

Salinas Chávez, Eduardo; Middleton, John. 1998. La ecología del paisaje como base para el desarrollo sustentable en América Latina / Landscape ecology as a tool for sustainable development in Latin America. <http://www.brocku.ca/epi/lebk/lebk.html>

José López García, & Lilia de Lourdes Manzo Delgado. Caso De Estudio: Evaluación De La Capacidad De Carga Como Una Alternativa De Desarrollo Sustentable En Un Sendero Ecoturístico Del Santuario Cerro Pelón, De La Reserva Especial De La Biosfera "Mariposa Monarca" (Mexico).

VERSIÓN PRELIMINAR / PRELIMINARY VERSION

LA ECOLOGÍA DEL PAISAJE COMO BASE PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE EN AMÉRICA LATINA

INTRODUCCIÓN

El campo de acción de la ecología del paisaje se basa en la estructura, función y dinámica de los ecosistemas, mediante el entendimiento de la interacción de la ecología (relación de los factores bióticos con los abióticos) y los factores geográficos, en una escala temporal y espacial, lo que permite estudiar y evaluar los recursos naturales y dictar las políticas de aprovechamiento, conservación o restauración y con base en esto lograr un desarrollo sostenible en el tiempo y garantizar su permanencia para las generaciones futuras.

Para analizar la sustentabilidad de las zonas montañosas de México es necesario conocer el diagnóstico de los diferentes elementos que conforman el paisaje, tales como las condiciones climáticas, las características del relieve, la potencialidad del suelo, la estructura de la vegetación y el tiempo en el que los diferentes procesos geomorfológicos han actuado sobre la superficie terrestre determinando las relaciones ecogeográficas, que con auxilio de la ecología del paisaje, por su carácter holístico resulta ser una herramienta que integra los elementos físicos, bióticos y antrópicos logrando conocer el funcionamiento de un sistema ambiental de manera integrada. A través de dicho análisis se logra identificar los procesos o cambios que en un momento dado pueden alterar el funcionamiento de un sistema ambiental.

Sin embargo, para conservar y aprovechar un recurso es indispensable entender su dinámica y función ecogeográfica, la interacción entre los elementos ambientales en el marco de la ecología del paisaje, logrando, posteriormente, vincular a las comunidades humanas con los proyectos de aprovechamiento tendientes a llevar a cabo un desarrollo sustentable.

DESCRIPCIÓN DEL PAÍS

México cubre una superficie de casi 2 000 000 Km², constituyendo uno de los países más extensos y poblados de América. Presenta un territorio eminentemente montañoso, con dos grandes cordilleras, la Sierra Madre Oriental y la Sierra Madre Occidental, con orientación norte a sur. Entre ambas cadenas montañosas se halla una región de altiplanicies, fragmentada en diversas cuencas y bolsones. En la parte central se encuentra una Sierra Volcánica Transversal, que recorre el territorio de este a oeste, incluyendo las mayores elevaciones del territorio mexicano, con varias elevaciones superiores a los 5000 msnm.

La estructura ecológica de México ha experimentado durante décadas un proceso intenso de crecimiento económico con un deficiente control ambiental, así como una expansión demográfica sostenida y aunado a lo anterior se tiene una baja evaluación

de los recursos naturales, con una tradición en la explotación de tierra para agricultura de temporal de subsistencia, una ganadería extensiva que ha llevado al territorio a una destrucción acelerada de los recursos forestales y considerando que la vocación de las zonas montañosas debería ser forestal, se ha visto reducida por un aprovechamiento irracional, que para nada ha tomado en cuenta el desarrollo sustentable.

En la medida en que se conocen y evalúan los recursos naturales de una región, en esa misma medida es posible lograr un aprovechamiento sostenido. La sustentabilidad tiene un costo, y es un valor que en México no se ha tomado en cuenta en la explotación de los recursos naturales.

En virtud de la problemática socioeconómica y ambiental que presenta la Reserva Especial de la Biosfera Mariposa Monarca, es urgente encontrar alternativas y, a la vez, controlar o disminuir el impacto que sobre el medio forestal se ejerce, a fin de lograr un desarrollo sustentable, que permita asegurar la permanencia del fenómeno migratorio y de hibernación del lepidóptero *Danaus plexippus*, conocido como mariposa monarca, logrando también la protección de las cabeceras hídricas y, además, crear las condiciones para que los ejidatarios legalmente dueños de los terrenos de dicho santuario protejan, manejen y usufructúen sus recursos naturales adecuadamente, como una alternativa para un desarrollo sustentable.

ANÁLISIS SOBRE LA ECOLOGÍA DEL PAISAJE

En México el término ecología del paisaje no es muy utilizado, pero considerando que su significado trata de comprender y explicar las interrelaciones que existen entre el hombre y la naturaleza desde la perspectiva de la transformación del paisaje en su interacción espacial y temporal, incorporando en ello la dinámica del cambio histórico de la tierra, se puede decir que se han usado términos equivalentes como son ecogeografía, geoecología, ordenamiento ecológico, teoría general de sistemas, entre otros, pero cuya base epistemológica es la misma.

A partir de 1976, con la promulgación de la Ley General de Asentamientos Humanos, el gobierno federal comenzó a producir Ecoplanes y Planes de Desarrollo Ecológico a nivel estatal y municipal, dando inicio a los estudios en donde la ecología del paisaje, ha jugado un papel importante.

Para 1983, con la expedición de la Ley de Planeación se iniciaron los Ordenamientos Ecológicos, que son el instrumento en donde, con un enfoque ecológico - geográfico se busca la regulación del aprovechamiento de los recursos naturales, aplicando los conceptos de la ecología del paisaje.

Actualmente en un país en vías de desarrollo como México, dentro del Plan Nacional de Desarrollo, existe como premisa primordial lograr el óptimo aprovechamiento de los recursos naturales a través de la participación activa de las comunidades, ya que ellas además de obtener los mayores beneficios deben ser los más interesados en mantener y conservar la sustentabilidad de nuestros recursos naturales.

Dicho objetivo está respaldado por una serie de instrumentos legales, siendo el más importante la Ley General de Protección al Ambiente, dentro de la cual se establece como principal instrumento de planeación el Ordenamiento Ecológico, cuyo proceso de elaboración incluye un diagnóstico integral, que puede emplear como herramienta la ecología del paisaje, sin embargo no siempre se recurre a ésta, prefiriendo el método de sobreposición cartográfica.

Sin embargo, los aspectos de carácter funcional han sido poco estudiados debido al largo tiempo que se requiere para ello, pero existe un interés, por la importancia que reviste conocer la heterogeneidad ambiental de nuestro país, que es producto de su ubicación geográfica, de su accidentada orografía que establece variadas condiciones climáticas, lo cual ha originado una gran diversidad biológica y por lo tanto una gran variedad de ecosistemas. Una forma de entender su funcionamiento es por medio de la ecología del paisaje, lo cual constituye un gran reto para la ciencia, pues se conoce aún muy poco acerca del funcionamiento de los ecosistemas y su interacción con el hombre.

CASO DE ESTUDIO: EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA COMO UNA ALTERNATIVA DE DESARROLLO SUSTENTABLE EN UN SENDERO ECOTURISTICO DEL SANTUARIO CERRO PELÓN, DE LA RESERVA ESPECIAL DE LA BIOSFERA "MARIPOSA MONARCA".

José López García

L
i
l
i
a

d
e

L
o
u
r
d
e
s

M
a
n
z
o

D
e
l
g
a
d
o

ANTECEDENTES

Los recursos terrestres se utilizan con una diversidad de fines, que pueden competir entre sí; por lo que en consecuencia es conveniente planear y ordenar todos los usos en forma integral. Para ello es necesario que dicha integración se realice en dos niveles, incluyendo, por un lado, todos los factores ambientales, sociales y económicos y, por otro, todos los componentes del medio ambiente y los recursos conjuntamente. La integración de los factores y componentes permite identificar alternativas y compensaciones adecuadas llevando a su máximo nivel la productividad y la utilización sostenible (Naciones Unidas, 1992) .

Las áreas boscosas de coníferas, deben ser protegidas, ya que en general se localizan en las cabeceras hídricas permitiendo la recarga de acuíferos, y justo es donde la mariposa hiberna, por lo cual este estudio piloto si fuera favorable traería como consecuencia un modelo de protección de las Áreas Naturales Protegidas y serviría como punto de partida para cualquier área, ya que todas las zonas boscosas enfrentan los mismos problemas de degradación por mal manejo y desconocimiento de las alternativas de usufructo y por lo tanto con riesgo a desaparecer como tantas otras. En este sentido se tienen avances, en los intentos por proteger las zonas boscosas, mediante decretos, pero no son suficientes para garantizar la permanencia de esta especie, sin embargo se ha observado que requiere de ambientes no perturbados para hibernar y reproducirse. En este sentido se puede decir que en México, cada vez se está impactando las áreas donde la mariposa monarca hiberna y se reproduce y no solo esto, sino las áreas que a su paso utiliza para realizar su ciclo.

Para poder cumplir con lo anterior es necesario llevar a cabo una planeación integral, que incluya los aspectos del conocimiento biológico de la especie, sus hábitats eminentemente forestales, los aspectos socioeconómicos de las poblaciones ubicadas en el área de influencia de la Reserva Especial de la Biosfera Mariposa Monarca, ya que el usufructo se basa en estos terrenos, por su carácter legal y su permanencia depende de las medidas tendientes a su protección.

Sin embargo para conservar y aprovechar un recurso es indispensable conocer su dinámica y función ecogeográfica, la interacción entre los elementos medio ambientales, logrando posteriormente vincular a las comunidades humanas con los proyectos, tendientes a llevar a cabo un desarrollo sustentable.

La capacidad de carga es un concepto relativo que envuelve consideraciones de juicio y científicos, presenta un rango de valores los cuales deben ser asociados a los objetivos de manejo específicos para un área dada. (Kuss, F., Graefe, A. and Vaske, J. 1990).

Para determinar la capacidad de carga ecoturística de un área, es necesario conocer la relación existente entre los parámetros de manejo del área y los parámetros de impacto de las actividades a realizar en esta zona y de esta manera, tomar decisiones para estimar la capacidad de carga turística. Por lo tanto la capacidad de carga es una estrategia potencial para reducir los impactos de la recreación de los visitantes en Áreas Naturales Protegidas (Kuss, F., Graefe, A. and Vaske, J. 1990).

La capacidad de carga de visitantes debe ser considerada a tres niveles consecutivos, iniciando con la Capacidad de Carga Física, que está dada por la relación simple entre el espacio disponible y la necesidad normal de espacio por visitante, entendida como el límite máximo de visitas que pueden hacerse en un sitio con espacio definido, en un tiempo determinado (Cifuentes, 1992).

La Capacidad de Carga Real se determina sometiendo a la Capacidad de Carga Física a una serie de factores de corrección (reducción) que son particulares a cada sitio, como la erodabilidad y accesibilidad para este caso particular, según sus características. Los factores de corrección se obtienen considerando variables físicas, ambientales, ecológicas, sociales y de manejo (Cifuentes, M. 1992), que modifican o podrían cambiar su condición y su oferta de recursos.

La Capacidad de Carga Permisible, toma en cuenta el límite aceptable de uso, al considerar la capacidad de manejo de la administración del área, la cual cambia al modificarse la capacidad de manejo administrativa o por acondicionamiento del sendero ecoturístico. Es el límite máximo de visitantes que se puede permitir, dada la capacidad para ordenarlas y manejarlas.

La capacidad de manejo se define como la suma de condiciones que la administración de un área protegida necesita para poder cumplir a cabalidad con sus funciones y objetivos. En donde intervienen variables como respaldo jurídico, políticas, equipamiento, dotación de personal, financiamiento, para obtener una figura de lo que sería la capacidad de manejo mínima indispensable.

El objetivo de este trabajo es impulsar el ecoturismo como una alternativa para un desarrollo sustentable de la Reserva Especial de la Biosfera "Mariposa Monarca", en el caso particular del Santuario Cerro Pelón y su área de influencia, para lo cual se hace necesario evaluar la capacidad de carga ecoturística que éste puede aceptar, y estimar el impacto ambiental que ocasionaría. Por tanto, la capacidad de carga es una estrategia potencial para reducir los impactos de la recreación de los visitantes en áreas naturales protegidas.

METODOLOGÍA

Para llevar a cabo este proyecto se realizó una revisión bibliográfica y cartográfica que permitiera tener un diagnóstico ecogeográfico de la Reserva Especial de la Biosfera Mariposa Monarca, Santuario Cerro Pelón y posteriormente se realizó una revisión y selección de los materiales bibliográficos con rigor científico, documentos técnicos oficiales; cartografía geográfica, trabajos, que en lo general aborda la problemática ambiental, aportando información científica actualizada y confiable sobre aspectos naturales que, vinculados con los criterios conservacionistas, fundamentan con argumentos sólidos y válidos innumerables propuestas para proteger legalmente ésta Área Natural Protegida.

Se llevo a cabo el diseño y elaboración de mapas temáticos con apoyo técnico de fotointerpretación estereoscópica (fotografías aéreas 1:70 000, recientes, enero 1994) y su posterior restitución (Transferencia estereoscópica de las fotografías aéreas al mapa topográfico), mediante un Stereosketch.

En el trabajo de campo se realizó la verificación cartográfica, ubicación local de instalaciones e infraestructura, entrevistas con los conocedores de la problemática social del lugar como son las personas de mayor edad.

Se recorrieron los diferentes senderos que tienen acceso a la zona de hibernación de la Mariposa Monarca, acompañados por personas del lugar que fungieron como guías. Los senderos fueron transferidos a las fotografías aéreas, así como los rasgos mas distintivos del paisaje. Los senderos que mostraron mayor potencial ecoturístico fueron medidos en longitud, señalando con estacas cada 100 metros.

Con esto se verificó y amplió el diagnóstico ecogeográfico del área del proyecto, logrando a su vez una mejor planeación del sendero, identificando los sitios con características particulares que permitieran el establecimiento de lugares de descanso y los que por su valor estético, pudieran elegirse como miradores, considerando los aspectos de diversidad biológica, estado de conservación de la vegetación y accesibilidad del sendero. Así mismo se realizó un registro de las características físicas del sendero en cuanto a: grado de pendiente, tipo de suelo, pedregosidad, rocosidad, procesos erosivos y erodabilidad.

Una vez definido el trayecto del sendero principal, se delimitó con piedras encaladas y se colocaron letreros informativos a todo lo largo del sendero. Terminándose con el diagnóstico ecogeográfico. Se procedió a evaluar la capacidad de carga de visitantes que el sendero puede soportar.

También fue necesario evaluar en función de la capacidad de carga obtenida las necesidades de espacio para vehículos. Para el establecimiento del estacionamiento se calculó con base a la capacidad de carga permisible en el sendero y a la capacidad de manejo actual, se determinó el número de cajones de estacionamiento necesario para satisfacer la demanda de visitantes.

DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO

La Reserva Especial de la Biosfera Mariposa Monarca, Santuario Cerro Pelón, tiene una superficie de 8,132-47-50 ha, de las cuales 6,787-33-50 ha es la zona de amortiguamiento y 1,345-14-00 ha. corresponde a la zona núcleo. Con un 90% en el Estado de México y un 10% en el Estado de Michoacán (Véase figura No. 1).

MAPA DE LOCALIZACIÓN

En el área correspondiente al Estado de México se encuentra el ejido El Capulín, ejido el Mirador, comunidades de Mesas Altas y de San Juan Xoconusco, que forman parte del municipio de Donato Guerra, asimismo la Comunidad de San Pablo Malacatepec y ejido Varechiquichuca, pertenecientes al municipio de Villa de Allende. Dentro del estado de Michoacán se tiene al ejido de Nicolás Romero dentro del municipio de Zitacuaro.

La región desde el punto de vista geológico esta formada por rocas pliocuaternarias, ubicada dentro de la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico, que han formado un relieve montañoso compuesto por volcanes andesíticos y basálticos, así como nivelación de superficies por productos piroclásticos, que suavizaron el relieve original. Dada la juventud del relieve no se ha desarrollado un drenaje superficial muy definido, pero sí escurrimientos temporales, en los valles intramontanos. Debido a la alta permeabilidad de los depósitos volcánicos, se tiene alta retención de humedad, lo que origina una intensa disección fluvial, con el consiguiente arrastre de materiales a las partes más bajas.

Tomando en cuenta que las cenizas volcánicas al quedar al descubierto sufren un proceso de desecación y cementación, dando origen a fragipanes (tepetates), los que en condiciones naturales se encuentran hidratadas bajo una vegetación de bosque de coníferas, que al ser deforestadas, ocasiona que el suelo oscuro, rico en materia orgánica sea arrastrado a las partes bajas y se inicie un proceso de desecación, que paulatinamente convierte a estas superficies en misceláneos rocosos, ya que la deshidratación es irreversible y por lo tanto al perder el agua automáticamente esta condenada a la erosión.

Estos materiales litológicos en condiciones templado húmedo, desarrolla suelos con propiedades andícas (como son alta retención de agua, una densidad aparente baja y fijación de fósforo), entre los que tenemos a los andosoles húmicos, que se caracterizan por presentar acumulación de materia orgánica y saturación de bases menor del 50 %. Estos suelos se localizan en áreas de moderada pendiente y buen estado de conservación de la vegetación.

En pequeñas áreas se han desarrollado suelos oscuros, ricos en materia orgánica, saturación de bases mayor a un 50 %, lo que les confiere una riqueza en nutrientes, dando origen a los Andosoles mólicos, que se ubican en las áreas mejor conservadas y con menor pendiente, formando suelos profundos.

En áreas con menor desarrollo, pero a partir del mismo material parental, se han desarrollado Andosoles ócricos, de colores claros y pobres en materia orgánica, se ubican generalmente en espesos depósitos de ceniza volcánica y en pendientes fuertes.

En lugares con afloramientos rocosos y en zonas pedregosas los Andosoles se encuentran asociados a Regosoles éutricos y Litosoles.

Los Andosoles en general presentan un alto riesgo de erosión y una susceptibilidad alta de erodabilidad, por su carácter de poco desarrollado, aunado a pendientes fuertes, originando procesos de erosión acelerada y movimientos en masa.

El santuario Cerro Pelón abarca un rango altitudinal de los 2,380 a 3,500 msnm, siendo las partes más altas y con relieve accidentado las zonas más importantes como cabeceras hídricas, permitiendo que las áreas boscosas sean las responsables de una importante zona de captación pluvial. Estas elevaciones (zonas de hibernación de la Mariposa Monarca), juegan un papel primordial en la recarga de los mantos acuíferos que abastecen a las Ciudades de México y Toluca entre otras, factor que refuerza la necesidad de conservar las condiciones naturales de esta zona.

Esta región se caracteriza por presentar un régimen de temperatura semifrío, según el sistema de Köppen (modificado por García), con temperatura media anual inferior a 12 °C. En cuanto a la precipitación se tienen valores anuales de 900 a 1200 mm, dando una condición subhúmeda, con lluvias en verano y una temperatura promedio anual de 8.8 °C. (García E. 1997).

En el Santuario Cerro Pelón los elementos dominantes en el estrato arbóreo, son *Pinus*, *Quercus*, *Abies*, *Cupresus* y *Alnus* (Pino, Encino, Oyamel, Cedro y Aile), generalmente se presentan en asociaciones de acuerdo a las características ecogeográficas, formando bosques de pino-encino, aile - pino, pino - encino - aile, encino - pino - aile, cedro - pino, en general una gran variedad de asociaciones, en diferentes estados de conservación. También se encontraron elementos de *Populus*, *Fraxinus* y *Arbutus* (Álamo, Fresno y Madroño).

Para el estrato arbustivo se observó los siguientes géneros: *Senecio*, *Eupatorium*, *Cestrum*, *Salvia* y algunas especies de compuestas.

Bosque de Pino - Encino. Se distribuye desde los 2275 a los 2600 msnm, son los mas ampliamente distribuidos y abarcan gran parte del Santuario Cerro Pelón.

Bosque de Pino - Aile o Encino - Aile - Pino. Asociaciones que se distribuye en un rango altitudinal de 2470-2600 msnm. y se presentan en pequeños manchones, aunque en algunos caso se encuentran masas puras de Aile principalmente.

Bosque de Cedro - Pino. Es una asociación muy importante, ya que se presenta en las áreas con mayor humedad y algunas veces los Cedros se asocian con Oyameles en las cañadas. Se establecen en condiciones altitudinales arriba de los 2700 msnm. En las áreas con alteración se presentan zonas de matorrales de *Baccharis conferta*, (escobilla) que responde a zonas donde hubo incendios forestales, asociados generalmente con pastizales.

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA PARA EL SENDERO

La metodología seguida para definir la capacidad de carga del sendero retoma las experiencias de Cifuentes, 1992, adaptándolo a las características propias de este región, considerando que presenta condiciones semejantes.

Se consideraron algunos criterios básicos como son: el flujo de visitantes se realiza en dos sentidos; cada persona ocupa un m² de sendero; el ancho promedio del sendero es de 3 m.; los grupos son de 11 personas máximo incluyendo un guía; la distancia mínima entre grupos para evitar interferencias es de 100 m.; se requieren mínimo 3 horas para realizar la visita; el horario al público es de 9 a 18 horas; la temporada es de enero a marzo; la longitud del sendero es de 4000 m, en total 8000 m., ida y regreso (véase perfil del sendero interpretativo).

Para saber cual es el espacio disponible se considera que si una persona ocupa 1 m²., y requiere 1m. de sendero, cada grupo necesitará 11 m. del mismo. Si la distancia entre grupos es de 100 m. y el ancho del sendero es de 3 m., se establece que el recorrido total es de 8000 m., donde caben 72 grupos que requieren de 792 m. de sendero para estar en él al mismo tiempo, entonces la capacidad de carga física será la distancia de 792 m. multiplicado por el número de visitas, si el Santuario esta abierto 9 horas al día y como cada visita requiere 3 horas, entonces cada día una persona podría hacer 3 visitas, de lo que resulta que en el sendero **físicamente** puede permitir 2376 personas al día, sin interferencias, tomando en cuenta que el flujo de visitantes se realiza en dos sentidos. Pero se hace necesario evaluar la Capacidad de Carga Real, la cual se evaluó de la siguiente manera.

En el área evaluada se dispone de 12 horas de luz solar (6 a 18 horas). Pero de 6 a 9 de la mañana, las temperaturas son bajas y las mariposas monarca se encuentran aletargadas y en reposo, comenzando su actividad después de las 10 de la mañana. Por lo tanto se estableció un horario de visita de 9 a 18 horas (9 horas).

Si se considera la distancia de 4 Km. para recorrer el sendero, en donde queda incluida la zona de hibernación de las Mariposas Monarca, se requiere de 1 hora con 30 minutos. Por lo tanto si el primer grupo que sale a las 9 de la mañana, llegará al final del sendero a las 10:30 y estará de regreso a las 12 del medio día. El último grupo saldrá a las 15:00 horas y llegará al final del sendero a las 16:30 y estará de regreso a las 18:00 horas aproximadamente.

A este nivel fue necesario considerar algunos factores de corrección, como son la erodabilidad y la accesibilidad, para el primero se consideraron las variables pendiente y tipo de suelo, se usó los siguientes rangos de pendiente, < 9%, de 16 - 33% y > 33%; y los tipos de suelo limoso, gravoso o pedregoso. La combinación de éstos, permitió determinar tres niveles de erodabilidad (véase cuadro No.1), establecidas como riesgo bajo, medio o alto.

NIVELES DE ERODABILIDAD			
SUELOS		P E N D I E N T E	

	< 9 %	9 - 33 %	> 33 %
PEDREGOSO	BAJO	BAJO	MEDIO
GRAVOSO	BAJO	MEDIO	ALTO
LIMOSO	ALTO	ALTO	MUY ALTO

Cuadro No. 1. Factor de corrección por erodabilidad

Tomando en cuenta el uso por parte de los visitantes, los tramos de sendero con pendientes menores de 9 %, cualquiera que sea el tipo de suelo presentan un bajo riesgo de erosión.

Los suelos gravosos y pedregosos, el riesgo crece al aumentar la pendiente, pero en el caso de los terrenos pedregosos es significativo por arriba de 33% ; los suelos gravosos por arriba de 9%, mientras que los limosos el riesgo es alto en pendientes inferiores a 9 % y muy alto en pendientes superiores a 9 %.

La determinación del factor de corrección por erodabilidad para el sendero del Santuario Cerro Pelón, considerando que el sendero tiene 3 m. de ancho promedio, doble flujo de visitantes, requiere de los siguientes criterios básicos:

El factor de corrección se estableció considerando la longitud con erodabilidad media y alta dividida entre la longitud del recorrido, quedando expresado en porcentaje. Por lo tanto, sólo se tomo la suma de sectores de mediano (factor de ponderación de 1.5) y alto riesgo de erosión (factor de ponderación de 2). De los 4000 m. de sendero, 1600 m. son de mediano riesgo de erosión y 600 m. son de alto riesgo de erosión, de lo que resulta un factor de corrección por erodabilidad de 45 %

El factor de corrección por accesibilidad, se consideró de mayor relevancia que el sendero tiene 3 m. de ancho, longitud de 4000 m., doble flujo de visitantes, el tipo de suelo compuesto de materiales piroclásticos, material litológico de origen volcánico, consistencia del suelo suave y esponjosa, procesos geomorfológicos cuya dinámica esta regida por materiales jóvenes con alta susceptibilidad a la erosión e hídricos de carácter torrencial en la época de lluvias, por lo que era necesario considerar este factor de corrección a la acción de visitantes a pie.

El factor de corrección se estableció considerando la longitud con accesibilidad media y alta dividida entre la longitud del recorrido, quedando expresado en porcentaje. Por lo tanto es la suma de sectores de mediano (factor de ponderación de 1.2) y alta dificultad de accesibilidad (factor de ponderación de 1.5). De los 4000 m. de sendero 1480 m. tienen mediana dificultad de acceso y 378 una alta dificultad de acceso, de lo que se obtiene un factor de corrección por accesibilidad de 29.29 %.

El cálculo de la capacidad de carga real resulta de multiplicar la capacidad de carga física por los factores de corrección y se obtiene que pueden ingresar al sendero 924 personas por día, de los cuales 840 son visitantes y 84 guías.

La capacidad de carga permisible se obtiene al multiplicar la capacidad de carga real de visitantes por el porcentaje de la capacidad de manejo mínima, que en este momento es de 44.1 %, de lo que resulta que los visitantes permitidos por día es de 370 y 37 guías. Si se mejora el manejo del área es posible aumentar la capacidad de carga efectiva y por el contrario si no se mantiene el nivel de manejo ésta puede disminuir.

A continuación se presenta una estimación para diferentes capacidades de manejo.

CAPACIDAD DE	CAPACIDAD DE	CAPACIDAD DE	CAPACIDAD DE
--------------	--------------	--------------	--------------

MANEJO (%)	CARGA EFECTIVA (Personas/día)	CARGA EFECTIVA (Visitantes/día)	CARGA EFECTIVA Guías/día)
12	111	101	10
25	231	210	21
50	462	420	42
75	693	630	63
100	924	840	84

Se consideró la capacidad de manejo para determinar el límite máximo de visitantes que puede aceptar el área, dada la capacidad para ordenarlas y manejarlas por parte de la administración del Santuario, considerando las necesidades de personal, equipamiento y financiamiento.

Una vez evaluada la capacidad de manejo y estimada la capacidad de carga permisible se procedió a determinar la capacidad de carga del estacionamiento para visitantes, de lo que resultó que se requieren 122 cajones de estacionamiento en promedio, cuando la capacidad de manejo sea del 100% y por lo tanto la capacidad de carga real sea igual que la capacidad de carga permisible. Pero como la capacidad de carga permisible es de 349 visitantes como máximo sólo se requerirán menos de 100 cajones de estacionamiento, considerando que en promedio viajen cuatro personas por automóvil. El estacionamiento tiene una capacidad para 100 automóviles y un área de reserva para otros 100, además de espacio para 10 autobuses, con lo que se asegura el crecimiento futuro de la demanda y que en ningún momento se rebasará la capacidad de carga real.

MAPA DEL SENDERO

PRINCIPALES EXITOS EN EL USO DE LA ECOLOGÍA DEL PAISAJE

La ecología del paisaje resulto ser adecuada para abordar la problemática de evaluación de la capacidad de carga ecoturística, como alternativa para un desarrollo sustentable, lo que permitió determinar la capacidad de carga física (2376 visitantes/día); la capacidad de carga real (840 visitantes/día); y la capacidad de carga permisible (370 visitantes/día), con una capacidad de manejo actual del 44.1 %. De lo anterior se tiene que cuando la capacidad de manejo sea del 100 %, la capacidad de carga permisible será igual a la capacidad de carga real y en ningún momento los impactos generados serán significativos.

Este análisis permitió conocer el número de visitantes que el sendero puede aceptar bajo las condiciones actuales, con lo cual se estableció que los grupos serán de 10 visitantes, acompañados por un guía y con un espaciamento mínimo de 10 minutos entre un grupo y otro.

El empleo de la ecología del paisaje permitió obtener un diagnóstico ecogeográfico y socioeconómico de la Reserva Especial de la Biosfera, Mariposa Monarca, Santuario Cerro Pelón, tendiente a resolver una problemática específica, que de una alternativa y que puede ser extrapolable a los otros cuatro Santuarios y mas aún, a otras zonas boscosas del país.

BIBLIOGRAFÍA

Boo E. 1990. Ecoturismo: Potenciales y escollos. World Wildlife Fund & The Conservation Foundation. Washington, D.C.

Cifuentes M. 1992. Determinación de la Capacidad de carga turística en Áreas Protegidas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. 22p.

García E. 1997. Climatología de la zona de hibernación de la Mariposa Monarca en la sierra transvolcánica de México, invierno 1991 - 1992. Serie varia, núm. 16, Instituto de Geografía, UNAM. México.

Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y pesca y el Centro de Ecología, UNAM. 1995. Plan Ecológico Forestal de la Reserva Especial de la Biosfera "Mariposa Monarca".

Kuss, F., Graefe, A. and Vaske, J. 1990. Visitor Impact Management. National Parks and Conservation Association. 256 p.

Naciones Unidas. 1992. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el desarrollo. Reunión de Río. Junio de 1992.

[\[volver / return\]](#)