y de la población en general. Además, son los más distintivos y conocidos en la historia de la erupción del volcán Parícutin.

En los casos del Parícutin, el Sapichu, los hornitos y el Templo del *Señor de los Milagros* - de San Juan Parangaricutiro, su importancia es trascendental, ya que son las estructuras referentes de la zona de estudio. Estos cuatro geomorfositos tienen los más altos potenciales de uso turístico y científico, a pesar de que las actividades que se llevan a cabo actualmente en cada uno, se realizan de una manera desordenada y poco planeada, lo que significa un riesgo de la pérdida de sus cualidades en un futuro.

Los geomorfositos con un interés medio (científico-escénicos) son aquellos que no han sido reconocidos de manera directa como elementos singulares de la zona. Son sitios complementarios a las estructuras principales pero de suma importancia en el análisis de la historia natural del lugar. En el caso del túnel de lava, se desconoce su existencia para la mayoría de los turistas, a pesar del gran potencial que presenta. Se trata de estructuras que presentan valores significativos que no son aprovechados. Asimismo, por su ubicación (ceranos al Parícutin e Iglesia de San Juan Parangaricutiro), su fomento como lugares de visita complementaria el aprendizaje que los visitantes se pudieran llevar al conocer este lugar.

Los geomorfositos que comprenden el grupo de interés bajo (didácticos-puntuales), son aquellos elementos singulares tales como el Vertedero, el Barandal y la Bomba Rompecabezas. Su accesibilidad es limitada (en los primeros dos casos), aunque despiertan intereses muy específicos, encaminados a un uso para la difusión del conocimiento geomorfológico, a partir de actividades como prácticas escolares, excursiones geológicas o geomorfológicas, entre otras. Representan una herramienta excepcional para el entendimiento de la dinámica de flujos de lava y la actividad explosiva.

Los valores obtenidos en cada uno de los geomorfositos muestran el carácter patrimonial del área de estudio y su potencial como recurso. La orientación de esta propuesta no tiene que ser entendida tan sólo como turística, sino también educativa y de divulgación.

Es necesario atender los posibles impactos en cada geomorfosito, para así garantizar su integridad a largo plazo. Para esto, es necesario la regulación y planeación adecuada, en torno a la intensidad de uso de los sitios; gestionado principalmente por los pobladores, ejidatarios y la autoridad local. De esta manera, se pretende generar un desarrollo sostenible en el área, a favor de la conservación y preservación de los valores naturales del Parícutin.

La evaluación de los *valores añadidos* asignados a los geomorfositos (Tabla 20), permite identificar la orientación de uso y aprovechamiento más adecuada para estas formas del relieve. De la misma manera hacen evidente procesos naturales o antrópicos, que afectan estas estructuras. Todo esto con el objetivo de resaltar estos sitios geomorfológicos como elementos relevantes del entorno natural.

El principal interés de esta propuesta de ruta, es explicar los distintos procesos volcánicos que dieron origen al relieve asociado con el Parícutin. Con este fin, se elaboró un mapa geomorfológico detallado de la región (Anexo 1). Este documento fue el punto de partida para establecer los sitios de interés y la ruta para llegar a ellos.

El circuito que se propone está señalizado sobre la información geomorfológica y ésta a su vez, en la imagen satelital del Parícutin (Google Earth, 2014); de esta manera, se podrá entender la temporalidad de los flujos de lava y, por tanto, la secuencia eruptiva (Anexo 2). Del mismo modo, permite visualizar la diversidad y dimensiones de este tipo de relieves, su localización y la identificación otras formas.

Este último documento forma parte de un folleto de divulgación, en donde se explicaran los nueve geomorfositos de acuerdo al valor intrínseco asignado, el recorrido que incluye la distancia entre lugares, las vistas panorámicas (miradores) y dos rutas alternativas, integrando la información más importante de este estudio, en un producto gráfico, sencillo, que puede ser utilizado por cualquier persona que visite el sitio o que tenga algún interés por estas temáticas.

Resultados y conclusiones

1. La revisión y análisis de la bibliografía sobre el origen y evolución del concepto de Geomorfosito, permitió comprender y dejar claro los criterios, aspectos teóricos vinculados a esta temática. De ésta, se establecieron los parámetros que se utilizaron en éste estudio (métodos, enfoques, reglas para asignar valores añadidos, pautas para elaborar tablas de evaluación y procedimientos en la interpretación de resultados). La aplicación de éstas ideas en un ambiente volcánico reciente, en donde existen marcados contrastes de paisaje (malpaís y densos bosques) y cambios radicales en el arreglo socio-económico (destrucción, migración y adaptación de la población de las actividades primarias a terciarias), demostró su efectividad para cumplir los objetivos planteados al inicio de este trabajo.

2. Con la misma importancia que el punto anterior, se considera al análisis geomorfológico, como la plataforma más adecuada en la identificación, propuesta, caracterización y valoración de los nueve geomorfositos. Este procedimiento permitió conocer y entender el origen, morfología, evolución y hasta la edad relativa de cada forma de relieve. Como resultado de lo anterior, se obtuvo una cartografía detallada (1:25 000) y especializada, coherente, con límites precisos y acompañada de una leyenda explicativa (este aspecto representa un primer aporte de este trabajo, al conocimiento del relieve de esta región). Hay que mencionar que este plano fue el punto de partida en la localización, trazo de la ruta de visita y explicación de cada geomorfosito. De esta manera, se obtuvo un segundo documento que se nombró: Mapa de geomorfositos del volcán Parícutin, Michoacán, México (segundo aporte de esta tesis).

3. El conocimiento de las condiciones naturales, históricas y socioeconómicas del lugar de estudio, es indispensable para el establecimiento de geomorfositos. Sin esta plataforma de información, la asignación de los valores añadidos y su peritaje no son viables. En este sentido, el segundo capítulo aportó los datos necesarios a nivel regional y local sobre el vulcanismo monogenético, además de aportar datos sobre aspectos culturales, científicos, históricos y estéticos en torno a la actividad del Parícutin. Se distinguieron los siguientes lugares de interés

geomorfológico: 1) El Vertedero; 2) El Barandal; 3) El Collado; 4) Bomba Rompecabezas; 5) Cono adventicio Sapichu; 6) Volcán Parícutin; 7) Los hornitos; 8) Túnel de Lava y 9) Señor de los Milagros- San Juan Parangaricutiro.

4. Con el fin de establecer el grado de interés de los geomorfositos, se evaluaron los valores intrínsecos, añadidos y de uso-gestión de cada uno (González y Serrano, 2008). Los resultados para cada uno de los atributos son los siguientes:

Intrínsecos.

- Bajo: 1. El *Vertedero*, *El Barandal*, 3. El Collado, 4. Bomba Rompecabezas, 5. Cono adventicio Sapichu, 7. Los Hornitos, 8. Túnel de lava y 9. Templo del *Señor de los Milagros* - San Juan Parangaricutiro
- Medio: 6. Volcán Parícutin.

El primer grado refleja que existe más de un proceso involucrado en su formación. El segundo evidencia la existencia de un relieve (proceso) principal, que da origen a todas las geoformas.

Añadidos

- Bajo: 4. Bomba Rompecabezas.
- Medio: 1. El *Vertedero*, *El Barandal*, 3. El Collado, 7. Los Hornitos y 8. Túnel de lava.
- Alto: 6. Volcán Parícutin, 5. Cono adventicio Sapichu y 9. Templo del *Señor de los Milagros* - San Juan Parangaricutiro.

Con una denominación baja se evidencia la nula relación entre la forma del relieve y los eventos histórico-sociales sucedidos en su entorno, y refleja morfologías muy puntuales, con un sólo uso. La connotación media muestra una relación indirecta de formas del relieve y los eventos histórico-culturales. Caso contrario sucede con el valor alto, donde la historia natural del sitio se relaciona íntimamente con algún proceso social.

Uso y gestión

- Medio: 4. Bomba Rompecabezas.
- Alto: 1. *El Vertedero*, 2. *El Barandal*, 3. *El Collado*, 5. Cono adventicio *Sapichu*, 6. Volcán Parícutin, 7. Los Hornitos, 8. Túnel de lava y 9. Templo del *Señor de los Milagros* - San Juan Parangaricutiro.

Los primeros presentan una cierta vulnerabilidad a perder sus cualidades intrínsecas a largo plazo y los segundos un buen estado de conservación de las formas del relieve, sin daños aparentes en sus estructuras. En esta forma, se pueden agrupar a los nueve geomorfositos en tres categorías de acuerdo con su nivel de interés:

Nivel de interés	Geomorfosito	Valor Principal
I. Representativos Histórico-volcánicos	5.- Cono adventicio Sapichu 6.- Volcán Parícutin 7.- Los Hornitos 9.- Templo del <i>Señor de los Milagros - San Juan Parangaricutiro</i>	Turístico-Científico Científico Turístico Didáctico-Científico Turístico-Cultural
II. Medios Científicos-escénicos	3.- <i>El Collado</i> 8.- Túnel de lavas	Didáctico Científico Turístico
III. Bajos Didácticos-puntuales	1.- <i>El Vertedero</i> 2.- <i>El Barandal</i> 4.- Bomba Rompecabezas	Didáctico Didáctico Estético-Didáctico

I. Los geomorfositos considerados como representativos (Histórico-volcánicos) presentan mayor facilidad de acceso; de ellos se tiene un mayor conocimiento acerca de su formación tanto en el ámbito científico como popular, además de ser los más distintivos y conocidos en la historia de la erupción del volcán Parícutin.

II. Los de interés medio (Científico-escénicos) no se reconocen de manera directa como elementos singulares de la zona, se consideran un complemento de las estructuras principales, pero suman importancia en el análisis de la historia natural del lugar. Del túnel de lava, por ejemplo, la mayoría de los visitantes desconoce su existencia a pesar del gran potencial que presenta. En otras palabras, se trata de relieves que si bien presentan valores significativos, no están aprovechados.

III. El grupo de interés bajo (Didácticos-puntuales) se caracteriza por presentar una accesibilidad limitada; no obstante, su interés está encaminado a la difusión del conocimiento geomorfológico (prácticas escolares, excursiones geológicas o geomorfológicas, entre otras). Representan una herramienta excepcional para el entendimiento de la dinámica efusiva y explosiva.

En este marco, se hace necesario atender los posibles impactos en cada geomorfosito, para así garantizar su integridad a largo plazo. Para esto es necesario la regulación y planeación adecuada, en torno a la intensidad de uso de los sitios; gestionado principalmente por los pobladores, ejidatarios y la autoridad local. De esta manera, se pretende generar un desarrollo sostenible en el área, a favor de la conservación y preservación de los valores naturales de este territorio.

5. Los resultados de este estudio hacen evidente el carácter patrimonial y el potencial como recurso turístico, educativo y de divulgación del volcán Parícutin y su campo de lavas. Como un tercer aporte de este trabajo, se propone un folleto de divulgación con el fin de ser distribuido en un futuro al público en general. Este documento tiene el título de *Geomorfositos del volcán Parícutin, Michoacán. México* (Anexo 2).

En él se explica la manera de llegar a la región del Parícutin desde la ciudad de Uruapan, se hace una semblanza de la historia eruptiva y, de manera breve, se puntualiza el concepto de geomorfosito.

Los nueve lugares de interés geomorfológico se explican de una manera sencilla, pero con rigor científico, siguiendo una secuencia de visita señalizada sobre el mapa geomorfológico y éste, a su vez, sobrepuesto a una imagen satelital. En este documento se incluyen tiempos de recorrido, la distancia entre los sitios, se señalan las vistas panorámicas (miradores), dos rutas alternativas de recorrido hacia los hornitos y, por último, se recomienda un equipo mínimo para hacer esta travesía. En este folleto se integran los resultados de esta tesis, con el fin de que sean utilizados por cualquier persona que llegue a este lugar. Si se pone al alcance información sencilla que explique la excepcionalidad del sitio y sus distintos componentes, será valorado y con esto se espera fomentar un sentimiento de pertenencia, y así cuidar y proteger al sitio.

6. Este tipo de investigaciones se hacen necesarias y pueden ser punto de partida para favorecer la existencia de proyectos multidisciplinarios que favorezcan una legislación que

proteja el patrimonio geomorfológico o la implementación de estructuras legales tales como los geoparques o las mismas ANP, que aprovechen y protejan la diversidad geomorfológica del país en beneficio de las comunidades locales, y por ende, del entorno natural mexicano.

Finalmente, la Geomorfología como punto de partida en el estudio de geomorfositos es un vínculo claro y directo entre los aspectos físicos, sociales y económicos de un territorio: la esencia de la Geografía.

Bibliografía

- Álcantara-Ayala, Irasema. (2010) Parícutin Volcano: To the other side. En: Migón, P. (2010) Geomorphological landscapes of the world. *Springer Sciencet + Business Media*. 59-67.
- Aguirre Díaz, Gerardo J.; Jaimes V., María del Carmen y Nieto-Obregón, Jorge. (2006) The valle de Bravo Volcanic Field: Geology and geomorphometric parameters of a Quaternary monogenetic field at the front of the Mexican volcanic Belt. En: Siebe, Claus; Macías, José Luis y Aguirre D., Gerardo J. (Comp.). (2006) Neogene-Quaternary continental margin volcanism: A perspective from Mexico. *The Geological Society of America*. USA. 331 p.
- Bashenina, B., 1977. Cartografía geomorfológica. *Ed. Educación Superior. Moscú, URSS*. 375 p (en ruso).
- Bullard, F.M., (1947). Studies on Parícutin volcano, Michoacán, México. *Geological Society of America Bulletin*; 58. 433-450.
- Carcavilla, L.; Durán, J.J. y López-Martínez, J. (2008) Geodiversidad: concepto y relación con el patrimonio geológico. *Geo-Temas*, 10. VII Congreso Geológico de España, Las Palmas de Gran Canaria.1299-1303.
- Carton, Alberto; Cavallin, A.; Francavilla, F.; Montavani, F.; Panizza, M.; Pellegrini, G.B. t Tellini, C. (1993) Rierche ambientali per l'individuazione e la valutazione dei beni geomorfologici, metodi ed esempi. *Il Quaternario*; 7. 99-107.
- Carton, Alberto; Coratza, Paola y Marchetti, Mauro. (2005) Guidelines for geomorphological sites mapping: examples from Italy. *Géomorphologie: relief, processus, environment*, N. 3. 209-218.
- Cas, R.A.F., Wright, J.V., 1993. Volcanic successions. *Chapman & Hall*. London. 528 p.
- Castaldini, Dorian; Valdati, Jairo e Ilies, Camelia. (2005) The contribution of geomorfphological mapping to environmental tourist in protected areas: examples from the Apennines of Modena (Northern Italy). *Revista de geomorfologie*, Vol. 7. pp. 91-106.

- Cománescu, Laura y Dobre, Robert. (2009) Inventaring, evaluating and tourism valuating the geomorphosites from the central sector of the Ceahláu National Park. *GeoJournal of Tourism and Geosites*, year, II, N. 1, Vol. 3. 86-96.
- Cománescu, Laura y Nedela, Alexandru. (2010) Analysis of some representative geomorphosites in the Bucegi Mountains: between scientific evaluation and tourist perception. Journal compilation, AREA. 11p.
- Coratza, Paola; Ghinoi, Alessandro; Piacentini, Daniela y Valdati, Jairo. (2008) Mangement of geomorphosites in high tourist vocation area: a example of geo-hiking maps in the Alpe di Fanes (Natural Park of Fanes-Senes-Braises, italian dolomites). *GeoJournal of Tourism and Geosites*; 2. 106-117.
- Corona-Chávez, Pedro. (2001) Excursión al volcán Parícutin. *VII Coloquio Nacional de Mineralogía, Sociedad Mexicana de Mineralogía A.C. Universidad Departamento de Vulcanología Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*. Morelia, Michoacán. 18 p.
- Corona-Chávez, P. (2002) El Parícutin, una de las doce maravillas naturales del mundo. *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, Departamento de Geología*. Morelia, Michoacán. 23 p.
- Corona-Chávez, P., Reyes-Salas, M., Garduño-Monroy, V.H., Israde-Álcantara, I., Lozano-Santa Cruz, R., Morton-Bermea, O., Hernández-Álvarez, E. (2006) Asimilación de xenolitos graníticos en el campo Volcánico Michoacán-Guanajuato: el caso de Arócutin Michoacán, México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*; 23. 233-245.
- Demant, Alain. (1978) Características del Eje Neovolcánico Transmexicano y sus problemas de interpretación. *UNAM, Inst. Geología, Vol. 2, Núm. 2*. 172-187.
- Demant, Alain. (1982) Interpretación geodinámica del vulcanismo del eje Neovolcánico TransMexicano. *UNAM, Inst. Geología, Revista, Vol. 5, Núm. 2*. 217-222.
- Dóniz Paéz, J.; Becerra Ramírez, Rafael; González Cárdenas, Elena; Guillén Martín, Cayetano y Escobar Lahuz, Estela. (2011) Geomorphosites and Geotourism in volcanic landscape: the example of La Corona del Lajjal cinder cone (El Hierro, Canary Islands, Spain). *GeoJournal of Tourism and Geosites*, year IV, N. 2, Vol. 8. 185-197.

- Dóniz Páez, J.; Coello, E.; Romero, C. y Guillén, C. (2007) Valoración del patrimonio geomorfológico del tubo volcánico de Montaña del Castillo (Tenerife, Canarias). *Minius*, XV. 85-96.
- Dorf, E. (1945) Observation on the preservation of plants in the Parícutin area (mexican volcano). *Transactions of the American Geophysical Union*; 2. 257-260.
- Durán, J.J. (1999) El Patrimonio geológico de Andalucía: un mosaico de geodiversidades. En: Durán, J.J. y Nucho, R. (eds.) Patrimonio Geológico de Andalucía. *Eresa, Madrid*. 21-25.
- Erlund, E.J., Cashman, K.V., Wallace, P.J., Piolli, L., Rosi, M., Johnson, E., Delgado Granados, H., (2010). Compositional evolution of magma from Parícutin volcano, Mexico: the tephra record. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 197. 167-187.
- Ferrari, Luca; Tagami, Takahiro; Eguchi Mugihiko; Orozco-Esquivel, Ma. Teresa; Petrone, Chiara M.; Tacobo-Albarrán, Jorge y López-Martínez, Margarita. (2005) Geology, Geochronology and Tectonic setting of late Cenozoic. Volcanism along the southwestern Gulf of Mexico: the eastern alkaline province revisited. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*; 146. 284-306.
- Flores-Reyes, T. (1945) El Parícutin estado de Michoacán, México. *Instituto de Geología, UNAM*. 166 p.
- Fontana, Georgia; Pieracci, Kim; Fuchs, Celine; Bissing, Geraldine y Reynard, Emmanuel. (2007) Thematic bibliography on geomorphosites. Institute of Geography, University of Lausanne (IGUL). Lausanne, Switzerland. 43 p.
- Foshag, W.F. y González-Reyna, J.R. (1956) Birth and development of Parícutin volcano, Mexico. *U.S. Geological Survey Bulletin*; 965D. 355-489.
- Fries, C. Jr. y Gutierrez, C. (1950) The aqueous emanation from Parícutin volcano. *American Mineralogist*. 749-755.
- Fries, C. Jr. y Gutierrez, C. (1952) Activity of Parícutin volcano from July 1, to December 31, 1951. *Transaction of in the American Geophysical, Union*; 5. 725-733.

- Fries, C. Jr. (1953) Volumes and weights of phyroclastics material, lava and water erupted by Parícutin volcano, Michoacán, México. *Transaction of the American Geophysical Union*; 4. 603-616.
- González, Juan y Serrano E. (2008) La valoración del patrimonio geomorfológico en espacios naturales protegidos, su aplicación al parque Nacional de los picos de Europa. *Boletín de la A.G.E.N., Núm 47*. 175-194.
- Gómez-Tuena, A., Orozco-Esquivel, M.T., y Ferrari, L., (2005) Petrogénesis ígnea de la Faja Volcánica Transmexicana. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Temas selectos de la Geología Mexicana, Tomo LVII*; 3. 227-283.
- González-Trueba, Juan José. (2006) El macizo central de los picos de Europa: Geomorfología y sus implicaciones geoecológicas en la alta montaña Cantábrica. *Tesis Doctoral, Departamento de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio, Universidad de Cantabria*. España.
- Grandgirard, V. (1995) Méthode pour la réalisation d'un inventaire de géotopes géomorphologiques. *Ukpik, Cahiers de l'institute de géographie de Fribourg*; 10. 121-137.
- Gray, Murray. (2004) Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature. *John Miley y Sons, Ltd*. England. 411 p.
- Guilbaud, M.-N., Siebe, C. y Salinas, S., (2009). Excursion to Parícutin and Jorullo (Michoacán), the youngest volcanoes of the Trans-Mexican Volcanic Belt. *Departamento de Vulcanología, Instituto de Geofísica, UNAM*. México, D.F. 35 p.
- Guilbaud, Marie-Noëlle; Siebe, Claus; Layer, Paul y Salinas, Sergio. (2012) Reconstruction of the volcanic history of the Tacámbaro-Puruarán area (Michoacán, México) reveals high frequency of Holocen monogenetic eruptions. *Bull Volcanol*; 74. 1187-1211.
- Gutiérrez Elorza, Mateo. (2008) Geomorfología. *Pearson Education, S.A*. Madrid. 920 p.
- Hasenaka, T., Carmichael, I.S.F., (1985) The cinder cones of Michoacán-Guanajuato, central México: their age, volume and distribution and magma discharge rate. *Elsevier, Journal of Volcanology and Geothermal Research*; 25. 105-124.

- Harris, Marvin. (1979) El desarrollo de las teoría antropológica. Historia de las teorías de la cultura. *ED. Siglo Veintiuno*. México. 653 p.
- Hooke, J.M. (1994) Strategies for conservation and sustaining dynamic geomorphological sites. En: O'Halloran, D.; Green, C.; Harley, M.; Stanley, M. y Knill, J. (eds.) *Geological and Landscape conservation*. The Geological Society, London. 191-195.
- Ilies, Dorina. C. y Josan, Nicolae. (2008) Some theoretical aspects regarding the génesis of geosites. *Geojournal of Turism and Geosites, Year I, No. 1, Vol 1*. 7-12.
- Inbar, Moshe; Lugo, José y Villers, Lourdes. (1994) The geomorphological evolution of the Parícutin cone and lava flows, México, 1943-1990. *ELSEVIER, Geomorphology*; 9. 57-76.
- Instituto de Geología. (1945) El Parícutin, Estado de Michoacán. *UNAM, Instituto de Geología, estudios vulcanológicos*. México, D.F. 165 p.
- International Association of Geomorphologist. (2003a) Geomorphic hazards: toward the prevention of disasters. *Regional Geomorphology Conference*. México.
- International Association of Geomorphologist (2003b) Geomorphological sites: research assessment and improvement. *IAG, Website*.
- International Association of Geomorphologist. (2005) Geomorphology in regions of environmental contrasts. *Sixth International Conference on Geomorphology*. Zaragoza, España.
- International Association of Geomorphologist. (2007) Environmental Change in the tropics. *Regional Geomorphology Conference*. Kota Kinabalu, Malaysia.
- International Association of Geomorphologist. (2009) Ancient landscapes-modern perspectives. *Seventh International Conference on Geomorphology*. Melbourne, Australia.
- Kennedy, G.C. (1946) Activity of Parícutin volcano from April 12 to May 3, 1946. *Transaction of the American Geophysical Union*; 3. 410-411.
- Kozłowski, S. (2004) Geodiversity. The concept and scope of geodiversity. *Pregland Geological*; 52. 833-837.

- Legorreta Paulín, Gabriel. (1999) Procesos geomorfológicos en el volcán Parícutin. *Tesis de maestría, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. México.*
- Lemús Jiménez, Alicia. (2008) Migración en la Sierra Purépecha a los Estados Unidos de Norteamérica durante la primera y segunda etapa del programa Bracero, 1942-1954. *Tesis de maestría, Universidad Iberoamericana. México.*
- López Miguel, Celia. (2004) El establecimiento de Geoparques en México: un método de análisis geográfico para la conservación de la naturaleza en el contexto del manejo de cuencas hídricas. *Dirección de manejo integral de cuencas hídricas, Dirección general de investigación de ordenamiento ecológico y conservación de ecosistemas, INE.* 46 p.
- Lugo-Hubp, José; Ortiz-Pérez, M.A.; Palacio-Prieto, J.L. y Bocco Verdinelli, Gerardo. (1985) Las zonas más activas en el Cinturón Volcánico Mexicano (entre Michoacán y Tlaxcala). *Geofísica Internacional (México); 24.* 83-96.
- Lugo-Hubp, J., 2001. Los conceptos geomorfológicos en la obra de Ezequiel Ordóñez (1867-1950). *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 18, 89-102.
- Lugo-Hubp, José. (2011) Diccionario Geomorfológico. *Instituto de Geografía, UNAM.* 479p.
- Luhur, F.J. y Simkin, T. (1994) Parícutin. The volcano born in a mexican cornfield. *Geociencia Press, INC.* Phoenix, Arizona. 427 p.
- Macías, José Luis. (2005) Geología e historia eruptiva de algunos de los grandes volcanes activos de México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Vol. LVII, Núm. 3.* México, Distrito Federal. 379-424.
- Macías, José Luis y Capra, Lucia. (2005) Los volcanes y sus amenazas. *FCE, SEP. CONACYT.* México. 157 p.
- McBirney, A.R., Taylor, H.P. Jr, Armstrong, R.L., 1987. Parícutin re-examined: a classic example of crustal assimilation in calc-alkaline melts. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 95, 4-20.
- Martín, Ulrike y Németh, Károly. (2006) How strombolian is a “Strombolian” scoria cone? Some irregularities in scoria cone architecture from the Transmexican Volcanic Belt, near

Volcán Ceboruco (México) and Al Haruj (Libya). *Journal of Volcanology and Geothermal Research*; 155. 379-424.

Martín, Simon. (2010) Geoheritage popularisation and cartographic visualisation in the Tsanfleuron-Sanetsch area (Valais, Switzerland). En: Regolini-Bissig, Géraldine y Reyanard, Emmanuel. (2010) Mapping Geoheritage. *Lausanne, Institut de géographie, Geovisión*, 35. 135 p.

Martínez-Gutiérrez, Genaro; Reygadas Dahl, Fermín y Orozco Quintana, Dagoberto. (2007) La Piedra Pintada un Geomorfosito en Baja California Sur: Estudio geoarqueológico y biosocial de poblaciones cazadoras-recolectoras en la Sierra la Laguna, B.C.S., México. *VII Reunión Nacional de Geomorfología (México), Morelia, Michoacán, del 26 al 29 de noviembre de 2007. Organizada por la Sociedad Mexicana de Geomorfología, la UNAM y el CIGA.*

Mazzarini, F., Ferrari, L. y Isola, Ilaria. (2010) Self-similar clustering of cinder cones and crust thickness in the Michoacán-Guanajuato and Sierra de Chichinautzin volcanic fields, Trans-Mexican volcanic Belt. *Tectonophysics* 486. 55-64.

Mendoza-Margaín, Carlo Emilio. (2010) Cartografía geomorfológica del complejo volcánico Tacaná, México-Guatemala. *Tesis de Licenciatura, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM.* México.

Mendoza, Valentín Rafael. (2010) Yo vi nacer un volcán. *Edit. Coloristas y asociados, S.A. de C.V.* León, Guanajuato, México. 144 p.

Newsome, D. y Dowling, R. (2010) Setting an agenda for geotourism. En: Newsome, D. y Dowling, R. (eds.) Geotourism: the tourism of geology and landscape. *Good Fellow Publisher.* Oxford.

Nolan, Mary Lee. (1979) Impact of Parícutin on five communities. *Academic Press, Inc., volcanic activity and human ecology.* 13 p.

Ollier, C. (1972) Volcanoes. *The MIT Press, England.* 177 p.

Ordoñez, Ezequiel. (1943) El volcán Parícutin. *Irrigación de México, SRH*; 24. 5-36.

- Ordoñez, Ezequiel. (1945) El volcán Parícutin. *Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica*. México. 170 p.
- Ordóñez, Ezequiel (1947). El volcán Parícutin. *México: Fantasía*. 181 p.
- Ownby, Steven E.; Lange, Rebecca A. y Hall, Chris M. (2008) The eruptive history of the Mascota volcanic field, western Mexico: Age and volume constraints on the origin of andesite among a diverse suite of lamprophyric and calc-alkaline lavas. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*; 177. 1077-1091.
- Palacio Prieto, José Luis. (2013) Geositios, geomorfositos y geoparques: importancia, situación actual y perspectivas en México. *Investigaciones geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM; Num. 82*. 24-37.
- Panizza, Mario. (2001) Geomorphosites: concepts, methods and examples of geomorphological survey. *Chinese Bulletin, Vol. 46*. 4-5.
- Panizza, M. y Piacente, S. (1993) Geomorphological assets evaluation. *2 Geomorph, N.F., Suppl. Bd; 87*. 13-18.
- Panizza M. y Piacente S. (2008) Geomorphosites and geotourism. *Revista Geográfica Académica, V. 2 No. 1*. 5-9.
- Peña-Monné, J.L. (1997) Cartografía Geomorfológica: básica y aplicada. *Geoforma ediciones*. Logroño, España.
- Pereira, Paulo; Pereira, Diamantino y Caetano Alves, María I. (2007) Geomorphosites assessment in Montesinho Natural Park (Portugal). *Geographica Helvetica, Jg. 62*. 159-168.
- Pioli, L.; Erlund, E.; Johnson E.; Cashman, K.; Wallace, P.; Rosi, M. y Delgado H. (2008) Explosive dynamics of violent strombolian eruptions: the eruption of Parícutin volcano 1943-1952 (México). *Earth and Planetary Science Letters*: 271. pp. 359-368.
- Quaranta, G. (1992) Geomorphological assets: conceptual aspect and application in the area of Croda da Lago (Cortina D'Ampezzo, Dolomites). En: Panizza, M.; Soldati, M.; Barani, D.

- (eds.) First European intensive course on applied geomorphology, Modena-Cortina D'Ampezzo. *Modena, Instituto di Geologia*. 49-60.
- Reynard, Emmanuel. (2008) Scientific research and tourist promotion of geomorphological Heritage. *Geogr., Fis., Dinam., Quat., N. 3*. 225-230.
- Reynard, Emmanuel y Coratza, Paola. (2007) Geomorphosites and geodiversity: a new domain of research. *Geographica Helvetica, Jg. 62/ Heft 3*. 30-139.
- Reynard, Emmanuel; Fontana, Georgina; Kozlik, Lenka y Scapozza, Cristina. (2007) A method for assessing <<scientific>> and <<additional values>> of geomorphosites. *Geographica Helvetica, Jg. 62/Heft 3*. 148-158.
- Rivas, V.; Rix, K.; Frances, E.; Cendero, A y Brudsen, D. (1997) Geomorphological indicators for environmental impact assessment: consumable and non-consumable geomorphological resources. *Geomorphology; 18*. 169-182.
- Robles-Ramos, R. (1943) Nace un volcán (Parícutin, Michoacán). *Cuadernos Americanos; 9. México*.
- Rodríguez-Elizarrarás, Sergio; Komorowski, Jean-Christophe; Jiménez, Víctor y Siebe, Claus. (1993) Libro-guía de la excursión geológica al volcán Parícutin, Estado de Michoacán, México. *UNAM, Instituto de Geología*. México. 47 p.
- Rodríguez, S.R.; Morales-Barrera, W.; Layer, P. y González Mercado, E. (2010) A Quaternary monogenetic volcanic field in the Xalapa región, Eastern Trans-Mexican volcanic belt: Geology, distribution and morphology of the volcanic vents. *Journal of Volcanology and Geothermal Research; 197*. 149-166.
- Rzedowski, J. (1983). Vegetación de México. *Edit. Limusa*. México. 423 p.
- Santos Zalduegui, José F. y Apoita Mugarza, Belén. (2009) Geodiversidad, patrimonio geológico y conceptos a fines: complementos esenciales en la educación ambiental del futuro. *Forum de sostenibilidad Iraunkortasuna sustainability*. Revista de la cátedra UNESCO sobre desarrollo sostenible de la UPV/EHU, Núm. 3. 51-61.

- Sastre Merlín, Antonio. (2008) Patrimonio natural geológico y accesibilidad a su disfrute. *Enseñanzas de las ciencias de la Tierra, Vol.16, Núm. 1.* 2-8.
- Segerstrom, K. y Gutiérrez, C. (1947) Activity of Paricutin volcano of may 4, to september 8, 1946. *Transaction of the American Geophysical Union; 28.* 225.227.
- Segerstrom, K. (1952) Deceleration of erosion at Paricutin, Mexico. *U.S. Geological Survey Professional Paper; 424.* 225-227.
- Serrano, Enrique y González-Trueba, Juan José. (2005) Assessment of geomorphosites in natural protected areas: the Picos de Europa National Park (Spain). *Géomorphologie: relief, processus, environnement, N. 3.* 197-208.
- Serrano, E. y González-Trueba, J. (2006) La valoración del patrimonio geomorfológico en espacios naturales protegidos. Su aplicación al Parque Nacional de los Picos de Europa. *XI Congreso Nacional de Geografía, Santander, España.*
- Sharples, C. (1995) Geoconservation in forest management-principles and procedures. *Trasforests; 7.* 37-50.
- Siebe, C., Guilbaud, M.-N., Castro, R., Valdés, G., Salinas, S., Garduño, V.H., 2008. What are the features described by Humboldt as “hornitos” at Jorullo volcano, México?. En: IAVCEI 2008 General Assembly, Reykjavík, Iceland, 18-24 agosto.
- Siebe, C., Guilbaud, M.-N., Salinas, S., Castro, R., Valdés, G., 2009. “Hornitos” at their type-locality: Jorullo volcano, México. What are they? En: 3rd International Maar Conference Malargue Argentina, April 2009.
- Sociedad Mexicana de Geomorfología (2007) VII Reunión Nacional de Geomorfología. Morelia, Michoacán.
- Sociedad Mexicana de Geomorfología (2012) VII Reunión Nacional de Geomorfología. Guadalajara, Jalisco.
- Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística (2012) XX Congreso Nacional de Geografía: sociedad y territorios. Tlaxcala, México.

- Simonov, Y., 1985. Análisis morfométrico. *Universidad Estatal de Moscú, Lomonosov*. Moscú, URSS. 30 p (en ruso).
- Strasser, A.; Heitzmann, P.; Jordan, P.; Stapfer, A.; Stürm, B.; Voguel, A. y Weidmann, M. (1995) Géotopes et la protection des objets géologiques en Suisse: un rapport stratégique. *Fribourg, Groupe de travail Suisse pour la protection des géotopes*.
- Tilling, Robert I. y Punongbayan, Raymundo S. (1989) Los peligros volcánicos. Organización Mundial de Observadores Vulcanológicos (World Organization of Volcano Observatories). Santa Fé Nuevo México, USA. 125 p.
- Trask, P.D. (1943) The Mexican volcano Parícutin. *Science*; 98. 501-505.
- Vázquez Selem, Lorenzo. 2003. El escenario paleoambiental de la región. En: Velázquez, Alejandro; Torres, Alejandro y Bocco, Gerardo (Comp.). (2003) La enseñanzas de San Juan. *INE-SEMARNAT*. México. 603 p.
- UNESCO. (2008) Guidelines and criteria for National Geoparks seeking, UNESCO'S assistance to join the global Geoparks Network. *Global Geoparks Networks*. 10 p.
- Voth, Andreas. (2008) Los geoparques y el geoturismo: nuevos conceptos de valoración de recursos patrimoniales y desarrollo regional. *XI Coloquio Ibérico de Geografía*. Departamento de Geografía, Universidad de Alcalá. 15 p.
- Waitz, P. (1943) O novo vulcao de Parícutin, Michoacán. Historia do fenómeno. *Irrigación en México, SRH; 24. II*.
- Wilcox, R.E. (1948) Activity of Parícutin volcano from December 1, 1947 to march 31, 1948. *Transaction of the American Geophysical Union*; 3. 355-360.
- Yarza De la Torre, Esperanza (1992) Volcanes de México. *UNAM, México, D.F., Instituto de Geografía, 4ª edición*. 173 p.
- Zies, E.G. (1946) Temperature measurement at Parícutin volcano. *Transaction of the American Geophysical Union*; 27. 178-180.

Películas:

El Escorpión Negro (1957). Título original: The black Scorpion; Director. Edward Ludwig; Año: 1957/Duración 88 minutos; País: USA; Guión: Robert Blee, David Duncan; Música: Paul Sawtell; Fotografía: Lionel Lindon; Productora: Amex Productions/ Frank Melford-Jaik Dietz Productions; Género: Ciencia ficción.

Fotografías aéreas:

INEGI, SINFA. (1995) Escala 1: 75 000. L-136. No. 9. E13-3.Dic/95.

INEGI, Dirección Forestal Edo. Michoacán (1990). Escala 1: 25 000. L-39. Nos. 222 a 224; L-40. Nos. 254 a 257. E13B29.

INEGI, Dirección Forestal Edo. Michoacán (1992). Escala 1: 25 000. L-40. Nos. 103 a 105. E13B39.

Fuentes Electrónicas

<http://www.globalgeopark.org/english/AboutGGN/Memberslist/>

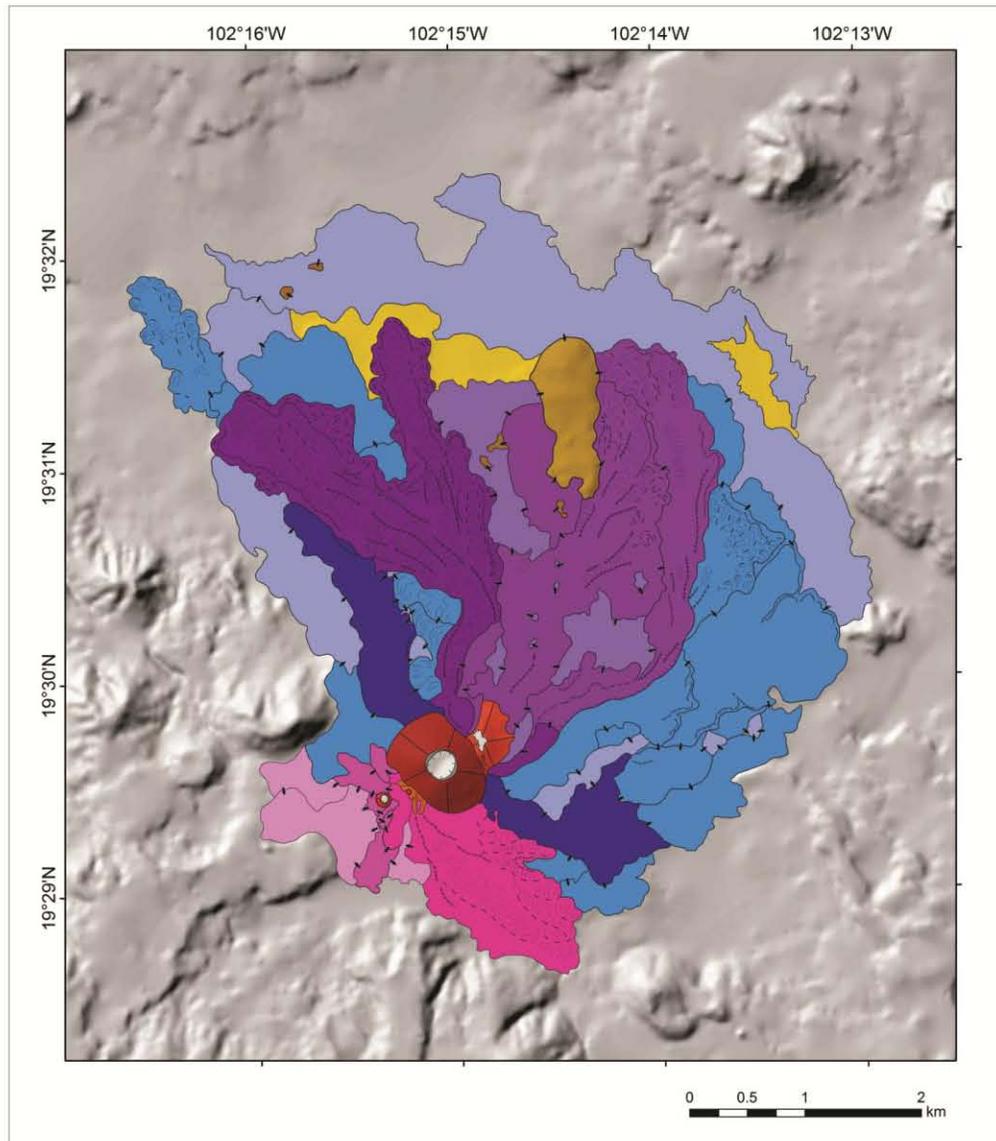
<http://www.geoparke.com>

<http://www.geomorph.org>

<http://www.pnab.it/>

<http://www.iim.umich.mx>

Anexo 1: Geomorfología del volcán Parícutin, Michoacán. México.



Leyenda

RELIEVE ENDÓGENO

1. Volcánico Acumulativo
- 1.1 Cono de escorias (volcán Parícutin)
 - 1.2 Cono adventicio (volcán Sapichu)
 - 1.3 Bocas eruptivas (vents: adventicios)
 - 1.4 Hornitos (spatters cones o conos de aglutinado):
 - a) con cima convexa
 - b) con cima cóncava y domo cumbreal

1.5 Flujos de lava asociados a:

a) Parícutin

- Tardías
- Intermedias
- Tempranas

b) Sapichu

- Tardías
- Intermedias
- Tempranas

c) Bocas y Hornitos

- Tardías
- Intermedias
- Tempranas

1.6 Levées

- 1.7 Crestas de compresión
- 1.8 Labio de cráter Parícutin
- 1.9 Cráter cerrado
- 1.10 Fondo de cráter

RELIEVE ENDÓGENO MODELADO

2.1 Llanos volcánicos

2.2 Relieve pre-existente parcialmente sepultado por flujos de lava y cenizas del volcán Parícutin:

- a) Volcán Capatzun
- b) Estructuras menores

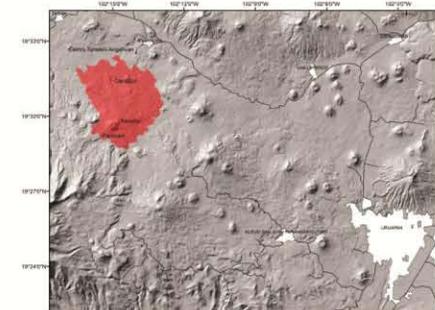
SÍMBOLOS COMPLEMENTARIOS

a) Bordes entre flujos de lava

b) Escarpes

c) Altura relativa entre flujos de lava

Mapa Regional del Campo Volcánico del Parícutin, Michoacán, México.



Universidad Nacional Autónoma de México
 Facultad de Filosofía y Letras
 Colegio de Geografía
 Tesis del Licenciatura
 Autor: Juan Carlos De Jesús Rojas
 Asesor: Dr. José Juan Zamorano Orozco

