



COLEGIO DE POSTGRADUADOS
INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS
AGRÍCOLAS

CAMPUS CÓRDOBA

PROGRAMA DE POSTGRADO EN PAISAJE Y TURISMO RURAL

CARACTERIZACIÓN DE SENDEROS AUTOGUIADOS DEL VOLCÁN
XIHUINGO EN EL ESTADO DE HIDALGO

AUGUSTO DANIEL PÉREZ GUERRERO

T E S I N A

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRÍA PROFESIONALIZANTE EN

PAISAJE Y TURISMO RURAL

AMATLÁN DE LOS REYES, VERACRUZ

2021

La presente tesina, titulada: **Caracterización de senderos autoguiados del Volcán Xihuingo en el Estado de Hidalgo** realizada por el alumno: **Augusto Daniel Pérez Guerrero**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRÍA PROFESIONALIZANTE EN
PAISAJE Y TURISMO RURAL

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:  _____

DR. JUAN VALENTE HIDALGO CONTRERAS

ASESOR:  _____

DR. JUAN ANTONIO PÉREZ SATO

ASESOR:  _____

DR. RODRIGO RODRÍGUEZ LAGUNA

Amatlán de los Reyes, Veracruz, México, 5 de julio de 2021

CARACTERIZACIÓN DE SENDEROS AUTOGUIADOS DEL VOLCÁN XIHUINGO, EN EL ESTADO DE HIDALGO

Augusto Daniel Pérez Guerrero, M.

Colegio de Postgraduados, 2021

Además de ser una herramienta de educación ambiental, el senderismo permite apreciar la naturaleza y provocar cambios sociales que pueden traducirse en comportamientos y decisiones en favor de su protección. Es con ese sentido que se presenta este documento, cuyo objetivo es generar la información que se requiere para recorrer los senderos del Volcán Xihuingo de manera autoguiada, segura y con el menor impacto ambiental posible, siguiendo las pautas establecidas para la elaboración de la Topoguía, el Método de Información de Excursiones y el procesamiento de *tracks*, elementos reconocidos como esenciales para tal fin, basándose para ello en el uso de Sistemas de Información Geográfica. Entre los resultados se incluyen datos de historia local, cultura, flora y fauna, resaltando la diversidad biológica que alberga el sitio, con una importante representatividad de endemismos y especies nativas, algunas en estado de riesgo ecológico; descripciones, estimaciones horarias y perfiles de los recorridos; la identificación de lugares de interés y mapas; y archivos digitales para uso en receptores de GPS, todos similares a los que se presentan en diversas publicaciones sobre senderismo y que en conjunto pueden ser la base para la creación de un proyecto de turismo como una alternativa para la generación de empleos y recursos económicos en beneficio de la población local, frente a la problemática que suponen la minería, tala ilegal y el pastoreo observados en el área, conformándose de este modo una estrategia para la conservación del medio natural.

Palabras clave: conservación, naturaleza, senderismo.

CHARACTERIZATION OF SELF-GUIDED TRAILS OF THE XIHUINGO VOLCANO, IN THE STATE OF HIDALGO

Augusto Daniel Pérez Guerrero, M.

Colegio de Postgraduados, 2021

In addition to being an environmental education tool, hiking allows us to appreciate nature and provoke social changes that can be translated into behaviors and decisions in favor of its protection. It is in this sense that this document is presented, whose objective is to generate the information required to travel the trails of the Xihuingo Volcano in a self-guided, safe way and with the least possible environmental impact, following the guidelines established for the preparation of the Topoguide, the Excursion Information Method and the processing of tracks, elements recognized as essential for this purpose, based on the use of Geographic Information Systems. The results include data on local history, culture, flora and fauna, highlighting the biological diversity that the site harbors, with an important representation of endemisms and native species, some in a state of ecological risk; descriptions, time estimates and profiles of the routes; the identification of places of interest and maps; and digital files for use in GPS receivers, all similar to those presented in various publications on hiking and which together can be the basis for the creation of a tourism project as an alternative for the generation of jobs and economic resources in benefit of the local population, facing the problems posed by mining, illegal logging and grazing observed in the area, thus forming a strategy for the conservation of the natural environment.

Key words: conservation, nature, hiking.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y a todas las personas que ofrecen algo de sí en beneficio de todos.

Al Colegio de Postgraduados (CP), por contribuir en la preparación profesional, académica y personal de sus estudiantes.

Al Campus Córdoba, por ser casa abierta de conocimiento.

Al Programa de Postgrado de Paisaje y Turismo Rural, por ser fuente de experiencias y sentires.

Al Dr. Juan Valente Hidalgo Contreras por su apoyo y compartir su conocimiento.

Al Dr. Juan Antonio Pérez Sato por su apoyo y contribución al proyecto.

Al Dr. Rodrigo Rodríguez Laguna por su apoyo y compartir sus saberes.

A mis padres, Humberto Pérez Cruz y María Concepción Guerrero Ramírez, por su apoyo incondicional y cariño.

Al despertar no sabía
si era un hombre que había soñado ser una mariposa
o una mariposa que soñaba ser un hombre

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	2
1.1.1 General.....	2
1.1.2 Específicos	2
1.2 Hipótesis	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1 Senderismo.....	2
2.1.1 Concepto	2
2.1.2 Ejecución y beneficios	2
2.1.3 Reducción del impacto ambiental durante la caminata.....	3
2.1.4 Relación con el turismo alternativo	3
2.2 Senderos.....	4
2.2.1 Concepto	4
2.2.2 Atributos	4
2.2.3 Implicaciones en la conservación	5
2.2.4 Consideraciones para su construcción.....	5
2.2.5 Conservación ambiental durante su construcción	6
2.3 Elementos para el seguimiento de rutas de senderismo.....	7
2.3.1 Caracterización.....	7
2.3.1.1 La topoguía	7
2.3.1.2 Método de Información de Excursiones (MIDE)	7
2.3.1.3 Grados de dificultad en la escalada.....	13
2.3.2 Señalización	14
2.3.3 <i>Tracks</i> para el recorrido de senderos	15
2.4 Sistemas de Información Geográfica (SIG).....	16
2.4.1 Concepto	16
2.4.2 Archivos de tipo vectorial y ráster	16
2.4.3 Modelo Digital de Elevación (MDE)	16
2.4.4 Herramienta de perfil topográfico	17

2.4.5 Sistema de Posicionamiento Global (GPS)	17
III. MATERIALES Y MÉTODOS	18
3.1 Área de estudio	18
3.1.1 Descripción general y ubicación	18
3.1.2 Historia local, cultura y servicios básicos.....	19
3.1.3 Geología y fisiografía.....	20
3.1.4 Suelos y rocas	21
3.1.5 Hidrología e hidrografía	21
3.1.6 Vegetación.....	21
3.1.7 Clima	21
3.2 Elementos para el seguimiento rutas de senderismo.....	22
3.2.1 Caracterización.....	22
3.2.1.1 Topoguía	22
3.2.1.1.1 Distribución de datos.....	22
3.2.1.1.2 Descripción de los recorridos y lugares de interés.....	23
3.2.1.1.3 Perfil de los recorridos.....	23
3.2.1.1.4 Descripciones sobre flora y fauna	23
3.2.1.1.5 Mapa	25
3.2.1.2 Método de Información de Excursiones (MIDE)	25
3.2.2 Señalización	25
3.2.3 <i>Tracks</i> para el recorrido de senderos	25
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
4.1 Caracterización	26
4.1.1 Topoguía	26
4.1.1.1 Descripción de los recorridos y lugares de interés	26
4.1.1.2 Perfil de los recorridos.....	29
4.1.1.3 Descripciones sobre flora y fauna	31
4.1.1.4 Mapa	36
4.1.2 Método de Información de Excursiones (MIDE)	38
4.2 Señalización.....	40
4.2.1 Nombre y clase longitudinal de los senderos	40

4.2.2 Elementos de señalización	42
4.2.3 Infraestructura y equipamiento asociados a los senderos	43
4.3 <i>Tracks</i> para el recorrido de senderos.....	44
V. CONCLUSIONES	46
VI. ANEXOS.....	48
VII. LITERATURA CITADA	77

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Especies encontradas dentro de las áreas de influencia previstas para los grupos biológicos presentes en el entorno del volcán Xihuingo, así como aquellas con algún tipo de riesgo ecológico (elaboración propia, basado en CONABIO, 2018a, 2018b, 2018d, 2018e, 2018f, 2018h y 2018j; SEMARNAT, 2019; IUCN, 2020; CITES, 2020).	31
Cuadro 2. Número de plantas endémicas y nativas registradas para el área de influencia del Volcán Xihuingo, así como los porcentajes que representan respecto del total (elaboración propia, basado en CONABIO, 2018h; Villaseñor, 2016).	32
Cuadro 3. Biodiversidad por número de especies en el Estado de Hidalgo y en las áreas de influencia del Volcán Xihuingo, así como el porcentaje que representa (elaboración propia, basado en CONABIO, 2018a, 2018b, 2018d, 2018e, 2018f, 2018h y 2018j; Llorente-Bousquets y Ocegueda, 2008).	33
Cuadro 4. Método de Información de Excursiones del Sendero Microcosmos (elaboración propia basado en MIDE, 2002).	39
Cuadro 5. Método de información de Excursiones del Sendero Xihuingo por Los Sotoles (elaboración propia, basado en MIDE, 2002).	39
Cuadro 6. Método de información de Excursiones del Sendero Xihuingo por El Altar (elaboración propia, basado en MIDE, 2002).	39
Cuadro 7. Método de información de Excursiones del Sendero Visión interior (elaboración propia, basado en MIDE, 2002).	40
Cuadro 8. Matriz de impactos esperados en el área de influencia del Volcán Xihuingo.	45
Cuadro 9. Especies de hongos y plantas registrados en el área circundante al Volcán Xihuingo (elaboración propia, basado en CONABIO, 2018d, 2018h y 2020c; SEMARNAT, 2019; IUCN, 2020; CITES, 2020; Villaseñor, 2016).	48

Cuadro 10. Especies de anfibios, aves, invertebrados, mamíferos y reptiles registrados en el área circundante al Volcán Xihuingo (elaboración propia, basado en CONABIO, 2018d, 2018h y 2020c; SEMARNAT, 2019; IUCN, 2020; CITES, 2020; Villaseñor, 2016). 68

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del Volcán Xihuingo y ruta de llegada desde la Ciudad de México (elaboración propia).....	19
Figura 2. Normales climatológicas de la Estación San Jerónimo, del Municipio de Tepeapulco, correspondientes a precipitación normal y temperaturas máximas y mínimas normales del periodo 1951-2010 (elaboración propia, basado en SMN, 2021).....	22
Figura 3. Sección de camino empedrado del Sendero Microcosmos (primer plano) y Volcán Xihuingo (al fondo).....	27
Figura 4. Terrenos de agricultura de temporal (primer plano) y vegetación de tipo Matorral Crasicaule (al fondo) por los que transcurre el Sendero Xihuingo por Los Sotoles.	28
Figura 5. Vegetación observada desde el Sendero Xihuingo por El Altar y Volcán Xihuingo (fondo).....	28
Figura 6. Mirador del Volcán Xihuingo al que se accede por el Sendero Visión interior.	29
Figura 7. Perfil de elevación del Sendero Microcosmos (elaboración propia basado en Maza, 2002).	29
Figura 8. Perfil de elevación del Sendero Xihuingo por Los Sotoles (elaboración propia basado en Maza, 2002).....	30
Figura 9. Perfil de elevación del Sendero Xihuingo por El Altar (elaboración propia basado en Maza, 2002).....	30
Figura 10. Perfil de elevación del Sendero Visión interior (elaboración propia basado en Maza, 2002).	30
Figura 11. Biodiversidad según el número familias y especies registradas para las áreas de influencia establecidas para el Volcán Xihuingo, así como de aquellas en algún nivel de riesgo ecológico (elaboración propia, basado en CONABIO, 2018; SEMARNAT, 2019; IUCN, 2020; CITES, 2020).....	32
Figura 12. Especies animales representativas del Volcán Xihuingo, correspondientes a tlacoyote (Fotografía de Ryne Rutherford) y cascabel	

pigmea mexicana (Fotografía de León Felipe González Coronado) (Naturalista, 2021).....	36
Figura 13. Mapa de ubicación de los senderos del Volcán Xihuingo (elaboración propia).	37
Figura 14. Estructura del nombre y clase longitudinal de los senderos (basado en INEGI, 2020; SECTUR, 2004b, 2004d; FEDME, 2018; MIDE, 2002).....	41
Figura 15. Disposición de elementos de conducción delimitantes, siguiendo la Secuencia Fibonacci, alternando a cada lado del sendero (elaboración propia).	75
Figura 16. Postes de continuidad: de progresión, para un sendero de clase longitudinal corta (izquierda); de cruce o de ubicación puntual, para un sendero de clase longitudinal media (centro); y de paso fuera del sendero (derecha) (elaboración propia basado en FEDME, 2018).	76

I. INTRODUCCIÓN

A partir del momento en que nuestros ancestros caminaron erguidos pudieron recolectar alimentos en lugares diversos, prevenirse de posibles depredadores, regular algunas condiciones y elementos del medio a su favor (Bonilla, 2008) y, finalmente, dispersarse por el mundo (Barahona, 2001).

Sin embargo, más adelante éstas habilidades fueron acompañadas por actividades que han resultado en daños al ambiente, proceso que se acentuó a partir de la revolución industrial (Herrero, 2017), y que han sido justificadas con el concepto de desarrollo, basándose en la transformación de la naturaleza de forma mecanizada y a gran escala (Chávez, 2011), considerándola separada del ser humano, algo objetivo, que cabe utilizar y aprovechar de forma ilimitada, lo que ha conducido a una crisis ecológica (Hofmann, 2006). Por lo que resulta importante recuperar la visión en la que nos vemos como la totalidad, donde cada parte es tan importante como las otras (Tilden, 1977) y en la que el cuidado de la naturaleza supone la base para la búsqueda y mantenimiento del equilibrio a distintas escalas (Herrero, 2017).

Como un medio para acceder a la naturaleza, la caminata se presenta como una buena opción, ya que puede ser realizada por la mayoría de las personas (Melendo, 2002). Por otro lado, permite tener experiencias en las que se puede conocer la maravilla de la obra natural y percibir la revelación de su inspiración y significado subyacente (Tilden, 1977) así como identificarse plenamente con ella, lo que finalmente puede incidir en su conservación (Federación Española de Deportes de Montaña y Escalada, 2012; García *et al.*, 2018).

Para que esta actividad se realice de forma segura y con el menor impacto ambiental (Neyra, 2012), dejando el espacio como si no se hubiera pasado por allí (Cancer, 2002; Secretaría de Turismo, 2004b), es necesario conocer las características del terreno por donde se realiza el desplazamiento (Melendo, 2002).

1.1 Objetivos

1.1.1 General

Generar la información que se requiere para recorrer los senderos del volcán Xihuingo de forma autónoma.

1.1.2 Específicos

1. Describir las características de los senderos.
2. Desarrollar criterios de señalización de senderos adaptados al entorno local.

1.2 Hipótesis

Es posible aplicar las pautas establecidas para la elaboración de una Topoguía, el Método de Información de Excursiones y procesamiento de *tracks* para el recorrido autoguiado de los senderos del Volcán Xihuingo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Senderismo

2.1.1 Concepto

El senderismo es una actividad deportiva que consiste en caminar siguiendo un itinerario (Real Academia Española, 2019a).

2.1.2 Ejecución y beneficios

Andar por un entorno natural permite recorrer caminos poco frecuentados (Melendo, 2002), abrir la mente y entrar en sintonía con la naturaleza (SECTUR, 2004b); además, caminar por itinerarios de media y baja montaña es una actividad que produce beneficios a la salud y una influencia positiva sobre la mente, a partir de la tranquilidad que induce y del placer de la contemplación del paisaje (Melendo, 2002; Instituto de Seguridad y

Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado, 2017; Molina, 1998; Conde *et al.*, 2012), es decir, aquella parte de un territorio que puede ser observada desde un determinado lugar (RAE, 2019b), y donde puede ocurrir una exposición de la subjetividad y del individuo fuera de sí, más allá de sus límites, fundiéndolo con el mundo, remitiendo a la parte invisible que reside en todo, aquello que nos envuelve y nos atraviesa (Besse, 2006).

2.1.3 Reducción del impacto ambiental durante la caminata

Para reducir el impacto sobre el ambiente como resultado de caminar en áreas naturales es necesario (SECTUR, 2004b y 2004d):

1. Evitar el paso de vehículos motorizados, cabalgatas y la práctica de ciclismo de montaña.
2. Convocar a los visitantes a mantenerse dentro del sendero (evitando cortar caminos).
3. Dar recomendaciones a los senderistas sobre las medidas de conservación del suelo contra la erosión.
4. Evitar concentraciones excesivas de visitantes (considerar grupos de hasta 15 personas), a fin de evitar daños en el suelo.
5. Cerrar periódicamente los senderos (en forma rotativa), a fin de permitir su recuperación.
6. Inducir a los visitantes a no tirar basura y llevársela consigo al salir.
7. Evitar moverse de manera ruidosa y tampoco llevar radios.
8. Evitar hacer fogatas y fumar.
9. Evitar cazar y perturbar a la flora o fauna.
10. Evitar introducir mascotas.

2.1.4 Relación con el turismo alternativo

El turismo alternativo tiene como fin el conocimiento, respeto, disfrute y participación en la conservación de la naturaleza y las expresiones culturales que la envuelven, mediante

la realización de actividades, algunas de las cuales conllevan en su ejecución a la caminata (SECTUR, 2004c):

- A. Ecoturismo. Actividades de apreciación y conocimiento de la naturaleza: Observación geológica, sideral, de ecosistemas, fauna, atractivos naturales y fósiles; safari fotográfico; investigación biológica; talleres de educación ambiental; rescate del flora y fauna; y senderismo interpretativo.
- B. Turismo de aventura. Actividades asociadas a desafíos impuestos por la naturaleza: Montañismo, cañonismo, espeleísmo y rapel.
- C. Turismo rural. Actividades de convivencia e interacción con una comunidad rural: eco-arqueología y fotografía rural.

2.2 Senderos

2.2.1 Concepto

Un sendero es un pequeño camino o huella que permite recorrer con facilidad un área determinada (Norma Mexicana NMX-AA-133-SCFI-2013, 2014), se considera de tipo autoguiado cuando es posible que los visitantes realicen el recorrido con la ayuda de folletos, guías, señales interpretativas, señalamientos preventivos, restrictivos e informativos u otros materiales que existan en los centros de visitantes o lugares de información, sin que se requiera el acompañamiento de una persona intérprete de la naturaleza (SECTUR, 2004b).

2.2.2 Atributos

Algunos atributos que han sido reconocidos (FEDME, 2012) como propios de los senderos son:

1. Representan un reflejo de la historia, formas de vida y sistemas de comunicación de la población, que el senderismo revaloriza, evitando su desaparición y facilitando su conservación.

2. Potencian el desarrollo rural cuando su diseño se realiza contando con la población local, se articulan en red y conectan paisajes valiosos.
3. Una planificación adecuada que cuenta con las nuevas tecnologías atrae senderistas, fija población, fortalece la cohesión social y coloca el territorio en el mapa.
4. Su heterogeneidad está en función de la diversidad geográfica y paisajística del sitio donde se encuentran.

2.2.3 Implicaciones en la conservación

Se ha reconocido a los senderos como herramientas de educación ambiental y entornos propicios para provocar cambios en la actitud de la sociedad, ya que en ellos es posible apreciar y develar las características físicas, biológicas y ecológicas que ocurren en la naturaleza y cómo éstos se relacionan con la vida cotidiana del ser humano, lo cual puede influir en los comportamientos y decisiones de las personas que la visitan, fomentando su protección, mediante el reconocimiento del hecho de que todos los elementos existentes funcionan como una unidad interconectada (García *et al.*, 2018; Tuleda y Giménez, 2009).

2.2.4 Consideraciones para su construcción

Algunos aspectos para tener en cuenta durante la fase de construcción de los senderos, así como de la implementación de inmobiliario asociado son (SECTUR, 2004b):

1. Tramitar licencias o permisos, así como contar con el visto bueno de autoridades municipales, federales, turísticas y ambientales.
2. La época recomendada es cuando no llueva con mucha intensidad.
3. Se requiere de un supervisor responsable de las obras y materiales.
4. Marcado de la traza, con cal blanca en el centro del sendero, con un ancho de 1.20 a 1.80 m.
5. Comenzar la construcción de elementos que requieren mayor tiempo, tales como puentes, escaleras, muros de contención, miradores y bancas.

6. Los puentes deben soportar a todo tipo de usuarios, pueden ser contruidos de distintos materiales y si se utiliza madera será dura, como cedro, ciprés o abeto, sin corteza y tratada, con unión atornillada, ya que resiste más.
7. Instalaciones temporales, tales como donde guardar herramientas y materiales, pueden servir también como oficina del supervisor.
8. Continuar con la creación de drenes, canales pluviales para encausar el agua de lluvia y colocar pasarelas.
9. Si se requieren escalinatas, los peldaños tendrán una ligera inclinación para escurrir fuera el agua y estarán atrancados en el terreno por estacas.

2.2.5 Conservación ambiental durante su construcción

Algunas consideraciones técnicas y de conservación ambiental durante la construcción de senderos son (SECTUR, 2004b):

1. Identificar y cartografiar áreas restringidas y de interés para los visitantes.
2. Minimizar movimientos de tierra y remoción de la vegetación, durante la etapa de construcción del sendero.
3. Recubrir los senderos propensos a lodazales con una base de grava, piedras de río o material pétreo, con un espesor de 4 cm, seguida de una capa de suelo arenoso no muy fino y cubrir con una capa de virutas de madera, hojas y gravilla de 2 cm procurando una pendiente hacia los lados.
4. Poner troncos o piedras enterradas en las orillas del sendero para mantener los materiales de control de la erosión.
5. Hacer cunetas de desagüe a ambos lados y una pendiente en laderas que conduzca el agua a un depósito para su posterior uso.
6. Favorecer el curso natural de agua, viento y cómo crece la vegetación.
7. Complementar procesos y paisajes naturales.
8. Limpieza de la vegetación herbácea y arbustiva, así como poda adecuada de ramas, a un metro a cada lado del sendero, partiendo de su centro.
9. Emplear los residuos vegetales resultantes de la limpieza para crear barreras en escurrimientos erosionados o construcción de inmobiliario.

10. Establecer con precisión el trayecto del sendero, con señalizaciones claras.

2.3 Elementos para el seguimiento de rutas de senderismo

Para realizar el recorrido efectivo de rutas de senderismo, a través de senderos, han sido reconocidos (FEDME, 2018) como esenciales tres elementos integrados, que son la información de la zona y el recorrido (caracterización), la señalización y los archivos para receptores de GPS de los senderos (*tracks*).

2.3.1 Caracterización

2.3.1.1 La topoguía

Una topoguía es un documento en el que se describe la totalidad de un sendero, o una agrupación de éstos, que resulta útil para todo senderista. Se presentan con formatos diversos, aunque siempre tienen contenidos comunes, tales como (Maza, 2002):

1. Descripción del recorrido por etapas, con una estimación horaria de la duración de la actividad y lugares de interés.
2. Perfil del recorrido que indica su longitud y desnivel.
3. Descripción de los servicios básicos.
4. Otra información: descripciones sobre flora, fauna, historia local, cultura y números de teléfono de interés.
5. Mapa.

2.3.1.2 Método de Información de Excursiones (MIDE)

El Método de Información de Excursiones (MIDE, 2002) es un sistema de comunicación entre excursionistas para valorar y expresar las exigencias técnicas y físicas de los recorridos, lo que facilita que cada persona elija conforme a sus capacidades y gustos. Consta de la siguiente información:

- I. Información de referencia

- A. Excursión. Lugares de inicio, paso y llegada del recorrido valorado.
- B. Horario de la excursión. Calculado según criterios del MIDE.
- C. Desnivel de subida. Es el desnivel positivo acumulado, calculado para el recorrido completo.
- D. Desnivel de bajada. Desnivel negativo acumulado, calculado para el recorrido completo.
- E. Distancia horizontal. Calculada para el recorrido completo
- F. Tipo de recorrido. Itinerario de ida y vuelta, circular o travesía.
- G. Época y/o condiciones para las que se aplican las valoraciones. Verano, con o sin nieve, etc.
- H. Dificultades técnicas específicas. Si las hubiera, serían incluidas también como información de valoración.

II. Información de valoración

Se valoran de 1 a 5 puntos, los aspectos del recorrido:

A. Severidad del medio natural.

1. El medio no está exento de riesgos. Se considera muy probable 1 factor de la lista.
2. Hay más de un factor de riesgo. Se consideran muy probables 2 o 3 factores de la lista.
3. Hay varios factores de riesgo. Se consideran muy probables 4, 5 o 6 factores de la lista.
4. Hay bastantes factores de riesgo. Se consideran muy probables 7, 8, 9 o 10 factores de la lista.
5. Hay muchos factores de riesgo. Se consideran muy probables 11 o más factores de la lista.

Lista de factores de riesgo a considerar:

- Exposición en el itinerario a desprendimientos espontáneos de piedras.
- Exposición en el itinerario a desprendimientos espontáneos de nieve o hielo.

- Exposición en el itinerario a desprendimientos de piedras provocados por el propio grupo u otro.
- Eventualidad de que una caída de un excursionista sobre el propio itinerario le provoque una caída al vacío o un deslizamiento por la pendiente.
- Existencia de pasos en que sea necesario el uso de las manos.
- Paso de torrentes sin puente.
- Paso por glaciares o ciénagas.
- Paso probable por neveros o glaciares, independientemente de su inclinación.
- Alta probabilidad de que por la noche la temperatura descienda a 0 °C.
- Alta probabilidad de que por la noche la temperatura descienda de 5 °C y la humedad relativa supere el 90 %.
- Alta probabilidad de que por la noche la temperatura descienda de -10 °C.
- Paso por lugares alejados a más de 1 hora de marcha (horario MIDE) de un lugar habitado, un teléfono de socorro o una carretera abierta.
- Paso por lugares alejados a más de 3 horas de marcha (horario MIDE) de un lugar habitado, un teléfono de socorro o una carretera abierta.
- La diferencia entre la duración del día (en la época considerada) y el horario del recorrido es de 3 horas.
- En algún tramo del recorrido, la existencia de fenómenos atmosféricos que no se juzguen infrecuentes, aumentaría considerablemente la dificultad del itinerario (niebla, viento, calor extremo, etc.).

- El itinerario, en algún tramo, transcurre fuera de la traza de camino y por terreno enmarañado o irregular que dificultará la localización de personas.
- Exposición contrastada a picaduras de serpientes o insectos peligrosos.
- En algún tramo del recorrido existe algún otro factor de riesgo, propio de cada zona, que no ha sido tenido en cuenta en el listado.

B. Orientación en el itinerario.

1. Caminos y cruces bien definidos. Caminos principales bien delimitados o señalizados con cruces claros con indicación explícita o implícita. Mantenerse sobre el camino no exige esfuerzo de identificación de la traza. Eventualmente seguimiento de una línea marcada por un accidente geográfico inconfundible (una playa, la orilla de un lago, etc.).
2. Sendas o señalización que indica la continuidad. Existe traza clara de camino sobre el terreno o señalización para la continuidad. Se requiere atención para la continuidad y los cruces de otras trazas, pero sin necesidad de una interpretación precisa de los accidentes geográficos. Esta puntuación se aplicaría a la mayoría de los senderos señalizados que utilizan en un mismo recorrido distintos tipos de caminos con numerosos cruces; pistas, caminos de herradura, sendas, campo a través de señal a señal (bien emplazadas y mantenidas).
3. Exige la identificación precisa de accidentes geográficos y de puntos cardinales. Aunque el itinerario se desarrolla por trazas de sendero, líneas marcadas por accidentes geográficos (ríos, fondos de los valles, cornisas, crestas, etc.) o marcas de paso de otras personas, la elección del itinerario adecuado depende del reconocimiento de los accidentes geográficos y de los puntos cardinales.

4. Exige técnicas de orientación y navegación fuera de traza. No existe traza sobre el terreno ni seguridad de contar con puntos de referencia en el horizonte. El itinerario depende de la comprensión del terreno y del trazado de rumbos.
5. La navegación es interrumpida por obstáculos que hay que bordear. Los rumbos y/o líneas naturales del itinerario son interrumpidos por obstáculos que hay que bordear.

C. Dificultad en el desplazamiento.

1. Superficie lisa. Carreteras y pistas para vehículos independientemente de su inclinación. Escaleras de piso regular. Playas de arena o grava.
2. Marcha por caminos de herradura. Caminos con diversos firmes pero que mantienen la regularidad del piso, no representan gradas muy altas y permiten elegir la longitud de paso. Terreno apto para caballerías. Campo a través de terrenos uniformes con landas, taiga y prados no muy inclinados.
3. Marcha por sendas escalonadas o terrenos irregulares. Marcha por sendas con gradas de distinto tamaño, rugosidad e inclinación. Marcha fuera de senda por terrenos irregulares. Cruces de piedras. Marcha por pedreras inestables.
4. Es preciso el uso de manos para mantener el equilibrio. Tramos con pasos que requieren el uso de las manos hasta el grado I Superior en la escala de la Unión Internacional de Asociaciones de Montañismo (UIAA, 2018).
5. Requiere de pasos de escalada para la progresión. Pasos de escalada II hasta el III+ de la escala UIAA (2018). Existencia de elementos artificiales para la progresión por tracción (clavijas, cadenas, etc.). La existencia de estos pasos obliga a una mención explícita en el apartado “Dificultades técnicas específicas” aún en el caso de que el tramo (y por tanto la excursión) fueran valorados 4.

D. Cantidad de esfuerzo necesario.

1. Hasta 1 hora de marcha efectiva* **.
2. De 1 a 3 horas de marcha efectiva* **.
3. De 3 a 6 horas de marcha efectiva* **.
4. De 6 a 10 horas de marcha efectiva* **.
5. Más de 10 horas de marcha* **.

*Cálculo de horas de marcha efectiva, para la cantidad de esfuerzo.

Para cada tramo:

- Calcular dos horarios: el horario resultante del desnivel y el horario resultante de la distancia horizontal.
- Elegir el horario mayor y añadir la mitad del otro.
- Redondear usando el sentido común y teniendo en cuenta detalles como cruces de río, tramos difíciles que requieren tiempo y esfuerzo, pero no se avanza, pendientes muy favorables a la progresión, sendas estrechas pero rectas y lisas, etc.

**Criterios para el cálculo de horarios

- Desnivel: 400 m/h en subida y 600 m/h en bajada.
- Distancia horizontal. Entre 5 y 3 km/h según el piso del camino (carreteras y pistas 5 km/h; caminos de herradura, sendas lisas y prados 4 km/h; malas sendas, canchales y cauces de ríos 3 km/h).

E. Dificultades técnicas específicas.

Requieren técnicas de progresión aprendidas y/o equipamiento especializado. Son:

1. Pasos de escalada. Se colocará un símbolo especial, a la derecha de la tabla MIDE, cuando la excursión incluya pasos de dificultad II o superior en la escala UIAA (2018). Se graduará como el paso de mayor dificultad. La dificultad de desplazamiento habrá sido valorada 4 o 5.

2. Rapel. Se coloca un símbolo especial a la derecha de la tabla MIDE cuando la excursión incluya algún descenso en el que se considera aconsejable el rapel. Se indicará la longitud máxima en metros.
3. Pendientes de nieve (muy probable o posible). Se colocará este símbolo a la derecha de la tabla MIDE, cuando la excursión incluya pasos sobre pendientes de nieve. La tabla discontinua indica posibilidad de nieve. Se graduará como el tramo de mayor pendiente, en grados.

Si la excursión presenta estas dificultades específicas, deben reseñarse también en el apartado “Información de referencia” de forma explícita, de modo que no deje duda sobre la naturaleza técnica del paso.

2.3.1.3 Grados de dificultad en la escalada

La Unión Internacional de Asociaciones de Montañismo (UIAA, 2018) reconoce ocho grados de dificultad en el escalda en roca, con un nivel inferior y uno superior cada uno:

- I. Es el tipo de escalada más fácil. Se requiere el uso frecuente de las manos para mantener el equilibrio y se debe confiar en las manos y pies.
- II. Aquí comienza la escalada real, que requiere el movimiento de una extremidad a la vez y un ajuste adecuado de los movimientos. Las sujeciones y soportes aún son abundantes.
- III. La estructura de la roca, ya más empinada o incluso vertical, ofrece pocas sujeciones y soportes y puede requerir el uso de la fuerza. Por lo general, los pasajes aún no se resuelven de manera obligada.
- IV. Las sujeciones y soportes se vuelven poco frecuentes y/o pequeños. Requiere una buena técnica de escalada aplicada a las diversas estructuras rocosas (chimeneas, grietas, esquinas, etc.), así como un cierto grado de entrenamiento específico.
- V. Sujeciones y soportes son muy raros y pequeños. La escalada se vuelve delicada (losas, etc.) o dura (por oposición o enclavamiento en rendijas y chimeneas). Generalmente requiere una examinación previa del pasaje.

- VI. Asideros y soportes son pequeños y están dispuestos de manera que requieren una combinación particular de movimientos bien estudiados. La estructura rocosa puede obligar a una subida muy delicada o dura donde sobresale. Requiere entrenamiento especial y fuerza considerable en brazos y manos.
- VII. Hay asideros y/o soportes muy pequeños y espaciados. Requiere un entrenamiento sofisticado con un desarrollo particular de la fuerza de los dedos, habilidad en el equilibrio y técnicas de agarre.
- VIII. Desde el grado VIII, las dificultades aumentan hasta el nivel extremo actual (XI).

2.3.2 Señalización

El objetivo tradicional de la señalización en la naturaleza es localizar un sitio determinado y adentrarse en la naturaleza a través de senderos marcados. Es una posibilidad a la mano de cualquier turista a partir de la colocación de señalamientos claros y funcionales, lo que implica ciertas medidas de prevención que reducen la posibilidad de accidentes (SECTUR, 2004d), a la vez que se convoca a realizar acciones con relación a la conservación ecológica del medio (SECTUR, 2004a). Por otro lado, además de facilitar la práctica del senderismo, la señalización proporciona seguridad, calidad e información del entorno natural y los espacios por donde se transita de forma respetuosa hacia la cultura y ambiente locales (FEDME, 2018). Es un verdadero factor de credibilidad que brinda un valor agregado a cualquier área natural y en aquellos sitios en los que ha sido implementada exitosamente. Recorrer senderos sin más guía que las señales se ha convertido en una práctica común y motivo de viaje; sin embargo, es importante considerar que contar con una cantidad exagerada de señales no es sinónimo de eficacia, instalarlos en sitios bien justificados siempre será conveniente, reduciéndolas hasta su mínimo necesario, teniendo como consecuencia menores costos de instalación y mantenimiento (SECTUR, 2004b y 2004d).

2.3.3 Tracks para el recorrido de senderos

La FEDME (2018) describe las características que de forma idónea deben cumplir los archivos para receptores de GPS de los senderos (*tracks*), para garantizar que sean una herramienta de seguridad para el seguimiento de rutas por parte de los usuarios finales y se muestren de forma correcta sobre un visor cartográfico interactivo con nivel de detalle de ortofoto, las cuales se muestran a continuación:

1. Los archivos georreferenciados con los trazados (*track*) estarán en formato GPX como mínimo. También se podrán admitir formatos TRK, PLT o KML/KMZ. Archivos tipo SHP o CAD sólo se admitirán si vienen con el sistema de proyección y DATUM correctamente especificados.
2. El *track* debe ser recogido en campo con aparatos GPS. Sólo en aquellos casos en los que la traza de la ruta pueda verse perfectamente sobre ortofoto, un experto conocedor puede substituir el trabajo de campo por la digitalización en gabinete con alturas de ese trazado.
3. Los aparatos receptores de GPS antiguos y otros dispositivos (como teléfonos) con esta función no son aceptados para la recogida de la información.
4. El *track* recogido en campo deberá ser corregido (limpiado y/o filtrado) en gabinete con el fin de corregir posibles errores que de forma normal se producen en algunos momentos o zonas determinadas por la capacidad de recepción de satélites del aparato de GPS.
5. El *track* deberá ser comprobado, en gabinete, sobre ortofoto actualizada de detalle, comprobando que no existen desviaciones considerables (máximo 2 m). En zonas donde no se aprecie rastros de traza, esta comprobación deberá hacerse sobre cartografía 1:25,000 (o de más detalle si hubiera) en sus puntos de paso destacados.
6. El *track* contendrá el valor de las alturas de cada punto, corregidas en gabinete según los mapas MDT (Modelo Digital del Terreno) más detallados del territorio.
7. En aquellos senderos en los que de forma razonable el usuario tiene que recorrerlos en varias etapas (de longitud considerable) el *track* se aportará dividido en esas etapas independientemente de que se pueda aportar íntegro.

8. Para el grabado de *track*, se configurará el GPS en método de grabación de *track*: automático. El *track* una vez corregido deberá contener aproximadamente 80 puntos por kilómetro distribuidos de forma que la zona de mayor complicación del trazado concentre un mayor número.

2.4 Sistemas de Información Geográfica (SIG)

2.4.1 Concepto

Un Sistema de Información Geográfica (SIG), es el que se forma por la interacción de hardware, software, datos, procedimientos y personas (Del Bosque *et al.*, 2012), y está diseñado para visualizar, gestionar y analizar información geográfica. Este tipo de información posee una posición absoluta (coordenadas), una posición relativa (topología) y atributos (datos alfanuméricos) (Dirección Provincial de Ordenamiento Urbano y Territorial, 2011).

2.4.2 Archivos de tipo vectorial y ráster

Los SIG utilizan dos formatos complementarios para la representación de datos (Dirección Provincial de Ordenamiento Urbano y Territorial, 2011):

- A. Vectorial. Se muestran como puntos, líneas o polígonos y son más adecuados para localizaciones de alta precisión (tales como un mapa catastral o de una red vial) o para el cálculo de superficies y distancias.
- B. Ráster. Es una matriz formada por celdas de igual tamaño (cuya unidad fundamental se conoce como píxel), a cada una de las cuales se les asigna un atributo (como en el caso de una imagen satelital o un mapa de pendientes).

2.4.3 Modelo Digital de Elevación (MDE)

El Modelo Digital de Elevación (MDE) es una representación digital que describe la distribución espacial de la altimetría del terreno, mediante un conjunto de datos acotados.

La utilización de sus atributos permite obtener información de pendiente, orientación y curvatura del terreno, así como de algunos índices tales como la erosión, pérdida de biodiversidad y desertificación (Del Bosque *et al.*, 2012).

2.4.4 Herramienta de perfil topográfico

La herramienta *Profile tool*, versión 4.1.8, traza las líneas del perfil a partir de una capa ráster o una vectorial de puntos con un campo de elevación. Admite la exportación de gráficos a SVG, PDF, PNG y CSV, así como la exportación a polilínea 3d a DXF (QGIS, 2020b).

2.4.5 Sistema de Posicionamiento Global (GPS)

El Sistema de Posicionamiento Global (*Global Positioning System*, GPS) es un servicio de propiedad estadounidense que proporciona a los usuarios servicios de posicionamiento, navegación y sincronización. Como internet, el GPS es un elemento esencial de la infraestructura de información global y se conforma por tres segmentos (*Global Positioning System*, 2014; 2019):

- I. Segmento espacial. Consiste en una constelación de al menos 24 satélites funcionales 95% del tiempo, los cuales emiten señales de radio a los usuarios. Su disposición es de seis planos equidistantes, que circulan la Tierra dos veces cada día. La disposición de los planos garantiza que los usuarios puedan recibir información de al menos cuatro satélites desde prácticamente cualquier punto del planeta (GPS, 2020).
- II. Segmento de control. Está formado por una red global de instalaciones terrestres que rastrean los satélites de GPS, monitorean sus transmisores, realizan análisis y envían comandos y datos a la constelación. Incluye una estación de control maestro, una estación de control alternativa, 11 antenas de comando y control y 16 sitios de monitoreo (GPS, 2018).
- III. Segmento del usuario. Consiste en un receptor de GPS, el cual recibe las señales de los satélites GPS y utiliza la información transmitida para calcular la posición

tridimensional y el tiempo del usuario (GPS, 2017). El receptor de GPS puede grabar y guardar los siguientes tipos de archivos de información digital (Garmin, 2019):

- A. *Waypoints*. Son ubicaciones en formato GPX que incluyen detalles como nombre y altura o profundidad.
- B. *Tracks*. Es una grabación del recorrido. El *track log* (rastros) contiene información sobre los puntos del camino grabado, incluido el tiempo, la ubicación y altura de cada punto.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Área de estudio

3.1.1 Descripción general y ubicación

El Volcán Xihuingo (o Jihuingo), se encuentra dentro de la Zona Arqueológica que lleva el mismo nombre, correspondiente a la Localidad El Potrero (CONABIO, 2014), dentro del Municipio de Tepeapulco, en el Estado de Hidalgo, en las coordenadas 548352.60 E 2192569.06 N (Google Earth, 2021) y tiene una altitud cercana a los 3,240 m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar), lo que lo sitúa como la segunda mayor elevación de la entidad (INAFED, 2010). Para llegar desde la Ciudad de México (Figura 1) se recorre la autopista No. 136 hasta Texcoco y se continúa hacia Calpulalpan, más adelante se toma la desviación a Ciudad Sahagún para finalmente llegar a Tepeapulco, a partir de ahí se recorren unos 3 km por la carretera No. 115 Tepeapulco-Santo Tomás (en dirección a este último), hasta encontrar la señalización correspondiente y la entrada.

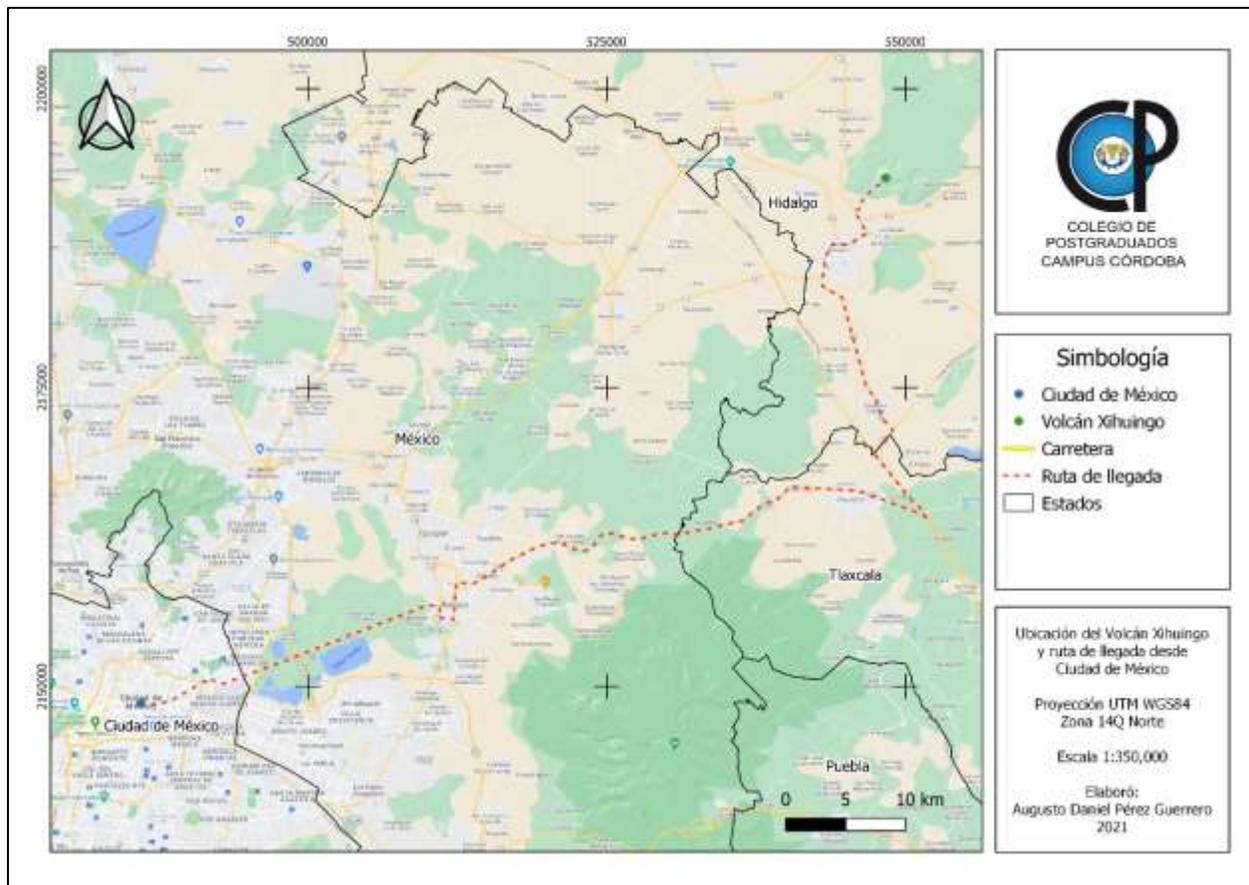


Figura 1. Ubicación del Volcán Xihuingo y ruta de llegada desde la Ciudad de México (elaboración propia).

3.1.2 Historia local, cultura y servicios básicos

La palabra Xihuingo deriva de *Xihutl-co*, que significa “lugar del año”, y por extensión “lugar donde se calcula o registra el año”, ya que funcionó básicamente como un centro de observación astronómica, donde se anotaban los ciclos estacionales (INAH, 2018; Lorenzo, 2014). En el sitio hay una pintura rupestre en la que se representan figuras humanas (Acevedo *et al.*, 2002), petrograbados (INAH, 2018) y la Pirámide del Tecolote (llamada así porque en ella se encontró una escultura de este animal) (México desconocido, 2010), imagen del universo y símbolo de los pisos celestes y de la distribución cósmica hacia los cuatro rumbos (León-Portilla, 2018), probablemente relacionada con el volcán en ese mismo sentido. En el sitio existió una ocupación temprana entre los años 100 y 200 d. C. durante el periodo denominado Preclásico

Tardío, aunque su momento de auge fue entre 600 y 700 años d. C. en el Periodo Clásico. En tiempos prehispánicos la población estaba conformada por Nahuas y Otomíes. El sitio fue controlado directamente desde Teotihuacán, por el interés que había en controlar la extracción de obsidiana y mantener una posición estratégica militar, hasta su decaída; después fue ocupado por un grupo mexicana (Lorenzo, 2014). En la actualidad es un sitio que continúa siendo atrayente y cada semana llegan visitantes a observar sus atractivos naturales y recorrer sus senderos, mismos que carecen de señalización e información que faciliten la conducción y contribuyan a reducir el impacto ambiental durante la caminata. Por otro lado, el sitio cuenta con un espacio rústico para el estacionamiento de automóviles, mientras que guías capacitados por el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) ofrecen recorridos descriptivos correspondientes al área arqueológica durante fines de semana y días festivos. Otros atractivos turísticos relevantes dentro del municipio son el Acueducto del Padre Tembleque, inscrito en la Lista del Patrimonio Mundial de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2020) y la Laguna de Tecocomulco, importante por la belleza de sus paisajes, su fauna, y la posibilidad de recorrer sus canales formados por tule; además, la gastronomía local se caracteriza por su diversidad de platillos tradicionales, de ingredientes de culturas indígenas, tales como el Zacahuil y los Mixiotes (SECTUR, 2011), así como la bebida tradicional conocida como Pulque. Los números de interés son: 911 de Emergencias; 791-916-0999 de Protección Civil y Bomberos en Tepeapulco; 01-800-718-2600 de la Secretaría de Turismo del Estado de Hidalgo; 01 (771) 714-34-31 y 714-35-20 del Centro INAH Hidalgo.

3.1.3 Geología y fisiografía

Xihuingo es descrito geológicamente como un Aparato Volcánico de tipo Domo de Lava (INEGI, 2011); fisiográficamente se enmarca en la Provincia Eje Neovolcánico (INEGI, 2001a), Subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac (INEGI, 2001b) y el Sistema de Topoformas corresponde a Lomerío de Tobas con Llanuras (INEGI, 2001c).

3.1.4 Suelos y rocas

En los tipos de suelo presentes en el área se incluyen Luvisol crómico, Regosol eútrico y Feozem háplico (INEGI, 2005); mientras que las rocas son Ígneas extrusivas de tipos Intermedia y Volcanoclástico (INEGI, 2000).

3.1.5 Hidrología e hidrografía

Pertenece a la Subcuenca Hidrológica Pachuca-Ciudad de México (CONABIO, 1998), que forma parte de la Cuenca Río Moctezuma de la Región Pánuco (Comisión Nacional del Agua, 1998) y en lo que a hidrografía se refiere, a 1 km al Norte (N) del volcán se encuentra el Arroyo El Jihuingo, hacia el Este (E) y Sur (S) a 1.5 km discurre el Arroyo Grande y finalmente, el que se origina propiamente en el volcán, partiendo desde su cara Norte (N) y dirigiéndose hacia el Suroeste (SO), un arroyo sin nombre; dirigiéndose en los tres casos hacia el caudal principal del Arroyo Grande (INEGI, 2006).

3.1.6 Vegetación

La vegetación presente en el área del volcán corresponde a vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Táscaate (BJ), Matorral Crasicaule (MC), Bosque de Pino (BP), vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Pino, Bosque de Encino (BQ), Bosque de Encino-Pino (BQP), así como agricultura de temporal anual y permanente (INEGI, 2016) y también es posible observar la presencia de Bosque de Oyamel (BA) según la descripción de INEGI (2015b).

3.1.7 Clima

Los tipos de clima presentes en el volcán corresponden a Semiseco Templado BS1kw y Templado Subhúmedo C(w0)(w) y C(w1)(w) (INEGI, 2008), con lluvias marcadas en verano (Figura 2), una precipitación media anual de 651.7 mm y temperatura media normal de 12.8 °C (Servicio Meteorológico Nacional, 2021).

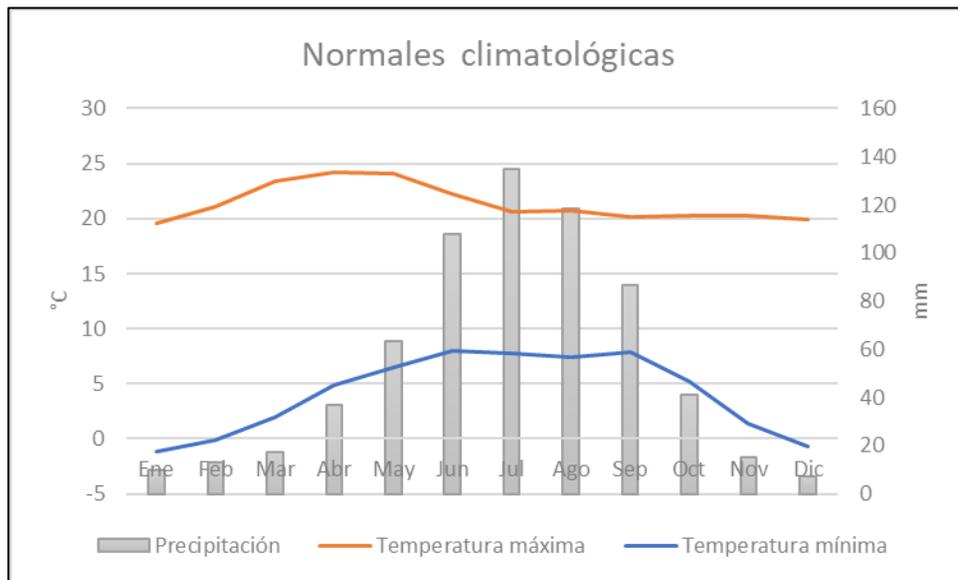


Figura 2. Normales climatológicas de la Estación San Jerónimo, del Municipio de Tepeapulco, correspondientes a precipitación normal y temperaturas máximas y mínimas normales del periodo 1951-2010 (elaboración propia, basado en SMN, 2021).

3.2 Elementos para el seguimiento rutas de senderismo

3.2.1 Caracterización

3.2.1.1 Topografía

3.2.1.1.1 Distribución de datos

Los datos de estimación horaria de la duración de la actividad y desnivel se presentan como parte de los cuadros del Método de Información de Excursiones (MIDE, 2002) para cada uno de los senderos descritos; mientras que la información referente a la descripción de historia local, cultura, servicios básicos y números de teléfono de interés son los contemplados dentro del apartado de “Área de estudio”, antes presentado, procedentes de información bibliográfica (INAH, 2018; Lorenzo, 2014; Acevedo *et al.*, 2002; México desconocido, 2010; UNESCO, 2020; SECTUR, 2011; INEGI, 2015b; SMN, 2021) y cartográfica (INEGI, 2011, 2001a, 2001b, 2001c, 2005, 2000, 2006, 2016, 2008;

CONABIO, 1998; CNA, 1998) mediante consulta en el *Software Quantum GIS*, versión 3.10.5.

3.2.1.1.2 Descripción de los recorridos y lugares de interés

La descripción del recorrido de los cuatro senderos del volcán Xihuingo, se basa en las características físicas observadas, considerando la información del INEGI en la Carta Digital de Uso del Suelo y Vegetación, serie VI (2016), consultada en *Quantum GIS*, y la Guía para la Interpretación de Cartografía: Uso del Suelo y Vegetación (2015b).

3.2.1.1.3 Perfil de los recorridos

Los perfiles de elevación de los recorridos de los cuatro senderos se generaron con la herramienta *Profile Tool 4.1.8*, en *Quantum GIS*, a partir de los *tracks* de cada sendero y un Modelo Digital de Elevación (MDE) de tipo superficie, clave E14B12E1, con 5 m de resolución (INEGI, 2015a).

3.2.1.1.4 Descripciones sobre flora y fauna

La información biológica se obtuvo mediante el uso del *Software Quantum GIS*, a partir de la consulta de archivos de tipo Texto Delimitado por Comas (CSV), del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, correspondientes a 10 grupos biológicos: anfibios (CONABIO, 2018a), aves (CONABIO, 2018b), bacterias (CONABIO, 2018c), hongos (CONABIO, 2018d), invertebrados (CONABIO, 2018e), mamíferos (CONABIO, 2018f), peces (CONABIO, 2018g), plantas (CONABIO, 2018h), protoctistas (CONABIO, 2018i), y reptiles (CONABIO, 2018j), asociándolos a una cobertura digital de División Política Municipal de extensión nacional (INEGI, 2018), de tipo *Shapefile* (SHP), mediante la definición de geometría basada en las coordenadas de puntos. Para identificar las especies registradas en el sitio se generaron dos áreas de influencia

(*Buffer*) de forma circular, con origen en la cumbre del volcán, una de 5 km de radio para los grupos de plantas, hongos, peces, bacterias y protoctistas, coincidente con el continuo de vegetación presente en el área, y otra de 7.5 km (50 % más que la primera) para los restantes que pueden presentar mayor movilidad. La información resultante se muestra en forma de tablas, una para los grupos biológicos de hongos y plantas y otra para los animales, considerando alfabéticamente primero la familia y luego el nombre compuesto por el género y la especie; los nombres comunes que se obtuvieron de Enciclovida (CONABIO; 2020c); y se registró el estado de riesgo de las especies de acuerdo con la información de tres documentos, la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2019), la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2020) y la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2020); para el grupo de plantas además se describe si son nativas o endémicas, considerando la información al respecto de Villaseñor (2016). En base a los registros obtenidos se eligieron especies que podrían representar la biodiversidad del área, según la máxima valoración de riesgo registrada en cada caso, atendiendo en primer término a aquellas registradas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2019), como una estrategia para dirigir la atención hacia dichas especies, resumiéndose en 3 grupos generales, en caso de utilizarse esta información para ser proyectada en un documento en el que no sea posible incluir la totalidad de los registros de las listas obtenidas, como en el caso del panel general, mismas que se acompañan de fotografías provenientes de Naturalista (2021): 5 especies de plantas representativas de los tipos de vegetación natural presentes (Bosque de Táscate, Matorral Crasicaule, Bosque de Pino, Bosque de Encino y Bosque de Oyamel) (INEGI, 2016; 2015b); se incluyeron las 2 especies registradas de hongos; y los grupos de anfibios, aves, invertebrados, mamíferos y reptiles quedaron representados con una especie cada uno dentro del apartado de animales.

3.2.1.1.5 Mapa

Utilizando el *Software Quantum GIS*, se creó el mapa, a partir de los *tracks* de los senderos, ubicaciones de interés (*waypoints*), y algunos elementos de señalización que fueron ubicados con el apoyo de la herramienta *V.split* para dividir los trayectos cada 250 m.

3.2.1.2 Método de Información de Excursiones (MIDE)

Para expresar las exigencias técnicas y físicas de los recorridos se consideraron los criterios de valoración descritos en el Método de Información de Excursiones (MIDE, 2002), a partir de los datos asociados al perfil de elevación del *track* de cada sendero consultados en *Google Earth Pro*, versión 7.3.3.7786. Aunque usualmente se obvia, se incluye una leyenda de la gradación de la valoración empleada y debido a las condiciones encontradas no se requirió la descripción del grado de dificultad de escalada (UIAA, 2018).

3.2.2 Señalización

A partir de la revisión de distintos documentos que tratan el tema de señalización de senderos (SECTUR 2004a, 2004b, 2004d; FEDME, 2018; Tacón y Firmani, 2004) es que se propone una serie de criterios para su uso a nivel local. En los resultados se consideran tres apartados, que son el nombre y clase longitudinal de los senderos, basados además de lo antes referido, en el Catálogo Único de Claves de Áreas Geoestadísticas Estatales, Municipales y Localidades del INEGI (2020) y el Método de Información de Excursiones (MIDE, 2002); los propiamente considerados elementos de señalización; y lo referente a infraestructura y equipamiento asociados a los senderos.

3.2.3 *Tracks* para el recorrido de senderos

Se recorrieron los senderos que hay en el volcán y siguiendo las recomendaciones hechas por la FEDME (2018) se grabaron *tracks* de los recorridos mediante el uso de un

receptor de GPS modelo *Garmin Map64s* y los archivos digitales resultantes se rectificaron con el *Software Google Earth Pro*, mismos que se presentan en formato KMZ. Por otro lado, a partir de esto últimos se crearon archivos en formato GPX, los cuales se asociaron a un Mapa base con Modelo Digital de Elevación (MDE) de cobertura nacional (Alternativaslibres, 2021) para dotarlos de información altitudinal, con el *Software BaseCamp* de *Garmin*, versión 4.7.3.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización

4.1.1 Topoguía

4.1.1.1 Descripción de los recorridos y lugares de interés

El recorrido de los cuatro senderos del volcán Xihuingo, considerando la información descrita por INEGI (2015b y 2016), se puede expresar en los siguientes términos:

1. Sendero Microcosmos. Inicia a unos 70 m de la pirámide (Figura 17) y permite acceder por una vertiente a la peña donde se encuentra la pintura rupestre a los 200 m del recorrido. Consiste en un camino empedrado de unos 500 m de longitud (Figura 3), que luego continúa por terrenos agrícolas, en un entorno rodeado por vegetación de tipo Matorral Crasicaule, hasta llegar a la bifurcación donde inician los Senderos Xihuingo por Los Sotoles y Xihuingo por El Altar (bifurcación 1, Figura 7).
2. Sendero Xihuingo por Los Sotoles. Inicia en la bifurcación (1) donde se encuentran los Senderos Microcosmos y Xihuingo por El Altar (Figura 17), dirigiéndose hacia el Noroeste (NO) por terrenos agrícolas por cerca de 1 km (Figura 4), luego, cerca del kilómetro 1.5 se presenta vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Táscate, mientras que una de las vertientes del volcán exhibe conjuntos apreciables de sotoles (*Dasyllirion* spp.); más adelante se presenta el Bosque de Encino, el cual trasciende gradualmente hacia Bosque de Encino-Pino a partir del kilómetro 2, para luego dar lugar al Bosque de Pino, con algunos manchones de Bosque de Oyamel en la parte más alta del sendero, el cual se presenta a

continuación de un claro más o menos circular a modo de cráter, para luego encontrarse con el Sendero Visión interior (bifurcación 2, Figura 8).

3. Sendero Xihuingo por El Altar. Inicia en la bifurcación (2) en la que coinciden los Senderos Microcosmos y Xihuingo por Los Sotoles (Figura 17), en dirección al Noreste (NE) por entre terrenos agrícolas de temporal rodeados por Matorral Crasicaule hasta el kilómetro 2.7, más adelante se presenta vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Táscate (Figura 5), seguida por Bosque de Encino y cerca del kilómetro 3.5 tiene lugar el Bosque de Pino. Finalmente se encuentra con el Sendero Visión interior (bifurcación 2, Figura 9).
4. Sendero Visión interior. Inicia donde confluyen los Senderos Xihuingo por Los Sotoles y Xihuingo por El Altar (Figura 17), y discurre hacia el Suroeste (SO) por Bosque de Pino, el cual persiste hasta el Mirador (Figuras 6 y 10).

La descripción de los recorridos, con referencia a lo que es posible observar y las distancias hasta cada ubicación, acompañada por fotografías, coincide con la forma en la que lo presentan diversos autores de Topoguías, tales como Neyra (2012), Arqueofuer (2011), Consorcio Camino del Cid (2019), Cabildo La Palma (2021) y Senderos GR (2015).



Figura 3. Sección de camino empedrado del Sendero Microcosmos (primer plano) y Volcán Xihuingo (al fondo).



Figura 4. Terrenos de agricultura de temporal (primer plano) y vegetación de tipo Matorral Crasicaule (al fondo) por los que transcurre el Sendero Xihuingo por Los Sotoles.



Figura 5. Vegetación observada desde el Sendero Xihuingo por El Altar y Volcán Xihuingo (fondo).



Figura 6. Mirador del Volcán Xihuingo al que se accede por el Sendero Visión interior.

4.1.1.2 Perfil de los recorridos

Los perfiles de recorridos muestran una gráfica conformada por la distancia recorrida en metros y la altitud expresada en metros sobre el nivel del mar, ubicando sitios de interés (Figuras 7 a 10) durante el trayecto, coincidiendo con la forma en que lo hacen otros autores (Neyra, 2012; Arqueofuer, 2011; Consorcio Camino del Cid, 2019; Cabildo La Palma, 2021; Senderos GR, 2015; SECTUR, 2004a).

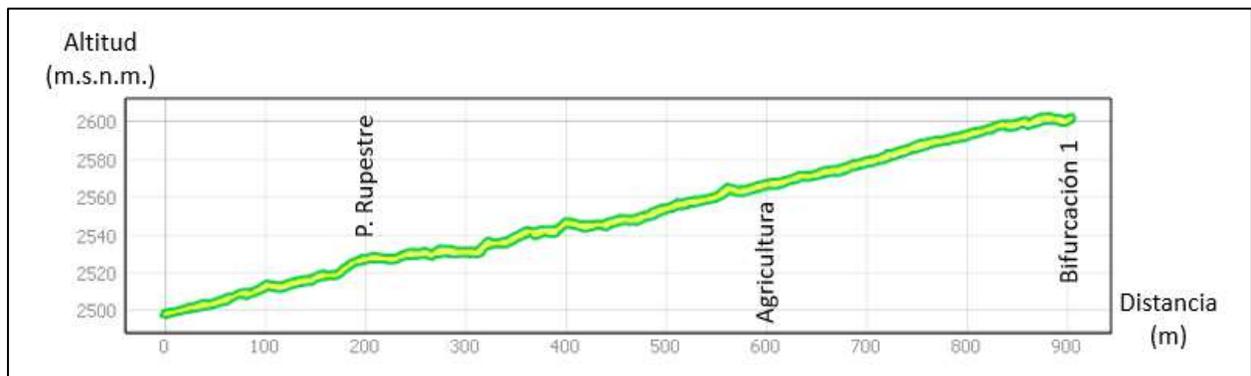


Figura 7. Perfil de elevación del Sendero Microcosmos (elaboración propia basado en Maza, 2002).

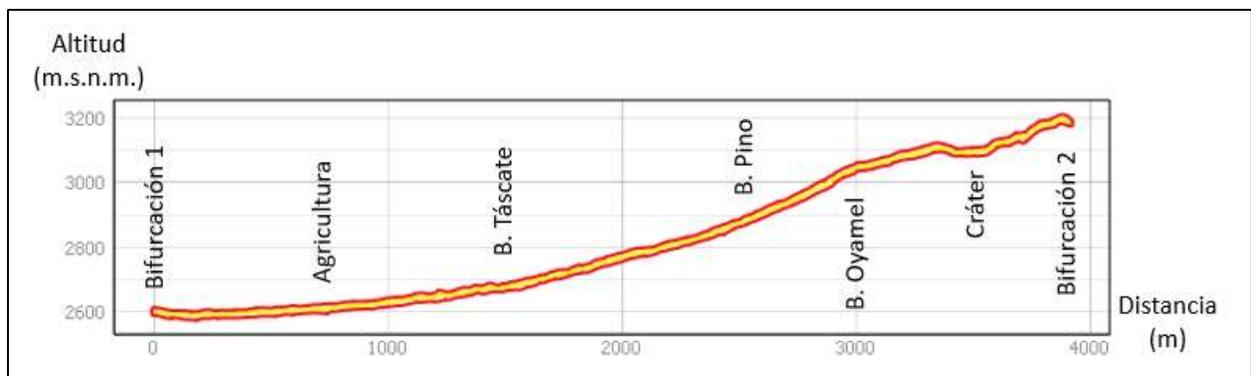


Figura 8. Perfil de elevación del Sendero Xihuingo por Los Sotoles (elaboración propia basado en Maza, 2002).

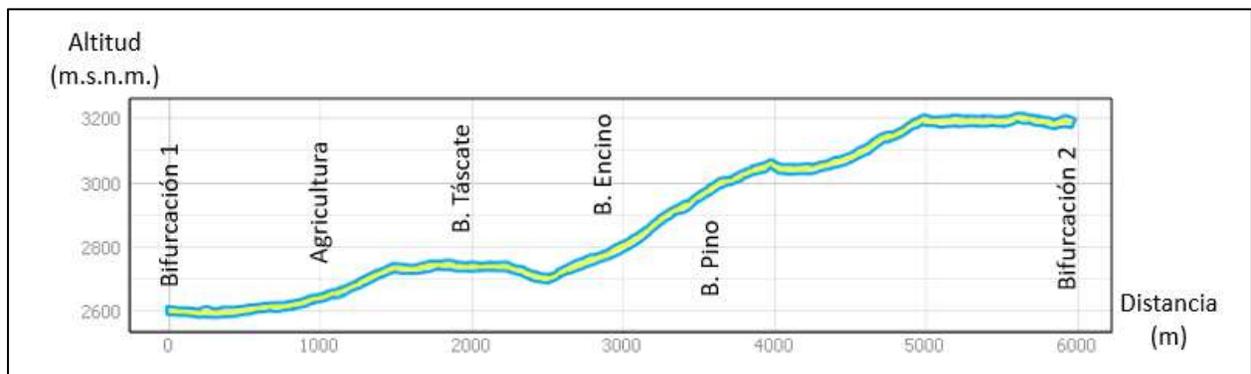


Figura 9. Perfil de elevación del Sendero Xihuingo por El Altar (elaboración propia basado en Maza, 2002).

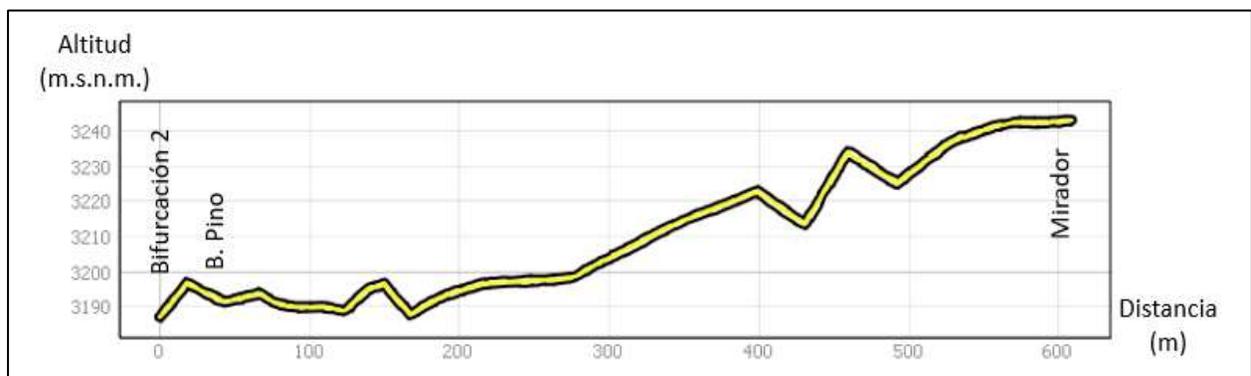


Figura 10. Perfil de elevación del Sendero Visión interior (elaboración propia basado en Maza, 2002).

4.1.1.3 Descripciones sobre flora y fauna

En total se encontraron 113 familias, que incluyen 484 especies, de las cuales 78 se consideran con algún nivel de riesgo (Anexos A y B, Cuadro 1) (CONABIO, 2018a, 2018b, 2018d, 2018e, 2018f, 2018h y 2018j; SEMARNAT, 2019; IUCN, 2020; CITES, 2020), registrándose el mayor número de datos en el grupo de plantas, seguido por el de invertebrados (Figura 11) (CONABIO, 2018; SEMARNAT, 2019; IUCN, 2020; CITES, 2020). Del total de especies de plantas, 276 (68 %) corresponden a nativas y 100 (25 %) a endémicas (Cuadro 2) (CONABIO, 2018h; Villaseñor, 2016). La diversidad biológica encontrada, expresada a través del número de especies (CONABIO, 2018a, 2018b, 2018d, 2018e, 2018f, 2018h y 2018j), representa el 8.65 % respecto de la total registrada para el Estado de Hidalgo (Cuadro 3) (CONABIO, 2018d, 2018e; Llorente-Bousquets y Ocegueda, 2008), resaltando en este contexto los grupos biológicos de plantas (21.41 %) y mamíferos (17.80 %).

Cuadro 1. Especies encontradas dentro de las áreas de influencia previstas para los grupos biológicos presentes en el entorno del volcán Xihuingo, así como aquellas con algún tipo de riesgo ecológico (elaboración propia, basado en CONABIO, 2018a, 2018b, 2018d, 2018e, 2018f, 2018h y 2018j; SEMARNAT, 2019; IUCN, 2020; CITES, 2020).

Grupo biológico	Familias	Especies	En riesgo
Hongos	1	2	0
Plantas	79	407	45
Anfibios	2	3	3
Aves	5	5	5
Invertebrados	15	34	3
Mamíferos	6	21	11
Reptiles	5	12	11
Total	113	484	78



Figura 11. Biodiversidad según el número familias y especies registradas para las áreas de influencia establecidas para el Volcán Xihuingo, así como de aquellas en algún nivel de riesgo ecológico (elaboración propia, basado en CONABIO, 2018; SEMARNAT, 2019; IUCN, 2020; CITES, 2020).

Cuadro 2. Número de plantas endémicas y nativas registradas para el área de influencia del Volcán Xihuingo, así como los porcentajes que representan respecto del total (elaboración propia, basado en CONABIO, 2018h; Villaseñor, 2016).

Criterio	Especies	%
Nativas	276	68%
Introducidas	131	32%
Endémicas	100	25%
Exóticas	307	75%
Total	407	100%

Cuadro 3. Biodiversidad por número de especies en el Estado de Hidalgo y en las áreas de influencia del Volcán Xihuingo, así como el porcentaje que representa (elaboración propia, basado en CONABIO, 2018a, 2018b, 2018d, 2018e, 2018f, 2018h y 2018j; Llorente-Bousquets y Ocegueda, 2008).

Grupo biológico	Especies		
	Hidalgo	Xihuingo	%
Hongos	525	2	0.38%
Plantas	1,901	407	21.41%
Anfibios	66	3	4.55%
Aves	276	5	1.81%
Invertebrados	2,586	34	1.31%
Mamíferos	118	21	17.80%
Reptiles	124	12	9.68%
Total	5,596	484	8.65%

Las especies elegidas como representativas del Volcán Xihuingo (basado en CONABIO, 2018a, 2018b, 2018d, 2018e, 2018f, 2018h y 2018j; INEGI, 2016; 2015b) son:

- A. Plantas: sotol verde (*Dasyilirion acrotriche*), sabino (*Juniperus deppeana*), encino rojo (*Quercus laurina*) (Figura 12), pino de monte (*Pinus hartwegii*) y oyamel neovolcánico (*Abies religiosa*) (Figura 13).
- B. Hongos: oreja de ratón (*Helvella crispa*) y charamusquita (*Helvella lacunosa*) (Figura 14).
- C. Animales: rana leopardo (*Lithobates berlandieri*), capulinerio gris (*Ptiliogonys cinereus*), meonon (*Bombus nevadensis*) (Figura 15), tlacoyote (*Taxidea taxus*) y cascabel pigmea mexicana (*Crotalus ravus*) (Figura 16).

Sólo en dos publicaciones se encontraron referencias a la flora y fauna que fueron en las publicaciones de Arqueofuer (2011) y Neyra (2012), mismos que presentan nombres conformados por el género y la especie, así como el nombre común de éstas y algunas fotografías.



Figura 12. Especies de plantas representativas del Volcán Xihuingo, correspondientes a sotol verde (Fotografía de Ulises Torres), sabino (Fotografía de CK Kelly) y encino rojo (Fotografía de Mario Castañeda Sánchez) (Naturalista, 2021).



Figura 13. Especies de plantas representativas del Volcán Xihuingo, correspondientes a pino de monte (Fotografía de Jeff Bisbee) y oyamel neovolcánico (Fotografía de Rodrigo Carral Domínguez) (Naturalista, 2021).



Figura 14. Especies de hongos representativas del Volcán Xihuingo, correspondientes a oreja de ratón (Fotografía de Tina Ellegaard Poulsen) y charamusquita (Fotografía de Chris Lloyd) (Naturalista, 2021).



Figura 15. Especies animales representativas del Volcán Xihuingo, correspondientes a rana leopardo (Fotografía de Chris Harrison), capulínero gris (Fotografía de Juan Daniel Peña Martínez), meonon (Fotografía de sacjackson) (Naturalista, 2021).



Figura 12. Especies animales representativas del Volcán Xihuingo, correspondientes a tlacoyote (Fotografía de Ryne Rutherford) y cascabel pigmea mexicana (Fotografía de León Felipe González Coronado) (Naturalista, 2021).

4.1.1.4 Mapa

El mapa (Figura 17), con Proyección Cartográfica *Universal Transverse Mercator* (UTM), Datum de Referencia *World Geodetic System 1984* (WGS84), de la Zona 14Q Norte, a Escala 1:18,000, refleja la disposición de los senderos del Volcán Xihuingo con colores que aluden a clase longitudinal que pertenecen, junto con los postes de señalización asociados y que se muestran como ubicaciones puntuales (identificados con una secuencia de letras y números a ambos lados de cada trayecto), según lo descrito en el apartado de señalización; así como los puntos de interés dentro del área, en los que se incluye la ubicación propuesta del panel general (identificada con la leyenda “Usted está aquí”), la Pirámide Tecolote, Pintura Rupestre y Mirador.

Neyra (2012) presenta los mapas en un formato de tres dimensiones, mientras que Arqueofuer (2011) optó por una forma sencilla en la que los senderos son mostrados con colores referentes a su extensión, de forma similar a lo aquí obtenido, los cuales son contenidos por un polígono regional; el presentado por el Consorcio Camino del Cid (2019) además de expresar lo que parecen ser espacios con y sin vegetación, incluye elementos lineales de caminos asfaltados y rurales; en cambio Cabildo La Palma (2021) y Senderos GR (2015) muestran visores cartográficos interactivos. En la forma en que

aquí se presenta, es posible incluir distintos elementos, mismos que se describen en la simbología, así como una referencia objetiva, verificable con el entorno, como lo es la imagen satelital.

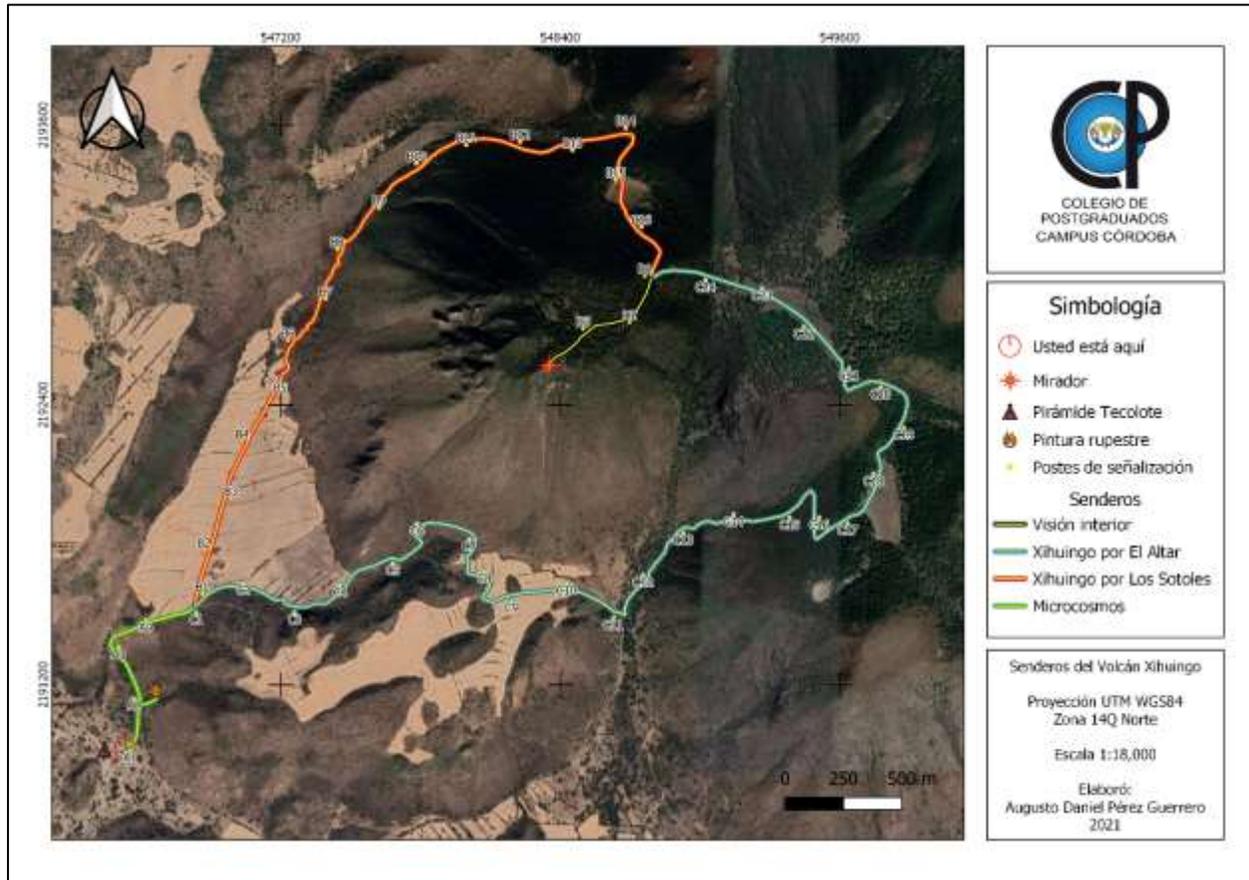


Figura 13. Mapa de ubicación de los senderos del Volcán Xihuingo (elaboración propia).

Cabe recordar que ilustrar una región a través de un mapa es un apoyo y complemento al proyecto de señalización en la naturaleza, al tiempo que se expresan las más remarcadas características de un territorio, pero cuya funcionalidad radica en qué tan amigable resulta al turista común (SECTUR, 2004d), cuestión que se consideró para mantener con simplicidad su configuración, así como su interrelación con la infraestructura de señalización para contribuir a la ubicación espacial y progresión durante el recorrido. Por último, aunque primordialmente la información está pensada

para ser mostrada en el panel general y como alternativa en formato digital para descargarse, puede considerarse lo que expresa la SECTUR (2004d) cuando dice que ya sea como artículo de venta u obsequio al visitante, el mapa, representa un recuerdo y objeto agradable de su visita a la región, además de que puede funcionar como elemento de promoción.

4.1.2 Método de Información de Excursiones (MIDE)

Los tiempos de recorrido de los cuatro senderos van de los 20 min a las 2 h 50 min. En caso de plantearse el recorrido desde el inicio del Sendero Microcosmos hasta el Mirador (Figura 17) el tiempo estimado sería de 3 h 5 min, haciendo el recorrido por el Sendero Xihuingo por Los Sotoles (Cuadros 4, 5 y 7); mientras que tomaría aproximadamente 3 h 40 min hacerlo por el Sendero Xihuingo por El Altar (Cuadros 4, 6 y 7). Los desniveles de subida van de los 57.5 a los 678 m, mientras que los de bajada de 18 a 98 m. En cuanto a severidad los senderos se sitúan en un nivel intermedio, mayormente evaluado como 3 según la escala MIDE (2002); mientras que la orientación del itinerario en las condiciones actuales es de hasta valoración 4, esto mejoraría con la implementación de infraestructura y equipamiento previstos como parte de la señalización; por último, los valores de dificultad en el desplazamiento y cantidad de esfuerzo se mantienen en medios bajos (valor 2 como máxima puntuación) (Cuadros 4 a 7).

El Método de Información de Excursiones es representado de formas diversas, aunque manteniendo siempre los elementos que la conforman y se encontró en las publicaciones de Archeofuer (2011) y Consorcio Camino del Cid (2019); por otro lado, la SECTUR (2004a) considera algunos de estos datos, así como una evaluación con atributos subjetivos tales como la percepción de salud y frecuencia con la que se practica ejercicio, además de la distancia y tiempo del recorrido; mientras que Neyra (2012) opta por una clasificación internacional enfocada al análisis de senderos de alta montaña.

Cuadro 4. Método de Información de Excursiones del Sendero Microcosmos (elaboración propia basado en MIDE, 2002).

MIDE		13-061-0086-R(C) Microcosmos	
Horario	30 min	2	Severidad del medio natural
Desnivel de subida	123 m	3	Orientación en el itinerario
Desnivel de bajada	18 m	2	Dificultad en el desplazamiento
Distancia horizontal	924 m	1	Cantidad de esfuerzo
Tipo de recorrido	travesía		
La graduación va de 1 (fácil/mínimo) a 5 (complejo/máximo) Condiciones de verano; tiempos estimados según criterio MIDE, sin paradas			

Cuadro 5. Método de información de Excursiones del Sendero Xihuingo por Los Sotoles (elaboración propia, basado en MIDE, 2002).

MIDE		13-061-0086-R(C) Xihuingo por Los Sotoles	
Horario	2 h 15 min	3	Severidad del medio natural
Desnivel de subida	596 m	4	Orientación en el itinerario
Desnivel de bajada	16.4 m	3	Dificultad en el desplazamiento
Distancia horizontal	3.99 km	2	Cantidad de esfuerzo
Tipo de recorrido	travesía		
La graduación va de 1 (fácil/mínimo) a 5 (complejo/máximo) Condiciones de verano; tiempos estimados según criterio MIDE, sin paradas			

Cuadro 6. Método de información de Excursiones del Sendero Xihuingo por El Altar (elaboración propia, basado en MIDE, 2002).

MIDE		13-061-0086-R(C) Xihuingo por El Altar	
Horario	2 h 50 min	3	Severidad del medio natural
Desnivel de subida	678 m	4	Orientación en el itinerario
Desnivel de bajada	98 m	3	Dificultad en el desplazamiento
Distancia horizontal	6.05 km	2	Cantidad de esfuerzo
Tipo de recorrido	travesía		
La graduación va de 1 (fácil/mínimo) a 5 (complejo/máximo) Condiciones de verano; tiempos estimados según criterio MIDE, sin paradas			

Cuadro 7. Método de información de Excursiones del Sendero Visión interior (elaboración propia, basado en MIDE, 2002).

MIDE		13-061-0086-R(C) Visión interior	
Horario	20 min	3	Severidad del medio natural
Desnivel de subida	57.5 m	3	Orientación en el itinerario
Desnivel de bajada	30.3 m	3	Dificultad en el desplazamiento
Distancia horizontal	624 m	1	Cantidad de esfuerzo
Tipo de recorrido	travesía		
La graduación va de 1 (fácil/mínimo) a 5 (complejo/máximo)			
Condiciones de verano; tiempos estimados según criterio MIDE, sin paradas			

4.2 Señalización

4.2.1 Nombre y clase longitudinal de los senderos

El nombre de cada sendero se conforma de cuatro partes (Figura 18):

- I. Clave: incluye la clave del estado (primeros dos dígitos), del municipio (tres dígitos en la segunda posición) y de la localidad (4 dígitos en la tercera posición) (basado en INEGI, 2020).
- II. Ámbito del sitio: R para localidad rural y U para urbana (basado en SECTUR 2004b, 2004d).
- III. Clase longitudinal: se considera la longitud total del recorrido (basado en FEDME, 2018), según el tipo de sendero, los cuales pueden ser ida y vuelta (la distancia de ida se suma a la de regreso hasta el punto de origen), circular o travesía (la distancia se considera en un solo sentido) (basado en MIDE, 2002):
 - Corta (C): color amarillo, longitud de 1-10 km.
 - Media (M): color azul, longitud de 11-30 km.
 - Extensa (E): color verde, longitud >30 km.
- IV. Nombre común (basado en SECTUR 2004b, 2004d; FEMDE, 2018): podría ser el históricamente utilizado, el nombre de un elemento emblemático del entorno u otro

rasgo relevante como alguna leyenda local, un hecho histórico o definirse mediante un concurso o votación.

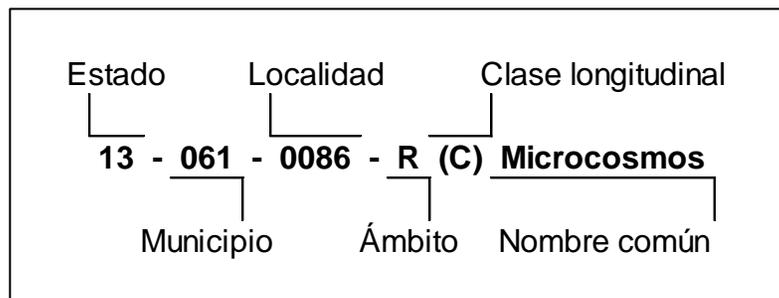


Figura 14. Estructura del nombre y clase longitudinal de los senderos (basado en INEGI, 2020; SECTUR, 2004b, 2004d; FEDME, 2018; MIDE, 2002).

Los nombres de los cuatro senderos ubicados en el Estado de Hidalgo, Municipio de Tepeapulco, pertenecientes a la Comunidad El Potrero, en el Volcán Xihuingo, de clase longitudinal corta (Cuadros 4 a 7) y que hacen referencia en cada caso al simbolismo y realidad fractal de la pirámide respecto a la totalidad; la presencia característica de un tipo de plantas; elementos de carácter espiritual; así como a la metáfora y hecho que conllevan la visión amplia y elevada que dirigen hacia la contemplación y unión profundas, quedarían de la forma siguiente (elaboración propia basado en INEGI, 2020; SECTUR 2004b, 2004d; FEMDE, 2018; MIDE, 2002):

- 13-061-0086-R(C) Microcosmos.
- 13-061-0086-R(C) Xihuingo por Los Sotoles.
- 13-061-0086-R(C) Xihuingo por El Altar.
- 13-061-0086-R(C) Visión interior.

En cuanto al nombre de los senderos se puede decir que hay dos vertientes principales, una en la que se considera el nombre común o histórico del sendero (SECTUR, 2004a, 2004b; Neyra, 2012) y otra en la que se incluye además una referencia a la clase longitudinal a que pertenece, además del número en kilómetros que su recorrido supone (Arqueofuer, 2011; Consorcio Camino del Cid, 2019; Cabildo La Palma, 2021; Senderos

GR, 2015), los cuales se basan en criterios de homologación de senderos de la FEDME (2018). Aquí, se opta por una mezcla de los ambos, añadiendo información de ubicación.

4.2.2 Elementos de señalización

Entre los elementos de señalización, de acuerdo con los criterios mostrados en el Anexo C (basado en SECTUR 2004a, 2004b, 2004d; FEDME, 2018; Tacón y Firmani, 2004), se consideran los siguientes:

1. El panel general sería ubicado al inicio de los senderos, identificado en el mapa (Figura 17) con la leyenda “Usted está aquí”.
2. Cerca del 90% de la totalidad de los trayectos (11.59 km) serían marcados con piedras y estacas, alternando a cada lado de los senderos, empleando la Secuencia de Fibonacci (Figuroa *et al.*, 2013) (Figura 19), excluyendo unos 1.15 km en los que puede aprovecharse el camino empedrado y vegetación claramente definida en el cráter del volcán y a lo largo del Sendero Visión interior.
3. Se colocarían un total de 61 postes de continuidad, distribuidos de la siguiente manera: 47 postes de progresión (mostrados en el mapa, Figura 17); 7 de cruce; 4 de terminación; y 3 de paso fuera del sendero (Figura 20).
4. Se contemplan 3 multidireccionales, 2 destinados en las bifurcaciones y otro en el mirador.
5. Serían colocados 2 mapas adicionales, de pequeño formato, en ambas bifurcaciones.
6. Serían destinados 3 paneles de información puntual a la pirámide, la pintura rupestre y el mirador.

En cuanto a la señalización de senderos para caminata se encontró que en los fascículos Diseño y Operación de Rutas de Caminata, Guía para el Diseño y Operación de Senderos Interpretativos y Señalética para Áreas en Donde se Practican Actividades de Turismo Alternativo, la SECTUR (2004a, 2004b, 2004d) propone una infraestructura basada en señales informativas de carretera, de gran impacto visual en entornos naturales y que supondría grandes costos de implementación, además, los elementos

informativos no se vinculan con los de señalización; por otro lado, el Manual de Señalización de Senderos de la FEDME (2018) además de tener derechos reservados resulta impráctico para las condiciones locales, ya que requiere de personal especializado para su ejecución y no describe la totalidad de las consideraciones implicadas, como el distanciamiento y frecuencia de las señales; mientras que en el Manual de Senderos y Uso Público de Tacón y Firmani (2004) se consideran senderos de una reducida longitud relativa a las condiciones observadas en el volcán y el acomodo de los elementos delimitantes no favorece el sentido de naturalidad y aventura durante el recorrido. Aun así, la propuesta de señalización presentada, al basarse en las publicaciones referidas, comparte diversas características con las mismas.

4.2.3 Infraestructura y equipamiento asociados a los senderos

Además de los elementos de información y señalización, hay otros elementos que pueden contribuir al adecuado servicio de los visitantes, limpieza y orden en el sitio destinado a caminatas (basado en SECTUR 2004a, 2004b, 2004d; FEDME, 2018; Tacón y Firmani, 2004), como son:

1. Caseta de vigilancia y cobro.
2. Estacionamiento.
3. Registro de entrada y salida de senderistas.
4. Botiquín de primeros auxilios.
5. Servicios sanitarios.
6. Depósito para basura.

Se comparten elementos con las fuentes en las que se basa este apartado (SECTUR 2004a, 2004b, 2004d; FEDME, 2018; Tacón y Firmani, 2004), sin embargo, el objetivo aquí fue establecer su mínimo funcional, sin que eso signifique ninguna restricción.

4.3 *Tracks* para el recorrido de senderos

Se obtuvieron 4 *tracks* en formato GPX (Anexo D) para uso en receptores de GPS y teléfonos celulares que tengan tal capacidad, a través de aplicaciones tales como *Oruxmaps* (2021) y *Wikilog* (2021), los cuales contienen la ruta para cada uno de los senderos, aunque en las zonas cubiertas por arbolado no fue posible seguir el trazado de los senderos por lo que la rectificación no se llevó a cabo en ellas. Por otro lado, se obtuvieron igual cantidad de archivos en formato KMZ para su visualización en *Google Earth Pro* u otros visores cartográficos. En cuanto a lo obtenido por otros autores, sólo en el caso de Senderos GR (2015) hay archivos GPX de descarga para el recorrido de senderos, ya que, aunque Cabildo La Palma (2021) los tiene anunciados, al desplegar el archivo en *Google Earth Pro*, sólo se visualizan ubicaciones puntuales, como si de referencias espaciales se trataran. Como lo expresa la SECTUR (2004b), los visitantes pueden realizar el recorrido de un sendero de forma segura mediante la ayuda de folletos y señales, sin que se requiera de una persona intérprete de la naturaleza, por lo que incluir un elemento de conducción adicional, siguiendo las características propuestas por la FEDME (2018) para el procesamiento y uso de *tracks*, fortalece dicho proceso. Es importante indicar que se ha observado que el receptor de GPS tiene un margen de error de la ubicación exacta de por lo menos 3 m durante la navegación, por lo que su uso debe considerarse referencial y complementario al resto de los elementos previstos para el seguimiento de las rutas.

Finalmente, puede decirse que, en el Volcán Xihuingo se ofrecen las condiciones adecuadas para experimentar el entorno natural, el encuentro con las formas de vivir de las comunidades locales y sensibilizarse sobre el respeto y valor de su identidad cultural. El conjunto de condiciones físicas, biológicas y ecológicas del sitio genera una extraordinaria diversidad expresada en forma de los distintos tipos de vegetación encontrados, así como de especies de flora y fauna, tanto nativas (aquellas que se encuentran dentro de su área de distribución natural) como endémicas (las que se encuentran restringidas a una región) (CONABIO, 2020b), resaltando el hecho de que el principal criterio para pertenecer al grupo de países megadiversos es el endemismo, aunque también se incluye la diversidad de especies, niveles taxonómicos superiores y

ecosistemas, riqueza plenamente representada en el área de estudio, así como en lo que respecta a la posición que México ocupa respecto a otros países megadiversos en los grupos más relevantes en ese sentido: 11vo lugar en aves, 5to lugar en plantas vasculares y anfibios, 3er lugar en mamíferos y segundo en reptiles (CONABIO, 2020a), ya que hay registros en el sitio para cada uno de éstos grupos. Esta riqueza ecológica resulta de vital importancia ya que ofrece servicios ambientales tales como captación y filtración de agua; mitigación de los efectos del cambio climático; generación de oxígeno y asimilación de contaminantes; protección de biodiversidad; retención del suelo; refugio de fauna silvestre y belleza escénica (Comisión Nacional Forestal, 2015) y es mediante la ejecución de actividades, que involucran a la caminata en entornos naturales, y otras propias del Turismo Alternativo (SECTUR, 2004c), que se puede aprovechar dichas bondades relacionadas con la vida silvestre en su hábitat natural sin que esto implique la remoción de ejemplares, partes o sus derivados, proceso conocido como aprovechamiento no extractivo (Subsecretaría de Recursos Naturales, 2020), lo que finalmente puede incidir de forma pasiva en la recuperación de las comunidades naturales (restauración ecológica) (Martínez, 1996), y que representa una alternativa a los problemas observados en el área que suponen la minería, tala ilegal y el pastoreo, mediante la obtención de ingresos económicos por concepto de ingreso de visitantes, la generación de fuentes de empleo por la oferta de productos y servicios asociados, y, como lo refiere la FEDME (2012) acerca de los atributos de los senderos, la cohesión social, todo en beneficio de la población local, creándose de ese modo la base para la conformación de un proyecto de turismo que contribuya a la conservación ecológica, integrando, de ese modo, aspectos ambientales, económicos y sociales (Cuadro 8).

Cuadro 8. Matriz de impactos esperados en el área de influencia del Volcán Xihuingo.

Aspecto ambiental	Plazo
La biodiversidad se mantiene y la densidad de las poblaciones aumenta	C
La actividad minera se restringe dentro del área	C
Disminuye la tala ilegal de madera	M
El pastoreo se traslada a áreas agrícolas y ganaderas	M
Se reduce la erosión del suelo en los senderos	C

Se reduce la fragmentación ecológica	C
El número de senderos no aumenta debido a la búsqueda de atajos	C
Aspecto económico	
Se concretan inversiones públicas y privadas	M
Se crean nuevos empleos	M
Se establecen negocios con productos elaborados localmente	M
Aspecto social	
Se fortalece la cohesión social	M
Se consolida el proyecto turístico de forma colectiva	M
El equipamiento e infraestructura garantizan seguridad y comodidad	C
Se recupera el vínculo de identidad unitario entre el hombre y el entorno	C
El sitio se consolida como un espacio para la educación ambiental	M

C=corto plazo; M=mediano plazo.

V. CONCLUSIONES

- Es posible aplicar las pautas establecidas para la elaboración de una Topoguía, el Método de Información de Excursiones y procesamiento de *tracks* para el recorrido autoguiado de los senderos del Volcán Xihuingo.
- La información e infraestructura asociados a los senderos del Volcán Xihuingo pueden contribuir al recorrido seguro, efectivo y de bajo impacto ambiental y pueden ser la base para la integración de un proyecto de turismo basado en el senderismo, que puede replicarse en otros contextos.
- La conservación del medio natural resulta importante en el Volcán Xihuingo, debido a la cantidad de especies nativas, endémicas y en riesgo ecológico presentes, su representatividad a nivel estatal, la diversidad de tipos de vegetación, los servicios ambientales que éstos proveen y el significado metafórico y espiritual que el sitio ha representado a lo largo del tiempo desde su descubrimiento.
- El senderismo es una actividad que puede contribuir a la conservación del medio natural, a partir del aprovechamiento no extractivo que ofrece su belleza escénica, la apropiación de tal espacio por parte de la sociedad que se involucra, incluyendo a los visitantes, así como la alternativa que supone para la obtención de recursos

económicos y creación de fuentes de empleo en beneficio de la población local, frente a los problemas de minería, tala ilegal y pastoreo, presentes en el área.

VI. ANEXOS

Anexo A. Especies de hongos y plantas del Volcán Xihuingo

Cuadro 9. Especies de hongos y plantas registrados en el área circundante al Volcán Xihuingo (elaboración propia, basado en CONABIO, 2018d, 2018h y 2020c; SEMARNAT, 2019; IUCN, 2020; CITES, 2020; Villaseñor, 2016).

GÉNERO Y ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ORIGEN	ENDEMISMO	NOM-059	CITES	IUCN
Hongos						
Helvellaceae						
<i>Helvella crispa</i>	"Oreja de ratón"					
<i>Helvella lacunosa</i>	"Charamusquita"					
Plantas						
Amaryllidaceae						
<i>Allium glandulosum</i>	"Cebolleja"	Nativa				
<i>Zephyranthes brevipes</i>	"Lirios de agua"	Nativa				
<i>Zephyranthes concolor</i>	"Huezcanxóchitl"					
<i>Zephyranthes sessilis</i>	"Lirio de lluvia"	Nativa	Endémica			
Apiaceae						
<i>Arracacia atropurpurea</i>	"Acocote"	Nativa				
<i>Conium maculatum</i>	"Cicuta"					
<i>Eryngium carlinae</i>	"Cabezona"	Nativa				
<i>Eryngium columnare</i>	SD	Nativa	Endémica			
<i>Eryngium monocephalum</i>	SD	Nativa	Endémica			
<i>Prinosciadium thapsoides</i>	"Jalocote"	Nativa				
Apocynaceae						
<i>Asclepias linaria</i>	"Pinillo"	Nativa				
<i>Asclepias notha</i>	"Hierba de leche"	Nativa	Endémica			
<i>Metastelma angustifolium</i>	SD					

GÉNERO Y ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ORIGEN	ENDEMISMO	NOM-059	CITES	IUCN
Archidiaceae						
<i>Archidium donnellii</i>	"Musgo"					
Asparagaceae						
<i>Agave filifera</i>	SD	Nativa	Endémica			LC
<i>Agave salmiana</i>	"Maguey pulquero"	Nativa	Endémica			LC
<i>Dasyllirion acrotrichum</i>	"Sotol verde"	Nativa	Endémica	A		
<i>Dasyllirion parryanum</i>	"Sotol"	Nativa	Endémica			
<i>Dasyllirion simplex</i>	"Seréke"	Nativa	Endémica			
<i>Echeandia flavescens</i>	"Coyamol"	Nativa				LC
<i>Echeandia nana</i>	SD	Nativa	Endémica			
<i>Milla biflora</i>	"Estrellita"	Nativa				
<i>Nolina parviflora</i>	"Palma soyate"	Nativa	Endémica			VU
Asteraceae						
<i>Acourtia cordata</i>	"Coapatli"	Nativa	Endémica			
<i>Acourtia lozanii</i>	SD					
<i>Ageratina deltoidea</i>	"Yolochichitle"	Nativa	Endémica			
<i>Ageratina espinosarum</i>	"Estrellita"	Nativa	Endémica			
<i>Ageratina espinosarum</i> <i>espinosarum</i>	SD					
<i>Ageratina glabrata</i>	"Chamisa"	Nativa	Endémica			
<i>Ageratina mairetiana</i>	SD	Nativa				
<i>Ageratina oligocephala</i>	SD	Nativa	Endémica			
<i>Ageratina pazcuarensis</i>	"Raíz de serpiente"	Nativa				
<i>Ageratina petiolaris</i>	"Amargocilla"	Nativa	Endémica			
<i>Ageratina scorodonioides</i>	"Amargoso"	Nativa	Endémica			
<i>Ageratum corymbosum</i>	"Cielitos"	Nativa				
<i>Aphanostephus</i> <i>ramosissimus ramosus</i>	SD					
<i>Archibaccharis auriculata</i>	"Hierba del carbonero"	Nativa	Endémica			

GÉNERO Y ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ORIGEN	ENDEMISMO	NOM-059	CITES	IUCN
<i>Archibaccharis serratifolia</i>	"Hierba del carbonero"	Nativa				
<i>Artemisia klotzchiana</i>	SD					
<i>Artemisia ludoviciana</i>	"Estafiate"	Nativa				
<i>Artemisia ludoviciana mexicana</i>	SD					
<i>Baccharis conferta</i>	"Azoyate"	Nativa				
<i>Baccharis heterophylla</i>	"Escoba chica"	Nativa				
<i>Baccharis pteronioides</i>	"Caratacua"	Nativa				
<i>Baccharis sordescens</i>	SD	Nativa	Endémica			
<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	"Azomiate"	Nativa				
<i>Bidens aurea</i>	"Té de milpa"	Nativa				
<i>Bidens ballsii</i>	SD					
<i>Bidens odorata</i>	SD	Nativa				
<i>Brickellia secundiflora</i>	"Jara blanca"	Nativa	Endémica			
<i>Chromolaena pulchella</i>	"Teyahuitle"	Nativa	Endémica			
<i>Cirsium ehrenbergii</i>	"Cardo santo"	Nativa	Endémica			
<i>Cirsium subuliforme</i>	SD	Nativa	Endémica			
<i>Conyza coronopifolia</i>	SD	Nativa				
<i>Coreopsis petrophiloides</i>	SD	Nativa	Endémica			
<i>Coreopsis rhyacophila</i>	SD	Nativa	Endémica			
<i>Cosmos bipinnatus</i>	"Girasol morado"	Nativa				
<i>Dahlia merckii</i>	"Dalia blanca común"	Nativa	Endémica			
<i>Dugesia mexicana</i>	"Girasol del centro"	Nativa	Endémica			
<i>Dyssodia papposa</i>	"Flamenquilla"	Nativa				
<i>Dyssodia pinnata pinnata</i>	SD					
<i>Erigeron karvinskianus</i>	"Marimonia"	Nativa				
<i>Erigeron longipes</i>	"Chalchuán"	Nativa				
<i>Erigeron pubescens</i>	"Manzanilla cimarrona"	Nativa				
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	"Tatalencho"	Nativa				

GÉNERO Y ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ORIGEN	ENDEMISMO	NOM-059	CITES	IUCN
<i>Heterosperma pinnatum</i>	"Jarilla"	Nativa				
<i>Isocoma veneta</i>	"Falsa damiana"	Nativa	Endémica			
<i>Laennecia filaginoides</i>	"Zacatechichi"	Nativa				
<i>Melampodium longifolium</i>	SD	Nativa	Endémica			
<i>Montanoa tomentosa</i>	"Zoapatle" o "acahuite"	Nativa				
<i>Montanoa tomentosa tomentosa</i>	SD					
<i>Packeria bellidifolia</i>	"Calancapatle"	Nativa	Endémica			
<i>Perymenium berlandieri</i>	SD	Nativa	Endémica			
<i>Pinaropappus roseus</i>	"Chipule"	Nativa				
<i>Pinaropappus roseus roseus</i>	SD					
<i>Piqueria pilosa</i>	"Cardón pelón"	Nativa	Endémica			
<i>Piqueria trinervia</i>	"Altarreina"	Nativa				
<i>Pittocaulon praecox</i>	"Palo loco"	Nativa	Endémica			
<i>Psacalium peltatum peltatum</i>	SD					
<i>Psacalium silphiifolium</i>	SD	Nativa	Endémica			
<i>Pseudognaphalium inornatum</i>	"Gordolobo"	Nativa	Endémica			
<i>Pseudognaphalium nataliae</i>	SD					
<i>Pseudognaphalium oxyphyllum</i>	"Gordolobo"	Nativa				
<i>Pseudognaphalium semiamplexicaule</i>	SD					
<i>Psilactis asteroides</i>	SD	Nativa				
<i>Psilactis gentryi</i>	SD	Nativa				
<i>Roldana angulifolia</i>	SD	Nativa				

GÉNERO Y ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ORIGEN	ENDEMISMO	NOM-059	CITES	IUCN
<i>Roldana barba-johannis</i>	"Barba de San Juan de Dios"	Nativa				
<i>Roldana candicans</i>	"Hediondilla"					
<i>Roldana reticulata</i>	SD	Nativa	Endémica			
<i>Sanvitalia procumbens</i>	"Ojo de gallo"	Nativa				
<i>Schkuhria pinnata</i>	"Escobilla"	Nativa				
<i>Schkuhria pinnata wislizeni</i>	SD					
<i>Simsia amplexicaulis</i>	"Acahual"	Nativa				
<i>Stevia jorullensis</i>	"Hierba del becerro"	Nativa				
<i>Stevia micrantha</i>	SD	Nativa				
<i>Stevia pilosa</i>	"Sopita"	Nativa	Endémica			
<i>Stevia salicifolia</i>	"Chacal"	Nativa				
<i>Tagetes coronopifolia</i>	"Clavo"	Nativa	Endémica			
<i>Tagetes tenuifolia</i>	"Cempasúchil de campo"	Nativa				
<i>Tridax coronopifolia</i>	"Coronilla"	Nativa	Endémica			
<i>Tridax palmeri</i>	SD	Nativa	Endémica			
<i>Tridax rosea</i>	SD	Nativa	Endémica			
<i>Verbesina virgata</i>	"Teclacote"	Nativa	Endémica			
<i>Viguiera dentata</i>	"Chamiso"	Nativa				
<i>Zaluzania augusta</i>	"Hierba blanca"	Nativa	Endémica			
<i>Zaluzania augusta augusta</i>	SD					
Bartramiaceae						
<i>Anacolia laevisphaera</i>	"Musgo"					
<i>Bartramia potosica</i>	"Musgo"					
Betulaceae						
<i>Alnus jorullensis</i>	"Aile"	Nativa				LC

GÉNERO Y ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ORIGEN	ENDEMISMO	NOM-059	CITES	IUCN
Boraginaceae						
<i>Cryptantha albida</i>	"Hierba cola de alacrán"	Nativa				
<i>Lithospermum distichum</i>	"Panalillo"	Nativa				
<i>Lithospermum pringlei</i>	SD	Nativa				
Brachytheciaceae						
<i>Brachythecium occidentale</i>	"Musgo"					
<i>Brachythecium stereopoma</i>	"Musgo"					
Brassicaceae						
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	"Bolsa de pastor"					
<i>Eruca sativa</i>	SD					
<i>Iodanthus petiolatus</i>	SD					
<i>Lepidium oblongum</i>	"Lentejilla"	Nativa				
<i>Raphanus raphanistrum</i>	"Rabanillo"					
Bromeliaceae						
<i>Tillandsia erubescens erubescens</i>	SD					
<i>Tillandsia lepidosepala</i>	"Bromelia"					
<i>Tillandsia macdougallii</i>	"Magueyito"	Nativa	Endémica			
<i>Tillandsia recurvata</i>	"Gallinitas"	Nativa				
<i>Tillandsia tecolometl</i>	SD					
<i>Tillandsia usneoides</i>	"Heno"	Nativa				LC
Bryaceae						
<i>Brachymerium systylium</i>	"Musgo"					
<i>Bryum chryseum</i>	"Musgo"					
Cactaceae						
<i>Coryphantha pycnanantha</i>	"Biznaga partida chiche de burro"	Nativa	Endémica			EN

GÉNERO Y ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ORIGEN	ENDEMISMO	NOM-059	CITES	IUCN
<i>Mammillaria rhodantha</i>	"Biznaga de flores rosadas"	Nativa	Endémica	A		LC
<i>Opuntia hyptiacantha</i>	"Nopal cascarón"	Nativa	Endémica			LC
<i>Opuntia lasiacantha</i>	"Nopal de espinas lacias"	Nativa	Endémica			LC
<i>Opuntia streptacantha</i>	"Nopal cardón"	Nativa	Endémica			LC
Caprifoliaceae						
<i>Symphoricarpos microphyllus</i>	"Perlita"	Nativa				
Caryophyllaceae						
<i>Arenaria lanuginosa</i>	"Abrojito"	Nativa				
<i>Cerastium fontanum vulgare</i>	SD					
<i>Cerastium nutans</i>	SD	Nativa				
<i>Drymaria glandulosa</i>	SD	Nativa				
<i>Drymaria laxiflora</i>	SD	Nativa				
<i>Drymaria tenuis</i>	SD	Nativa	Endémica			
<i>Paronychia mexicana</i>	SD	Nativa	Endémica			
<i>Silene laciniata</i>	"Clavel del monte"	Nativa				
<i>Stellaria cuspidata</i>	"Hierba del pollo mexicana"	Nativa				
Cistaceae						
<i>Helianthemum glomeratum</i>	"Cenicillo Amarillo"	Nativa				
Commelinaceae						
<i>Commelina pallida</i>	"Hierba del pollo"					
<i>Commelina texcocana</i>	SD	Nativa				
<i>Gibasis pulchella</i>	SD	Nativa				
<i>Tradescantia crassifolia</i>	"Matlaxóchitl"	Nativa				
Convolvulaceae						
<i>Cuscuta mitriformis</i>	SD	Nativa				
<i>Dichondra argentea</i>	"Hierba oreja de ratón"	Nativa				

GÉNERO Y ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ORIGEN	ENDEMISMO	NOM-059	CITES	IUCN
<i>Evolvulus alsinoides</i>	"Pico de pájaro"	Nativa				
<i>Evolvulus sericeus</i>	SD	Nativa				
<i>Ipomoea pubescens</i>	"Trompillo"	Nativa				
<i>Ipomoea stans</i>	"Tumbavaqueros"	Nativa	Endémica			
Crassulaceae						
<i>Crassula connata</i>	SD					
<i>Echeveria subrigida</i>	SD	Nativa	Endémica			
<i>Sedum dendroideum</i>	"Lágrima de María"					
<i>Sedum dendroideum parvifolium</i>	SD					
<i>Sedum moranense</i>	"Jaspalache"	Nativa				
Cucurbitaceae						
<i>Cyclanthera ribiflora</i>	"Nexcolo"	Nativa				
<i>Echinopepon coulteri</i>	SD	Nativa				
<i>Microsechium palmatum</i>	"Amole"	Nativa				
Cupressaceae						
<i>Juniperus deppeana</i>	"Sabino"	Nativa				LC
<i>Juniperus deppeana deppeana</i>	SD					
Cyperaceae						
<i>Cyperus manimae</i>	SD	Nativa				
<i>Cyperus seslerioides</i>	"Zacate de toche"	Nativa				
<i>Cyperus spectabilis</i>	SD	Nativa				
<i>Eleocharis montevidensis</i>	SD	Nativa				
Ditrichaceae						
<i>Ceratodon purpureus</i>	"Musgo"					
<i>Ceratodon purpureus purpureus</i>	SD					

GÉNERO Y ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ORIGEN	ENDEMISMO	NOM-059	CITES	IUCN
<i>Ceratodon purpureus stenocarpus</i>	SD					
<i>Ceratodon stenocarpus</i>	"Musgo"					
<i>Distichium capillaceum</i>	"Musgo"					
<i>Ditrichum difficile</i>	"Musgo"					
<i>Pleuridium mexicanum</i>	"Musgo"					
<i>Pleuridium sullivantii mexicanum</i>	SD					
Encalyptaceae						
<i>Encalypta ciliata</i>	"Musgo"					
Ericaceae						
<i>Arbutus xalapensis</i>	"Madroño"	Nativa				
<i>Arctostaphylos pungens</i>	"Pingüica"	Nativa				LC
Euphorbiaceae						
<i>Acalypha phleoides</i>	"Chilitos"	Nativa				
<i>Euphorbia anychioides</i>	SD	Nativa				
<i>Euphorbia campestris</i>	"Hierba del coyote"					
<i>Euphorbia dentata</i>	"Hierba de la araña"	Nativa				
<i>Euphorbia furcillata furcillata</i>	SD					
<i>Euphorbia macropus</i>	"Hierba de la golondrina"	Nativa				
<i>Euphorbia ophthalmica</i>	"Hierba de la golondrina"	Nativa				
<i>Euphorbia prostrata</i>	"Golondrina"	Nativa				
<i>Euphorbia serpyllifolia</i>	SD	Nativa				
Fabaceae						
<i>Astragalus strigulosus</i>	"Cola de borrego"	Nativa	Endémica			
<i>Astragalus wootonii</i>	"Cebollín"	Nativa				
<i>Astragalus wootonii candollianus</i>	SD					

GÉNERO Y ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ORIGEN	ENDEMISMO	NOM-059	CITES	IUCN
<i>Brongniartia intermedia</i>	"Bricho pico de cuervo"	Nativa	Endémica			
<i>Dalea bicolor</i>	"Engordacabra"	Nativa				LC
<i>Dalea bicolor bicolor</i>	SD					
<i>Dalea foliolosa citrina</i>	SD					
<i>Dalea leporina</i>	"Escobilla"	Nativa				
<i>Dalea minutifolia</i>	SD	Nativa	Endémica			
<i>Dalea prostrata</i>	"Escobilla"	Nativa	Endémica			
<i>Desmodium grahamii</i>	SD	Nativa				LC
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	"Palo azul"	Nativa				LC
<i>Macroptilium gibbosifolium</i>	"Jícama de monte"	Nativa				
<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	"Espino"	Nativa				LC
<i>Phaseolus coccineus</i>	"Ayocote"	Nativa				LC
<i>Phaseolus coccineus coccineus</i>	SD					
<i>Phaseolus esperanzae</i>	SD	Nativa	Endémica			VU
<i>Trifolium amabile</i>	"Carretilla"	Nativa				LC
<i>Vicia humilis</i>	SD	Nativa				
<i>Vicia pulchella</i>	SD	Nativa				
Fabroniaceae						
<i>Fabronia ciliaris ciliaris</i>	SD					
<i>Fabronia ciliaris wrightii</i>	SD					
<i>Fabronia macroblepharis</i>	"Musgo"					
Fagaceae						
<i>Quercus crassifolia</i>	SD	Nativa				LC
<i>Quercus depressipes</i>	SD	Nativa				LC
<i>Quercus deserticola</i>	SD	Nativa	Endémica			LC
<i>Quercus frutex</i>	SD	Nativa	Endémica			LC

GÉNERO Y ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ORIGEN	ENDEMISMO	NOM-059	CITES	IUCN
<i>Quercus greggii</i>	SD	Nativa	Endémica			LC
<i>Quercus laurina</i>	"Encino rojo"	Nativa				LC
<i>Quercus microphylla</i>	SD	Nativa	Endémica			LC
<i>Quercus obtusata</i>	SD	Nativa	Endémica			LC
<i>Quercus ocoteifolia</i>	SD					
<i>Quercus repanda</i>	SD	Nativa	Endémica			LC
<i>Quercus rugosa</i>	SD	Nativa				LC
Fissidentaceae						
<i>Fissidens crispus</i>	"Musgo"					
<i>Fissidens repandus</i>	"Musgo"					
Funariaceae						
<i>Funaria hygrometrica calvescens</i>	SD					
<i>Funaria muhlenbergii</i>	"Musgo"					
Gentianaceae						
<i>Gentiana spathacea</i>	"Cola de tlacuache"	Nativa	Endémica	Pr		
Geraniaceae						
<i>Erodium cicutarium</i>	SD					
<i>Geranium schiedeanum</i>	SD	Nativa	Endémica			
Grimmiaceae						
<i>Grimmia incurva</i>	"Musgo"					
Grossulariaceae						
<i>Ribes affine</i>	"Capulincillo"	Nativa	Endémica			
<i>Ribes neglectum</i>	SD	Nativa	Endémica			
Hedwigiaceae						
<i>Braunia secunda</i>	"Musgo"					
<i>Hedwigia ciliata</i>	"Musgo"					
<i>Hedwigidium integrifolium</i>	SD					

GÉNERO Y ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ORIGEN	ENDEMISMO	NOM-059	CITES	IUCN
Hydrangeaceae						
<i>Philadelphus mexicanus</i>	"Flor de jazmín"	Nativa				
Hypericaceae						
<i>Hypericum silenoides</i>	"Sangrenaria"	Nativa				
Hypnaceae						
<i>Hypnum cupressiforme lacunosum</i>	SD					
<i>Hypnum revolutum</i>	"Musgo"					
<i>Pylaisia falcata</i>	"Musgo"					
<i>Pylaisiella falcata</i>	"Musgo"					
<i>Pylaisiella polyantha</i>	"Musgo"					
Iridaceae						
<i>Nemastylis tenuis</i>	"Zacaya"	Nativa				
<i>Sisyrinchium scabrum</i>	"Pasto de ojos azules"	Nativa				
<i>Tigridia vanhouttei</i>	"Jahuique"	Nativa	Endémica			
Juncaceae						
<i>Juncus imbricatus</i>	SD	Nativa				
Lamiaceae						
<i>Agastache mexicana</i>	"Toronjil morado"	Nativa				
<i>Cunila lythrifolia</i>	"Flor de alucema"	Nativa	Endémica			
<i>Lepechinia mexicana</i>	SD	Nativa	Endémica			
<i>Marrubium vulgare</i>	"Marrubio de monte"					
<i>Salvia chamaedryoides</i>	SD	Nativa	Endémica			
<i>Salvia elegans</i>	"Hierba del burro"	Nativa	Endémica			
<i>Salvia laevis</i>	"Mirto del eje neovolcánico"	Nativa	Endémica			
<i>Salvia microphylla</i>	"Mirto chico"	Nativa				
<i>Salvia polystachya</i>	SD					
<i>Stachys agraria</i>	"Bretónica corriente de la morada"	Nativa				

GÉNERO Y ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ORIGEN	ENDEMISMO	NOM-059	CITES	IUCN
<i>Stachys coccinea</i>	"Mirto"	Nativa				
<i>Stachys nepetifolia</i>	SD	Nativa	Endémica			
<i>Stachys parvifolia</i>	SD	Nativa	Endémica			
Leskeaceae						
<i>Lindbergia mexicana</i>	"Musgo"					
Loasaceae						
<i>Mentzelia hispida</i>	"Zazalic"	Nativa				
Malvaceae						
<i>Anoda pubescens</i>	SD	Nativa	Endémica			
<i>Kearnemalvastrum subtriflorum</i>	"Malvilla"	Nativa				
<i>Malva parviflora</i>	"Malva de Castilla"					
<i>Sida linearis</i>	"Poleo chiquito"	Nativa	Endémica			
<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	"Hierba del negro"	Nativa				
<i>Urocarpidium jacens</i>	"Malva china"					
Menyanthaceae						
<i>Nymphoides fallax</i>	"Estrella amarilla de agua"	Nativa				
Nyctaginaceae						
<i>Mirabilis jalapa</i>	"Maravilla"	Nativa				
<i>Mirabilis longiflora</i>	"Maravilla del cerro"	Nativa				
<i>Mirabilis melanotricha</i>	SD	Nativa				
Oleaceae						
<i>Menodora helianthemoides</i>	"Jazmincillo del monte"	Nativa	Endémica			
Onagraceae						
<i>Lopezia racemosa</i>	"Alfilerillo"	Nativa				
<i>Oenothera suffrutescens</i>	"Aretillo"	Nativa				
Orchidaceae						

GÉNERO Y ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ORIGEN	ENDEMISMO	NOM-059	CITES	IUCN
<i>Deiregyne eriophora</i>	"Orquídea terrestre de montaña"	Nativa				
Orobanchaceae						
<i>Castilleja tenuiflora</i>	"Garañona"	Nativa				
<i>Lamourouxia dasyantha</i>	"Chupamiel rosa"	Nativa	Endémica			
<i>Lamourouxia rhinanthifolia</i>	SD	Nativa	Endémica			
<i>Orthotrichum aequatoreum</i>	"Musgo"					
<i>Orthotrichum pycnophyllum</i>	"Musgo"					
<i>Silvia prostrata</i>	SD					
Papaveraceae						
<i>Argemone platyceras</i>	"Chicalote"	Nativa				
Phytolaccaceae						
<i>Phytolacca icosandra</i>	"Mazorquilla"	Nativa				
Pinaceae						
<i>Abies religiosa</i>	"Oyamel neovolcánico"	Nativa		P		LC
<i>Pinus hartwegii</i>	SD	Nativa				LC
<i>Pinus montezumae</i>	SD	Nativa				LC
<i>Pinus teocote</i>	SD	Nativa				LC
Plantaginaceae						
<i>Penstemon apateticus</i>	SD					
<i>Penstemon campanulatus</i>	"Aretillo"	Nativa				
<i>Penstemon gentianoides</i>	"Campanita morada"	Nativa				
<i>Penstemon hartwegii</i>	"Cantaritos"	Nativa	Endémica			
<i>Plantago lanceolata</i>	"Llantén menor"					

GÉNERO Y ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ORIGEN	ENDEMISMO	NOM-059	CITES	IUCN
<i>Veronica peregrina xalapensis</i>	SD					
Plumbaginaceae						
<i>Plumbago pulchella</i>	"Chilillo medicinal"	Nativa	Endémica			
Poaceae						
<i>Aegopogon cenchroides</i>	"Zacate barbón"	Nativa				LC
<i>Aristida schiedeana</i>	"Tres barbas abierto"	Nativa				
<i>Bothriochloa barbinodis</i>	"Popotillo plateado"	Nativa				
<i>Bothriochloa perforata</i>	"Popotillo plateado"					
<i>Bouteloua curtipendula</i>	"Banderilla"	Nativa				
<i>Bouteloua dactyloides</i>	"Zacate búfalo"	Nativa				
<i>Bouteloua gracilis</i>	"Navajita"	Nativa				
<i>Bouteloua scorpioides</i>	SD	Nativa	Endémica			
<i>Bromus anomalus</i>	"Bromo dormilón"	Nativa				
<i>Bromus carinatus</i>	"Bromo de California"	Nativa				
<i>Eragrostis intermedia</i>	"Zacate llanero"	Nativa				
<i>Eragrostis mexicana</i>	"Zacate de agua"	Nativa				
<i>Eragrostis pilosa</i>	"Amorseco piloso"					
<i>Erioneuron avenaceum</i>	"Falso tridente avenaceo"	Nativa				
<i>Hilaria cenchroides</i>	"Espiga negra"	Nativa				
<i>Jarava ichu</i>	"Ichu"	Nativa				
<i>Microchloa kunthii</i>	SD	Nativa				
<i>Muhlenbergia distans</i>	SD	Nativa				
<i>Muhlenbergia macroura</i>	"Zacatón"	Nativa				
<i>Muhlenbergia microsperma</i>	"Zacate"	Nativa				
<i>Muhlenbergia repens</i>	"Liendrilla aparejo"	Nativa				
<i>Muhlenbergia rigida</i>	"Grama"	Nativa				

GÉNERO Y ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ORIGEN	ENDEMISMO	NOM-059	CITES	IUCN
<i>Muhlenbergia robusta</i>	"Zacate de escobillas"	Nativa				
<i>Piptochaetium virescens</i>	"Flechilla verdosa"	Nativa				
<i>Stipa arida</i>	SD					
<i>Stipa constricta</i>	SD					
<i>Trisetum virletii</i>	SD	Nativa	Endémica			
<i>Vulpia myuros</i>	"Pasto cola de rata"					
<i>Zea mays mays</i>	SD					
<i>Zea mays mays</i> Cónico Norteño	SD					
Polemoniaceae						
<i>Ipomopsis pinnata</i>	SD	Nativa	Endémica			
<i>Loeselia caerulea</i>	"Huichichile"	Nativa				
<i>Loeselia coerulea</i>	"Jarrito"					
<i>Loeselia mexicana</i>	"Espinosa"	Nativa				
Polygalaceae						
<i>Polygala myrtilloides</i>	SD	Nativa	Endémica			
Polygonaceae						
<i>Polygonum mexicanum</i>	"Chilillo de varita"					
<i>Polygonum segetum</i>	SD					
Polypodiaceae						
<i>Pleopeltis polylepis</i> <i>polylepis</i>	SD					
<i>Polypodium guttatum</i>	"Helecho milpiés punteado"	Nativa	Endémica			
<i>Polypodium thyssanolepis</i>	"Helecho"					
Polytrichaceae						
<i>Pogonatum oligodus</i>	"Musgo"					
<i>Polytrichastrum tenellum</i>	"Musgo"					

GÉNERO Y ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ORIGEN	ENDEMISMO	NOM-059	CITES	IUCN
Pottiaceae						
<i>Aloina hamulus</i>	"Musgo"					
<i>Aloinella catenula</i>	"Musgo"					
<i>Barbula spiralis</i>	"Musgo"					
<i>Bryoerythrophyllum inaequalifolium</i>	"Musgo"					
<i>Bryoerythrophyllum recurvirostrum aeneum</i>	SD					
<i>Didymodon australasiae</i>	"Musgo"					
<i>Didymodon australasiae australasiae</i>	SD					
<i>Didymodon revolutus</i>	"Musgo"					
<i>Didymodon rigidulus gracilis</i>	SD					
<i>Didymodon rigidulus icmadophilus</i>	SD					
<i>Didymodon rigidulus rigidulus</i>	SD					
<i>Gymnostomum aeruginosum</i>	"Musgo"					
<i>Morinia stenotheca</i>	"Musgo"					
<i>Pottia starckeana</i>	"Musgo"					
<i>Pseudocrossidium replicatum</i>	"Musgo"					
<i>Rhexophyllum subnigrum</i>	"Musgo"					
<i>Syntrichia chisosa</i>	"Musgo"					
<i>Syntrichia fragilis</i>	"Musgo"					

GÉNERO Y ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ORIGEN	ENDEMISMO	NOM-059	CITES	IUCN
<i>Timmiella anomala</i>	"Musgo"					
<i>Tortula obtusissima</i>	"Musgo"					
<i>Tortula pagorum</i>	"Musgo"					
<i>Tortula papillosa</i>	"Musgo"					
<i>Tortula ruralis</i>	"Musgo"					
<i>Trichostomum brachydontium</i>	"Musgo"					
<i>Weissia condensata</i>	"Musgo"					
<i>Weissia controversa</i>	"Musgo"					
Pteridaceae						
<i>Adiantum poiretii</i>	"Helecho culantrillo"	Nativa				
<i>Astrolepis sinuata</i>	"Doradilla ondulada"	Nativa				
<i>Cheilanthes bonariensis</i>	"Helecho"					
<i>Cheilanthes myriophylla</i>	"Helecho"					
Ranunculaceae						
<i>Clematis dioica</i>	"Barba de chivo"	Nativa				
<i>Ranunculus dichotomus</i>	SD	Nativa				
<i>Thalictrum strigillosum</i>	SD	Nativa	Endémica			
Resedaceae						
<i>Reseda luteola</i>	"Acelguilla euroasiática"					
Rhamnaceae						
<i>Adolphia infesta</i>	"Abrojo"	Nativa				
<i>Ceanothus buxifolius</i>	"Guazapol"	Nativa	Endémica			
<i>Ceanothus caeruleus</i>	"Chaquira"	Nativa				LC
Rosaceae						
<i>Alchemilla procumbens</i>	"Hierba de Carranza"					

GÉNERO Y ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ORIGEN	ENDEMISMO	NOM-059	CITES	IUCN
<i>Crataegus pubescens</i>	"Tejocote"					
<i>Malacomeles denticulata</i>	"Tlaxistle"	Nativa				
Rubiaceae						
<i>Bouvardia longiflora</i>	"Flor de San Juan"	Nativa	Endémica			
<i>Bouvardia ternifolia</i>	"Trompetilla"	Nativa				
<i>Galium aschenbornii</i>	"Cuajaleche"	Nativa				
<i>Hedyotis wrightii</i>	SD	Nativa				
<i>Salix paradoxa</i>	"Borreguito"	Nativa	Endémica			
Santalaceae						
<i>Phoradendron brachystachyum</i>	"Tepalcayo"	Nativa				
<i>Phoradendron lanceolatum</i>	"Injerto"	Nativa				
Scrophulariaceae						
<i>Buddleja cordata</i>	"Tepozán blanco"	Nativa				LC
<i>Buddleja cordata cordata</i>	SD					
<i>Buddleja parviflora</i>	"Sayolisco"	Nativa	Endémica			LC
<i>Buddleja perfoliata</i>	"Salvia de bolita"	Nativa	Endémica			
<i>Buddleja sessiliflora</i>	"Hierba de tepozán"	Nativa				LC
Solanaceae						
<i>Bouchetia erecta</i>	SD	Nativa				
<i>Datura ceratocaula</i>	"Toloache"	Nativa	Endémica			
<i>Lycianthes dejecta</i>	SD	Nativa	Endémica			
<i>Physalis philadelphica philadelphica</i>	SD					
<i>Solanum bulbocastanum</i>	SD	Nativa				LC
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	SD	Nativa				

GÉNERO Y ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ORIGEN	ENDEMISMO	NOM-059	CITES	IUCN
<i>Solanum heterodoxum</i>	SD	Nativa				
<i>Solanum nigrescens</i>	"Hierba mora"	Nativa				
<i>Solanum polyadenium</i>	SD	Nativa	Endémica			LC
<i>Solanum pubigerum</i>	SD	Nativa				
<i>Solanum stoloniferum</i>	SD	Nativa				LC
Thuidiaceae						
<i>Haplocladium angustifolium</i>	"Musgo"					
Timmiaceae						
<i>Timmia megapolitana bavarica</i>	SD					
Urticaceae						
<i>Parietaria pensylvanica</i>	"Paletaria"	Nativa				
<i>Urtica spiralis</i>	SD	Nativa	Endémica			
Verbenaceae						
<i>Glandularia bipinnatifida</i>	SD	Nativa				
<i>Phyla nodiflora</i>	"Bella alfombra"	Nativa				LC
Violaceae						
<i>Viola painteri</i>	"Violeta de montaña"	Nativa	Endémica			
Woodsiaceae						
<i>Woodsia mollis</i>	"Helecho"	Nativa				

P=En peligro de extinción, A=Amenazada, Pr=Protección especial, E=Probablemente extinta en el medio silvestre; I=Apéndice I, II=Apéndice II, III=Apéndice III; NT=Casi amenazado, Vu=Vulnerable, EN=En peligro, CR=En peligro crítico, EW=Extinto en estado silvestre, EX=Extinto.

Anexo B. Especies animales del Volcán Xihuingo

Cuadro 10. Especies de anfibios, aves, invertebrados, mamíferos y reptiles registrados en el área circundante al Volcán Xihuingo (elaboración propia, basado en CONABIO, 2018d, 2018h y 2020c; SEMARNAT, 2019; IUCN, 2020; CITES, 2020; Villaseñor, 2016).

GÉNERO Y ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059	CITES	IUCN
Anfibios				
Hylidae				
<i>Dryophytes arenicolor</i>	"Rana de árbol color arena"			LC
Ranidae				
<i>Lithobates pipiens</i>	"Rana leopardo nortea"			LC
<i>Lithobates berlandieri</i>	"Rana leopardo"	Pr		LC
Aves				
Accipitridae				
<i>Buteo jamaicensis</i>	"Aguililla cola roja"			LC
Columbidae				
<i>Streptopelia decaocto</i>	"Paloma turca de collar"			LC
Falconidae				
<i>Falco sparverius</i>	"Cernícalo americano"			LC
Passerellidae				
<i>Oriturus superciliosus</i>	"Zacatonero Serrano"			LC
Ptiliognatidae				
<i>Ptiliognys cinereus</i>	"Capulinerio gris"			LC
Invertebrados				
Andrenidae				
<i>Andrena barberi</i>		SD		
<i>Andrena argemonis</i>		SD		
<i>Andrena vulpoides</i>		SD		
<i>Andrena simulata</i>		SD		
<i>Andrena fumosa</i>		SD		
Apidae				

GÉNERO Y ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059	CITES	IUCN
<i>Melissodes gilensis crenata</i>	SD			
<i>Bombus pensylvanicus sonorus</i>	SD			
<i>Bombus rufocinctus</i>	"Meonon"			LC
<i>Bombus nevadensis</i>	SD			LC
<i>Melissodes confusa</i>	SD			
<i>Anthophora marginata</i>	SD			
<i>Diadasia diminuta</i>	SD			
<i>Tetraloniella imitatrix</i>	SD			
Cantharidae				
<i>Chauliognathus limbicollis</i>	SD			
Carabidae				
<i>Panagaeus sallei</i>	SD			
<i>Notiobia brevicollis</i>	SD			
<i>Notiobia mexicana</i>	SD			
<i>Cymindis chevrolati</i>	SD			
Chrysomelidae				
<i>Calligrapha barda</i>	SD			
Coccinellidae				
<i>Hippodamia convergens</i>	"Catarina convergente"			
Colletidae				
<i>Colletes compactus</i>	SD			
<i>Colletes skinneri</i>	SD			
Cossidae				
<i>Comadia redtenbacheri</i>	"Gusano rojo del maguey"			
Dryophthoridae				
<i>Scyphophorus acupunctatus</i>	"Picudo del Maguey"			
Helicidae				
<i>Cornu aspersum</i>	"Caracol europeo de jardín"			
Megachilidae				

GÉNERO Y ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059	CITES	IUCN
<i>Ashmeadiella bequaerti</i>	SD			
<i>Anthidium maculosum</i>	SD			
Miridae				
<i>Lygus mexicanus</i>	SD			
Nymphalidae				
<i>Anaea troglodyta aidea</i>	SD			
<i>Vanessa annabella</i>	"Vanesa occidental"			LC
<i>Polygonia haroldii</i>	"Mariposa ninfa naranja"			
Pieridae				
<i>Catasticta nimbice</i>	"Victoria mexicana"			
<i>Catasticta nimbice nimbice</i>	SD			
Staphylinidae				
<i>Platydracus phoenicurus</i>	SD			
Mamíferos				
Cricetidae				
<i>Peromyscus difficilis amplus</i>	SD			
<i>Peromyscus gratus gratus</i>	SD			
<i>Peromyscus melanophrys zamorae</i>	SD			
<i>Reithrodontomys megalotis</i>	"Ratón cosechero común"			LC
<i>Peromyscus difficilis</i>	"Ratón de las rocas"			LC
<i>Peromyscus maniculatus fulvus</i>	SD			
<i>Baiomys taylori analogus</i>	SD			
<i>Peromyscus levipes levipes</i>	SD			
<i>Reithrodontomys fulvescens toltecus</i>	SD			
<i>Peromyscus gratus</i>	"Ratón piñonero"			LC
<i>Peromyscus levipes</i>	"Ratón de La Malinche"			LC
<i>Neotoma mexicana</i>	"Rata cambalachera mexicana"			LC
<i>Microtus mexicanus</i>	"Metorito mexicano"			LC
Geomyidae				

GÉNERO Y ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059	CITES	IUCN
<i>Cratogeomys perotensis</i>	"Tuza del Cofre de Perote"			LC
Heteromyidae				
<i>Perognathus flavus</i>	"Ratón-de abazones sedoso"			LC
<i>Perognathus flavus mexicanus</i>	SD			
<i>Heteromys irroratus alleni</i>	SD			
<i>Heteromys irroratus guerrerensis</i>	SD			
Mustelidae				
<i>Taxidea taxus</i>	"Tlalcoyote"	A		LC
Sciuridae				
<i>Ictidomys mexicanus</i>	"Motocle"			LC
Soricidae				
<i>Sorex oreopolus</i>	"Musaraña coluda mexicana"			LC
Reptiles				
Colubridae				
<i>Conopsis lineata</i>	"Culebra terrestre del centro"			LC
<i>Conopsis nasus</i>	"Culebra gris nariz de pala"			LC
Natricidae				
<i>Thamnophis scalaris</i>	"Culebra listonada de montaña cola larga"			LC
<i>Thamnophis eques</i>	"Culebra de agua nómada mexicana"			LC
Phrynosomatidae				
<i>Sceloporus mucronatus</i>	"Lagartija espinosa de grieta"			LC
<i>Phrynosoma orbiculare</i>	"Camaleón de montaña"	A		LC
<i>Sceloporus spinosus</i>	"Lagartija espinosa mexicana"			LC
<i>Sceloporus grammicus</i>	"Lagartija espinosa del mezquite"	Pr		LC
<i>Sceloporus grammicus microlepidotus</i>	SD			
<i>Sceloporus megalepidurus</i>	"Lagartija espinosa de escamas grandes"	Pr		VU
Scincidae				
<i>Plestiodon brevirostris</i>	"Eslizón chato"			LC
Viperidae				

GÉNERO Y ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059	CITES	IUCN
<i>Crotalus ravus</i>	"Cascabel pigmea mexicana"	A		LC

P=En peligro de extinción, A=Amenazada, Pr=Protección especial, E=Probablemente extinta en el medio silvestre; I=Apéndice I, II=Apéndice II, III=Apéndice III; NT=Casi amenazado, Vu=Vulnerable, EN=En peligro, CR=En peligro crítico, EW=Extinto en estado silvestre, EX=Extinto.

Anexo C. Elementos de señalización

Entre los elementos de señalización se incluyen los siguientes (basado en SECTUR 2004a, 2004b, 2004d; FEDME, 2018; Tacón y Firmani, 2004):

1. Panel general. Se ubica al inicio del sendero y contiene la información de la Topoguía, acciones destinadas a minimizar el impacto ambiental durante la visita, la tabla del Método de Información de Excursiones (MIDE, 2002), entre otros datos relevantes.
2. Elementos de conducción. Son los principales elementos para el seguimiento del recorrido del sendero y hacia el destino previsto. Lo ideal es que haya algún tipo de éstos en cada tramo del recorrido:
 - A. Fortuitos. Tal es el caso de vegetación, conjuntos de rocas, cuerpos de agua u otros elementos cuya disposición natural delimita naturalmente el emplazamiento del sendero del resto del medio circundante y que se aprovechan sin modificación alguna.
 - B. Delimitantes. Supone la colocación intencionada de objetos tales como estacas, piedras, vegetación u otros, empleando la Secuencia de creatividad natural de Fibonacci (Figuroa *et al.*, 2013) para su espaciamiento a 0 m, 1 m, 1 m, 2 m, 3 m, 5 m, 8 m, 13 m y 21 m (Figura 19) (con la posibilidad de ampliar a 34 m, 55 m...), alternando a cada lado del sendero cada vez, para mantener la simplicidad (Figura 17).
 - C. Facilitadores. Su principal objetivo es facilitar el recorrido, tales como escalones, barandales y bancas de descanso; preservar el curso de corrientes de agua mediante puentes, vados, alcantarillas y sancos empotrados en el suelo; o proteger el sendero contra la erosión como son materiales vertidos (grava, piedras, residuos vegetales) y los que los contienen (piedras, troncos o tablas), así como cunetas de desagüe, cuya presencia puede aprovecharse en algún tramo, como indicadores de recorrido dentro del sendero.
3. Postes de continuidad. Son elementos con que se confirma el seguimiento del recorrido y proveen información acerca de los senderos. Son polines circulares,

cuadrados, o tablas, de madera de 15 cm de ancho y 1.5 m de largo, de los cuales 50 cm quedan enterrados debajo del suelo; llevan un corte de 15 cm a 45 ° en su extremo superior y su cara interior se dirige hacia el centro del sendero. También pueden utilizarse para este fin los troncos de árboles en pie o rocas que coincidan con la ubicación prevista para su colocación. Tienen pintado, alrededor del poste, un anillo principal de 5 cm acorde al color de la clase longitudinal del sendero (corta, media o extensa) y dos anillos secundarios, uno superior y otro inferior, de 2 cm de alto cada uno, con un color de libre elección, para diferenciar entre distintos senderos de la misma clase longitudinal. Los hay de 5 tipos:

- A. De progresión. Se sitúa el primero al inicio del sendero y el resto cada 250 m, alternando uno a cada lado del sendero. Llevan rotulada una letra mayúscula vocal (que diferencia a cada sendero del resto), seguida de un número secuencial (ambos de 10 cm alto) que indican el avance y posición espacial durante el recorrido (A1, A2...; B1, B2...) (Figura 20). Estos elementos se representan en el mapa y sus colores coinciden con el del trayecto (Figura 17) y el perfil de elevación para cada sendero (Figuras 7-10), es decir, con centro de color que corresponde a una clase longitudinal y un color externo que diferencia a senderos de la misma clase longitudinal.
- B. De cruce. Se ubican uno en la salida y otro en la entrada de caminos distintos al sendero y en entronques, y son seguidos por otro poste a 5 m de distancia a modo de confirmación tanto en sentido de ida como de regreso, todos respetando la alternancia que llevan los postes de progresión, conformando, entonces, grupos de 4 elementos, a menos que haya algún poste de progresión cercano, que pueda cumplir esta función. No llevan registro de letras ni números (Figura 20).
- C. De ubicación puntual. Se coloca para indicar la ubicación de un punto de interés o referencia como el caso de un mirador, una peña, un lago, etc. No incluye letras ni números (Figura 20).
- D. De terminación. Se coloca al final de senderos cuyo tipo de recorrido sea circular o travesía, y es rotulado para ambos sentidos del recorrido, con la letra asignada seguida por un guion y la palabra "Fin" (A-Fin, B-Fin...). En

los senderos de recorrido de ida y vuelta no se coloca ningún poste adicional, ya que el primer poste de progresión cubre esta función y sólo se rotula de finalización en el sentido de regreso.

- E. De paso fuera del sendero. Se ubican en la entrada de caminos que no correspondan a senderos de caminata como parte del proyecto y serán rotulados con una cruz de color rojo de 10 cm de alto, sólo en el sentido interno del sendero (Figura 20).
- 4. Multidireccionales. Se colocan en entronques, u otras ubicaciones estratégicas, e indican con una flecha el rumbo hacia un destino determinado, seguido de la distancia expresada en kilómetros hasta dicho punto y el nombre del sendero por el que se llega.
- 5. Mapas durante el recorrido. Estos mapas se ubican en entronques u otros sitios estratégicos en los que se considere necesaria su implementación, con el fin de informar al visitante su ubicación durante su recorrido, por lo que el indicador “Usted está aquí” deberá adecuarse en cada caso.
- 6. Panel de información puntual. Se ubica en sitios que corresponden a elementos de interés particular, como un mirador, un cuerpo de agua, una formación geológica u otro y que muestra una fotografía e información de este.

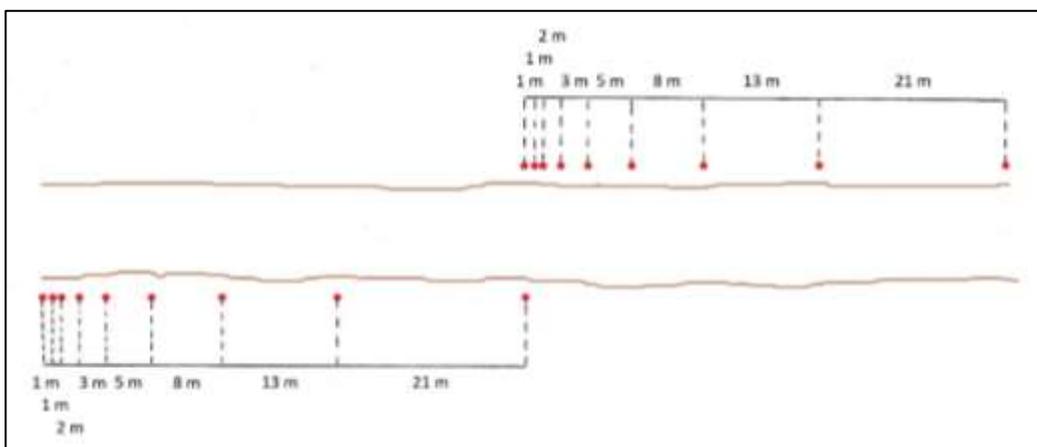


Figura 15. Disposición de elementos de conducción delimitantes, siguiendo la Secuencia Fibonacci, alternando a cada lado del sendero (elaboración propia).

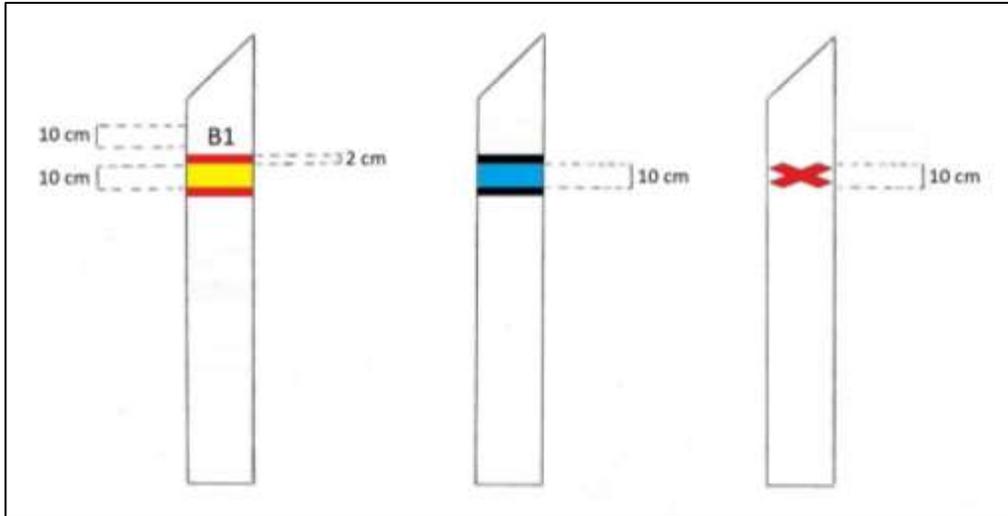


Figura 16. Postes de continuidad: de progresión, para un sendero de clase longitudinal corta (izquierda); de cruce o de ubicación puntual, para un sendero de clase longitudinal media (centro); y de paso fuera del sendero (derecha) (elaboración propia basado en FEDME, 2018).

VII. LITERATURA CITADA

- Acevedo, S., O. A., M. A. Morales D. y S. B. Valencia P. 2002. Pintura rupestre del estado de Hidalgo. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México. 155 p.
- Alternativaslibres. 2021. México mapa base con DEM. Descargas. Consultado el 3 de enero de 2021 en: https://alternativaslibres.org/es/download.php?file=gmapsupp_Mexico_DEM.zip
- Arqueofuer. 2011. Red de senderos de Fuenteventura. España. Cabildo de Fuenteventura. Consultado el 6 de mayo de 2021 en: <https://visitfuerteventura.es/media/uploads/topoguia-fv-red-de-senderos-Gr131.pdf>
- Barahona, A. 2001. Origen y evolución del ser humano. ¿Cómo ves? Revista de divulgación de la ciencia de la UNAM. 32: 10-14.
- Besse, J. M. 2006. Las cinco puertas del paisaje. In: Paisaje y pensamiento. Maderuelo, J. (dir.). Abada Editores. España. 270 p.
- Bonilla, D., J. 2008. El origen del bipedalismo en los primates. Casa del tiempo. 1: 67-70.
- Cabildo La Palma. 2021. GR 130. Etapa 1: S/C de La Palma – Puntallana. España. Consultado el 6 de mayo de 2021 en: <https://www.senderosdelapalma.es/senderos/lista-de-senderos/senderos-gran-recorrido/gr-130-etapa-1-sc-de-la-palma-puntallana-canarias-la-palma/>
- Cancer, P., L. 2002. La conservación del medio ambiente. In: Manual de técnicas de montaña e interpretación de la naturaleza. Melendo, S., J. A., N. Arbonés C., L. Cancer P., P. Maza R. y F. Lampre V. (comps). Editorial Paidotribo. España. 310 p.
- Chávez, de la P., J. 2011. Ecoturismo TAP. Metodología para un turismo ambientalmente planificado. Trillas. México. 214 p.

Comisión Nacional del Agua (CNA). 1998. Cuencas hidrológicas. Escala 1:250,000. Consultado el 18 de marzo de 2021 en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1998. Subcuencas hidrológicas. Escala 1:1,000,000. Consultado el 18 de marzo de 2021 en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2014. Localidades rurales y urbanas 1, 2010. Consultada el 18 de marzo de 2021 en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2018a. Registros de ejemplares de anfibios. Geoportal del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. Catálogo de metadatos. Consultado el 13 de abril de 2020 en: <http://geoportal.conabio.gob.mx/#!@m=mixto@f=municipios.mx:13061@l=anfibios:1>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2018b. Registros de ejemplares de aves. Geoportal del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. Catálogo de metadatos. Consultado el 13 de abril de 2020 en: <http://geoportal.conabio.gob.mx/#!@m=mixto@f=municipios.mx:13061@l=aves:1>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2018c. Registros de ejemplares de bacterias. Geoportal del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. Catálogo de metadatos. Consultado el 13 de abril de 2020 en: <http://geoportal.conabio.gob.mx/#!@m=mixto@f=municipios.mx:13061@l=bacterias:1>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2018d. Registros de ejemplares de hongos. Geoportal del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. Catálogo de metadatos. Consultado el 13 de

abril de 2020 en:
<http://geoportal.conabio.gob.mx/#!@m=mixto@f=municipios.mx:13061@l=hongos:1>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2018e. Registros de ejemplares de invertebrados. Geoportal del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. Catálogo de metadatos. Consultado el 13 de abril de 2020 en:
<http://geoportal.conabio.gob.mx/#!@m=mixto@f=municipios.mx:13061@l=invertebrados:1>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2018f. Registros de ejemplares de mamíferos. Geoportal del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. Catálogo de metadatos. Consultado el 13 de abril de 2020 en:
<http://geoportal.conabio.gob.mx/#!@m=mixto@f=municipios.mx:13061@l=mamiferos:1>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2018g. Registros de ejemplares de peces. Geoportal del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. Catálogo de metadatos. Consultado el 13 de abril de 2020 en:
<http://geoportal.conabio.gob.mx/#!@m=mixto@f=municipios.mx:13061@l=peces:1>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2018h. Registros de ejemplares de plantas. Geoportal del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. Catálogo de metadatos. Consultado el 13 de abril de 2020 en:
<http://geoportal.conabio.gob.mx/#!@m=mixto@f=municipios.mx:13061@l=plantas:1>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2018i. Registros de ejemplares de protoctistas. Geoportal del Sistema Nacional de

- Información sobre Biodiversidad. Catálogo de metadatos. Consultado el 13 de abril de 2020 en: <http://geoportal.conabio.gob.mx/#!@m=mixto@f=municipios.mx:13061@l=protoc tistas:1>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2018j. Registros de ejemplares de reptiles. Geoportal del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. Catálogo de metadatos. Consultado el 13 de abril de 2020 en: <http://geoportal.conabio.gob.mx/#!@m=mixto@f=municipios.mx:13061@l=reptile s:1>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2020a. Biodiversidad mexicana. Consultado el 9 de marzo de 2021 en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/quees.html>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2020b. Distribución de especies. Consultado el 9 de marzo de 2021 en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/distribesp>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2020c. Enciclovida. Consultado el 22 de enero de 2021 en: <https://enciclovida.mx/>
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2015. Servicios Ambientales. Consultado el 5 de mayo de 2021 en: <https://www.gob.mx/conafor/documentos/servicios-ambientales-27810>
- Conde, F., L., D. Ceballos L., F. López L., J. L. Del Río Del R., F. Ortega A. y J. A. Funes C. 2012. El senderismo. Una actividad Física saludable para las personas mayores. *EmásF Revista Digital de Educación Física*. 19: 8-17.
- Consorcio Camino del Cid. 2019. Guía Senderista Ruta El Destierro. España. Consorcio Camino del Cid. Consultado el 6 de mayo de 2021 en: <https://www.caminodelcid.org/rep/2f72/topoguias-propias/1817802/21/guia-senderista-ruta-el-destierro-pdf?d=1>

- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). 2020. Apéndices I, II y III. [En línea]. Consultado el 22 de noviembre de 2020 en: <https://www.cites.org/esp/app/appendices.php>
- Del Bosque. G., C. Fernández F., L. Martín-Forero M. y E. Pérez A. 2012. Los sistemas de información geográfica y la investigación en ciencias humanas y sociales. Apuntes de Ciencias Instrumentales y Técnicas de Investigación 3. Confederación Española de Centros de Estudios Locales (CSIC). España. 145 p.
- Dirección Provincial de Ordenamiento Urbano y Territorial. 2011. Sistemas de información geográfica para el ordenamiento territorial. Serie documentos de gestión urbana 1. Secretaría de Urbanismo y Vivienda. Ministerio de Infraestructura. Argentina. 88 p.
- Federación Española de Deportes de Montaña y Escalada (FEDME). 2012. Senderos señalizados y desarrollo rural sostenible. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. España. 101 p.
- Federación Española de Deportes de Montaña y Escalada (FEDME). 2018. Manual de señalización de senderos GR, PR y SL. Edición digital. 79 p.
- Figuerola, C., L. Castro, J. R. Fox y M. Lozano. 2013. La Secuencia de Fibonacci y el Número de Oro en ingeniería eléctrica y análisis numérico. Formación Universitaria 6(2): 23-32.
- García, R., S., A. M. Flores I. y B. C. Valdez Q. 2018. Diseño y operación de un sendero interpretativo universitario. Primer Congreso Nacional de Educación Ambiental para la Sustentabilidad. Academia Nacional de Educación Ambiental. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. México. 1560 p.
- Garmin. 2019. GPSMAP 64 Series / GPSMAP 64X Series. Manual del usuario. 15p.
- Global Positioning System (GPS). 2014. GPS applications. Consultado el 29 de enero de 2020 en: <https://www.gps.gov/applications/>

- Global Positioning System (GPS). 2017. GPS overview. Consultado el 29 de enero de 2020 en: <https://www.gps.gov/systems/gps/>
- Global Positioning System (GPS). 2018. Control segment. Consultado el 29 de enero de 2020 en: <https://www.gps.gov/systems/gps/control/>
- Global Positioning System (GPS). 2019. GPS educational resources for students and teachers. Consultado el 27 de enero de 2020 en: <https://www.gps.gov/students/>
- Global Positioning System (GPS). 2020. Space segment. Consultado el 29 de enero de 2020 en: <https://www.gps.gov/systems/gps/space/>
- Google Earth. 2021. "Xihuingo". 14 Q 548349.30 m E 2192565.03 m N. Consultado el 1 de junio de 2021.
- Herrero, A. 2017. Navegando por los turbulentos tiempos del Antropoceno. *Ecología Política. Cuadernos de debate internacional*. 53:18-25.
- Hofmann, A. 2006. Mundo interior mundo exterior. Pensamientos y perspectivas del descubridor de la LSD. *La liebre de marzo*. España. 127 pp.
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED). 2010. Hidalgo. Medio físico. *Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México*. Consultado el 18 de enero de 2020 en: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM13hidalgo/mediofisico.html>
- Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). 2018. Zona arqueológica Tepeapulco o Xihuingo. Consultado el 18 de enero de 2020 en: <https://www.inah.gob.mx/zonas/82-zona-arqueologica-tepeapulco-o-xihuingo>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2000. Conjunto de datos vectoriales de la serie topográfica. Rocas. Escala 1:1,000,000. Consultado el 18 de marzo de 2021 en: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825267827>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2001a. Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional serie I. Provincias fisiográficas.

- Escala 1:1,000,000. Formato electrónico. Consultado el 18 de marzo de 2021 en:
<https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825267575>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2001b. Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional serie I. Subprovincias fisiográficas. Escala 1:1,000,000. Formato electrónico. Consultado el 18 de marzo de 2021 en:
<https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825267599>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2001c. Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional serie I. Sistema topoformas. Escala 1:1,000,000. Formato electrónico. Consultado el 18 de marzo de 2021 en:
<https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825267582>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2005. Conjunto de datos edafológicos. Escala 1:1,000,000. Consultado el 18 de marzo de 2021 en:
<https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825267636>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2006. Red hidrográfica digital de México. Edición 1.0. Escala 1:250,000. Consultado el 18 de marzo de 2021 en: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463598428>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2008. Unidades climáticas. Escala 1:1,000,000. Consultado el 1 de mayo de 2021 en:
<https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825267568>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2011. Inventario nacional de fenómenos geológicos. Escala 1:250,000. Formato electrónico. Consultado el 18 de marzo de 2021 en:
<https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825004662>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2015a. Modelo digital de elevación tipo superficie con 5m de resolución derivado de datos sensores remotos satelitales y aerotransportados. E14B12E1. Escala 1:10,000. Formato

- electrónico. Consultado el 23 de febrero de 2020 en:
<https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463100669>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2015b. Guía para la Interpretación de Cartografía: Uso del Suelo y Vegetación: escala 1:250,000: serie V. INEGI. México. Consultado el 19 de marzo de 2021 en:
https://www.inegi.org.mx/contenidos/temas/mapas/usosuelo/metadatos/guia_inte_rusosuelov.pdf
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2016. Uso del Suelo y Vegetación, serie VI. Escala 1:250,000. Consultado el 18 de marzo de 2021 en
<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2018. División política municipal, 1:250,000. Consultado el 13 de marzo de 2020 en:
<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2020. Catálogo Único de Claves de Áreas Geoestadísticas Estatales, Municipales y Localidades. Consultado el 2 de marzo de 2020 en: <https://www.inegi.org.mx/app/ageem/>
- Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE). 2017. Beneficios de caminar una hora diaria. Consultado el 11 de enero de 2020 en: <https://www.gob.mx/issste/articulos/conoces-los-beneficios-de-caminar-diariamente-te-los-compartimos-en-este-blog-empieza-a-caminar-y-sientete-bien?idiom=es>
- International Union for Conservation of Nature (IUCN). 2020. The IUCN Red List of Threatened Species [En línea]. Versión 2020-2. Consultado el 22 de enero de 2021 en: <https://www.iucnredlist.org/es>
- León-Portilla, M. 2018. La filosofía náhuatl estudiada en sus fuentes. Primera edición en la colección Obras. Universidad Nacional Autónoma de México. El Colegio Nacional. México. 500 pp.

- Lorenzo, M. C. 2014. Los marcadores del sitio arqueológico Xihuingo, Tepeapulco. Magotzi. Boletín Científico de Artes del Instituto de Artes. 4(2). Consultado el 18 de enero de 2020 en: <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/ida/n4/e2.html>
- Llorente-Bousquets, J. y S. Ocegueda. 2008. Estado del conocimiento de la biota. In: Capital Natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO. México. 620 p. Consultado el 17 de marzo de 2021 en: <https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/13317.pdf>
- Martínez, R. E. 1996. La restauración ecológica. Ciencias. Revista cultural científica. 43: 56-61.
- Maza, R., P. 2002. Senderos y caminos. In: Manual de técnicas de montaña e interpretación de la naturaleza. Melendo, S., J. A., N. Arbonés C., L. Cancer P., P. Maza R. y F. Lampre V. (comps). Editorial Paidotribo. España. 310 p.
- Melendo, S., J. A. 2002. Técnicas de progresión por senderos e itinerarios de media y baja montaña. In: Manual de técnicas de montaña e interpretación de la naturaleza. Melendo, S., J. A., N. Arbonés C., L. Cancer P., P. Maza R. y F. Lampre V. (comps). Editorial Paidotribo. España. 310 p.
- Método de Información de Excursiones (MIDE). 2002. Método de Información de Excursiones. Manual de procedimientos (Versión 1.1). Federación Aragonesa de Montañismo. Servicio de Protección Civil del Departamento de Política Territorial, Justicia e Interior del Gobierno de Aragón. Obra Social y Cultural de Ibercaja. España. 16 p.
- México desconocido. 2010. Xihuingo: Teotihuacan amurallada en Hidalgo. Consultado el 18 de enero de 2020 en: <https://www.mexicodesconocido.com.mx/xihuingo-teotihuacan-amurallada-en-hidalgo.html>
- Molina, Z. R. 1998. El ejercicio y la salud, “la caminata”, beneficios y recomendaciones. Revista Costarricense de Salud Pública. 7: 65-72.
- Naturalista. 2021. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Consultado el 2 de junio de 2021 en: <https://www.naturalista.mx/>

- Neyra, J., J. A. 2012. Guía de las altas montañas de México y una de Guatemala. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 413 p.
- Norma Mexicana NMX-AA-133-SCFI-2013. 2014. Requisitos y especificaciones de sustentabilidad del ecoturismo. Secretaría de Economía. México. 101 p.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). 2020. Aqueduct of Padre Tembleque Hydraulic System. World Heritage List. Consultado el 20 de marzo de 2021 en: <http://whc.unesco.org/en/list/1463>
- Oruxmaps. 2021. Oruxmaps Travel and Sport companion. Consultado el 1 de mayo de 2021 en: <https://www.oruxmaps.com/cs/es/>
- QGIS. 2020b. Profile tool. Consultado el 12 de marzo de 2020 en: <https://plugins.qgis.org/plugins/profiletool/>
- Real Academia Española (RAE). 2019a. Senderismo. Diccionario de la lengua española. Versión 23.3 en línea. Consultado el 29 de enero de 2020 en: <https://dle.rae.es/?w=senderismo>
- Real Academia Española (RAE). 2019b. paisaje. Diccionario de la lengua española. Versión 23.3 en línea. Consultado el 30 de mayo de 2021 en: <https://dle.rae.es/paisaje>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2019. Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación. Consultado el 22 de enero de 2021: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5578808&fecha=14/11/2019
- Secretaría de Turismo (SECTUR). 2004a. Guía para el diseño y operación de senderos interpretativos. México. 145 p.
- Secretaría de Turismo (SECTUR). 2004b. Diseño y operación de rutas de caminata. México. 74 p.

- Secretaría de Turismo (SECTUR). 2004c. Turismo alternativo. Una nueva forma de hacer turismo. México. 58 p.
- Secretaría de Turismo (SECTUR). 2004d. Señalética para áreas en donde se practican actividades de turismo alternativo. México. 87 p.
- Secretaría de Turismo (SECTUR). 2011. Tepeapulco, Hidalgo. El destino del mes. Patrimonio cultural y turismo. Consultado el 19 de marzo de 2021 en: https://patrimonioculturalyturismo.cultura.gob.mx/destino_mes/tepeapulco/index.html
- Senderos GR. 2015. GR 93 – Sierras de La Rioja. España. Consultado el 6 de mayo de 2021 en: <https://www.senderosgr.es/SenderosDetalle.aspx?IdSendero=95>
- Servicio Meteorológico Nacional (SMN). 2021. Normales climatológicas por Estado. Hidalgo, estación 00013027 San Jerónimo. Consultado el 25 de febrero de 2021 en: <https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales5110/NORMAL13027.TXT>
- Subsecretaría de Recursos Naturales (SRN). 2020. Conceptos generales. Programa de vida silvestre. Consultado el 5 de mayo de 2021 en: <http://www.sema.gob.mx/SRN-VS-CONCEPTOS.php>
- Tacón, A. y C. Firmani. 2004. Manual de senderos y uso público. Programa de Fomento para la Conservación de Tierras Privadas de la Décima Región. Proyecto Ecorregión Valdiviana CIPMA. República de Chile. 24 p.
- Tilden, F. 1977. Interpreting our heritage. Third edition. The University of North Carolina Press. Estados Unidos de América. 119 p.
- Tuleda, S., M. L. y A. I. Giménez A. 2009. Valoración de impactos y propuestas de actuación del senderismo como actividad turística en el noroeste de la región de Murcia. Papeles de Geografía. 49-50: 147-158.

Union Internationale des Associations d'Alpinisme (UIAA). 2018. UIAA Grados para escalada en roca. Consultado el 18 de febrero de 2020 en: <https://www.theuiaa.org/mountaineering/uiaa-grades-for-rock-climbing/>

Villaseñor, J. L. 2016. Catálogo de las plantas vasculares nativas de México. Revista Mexicana de Biodiversidad 87: 559-902 pp.

Wikiloc. 2021. Wikiloc Outdoor navigation map. Consultado el 1 de mayo de 2021 en: <https://es.wikiloc.com/outdoor-navigation-app>