

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO



FACULTAD DE GEOGRAFÍA



**“APLICACIÓN DEL ANÁLISIS ESPACIAL Y GEOINFORMÁTICO
PARA LA DETERMINACIÓN DE ZONAS CON APTITUD
TURÍSTICA EN EL PARQUE NACIONAL NEVADO
DE TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO:
CASO TURISMO DE NATURALEZA”.**

T E S I S

Que para obtener el grado de:
Maestro en Análisis Espacial y Geoinformática

Presenta:

Francisco Rafael Chávez Solano

Tutor Académico:

Dr. en Geóg. Fernando Carreto Bernal

Tutores Adjuntos:

Dra. en C. A. Rocío del Carmen Serrano Barquín

Dr. en Antrop. Soc. José Isabel Juan Pérez

Toluca, México

Octubre 2010

INDICE

	Pág.
RESUMEN	II
SUMMARY	II
PRESENTACIÓN	III
INTRODUCCIÓN	5
CAPÍTULO I	9
LOS SISTEMAS COMPLEJOS PARA LA DETERMINACIÓN DE SITIOS CON POTENCIAL TURÍSTICO.	
1.1 Presentación	10
1.2 Definición de un sistema complejo	10
1.3 Los sistemas complejos desde la perspectiva de Rolando García	11
1.4 Elementos que componen un sistema complejo	12
1.5 Estructuras de un sistema	13
1.6 Procesos y niveles de análisis	13
1.7 Parque Nacional Nevado de Toluca. Sistema Complejo	15
CAPÍTULO II	17
SUSTENTABILIDAD, TURISMO Y ANÁLISIS ESPACIAL	
2.1 Presentación	18
2.2 Sustentabilidad y medio ambiente desde la perspectiva de la geografía	18
2.3 Turismo sustentable y comunidad	20
2.3.1 Turismo natural	20
2.3.2 Turismo activo	21
2.3.3 Turismo sustentable	21
2.4 La Geotecnología y el Medio Ambiente	25
2.4.1 El análisis espacial multicriterio y multiobjetivo	27
CAPÍTULO III	30
MARCO GEOGRÁFICO DEL PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA (PNNT), DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS SISTEMAS COMPLEJOS.	
3.1 Presentación	31
3.2 Identificación del PNNT como sistema complejo	31
3.3 Delimitación del sistema	32
3.4 Subsistema natural	35
3.4.1 El Nevado de Toluca en el contexto de las áreas naturales protegidas	35
3.5 Subsistema socioeconómico	54
CAPÍTULO IV	63
ANÁLISIS Y EVALUACIÓN MULTICRITERIO - MULTI OBJETIVO	
4.1 Presentación	64
4.2 Definición de terminología del MCE	64
4.2.1 Decisión	65
4.2.2 Criterio	65
4.2.2.1 Factores	66
4.2.2.2 Restricciones	66
4.3 Regla de Decisión	66
4.4 Evaluaciones multicriterio	67
4.5 Evaluación multiobjetivo	68
4.6 Parámetros de evaluación a considerar en el análisis de criterios	69
4.6.1 Incertidumbre de la Regla de Decisión y Evidencia Directa: Grupos Difusos & Rígid	69
4.6.2 Incertidumbre de la Regla de Decisión y Evidencia Indirecta	70
4.7 Selección del método de evaluación para la identificación de sitios con aptitud turística en el PNNT	70
4.8 Ponderación de los criterios	70
4.9 Evaluación de Factores y Restricciones	72

4.9.1 Combinación lineal ponderada (WLC)	73
4.9.1.1 Intercambio	73
4.9.1.2 Riesgo	73
4.9.2 Promedio Ponderado Ordenado (OWA)	74
CAPÍTULO V	76
ANÁLISIS Y EVALUACIÓN MULTICRITERIO PARA LA DETERMINACIÓN DE ZONAS CON APTITUD TURÍSTICA.	
5.1 Presentación	77
5.2 Fases para la aplicación del análisis y evaluación multicriterio	77
5.2.1 Definición de objetivos	77
5.2.2 Recopilación de información	77
5.2.2.1 Método para la obtención de información técnica por actividad turística	78
5.2.2.2 Obtención de la información cartográfica y estadística	79
5.3 Asignación de pesos (valores) a los criterios	80
5.3.1 Rappel y/o escalada	80
5.3.2 Ciclismo de montaña	84
5.3.3 Caminata, trekking ó senderismo	87
5.3.4 Cabalgata	91
5.3.5 Observación	93
5.4 Información cartográfica	95
5.5 Trabajo de campo	96
CAPÍTULO VI	97
RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN MULTICRITERIO	
5.1 Presentación	98
5.2 Actividad de rappel y escalada	98
5.3 Ciclismo de montaña	104
5.4 Caminata, trakking ó senderismo	113
5.5 Cabalgata	120
5.6 Observación	125
5.7 Propuestas de zonificación de actividades turísticas de naturaleza en el PNNT	128
CONCLUSIONES	132
RECOMENDACIONES	135
BIBLIOGRAFÍA	138
ANEXOS	
Anexo 1 Índice de erosión hídrica laminar y eólica	144
Anexo 2 Cuestionarios	148
Anexo 3 Ficha de control y seguimiento de visitas de campo	154

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Identificación de subsistemas	15
Figura 2. Diagrama de factores e interacciones	16
Figura 3. Ejemplo de estructura jerárquica de factores y atributos	29
Figura 4. Fuente: carta de vegetación y uso de suelo 2000 INEGI	53
Figura 5. Ejemplo de componentes del método de evaluación y análisis multicriterio– multiobjetivo para el tema de vegetación	65
Figura 6. Escala de evaluación de posición continua.	71
Figura 7. Cuadro comparativo de pesos por factor y por orden del método de evaluación multicriterio	75
Figura 8. Criterios para zonas de rappel y escala	82
Figura 9. Criterios para actividades de ciclismo de montaña	86
Figura 10. Criterios para actividades de caminata	89
Figura 11. Criterios para actividades de cabalgata	92
Figura 12. Criterios para actividades de observación	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación del turismo de aventura	24
Tabla 2. Distribución de superficie por municipio dentro del PNNT	33
Tabla 3. Unidades geomorfológicas del PNNT	42
Tabla 4. Climas presentes en el PNNT	45
Tabla 5. Clasificación hidrológica del PNNT	48
Tabla 6. Características generales de los Lagos del Cráter	49
Tabla 7. Vegetación presente en el PNNT.	49
Tabla 8. Porcentaje de superficie por tipo de vegetación	52
Tabla 9. Red de caminos en el PNNT.	57
Tabla 10: Población por localidades y municipios dentro del PNNT	58
Tabla 11. Ubicación de actividades económicas primarias por municipio	60
Tabla 12. Matriz de comparación por pares	71
Tabla 13. Ejemplo de cálculo de pesos para obtener el vector propio de la matriz de comparación por pares	72
Tabla 14. Identificación de criterios y pesos para rappel y escalada	83
Tabla 15. Identificación de criterios y pesos para ciclismo de montaña	86
Tabla 16. Tipos de senderos	88
Tabla 17. Identificación de criterios y pesos para caminata	90
Tabla 18. Identificación de criterios y pesos para cabalgata	92
Tabla 19. Identificación de criterios y pesos para observación	95
Tabla 20. Fuentes de información cartográfica	96
Tabla 21. Resultados estandarizados del análisis para aptitud de rappel y escalada	99
Tabla 22. Resultados de evaluación para rappel y escalada	101
Tabla 23. Resultados estandarizados del análisis para aptitud de ciclismo de montaña	105
Tabla 24. Identificación de zonas con aptitud para ciclismo de montaña	107
Tabla 25. Resultados estandarizados del análisis para aptitud de caminata	113
Tabla 26. Identificación de zonas con aptitud para caminata	115
Tabla 27. Resultados estandarizados del análisis para aptitud de cabalgata	120
Tabla 28. Identificación de zonas con aptitud para cabalgata	121
Tabla 29. Ejemplo para el diseño de lineamientos, objetivos y estrategias	131

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Localización del PNNT	32
Imagen 2. Parque de los Venados.	37
Imagen 3 y 4. Ejemplo de cambio de uso de suelo, mina ubicada a los 3100 msnm	39
Imagen 5. Zacatonal alpino en el Nevado de Toluca. Ceballos G. (GEM 2004).	50
Imagen 6. Rosa de las Nieves	52
Imagen 7 y 8. Conejo Teporingo y Comadreja. Robles P. y Ceballos G. GEM (2004).	53
Imagen 9 y 10. Venado Cola Blanca y Gato Montes. Rurik, L. y Robles, P. GEM (2004).	54
Imagen 11. Condición de caminos presentes al interior del PNNT	57
Imagen 12. Afectación forestal por plagas e incendios. Imagen propia 2010	59
Imagen 13. Actividades de pastoreo dentro del PNNT. Imagen propia 2010	60
Imagen 14. Cambio de uso de suelo. Comunidad Ojo de Agua. Imagen propia 2010	61
Imagen 15. Paredes rocosas en Cerro Gordo. Imagen Propia 2010	83
Imagen 16. Deportistas que practican en las inmediaciones del PNNT. 2010	85
Imagen 17. En el PNNT practican desde deportistas de alto rendimiento hasta visitantes con fines de esparcimiento	88
Imagen 18. Uso de animales de carga para transporte	91

Imagen 19. La mayoría de visitantes, asisten a la zona de lagunas y cráter, por la accesibilidad y la belleza paisajística	93
Imagen 20. Sitio localizado a los 3700 msnm, presenta limitantes de accesibilidad, lejanía de asentamientos humanos y paredes rocosas inestables.	99
Imagen 21. Sitio identificado como “Cerro Gordo”.	100
Imagen 22. Cerro Tepehuisco, Municipio de Tenango del Valle	102
Imagen 23. Afloramiento rocoso en la comunidad de San Pedro Tlanisco, municipio de Tenango del Valle	104
Imagen 24. La presencia de asentamientos humanos, facilita la prestación de servicios. Comunidad El Capulín	105
Imagen 25. La asistencia médica es el servicio considerado de mayor importancia por los turistas	106
Imagen 26. Aprovechamiento de infraestructura de comunicación existente	106
Imagen 27. Vías de comunicación presentes en la comunidad de Rosa Morada	110
Imágenes 28 y 29. Prestación de servicios y accesibilidad en la zona conocida como La Puerta	111
Imágenes 30 y 31. Camino entre la comunidad de Buenavista y Dos Caminos	111
Imágenes 32 y 33. Comunidades de Cruz Colorada y Loma Alta.	112
Imágenes 34 y 35. Comunidad de Raíces y paisajes predominantes en la zona	112
Imagen 36. Aprovechamiento de veredas existentes	114
Imágenes 37 y 38. Comunidad La Puerta y paisajes predominantes en la zona	118
Imágenes 39 y 40. Veredas y paisajes predominantes	118
Imagen 41. Paisajes predominantes en el límite norte del PNNT	119
Imágenes 42y 43. Accesibilidad entre las comunidades de Buenavista y La Puerta	123
Imágenes 44 y 45. Paisajes predominantes en el Sitio 4	123
Imagen 46. Panorámica. Autor Ulrich Pfeufer.	127

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Topográfico. INEGI	34
Mapa 2. Áreas naturales protegidas colindantes al PNNT (CEPANAF 2008).	36
Mapa 3. Geología 1:50,000. INEGI	38
Mapa 4. Hipsométrico. Modelo de Elevación Digital a partir de curvas de nivel INEGI. 2000	40
Mapa 5. Pendientes. Modelo de Elevación Digital a partir de curvas de nivel INEGI. 2000	41
Mapa 6. Edafología. INEGI.	43
Mapa 7. Climas. Atlas Estado de México, 1992.	46
Mapa 8. Hidrología superficial. CNA 2000 y Dirección General de Protección Civil.	47
Mapa 9. Vegetación y uso de suelo. INEGI. 2000 y Franco, S. M. 2006.	51
Mapa 10. Tenencia de la tierra.	56
Mapa 11. Zonas de Aptitud para Rappel y Escalada	103
Mapa 12. Zonas de Aptitud para Ciclismo de Montaña	109
Mapa 13. Zonas de Aptitud para Caminata, trekking o senderismo	117
Mapa 14. Zonas de Aptitud para Cabalgata	124
Mapa 15. Zonas de Aptitud para Observación	126
Mapa 16. Zonas de aptitud turística del PNNT	130
Mapa 17. Erosión hídrica láminar	145
Mapa 18. Rango de erosión eólica	147

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, existen diversas investigaciones realizadas en torno al Nevado de Toluca, particularmente las relacionadas con aspectos físicos, geomorfológicos y edáficos, mientras que en materia de turismo sustentable la contribución es mínima; recientemente, Estrada y Cruz, G. (2008) presentaron el “Análisis de las condiciones ambientales para el aprovechamiento ecoturístico en la Hacienda Tejalpa”, donde resaltan variables de tipo físico para la identificación de zonas aptas para el desarrollo de actividades de campismo, cabalgata, rutas transitables y zonas de conservación. Por su parte, Osorio y Franco (2008), desarrollaron el proyecto de investigación “Programa para el Desarrollo Turístico Sustentable del Parque Nacional Nevado de Toluca, México”, cuyo objetivo fue elaborar un Programa de turismo sustentable en el que se establecen las directrices para su aprovechamiento recreativo – turístico en beneficio de las comunidades rurales localizadas en la zona.

En el ámbito gubernamental, se han realizado diferentes planes y programas tendientes a proteger y restaurar el parque, resaltando la belleza paisajística que éste posee; por ejemplo el Programa para el Desarrollo Múltiple del PNNT elaborado por PROTIMBOS (sin fecha), donde se promueve el desarrollo del parque, en virtud de sus características ecológicas, de localización, políticas y sociales. Así mismo, se cuenta con el Programa de Conservación y Manejo (1999), donde queda de manifiesto la falta de interés en la promoción de espacios destinados a las actividades turísticas.

En el marco internacional, existen investigaciones enfocadas a la determinación de sitios con aptitud turística por medio de análisis multicriterio-multiobjetivo que no se refieren al Nevado de Toluca, pero si a la aplicación metodológica planteada para la presente investigación; por ejemplo, Luque, G. (2003), realizó “La evaluación del medio para la práctica de actividades turístico-deportivas en la naturaleza”, la cual se basó principalmente en la identificación de variables y criterios, denominados “Requerimientos Ambientales”, resultado de la relación entre las actividades turístico-deportivas y el medio natural. Así mismo, resalta la importancia de considerar la planeación de dichos espacios con la finalidad de reducir los impactos ambientales.

Por otra parte, cabe señalar que la mayor parte de las investigaciones que abordan la evaluación multicriterio y los Sistemas de Información Geográfica (SIG), se enfocan principalmente a estudios territoriales, ordenamientos, planeación, aptitudes de uso de suelo y planificación de espacios; no obstante, el método y la aplicación presentan la factibilidad de adaptarse a diferentes problemáticas u objetivos (multiobjetivo), donde cada una de las variables se comportarán de manera diferente según el objetivo de las mismas.

En este entendido, es conveniente mencionar que existen estudios enfocados a planeación territorial como el presentado por De Cos Guerra, O. y Martín Latorre, E. (2007), titulada: “Evaluación multicriterio y delimitación de espacios funcionales: aplicación SIG para la definición de mapas comarcales”, donde aplicaron los principios de la evaluación multicriterio y mediante el uso de SIG determinaron unidades funcionales sub-regionales

Por otra parte, Ocaña C. (2002), presenta “Un Modelo de Aplicación de SIG y Evaluación Multicriterio, al Análisis de la Capacidad del Territorio en Relación a Funciones Turísticas”, por medio del cual desarrolla un modelo informático de evaluación multicriterio para determinadas actividades turísticas en espacios rurales, lo anterior mediante la implementación de un SIG y su posible difusión en internet. En dicha investigación se resaltan las ventajas y oportunidades que brindan las nuevas tecnologías de la información y la factibilidad para el manejo e interrelación de variables territoriales con fines de planeación y toma de decisiones.

Sin embargo, no se encontraron estudios enfocados a evaluar específicamente las condiciones naturales y sociales que inciden como factor determinante en el desarrollo de actividades de turismo natural. Se detectó la falta de datos técnicos relacionados con los requerimientos mínimos necesarios para realizar actividades ya sean de rappel, escalada y/o ciclismo de montaña.

El problema enfoque de la presente investigación, se basa en la falta de promoción e identificación de espacios con potencial para desarrollar actividades turísticas de naturaleza, bajo un enfoque de sustentabilidad, que por una parte permita el aprovechamiento de espacios donde existen las condiciones naturales y sociales idóneas para su promoción, mientras que en materia ambiental se garanticen la permanencia y continuidad de los ecosistemas que hacen del Nevado un lugar atractivo para su visita.

La presente investigación propone a partir del análisis espacial y geoinformático, aplicar la metodología multicriterio – multiobjetivo desde el punto de vista de la Teoría de Sistemas Complejos (García, R. 2006), donde se integran propuestas de evaluación basadas en las condiciones naturales y sociales existentes.

Una vez identificados los componentes del subsistema natural y social, se procedió con la evaluación de los criterios mediante la propuesta de asignación de valores y pesos que permitieron confirmar la presencia de zonas con aptitud para turismo de naturaleza dentro del PNNT.

Con esta investigación, se pretende resaltar la importancia de abordar los estudios relacionados con el espacio geográfico, bajo una perspectiva sistémica, en donde cada uno de los componentes, factores y elementos que conforman el paisaje, así como sus interrelaciones y dependencias, ejercen una influencia sobre el desarrollo social y cultural. Al final, por medio de un análisis espacial y su aplicación SIG, permite definir la caracterización de aquellos elementos propios del sistema. El hecho de considerar la una actividad turística, permite determinar si existe dependencia entre variables para identificar las potencialidades del espacio, con fines de promover el turismo de naturaleza dentro del PNNT.

La presente investigación se organizó en seis capítulos estructurados de la siguiente manera:

El Capítulo I, fundamenta la investigación a partir del enfoque de la Teoría de Sistemas Complejos propuesta por Rolando García (2006), partiendo de la percepción del sistema,

integración, elementos, estructuras y niveles de análisis que sirvieron para la identificación y delimitación de la zona de estudio, así como de los subsistemas y elementos que fueron evaluados en la presente investigación.

El Capítulo II, se incorporó el marco teórico conceptual relacionado con cada una de las variables referentes a sustentabilidad, turismo y análisis espacial, con lo cual fue posible contextualizar la zona de estudio con base en los alcances y objetivos definidos. Permitiendo con ello, enmarcar al PNNT como un sitio factible para determinar zonas con potencial turístico.

Una vez definida la base teórica soporte de la investigación, se continua en el Capítulo III con la caracterización físico-geográfico del PNNT desde la perspectiva de los sistemas complejos, describiendo de manera integral los subsistemas natural y social, resaltando la relación existente entre los componentes que la integran y que servirán de base para realizar la evaluación multicriterio.

El Capítulo IV, hace referencia al apartado metodológico de la evaluación multicriterio – multiobjetivo, conceptos y procesos necesarios para llegar a definir la aptitud del suelo con base en los requerimientos definidos por el investigador. La metodología citada se retoma del modulo de *idrisi*, a la cual se realizaron adecuaciones con base en la propuesta de evaluación y ponderación de variables.

La determinación de zonas con aptitud turística a partir de la aplicación de la evaluación multicriterio se plantea en el Capítulo V, tomando la definición de las actividades a identificar, así como los resultados de los cuestionarios y métodos de investigación que permitieron identificar los criterios a evaluar, además de establecer la ponderación y valores de importancia para cada uno; así mismo, se definen los diagramas de criterios por actividad además de las tablas de pesos porcentuales propuestos para su evaluación.

Finalmente, en el Capítulo VI se presentan los resultados descritos por actividad, desglosando para cada uno los valores resultado de la evaluación, clasificados en zonas de aptitud alta, media, no recomendado y nulo. Adicionalmente se describen todas las zonas identificadas, reforzando mediante validación en campo los resultados obtenidos.

Una vez realizada la evaluación multicriterio, fue posible aplicar el método multiobjetivo mediante la confrontación de los resultados obtenidos en la etapa previa, lo que dio como resultado una propuesta de zonificación ambiental resultado de la selección de los factores naturales que sirvieron de base para el análisis de cada una de las actividades turísticas.

Socialmente, la investigación se justifica en la importancia que representa desde el punto de vista económico la implementación de actividades tendientes a la prestación de bienes y servicios para la atención del turismo local, regional e internacional; que a partir de la identificación de sitios con potencial para el establecimiento y desarrollo de actividades turísticas, traerá consigo la presencia de visitantes, que por igual demandarán infraestructura y servicios, que de manera directa propiciarán la derrama económica de las comunidades asentadas al interior del Parque Nacional Nevado de Toluca.

Finalmente, una justificación académica, se refiere a que los maestros en análisis espacial y geoinformática, cuentan con las herramientas teórico-metodológicas para realizar investigaciones, que incorporen la variable espacial ó geográfica, desde una perspectiva holística e integral, resaltando la capacidad para relacionarla con otras áreas de la investigación, como lo es con el sector turismo, donde la principal contribución es el manejo y dominio de las relaciones espaciales y su interpretación, pero sobre todo la aplicación de conocimientos multidisciplinarios.

CAPÍTULO I

LOS SISTEMAS COMPLEJOS PARA LA DETERMINACIÓN DE SITIOS CON POTENCIAL TURÍSTICO.

1.1 Presentación.

Dentro del presente Capítulo se presenta la teoría de sistemas complejos propuesta por Rolando García (2006), a partir de la cual será posible describir la zona de estudio por medio de la caracterización descrita en el Capítulo II, así como la descripción de cada uno de los subsistemas que la integran.

A partir de dicha teoría, se pretende analizar el área natural protegida integrada por aspectos naturales y socioeconómicos que interactúan de manera constante, propiciando la conformación de condiciones especiales que pueden permitir el desarrollo de actividades turísticas de naturaleza, tomando en consideración los preceptos de la conservación, restauración, protección y aprovechamiento bajo los que se regulan las áreas naturales protegidas en México.

Con esta idea, fue posible identificar los límites, subsistemas y componentes que integran la zona de estudio, así como la importancia que cada uno de ellos representa para su adecuado funcionamiento; pero sobre todo, que permite identificar las interacciones e interrelaciones presentes entre los diversos componentes del sistema, ya que a partir de ellos es posible la creación de condiciones idóneas para llevar a cabo actividades turísticas de naturaleza como son: rappel y escalada, ciclismo de montaña, caminata, cabalgata y observación; al mismo tiempo considerar el aspecto ambiental como una primicia para la conservación, restauración, protección y aprovechamiento del Parque Nacional Nevado de Toluca (PNNT).

1.2 Definición de un sistema complejo.

Con base en García (2006), un sistema complejo debe ser investigado a partir de un enfoque teórico y metodológico sustentado en la interdisciplinariedad de diversas ramas de la investigación, con la finalidad de lograr una síntesis integradora que refleje no solamente el punto de vista del investigador, sino los resultados de un grupo de especialistas que compartieron la teoría y el método para llegar a resultados integrales acerca del sistema investigado.

En primera instancia, propone identificar el objeto de estudio a partir de una visión integral, considerando la participación de múltiples disciplinas de investigación que en su momento contribuyan a la definición del problema a investigar.

La segunda parte, corresponde a la definición común del marco conceptual sobre el cual queda sustentada la investigación, resaltando la contribución teórica de las diversas disciplinas que permitieron identificar, seleccionar y organizar los datos del sistema que se pretende investigar.

Finalmente, propone considerar los estudios especializados que se han realizado con respecto al fenómeno que se investiga, contemplando investigaciones aisladas referidas a componentes del sistema y que posteriormente deberán integrarse como parte de un diagnóstico integrado que permita conocer las condiciones actuales del sistema

(propiedades) y sentar las bases para la modelación integral del sistema complejo (evolución).

El diagnóstico por su parte, debe permitir conocer la situación real de los componentes y procesos que se presentan en el sistema, ya sea que se trate de condiciones positivas (conservación) o negativas (degradación), para, de manera inmediata, proponer alternativas para revertir o en su caso fortalecer la integridad del sistema. Cabe resaltar que no se pueden analizar todos los componentes pues son innumerables, dependiendo de cada investigación. Dicha identificación se da a partir de la comprensión de aquellos fenómenos o procesos presentes en el sistema y que influyen en la problemática analizada, por lo que es necesario identificar e interpretar las relaciones entre las funciones de un componente y la estructura a la que pertenece, resaltando la comprensión del proceso y por ende su posible evolución o adaptación.

1.3 Los sistemas complejos desde la perspectiva de Rolando García.

Para Rolando García (2006), los ecosistemas naturales que se encuentran sujetos a la acción del hombre, ya sea mediante la explotación de recursos, asentamientos humanos, equipamiento o aprovechamiento agrícola e industrial, son considerados ambientes alterados y se encuentran conformados por aspectos físicos, sociales, políticos y culturales que los hacen sitios óptimos para su estudio a partir de la identificación de sus partes o factores constitutivos, sus interrelaciones y sus interacciones con otros procesos o fenómenos que le circundan; donde se requiere de estudios interdisciplinarios basados en teorías y métodos propios de cada una de las especialidades que participan en la investigación, por lo que el objeto de estudio solo puede abordarse a través de la perspectiva de los sistemas complejos.

Partiendo de lo anterior, es posible inferir que los sistemas complejos se encuentran presentes en cualquier entorno donde dos o más factores interactúan para conformar un sistema, cuya complejidad depende de la problemática y de las disciplinas que deberán intervenir para el estudio del mismo. Un sistema complejo resulta difícil de definir e identificar, por lo que dicho enfoque requiere de la participación interdisciplinaria, así como de una visión holística e integral de la investigación.

Es importante destacar que al estudiar un sistema complejo, el investigador define los límites y establece los principales componentes de acuerdo con los objetivos a cumplir.

La identificación de un sistema surge a partir de la percepción de un entorno¹, con base al conocimiento, observación y experiencia obtenida, generar un conocimiento empírico, que con el pasar del tiempo genera teoría sobre la explicación de ciertas causas o efectos relacionados con un fenómeno determinado (García, 2006).

¹ En este sentido, cabe destacar que la geografía de la percepción considera al entorno como una realidad objetiva, condicionada por los valores culturales, experiencias y aspiraciones de quien observa y vive dentro de ese medio, de tal manera que es posible generar información personal y directa que hasta cierto punto se vuelve real para quien la vive. Millán E. (2004).

Al igual que la identificación de un sistema puede surgir a partir de la observación, también es posible obtener conocimiento acerca de las actividades turísticas a investigar, con base a la experiencia y práctica de quienes realizan estas actividades relacionadas con el turismo de aventura o natural, por lo que en temas como rappel, escalada, ciclismo de montaña y vuelo en parapente, se ha generado conocimiento y reglas no escritas sobre la práctica y selección de sitios aptos, donde la mayoría no solo consideran la belleza y atractivos paisajísticos, también aprecian el equipamiento e infraestructura tendiente a mejorar el servicio, dejando a un lado el aspecto ambiental de protección y/o conservación del entorno.

Con base en la teoría de sistemas complejos, lo primero a identificar son los límites, con base en los cuales será posible definir subsistemas, componentes y demás elementos que lo hacen complejo e importante para establecer sus alcances dentro de la presente investigación.

En este sentido, los límites de la zona de estudio se relacionan con la identificación de dos criterios: a) el primero considera la zona como el recorte del espacio perceptible; lo cual resulta difícil de identificar, ya que la percepción del espacio depende directamente del observador; b) la segunda se refiere a la delimitación con base en las interacciones que se presentan dentro del sistema, de tal manera que es necesario identificar las interacciones dentro y fuera del sistema (García, 2006; pág. 48).

Así mismo, fue necesario considerar que además del límite físico de la zona de estudio, existen los límites espaciales y temporales del sistema, así como la problemática que se tiene. De igual manera, la delimitación puede corresponder con aspectos intangibles, como son: aspectos culturales, sociales, de organización o de producción, que en algunos casos corresponden con límites regionales que pudieran estar considerados como interrelaciones fuera del sistema, pero que hasta cierto modo inciden en el comportamiento hacia el interior, por lo que se denominan zonas de flujo o condiciones de contorno.

A partir de esta concepción, el primer paso consiste en delimitar el espacio físico donde se realiza la presente investigación; para ello, se retoma un límite político administrativo de carácter federal correspondiente a la declaratoria del Parque Nacional Nevado de Toluca a partir de la cota 3000 msnm, misma que se publicó en el Diario Oficial de la Federación de fecha 25 de enero de 1936. (CONANP. 2003).

1.4 Elementos que componen un sistema complejo.

Los elementos del sistema según García, se refieren a aquellos componentes que interactúan dentro del mismo y que forman una estructura u organización identificada como subsistemas, que de igual manera interactúan entre sí. Sin embargo, al no tener claro el alcance y definición, éste se complica al momento de diferenciar subsistemas, llegando en ocasiones a tener un sistema adimensionado, donde los límites y por lo tanto los elementos son difíciles de identificar. Para lo cual, es necesario considerar criterios de selección para la determinación de elementos y subsistemas.

Como parte de la definición de los subsistemas, es necesario identificar las escalas espaciales y temporales en las que se presenta el problema o fenómeno a investigar, con lo cual es posible identificar sus componentes, evitando la contextualización del fenómeno en un rango superior o inferior del sistema al que pudiera pertenecer; es decir, identificar únicamente lo que interesa investigar dentro de un contexto regional. Por otra parte, la escala temporal considera aspectos históricos, el tiempo en el que se desarrolla la investigación y el tiempo que esta abarca; en su caso se consideran las predicciones o escenarios tendenciales para el análisis de fenómenos.

La delimitación del sistema resulta de suma importancia, ya que a partir de sus límites será posible diferenciar los componentes que forman parte del funcionamiento intrínseco, así como diferenciar aquellos que le rodean y que en determinado momento o circunstancias influyen en el comportamiento hacia el interior; lo que García denomina como condiciones de contorno. Sin embargo, para este caso, existe un límite físico cartográficamente bastante claro, que quizás desde el punto de vista geodésico² pudiera resultar intangible debido a que se refiere a un valor altitudinal que depende de la forma de la tierra y del sistema de referencia geodésico empleado.

1.5 Estructuras de un sistema.

En este sentido, García menciona que la importancia de un sistema complejo reside en la identificación de las propiedades de la estructura de los elementos que integran las funciones del sistema; en otras palabras, las estructuras son las que le dan vida al sistema, inclusive a través de su análisis, es posible generar escenarios predictivos dentro de una escala temporal de la investigación; por lo tanto, el funcionamiento u organización de las estructuras son los que determinan su estabilidad o inestabilidad (equilibrio de sistema).

1.6 Procesos y niveles de análisis.

Los procesos son la parte más importante de un sistema, ya que es donde se generan los impactos o efectos que recaen directamente en los elementos que lo integran. Los niveles de proceso pueden considerarse básicos o de primer nivel cuando el efecto se manifiesta directamente en el medio físico o en la sociedad, por lo que su nivel de análisis requiere el desarrollo de diagnósticos que consideren las situaciones actuales y perspectivas del fenómeno a estudiar, mediante el uso de herramientas y métodos de investigación como lo son las entrevistas, encuestas, mediciones y observación (García, 2006).

Existe otro nivel de procesos que abarca al nivel anterior por lo que se denomina de segundo nivel, que por ende resulta de mayores dimensiones y complejidad en el que queda inmerso el básico como componente integral del sistema. A partir de este nivel, entre mayor sea la complejidad se estarán presentado procesos de tercer o cuarto nivel, donde según

² La geodesia se encarga de establecer los sistema de referencia (planimetría, altimetría, modelo de observación) y presentarlos accesibles a los usuarios por medio de los marcos de referencia representados en metros o grados según el dato a representar. Gemael, C. 1999.

García, lo más importante es no perder de vista el marco conceptual bajo el cual está identificado la zona en estudio.

Espacialmente, los niveles de análisis se pueden comparar con las escalas para el manejo de información cartográfica, es decir, el primer nivel correspondería con una escala local, el segundo con una escala regional y finalmente los de tercer orden serían en escalas nacionales o internacionales (García, 2006; pág. 59), donde a partir de esta escala de análisis será posible identificar los procesos y la dinámica presente entre sus componentes o subsistemas.

Se entiende que los sistemas complejos son abiertos y están sujetos a una serie de eventos que pueden afectar o modificar sus estructura, por medio de intercambios y/o flujos de energía, los cuales se clasifican en perturbaciones exógenas, como aquellas que afectan las condiciones del contorno; y perturbaciones endógenas, las cuales definen las relaciones intrínsecas.

Tomando en consideración lo anterior, es posible establecer que el área de estudio correspondiente al PNNT posee estructuras internas donde la definición de procesos y niveles estarán sujetas a la escala de análisis en la que se trabajó la zona, la cual a su vez depende de los alcances y disponibilidad de la información.

La información existente para la zona de estudio se encuentra representada en escala 1:50000, considerando a su vez el trabajo en campo para la identificación de procesos que pudieran incidir en la determinación de sitios con aptitud turística.

A nivel de estructuras, dentro del PNNT es posible identificar estructuras relacionadas con los aspectos físicos, biológicos y sociales, donde cada uno de ellos estará compuesto por elementos que tendrán las propiedades de poseer información a mayor detalle con base en los objetivos de la presente investigación. Así mismo, como parte de la metodología emplea, los procesos para la obtención de la información se dan a través de tres fuentes de información: 1) identificación cartográfica de los procesos presentes del PNNT; 2) aplicación de encuestas como herramienta de investigación para la obtención de conocimiento; y 3) trabajo en campo para la identificación de procesos, corrección y validación de resultados (Capítulo VI).

De lo anterior, es posible concluir que la metodología de análisis de sistemas complejos requiere de una vasta experiencia en el manejo de conocimiento, por medio de la teoría, como de una metodología capaz de integrar el conocimiento generado, por múltiples disciplinas que pudieran abordar el presente tema y zona de investigación. A partir de esta idea, el Parque Nacional Nevado de Toluca (PNNT) es la zona de estudio delimitada como un espacio en el que convergen factores de tipo físico, biológico y social capaces de generar las condiciones ideales para la práctica de actividades turísticas de tipo natural tendientes a la sustentabilidad de los recursos naturales, teniendo como prioridad el aprovechamiento de las condiciones existentes sin necesidad de generar impactos negativos a las condiciones de entorno del PNNT.

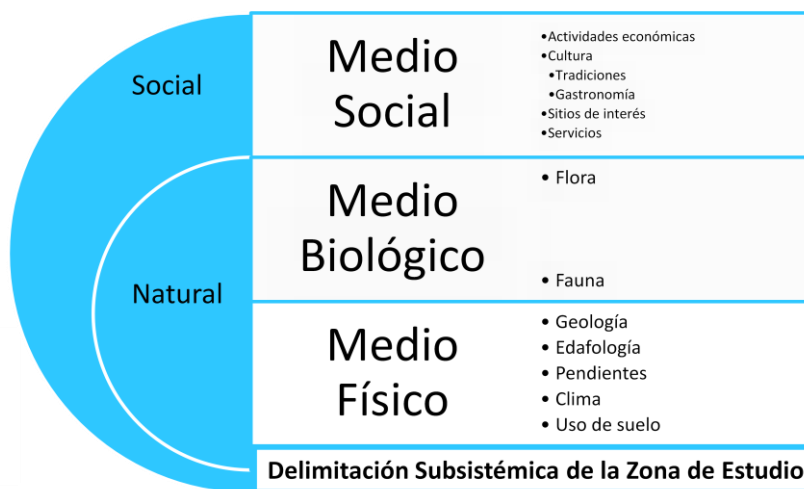
Por lo anterior, se considera importante establecer que a partir de la teoría de sistemas complejos se tomo en cuenta la delimitación, la identificación de los subsistemas, factores y componentes que para la presente investigación tienen como objetivo identificar zonas con potencial turístico para realizar actividades de tipo natural, como son: ciclismo de montaña, rappel y escalada, caminata, cabalgata y observación, lo que dará la pauta a identificar la zona y cada uno de los subsistemas que la integran así como los criterios que definen el análisis y su método de evaluación.

1.7 Parque Nacional Nevado de Toluca. Sistema Complejo.

Como parte de los métodos de investigación general para el estudio de los sistemas complejos, García R. (2006) menciona que el método esta caracterizado por la integración de subsistemas, factores y elementos que comparten una base teórica metodológica interdisciplinaria para su entendimiento y estudio, donde los aspectos físicos y sociales mantienen relaciones constantes que les permiten generar condiciones especiales y complejas que deben abordarse por diversos grupos de investigadores, todos con una visión holística e integral del fenómeno identificado.

Dicho método se adapta al objeto de estudios de la geografía ambiental, donde según I. Arcía (1994), se enfoca al estudio de las relaciones naturaleza-sociedad y a la interacción de dichos factores y sus posibles consecuencias. En este sentido, García justifica el estudio del espacio por medio de su epistemología holística, que a su vez considera entre muchas otras cosas, las interrelaciones entre los componentes y donde el todo – que se refiere a un macro sistema de nivel o escala superior – es referido a un sistema complejo cuyo interés de investigación se da en más de una área de investigación, lo que hace de ello un estudio interdisciplinario y complejo como se muestra en la siguiente figura.

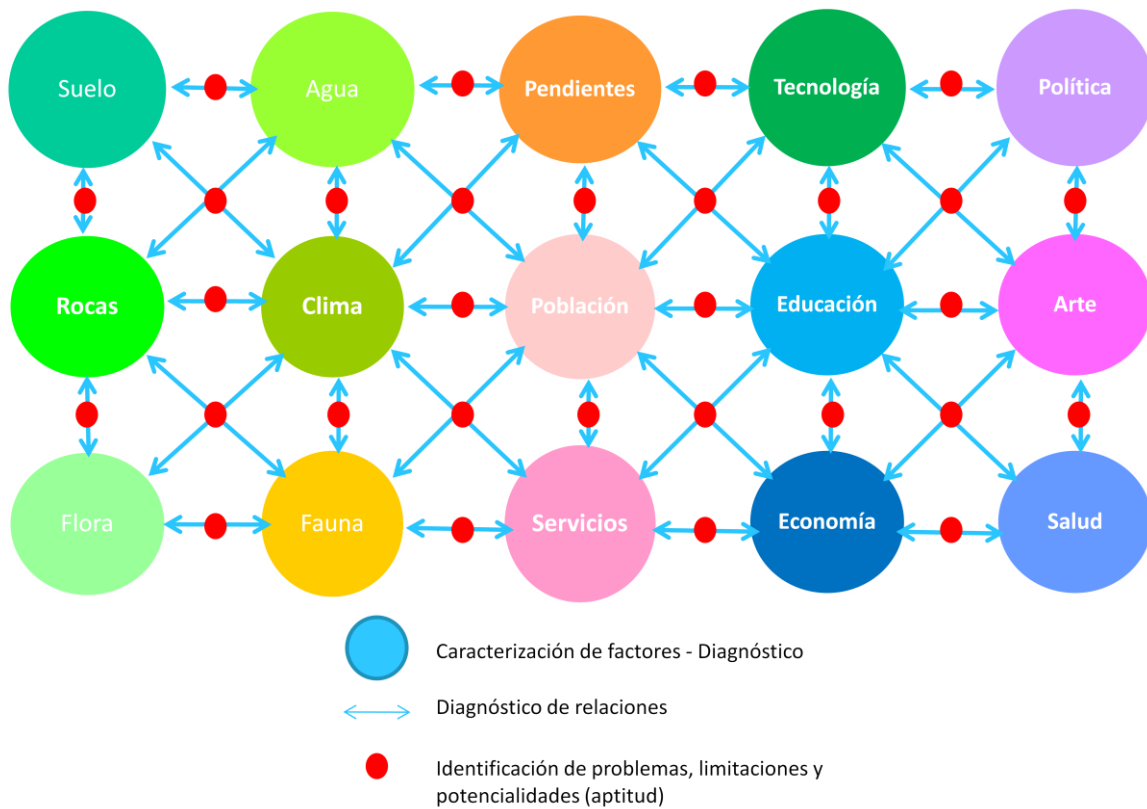
Figura 1. Identificación de subsistemas.



Fuente: Elaboración propia. 2009.

Una vez que se identifican los subsistemas, podemos notar que cada uno posee sus propios factores, características y condiciones, e inclusive, corresponde a otro nivel ubicado en una escala diferente, tal como se aprecia en la siguiente figura.

Figura 2. Diagrama de factores e interacciones.



Fuente: Elaboración propia. 2009.

Cada uno de los factores forma parte de un subsistema conformado por elementos que serán empleados para realizar el análisis multicriterio, con la finalidad de obtener sitios con aptitud para el desarrollo de actividades turísticas, que en relación a la teoría de sistemas complejos correspondería con la parte de escenarios.

A partir de esta definición, es posible comenzar a comprender la integración de los sitios factibles, así como de los subsistemas, factores y componentes que le integran, lo que a su vez facilita la comprensión de los procesos y cambios.

CAPÍTULO II

SUSTENTABILIDAD, TURISMO Y ANÁLISIS ESPACIAL.

2.1 Presentación.

Como se mencionó, las investigaciones basadas en la teoría de sistemas complejos, se caracterizan por ser estudios interdisciplinarios, holísticos e integrales, donde el tema no debe abordarse desde un sólo punto de vista, sino desde las diferentes perspectivas de cada una de las especialidades que deben intervenir. Sin embargo, esto conllevaría a realizar una investigación cuya magnitud rebasaría los límites y objetivos.

Por lo anterior, en el presente Capítulo se retoman conocimientos teóricos, metodológicos y conceptuales de las diversas disciplinas que en materia de turismo, geografía, planeación y ambiente, deben considerarse para el desarrollo y cumplimiento de los objetivos establecidos.

De tal manera que es necesario contextualizar la zona dentro del marco de estudio de la geografía física y desde la perspectiva ambiental, así como su delimitación a partir del enfoque de la Teoría de Sistemas Complejos, para finalmente evaluar los factores y elementos y con ello establecer propuestas de sitios con fines de aprovechamiento turístico.

2.2 Sustentabilidad y medio ambiente desde la perspectiva de la geografía.

Según I. Arcía, (1994), la geografía del medio ambiente tiene como objeto, conocer el estado del medio ambiente³ en su dimensión territorial, así como crear las bases desde el punto de vista teórico y metodológico, tomando en consideración las interrelaciones presentes entre el sistema naturaleza-sociedad dentro de un marco espacio-temporal determinado.

En este sentido, considera un criterio de carácter abarcador y multifacético dentro del campo de la geografía ambiental, lo que permite sustentar un marco teórico y metodológico en la ordenación funcional del espacio con miras a buscar un desarrollo sostenible.

De lo anterior, se define que el planteamiento establecido por la geografía ambiental propone a través de la evaluación geoecológica y la propuesta de optimización espacial, una planeación equilibrada y sustentablemente ambiental. Situación misma, que bajo la perspectiva de la presente investigación debe ser retomada con fines de promover el desarrollo turístico equilibrado y sustentable en el Parque Nacional Nevado de Toluca bajo la consideración de las variables físicas y sociales.

Con base a lo que señala Arcía, en el PNNT es posible definir la zona de estudio considerando las interrelaciones presentes entre los factores naturaleza-sociedad, tomando como antecedente la conformación del PNNT como un área natural protegida decretada bajo los preceptos de conformar áreas ambientalmente aptas para la protección y conservación de recursos naturales, así como el esparcimiento familiar, recreativo y la belleza paisajística que este representa (DOF, 1936). De lo anterior, destaca esa relación sociedad-naturaleza a partir de la influencia que los asentamientos humanos

³ Medio Ambiente: sistema abierto conformado por relaciones bilaterales entre la sociedad y la naturaleza; entonces es el sistema de elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos con los que el hombre entra en contacto modificándolos y utilizándolos para la satisfacción de sus necesidades y a los que él mismo se adapta (Arcia R. 1994).

(principalmente del Valle de Toluca) tienen sobre el área natural protegida; sin embargo el impacto presente no suele ser únicamente ambiental, sino también cultural, como lo menciona Orozco J. (2008), es necesario considerar los impactos socioculturales que la actividad turística trae consigo, ya que las diferencias socioculturales entre los turistas y los residentes pueden causar un impacto, afectando las formas de vida, sistemas de valores, comportamiento individual, niveles de seguridad, conducta moral y política, cultura tradicional, entre otras. Para el caso de los asentamientos presentes al interior del PNNT, sería importante evaluar la influencia y proceso de cambio cultural al que se encuentran sujetos dada la presencia del visitante local o extranjero a este sitio.

Así mismo, se plantean similitudes con lo que menciona, (García, 2006), con respecto a la transición al desarrollo sostenible, siendo éste un proceso de cambio que impone desventajas a los países subdesarrollados y responsabilidades a los desarrollados, pero el deterioro del ambiente tiene rasgos y orígenes propios para ambos, que resultan más graves para los primeros por las particularidades de su desarrollo histórico, económico y social y por las influencias que éstas han tenido sobre las condiciones naturales. Esto se traduce en una explotación irracional de los recursos, degradación de los componentes naturales y en la anárquica utilización espacial del territorio.

I. Arcía (1994; Pág. 46), define al medio ambiente como un “Sistema abierto conformado por relaciones bilaterales entre la sociedad y la naturaleza; lo identifica como el sistema de elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos con los que el hombre entra en contacto modificándolos y utilizándolos para la satisfacción de sus necesidades y a los que él mismo se adapta”.

Es en esta parte, donde la geografía como ciencia trata la relación del sistema del medio natural y del sistema de la sociedad humana en el espacio y tiempo, resaltando muchas de las capacidades que tiene para resolver diferentes aspectos de la problemática ambiental, sobre todo en los tiempos modernos, en donde la aplicación de nuevas tecnologías de la información aplicadas a la geografía, tiene importancia y relevancia sobre todo en el ámbito gubernamental (Rivera, P. 2006).

La geografía ambiental considera un criterio de carácter abarcador y multifacético, con miras en la aplicación de geotecnologías, lo que permite sustentar un marco teórico y metodológico en la ordenación ambiental-funcional del espacio en busca de un desarrollo sostenible (Conferencia de Lima Perú, 2006).

Para lo cual, se retoma la importancia de abordar el estudio del Parque Nacional Nevado de Toluca, por medio del análisis de los factores que integran el espacio, pero sobre todo mediante el uso de herramientas de sistemas de información geográfica que permitan identificar las relaciones espaciales existentes en dicho Parque.

2.3 Turismo sustentable y comunidad.

“El turismo es riqueza para la persona, para la familia, para la comunidad, para el país y para el mundo entero” (OMT⁴, 2009).

Con este mensaje, la Organización Mundial de Turismo (OMT), quiere crear una conciencia de los beneficios que el turismo puede generar para la vida, la cultura y la economía o dicho en otras palabras, para la sociedad en todas las esferas.

Según la OMT de las Naciones Unidas, el turismo comprende las actividades que realizan las personas (turistas) durante sus viajes y estancias en lugares distintos al de su entorno habitual, por un período de tiempo consecutivo inferior a un año, con fines de ocio, por negocios y otros motivos.

Así mismo, la OMT clasifica el turismo en dos opciones: turismo de masas⁵ y turismo individual⁶.

Dentro de este último es donde se encuentra el denominado turismo alternativo, natural o de naturaleza, el cual a su vez se encuentra agrupado en los siguientes rubros:

2.3.1 Turismo natural.

De acuerdo a la OTM (2009), el turismo natural se clasifica en:

- **Parques temáticos:** atracciones turísticas de temas concretos. Se caracteriza por la participación activa del visitante.
- **Ecoturismo:** contacto con la naturaleza. Sus recursos los componen los parques nacionales, es decir, una flora y fauna interesante en la zona receptiva.
- **Rural:** el desarrollado en el medio rural, cuya principal motivación es conocer las costumbres y las tradiciones del hombre en el mundo rural. Se interesa por la gastronomía, la cultura popular, artesanía, entre otros.
- **Agroturismo:** su finalidad es mostrar y explicar el proceso de producción de las fincas agropecuarias y las agroindustrias.
- **Agroecoturismo:** es aquel donde el visitante se aloja en habitación con estándares turísticos, pero participa de las labores agrícolas, convive y consume los alimentos con la familia.
- **Ornitológico:** es el turismo centrado en el avistamiento y observación de aves.

⁴ La Organización Mundial de Turismo, es creada en 1925 con el propósito de promover el turismo. Dicha organización, se vincula formalmente a las Naciones Unidas en 1976 al transformarse en una agencia ejecutiva del PNUD. En 1977 se firma un convenio que formaliza la colaboración con las Naciones Unidas, siendo un organismo especializado del sistema de las Naciones Unidas desde el 2003. Tiene su sede en Madrid, España y cuenta con 154 estados miembros (23 de septiembre de 2008). Consultado en http://www.unwto.org/index_s.php.

⁵ Turismo de masas: Es aquel que se realiza masivamente por todo tipo de personas, sin importar su nivel económico por lo que no es un tipo de turismo exclusivo. Es el más convencional, pasivo y estacional. Es normalmente menos exigente y especializado. Aquí podemos encontrar el turismo de sol y playa.

⁶ Turismo individual: Es aquel cuyo programa de actividades e itinerario son decididos por los viajeros sin intervención de operadores turísticos.

2.3.2 Turismo activo.

Se realiza en espacios naturales, el turismo activo está estrechamente relacionado con el turismo rural y generalmente este tipo de actividades se realizan en un parque natural debido al interés ecológico que éstos presentan.

Las actividades más conocidas de turismo activo son las siguientes (OTM, 2009):

- **Ictioturismo:** Actividad turística centrada en la práctica de la pesca deportiva.
- **Deportivo:** la principal motivación es practicar algún deporte. Se puede dividir en dos grupos: deporte de exterior e interior. También se podría hacer otra subdivisión en función del que practica el deporte, o de quien lo ve.
- **Aventura:** aquí solo se practican deportes de riesgo. El usuario de este tipo de turismo suele ser de nivel adquisitivo, cultural alto y de buena forma física (*rafting*, *rappel*, entre otros).
- **Espacial:** viajes al espacio. Son solo para millonarios.
- **Religioso:** una oferta ligada a lugares o acontecimientos de carácter religioso de relevancia.
- **Espiritual:** su motivación es el recogimiento y la meditación (monasterios, cursos de filosofía oriental, entre otros).
- **Termal o de salud:** está vinculado a los balnearios que ofrecen tratamientos para diversas dolencias (reumatológicas, estrés, dermatológicas, tratamientos de belleza, entre otras). La infraestructura cuenta normalmente con un núcleo principal o instalación termal independiente de las instalaciones hoteleras.
- **Médico:** está orientado a la realización de intervenciones quirúrgicas o tratamientos médicos vinculados.
- **Sexual:** orientado a mantener relaciones sexuales.
- **Turismo Social:** aquel dedicado a la participación en actividades para mejorar las condiciones de las capas de población económicamente más débiles.

2.3.3 Turismo sustentable.

Para Lizano, R. (1997:203), la sustentabilidad en el turismo está basada en tres factores básicos: uso apropiado de los recursos naturales, participación de comunidades locales en el desarrollo, éxito económico y rentabilidad, condiciones que deben darse simultáneamente.

En 1987, el Gobierno de Noruega, conceptualiza el término de desarrollo sostenible que en 1992 es presentado en la Cumbre de Río ó Cumbre la Tierra y queda registrado dentro del Informe Brundtland⁷.

Asimismo, Orozco, J. (et al. Pág. 21, 2008) define al turismo sostenible por “aquel que responde a las necesidades de los turistas actuales y las regiones receptoras y al mismo tiempo protege y fomenta las oportunidades para el futuro. Es una vía hacia la gestión de todos los recursos de forma que puedan satisfacerse las necesidades económicas, sociales y

⁷ INFORME BRUNDTLAND, Río de Janeiro 1992, Cumbre de Río ó Cumbre de la Tierra. Compromiso político para establecer una estrategia global de desarrollo sostenible. www.world-tourism.org/espanol/frame_sustenaible.html.

estéticas, respetando la integridad cultural, los procesos ecológicos esenciales, la diversidad biológica y los sistemas que sostienen la vida”.

En tanto, Masri, de A. y Robles, L. (1997), destacan que se debe mejorar el nivel de vida de las comunidades receptoras, creando fuentes de trabajo y oportunidades de crecimiento a la población, contribuyendo al desarrollo de servicios paralelos, que se conjunten a fin de ofrecer una mejor atención al turista, permitiendo que las comunidades se den cuenta de todos los beneficios que pueden percibir, haciendo posible una interacción cultural entre los turistas y los nativos del lugar.

“Difícilmente la comunidad tendrá interés por el turismo y menos por el turismo sostenible, si las estrategias de desarrollo turístico no derraman los beneficios económicos en la propia comunidad” (Marchena, M., 1996:32). Tal visión resulta lógica, ya que uno de los aspectos que llamaría la atención a los habitantes de alguna comunidad donde se pretenda desarrollar este tipo de turismo, es la posibilidad de obtener beneficios económicos, aunque paulatinamente se les oriente hacia otras acciones vinculadas al turismo, que les generen ganancias ecológicas o culturales.

Sin embargo, no basta con las inversiones que se den en distintos rubros dentro de la comunidad, sino incorporar a sus habitantes al empleo y auto empleo, tomando parte de los efectos multiplicadores de la actividad. Esta sería una consecuencia lógica del propósito de promover la participación de la comunidad en todas las etapas del proceso turístico, con el fin de incorporarla en la toma de decisiones, ya que corresponde a sus habitantes la recepción de beneficios.

Dicha promoción de la participación social en todo el proceso que implica el turismo sustentable, puede considerarse un aspecto importante, pues tradicionalmente los distintos niveles de Gobierno no han incorporado esta alternativa en sus programas, de ahí que muchos hayan fracasado y generado altos costos, no sólo económicos, sino sociales.

Según Orozco, J. et al. (2008), el turismo sostenible como estrategia de desarrollo local, debe ser planificado, integrado, abierto, dimensionado, participativo, duradero y viable.

Según la OMT (1999), el turismo a grandes rasgos, representa:

- Atraer divisas en beneficio del país.
- Promover el desarrollo local y regional.
- Generar empleos y fuentes de empleos.
- Elevar el nivel de vida de la población.

La definición del concepto de turismo sustentable, tanto como la del ecoturismo, es todavía controversial. Por ahora usaremos los siguientes criterios calificando como sustentable un proyecto turístico si:

- Respetar (no degrada) y valora el entorno ambiental y humano, y los valores sociales y culturales;

- Promueve la participación directa de la comunidad en el proyecto y/o su actuación como agentes de su propio proceso de desarrollo;
- Aporta beneficios financieros directos en la comunidad y/o recursos significativos para su desarrollo (infraestructuras, educación, organización, habilidades, etc.);
- Integra mecanismos de monitoreo para asegurar lo anterior.

Desde un punto de vista operativo, una definición de partida del desarrollo turístico sustentable (OMT, 1999; Pág. 22) puede enunciarse de la siguiente forma:

“El desarrollo sostenible atiende a las necesidades de los turistas actuales y de las regiones receptoras y al mismo tiempo protege y fomenta las oportunidades para el futuro. Se concibe como una vía hacia la gestión de todos los recursos de forma que puedan satisfacerse las necesidades económicas, sociales y estéticas, respetando al mismo tiempo la integridad cultural, los procesos ecológicos esenciales, la diversidad biológica y los sistemas que sostienen la vida”.

Barkin, D. (1998), con experiencia en la dirección de proyectos comunitarios enfocados a contribuir al desarrollo autónomo y sustentable; pone como ejemplo el ecoturismo en la Región de Hibernación de la Mariposa Monarca. Aunque su planteamiento utiliza el término *ecoturismo*, resaltan en su propuesta aspectos como equidad y autonomía, que van ligados al propósito de sustentabilidad. En fechas recientes, las autoridades han incorporado a su quehacer el propósito de “construir colectivamente una política ecológicamente más sustentable, socialmente más justa y económicamente más rentable, fundamentada en la participación social” (SEMARNAP, 1996; Pág.24).

Es vital tener en cuenta que no basta con que un sitio cuente con recursos naturales y culturales que puedan constituirse en un atractivo; esta es la forma en que tradicionalmente se ha integrado la oferta turística, sin considerar que existen otros factores vitales, como la propia organización social de la comunidad y las políticas locales, que pueden facilitar o truncar el éxito de un programa turístico.

En suma, “...a pesar de que distintos profesionales, entre ellos los del turismo, deben participar activamente en la integración de un proyecto de este tipo, no hay que olvidar a la comunidad, como auto gestora de su propio desarrollo” (Cruz, G. 2000; Pág. 8).

Las nociones de integralidad y complejidad que implican identificar zonas con potencial turístico, deben basarse en una teoría que comparta ese planteamiento bajo una óptica ambiental, articulando los elementos naturales y sociales como uno mismo, para facilitar el análisis del turismo.

A nivel Nacional, la Secretaría de Turismo (SECTUR) clasifica estas actividades como turismo de naturaleza; caracterizado por la interrelación hombre – naturaleza preocupada por la conservación de los recursos naturales y sociales del área donde se efectúa la actividad (SECTUR, 2007).

El turismo de naturaleza lo define como “Los viajes que tienen como fin realizar actividades recreativas en contacto directo con la naturaleza y las expresiones culturales

que le envuelven con una actitud y compromiso de conocer, respetar, disfrutar y participar en la conservación de los recursos naturales y culturales” (SECTUR, Pág. 3).

Adicionalmente, en base a la actividad y el interés del turista, esta actividad se ha dividido en tres vertientes: Ecoturismo, turismo de aventura y turismo rural.

Ecoturismo: Se orienta a disfrutar de la historia natural, mediante actividades recreativas de apreciación y conocimiento de la naturaleza, apoyando y participando en la conservación del medio ambiente a través del contacto con la misma; destacando las siguientes actividades:

- Observación de la naturaleza.
- Observación de la fauna.
- Observación de los ecosistemas.
- Rescate de flora y fauna.
- Talleres de educación ambiental.
- Proyectos de investigación biológica.
- Safari fotográfico.
- Observación sideral.
- Observación de fósiles.
- Observación de atractivos naturales.

Por tratarse de actividades desarrolladas directamente entre la naturaleza y la sociedad, quedan excluidas las competencias, así como de las actividades de aventura o deportes extremos. El turismo de aventura está enfocado a realizar actividades recreativas, asociadas a desafíos impuestos por la naturaleza, por lo que se desarrollan en tres tipos de ambientes, como se menciona en la siguiente tabla:

Tabla 1. Clasificación del turismo de aventura.

TURISMO DE AVENTURA		
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tierra ✓ Cabalgata ✓ Caminata ✓ Cañonismo ✓ Cilcismo de montaña ✓ Escalada ✓ Espeleísmo ✓ Montañismo ✓ Rappel. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aire ✓ Paracaidismo ✓ Vuelo en: Parapente <ul style="list-style-type: none"> ➤ Ala delta ➤ Globo Aerostático ✓ Ultraligero 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Agua ✓ Descenso de ríos ✓ Kayaquismo ✓ Pesca recreativa ✓ Buceo autónomo ✓ Buceo libre ✓ Espeleobuceo

Fuente: Secretaría de Turismo. (2007).

Finalmente, la SECTUR define al turismo rural como la vinculación del hombre con las formas de vivir de las comunidades que habitan en un ambiente rural, sensibilizando al

turista sobre el respeto y valor de la identidad cultural. Para ello, debe participar de manera activa en el modo de vida, religión, organización y producción de la actividad rural. Entre las actividades más conocidas en México son:

- Enoturismo.
- Eco-arqueología.
- Agroturismo.
- Preparación y uso de Medicina Tradicional.
- Talleres Gastronómicos.
- Talleres Artesanales.
- Vivencias Místicas.
- Fotografía Rural.
- Aprendizaje de Dialectos.

Bajo esta definición, las actividades consideradas en la presente investigación se enmarcan en el ámbito del turismo de aventura y ecoturismo.

2.4 La Geotecnología y el Ambiente.

El desarrollo tecnológico implementado y sustentado por las grandes potencias económicas, ha sido el parteaguas en el análisis espacial de los recursos naturales, en donde la nueva visión gubernamental de quienes manejan, administran y protegen los recursos con fines económicos y de calidad de vida, ha propiciado la integración de nuevos sistemas de administración de la información, en donde lo más importante es continuar con el desarrollo sin poner en riesgo los recursos naturales y de esta manera garantizar la sustentabilidad de las generaciones futuras.

Por medio de software para el manejo de información espacial georeferenciada, será posible diagnosticar, analizar e identificar los principales problemas producto de las interrelaciones y dependencias entre los diferentes factores del sistema del Parque Nacional Nevado de Toluca. Para lo cual, será necesario considerar los componentes que integran el paisaje, así como las principales relaciones espaciales que existen entre dichos componentes y la importancia que presentan para el desarrollo de actividades turísticas. Asimismo, será necesario conocer los requerimientos naturales y sociales que consideran las actividades para poder identificar las zonas con aptitud turística.

Las disciplinas de carácter integrador, como la geografía y la ecología, son las que están recibiendo tal acumulación de datos procedentes tanto de los conocimientos segmentados de otras disciplinas tradicionales, como de la nueva y creciente conversión de estos datos en información. A este respecto, conviene indicar que los datos son observaciones obtenidas por diversos métodos de medición y se convierten en información cuando son puestos en relación con un contexto⁸.

⁸ Junta de Andalucía. Consejería del Medio Ambiente. España. Consultado el 13 de marzo de 2009 en <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vgnnextoid=ad7798cf24d91110VgnVCM1000000624e50aRCRD&vgnnextchannel=d809d2d82b8ae010VgnVCM1000000624e50aRCRD>.

En este sentido, la Geografía se ha caracterizado por utilizar datos estadísticos procedentes de múltiples disciplinas para convertirlos en información, al vincular estos a un contexto territorial dado y explicar procesos y fenómenos a través de la interrelación de estas informaciones. Es de esta forma que datos estadísticos e información geográfica han constituido, siempre, un binomio indisoluble (Andrew, T. 2006).

Por otra parte, la aparición de las nuevas tecnologías de la información relacionadas con el análisis territorial, como son los Sistemas de Información Geográfica y la Teledetección, están facilitando e incluso forzando a que la información estadística convencional sea, cada vez más, referida y creada con criterios espacio-temporales más rigurosos y precisos.

Estas nuevas tecnologías no deben ser consideradas sólo como herramientas que permiten obtener datos geográficos de calidad, sino que son la esencia del objetivo de la Geografía, la explicación de fenómenos y variables a través de la interrelación en el espacio y el tiempo, de los recursos naturales y la actividad humana. Las palabras “Sistema de Información Geográfica”, dejan de tener el sentido de herramienta informática (el software S.I.G.), para convertirse en un nuevo concepto de análisis espacial de la información geográfica, la cual está pensada en su creación y uso como variables vinculadas espacio-temporalmente para permitir el análisis de la realidad. Ninguna información puede ser introducida en dicho concepto de Sistema de Información Geográfica, sin que previamente se hayan analizado todas sus posibles relaciones en el espacio y el tiempo con otras variables que previamente existiesen en dicho Sistema (Buzai, G. 2001).

El difícil acceso a las herramientas geotecnológicas más eficientes desde el punto de vista económico y ecológico, que tienden a utilizarse en el manejo y administración de los recursos naturales, así como la deficiencia de la legislación y normas sobre protección del ambiente y carencia de educación ambiental colectiva e individual, trae consigo deficiencias en la planeación y conservación del ambiente, así como de los recursos que sustentan la calidad de vida.

Como parte de estas nuevas tecnologías, surge la necesidad de adaptar métodos y técnicas de análisis espacial y es aquí donde las herramientas de evaluación multicriterio-multiobjetivo, según Luque G. (2003), surgen a partir de un marco más amplio, la «Teoría de la Decisión», la cual tiene su origen en la teoría económica, de finales del siglo XIX y principios del siglo XX, fecha a partir de la cual los economistas comenzaron a buscar las relaciones entre el comportamiento de los agentes económicos y la economía en general. Anteriormente, en la década de los sesenta esta teoría se consolidó y presentó un crecimiento importante, posteriormente en los ochentas se fortalece aún más con la incorporación de la informática. No obstante y, a pesar de que provengan de la teoría económica, en la actualidad se ha convertido en una importante vía metodológica para la planificación territorial y ambiental, por ello es una herramienta cada vez más utilizada en la geografía como técnica orientada a asistir a los procesos de toma de decisión (Santos, 1997, 130 citada por Luque G. 2003).

La evaluación multicriterio es “un conjunto de técnicas orientadas a asistir a los procesos de toma de decisión, investigando un número de alternativas a la luz de múltiples criterios y objetivos en conflicto” (Barredo, 1996, 47); sin embargo, uno de los problemas de usar esta

técnica para la ciencia geográfica son las numerosas alternativas existentes en la resolución de un problema de planificación ambiental; el uso de una segunda herramienta puede resultar clave: los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Estos posibilitan el trabajo con múltiples capas de información temática o sectorial, y resultan útiles para ordenar los datos de forma georreferenciada y evaluar los resultados alcanzados eficazmente (Santos, 1997, 130).

Los SIG entendidos como “el conjunto de herramientas para reunir, almacenar (en la computadora), recuperar, transformar y representar datos espaciales del mundo real para un grupo particular de propósitos” (Burrough, 1986, citado por Barredo, 1996, pág. 2), se han empleando en los últimos años; sin embargo, en el campo del turismo, se aprecian aún ciertas carencias a pesar de las grandes posibilidades que éste presenta para la ordenación y gestión del espacio, como lo puede ser en: control de la actividad en espacios naturales protegidos, análisis del impacto ambiental, elaboración de inventarios sobre recursos turísticos, análisis sobre la capacidad de uso de un territorio, ubicación de determinadas infraestructuras o actividades, entre otros.

Dos de los conceptos claves de la evaluación multicriterio son la decisión y alternativa, es decir, la elección ante una serie de posibilidades distintas. En principio, se plantea el objetivo a seguir, que en nuestro caso será determinar los lugares más adecuados para la implementación de actividades de turismo de naturaleza en el PNNT. En este caso, interesa aquel espacio idóneo para la ubicación de actividades bajo los principios de la sustentabilidad y los sistemas complejos.

2.4.1 El análisis espacial multicriterio y multiobjetivo.

Según De Cos, G. (2007), el concepto genérico de evaluación multicriterio como “conjunto de operaciones espaciales para lograr un objetivo teniendo en consideración simultáneamente todas las variables que intervienen” (Barredo, 1996), bien sean factores o restricciones, sirve de soporte para diversidad de objetivos, frecuentemente relacionados con la toma de decisiones espaciales y en ocasiones derivados hacia la evaluación multiobjetivo cuando entran en juego fuerzas de competencia entre diferentes usos.

Con la adecuación de la metodología multicriterio al objeto específico de la presente investigación y al desarrollo a partir de herramientas SIG, con el fin de obtener los sitios con aptitud para el desarrollo de actividades turísticas.

Asimismo, menciona que las fases necesarias de la propuesta metodológica es la elección de los criterios que se consideran determinantes para el objetivo concreto. Estas variables deben definirse con anterioridad al desarrollo empírico de la investigación, por lo cual la aplicación multicriterio exige un consistente conocimiento previo del fenómeno analizado, en este caso, es el desarrollo turístico. La elección de los criterios es determinante ya que según las variables incluidas, el resultado final obtenido puede cambiar considerablemente.

Es importante, asimismo, tener en cuenta la existencia de dos tipos de variables: de naturaleza continua, que actúan como factores y por tanto se tratan en la fase de estandarización siguiendo los principios de la *lógica difusa* (Gale & Atkinson, 1979, citadas

por Eastman, 1999), mientras que las variables discretas constituyen restricciones y su funcionalidad en el método puede encuadrarse en los principios de la *lógica booleana*.

Por lo anterior, es necesario establecer un sistema de estandarización, dado que las variables originales se expresan en unidades de medida diferentes, con rangos distintos y con una amplia gama de posibilidades de interpretación en función de la representatividad o adecuación para un objetivo concreto (Eastman, citado por De Cos G. (2007)).

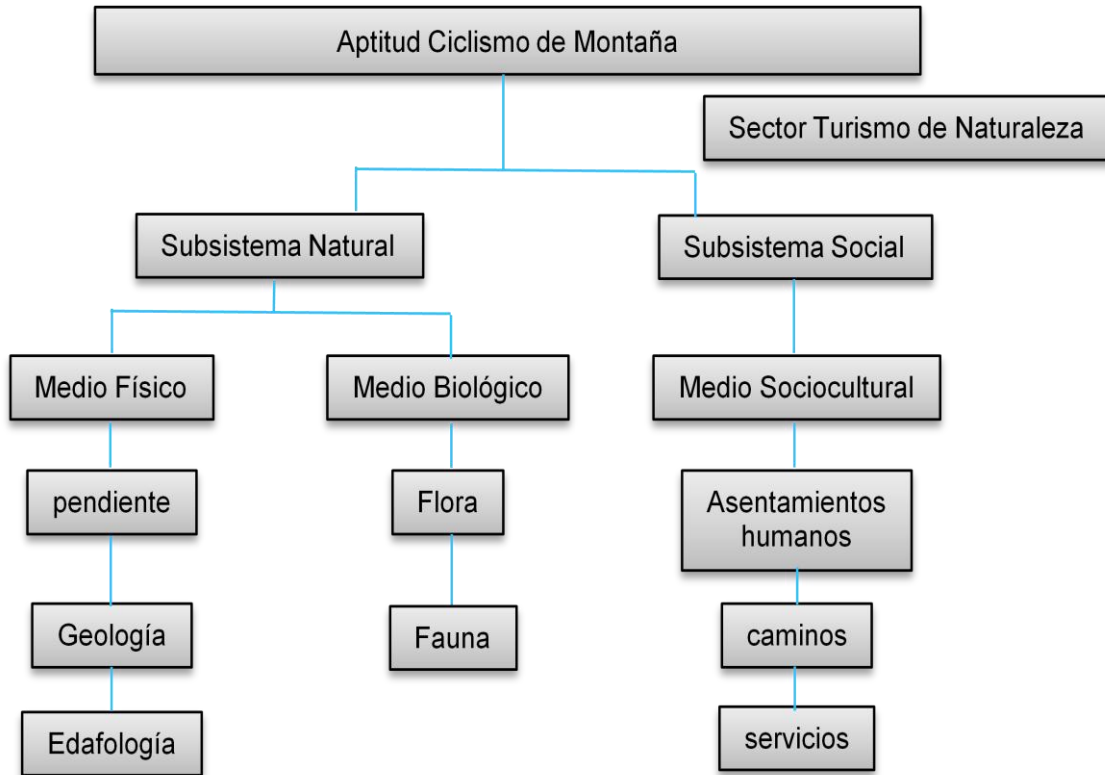
Una vez identificadas las variables, se procede a la preparación de criterios. Es aquí donde los factores y restricciones comienzan a tratarse de forma diferente. De esta manera, se generan mapas en los que la variable es sustituida por un determinado valor de adecuación (Heikkila, 2003, citado por Eastman, 1999). De este modo, los grids que representan los factores se traducen a mapas de adecuación en escala de byte (0-255) siguiendo grados de adecuación progresivos y regresivos, de modo que superan las imposiciones de la lógica booleana, al estandarizar variables espaciales según funciones de pertenencia difusa, adaptadas al comportamiento espacial de los fenómenos territoriales en el mundo real, superando la imposición de líneas imaginarias booleanas que marcan el límite categórico entre lo que es óptimo y la adecuación nula.

A partir de éste análisis, se realiza la selección final de las zonas que son aptas para el objetivo analizado, lo que se denomina solución multicriterio. Dicho mapa, es la interpretación y reclasificación de los resultados derivados de la evaluación y ofrece la posibilidad de aclarar-interpretar los resultados obtenidos, zonificar internamente mediante reclasificación y extraer estadísticas. Aplicado a nuestro objeto de estudio, la solución multicriterio es el mapa (raster o vector) en el que se señalan las zonas aptas para el desarrollo de una actividad turística específica.

Asimismo, nos podemos referir a la evaluación multicriterio como un conjunto de técnicas orientadas a asistir los procesos de toma de decisión, investigando un número de alternativas a la luz de múltiples criterios y objetivos (Estman, 1999), donde cada uno de los factores definidos en el sistema pasaría a formar parte de un criterio y objetivo común a una actividad turística.

El análisis espacial del territorio bajo un enfoque de evaluación multicriterio-multiobjetivo, requiere la definición de las variables y su consecuente asignación de objetivos, para ello se planteó este método con fines de determinar sitios con potencial o aptitud turística en el PNNT. Para este caso y como propuesta de estructuración para el análisis de una actividad en específico, se retoma la propuesta planteada por SEMARNAT 2006 en el “Manual del Proceso de Ordenamiento Ecológico”; la siguiente figura adaptada a un objetivo turístico.

Figura 3. Ejemplo de estructura jerárquica de factores y atributos.



Fuente: SEMARNAT 2006.

Como parte de la investigación, es importante retomar las tendencias geotecnológicas, así como las herramientas para el manejo y administración de información cartográfica digital por medio de sistemas de información geográfica, como parte del análisis geoinformático, donde a partir de los métodos multiobjetivo y multicriterio fue posible realizar análisis raster y vector con fines de planeación turística.

CAPÍTULO III

MARCO GEOGRÁFICO DEL PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA, DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS SISTEMAS COMPLEJOS.

3.1 Presentación.

El Nevado de Toluca es una de las elevaciones montañosas representativas del Eje Neovolcánico Transversal, junto con los Volcanes Popocatepetl, Iztaccihuatl y Pico de Orizaba; ambientalmente, el Parque Nacional Nevado de Toluca (PNNT) fue reconocido por su riqueza hidrológica, forestal y biológica, así como por las condiciones físicas que definen el clima y la hidrología para la zona central del Estado de México (DOF, 1936).

Sin embargo, a pesar de su declaratoria el PNNT cuenta con regímenes de propiedad de tipo: comunal, ejidal y privada, que aunado a la poca efectividad que ha tenido el marco jurídico de las áreas naturales protegidas, no ha permitido su protección en su totalidad, por lo que actualmente presenta serios problemas de deforestación, cambio de uso de suelo, pérdida de suelo y reducción significativa de la flora y fauna que para ese entonces caracterizaban al Nevado de Toluca (GEM, 1999; Osorio y Franco, 2008).

Retomando los objetivos del Diario Oficial de la Federación, se considera que “la belleza natural de esa montaña, su flora y fauna, forman un atractivo poderoso para el desarrollo turístico, ya que cuenta con una infraestructura de caminos que la hacen accesible para cualquier lugar, lo que significa una gran ventaja económica para los pueblos comarcanos” (GEM, 1999; Pág. 5). Es por ello, que se considera de suma importancia abordar el PNNT como un área natural protegida con potencial para su aprovechamiento tendiente a proveer bienestar económico y social a las comunidades que allí habitan, pero que a su vez promueva la protección, conservación y restauración de los ecosistemas propios del Nevado de Toluca.

3.2 Definición del Parque Nacional Nevado de Toluca como sistema complejo.

El Nevado de Toluca, se encuentra inmerso dentro del sistema neovolcánico transversal característico de la República Mexicana, ya que este último atraviesa al país en su parte central, además forma parte de las regiones biogeográficas de México, definiendo así las zonas neártica y neotropical a las que se debe la gran biodiversidad con la que cuenta el país (Rzedowski, J, 1978).

El Nevado de Toluca, ocupa el cuarto lugar en altitud de los Volcanes de México, siendo superado por el Pico de Orizaba, el Popocatepetl y el Iztaccihuatl. Se ubica en la parte central del Estado de México, geoespacialmente, entre los 19.01° y 19.30° de latitud norte y de los -99.64° a los -99.95° de longitud, perteneciente a la Subprovincia de Lagos y Volcanes de Anáhuac (INEGI, 1987).

Para fines de la presente investigación, se considera como zona de estudio el Nevado de Toluca a partir de la conformación del Parque Nacional Nevado de Toluca (PNNT), cuyos límites se establecen a partir de la cota 3000 msnm; y derivado de las variaciones de superficie resultado del detalle en que se encuentra representada la curva de nivel, se define como área de estudio una superficie total de 537.83 km² tomando como base el análisis geoespacial realizado a partir de información escala 1:50000, la siguiente imagen muestra la localización del PNNT.

Imagen 1. Localización del PNNT.



Fuente: Límites municipales IGCEM 2008 e INEGI 2005.

El PNNT se localiza al suroeste del Valle de Toluca a una distancia aproximada de 25 km. de la Ciudad de Toluca. Su acceso, partiendo de esta ciudad, es por medio de la vía federal N° 134 con dirección a Temascaltepec - Valle de Bravo, posteriormente en el tramo conocido como la Puerta, se encuentra la desviación con rumbo a Texcaltitlán y Sultepec; ambas vías cruzan el Nevado, la primera en dirección noreste a sureste y la segunda en dirección norte-sur. A partir de la desviación a Texcaltitlán, aproximadamente a 12 km, se encuentra la salida al camino de terracería que conduce al Parque de los Venados localizado a aproximadamente 3.5 km y al Cráter donde se encuentran los cuerpos de agua denominados Laguna del Sol y La Luna a una distancia de 9.5 km a partir del Parque de los Venados.

3.3 Delimitación del sistema.

El sistema objeto de estudio de la presente investigación, a diferencia de lo planteado por García, R. (2006), no representa complejidad en su delimitación ya que en otros casos es necesario establecer límites, ya sea mediante la identificación de procesos o mediante el comportamiento de interacciones entre elementos; sin embargo, para este caso, el PNNT presenta una delimitación natural basada en un rasgo topográfico concerniente a la cota 3000 msnm. Por lo anterior, el sistema correspondiente al PNNT retoma dicha delimitación, identificando los subsistemas natural y social, así como las estructuras que lo integran y que serán descritos en base a lo planteado por García.

Una vez establecidos los límites de la zona de estudio, se continúa con la identificación de los componentes que lo integran, así como de su distribución político-administrativa a nivel regional y municipal, respetando los niveles y escalas de análisis para cada caso.

Administrativamente, el PNNT abarca parte de los territorios municipales de Toluca, Zinacantepec, Almoloya de Juárez, Amanalco, Temascaltepec, Coatepec Harinas, Villa Guerrero, Tenango del Valle, Villa Victoria y Calimaya; todos con superficies variadas ya que es en las partes bajas del parque donde convergen los límites de 10 municipios, como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 2. Distribución de superficie por municipio dentro del PNNT.

MUNICIPIO	ÁREA EN KM2
ALMOLOYA DE JUÁREZ	27.82
AMANALCO	29.36
CALIMAYA	29.19
COATEPEC HARINAS	26.65
TEMASCALTEPEC	69.62
TENANGO DEL VALLE	53.84
TOLUCA	93.57
VILLA GUERRRERO	15.1
VILLA VICTORIA	0.11
ZINACANTEPEC	192.57
SUP. TOTAL	537.83

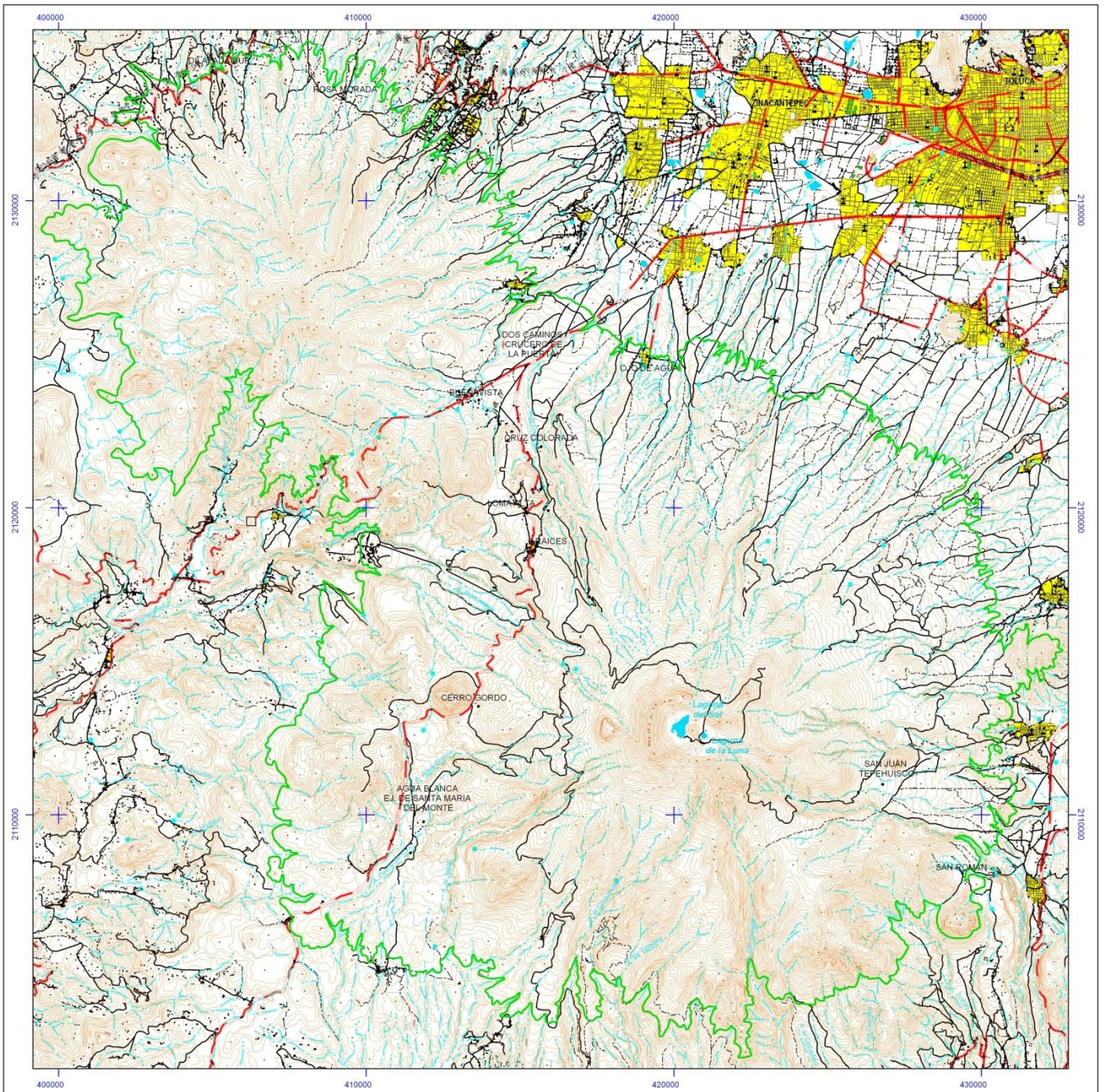
Fuente: Cálculo propio, con base a límites municipales de la Comisión de Límites del Estado de México 2007.


En la tabla anterior, se puede apreciar la superficie por municipio que comprende el PNNT, donde la mayor parte se encuentra en los municipios de Zinacantepec, Toluca, Temascaltepec y Tenango del Valle respectivamente.

A nivel regional, el PNNT limita naturalmente con las cuencas de los ríos Lerma hacia la parte norte y al sur la Cuenca del Balsas, también delimita y define ecosistemas y formas de vida que difieren entre ambas cuencas (GEM, 1997).

Desde el punto de vista topográfico y paisajístico, el PNNT colinda en su lado norte con el Valle de Toluca, por lo que su influencia climática y paisajística determina de manera considerable las condiciones de vida de los habitantes de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca. Hacia el sur, se caracteriza por paisajes boscosos y rurales totalmente contrarios a la parte norte del Nevado de Toluca (GEM, 1997), ver mapa 1 Topográfico.

Desde la perspectiva geográfica, el Parque Nacional Nevado de Toluca cuenta con una diversidad de ambientes, que van desde lo urbano, rural, industrial, hasta lo paisajístico donde predomina la estructura Volcánica del Nevado de Toluca o Xinantécatl caracterizada por sus barrancas, depresiones, mesetas y paisajes de montaña compuestos por bosques de pino, encino, pastizales, manantiales y cañadas (GEM. 1997); factores que en conjunto propician las condiciones ideales para el aprovechamiento turístico sustentable de los recursos existentes, sin la necesidad de comprometer o en su caso alterar los ecosistemas que caracterizan al Nevado de Toluca.



 <p>Universidad Autónoma del Estado de México Facultad de Geografía</p> <p>PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA</p>   <p>ESCALA GRÁFICA 0 1 2 3 4 Kilómetros</p> <p>1 TOPOGRÁFICO</p>	<p>SIMBOLOGÍA TEMÁTICA</p> <p>POBLACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ TRAZA URBANA ● LOCALIDAD ○ CONSTRUCCIÓN AISLADA <p>VÍA DE COMUNICACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> — CARRETERA — TERRACERIA — BRECHA — VEREDA ++++ FERROCARRIL <p>TOPOGRAFÍA</p> <ul style="list-style-type: none"> — CURVA MAESTRA — CURVA INTERMEDIA <p>EQUIDISTANCIA A CADA 20 METROS</p>	<p>SIMBOLOGÍA TEMÁTICA</p> <p>HIDROGRAFÍA</p> <ul style="list-style-type: none"> — RIO — ESCURRIMIENTO — ACUEDUCTO — CANAL — ESCURRIMIENTO QUE DESAPARECE — PRESA — BORDO — ZONA SUJETA A INUNDACION <p>LÍMITE</p> <ul style="list-style-type: none"> — ESTATAL — MUNICIPAL — PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA <p><small>FUENTE: CARTOGRAFÍA TOPOGRÁFICA ESC. 1:50 000 PROYECCIÓN GEOGRÁFICA SISTEMA DE REFERENCIA WGS84 ESFEROIDE CLARKE 1866 CUADRICULA UTM A CADA 10 000 MTS.</small></p>
--	--	--

A partir de su delimitación es posible identificar los principales componentes que integran la zona de estudio, por lo que retomando la metodología de sistemas complejos dentro del PNNT se identifican dos subsistemas principales, los cuales consideran a su vez los objetivos planteados para la presente investigación.

3.4 Subsistema Natural.

3.4.1 El Nevado de Toluca en el contexto de las Áreas Naturales Protegidas.

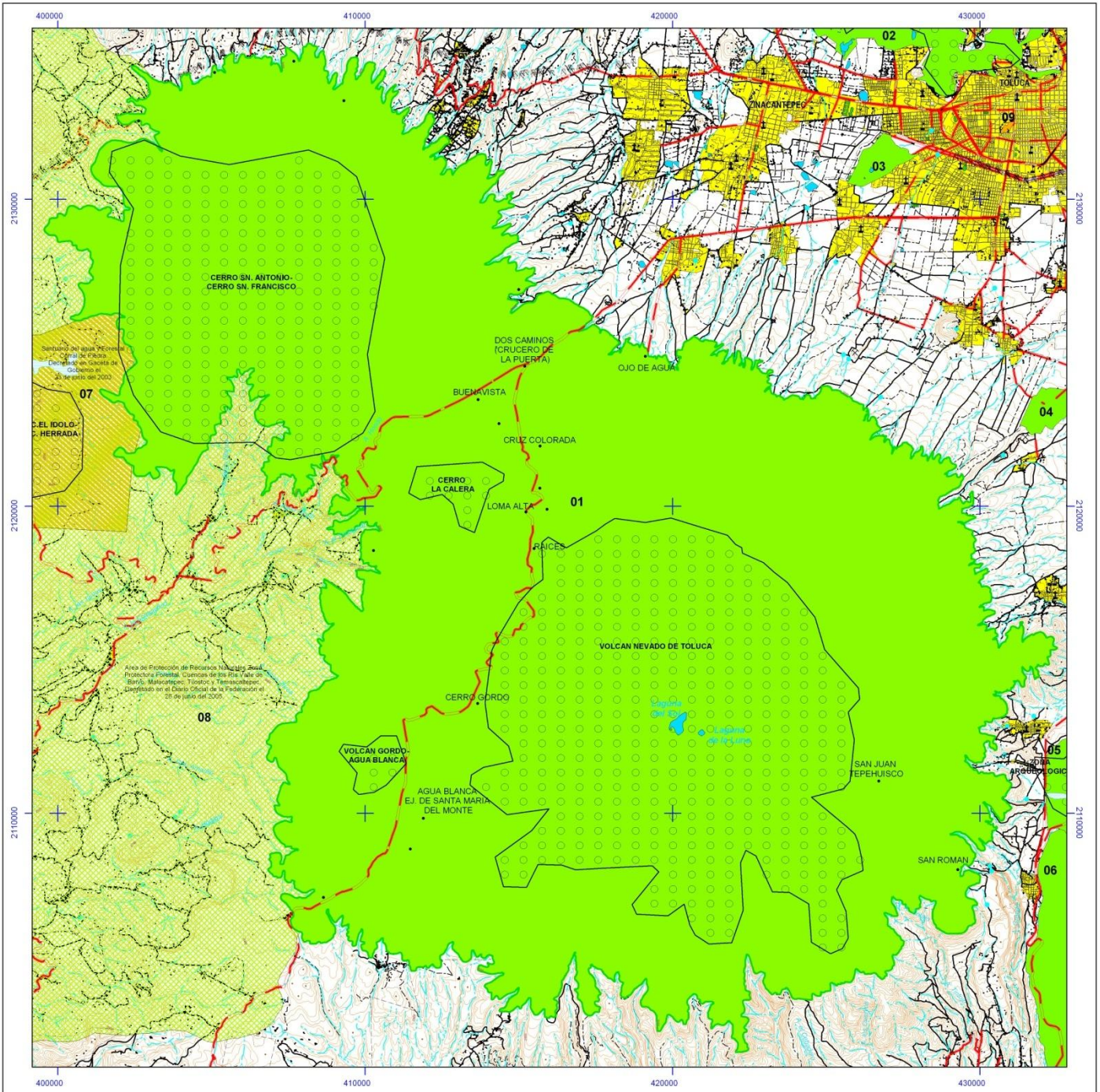
“Las características geológicas, climáticas, edafológicas y de vegetación de este volcán, y los beneficios que de esa zona se derivan, motivaron que en 1936, por Decreto Presidencial, se estableciera como Parque Nacional a partir de la cota 3000 msnm, y con la finalidad de conservar sus bosques y su gran belleza natural” (GEM, 1981; Pág.72).

El primer decreto del PNNT contempla como zona de protección (amortiguamiento) una franja de 100 m con respecto a espacios agrícolas y de asentamientos humanos. (DOF, 1936). Sin embargo, hacía referencia a las áreas agrícolas y urbanas que para 1936 existían; hoy en día la situación es diferente y se ha hecho uso y aprovechamiento de los recursos existentes en el parque, por lo que la situación ambiental del Nevado se ha visto seriamente alterada a partir de la fecha de su declaratoria.

Dicho mapa, se elaboró cuando aún existía un decreto de Protección, Conservación y Aprovechamiento de Cimas de Montaña, Lomeríos y Cerros del Estado de México, publicado en Gaceta de Gobierno de fecha 05 de agosto de 1993 y derogado el 27 de agosto de 2009. A la fecha, existen áreas naturales colindantes tanto de carácter federal como estatal; tal es el caso del Área de Protección de Recursos Naturales Zona Protectora Forestal, Cuencas de los Ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec y el Santuario del Agua y Forestal Presa Corral de Piedra; ver mapa 2 Áreas Naturales Protegidas en la siguiente página.

Con base a la Ley General del Equilibrio Ecológico LEEGPA (2007), las áreas naturales protegidas son aquellas zonas donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la presente Ley.

Es sabido que las áreas naturales protegidas, sean federales, estatales o municipales, carecen de las instancias jurídicas que garanticen la aplicación de la normatividad a favor de la protección y conservación de los ecosistemas que las hacen especiales para su protección. Para el Parque Nacional Nevado de Toluca, se han elaborado documentos para regular las actividades y usos de suelo; por ejemplo, PROTIMBOS (s/f), elaboró el Programa para el Desarrollo Múltiple del Parque; el Instituto Nacional de Ecología de la SEMARNAT publicó en 1995 la Carpeta Básica del Parque; y actualmente, se encuentra en vigencia el Programa de Manejo elaborado en 1999 por la Asociación Civil Biocenosis.





Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía



PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA





ESCALA GRÁFICA



SIMBOLOGÍA TEMÁTICA

ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

- PARQUE NACIONAL
- 01- NEVADO DE TOLUCA
- PARQUE ESTATAL
- 02- SIERRA MORELOS
- 03- ALAMEDA PONIENTE SAN JOSE LA PILA
- 04- TOLLOCAN CALMAYTA
- 05- MANHUATLACAMATLAZINCA
- 06- TENANCINGO-MALINALCO-ZUMPANHUACAN
- PARQUE ESTATAL SANTIUARIO DEL AGUA Y FORESTAL
- 07- PRESA CORRAL DE PIEDRA
- ÁREA DE PROTECCIÓN
- 08- ÁREA DE PROTECCIÓN DE RECURSOS NATURALES ZONA PROTECTORA FORESTAL (FEDERAL)

- ÁREA NATURAL SIN DECRETO
- 08- MATLIZINCAS (EL CALVARIO DE TOLUCA)
- 09- Cimas de Montaña
- 09- ZONAS DE MANEJO, CONSERVACION Y APROVECHAMIENTO DE CIMAS DE MONTAÑA Y CERROS DEL ESTADO DE MEXICO

FUENTE: SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE, GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO SISTEMA ESTATAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS 2008. CARTOGRAFÍA TOPOGRÁFICA ESC. 1:50 000.

PROYECCION GEOGRÁFICA SISTEMA DE REFERENCIA WGS84 SPHEROID DE CLARKE 1886 CUADRICULA UTM A CADA 10 000 MTS.

SIMBOLOGÍA BÁSICA

POBLACION

- TRAZA URBANA
- LOCALIDAD
- CONSTRUCCIÓN AISLADA

VÍA DE COMUNICACIÓN

- CARRETERA
- TERRACERIA
- BRECHA
- VEREDA
- FERROCARRIL

HIDROGRAFÍA

- RIO
- ESCURRIMIENTO
- ACUEDUCTO
- CANAL
- ESCURRIMIENTO QUE DESAPARECE
- PRESA
- BORDO
- ZONA SUJETA A INUNDACION

TOPOGRAFÍA

- CURVA MAESTRA
- CURVA INTERMEDIA
- EQUIDISTANCIA A CADA 20 METROS

LÍMITE

- ESTATAL
- MUNICIPAL
- 3000- PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA

2 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

El atractivo principal del parque se relaciona con su estructura volcánica, la altitud, la presencia de climas y paisajes invernales que atraen al visitante.

Imagen 2. Parque de Los Venados.

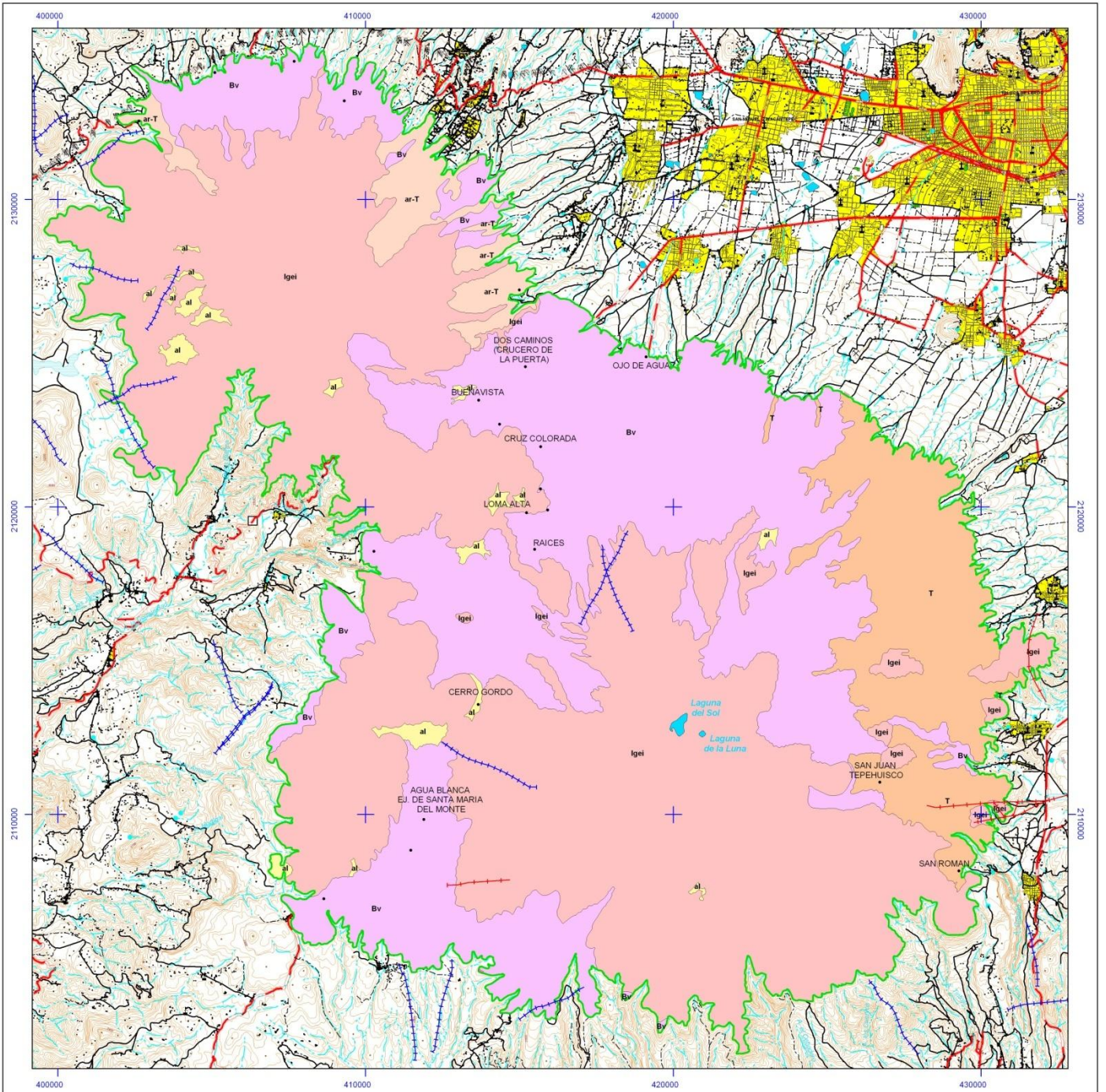



Fuente: Retomada del internet block de imágenes 2010.

Esta estructura se caracteriza por su cráter tipo caldera producto de erupciones lávicas (andesitas), que dan origen a formaciones que llegan a altitudes de 4680 msnm en la formación conocida como Pico del Fraile; la zona ha sido estudiada y caracterizada por diferentes autores, ya sea mediante investigaciones de tipo geomorfológico o geológico estructural. Para los fines de la presente investigación, basta con hacer referencia al sustrato geológico superficial, donde se localizan las condiciones ideales para el desarrollo de ciertas actividades turísticas (INE, 2003).

El sitio en cuestión, se conforma en su totalidad por la estructura volcánica del propio Nevado de Toluca, compuesto por una serie de capas de lava andesítica que descansan sobre una formación de rocas calcáreas del Cretácico con Edad del Plioceno al Pleistoceno que datan de hace unos 30,000 años (GEM, 1999).


Según García-Palomo (2002), la zona se constituye principalmente por rocas ígneas extrusivas del terciario-cuaternario de tipo basaltos, andesitas, tobas y brechas, Está conformado por domos, flujos de lava cortos y viscosos, así como depósitos de gran volumen de flujos piroclásticos y epiclásticos que descansan sobre un basamento complejo volcánico sedimentario, con edad del Jurásico al Mioceno Tardío y se encuentra asentado sobre la intersección de tres sistemas de fallas: Taxco-Querétaro (NN-SSE), San Antonio (NE-SW) y Tenango (E-W), ver mapa de Geología en la siguiente página.






Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía


PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA





ESCALA GRÁFICA
0 1 2 3 4 Kilómetros

3 GEOLOGÍA



SIMBOLOGÍA TEMÁTICA

GEOLOGÍA

- Ar-T ARENISCA TOBA
- Bv BRECHA VOLCÁNICA
- Igei ÍGNEA EXTRUSIVA
- al SUELO ALUVIAL
- T TOBA
- Fractura
- Falla

FUENTE: GEOLOGÍA ESC. 1:50 000, INEGI. CARTOGRAFÍA TOPOGRÁFICA ESC. 1:50 000.

PROYECCIÓN GEOGRÁFICA
SISTEMA DE REFERENCIA WGS84
ESFEROIDE CLARKE 1866
CUADRICULA UTM A CADA 10 000 MTS.

SIMBOLOGÍA BÁSICA

POBLACIÓN

- TRAZA URBANA
- LOCALIDAD
- CONSTRUCCIÓN AISLADA

VÍA DE COMUNICACIÓN

- CARRETERA
- TERRACERIA
- BRECHA
- VEREDA
- FERROCARRIL

HIDROGRAFÍA

- RÍO
- ESCURRIMIENTO
- ACUEDUCTO
- CANAL
- ESCURRIMIENTO QUE DESAPARECE
- PRESA
- BORDO
- ZONA SUJETA A INUNDACION

TOPOGRAFÍA

- CURVA MAESTRA
- CURVA INTERMEDIA
- EQUIDISTANCIA A CADA 20 METROS

LÍMITE

- ESTATAL
- MUNICIPAL
- 3600 PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA

Resulta evidente que la composición geológica del PNNT se debe a la dinámica interna de la tierra, lo que ha generado la integración de relieves propios de la zona de estudio, donde las geoformas dan origen a condiciones topográficas complejas, con relieves montañosos, laderas y lomeríos cuyo principal uso va desde el agrícola hasta el forestal y pastizales de montaña (Geissert D. 1987); las pendientes del terreno oscilan entre los 12° y 50° , ver mapa 4, Hipsométrico y mapa 5, Pendientes en las siguientes páginas.

Fisiográficamente, el Nevado de Toluca se localiza en la Provincia del Sistema Volcánico Transversal dentro del Bloque Guerrero, limitado por el sistema de fallas Chapala – Tula al norte y por el sistema Oaxaca – Chapala hacia el sur (Pasquaré, *et al.*1987; Johnson and Harrison, 1990; en García-Palomo, *et al.* 2002). Estructuralmente, la zona comprende dos complejos volcánicos, el propio Volcán Nevado de Toluca y el Volcán San Antonio.

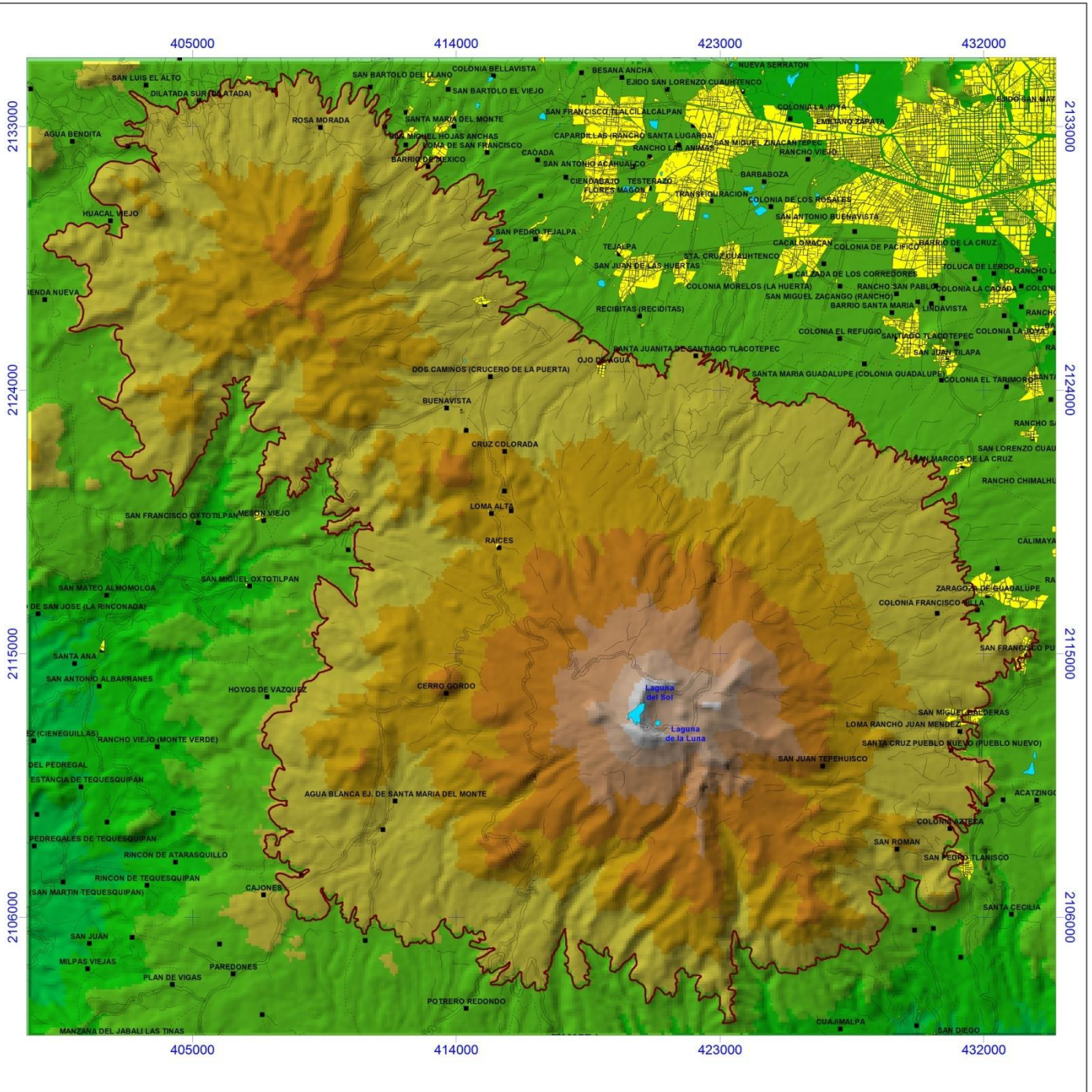
Al suroeste del Valle de Toluca está el Complejo Volcánico de San Antonio, compuesto por varios domos, derrames de lava y flujos piroclásticos; al sureste esta el Volcán Nevado de Toluca, su edificio se formó por derrames de lava andesíticos y dacíticos. Sus laderas están cubiertas por flujos piroclásticos y depósitos de caída. Ambos con sus respectivos piedemonte volcánico (Sánchez, R. 1988, García, P. 2002; citado por Aceves Quezada, 2007).


La estructura volcánica del Nevado de Toluca se encuentra modelada por diversos procesos morfogenéticos, asociados a la actividad volcánica y a la influencia del modelado glaciar, así como por cambios de uso de suelo, principalmente de forestal a agrícola; desarrollo de actividades pecuarias y extracción de materiales pétreos empleados en la construcción Espinosa, R. (2003) (imagen 3 y 4).

Imagen 3 y 4. Pérdida de suelo y cobertura vegetal por actividades de extracción minera.




Fuente: RCS, 2009.

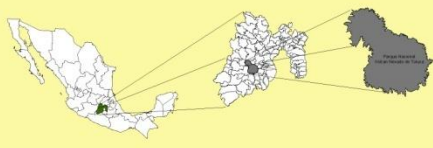





Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía




PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA





4 HIPSOMÉTRICO

ESCALA GRÁFICA



SIMBOLOGÍA TEMÁTICA

HIPSOMETRÍA msnm

	2188 - 2461
	2462 - 2735
	2736 - 3008
	3009 - 3282
	3283 - 3555
	3556 - 3829
	3830 - 4102
	4103 - 4376
	4377 - 4650

FUENTE: SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE 2008
CARTOGRAFÍA TOPOGRÁFICA. ESCALA 1:250 000.

PROYECCIÓN UTM ZONA 14
SISTEMA DE REFERENCIA NAD27
ESFEROIDE CLARKE 1866
CUADRICULA UTM A CADA 9 000 MTS.

SIMBOLOGÍA BÁSICA

POBLACIÓN

- TRAZA URBANA
- LOCALIDAD
- CONSTRUCCIÓN AISLADA

VÍA DE COMUNICACIÓN

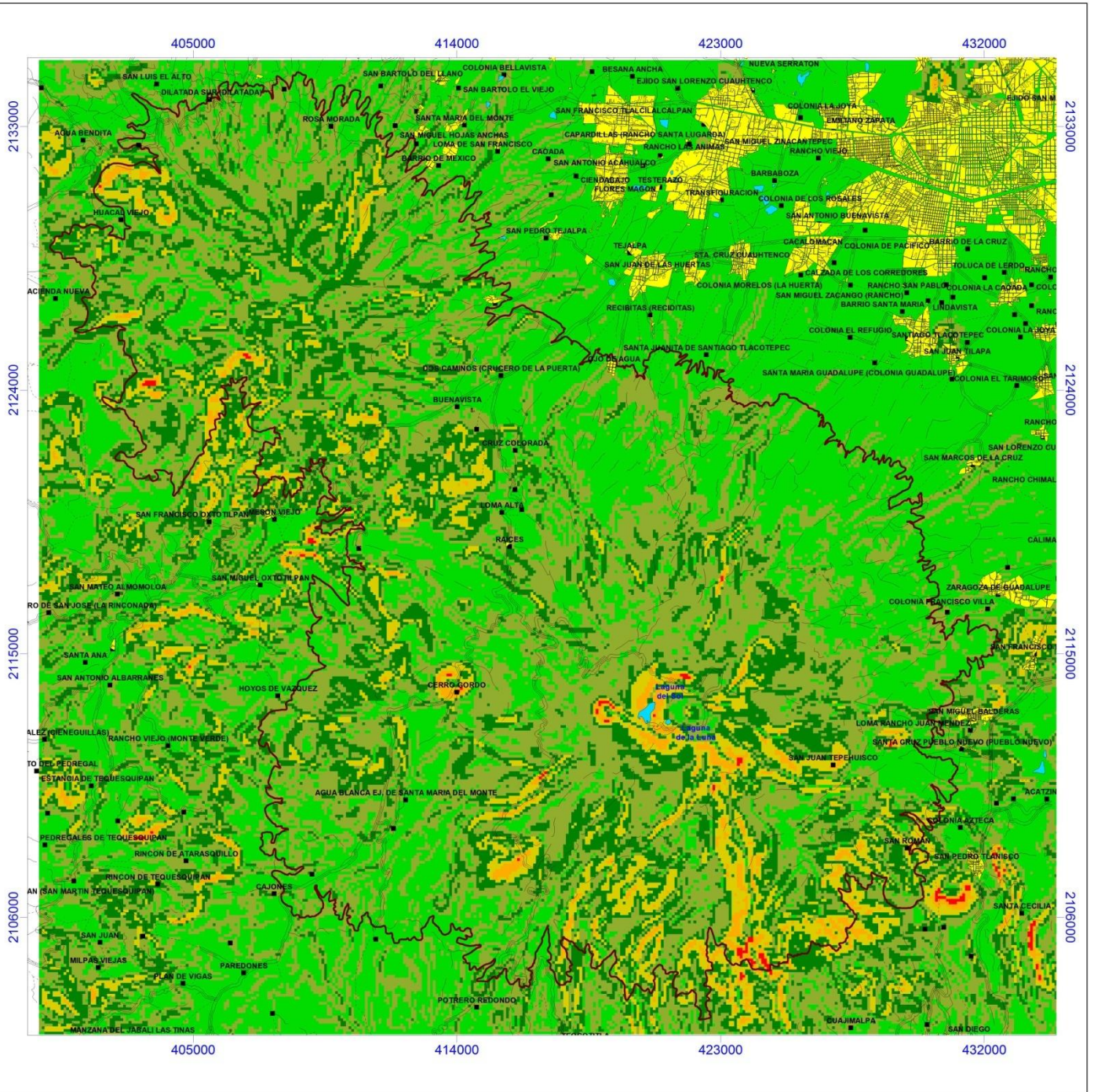
- CARRETERA
- TERRACERIA
- BRECHA
- VEREDA
- FERROCARRIL


HIDROGRAFÍA

- PRESA
- LAGO
- ZONA SUJETA A INUNDACION

LÍMITE

- ESTATAL
- MUNICIPAL
- LÍMITE PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA

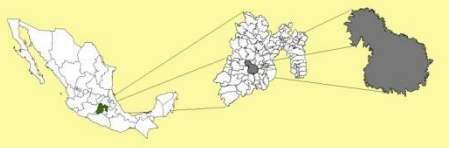




Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía




PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA



5

PENDIENTES



SIMBOLOGÍA TEMÁTICA

PENDIENTES EN GRADOS

	0 - 5
	5 - 15
	15 - 22
	22 - 30
	30 - 40
	40 - 50

FUENTE: SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE 2008
CARTOGRAFÍA TOPOGRÁFICA. ESCALA 1:250 000.

PROYECCIÓN UTM ZONA 14
SISTEMA DE REFERENCIA NAD27
SPHEROIDE CLARKE 1866
CUADRICULA UTM A CADA 9 000 MTS.

SIMBOLOGÍA BÁSICA

POBLACIÓN

- TRAZA URBANA
- LOCALIDAD
- ◻ CONSTRUCCIÓN AISLADA

VÍA DE COMUNICACIÓN

- CARRETERA
- TERRACERIA
- - - BRECHA
- - - VEREDA
- + + + FERROCARRIL

HIDROGRAFÍA

- PRESA
- LAGO
- ZONA SUJETA A INUNDACION

LÍMITE

- ESTATAL
- - - MUNICIPAL
- - - LÍMITE PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA

Con base al mapa geomorfológico propuesto por Aceves Quezada 2007, donde considera la metodología de Lugo (1988), define cuatro unidades geomorfológicas presentes en el Volcán Nevado de Toluca, descritas en la siguiente tabla:

Tabla 3. Unidades geomorfológicas del PNNT.

Unidad Geomorfológica			
Pertenece a la zona de estudio		Se encuentran fuera de la zona de estudio. Altitud <= 2550	
I) Edificio Principal del Volcán Nevado de Toluca	II) Relieve volcánico asociado al Nevado de Toluca.	III) Nivel de Base	IV) Relieve Prevolcánico
1) Ladera Inferior 3000 – 3300 msnm	4) Laderas de lava		
2) Ladera superior 3300 – 3600 msnm	5) Laderas de flujos piroclásticos		
3) Cono del Nevado	6) Laderas de Tefra		

Fuente: Compilación propia con base en Unidades Geomorfológicas de Aceves 2007.

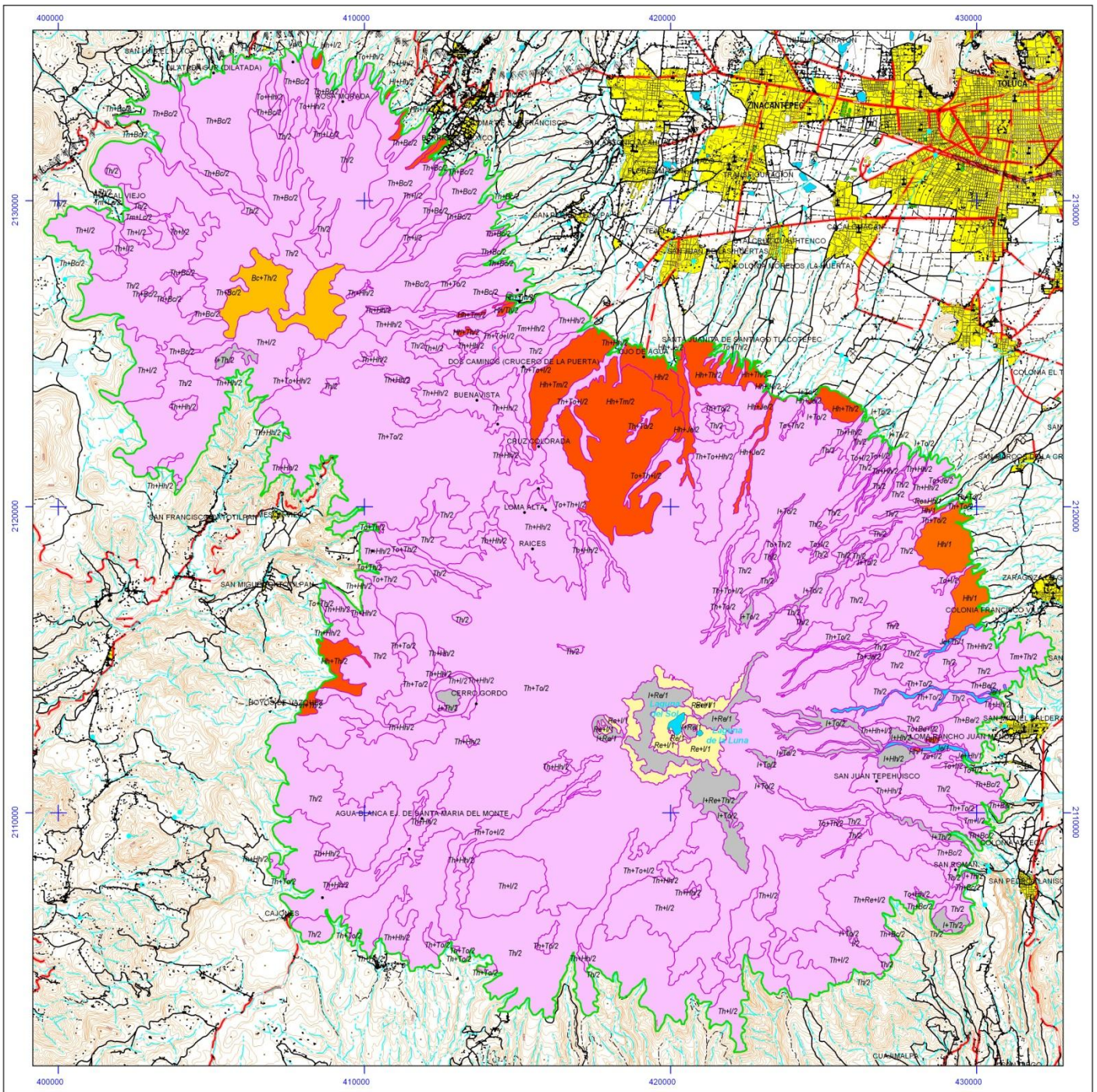
En el Programa de Conservación y Manejo del PNNT (GEM, 1999), se menciona que el cráter del volcán tiene forma elíptica de 2 x 1.5 km de diámetro, formado por varios remanentes de estructuras antiguas, que dejaron una morfología de picos; al oeste del cráter, sus paredes o laderas, están constituidas por remanentes de flujos de lava y domos. Además contiene dos lagos en el cráter separados por un domo dacítico llamado “El Ombligo”.

A partir de la composición geológica y de las geoformas que integran el paisaje de la zona, es posible relacionar el sustrato edáfico el cual tiene sus orígenes en la composición de la roca y en los procesos de degradación presentes sobre todo en las rocas ígneas extrusivas del terciario-cuaternario, conformadas por andesitas, basaltos, pómez, tobas y brechas. Sí sumamos la influencia de otros factores como: temperatura, humedad, vegetación, entre otros, da como resultado los tipos de suelo que se presentan en el mapa 6 de edafología.

Andosoles: Ocupan la mayor parte de la superficie del Parque, se generan de la cenizas volcánicas recientes y son propios de climas semifrío subhúmedo y se les localiza principalmente debajo de los bosques de coníferas; son suelos de textura limosa que propician la retención de agua y nutrientes, sin embargo, una vez que son desprovistos de vegetación, son susceptibles a erosionarse.

Feozem (Háplico): Se caracteriza por ser de color oscuro, por la cantidad de materia orgánica y nutrientes, son de textura arenosa o arcillosa y en él se desarrollan principalmente actividades agrícolas.

Regosol: Se les localiza en las zonas altas del Nevado, principalmente en el cráter; este tipo de suelo se forma a partir de cenizas volcánicas con un solo horizonte de diagnóstico “A” órtico, son pobres en materia orgánica y en nutrientes, se relaciona con litosoles y andosoles y corresponde a zonas donde hay presencia de material arenoso y gravoso.





Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía



PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA



SIMBOLOGÍA TEMÁTICA

<p>UNIDADES DE SUELO</p> <p>T ANDOSOL Humico Molico Ocroco</p> <p>S CAMBISOL Cromico Eutrico</p> <p>F FEZEM Haplico Luvico</p> <p>J FLUVISOL Eutrico</p> <p>I SOLONETZ</p> <p>L LUVISOL Cromico</p>	<p>R REGOSOL Eutrico</p> <p>V VERTISOL Pelico</p> <p>CLASE TEXTURAL (EN LOS 30 cm. SUPERFICIALES DEL SUELO)</p> <p>1 GRUESA</p> <p>2 MEDIA</p> <p>3 FINA</p> <p>Bc + Th / 2</p> <p>SUELO PREDOMINANTE + SUELO SECUNDARIO / CLASE TEXTURAL DE LA UNIDAD CARTOGRAFICA</p>
--	---

FUENTE: CARTA EDAFOLÓGICA ESC. 1:50 000, INEGI. CARTOGRAFIA TOPOGRÁFICA ESC. 1:50 000.

PROYECCIÓN GEOGRÁFICA
SISTEMA DE REFERENCIA WGS84
SPHEROIDE CLARKE 1866
CUÁDRICULA UTM A CADA 10 000 MTS.

SIMBOLOGÍA BÁSICA

<p>POBLACION</p> <p>TRAZA URBANA</p> <p>LOCALIDAD</p> <p>CONSTRUCCIÓN AISLADA</p> <p>VIA DE COMUNICACION</p> <p>CARRETERA</p> <p>TERRACERIA</p> <p>BRECHA</p> <p>VEREDA</p> <p>FERROCARRIL</p> <p>HIDROGRAFIA</p> <p>RIO</p> <p>ESCURRIMIENTO</p> <p>ACUEDUCTO</p> <p>CANAL</p> <p>ESCURRIMIENTO QUE DESAPARECE</p> <p>PRESA</p> <p>BORDO</p> <p>ZONA SUJETA A INUNDACION</p>	<p>TOPOGRAFIA</p> <p>CURVA MAESTRA</p> <p>CURVA INTERMEDIA</p> <p>EQUIDISTANCIA A CADA 20 METROS</p> <p>LIMITE</p> <p>ESTATAL</p> <p>MUNICIPAL</p> <p>3000 - PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA</p> <p>LIMITE ENTRE UNIDADES EDAFOLÓGICAS</p>
--	---

6 EDAFOLOGIA

ESCALA GRÁFICA



0 1 2 3 4 Kilómetros

Cambisol: Los suelos de este tipo se caracterizan por su desarrollo de horizontes “A” órtico y “B” cámbrico y por ser pobres en nutrientes, la aptitud de este tipo de suelo es forestal.

Litosol: Su distribución es mínima ya que está limitado por el afloramiento rocoso y por tepetates, por lo que únicamente se localiza al interior del cráter en las zonas planas y al oriente del Parque.

Fluvisol: Son suelos de tipo aluvial con textura gruesa, bajos en nutrientes y se les encuentra en los bancos aluviales de los arroyos.

Adicionalmente, autores como Espinosa, R. (2001), menciona que los suelos predominantes son del tipo andosol vítrico, los cuales se caracterizan por las bajas concentraciones de materia orgánica, altos niveles de acidez y de pedregosidad; otra vertiente de los andosoles son los húmicos presentes principalmente en zonas forestales.

En las porciones altas se encuentran los regosoles eútricos (originados por materiales detríticos) que presentan altas condiciones de permeabilidad y leptosoles.

Para Espinosa R. (2003), las condiciones morfológicas y edáficas presentes en la zona están relacionadas con aspectos climáticos donde “las características meteorológicas que prevalecen en el volcán juegan un papel primordial en el desarrollo de la morfología sobre las vertientes, ya que la presencia de lluvias torrenciales genera crecidas o avenidas caracterizadas por su alta capacidad energética observada a través de los procesos de transportación, sedimentación y transformación del medio”.

Es importante retomar las condiciones climáticas del Parque las cuales resultan significativas para la definición tanto de aspectos físicos como socioculturales de los subsistemas que lo integran.

Climáticamente, el PNNT presenta un gradiente térmico vertical muy bien definido, debido a la diferencia altitudinal que tiene con respecto al Valle de Toluca, al igual que en la parte sur por su diferencia de alturas en relación a la región de Coatepec Harinas e Ixtapan de Sal (GEM, 1999).

El Nevado de Toluca, es considerado un factor físico importante en la definición del clima tanto para el Valle de Toluca, como para la zona sur del Nevado, ya que influye notablemente en las zonas adyacentes; por ejemplo, debido a su orientación, recibe mayor cantidad de insolación en la parte sur, por lo que su clima en esta zona es más cálido, mientras que en la parte norte, las heladas y nevadas son más frecuentes debido a los frentes fríos provenientes del norte (Programa de Manejo del PNNT, GEM, 1999).

Con base al Programa de Conservación y Manejo (GEM, 1999) y considerando los datos climatológicos de las estaciones que se localizan dentro del Parque y en las estribaciones del mismo, las temperaturas medias mensuales fluctúan entre los 2° C y los 5° C, mientras que las temperaturas máximas extremas llegan hasta los 21° C en el verano y las mínimas extremas bajan a -10° C en invierno, de donde se puede apreciar que las diferencias de temperatura entre los máximos y mínimos van de los 20° a los 25°, lo que a su vez provoca

climas extremos y temperaturas gélidas, que en combinación con la humedad propician nevadas y granizadas que traen consigo grandes cantidades de agua benéficas para las zonas de cultivo y recarga de acuíferos. Ver mapa 7 de Climas y mapa 8 de Hidrología Superficial en las siguientes páginas.

Con base al sistema climático de Köppen modificado por Enriqueta García (1981), los tipos de climas presentes en el PNNT son los siguientes:

Tabla 4. Climas presentes en el PNNT.

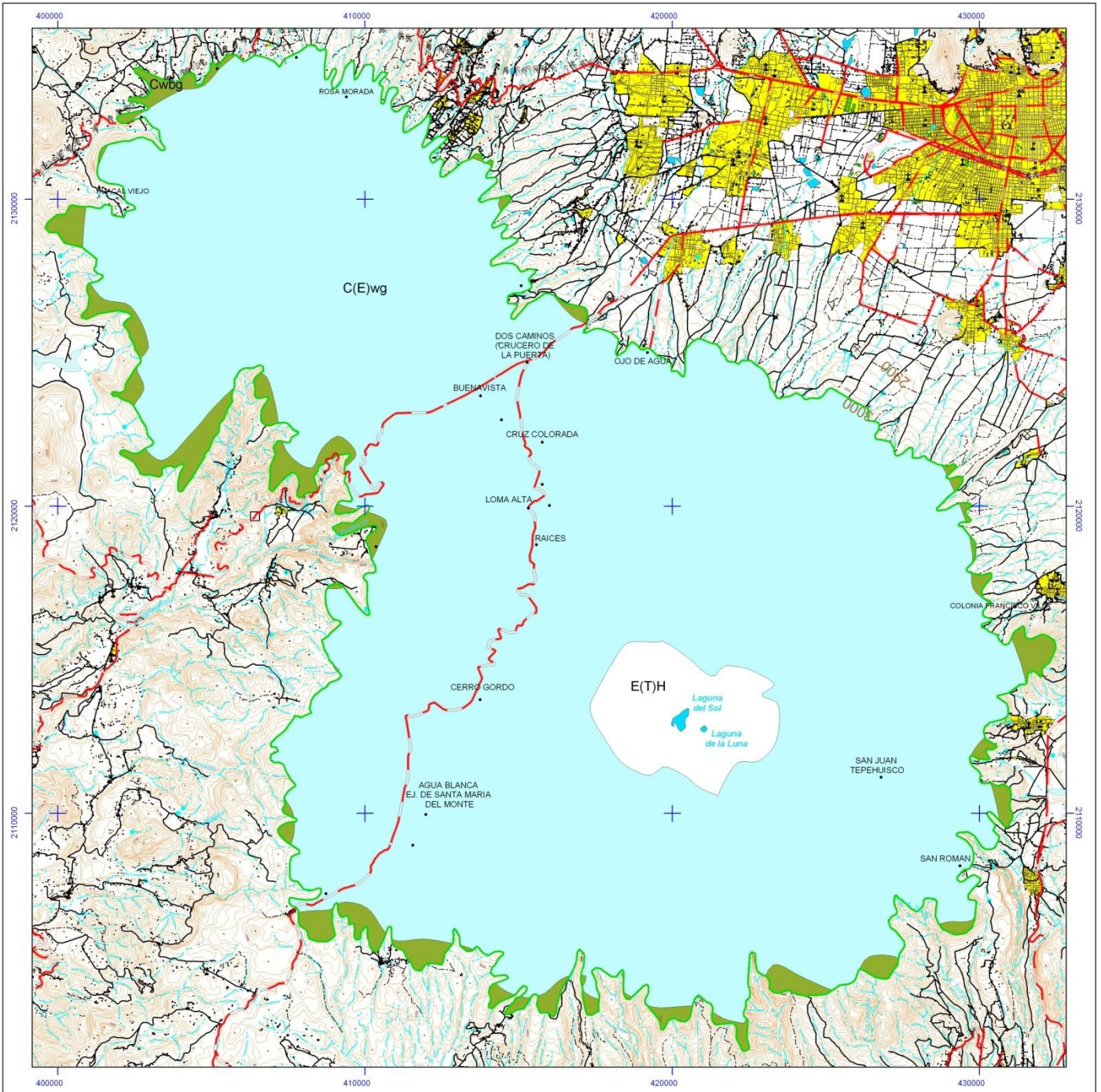
CLIMAS REPRESENTATIVOS		
ZONA DONDE SE PRESENTA	TIPO DE CLIMA	CONDICIONES GENERALES
Cumbre del Volcán	E(T)H	Clima frío de altura, con régimen de lluvias en verano y temperaturas medias entre -2 C y 5°C. Predomina la temperatura por debajo de los 0°C; se presenta poca precipitación.
Elevaciones y laderas	C(E)wg	Clima semifrío Temperatura media del mes más frío oscila entre -3° C y 18° C; la precipitación del mes más seco es menor a 40 mm; es semifrío con veranos frescos y largos; por lo general se localiza extendido sobre toda la ladera; sin embargo, encuentra una zona de límite comprendida entre la franja de los 3,100 y 2,800 msnm.
Faldas del nevado	Cwbg	Clima templado húmedo: la precipitación es en ocasiones diez veces mayor a la media mensual del mes más húmedo. Tiene poca oscilación térmica. Se localiza en la zona transicional con el clima anterior, generalmente debajo de la cota de los 3000 msnm.


Fuente: Atlas del Estado de México, UAEM 1992.

El Atlas del Estado de México (1992), menciona que la dirección predominante del viento en el Nevado de Toluca es de S-N y SW-NE, lo cual incide en la presencia de estratos de vegetación influenciados por el clima, humedad e insolación del sitio donde se encuentren.


El PNNT, es un escenario ambiental compuesto por diversos paisajes producto del clima, donde la temperatura y la precipitación están influenciados directamente por el relieve. Para el caso de la temperatura, el PNNT se encuentra entre los valores de isoterma de 11° C a 5° C cuyo comportamiento es similar al trazo de las isohipsas que representan su elevación y donde la temperatura más baja corresponde con el cráter del volcán (mapa 8, pág. 47).


Para el caso de las isoyetas, el comportamiento es diferente, ya que las mayores precipitaciones se presentan en la vertiente suroeste del Parque, por la presencia de una cobertura vegetal hasta cierto punto como conservada y sujeta a presión antrópica como: la tala clandestina; mientras que en la vertiente noreste el problema principal se atribuye al cambio de uso de suelo, tendiente a la explotación de las tierras y su posterior abandono, lo que origina la pérdida de suelo y formación de cárcavas.




 Universidad Autónoma del Estado de México
 Facultad de Geografía

PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA





7 CLIMAS

ESCALA GRÁFICA
 0 1 2 3 4 Kilómetros

SIMBOLOGÍA TEMÁTICA

CLIMAS

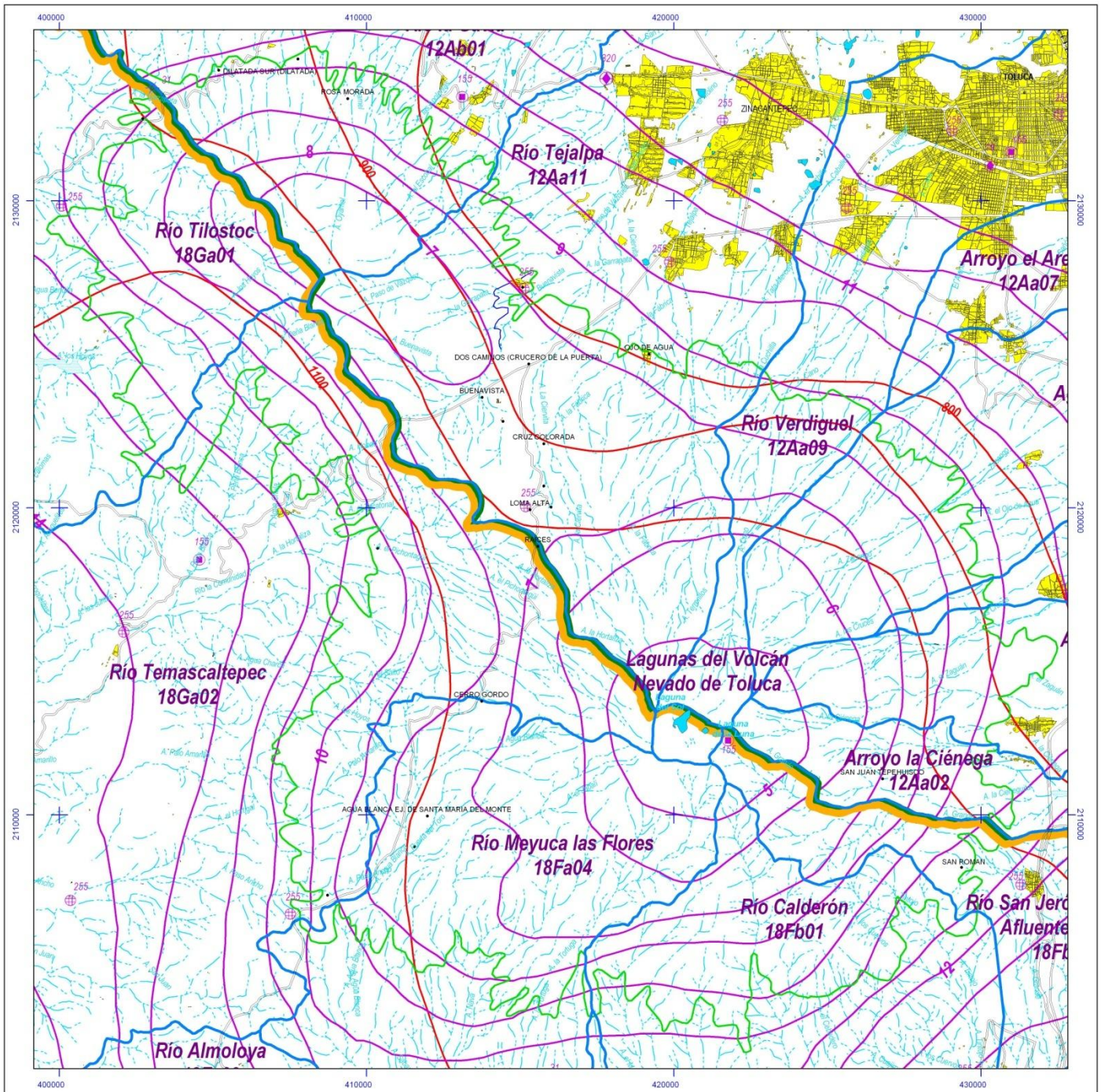
- Cwbg TEMPLADO
- C(E)wg SEMIFRIO
- E(T)H FRIO


FUENTE:
 SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE
 GOBIERNO DEL ESTADO DE MÉXICO
 CARTOGRAFÍA TOPOGRÁFICA ESC. 1:50 000

PROYECCIÓN GEOGRÁFICA
 SISTEMA DE REFERENCIA WGS84
 SPHEROIDE CLARKE 1866
 CUADRÍCULA UTM A CADA 10 000 MTS.

SIMBOLOGÍA BÁSICA

<p>POBLACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> TRAZA URBANA LOCALIDAD CONSTRUCCIÓN AISLADA <p>VÍA DE COMUNICACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> CARRETERA TERRACERIA BRECHA VEREDA FERROCARRIL <p>HIDROGRAFÍA</p> <ul style="list-style-type: none"> RIO ESCURRIMIENTO ACUEDUCTO CAHAL ESCURRIMIENTO QUE DESAPARECE PRESA BORDO ZONA SUJETA A INUNDACION 	<p>TOPOGRAFÍA</p> <ul style="list-style-type: none"> CURVA MAESTRA CURVA INTERMEDIA EQUIDISTANCIA A CADA 20 METROS <p>LÍMITE</p> <ul style="list-style-type: none"> ESTATAL MUNICIPAL PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA
---	---



 <p>Universidad Autónoma del Estado de México Facultad de Geografía</p> <p>PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA</p>   <p>ESCALA GRÁFICA 0 1 2 3 4 Kilómetros</p> <p>8 HIDROLOGÍA SUPERFICIAL</p>	<p>SIMBOLOGÍA TEMÁTICA</p> <p>HIDROGRAFÍA</p> <ul style="list-style-type: none"> ESCURRIMIENTO ACUEDUCTO CANAL 900 — ISOYETA MEDIA ANUAL EN MILÍMETROS 15 — ISOTERMA MEDIA ANUAL EN °C <p>ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA</p> <ul style="list-style-type: none"> 256 CON MÁS DE 30 AÑOS DE DATOS 312 CON DATOS ENTRE 20 Y 29 AÑOS 200 CON DATOS ENTRE 10 Y 19 AÑOS 156 CON DATOS DE MENOS DE 10 AÑOS 19 ESTACIÓN AUTOMATIZADA <p>RH12 REGIÓN HIDROLÓGICA</p> <p>LÍMITE</p> <ul style="list-style-type: none"> REGIÓN HIDROLÓGICA LERMA-CHAPALA REGIÓN HIDROLÓGICA PANUCO CUENCA TRIBUTARIA 	<p>SIMBOLOGÍA BÁSICA</p> <p>POBLACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> TRAZA URBANA LOCALIDAD <p>VÍA DE COMUNICACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> FEDERAL DE CUOTA PAVIMENTADA FERROCARRIL <p>LÍMITE</p> <ul style="list-style-type: none"> ESTATAL MUNICIPAL 9000 — PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA <p><small>FUENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PROTECCIÓN CIVIL SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE GOBIERNO DEL ESTADO DE MÉXICO MAPA HIDROLÓGICO, ESCALA 1:50 000 PROYECCIÓN GEOGRÁFICA SISTEMA DE REFERENCIA NAD 27 SPHEROID DE CLARKE 1866 CUADRICULA UTM A CADA 10 000 MTS.</small></p>
--	---	--

Derivado de las condiciones climáticas, se define la hidrología del Nevado de Toluca, de donde descienden innumerables escurrimientos que conforme van llegando a las partes bajas se unen para formar afluentes tributarios del Lerma (en la parte norte) y del Balsas (en la parte sur); por esta razón, la zona es considerada como el área de captación más importante de la Cuenca del Río Lerma, que a su vez abastece de agua a los habitantes de las Ciudades de México y Toluca (GEM, 1981), ver la siguiente tabla.

Tabla 5. Clasificación hidrológica del PNNT.

CLASIFICACIÓN HIDROLÓGICA									
REGIÓN HIDROLÓGICA	CLAVE	CUENCA GENERAL	CUENCA	CLAVE	CUENCA TRIBUTARIA	CLAVE	CUENCA ESPECIFICA	CLAVE	
LERMA-SANTIAGO	12	LERMA	ALTO LERMA	12A	CURSO ALTO DEL LERMA	12Aa	ARROYO LA CIÉNEGA	12Aa0	
							LAGUNA DE ALMOLOYA DEL RIO	12Aa01	
							LAGUNAS DE TULTEPEC	12AA02	
							LAGUNAS DE SAN BARTOLO	12Aa03	
							AFLUENTES DEL RIO LERMA	12Aa04	
							RIO TEJALPA	12Aa05	
							AFL. PRESA JOSÉ ANTONIO ALZATE	12Aa06	
					CURSO MEDIO DEL LERMA	12Ab	RIO LA GAVIA	12Ab01	
							RIO SILA	12Ab02	
							RIO JALTEPEC	12Ab03	
							ARROYO ATOTONILCO	12Ab04	
							ARROYO SAN FELIPE	12Ab05	
							AFLUENTES MEDIO LERMA	12Ab06	
							SAN JERONIMO PILITAS	12Ab07	
BALSAS	18	MEDIO Y BAJO BALSAS	RIO CUTZAMALA	18G	RIO PUNGARANCHO	18Ga	RIO TILOSTOC	18Ga01	
							R. TEMASCALTEPEC	18Ga02	
							AFLUENTE. RIO PUNGARANCHO	18Ga03	
			RIO AMACUZAC		18F	RIO CHONTALCUATLAN	18Fa	RIO SAN JOSÉ	18Fa01
								R. APETLAHUACAN	18Fa02
								RIO ALMOLOYA	18Fa03
		RIO SAN JERONIMO	18Fb	RIO CHONTALCUATLAN		18Fb	RIO MEYUCA (LAS FLORES)	18Fa04	
							ARROYO SALADO	18Fa05	
							AFLUENTE. RIO CHONTALCUATLAN	18Fa06	
					RIO CALDERON		18Fb01		
		RIO TENANCINGO	18Fb02						
		AFLUENTE RIO SAN JERONIMO	18Fb03						

Fuente: Programa Hidráulico Nacional, CNA. 2000.

En este rubro, se considera también la microcuenca cerrada en la que se encuentran los cuerpos de agua denominados Lago del Sol y de la Luna, que se localizan al interior del cráter, cuyas superficies y profundidades se enlistan en la siguiente tabla (CEPANAF, UAEM Y BIOCENOSIS, 1999. Programa de Manejo del Parque Nacional Nevado de Toluca).

Tabla 6. Características de los Lagos del Cráter.

LAGOS	RÉGIMEN DE DURACIÓN	SUPERFICIE APROXIMADA (HA)	PROFUNDIDAD (M)*	RANGO DE TEMPERATURA	OBSERVACIONES
Lago del Sol	Permanente	20.00	14	2-7° C	En apariencia, el agua de este lago presenta actualmente mayor grado de turbiedad o deterioro.
Lago de la Luna	Permanente	3.00	14	2-7° C	
La Estrellita	Intermitente	Variable	Variable	2-7° C	Se han establecido plantas propias de humedales

*Máxima alcanzada en época de lluvia.

Fuente: CONAFOR, retomada del Programa de Conservación y Manejo del PNNT, 1999.

Una vez identificados y definidos los componentes del medio físico dentro del subsistema natural, hace falta considerar los componentes biológicos integrados por la flora y fauna de la región, los cuales a su vez están influenciados por las condiciones físicas del entorno, lo que hace del PNNT una zona de condiciones ambientales favorables para promover su riqueza biológica y paisajística a nivel nacional.

La vegetación presente en el PNNT, es definida por el tipo de clima, altitud y tipo de suelo, por lo que hay autores que reflejan dicha información con base en estratos altitudinales como lo menciona Espinosa (2001) en la siguiente tabla:

Tabla 7. Vegetación presente en el PNNT.

COMUNIDADES VEGETALES DEL NEVADO DE TOLUCA			
CLASIFICACIÓN ALTITUDINAL	COMUNIDAD VEGETAL Y ESPECIE REPRESENTATIVA	REGIMEN ALTITUDINAL (MSNM)	LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS
Bosque de Aile y Encinos	Bosque de Encino (<i>Quercus barbinervis</i>)	3000 – 3100	Formando ecotonos es localizable en pequeñas porciones al este y sureste
	Bosque de Aile y Encinos (<i>Cupressu lindley</i> y <i>Alnus acuminata</i>)	3000 – 3300	Se le encuentra intermezclado con comunidades de oyameles y pinos
Bosque de Coníferas	Bosque Pino Moctezuma y Pino Real (<i>Pinus montezumae</i>)	3000 – 3200	Se localiza en la porción nor-noreste
	Bosque de Pino Blanco (<i>Pinus psuedostrobus</i>)	3000 – 3500	Se desarrolla sobre pendientes que oscilan entre los 12° y 39° alrededor del edificio
Bosque de Coníferas	Bosque de Oyamel (<i>Abies religiosa</i>)	3000 – 3500	Se ubica de manera homogénea sobre todas las laderas
	Bosque de Pino (<i>Pinus hartwegii</i>)	3500 – 4000	Se le puede encontrar sobre todas las vertientes

Continuación...

Páramos de altura	Zacatonal Alpino (Umblicarietum hirsutae y Festuca tolucensis)	3900 – 4200	Se ubica al interior y exterior del cráter
	Pradera Alpina (Calamagrostietum tolucensis y Festuca hepraestophila)	4200 – 4400	Se encuentra sobre las áreas sujetas a criopedología

Fuente: Espinosa (2001).

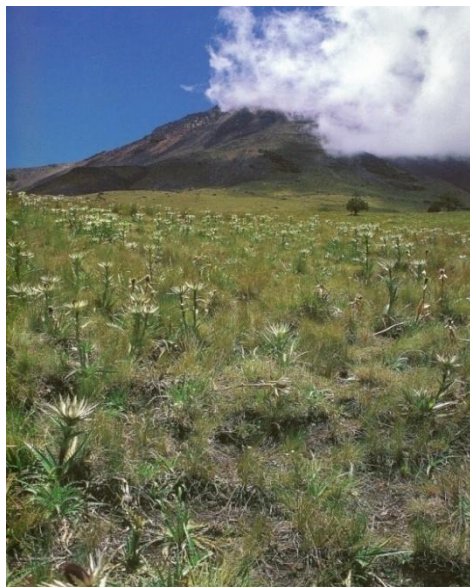
Así mismo, en Bellezas Naturales del Estado de México (1986), se menciona que las comunidades vegetales de bosque de pino de las especies *pseudostrobus* y *ayacahuite* se desarrollan de los 2800 a los 3200 msnm; el *montezumae* de los 3000 a los 3200; y de *pinus hartwegii* de los 3500 a los 4000 mts. En la zona intermedia y en zonas protegidas con alturas de 3000 a 3500 metros, la especie dominante es el oyamel *Abies religiosa* que forma bosques de espesura muy cerrada.

Además, se tiene la presencia de especies como el encino, el aile, el madroño y el tejocote; mientras que en forma aislada se encuentran masas de encino o bien mezcladas con pino u oyamel.

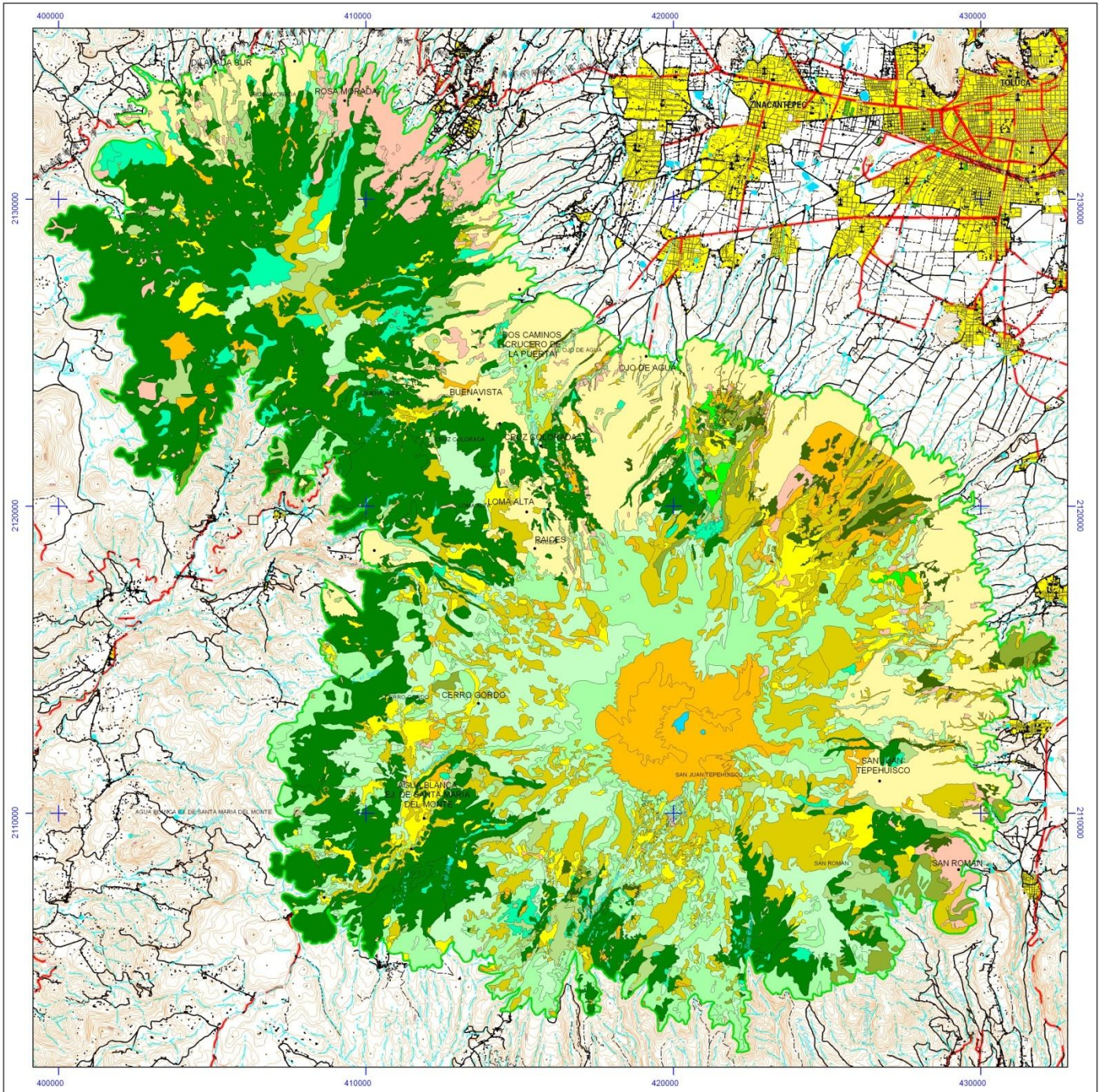
Existe también una gran variedad de especies arbustivas y herbáceas, destacando por su abundancia la hierba del sapo, el garbancillo, los jarritos, la madre del pino y los juníferos. Ver mapa 9 de Vegetación.

Arriba de los 4000 msnm, se encuentra la vegetación alpina, caracterizada por plantas de reducido tamaño, por lo general perenne, en su mayor parte pastizales de los géneros *Calamagrostis* y *Festusca*. En esta zona abundan los líquenes y musgos.

Imagen 5. Zacatonal alpino en el Nevado de Toluca.



Fuente: Ceballos G. (GEM 2004).





 <p>Universidad Autónoma del Estado de México Facultad de Geografía</p> <p>PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA</p>  <p>ESCALA GRÁFICA 0 1 2 3 4 Kilómetros</p> <p>9 VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO</p>	<p>SIMBOLOGÍA TEMÁTICA</p> <p>VEGETACIÓN AÑO 2000</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Agrícola de Temporal ■ Bosque con vegetación secundaria ■ Bosque Fragmentado con pastizal ■ Bosque Mixto Fragmentado ■ Bosque de Pino Fragmentado ■ Bosque Cedro ■ Bosque de Coníferas ■ Bosque -Pino -Pastizal ■ Mixto Cedro y Pastizal ■ Mixto. Pastizal y Vegetación Secundaria ■ Mixto. Pastizal y Pino Fragmentado ■ Pastizal ■ Vegetación Secundaria con Bosque Mixto ■ Vegetación Secundaria con Bosque de Coníferas ■ Vegetación Secundaria con Cedro ■ Vegetación Secundaria <p>FUENTE: USO DE SUELO Y VEGETACIÓN VECTORIAL AÑO 2000. ESC: 1:50 000 PROPORCIONADOS POR EL DR. SERGIO FRANCO MASS, INVESTIGADOR DE LA U.A.E.M. CARTOGRAFÍA TOPOGRÁFICA ESC: 1:50 000.</p> <p>PROYECCIÓN GEOGRÁFICA SISTEMA DE REFERENCIA WGS84 SPHEROIDE CLARKE 1866 CUADRICULA UTM A CADA 10 000 MTS.</p>	<p>SIMBOLOGÍA BÁSICA</p> <table border="0"> <tr> <td>POBLACIÓN</td> <td>TOPOGRAFÍA</td> </tr> <tr> <td>■ TRAZA URBANA</td> <td>— CURVA MAESTRA</td> </tr> <tr> <td>● LOCALIDAD</td> <td>— CURVA INTERMEDIA</td> </tr> <tr> <td>○ CONSTRUCCIÓN AISLADA</td> <td>— EQUIDISTANCIA A CADA 20 METROS</td> </tr> <tr> <td>VÍA DE COMUNICACIÓN</td> <td>LÍMITE</td> </tr> <tr> <td>— CARRETERA</td> <td>— ESTATAL</td> </tr> <tr> <td>— TERRACERIA</td> <td>— MUNICIPAL</td> </tr> <tr> <td>— BRECHA</td> <td>— 3000' PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA</td> </tr> <tr> <td>— VEREDA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>++++ FERROCARRIL</td> <td></td> </tr> <tr> <td>HIDROGRAFÍA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>— RIO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>— ESCURRIMIENTO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>— ACUEDUCTO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>— CANAL</td> <td></td> </tr> <tr> <td>— ESCURRIMIENTO QUE DESAPARECE</td> <td></td> </tr> <tr> <td>— PRESA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>— BORDO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>— ZONA SUJETA A INUNDACION</td> <td></td> </tr> </table>	POBLACIÓN	TOPOGRAFÍA	■ TRAZA URBANA	— CURVA MAESTRA	● LOCALIDAD	— CURVA INTERMEDIA	○ CONSTRUCCIÓN AISLADA	— EQUIDISTANCIA A CADA 20 METROS	VÍA DE COMUNICACIÓN	LÍMITE	— CARRETERA	— ESTATAL	— TERRACERIA	— MUNICIPAL	— BRECHA	— 3000' PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA	— VEREDA		++++ FERROCARRIL		HIDROGRAFÍA		— RIO		— ESCURRIMIENTO		— ACUEDUCTO		— CANAL		— ESCURRIMIENTO QUE DESAPARECE		— PRESA		— BORDO		— ZONA SUJETA A INUNDACION	
POBLACIÓN	TOPOGRAFÍA																																							
■ TRAZA URBANA	— CURVA MAESTRA																																							
● LOCALIDAD	— CURVA INTERMEDIA																																							
○ CONSTRUCCIÓN AISLADA	— EQUIDISTANCIA A CADA 20 METROS																																							
VÍA DE COMUNICACIÓN	LÍMITE																																							
— CARRETERA	— ESTATAL																																							
— TERRACERIA	— MUNICIPAL																																							
— BRECHA	— 3000' PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA																																							
— VEREDA																																								
++++ FERROCARRIL																																								
HIDROGRAFÍA																																								
— RIO																																								
— ESCURRIMIENTO																																								
— ACUEDUCTO																																								
— CANAL																																								
— ESCURRIMIENTO QUE DESAPARECE																																								
— PRESA																																								
— BORDO																																								
— ZONA SUJETA A INUNDACION																																								

Imagen 6. Rosa de las Nieves.



Fuente: RCS, 2009

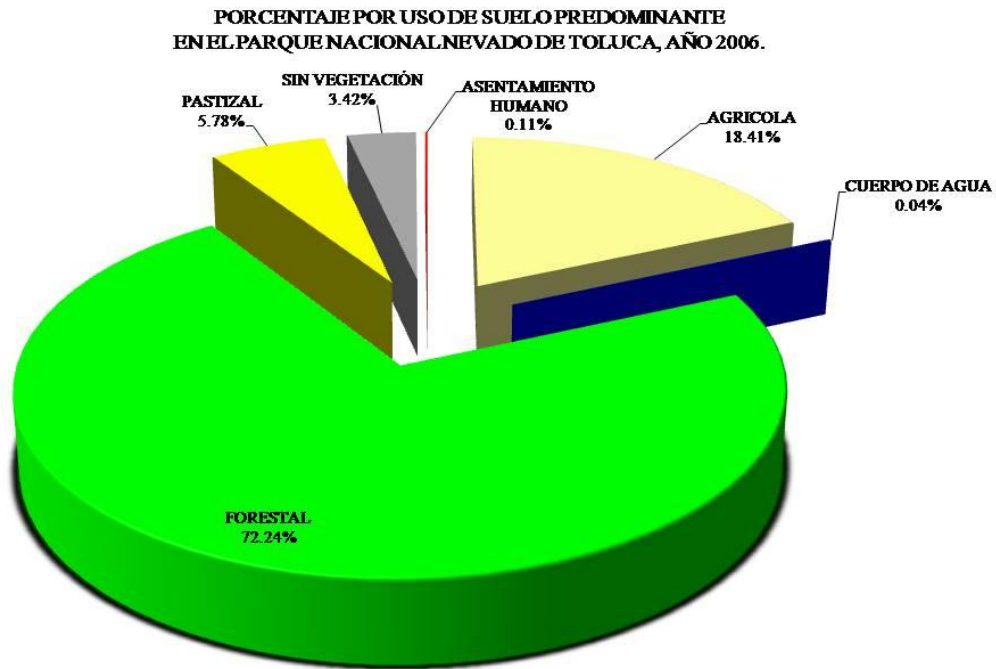
La vegetación alpina presente en la imagen 5 y 6, tiene un papel importante en la protección del suelo (zacatón y plantas rastreras), ya que la expansión de sus raíces y plantas forman una barrera natural para retener el suelo. De igual manera, la zona boscosa no solo protege, sino que contribuye a conservar la humedad, recarga de acuíferos, regula los escurrimientos y como consecuencia disminuye los peligros de inundación en las partes bajas, así como el arrastre de sedimentos, además sirve como regulador del clima y refugio de la fauna silvestre.

En la siguiente tabla, se muestra datos relacionados con cobertura foresta, mientras que en la figura cuatro se muestra la distribución porcentual del uso de suelo para el PNNT.

Tabla 8. Porcentaje de superficie por tipo de vegetación.

VEGETACIÓN		
TIPO	ÁREA EN HA.	PORCENTAJE
AILE	1900.25	3.47
CEDRO	261.69	0.48
CULTIVO	8362.11	15.29
ENCINO	213.54	0.39
OYAMEL	12308.68	22.51
PASTIZAL	9291.76	16.99
PINO	12590.07	23.02
PINO OYAMEL	4446.17	8.13
SIN USO	867.15	1.59
VEGETACIÓN SECUNDARIA	4444.21	8.13

Fuente: Cálculo propio en base a Franco, S. M. 2006.



SUPERFICIE TOTAL: 537.83 km².

Fuente: elaboración propia

Figura 4. Fuente: Cálculo propio, basado en Franco S. M. 2006

El Nevado de Toluca, alberga especies endémicas y en peligro de extinción, entre las que se pueden citar: salamandra de Robert *psuedo-eurycea robertis* que habita en las partes húmedas de los bosques de oyamel y de pino-oyamel-encino; conejo de los volcanes ó teporingo *romerolagus diazi*, se trata de un pequeño conejo adaptado a las grandes alturas que habita entre los 3000 y 3600 msnm, en donde abundan los zacates amacollados; y ratón de los volcanes *Neotomodon alstoni*, que habita en las zonas rocosas entre los 2600 y los 4300 msnm.

Imagen 7. Teporingo



Imagen 8. Comadreja



Fuente: Robles P. y Ceballos G. GEM (2004).

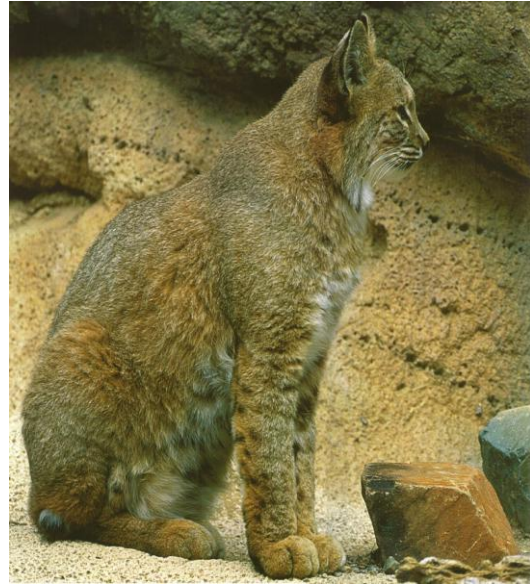
Hacia las partes bajas en las zonas de pino, es posible observar señales de venado cola blanca (en peligro de extinción), gato montés, zorra gris, comadreja o hurón, zorrillo

listado, tuza, ardilla gris, conejo de cola de algodón y de castilla, así como gran cantidad de roedores generalmente de hábitos nocturnos como el ratón de campo de orejas negras.

Imagen 9. Venado Cola Blanca.



Imagen 10 Gato Montes.



Fuente: Rurik, L. y Robles, P. GEM (2004).

Las aves comunes son: urraca, pájaro de hielo, carpintero junco ó pájaro de ojitos de fuego, primavera, paloma de collar, gallina de monte, halcón cola roja, cernícalo, cuervo y otros. (GEM, 1981).

De entre los reptiles se encuentran: lagartijas y culebras que se localizan en la zona alpina; salamandra, lagartija lince y el falso escorpión, que se localizan en el piedemonte.

En el Programa de Manejo del Parque Nacional Nevado de Toluca (1999), se menciona que se han detectado tres colonias de Mariposa Monarca hacia el oeste del PNNT. La primera en el Cerro de las Palomas, la segunda en el Cerro de San Antonio dentro del poblado de San Francisco Oxtotilpan y la tercera en el Cerro Piedra Herrada.

3.5 Subsistema socioeconómico.

Dicho subsistema considera la estructura social y económica de la zona a partir de la identificación de las comunidades que en él habitan, así como las principales actividades de las cuales se sustenta la población rural residente dentro del Parque. Es importante considerar factores externos que con base en García R. (2006), generan condiciones de entorno que influyen directamente en el comportamiento y evolución de un sistema complejo.

Territorialmente, el PNNT a pesar de ser un área natural protegida de carácter federal, consideró en su declaratoria la expropiación de los terrenos que la conforman, atribuyendo a la entonces Secretaría de Hacienda y Crédito Público realizar las indemnizaciones

correspondientes; sin embargo no fue así y únicamente existen pequeñas porciones del territorio bajo el dominio de la federación, como lo son los terrenos pertenecientes al cráter.

En este sentido, con base al mapa de tenencia de la tierra el régimen de posesión predominante es el ejidal, seguido por el comunal y privado, tal como se aprecia en el mapa 10 de Tenencia de la Tierra..

En su totalidad el parque está conformado por 111 poligonales, ya sean de tipo comunal, ejidal, federal, privado y por comunidades. Los terrenos que mayor superficie tienen son: Comunal de Santiago Tlacotepec, Ejido de Santa María del Monte, Comunal de Calimaya, Ejido de Coatepec Harinas y los terrenos federales del Cráter del Nevado de Toluca.

La situación legal de las tierras, presenta innumerables problemas sociales por el control de las tierras y los recursos que hay a su interior, llegando a afectar el control, administración y vigilancia de dichos predios.

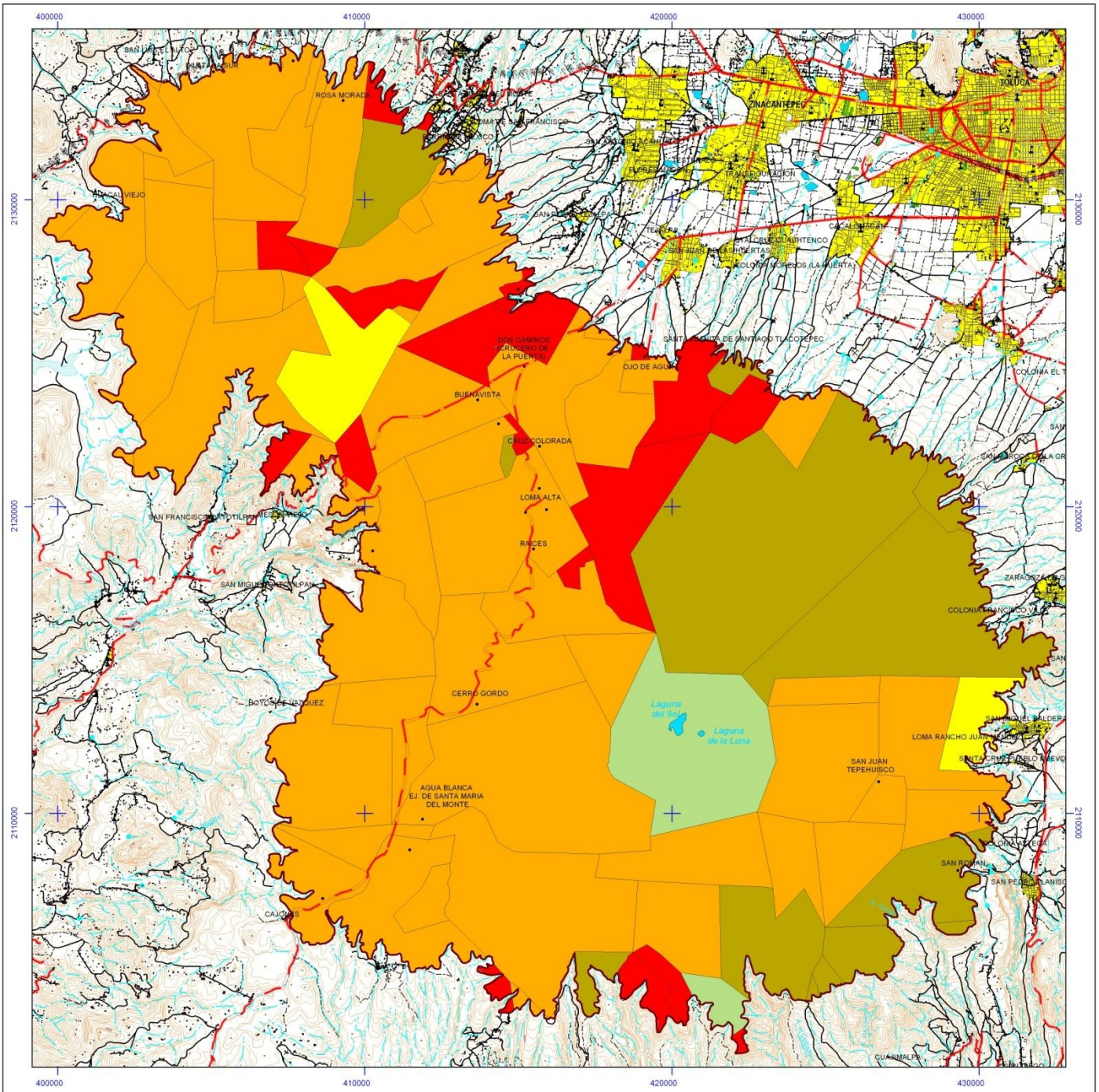
El parque se ve influenciado por condiciones sociales de contorno por la cercanía que presenta en relación a la zona urbana del Valle de Toluca, por lo que su localización y accesibilidad hacen del Nevado un lugar atractivo, natural y al alcance del visitante que proviene principalmente del Valle de Toluca y México (CEPANAF, 2009).


La principal vía de acceso al PNNT es la carretera federal Toluca – Sultepec, que atraviesa el parque en dirección norte-sur y cuyos principales destinos son Texcaltitlán y Sultepec, así como la conexión con vías alternas hacia Coatepec Harinas y más al sur hacia Almoloya de Alquisiras. Cabe destacar que por tratarse de la única vía de comunicación, ésta es transitada constantemente; sin embargo, su funcionamiento se ve seriamente afectado por las condiciones climáticas de la zona, las cuales en época invernal llegan a bloquear la vía por la caída de nieve y granizadas intensas.

Dicha zona, se encuentra ampliamente trazada por terracerías y senderos que anteriormente eran empleados para la extracción de madera con fines comerciales, así como leña para el autoconsumo. Actualmente estos caminos se han visto afectados por la acción erosiva de la lluvia y viento, así como por la acción de las fuertes pendientes y cambios de uso de suelo, además de que no cuentan con mantenimiento, ya que afortunadamente la actividad de extracción forestal ha decaído notablemente por acción de operativos y el estatus de protección del PNNT (CEPANAF. 2009).

Por lo anterior, ahora es común observar a residentes de la zona, como a turistas quienes recorren dichos caminos, ya sea para realizar actividades deportivas como: correr, caminar ó montar a caballo; así como para el traslado y comunicación entre las distintas comunidades que se encuentran a su interior.


Según el Programa de Manejo del Parque Nacional realizado por Biocenosis en coordinación con la Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna (CEPANAF) en 1999, la red de caminos se encontraba estructurada como se muestra en la tabla 9.





Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía


PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA



10

TENENCIA DE LA TIERRA

ESCALA GRÁFICA



0 1 2 3 4 Kilómetros

SIMBOLOGÍA TEMÁTICA

- COMUNIDAD
- EJIDO
- FEDERAL
- POBLADO
- PRIVADO

FUENTE: CEPANAF, 2009
CARTOGRAFÍA TOPOGRÁFICA ESC. 1:50 000.

PROYECCIÓN GEOGRÁFICA
SISTEMA DE REFERENCIA WGS84
ESFEROIDE CLARKE 1866
CUÁDRÍCULA UTM A CADA 10 000 MTS.

SIMBOLOGÍA BÁSICA

<p>POBLACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> TRAZA URBANA LOCALIDAD CONSTRUCCIÓN AISLADA <p>VÍA DE COMUNICACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> CARRETERA TERRACERIA BRECHA VEREDA FERROCARRIL <p>HIDROGRAFÍA</p> <ul style="list-style-type: none"> RIO ESCURRIMIENTO ACUEDUCTO CANAL ESCURRIMIENTO QUE DESAPARECE PRESA BORDO ZONA SUJETA A INUNDACION 	<p>TOPOGRAFÍA</p> <ul style="list-style-type: none"> CURVA MAESTRA CURVA INTERMEDIA EQUIDISTANCIA A CADA 20 METROS <p>LÍMITE</p> <ul style="list-style-type: none"> ESTATAL MUNICIPAL PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA
--	---

Tabla 9. Red de caminos en el PNNT.

RED DE CAMINOS DEL PNNT			
TIPO DE CAMINO	CUENCA DEL LERMA (KM)	CUENCA DEL BALSAS (KM)	TOTAL (KM)
CARRETERA	23.3	24.75	48.05
TERRACERÍA	27.95	37.85	65.8
BRECHA	25.25	5.5	30.75
VEREDA	274.55	85.7	360.25
SUMA	351.05	153.8	504.85

Fuente: Programa de Conservación y Manejo del PNNT, GEM 1999.

Como se puede apreciar, ya para ese entonces los caminos secundarios, brechas y veredas predominaban al interior del Parque, esto debido a la importancia que en años anteriores tenía el aprovechamiento descontrolado de los bosques, producto de la derogación del decreto de veda forestal nacional de 1947, donde por medio de la creación en 1969 de la paraestatal Protectora e Industrializadora de Bosques (PROTINBOS), se pone en marcha la limpieza y explotación maderera, lo que trae consigo el otorgamiento de autorizaciones para extraer las especies de baja calidad, pero al no haber supervisión y control, la devastación fue inminente, lo que propicio problemas de cambio de uso de suelo, y la apertura de caminos de terracería, brechas y veredas al interior del Parque (Contreras, 1989).

Sin embargo, a través de recorridos de campo realizados para la presente investigación, se pudo constatar que tanto los caminos identificados como: terracería, brechas y veredas, presentan un grave deterioro producto de la erosión hídrica constante; los cuales carecen de la aplicación de medidas adecuadas que permitan la conservación del suelo y de la flora que les circunda.

Imagen 11. Condición de caminos presentes al interior del PNNT



Fuente: RCS, 2009.

Producto de esta etapa de auge forestal, en la zona surgen asentamientos rurales dispersos (caseríos) al interior de las áreas boscosas, los cuales se encuentran comunicados por medio de caminos de terracería que por las condiciones del relieve se encuentra en mal estado y en algunos casos la accesibilidad es por medio de veredas, usando como transporte animales de carga como caballos, burros y mulas. Por el contrario, existen comunidades que se ubican sobre la Carretera Toluca – Texcaltitlán como lo es el caso de Raíces, donde la influencia del transporte y la accesibilidad condicionan el desarrollo turístico y económico de dichas zonas. En estas zonas es claro el uso de vehículos, así como la actividad comercial local conformada por tiendas de autoconsumo y negocios de alimentos, que han visto en esta vía de acceso su principal fuente de empleo y generación de recursos económicos.

Las comunidades presentes en la zona, de acuerdo al II Censo de Población y Vivienda 2005, realizado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), se conformaban por 21 localidades dentro del parque, de las cuales los municipios de Toluca, Villa Guerrero y Villa Victoria son las únicas que no presentan comunidades en su interior. La población total contabilizada para el 2005 fue de 5,340 habitantes distribuidos a nivel municipal tal como se aprecia en la tabla 10.

Donde al igual que en las superficies, se tiene que la mayor cantidad tanto de comunidades como de población pertenecen al municipio de Zinacantepec y corresponde con las comunidades que se localizan sobre la carretera Toluca – Texcaltitlán.

Tabla 10: Población por localidades y municipios dentro del PNNT.

MUNICIPIO	LOCALIDADES	HABITANTES
ALMOLOYA DE JUAREZ	Dilatada Sur	1,367
	Rosa Morada	383
AMANALCO	El Capulín	570
CALIMAYA	El Baldío Amarillo	16
COATEPEC HARINAS	Las Jaras	67
TENANGO DEL VALLE	Colonia San Román	150
	San Juan Tepehuisco	15
TEMASCALTEPEC	La Loba	8
	El Varal	29
ZINACANTEPEC	Agua Blanca	97
	Buenavista	519
	Cerro Gordo	3
	El Contadero de Matamoros	1,754
	Cruz Colorada	30
	Dos Caminos	13
	La Lima	230
	Loma Alta	515
	Ojo de Agua	1,651
	La Peñuela	528
	La Puerta del Monte	229
	Raíces	571

Fuente: II Censo de Población y Vivienda 2005 INEGI. Límites municipales IGCEM 2008.

Dicha población dada su localización por arriba de la cota 3000 msnm, desarrolla su modo de vida en condiciones especiales, particularmente de clima y uso de suelo, donde la prioridad desde el punto de vista ambiental es la protección del Parque, impidiendo los posibles cambios de uso y aprovechamiento de los recursos naturales existentes; sin embargo, la realidad responde a necesidades y presiones socioeconómicas que tienen mayor impacto sobre el ambiente; por ejemplo, de entre las principales problemáticas destacan el cambio de uso de suelo de forestal a agrícola, donde la productividad no resulta redituable y genera consigo el abandono de las tierras, dando entrada a procesos de degradación y pérdida de suelo o en el mejor de los casos el desarrollo de pastizales y zacatonales, siendo este un vestigio del proceso de cambio. Así mismo, la tala clandestina, los incendios y la presencia de plagas contribuyen seriamente a la pérdida de la cobertura forestal tal como se aprecia en la imagen 12 y por ende a la migración o desaparición de la fauna representativa. La zona del PNNT presenta serios problemas de extracción de especies animales, principalmente de aves; esto según habitantes de la zona, se deriva de la falta de fuentes de empleos, ya que las especies que se extraen son comercializadas en mercados regionales y locales de la entidad.

Otra actividad derivada de las prácticas económicas que afectan directamente al Parque es la actividad ganadera, reflejada por medio del sobrepastoreo, principalmente bovino y vauno que al compactar el suelo genera la disminución de infiltración de agua, en otros casos la erosión y fragmentación e inclusive la pérdida de cobertura forestal en proceso de desarrollo. Las actividades se practican en la zona de pastizales de Tlacotepec y Santa María del Monte, en zonas del cráter del volcán y en pastizales de Zinacantepec, Calimaya, Tenango del Valle y parte de Toluca, como se observa en la imagen 13.

Imagen 12. Afectación forestal por plagas e incendios.



Fuente: RCS, 2010.

Imagen 13. Actividades de pastoreo dentro del PNNT.



Fuente: RCS, 2010

La actividad agrícola en la zona se hace presente sobre todo en las partes bajas del Parque en altitudes menores a 3200 msnm, así como manchones dispersos hacia el interior, lo que hace que las zonas boscosas se vean fragmentadas considerablemente. Dicha actividad se distribuye en una superficie de 8,023.16 ha. (15.23%), (GEM, 2005).

Los principales productos agrícolas de la región son el clavel, que se produce en Potrero Redondo, flores de cempasúchil y nube producidas en zonas agrícolas de Tenango, además de varias especies hortícolas, florícolas y frutales producidas también en Tenango y Villa Guerrero.

En general, la actividad agrícola ocupa aproximadamente 8,023.16 ha. equivalentes al 15.23% de la superficie del Parque (Regil, 2005). Su distribución según la localidad se, observa en la siguiente tabla:

Tabla 11. Ubicación de actividades económicas primarias por municipio.

LADERA	MUNICIPIO	LOCALIDAD	AGRICULTURA	GANADERÍA (ZONA DE PASTIZALES)
W	Amanalco	Capulín Tercera Sección	X	X
	Villa Victoria	Sin localidades	X (muy poco)	
N	Amoloya de Juárez	Dilatada Sur	X	
		Rosa Morada		X
	Zinacantepec	La Lima	X	
		Contadero de Matamoros	X	
		Ojo de Agua	X	

Continuación...

N		Dos Caminos		X
		Buenavista	X	
		Puerta del Monte	X	
		Cruz Colorada	X	
		Loma Alta	X	X
		Raíces	X	
	Toluca	Sin localidades	X	X
E	Calimaya	El Baldío Amarillo	X	X
	Tenango del Valle	San Juan Tepehuisco	X	
		Colonia San Román		X
SE	Villa Guerrero	Sin localidades		X (muy poco)
S	Zinacantepec	Cerro Gordo		X
		Agua Blanca		X
	Coatepec Harinas	Las Jaras		X
S- SW	Temascaltepec	El Varal		X
		El Capulín		X
		La Loba		X
	Zinacantepec	La Peñuela	X	

Siendo forestal la vegetación dominante, hay diversas actividades económicas en la región que están directamente relacionadas con el uso forestal. Del bosque se extraen diversos productos que incluyen frutas con fines alimenticios, así como leña, plantas medicinales, fibras (específicamente zacatón), plantas ornamentales y rituales (oyamel, musgo, heno) y plantas forrajeras; además se asocian, actividades de explotación silvicultura, minera, industrial y de servicios turísticos.

En cuanto a las actividades económicas, se puede decir que todas las localidades asentadas en el interior del parque se dedican al sector primario, que implica actividades como agricultura, ganadería, recolección y explotación forestal. Sin embargo, la población de algunas localidades se dedica a los sectores secundario y terciario.

Imagen 14. Cambio de uso de suelo. Comunidad Ojo de Agua.



Fuente: RCS, 2010.

La Población Económicamente Activa (PEA) en el sector primario en el área natural protegida de acuerdo con el XII censo de 2000 es de 13.54%.

A pesar de que la vocación principal de los suelos del Parque Nacional Nevado de Toluca es forestal, la mayoría de la población en la región se dedica a labores agrícolas (GEM, 1999). Las zonas de uso agrícola se caracterizan por el cultivo de temporal de productos como el maíz, frijol, papa y haba.

El sector terciario incluye actividades como turismo, transporte, comercio, servicios profesionales y oficios menores; la población que lo practica se ubica principalmente en las laderas norte y noreste, aunque se observa que en casi todas las localidades se presta algún tipo de servicio, pero en menor proporción.

De las actividades productivas, una que reviste especial importancia es el turismo, ya que el PNNT es una de las principales áreas naturales protegidas no sólo del Estado de México, sino del país. Tradicionalmente ha generado el desplazamiento de visitantes atraídos por las eventuales nevadas que se registran, además de la belleza paisajística centrada en sus bosques, arroyos, cráter y lagos.

Las principales motivaciones de los visitantes para acudir a esta área natural son tener contacto con la naturaleza, descansar, disfrutar su tranquilidad y paisaje, convivir con familiares o amigos, divertirse y distraerse. También sirve como sitio para el estudio de flora y fauna, así como para la práctica de actividades de alto rendimiento, gracias a su altura.

En términos generales, el 70% de los usuarios procede de la ciudad de Toluca; 15% del Distrito Federal; 10% de municipios cercanos pertenecientes al Estado de México y el resto de otras entidades federativas. Es mínimo el número de visitantes nacionales o extranjeros; la mayoría de estos últimos corresponde a personas que acuden para acondicionarse físicamente. En general la afluencia está concentrada en cinco puntos bien delimitados: “El Mapa”, Dos Caminos, Parque de los Venados, el Cráter y Parque Ejidal Cacalomacán (GEM, 1999).

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN MULTICRITERIO - MULTIOBJETIVO

4.1 Presentación.

En los últimos años, se ha puesto mayor interés en el uso de software de Sistemas de Información Geográfico (SIG) como una herramienta de apoyo en la evaluación, análisis y toma de decisiones, sobre todo en lo relacionado con el aprovechamiento, conservación y protección de recursos naturales, siendo beneficiado el sector económico que basa sus movimientos y decisiones en función a la disponibilidad de recursos y por ende forman parte esencial en la toma de decisiones.

El método de análisis y evaluación multicriterio-multiobjetivo, se basa en la Teoría de la Decisión, la cual se ocupa de la lógica por la que uno llega a una opción entre varias alternativas de solución. Estas varían de problema a problema o de objetivo a objetivo. En el contexto de SIG, es útil distinguir entre decisiones de políticas y decisiones de asignación de recursos (Malczewski J. 1999).

Técnicamente los SIG presentan mayores posibilidades para el análisis de información relacionada con la asignación de recursos, por lo que se tiene la posibilidad de aplicar medidas racionales para evaluaciones de uso de suelo tendientes a mejorar la productividad, como punto importante para el desarrollo de recursos (FAO, 1976, citado por Ronald E. 2006).

Sin embargo, son pocos los software diseñados para el manejo de información relacionada con la toma de decisiones a través del método de evaluación y análisis multicriterio-multiobjetivo, ya que estos requieren del diseño de interfaces que permitan la manipulación de criterios, así como la aplicación de pesos (valores de importancia en función a los objetivos que persigue el investigador), aunada a la manipulación de datos en formato accesible para la aplicación de operaciones matemáticas, ya que el método multicriterio se fundamenta en el análisis cuantitativo de las variables espaciales.

Por tal motivo, la presente investigación se desarrolló en arcview e idrisi, mediante la aplicación de la evaluación multicriterio, retomando la metodología descrita para el programa IDRISI (dentro del modulo correspondiente por sus siglas en inglés identificado como MCE⁹), resaltando las adaptabilidad del método en ambos programas.

4.2 Definición de terminología del MCE.

Para la presente investigación, fue necesario identificar y dominar las definiciones de los componentes del método de evaluación, ya que a partir de ellas se delimitaron los criterios r para los sitios con aptitud turística en el PNNT. Para ello, se hará referencia de la definición de términos empleados en el modulo MCE de IDRISI que se encuentran referidos en la “Guía para SIG y Procesamiento de Imágenes” de J. Ronald Eastman (2006).

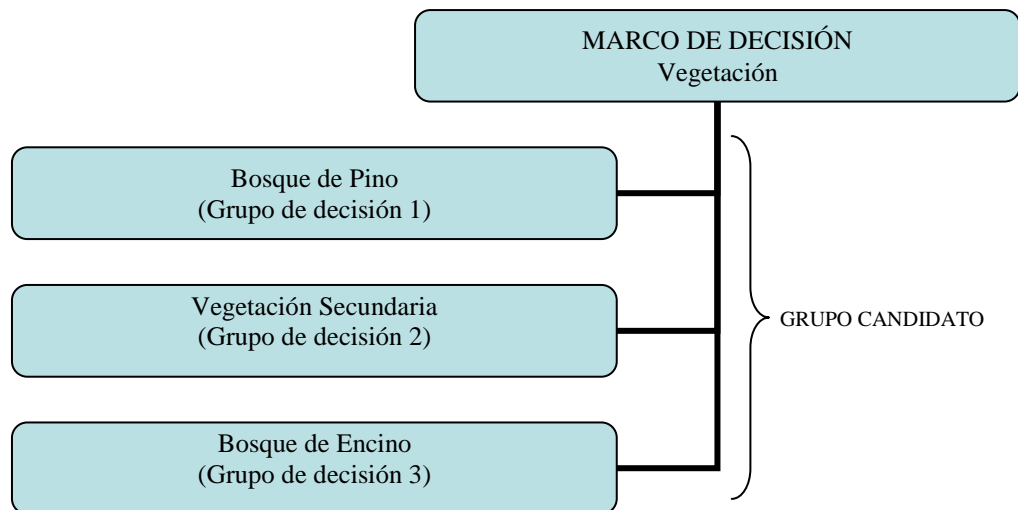
⁹ MCE: Multi – Criteria Evaluación. Definido por J. Ronald Eastman (2006) en IDRISI Andes Guía para SIG y Procesamiento de Imágenes

4.2.1 Decisión.

Una decisión es una *elección* entre alternativas. Las cuales pueden representar diferentes caminos de acción, hipótesis sobre la naturaleza de una característica, clasificaciones o soluciones. Estas forman parte de un grupo denominado *marco de decisiones*, que vendría siendo el sector en el que se presenta el tema a investigar, por ejemplo, podría ser una variable de tipo físico como puede ser la vegetación; a su vez, está compuesta por los individuos que contienen la información, mismos que se representan por medio de imágenes compuestas por píxeles, donde cada uno poseerá un valor específico (información) al que se le aplica la decisión. A esto le llamamos *grupo candidato* (*grupo de píxeles*). Finalmente, una vez que se tiene integrado el grupo, es posible diferenciar dentro de la imagen *grupos de decisiones*, donde quedarán incluidos todos los píxeles con un valor específico común, en base al marco de decisiones al que pertenecen, por ejemplo “tipos de vegetación”.

Donde los grupos candidatos serán cada uno de los tipos de vegetación; mientras que los grupos de decisiones serán únicamente los que nos interesan y a los cuales se les asigna un valor; y finalmente todos forman parte de un marco de decisión denominado vegetación; en la siguiente figura se ejemplifica este caso.

Figura 5. Ejemplo de componentes del método de evaluación y análisis multicriterio – multiobjetivo para el tema de vegetación.



Fuente: Elaboración propia. (2009).

4.2.2 Criterio.

El criterio en términos de evaluación en software para SIG, es la base para una decisión que puede medirse y evaluarse, es la evidencia (dato) sobre el cual puede asignarse un individuo a un grupo de decisiones; por medio de la diferenciación de datos es posible distinguir los grupos que integran el grupo candidato. El criterio puede ser de dos tipos:

factores y restricciones; y estar relacionados con los atributos del individuo o bien con un grupo de decisiones entero.

4.2.2.1 Factores.

“Un factor es un criterio que mejora o reduce la aptitud de una alternativa específica para la actividad en consideración” (Ronald, E. 2006; Pág. 123). Por lo tanto, se mide comúnmente en una escala continua.

“Los factores también se conocen como *variables de decisión* en la literatura de la programación matemática (Feiring, 1986) y *variables estructurales* en programación de objetivo lineal (Ignizio, 1985)” citados por Ronald, 2006.

Para este caso, los factores corresponden con los criterios considerados para cada actividad turística evaluada y a los cuales les ha sido asignado un peso o valor específico.

4.2.2.2 Restricciones.

Una restricción sirve para limitar las alternativas en consideración. Por ejemplo, excluir zonas no aptas para el desarrollo de ciertas actividades turísticas, como lo pueden ser las áreas inundables.

Las restricciones, se representan cartográficamente como áreas excluidas, correspondientes a mapas booleanos (lógicos), donde solo hay dos valores, 0 y 1 (lo que sirve y lo que no sirve) o bien bajo la representación de resultados que cumplen un objetivo en particular; por ejemplo: zonas aptas y zonas no aptas.

Finalmente, el propósito de las restricciones es limitar las alternativas bajo consideración en función a un objetivo determinado.

Posteriormente, una vez identificados los criterios, así como los factores y restricciones, se procede con la selección y combinación que llevarán a una evaluación específica, para ello es necesario aplicar una regla de decisión, misma que servirá para comparar y aplicar las evaluaciones realizadas.

Para ello, las reglas de decisión podrán aplicarse a valores de tipo booleano, donde solo predominara un criterio para la selección o en su caso en evaluaciones donde se presenten combinaciones de resultados de varias evaluaciones multicriterio.

4.3 Regla de Decisión.

El procedimiento por el cual se eligen y combinan los criterios para llegar a una evaluación particular, y por el cual son comparadas y aplicadas se conoce como una regla de decisión; esta puede ser tan simple como un umbral aplicado a un solo criterio, la cual sería similar a una selección booleana donde solo hay dos opciones, lo que sirve y lo que no sirve.

Hasta el momento se han mencionado las partes de una evaluación multicriterio, sin embargo, aun en este método, es necesario tener como finalidad cumplir un objetivo, sobre el cual se guía la presente investigación y el método junto con las estructuras que lo definen.

“La naturaleza de ese objetivo, y la manera en que es entendido por la persona que toma las decisiones (es decir, sus motivos) sirven como una enérgica fuerza conductora en el desarrollo de una regla de decisión específica. Un objetivo es entonces una perspectiva que sirve para guiar la estructuración de las reglas de decisión” (Ronald, 2006, pág. 124).

En este caso, los objetivos de la presente investigación se basan en motivos tendientes a la identificación de zonas con aptitud turística, para posteriormente en otro momento promover su aprovechamiento y difusión con el propósito de fortalecer el desarrollo de las comunidades y el bienestar de los habitantes de la región. “*Los objetivos se ocupan por lo tanto de los temas del motivo y la perspectiva social.*” (Ronald, 2006, pág. 125).

Una vez identificadas las partes que integran el proceso de evaluación multicriterio, incluyendo los objetivos; hace falta mencionar lo relacionado con los procesos de evaluación usando las condiciones de un lugar en particular mediante la aplicación de las reglas de decisión.

El modulo MCE presente en IDRISI, permite realizar dos tipos de evaluaciones, las evaluaciones multicriterio y evaluaciones multiobjetivo.

4.4 Evaluaciones Multicriterio.

Parte de la evaluación multicriterio, tiene la finalidad de identificar o llegar a un objetivo, por lo que dicho procedimiento se denomina *Evaluación Multicriterio* (Voogd, 1983; Carver, 1991; citado por Ronald, E. 2006). En algunos otros software, este término es homologo a modelación o construcción de escenarios, sin embargo, el modulo MCE, permite manipular, ponderar y combinar criterios en base al peso asignado con fines de cumplir un objetivo de decisión.

Para el caso de la evaluación multicriterio, *idrisi* cuenta con dos opciones para realizar el análisis:

A .-Supercapa booleana: Se basa en declaraciones lógicas de adecuación y comparación para la selección de criterios identificados mediante 0 y 1 donde por lo regular el 0 se refiere a las zonas que no cumplen la condición y el 1 a los sitios donde existe la condición deseada.

Este tipo de análisis presenta dos tipos de operadores lógicos AND (operador de intersección “Y”) y OR (operador de unión “O”), lo que hace que sea muy extrema, ya que debe cumplir con la estructura lógica indicada, de tal manera que los sitios identificados deben cumplir con todos y cada uno de los criterios establecidos, de lo contrario no quedara seleccionada, mientras que para el segundo caso la selección se da con el hecho de cumplir con un solo criterio.

Para el caso del operador AND (intersección), la regla de decisión deberá cumplir con todas las condiciones que implican más de una variable, en donde si alguna no es favorable, ésta influenciará sobre las demás que si son viables y dará como resultado una zona no óptima para el cumplimiento de cierto objetivo.

Para el caso del operador OR (unión) lógico, no es necesario que se cumpla con todos los criterios, ya que resulta suficiente el cumplimiento de uno solo para que se pueda lograr el objetivo.

Por lo anterior, según Ronald E., este método arroja resultados no muy confiables, con un riesgo sustancial en su representación, ya que la presencia o ausencia de un solo criterio puede ser determinante para la localización de sitios óptimos, por lo que se descarta hasta cierto punto la importancia que cada criterio posee para la identificación de sitios con aptitud.

Sin embargo, cuando la información y el factor es demasiado claro, éste tipo de evaluaciones es el medio más fácil para descartar las restricciones.

B.- Combinación lineal ponderada: Este procedimiento se basa en criterios continuos (factores) que son estandarizados en un rango numérico común, y luego combinados por un promedio ponderado. El resultado de dicho procedimiento es un mapeo de valores continuos que luego puede ser reclasificado por una restricción booleana para dar lugar a un criterio cualitativo y finalmente se impone un umbral para producir una decisión final.

Por su parte, las combinaciones lineales ponderadas (WLC)¹⁰ se basan en el intercambio de las cualidades (factores) pertenecientes a cada uno de los criterios, donde una cualidad baja o pobre, puede ser compensada por otra cuyas condiciones sean favorables, por lo que no depende de la aplicación de una regla de intersección o decisión (AND u OR), como es el caso del proceso booleano. En este sentido, el procedimiento de evaluación lineal ponderada permite detectar las zonas cuyas propiedades o cualidades carecen de las condiciones mínimas para su adecuado aprovechamiento y por el contrario, nos permite diferenciar la potencialidad de los sitios, de tal manera que para los sitios con baja aptitud es posible sugerir medidas de equipamiento para el fortalecimiento y adecuación de la zona, sin comprometer el ambiente y la afectación de los atractivos naturales que lo caracterizan.

4.5 Evaluación multiobjetivo.

Este tipo de evaluación, se base en la identificación de varios objetivos a partir del análisis de variables comunes que para este caso son aquellas que se comparten entre dos o más actividades turísticas. Por lo tanto, este tipo de evaluación puede ser de naturaleza complementaria o conflictiva dependiendo del objetivo.

¹⁰ WLC: Weighted Linear Combination. Definido por J. Ronald Eastman (2006) en IDRISI Andes Guía para SIG y Procesamiento de Imágenes

a) Objetivos Complementarios.

También conocidos como no conflictivos, son aquellos que permiten identificar más de un objetivo; cartográficamente se refiere a que más de una zona territorial (pixel) puede cumplir con más de un fin, para este caso podría interpretarse de la siguiente manera:

- Identificación de sitios factibles para caminata y ciclismo de montaña. Es posible que en la zona de estudio existan sitios cuyas condiciones permitan realizar actividades de caminata y que además presentes condiciones aptas para el tránsito de bicicletas de montaña, donde por lo tanto serian consideradas zonas para realizar ambas actividades.

Inclusive, este tipo de evaluación puede considerar la jerarquización de los objetivos, asignándoles un valor (peso) a cada uno, de tal manera que al realizar la combinación queda de manifiesto cuales áreas cumplen con todos los objetivos planteados.

b) Objetivos conflictivos.

Para este caso, la evaluación es más restrictiva ya que únicamente considera el cumplimiento de un objetivo, no de ambos como el caso anterior, esto se debe a que las condicionantes son contrarias, por lo que no se complementan y en su caso pueden ser hasta conflictivas unas con otras.

Ejemplo: Identificación de zonas para actividades de rappel y zonas para ciclismo de montaña.

De igual manera, la evaluación por objetivos conflictivos presenta una posibilidad de adaptación por medio de la asignación de prioridades (Rosenthal, 1985; citado por Ronald E. 2006), donde cada uno tendrá una prioridad de identificación y por lo tanto primero se cumplirá el que tiene mayor prioridad y posteriormente el siguiente y así sucesivamente. Sin embargo, queda de manifiesto que siempre habrá un predominante, por lo que la asignación del sitio o terreno óptimo presentará mayor tendencia hacia dicho objetivo. Por lo tanto existen métodos matemáticos para la priorización y/o restricción, cuyo propósito es maximizar o minimizar una función.

4.6 Parámetros de evaluación a considerar en el análisis de criterios.

4.6.1 Incertidumbre de la Regla de Decisión y Evidencia Directa: Grupos Difusos y Rígidos.

La incertidumbre de la regla de decisión en los grupos difusos, se refiere a los valores intermedios entre los extremos de la estandarización de la información que va de 0 y 1, donde la selección de criterios deberá permitir trabajar con rangos intermedios, los cuales se presentan principalmente como datos continuos relacionados con factores, mientras que las restricciones, representadas por valores booleanos, se refieren a los grupos rígidos, donde solo existen dos opciones, lo que sirve y lo que no sirve.

“Los factores continuos de la toma de decisiones multicriterio son funciones de pertenencia de grupos difusos, mientras que las restricciones booleanas son funciones de pertenencia de grupos rígidos” (Ronald E. 2006; Pág. 127).

4.6.2 Incertidumbre de la Regla de Decisión

La incertidumbre y riesgo sobre la evidencia directa en la toma de decisiones se aplica principalmente para evaluaciones multiobjetivo, haciendo referencia al uso, manejo y selección de la información para identificar cierto fin, siendo este el principal riesgo al momento de la evaluación; por lo que dentro del modulo MCE existe un apartado especial dedicado a identificar si los criterios seleccionados son acordes o si alguna de las variables requiere ajustes, ya sean de ponderación o asignación de peso (valor).

4.7 Selección del método de evaluación para la identificación de sitios con aptitud turística en el PNNT.

Una vez que han sido identificados los tipos de evaluación, queda claro que ambos métodos pueden emplearse para la ubicación de zonas con aptitud turística dentro del PNNT, sin embargo el uso, manejo y análisis de la información requiere de un orden específico, en base al cual primero se analizan los objetivos, posteriormente se identifican los criterios y con ello es posible aplicar un método de evaluación.

Adicionalmente, es necesario considerar la aplicación de evaluaciones booleanas para el caso de criterios de tipo restrictivo, mientras que para los factores se empleará la evaluación de tipo lineal ponderado mediante la asignación de pesos (valores) o en su caso la asignación de prioridades relacionadas con la importancia en la presencia de cierto rasgo.

El objetivo del presente análisis multicriterio, es obtener un sitio apto para el desarrollo de cierta actividad turística, por medio de una decisión basada en el análisis de las cualidades de cada uno de los criterios que para cada objetivo fueron seleccionados, para finalmente representar los sitios mediante un índice de evaluación, también conocido como mapa de valores continuos.

Para la presente investigación, se aplicó el método de evaluación y análisis multicriterio en base al procedimiento de combinación lineal ponderada, mediante su adaptación a arcview, por medio de la asignación de valores continuos a cada uno de los criterios y mediante las combinaciones y análisis que serán evaluadas para cumplir con el objetivo a identificar.

4.8 Ponderación de los criterios.

Se refiere a la toma de decisiones para la asignación de “pesos” en los casos en los que existen diversos criterios, para lo cual es necesario agruparlas por pares, confrontándolas

entre sí (Saaty 1977, citado por Ronald E. 2006), lo que conlleva a un proceso de toma de decisiones conocido como Proceso de Jerarquía Analítica (AHP).¹¹

Dentro de la evaluación multicriterio aplicada en un SIG usando un procedimiento lineal ponderado, se requiere que los valores entre las variables sumen en uno.

Con base en la técnica de Saaty, las comparaciones se evalúan con base en una escala de posición continua compuesta por 9 puntos, la cual toma como base el vector propio principal de una matriz recíproca cuadrada de comparaciones por pares de criterios (figura 6). En dicha escala, el valor 1 significa que los criterios son igualmente importantes, mientras que el 9 se refiere a que un criterio es mucho más importante que su criterio par, por el contrario, un valor de 1/9 indica que cierto criterio es menos importante que su criterio par.

Figura 6. Escala de evaluación de posición continúa.

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
-----	-----	-----	-----	---	---	---	---	---

sumamente muy fuertemente fuertemente moderadamente igualmente moderadamente fuertemente muy fuertemente sumamente

Menos importante Más importante

Fuente: Guía para SIG y procesamiento de imágenes. (Ronald, E. 2006).

La aplicación de la escala de posición se integra por cada uno de los criterios a considerar en la evaluación multicriterio, lo que da como resultado la representación numérica de valores por medio de una matriz de comparación por pares.

Tabla 12. Matriz de comparación por pares.

	Gradiente de la pendiente	Textura del suelo	Cobertura vegetal	Gradiente altitudinal	infraestructura de caminos
Gradiente de la pendiente	1				
Textura del suelo	1/3	1			
Cobertura vegetal	1/2	4	1		
Gradiente altitudinal	1/7	3	1/5	1	
Presencia de caminos	3	2	1/9	5	1

Fuente: Guía para SIG y procesamiento de imágenes. (Ronald, E. 2006).

La matriz de comparación por pares, representa la asignación de pesos en función a la escala de posición continua, donde solo se requiere llenar la mitad triangular inferior de la matriz, por tratarse de datos recíprocos.

¹¹ El Proceso de Jerarquía Analítica (Analytic Hierarchy Process), fue desarrollado por Thomas L. Saaty, y publicado en su libro “El proceso de Jerarquía Analítica”, en 1.980. Donde menciona que la toma de una decisión empieza por trazar la jerarquía más alta de la decisión. Esta jerarquía revela los factores a ser considerados, así como las distintas alternativas en la decisión.

Una vez definida la matriz de comparación por pares, se procede con el cálculo de pesos ponderados, para lo cual es necesario sumar los de cada columna y luego promediarlas todas. Esto es, la suma de la primera columna es 4.97; posteriormente, se dividen cada uno de los valores de las celdas de la primera columna entre la suma de la columna (ver tabla 13). Donde al final la sumatoria debe dar como resultado el valor 1.

Tabla 13. Ejemplo de cálculo de pesos para obtener el vector propio de la matriz de comparación por pares.

Gradiente de la pendiente	.20
Textura del suelo	.07
Cobertura vegetal	.10
Gradiente altitudinal	.03
Presencia de caminos	.60

Fuente: Guía para SIG y procesamiento de imágenes. Ronald, E. (2006).
Modificada como ejemplo de las actividades turísticas.

Así mismo, Saaty, considera que la matriz de comparación por pares, puede evaluar también la importancia relativa de los criterios mediante la identificación del grado de consistencia, al cual denomina tasa de consistencia y se refiere a la probabilidad de que los puntajes de la matriz se generen de manera aleatoria. Para Saaty, los valores de la tasa de incertidumbre no deben ser mayores a 0.10 para poder asegurar la consistencia de los datos, por lo que un valor mayor a 0.10 requiere del análisis para determinar donde existen las inconsistencias de los pesos.

Para la presente investigación, se propone una adaptación del método mediante la asignación de valores porcentuales, donde la ponderación es sustituida por un porcentaje basado en la importancia del criterio, con relación a los demás que integran el objetivo a cumplir.

4.9 Evaluación de Factores y Restricciones.

Con base en los mapas de factores y restricciones, que servirán para la identificación de sitios con potencial turístico, el siguiente paso es la evaluación por medio del método seleccionado.

Una vez que ha quedado definido el método empleado en la presente investigación, es necesario considerar la intersección booleana, combinación lineal ponderada –WLC– y el promedio ponderado ordenado OWA¹², ya que pueden surgir combinaciones, de tal manera que al principio se pretendan cumplir con objetivos independientes y al final se puedan identificar sitios con aptitud turística para actividades de naturaleza, para lo cual será necesario realizar un método de evaluación multiobjetivo o en su caso ponderar variables con base en jerarquías por objetivo.

¹² OWA: Promedio Ponderado Ordenado (Ordered Weighted Averaging-OWA). Definido por J. Ronald Eastman (2006) en IDRISI Andes Guía para SIG y Procesamiento de Imágenes

4.9.1 Combinación lineal ponderada (WLC): Como ya se mencionó, este método se basa en la multiplicación de los factores que dentro de las imágenes corresponde a los píxeles, para finalmente dar como resultado la suma de factores, donde el valor no debe ser mayor de 1 y por lo tanto, el mapa resultante presenta el mismo rango que los mapas por factores empleados en el proceso.

Como parte de este método, es necesario como primer paso, estandarizar todos los datos en un rango de bytes de 0 a 255, posteriormente especificar el número de criterios, refiriéndose tanto a factores como a restricciones, así como los nombres y pesos por cada uno. Con esto será posible obtener un mapa de adecuación con base en las restricciones especificadas. Sin embargo, cabe aclarar que como parte de la asignación de los pesos de los factores, es necesario considerar los *intercambios* y *riesgos* que se pueden presentar al momento de evaluar los procesos, ya que de ello depende el método a emplear, así como la diferencia entre la combinación lineal ponderada (WLC) y el promedio ponderado ordenado (OWA). (Guía para SIG y procesamiento de imágenes. Ronald, E. 2006).

4.9.1.1 Intercambio: El intercambio consiste en asignación de pesos a los factores de una imagen en general, donde tendrá el mismo valor con base en un cierto objetivo; de igual manera, este podrá intercambiarse y compensar los valores bajos de otros factores, para permitir hasta cierto punto la factibilidad o el cumplimiento del objetivo. Por lo tanto, los pesos determinan el intercambio o compensación entre factores, siendo esta una de las diferencias importantes en relación al método de promedio ponderado ordenado, donde los pesos en el *orden*¹³ de los factores son quienes determinan el nivel de intercambio.

4.9.1.2 Riesgo. La consideración del riesgo esta principalmente enfocada al proceso de evaluación booleana, donde el uso de los operadores AND y OR responden a lógicas de selección e intersección cuyos resultados pueden variar en función al peso asignado a cada uno de los factores.

El operador AND, da como resultado un valor de adecuación alta para cada pixel cuando todos los factores son altos; mientras que en el caso de los mínimos, estos representan un valor agregado final a cada pixel, mismo que aún puede ser considerado en la evaluación; por lo tanto, una operación AND se dice que es adversa al riesgo porque cada factor tiene presencia aunque su valor sea mínimo o máximo.

Para el caso del operador lógico OR, cualquier factor genera un valor agregado alto sin importar el peso que pueda tener cada factor; esto se debe a que la evaluación solo considerará el cumplimiento de una condicionante y sobre la cual recaerá el mayor peso para su consideración, por lo tanto este tipo de operación es considerada de máximo riesgo, ya que el valor máximo de cada pixel corresponderá a su valor agregado final.

En este sentido, cabe destacar que el proceso de combinación lineal pondera presenta grandes beneficios, ya que se base en una técnica de promedio que suaviza las decisiones duras y extremas del método booleano, evitando con ello los extremos y las situaciones

¹³ El orden de los factores se refiere a la jerarquía que se le da a cada capa de información, por lo tanto el orden indica que la primera capa es la más importante, la segunda menos importante, y así sucesivamente. De esta forma es como se presentan los intercambios y compensaciones de pesos.

riesgosas, por medio de la evaluación en valores medios que proporcionan seguridad y validez en los análisis de datos multicriterio.

4.9.2 Promedio Ponderado Ordenado (OWA). El proceso de evaluación mediante promedio ponderado ordenado, es similar a la combinación lineal, con la diferencia de que en el primero, ya incorpora un grupo de pesos relacionado con el orden y por lo tanto con la prioridad de los factores que son ordenados (Eastman y Jiang, 1996; Yager, 1988; citados por Ronald E. 2006), mientras que el segundo se basa en la asignación de pesos a cada pixel y por cada uno de los factores que integrarán el análisis multicriterio.

Sin embargo, como parte del método de promedio ponderado ordenado, es necesario evaluar los pesos de orden para cada factor. Para lo cual se manejan tres tipos de situaciones con base en las cuales es posible interpretar el comportamiento de la evaluación de promedio ponderado ordenado; por ejemplo:

La asignación de peso de orden para tres factores se puede asignar en base al factor que cada uno tiene, siempre y cuando la suma de los tres factores se encuentre en valores de 0 (cero) a 1 (uno); siendo 1 el más importante y 0 el menos importante.

Se pueden generar una serie de combinaciones donde se manipulen los pesos con base en la conveniencia o prioridad dentro de la evaluación.

A continuación se presenta un ejemplo: valores de orden y valores de factor, donde se puede apreciar el comportamiento de los factores con cada uno de los métodos a evaluar, ver figura 7.

Como se puede apreciar en la figura 7, tanto el método de combinación lineal ponderada como el promedio ponderado ordenado se basan en la combinación de criterios en función al valor de peso y de orden de cada uno de los factores; mientras que la evaluación booleana por medio del operador lógico AND, se dice que los valores son agregados y se van acumulando considerando el peso del factor, por lo que para este caso los tres valores de cada factor son tomados en cuenta, con lo que el riesgo es menor y el intercambio mayor; para el caso del operador OR, no existen valores agregados y únicamente se considera el factor con mayor peso y dominancia, lo que da como resultado un incremento del riesgo y por ende un menor o nulo intercambio.

En la siguiente figura se aprecia el comportamiento del método de combinación lineal ponderada, donde el resultado de la evaluación se considera equilibrado dada la distribución de los pesos y la combinación entre los criterios que son evaluados.

Figura 7. Cuadro comparativo de pesos por factor y por orden del método de evaluación multicriterio.

PESO DE ORDEN				RESULTADO
Min (1)	(2)	Max (3)		
1.00	0.00	0.00	174	<p>Dónde:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Pesos de factor ▶ Pesos de orden ▶ Evaluación booleana AND ▶ Evaluación booleana OR ▶ Combinación lineal ponderada
0.90	0.10	0.00	175	
0.80	0.20	0.00	177	
0.70	0.20	0.10	179	
0.50	0.30	0.20	183	
0.40	0.30	0.30	186	
0.33	0.33	0.33	187	
0.30	0.30	0.40	189	
0.20	0.30	0.50	191	
0.10	0.20	0.70	196	
0.00	0.20	0.80	198	
0.00	0.10	0.90	200	
0.00	0.00	1.00	201	

Fuente: Guía para SIG y procesamiento de imágenes. Ronald, E. (2006). Modificación propia.

Una vez identificados y analizados cada uno de los métodos para la evaluación multicriterio y multiobjetivo, así como los procedimientos de evaluación, ha quedado definido el tipo de aplicación que se desarrollará para la determinación de sitios con aptitud turística en el PNNT, por lo que ahora el paso siguiente es el desarrollo de la aplicación en el siguiente Capítulo.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN MULTICRITERIO PARA LA DETERMINACIÓN DE ZONAS CON APTITUD TURÍSTICA.

5.1 Presentación.

Para la presente investigación, se retoma el análisis multicriterio para conocer la aptitud del territorio para el desarrollo de actividades turísticas, por tanto, es necesario conocer el objetivo deseado con base en las necesidades de los sectores o usuarios, quienes decidirán si las zonas cuentan con las mejores condiciones para su aprovechamiento.

La información fuente se procesó con base en los requerimientos de la metodología de análisis multicriterio, mediante el método de combinación lineal ponderada, con la posibilidad de detallar los criterios de selección en un nivel cada vez más preciso y complejo, como lo puede ser la identificación de atributos de los criterios.

Según Bojórquez, (2001), el análisis multicriterio da como resultado la aptitud territorial, la cual considera criterios que caracterizan a un determinado lugar, llegando a hacerlo apto para el desarrollo de ciertas actividades; que en la mayoría de los casos se identifican y encuentran presentes en la zona donde se desarrolla actualmente una actividad.

La presente investigación arroja como resultado una serie de mapas de síntesis, en donde se identifican las zonas con potencial para realizar actividades de naturaleza como son rappel, escalada, caminata, cabalgata, ciclismo de montaña y observación, dentro de un contexto territorial delimitado por el PNNT.

5.2 Fases para la aplicación del análisis y evaluación multicriterio.

5.2.1 Definición de Objetivos.

Para cada una de las actividades, se tiene como objetivo investigar los sitios que dentro del PNNT reúnen las características físico-sociales óptimas para realizar turismo de naturaleza, con el objeto de promover su aprovechamiento y desarrollo.

Cabe destacar, que los presentes objetivos consideran únicamente las condiciones ambientales y sociales existentes, por lo que no se contempla el equipamiento, adecuación e infraestructura con fines de crear ambientes aptos para dichas actividades. Los criterios empleados en la determinación de sitios son aquellos que reunirán las condiciones naturales existentes, tanto las de tipo físico como social.

5.2.2 Recopilación de Información.

La aplicación del método multicriterio con fines de determinar sitios con potencial turístico, requirió de información temática acorde a los objetivos específicos de la presente investigación. Para lo cual, es necesario considerar los requerimientos de los practicantes y profesionistas de deportes al aire libre necesitan para llevar a cabo sus actividades; por lo tanto dentro del presente apartado primero es necesario considerar estos requerimientos, ya que a partir de ellos, se identificaron y seleccionaron los criterios temáticos cartográficos, así como factores y restricciones.

De manera concreta, la aplicación del método geográfico permitió caracterizar la zona de estudio a partir de la descripción del medio natural y social; a su vez, fue necesario abordar el tema de aprovechamiento sustentable a partir del marco teórico metodológico del turismo de naturaleza y de la geografía ambiental. Finalmente, la validación de criterios seleccionados así como la comprobación de los resultados obtenidos, se basó en la aplicación de métodos y técnicas de investigación documental y cartográfica para dimensionar y delimitar el espacio y fenómeno estudiado; de igual manera, se aplicaron técnicas de recorrido y trabajo en campo para identificar las zonas de interés y validar los resultados obtenidos.

5.2.2.1 Método para la obtención de información técnica por actividad.

La primera fase para la recopilación de la investigación, consistió en la búsqueda documental de datos referente a los ambientes en los que se puede realizar cada una de las actividades objeto de la presente investigación, detectándose que no existe información documentada sobre los criterios que hacen de una zona ideal para la práctica de una u otra actividad.

Al respecto, únicamente se identificaron revistas, artículos, manuales para principiantes e interesados en la práctica de un determinado deporte, así como infinidad de páginas web en las que se mencionan las actividades desde el punto de vista deportivo y comercial para la prestación de servicios turísticos, los cuales se relacionan principalmente con el rappel, la escalada y el ciclismo de montaña, más no se mencionan aspectos técnicos que permitan obtener información relacionada con los criterios que se evalúan en la presente investigación.

A partir de las fuentes de datos, fue necesario reorientar la investigación a desarrollar, por lo que con base en los métodos de investigación propuestos por Hernández, S. (2006), se detectó que el presente trabajo se enmarca en estudios de tipo cualitativo,¹⁴ caracterizados por la aplicación de técnicas de observación por medio de la percepción visual, generando la descripción de paisajes, zonas y condiciones óptimas de los sitios donde se practican ciertos eventos deportivos, con el propósito de generar conocimiento y posteriormente teoría, que sirva para la fundamentación del proceso de investigación. De ello, se infiere que existe un conocimiento e identificación de cierto tipo de condiciones que favorecen la práctica de actividades, ya sean de rappel, escalada y/o ciclismo de montaña.

De lo anterior, se consideró realizar un acercamiento con expertos, practicantes y profesionistas en rappel, escalada y ciclismo de montaña; sin embargo, en este primer acercamiento se detectó que dichas personas, conocen e identifican claramente estos criterios, pero desde un punto de vista perceptivo, es decir, cuentan con un conocimiento empírico, basado en la percepción, constancia y experiencia que a través del tiempo han desarrollado en la práctica de estas actividades.

¹⁴ Hernández Sampieri (2008), menciona que la recolección de datos para las investigaciones de tipo cualitativo, están orientadas a proveer de un mayor entendimiento de los significados y experiencias de las personas. Donde el investigador se auxilia de diversas técnicas de investigación que van desarrollándose durante el estudio, es decir, el investigador comienza a aprender por observación y descripción de los participantes y concibe formas para registrar los datos que van refinándose conforme avanza la investigación.

Lo anterior propicio la búsqueda de otras alternativas para la obtención de datos de tipo cualitativo, por lo que se acudió a la aplicación de métodos estadísticos por medio del diseño y levantamiento de un cuestionario¹⁵ compuesto por 15 interrogantes, donde se consideraron opciones para la ponderación e identificación de variables que tienen como objeto:

- a) Identificar los factores físicos y sociales (criterios) que los practicantes en determinada actividad consideran fundamentales para llevar a cabo o en su caso decidir realizar su actividad; y
- b) Obtener el orden de importancia de los factores presentes en el lugar, mismos que posteriormente servirán para ponderar y confrontar criterios como parte de la evaluación y análisis multicriterio. Cuestionarios en anexo 2.

Cabe mencionar que previo a la aplicación de los cuestionarios, se realizaron pruebas de validación tanto en la estructura de las preguntas como del tipo y calidad de datos que se pretendió obtener para cada una de las actividades (rappel, escalada y ciclismo de montaña)¹⁶; dicha validación consistió en someterlos a revisión por parte de personal especializado en la actividad deportiva a investigar, así como por parte de investigadores de la Facultad de Turismo y Facultad de Geografía, con lo cual fue posible realizar modificaciones en la estructura y contenido y con ello asegurar una mejor calidad de la información a obtener.

Una vez validados los cuestionarios, se procedió a su aplicación entre usuarios de dichas actividades, siendo esto posible sobre todo en la localidad de Valle de Bravo, ya que es en éste sitio donde la práctica de deportes de aventura es común dadas las condiciones ambientales que predominan en el municipio. Los resultados de los cuestionarios y su aplicación se retoman en el apartado 5.3.

5.2.2.2 Obtención de información cartográfica y estadística.

Con la aplicación del método cartográfico, se obtuvo la digitalización de las cartas de INEGI escala 1:50000, claves E14A37, E14A47 y E14A48 de los temas geológico, edafológico y topográfico. Para el caso de la información de vegetación y uso de suelo se retomo la información proporcionada por el Dr. Sergio Franco Mass¹⁷, referente a uso de suelo de 2006 retomado de INEGI (2000) con actualización de trabajo de campo; adicionalmente, se generaron los análisis cartográficos necesarios para desarrollar el análisis multicriterio.

Mediante la aplicación del método estadístico, se recopilaron datos de población e identificación de localidades asentadas dentro del PNNT; para ello, se consulto el II Censo

¹⁵ Cabe destacar que como parte de los estudios cualitativos planteados por Hernández S. (2008) y con base en que no se identifico información documental sobre el objeto de estudio, se propone la aplicación de cuestionarios como método para la obtención de datos, cuya finalidad para la presente investigación es generar y construir conocimiento a partir de los datos empíricos obtenidos y analizados.

¹⁶ Únicamente se consideraron estas tres actividades por tratarse de deportes de aventura, para las cuales existen asociaciones especializadas en la práctica y promoción de este tipo de deporte. Mientras que para actividades como caminata, cabalgata y observación, los criterios para su identificación no requieren de condicionantes técnicas para su desarrollo.

¹⁷ Dr. Sergio Franco Mass. Secretario de Investigación y Estudios Avanzados de la Universidad Autónoma del Estado de México.

de Población y Vivienda INEGI 2005, así como del Programa de Conservación y Manejo versiones 1999 y 2009 (versión inédita), proporcionados por la CEPANAF. Aunado a ello se analizaron y procesaron los datos obtenidos mediante la aplicación de cuestionarios para las actividades de rappel y/o escalada y ciclismo de montaña.

5.3 Asignación de pesos (valores) a los criterios.

La asignación de pesos a los factores consiste en agregar un valor a cada criterio de evaluación, el cual refleja su importancia en relación a los demás criterios que integran el análisis, por lo que entre mayor sea este valor, mayor será su importancia y su influencia sobre los demás para la definición de un objetivo.

Como se menciona en el apartado de desarrollo metodológico, la asignación de los pesos está en función a la escala de evaluación propuesta por Saaty (1977), la cual será modificada y representada en valores porcentuales para cada criterio, en función de las principales necesidades por actividad.

La asignación de los pesos permite reflejar por una parte: 1) los cambios en el rango de variación para cada criterio de evaluación y; 2) los diferentes grados de importancia adheridos a estos rangos de variación; ya que cada uno tiene diferente importancia en el logro del objetivo de cada sector.

Asimismo, se tiene que la asignación de pesos surge a partir de los resultados obtenidos de la aplicación de cuestionarios dirigidos a expertos en la actividad a identificar. Dicho instrumento incorporó interrogantes tendientes a indagar las principales variables que los deportistas consideran para llevar a cabo cierto tipo de actividad, de igual manera se incluyeron variables en forma de listado con la finalidad de ponderar su importancia, por medio de la asignación de pesos dentro de una escala con valores de 1 a 10, donde 1 fue el más importante y 10 el menos importante, lo que nos permitió afinar la asignación de pesos para cada una de las actividades a identificar dentro del PNNT.

A continuación se presentan el análisis de componentes por actividad turística con base en diagramas de asignación de pesos porcentuales, cuya estructura metodológica corresponde a la definición de sistemas complejos planteada por García, R. (2006).

5.3.1 Rappel y/o escalada.

Para la obtención de información referente a actividades de rappel y/o escalada, fue necesario diseñar una estrategia que permitiera conocer las condiciones ambientales y paisajísticas que los practicantes y profesionistas de dicha actividad identifican como aptas para la práctica del rappel y/o escalada.

Primero fue necesario precisar la definición del rappel y la escalada¹⁸, misma que en base al punto de vista del practicante puede estar considerada como deporte o disciplina, donde el

¹⁸ Cabe aclarar que ambas actividades se presentan conjuntamente, ya que a decir de los profesionistas en dicho deporte, los sitios donde se practica por lo regular carecen de vías de acceso tanto para llegar a las zonas altas como para descender, por lo que la escalada y el rappel son los únicos medios para llegar al destino.

equilibrio y la fuerza física se combinan con una serie de técnicas anexas (herramientas y equipaje), e inclusive el dominio de elementos psicológicos empleados por atletas de alto rendimiento. Fuente: Italian Trek, Escuela de Alpinismo (2009)¹⁹.

En un inicio, esta actividad fue implementada en el rescate urbano y en el alpinismo como medio de evacuación o de descenso, posteriormente, las técnicas y el equipo empleados se fueron adaptando para satisfacer las necesidades de aventura y practicas constantes que lo convirtieron en deporte profesional.

En un primer acercamiento con practicantes del deporte, se identificaron factores físico-paisajísticos relevantes, como las paredes rocosas verticales, diferencias altitudinales, presencia de vegetación y grado de dificultad, sin embargo, fue posible apreciar la dominancia de conocimientos empíricos sobre las condiciones que deben reunir los sitios para la práctica de estas actividades.

Posteriormente, con la aplicación del cuestionario (cuestionario, anexo 2), se identificaron dichos criterios así como el orden de importancia para cada uno, destacándose la dominancia de los aspectos físicos sobre los sociales.

Con la identificación de los factores, se procedió a desglosar los criterios para ambos subsistemas, para el natural la integración de factores del medio físico y del medio biótico; mientras que para el social se tomaron en cuenta los factores relacionados con la infraestructura²⁰ y la prestación de servicios²¹. Asimismo, para cada factor se definieron criterios con lo que fue posible obtener un diagrama de identificación de criterios, tal como se aprecia en la figura 8.

Una vez identificados los criterios con base en las necesidades de los usuarios, es posible extraer del cuestionario la asignación de atributos (para el caso de los factores que así lo requieran) y posteriormente asignar los pesos (valores) representados porcentualmente para cada uno, debiendo tener como resultado un 100% que será equivalente a la estandarización en idrisi con valor de 0.0 a 1.0; donde el 0 serán las zonas no aptas y el 1 las zonas con muy alta aptitud para el desarrollo de actividades de rappel y escalada.

Los datos generados, se registran en la tabla 14, referente a la asignación de pesos porcentuales por criterios de evaluación, donde se consideran los subsistemas natural y social, divididos en aspectos de tipo físico, biótico, infraestructura y servicios.

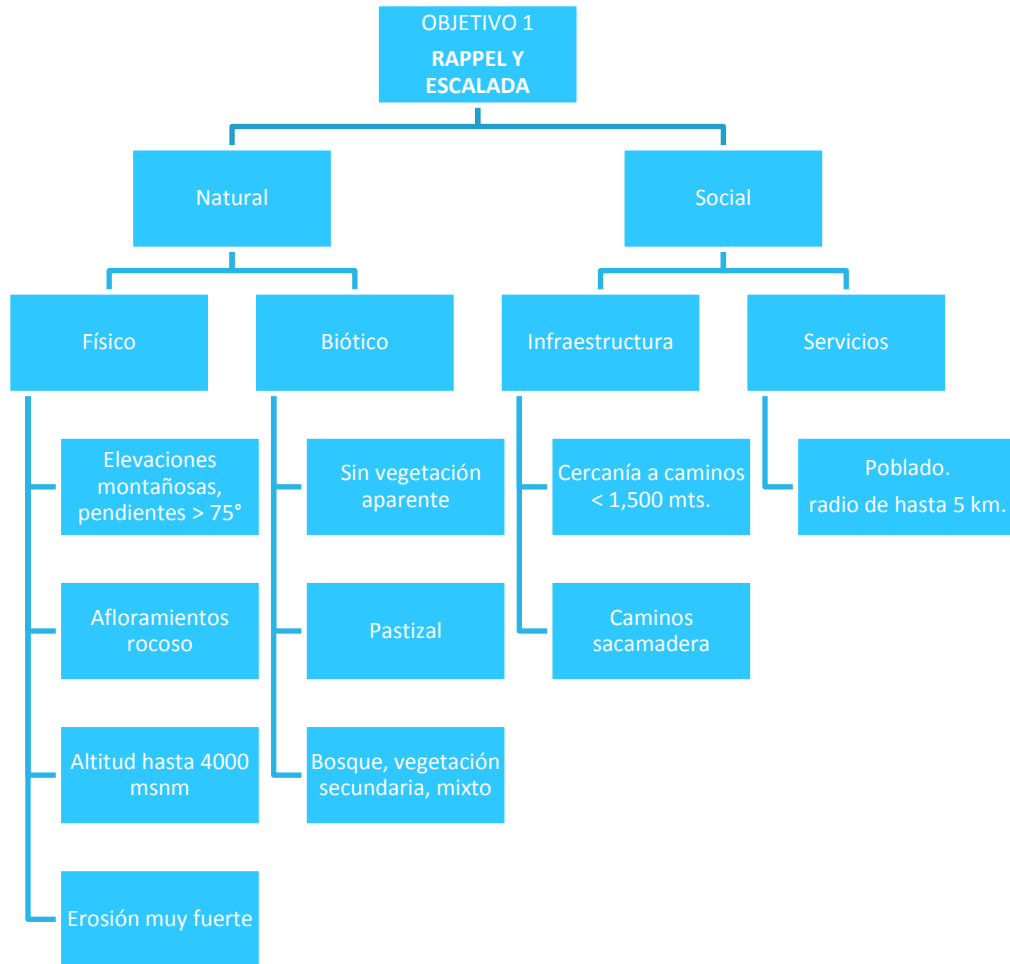
Posteriormente, para cada uno se identifican los criterios con rangos y valores a considerar en el proceso de evaluación.

¹⁹ Escuela de alpinismo, montañismo, escalada, rappel y rescate. <http://www.italiantrek.com/>

²⁰ Para este caso se considera como infraestructura el equipamiento de caminos existentes dentro del PNNT, derivado de que la accesibilidad es considerada como prioritaria para quienes practican el rappel y escalada.

²¹ Como servicios se entenderá la presencia de asentamientos humanos que tienen la posibilidad de prestar servicios principalmente de asistencia médica, seguridad y alimentación.

Figura 8. Criterios para zonas de rappel y escalada.



Fuente: Elaboración propia con base en la implementación de cuestionarios. (2009).

Como se puede apreciar en la tabla 14, para esta actividad las condiciones físicas del entorno son las que presentan mayor peso debido a que la práctica del rappel y escalada, está estrechamente relacionadas con el tipo de roca y el estado físico en el que se encuentra; los conocedores de este deporte comentan que el tipo de roca ideal para llevar a cabo estas actividades corresponden a la basáltica, granito y algunos mencionan a la caliza como ideal para la escalada y el rappel; sin embargo, otro factor importante a considerar y que únicamente es posible de identificar en campo, es el grado de intemperismo y erosión presente en el substrato rocoso, ya que una altamente fragmentada y débil en su estructura, no resulta factible para su uso en esta actividad; sin embargo, para ello se proponen acciones de limpieza de las paredes, lo que incluye tanto la remoción de material no consolidado, así como de vegetación que pudiera imposibilitar o dificultar la accesibilidad y seguridad del usuario.

Tabla 14. Identificación de criterios y pesos para rappel y escalada.

RAPPEL Y ESCALADA							
Subsistema Natural 75%				Subsistema Social 25%			
Físico 70%		Biótico 5%		Infraestructura 20%		Servicios 5%	
Elemento	Valor %	Elemento	Valor %	Elemento	Valor %	Elemento	Valor %
Elevaciones montañosas Pendiente >75	30	Sin vegetación aparente	2.5	Cercanía a caminos < 1,500 mts.	12	Poblado hasta 5 km.	5
Afloramientos rocosos (roca consolidada)	20	Pastizal	1.5	Caminos sacamadera	8		
Altitud hasta 4000 msnm	10	Bosque, vegetación secundaria, mixto	1				
Erosión muy fuerte	10						

Fuente: Elaboración propia con base a información recopilada y analizada por actividad. (2009).

Imagen 15. Paredes rocosas en Cerro Gordo.



Fuente: RCS, 2009.

Estas medidas de limpieza y acondicionamiento de la zona requieren del visto bueno en materia ambiental por parte de las autoridades encargadas de su administración; para lo

cual, la SEMARNAT en coordinación con la CEPANAF, tendrán en su caso que solicitar la documentación que en materia de impacto ambiental requiere, tanto para el aprovechamiento como para la adecuación de la zona, por lo que su factibilidad dependerá de promover la sustentabilidad del sitio por medio de la protección, conservación y restauración de la zona sujeta a aprovechamiento.

Resulta evidente que las zonas con afloramientos rocosos y pendientes fuertes (paredes totalmente verticales), donde la presencia y/o ausencia de vegetación es importante por la accesibilidad y maniobrabilidad en la zona, resulta ser el criterio con mayor peso para su evaluación. Así mismo, es necesario contar con la cercanía de sitios (preferentemente asentamientos humanos), que en caso de una eventualidad pudieran proporcionar servicios de asistencia médica.

5.3.2 Ciclismo de Montaña.

El uso de la bicicleta ha sido por muchos años considerado como un medio de transporte para llegar de un lugar a otro, así como para recorrer una ruta específica con fines de esparcimiento, deporte o en su caso circuitos profesionales de ciclismo.

Para este caso, el uso de la bicicleta se tomó en cuenta con fines de rutas tradicionales de montaña donde su práctica se desarrolla en un entorno natural, caracterizado por ambientes donde no solo predominan condiciones ambientales, sino además se promoverá el uso de los caminos preexistentes, con la finalidad de minimizar los impactos y optimizar el uso de vías alternas para promover el esparcimiento turístico y recreativo con base en dicha actividad.

Particularmente, en el ciclismo de montaña, la bicicleta cuenta con suspensiones especiales, sea delantera, trasera o en el cuerpo mismo que ayudan a amortiguar todos los golpes que recibe derivado de las condiciones del camino, que por lo regular resulta ser accidentado y de difícil acceso según sea el nivel de experiencia y capacidad del usuario.

Existen diferentes fuentes de información que clasifican los niveles con base en la experiencia del usuario; dichos niveles son para principiantes, intermedios, avanzados y expertos, donde la aplicación de técnicas para el manejo de la bicicleta de montaña y la condición física de la persona son los factores que definen el nivel en el que se clasifica al usuario²².

Al igual que en el caso anterior, los expertos en la práctica de esta actividad manifiestan la identificación de zonas con condiciones naturales que resultan ideales para ciclismo de montaña, sin embargo se trata de conocimiento difícil de registrar y cuantificar, pero sobre todo de identificar especialmente sobre una base cartográfica; por tal motivo, al igual que en el caso anterior, se diseñó y elaboró un cuestionario (anexo 2), por medio del cual se obtuvieron datos relacionados con los factores, criterios y evaluación de pesos para cada

²² Fuente; Empresa Pablo's Bikes. Tienda especializada en ciclismo de montaña. Escuela promotora de cursos, rutas de montaña y servicios de taller y refacciones para bicicletas de montaña. Ubicada en Avenida del Carmen S/N Avándaro, Valle de Bravo, Estado de México. <http://www.pablosbikes.com/pb/>

uno de los aspectos que el usuario requiere para desarrollar actividades de ciclismo de montaña.

Imagen 16. Deportistas que practican en las inmediaciones del PNNT. 2010



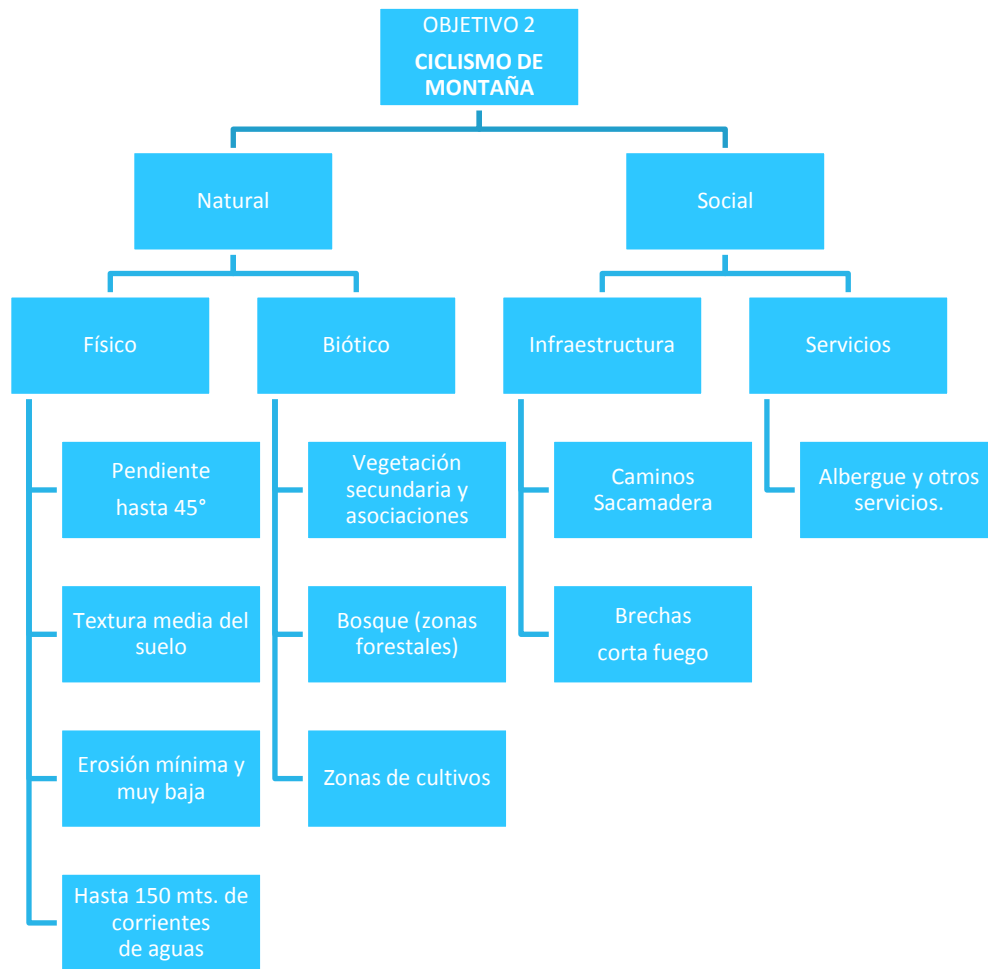
Fuente: RCS, 2009.

la aplicación de cuestionario como la obtención de información de fuentes directas (practicantes del ciclismo), se detectó que la totalidad de los usuarios responden con base en inquietudes de aventura y exploración de nuevos espacios, donde el grado de dificultad (accesibilidad) y la belleza paisajística son el principal atractivo, por lo que no necesariamente deben existir caminos o accesos preestablecidos para su recorrido, sino que en la mayoría de los casos practican con el objetivo de hacer sus propios caminos, lo cual resulta ser el principal atractivo de esta actividad.

Con la identificación de los factores, se procedió a desglosar los criterios para la actividad de ciclismo de montaña, con lo que fue posible obtener un diagrama de identificación de criterios a considerar en la evaluación multicriterio (ver figura 9), los cuales se encuentran subdivididos en factores de tipo natural y social.

Una vez identificados los criterios con base en las necesidades de los usuarios, es posible extraer del cuestionario la asignación de atributos (para el caso de los factores que así lo requieran) y posteriormente asignar los pesos (valores) representados porcentualmente para cada uno de los criterios, debiendo tener como resultado un 100% que será equivalente a la estandarización en idrisi con valor de 0.0 a 1.0; donde el 0 serán las zonas no aptas y el 1 las zonas con muy alta aptitud para el desarrollo de actividades de rapel y escalada.

Figura 9. Criterios para actividades de ciclismo de montaña.



Fuente: Elaboración propia con base en la implementación de cuestionarios (2009).

Los datos generados, se registran en la tabla 15, referente a la asignación de pesos por criterios de evaluación, donde se consideran aspectos de tipo físico o natural y social.

Tabla 15. Identificación de criterios y pesos para ciclismo de montaña.

CICLISMO DE MONTAÑA							
Subsistema Natural 35%				Subsistema Social 65%			
Físico 25%		Biótico 10%		Infraestructura 55%		Servicios 10%	
Elemento	Valor %	Elemento	Valor %	Elemento	Valor %	Elemento	Valor %
Pendiente hasta 45°	10	Vegetación secundaria y asociaciones	5	Camino Sacamadera mayores a 5m (ancho)	40	Albergue y otros servicios	10
Erosión	5	Zonas de cultivo	2				

Continuación...

mínima y muy baja							
Hasta 150 mts. de corrientes de aguas	2						

Fuente: Elaboración propia con base a información recopilada y analizada por actividad. (2009).

De lo anterior se puede apreciar que esta actividad presenta mayor interés sobre las zonas naturales, donde existe vegetación principalmente de tipo forestal, así como en sitios con pendientes que faciliten el ascenso y descenso por medio del cual se define el grado de dificultad del circuito (para casos de ciclismo profesional). Asimismo, se promueve que los sitios aptos se encuentren en áreas que presenten grados de erosión mínimos con la finalidad de minimizar el impacto sobre el substrato edáfico, por lo que se tomará en cuenta el cálculo de índice de erosión hídrica y eólica realizado como parte de la presente investigación, (anexo 1). De igual manera se considera la presencia de caminos para promover la definición de circuitos sobre brechas y veredas.

5.3.3 Caminata, Trekking o Senderismo.

Se refiere a la actividad física que consiste en caminar preferentemente por senderos que faciliten la accesibilidad a zonas con atractivos ya sean naturales o ambientes artificiales, donde no existe otro medio para su accesibilidad.

El trekking es término inglés que significa viajar; trasladarse por medio del caminar, por sitios donde los recorridos son al ritmo que el propio paseante establece y cuyo principal atractivo es el contacto directo con la naturaleza, por medio de la aventura de caminar por sitios recónditos, donde la flora, fauna y aspectos culturales son los principales atractivos para el turista²³.

Al igual que otras actividades que requieren de condición física para su práctica, la caminata sobre todo en zonas altas, requiere de una adecuada condición ya que al desarrollarse en zonas donde la altitud y las condiciones climáticas propias de la montaña, el cuerpo humano se puede ver afectado por el nivel de oxigenación y problemas de presión arterial. Dicha actividad estará enfocada a la práctica de bajo y mediano nivel con trayectos cortos donde la prioridad será la presencia de espacios rurales para la asistencia médica en caso de ser necesario.

Para las actividades de caminata, no existen parámetros claramente definidos, ya que la actividad puede estar enfocada con diversos fines, entre los que destacan: los senderos interpretativos con fines educativos, los de observación paisajística y en algunos casos, se trata solo de circuitos con fines de esparcimiento (ver imagen 17).

Por ejemplo, Pliego, V. (1993)²⁴, define un sendero como “Un itinerario que ha sido diseñado de manera que, por caminos, pistas, senderos, vías verdes, etc., buscando los

²³ Definición de Caminata o Trekking. <http://wiki.sumaqueru.com/es/Caminatas> Consultada el 22 de junio de 2009.

²⁴ Manual de Senderismo: Los senderos del gran recorrido en España. Domingo Pliego Vera (1993).

pasos más adecuados, por valles, collados y cordales, se puedan visitar lugares considerados de interés paisajístico, cultural, turístico, histórico, social, entre otros”.

Imagen 17. En el PNNT practican desde deportistas de alto rendimiento hasta visitantes con fines de esparcimiento.



Fuente: RCS, 2009.

Asimismo, menciona que existen diferentes tipos de senderos clasificados con base en su longitud:

Tabla 16. Tipos de senderos.

TIPOS DE SENDERO	LONGITUDES
Senderos de Gran Recorrido (GR)	Son rutas cuya distancia supera los 50 km.
Senderos de Pequeño Recorrido (PR)	Son rutas cuya distancia está entre 10 y 50 km.
Senderos Locales (SL)	Son rutas cuya distancia no supera los 10 km.
Senderos Urbanos (SU)	Son rutas que están circunscritas a un ámbito urbano.

Fuente: Retomado del Manual de Senderismo. Pliego, V. (1993).

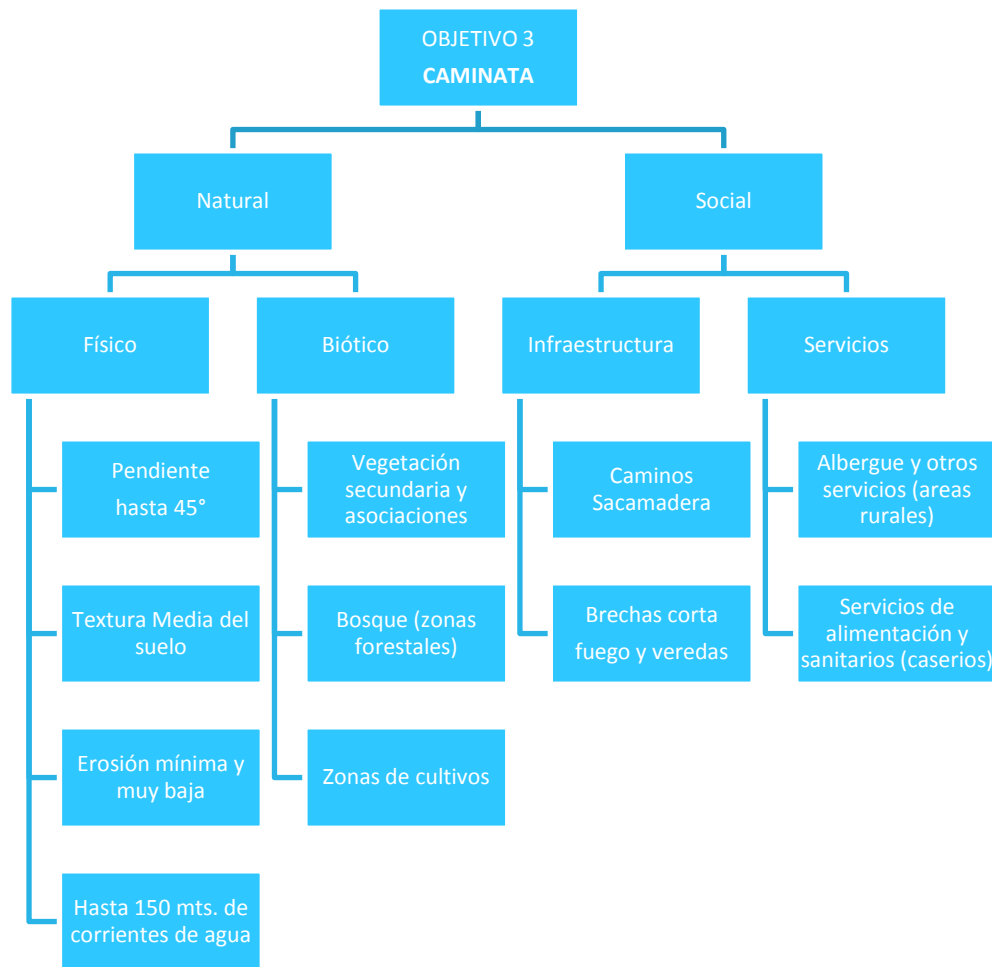
Para la presente investigación se consideraron los escenarios que representan atractivos naturales, principalmente relacionados con la flora y fauna que en algunos casos es endémica del PNNT; así como las partes elevadas con amplio rango de visibilidad, barrancas y zonas cercanas a asentamientos humanos donde la accesibilidad es el principal factor a considerar.

Con la identificación de los factores, se procedió a desglosar los criterios para la actividad de caminata, con lo que fue posible obtener un diagrama de identificación de criterios que se muestra en la figura 10, donde por medio de la subdivisión de tipo natural y social, se desglosaron los criterios a considerar en la evaluación multicriterio.

Partiendo de la identificación de criterios, se procedió a la clasificación de factores y restricciones, a partir de lo cual fue posible estandarizar la información para su representación en formato raster; posteriormente, se trabajó en la asignación de pesos (valores) representados porcentualmente para cada uno de los criterios, debiendo tener como resultado un 100% que será equivalente a la estandarización en idrisi con valor de 0.0 a 1.0; donde el 0 serán las zonas no aptas y el 1 las de muy alta aptitud para el desarrollo de actividades de caminata.

Los datos generados, se registran en la tabla 17; referente a la asignación de pesos por criterios de evaluación, donde se consideran aspectos de tipos físico o natural y de tipo social.

Figura 10. Criterios para actividades de caminata.



Fuente: Elaboración propia con base en la implementación de cuestionarios 2009.

Esta actividad presenta mayor interés sobre los factores de tipo social, donde la importancia recae en la prestación de servicios y atención al visitante, mismo que a su vez generan impactos sobre los habitantes de las comunidades participantes.

Cabe destacar que al igual que en los casos anteriores, la actividad de caminata está orientada principalmente al aprovechamiento de la infraestructura existente, así como de las condiciones naturales dominantes en la zona, esto con la finalidad de promover su aprovechamiento de manera sustentable. Así por ejemplo, se tiene que los mayores pesos de importancia los tienen las brechas y veredas, así como los asentamientos humanos relacionados con la prestación de servicios.

Tabla 17. Identificación de criterios y pesos para caminata.

CAMINATA							
Subsistema Natural 35%				Subsistema Social 65%			
Físico 25%		Biótico 10%		Infraestructura 40%		Servicios 25%	
Elemento	Valor %	Elemento	Valor %	Elemento	Valor %	Elemento	Valor %
Pendiente hasta 45°	11	Vegetación secundaria y asociaciones	5	Caminos Sacamadera mayores a 5m (ancho)	30	Albergue y otros servicios (áreas rurales)	15
Textura media del suelo	9	Bosque (zonas forestales)	3	Brechas corta fuego menores a 5 (ancho) y veredas	10	Alimentos y sanitarios (caseríos)	10
Erosión mínima y muy baja	3	Zonas de cultivos	2				
Hasta 150 mts. de corrientes de aguas	2						

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada y analizada por actividad. (2009).

Cabe señalar que el turismo a considerar en la presente actividad se clasifica como de bajo impacto, ya que los senderos estarán bajo las categorías de locales, esto con base en lo señalado por Pliego, V. (1993).

Asimismo, se promueve que los sitios aptos se encuentren en zonas que presenten grados de erosión mínimos, con la finalidad de minimizar el impacto sobre el substrato edáfico.

5.3.4 Cabalgata.

La cabalgata es un actividad orientada a personas con o sin experiencia que quieran experimentar la sensación de pasear por senderos, valles y montañas, con el único objetivo de convivir con la naturaleza y admirar los paisajes, flora y fauna del PNNT.

Imagen 18. Uso de animales de carga para transporte.



Fuente: RCS, 2009.

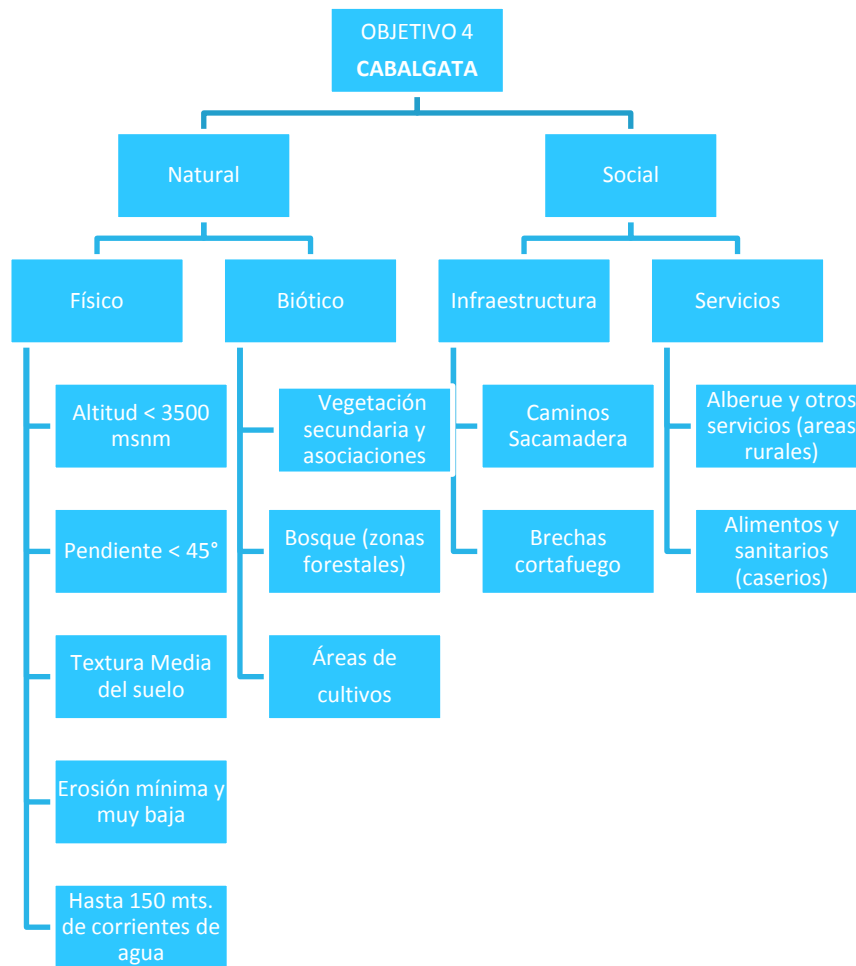
Esta actividad, es factible de desarrollar, derivado del uso y presencia de animales de carga, principalmente caballos, burros y mulas, que son empleados en las tareas transporte y carga de víveres entre las comunidades, por medio de caminos intravecinales.

La cabalgata considera actividades de paseo en caballo por medio del uso preferentemente de los caminos existentes, así como de las zonas provistas de senderos, veredas y caminos de terracería, donde las condiciones del suelo, pendiente y vegetación sean favorables para el desarrollo de dicha actividad.

Para lo cual, se procedió con la identificación de criterios, por medio de la selección de información cartográfica básica y temática que consideró como prioridad el aprovechamiento de los recursos físicos y sociales existentes, así como las condiciones del suelo, generando la identificación de criterios que se muestran en la figura 11, con base en las condiciones existentes en el PNNT.

Al igual que en el caso anterior de caminata, a este objetivo únicamente se le incorporó como criterio en la variable física la altitud, debido a la influencia que la presión atmosférica tiene sobre los caballos, burros y mulas, por ser los principales animales presentes en zona y que tradicionalmente han sido empleados para las tareas de carga en trabajos de campo.

Figura 11. Criterios para actividades de cabalgata.



Fuente: Elaboración propia con base en la aplicación de cuestionarios 2009.

Una vez identificados los criterios, se procede con la asignación de pesos (valores) para la evaluación en función al objetivo a determinar.

Tabla 18. Identificación de criterios y pesos para cabalgata.

CABALGATA							
Subsistema Natural 35%				Subsistema Social 65%			
Físico 25%		Biótico 10%		Infraestructura 40%		Servicios 25%	
Elemento	Valor %	Elemento	Valor %	Elemento	Valor %	Elemento	Valor %
Altitud < 3500	9						
Pendiente < 45°	7	Vegetación secundaria y asociaciones	5	Caminos Sacamadera mayores a 5m (ancho)	10	Albergue y otros servicios (áreas rurales)	20
Textura media	4	Bosque (zonas	3	Brechas corta	30	Alimentos y	5

Continuación...

del suelo		forestales)		fuego menores a 5 (ancho)		sanitarios (caserios)	
Erosión mínima y muy baja	3	Áreas de cultivo	2				
Hasta 150 mts. de corrientes de aguas	2						

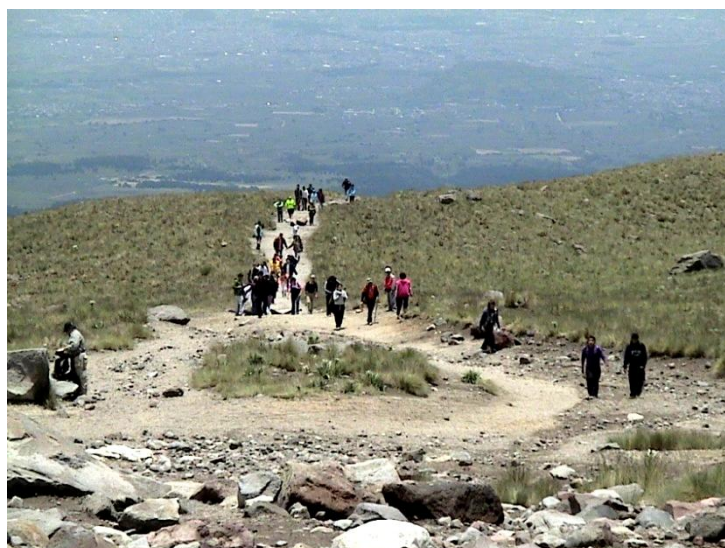
Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada y analizada por actividad. (2009).

Para este caso, los valores más altos continúan siendo aquellos para las zonas donde existe la presencia de asentamientos humanos, sin embargo a diferencia del caso anterior, se incluye el criterio de altitud, como limitante de la presencia de animales de carga en las partes altas del PNNT; así como por la influencia que las condiciones altitudinales ejercen sobre la salud de las personas no aptas para este tipo de condiciones. Adicionalmente, se considero la cercanía con los asentamientos humanos a fin de garantizar la asistencia médica y la prestación de servicios sanitarios y de alimentación a los visitantes.

5.3.5 Observación.

Esta actividad es muy similar a la planteada en el caso de la caminata, sin embargo, dados los criterios aplicados para la identificación de estas zonas, se propuso como objetivo sitios para la observación del paisaje por medio de la identificación de barrancas, así como la observación de tipo sideral. Cabe resaltar que en este último rubro, el Nevado de Toluca, se caracteriza por contar con condiciones ideales de altitud, clima (nubosidad) y accesibilidad que permiten practicar la observación de la bóveda celeste desde puntos específicos del PNNT, particularmente en la época de invierno donde las condiciones de cero nubosidad permiten realizar dicha actividad.

Imagen 19. La mayoría de visitantes, asisten a la zona de lagunas y cráter, por la accesibilidad y la belleza paisajística.



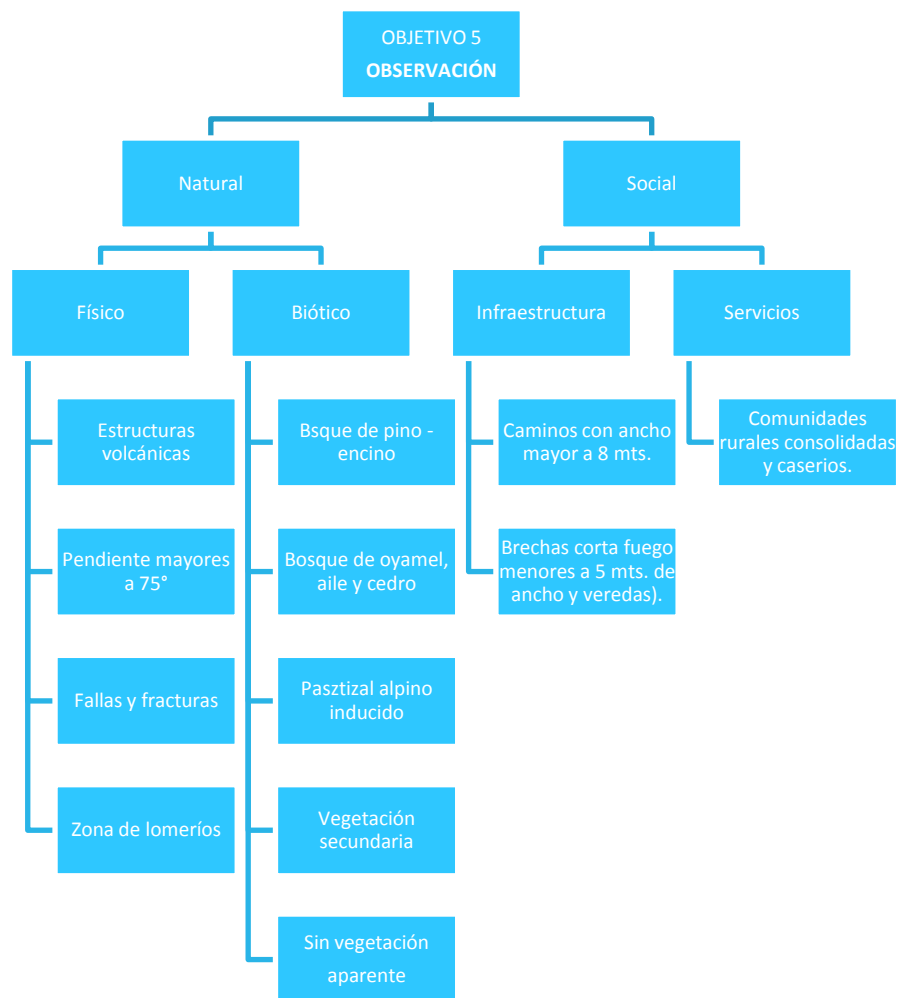
Fuente: RCS, 2009.

Se tomaron en cuenta rasgos de accesibilidad como la existencia de caminos, presencia de vegetación, pendientes y prestación de servicios, principalmente. Con la identificación de los factores, se procedió a desglosar los criterios para la actividad de observación, con lo que fue posible obtener un diagrama de identificación de criterios (ver figura 12), donde por medio de la subdivisión de factores de tipo natural y social, se desglosaron los criterios a considerar en la evaluación multicriterio.

Una vez identificados los criterios en base al objetivo, es posible la asignación de atributos (para el caso de los factores que así lo requieran) y posteriormente asignar los pesos (valores) representados porcentualmente para cada uno de los criterios, debiendo tener como resultado un 100% que será equivalente a la estandarización en idrisi con valor de 0.0 a 1.0; donde el 0 serán las zonas no aptas y el 1 las zonas con muy alta aptitud para el desarrollo de actividades de rapel y escalada.

Los datos generados, se registran en la tabla 19, referente a la asignación de pesos por criterios de evaluación, donde se consideran aspectos de tipos físico o natural y de tipo social.

Figura 12. Criterios para actividades de observación.



Fuente: Elaboración propia con base en la implementación de cuestionarios 2009.

Tabla 19. Identificación de criterios y pesos para observación.

OBSERVACIÓN							
Subsistema Natural 80%				Subsistema Social 20%			
Físico 50%		Biótico 30%		Infraestructura 15%		Servicios 5%	
Elemento	Valor %	Elemento	Valor %	Elemento	Valor %	Elemento	Valor %
Estructuras volcánicas, conos cineríticos y adventicios derrames, domos.	15	Bosque de Pino - Encino	10	Caminos con ancho mayor a 8 mts. (zona de amortiguamiento 300 mts.)	10	Comunidades rurales consolidadas y caseríos	5
Pendiente mayores a 75°	13	Bosque de oyamel, aile y cedro	8	Brechas corta fuego menores a 5 mts. de ancho. Veredas	5		
Fallas y fracturas	11	Pastizal alpino, e inducido	6				
Pendientes de 5 a 16 grados consideradas por la SEDESOL como lomeríos y mesetas	11	Vegetación secundaria	4				
		Sin vegetación aparente	2				

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada y analizada por actividad. 2009.

En la tabla anterior, es posible apreciar la asignación de pesos en función a los criterios físicos y sociales que definen la accesibilidad como son las zonas altas y accesibles, siendo esta una de las principales características de la parte alta del PNNT, al cual es posible llegar tanto caminando como por vehículo²⁵.

5.4 Información Cartográfica.

Una vez identificados los criterios para cada una de las actividades, se procedió a recopilar la información cartográfica correspondiente al PNNT y dadas las condiciones espaciales de los criterios, se consideró como lo más adecuado trabajar con información escala 1:50000 con las siguientes características y fuentes:

²⁵ A partir de 26 de julio del 2008, la Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna, declaró el cierre indefinido para el acceso de vehículos automotores a las inmediaciones del cráter.

Tabla 20. Fuentes de información cartográfica.

TIPO DE INFORMACIÓN	ESCALA	FUENTE
Topográfica	1:50000	INEGI cartas E14A37, E14A47 y E14A48
Edafología (unidades de suelo, fase física y textura)	1:50000	INEGI cartas E14A37, E14A47 y E14A48. Digitalización propia.
Vegetación	1:50000	Modificada por el Dr. Sergio Franco Maas, 2006.
Modelo de Elevación Digital	Resolución 20 mts.	Elaboración a partir de curvas de nivel escala 1:50000
Geología	1:50000	INEGI cartas E14A37, E14A47 y E14A48. Digitalización propia.

Fuente: Compilación propia 2009.

Con los datos por tema, se procedió con la estandarización de la información con base en su representación en valores de bytes de 0 a 255, esto dependiendo del tipo de elemento a representar, por ejemplo; los datos continuos requieren su representación en valores de bytes, mientras que los identificados como restricciones, se representan por medio de valores booleanos que gráficamente corresponden con valores de 0 ó 1.

5.5 Trabajo de Campo.

Consistió en realizar diversos recorridos por la zona de interés, para lo cual fue necesario diseñar un formato denominado “Ficha de Control y Seguimiento de Trabajo de Campo” (anexo 3), en la que se registro la información básica relacionada con la fecha de recorrido, lugar, actividad a identificar, asistentes y el objetivo de la visita o recorrido en campo.

Adicionalmente, se integraron cinco apartados correspondientes a: 1) actividades previas al recorrido de campo; 2) actividades realizadas durante recorrido; 3) actividades posteriores al recorrido; 4) memoria fotográfica y 5) conclusiones.

El trabajo de campo realizado durante el proceso de investigación incluye visitas para la identificación de servicios, asentamientos humanos, infraestructura y vías de acceso. Posteriormente, durante el proceso de investigación los recorridos realizados tenían el objetivo de validar los datos obtenidos en fuentes documentales, así como avances preliminares del proceso de evaluación multicriterio.

Una vez obtenidos los resultados de la evaluación multicriterio, el trabajo de campo respaldó los resultados de dicho análisis ó en su caso por medio del método de observación directa, se detectaron algunos otros parámetros, físicos o sociales que ejercen influencia sobre una determinada actividad turística y que sirvieron de base para la modificación de los criterios empleados en la evaluación.

Finalmente, mediante el desarrollo de la aplicación y la validación de los avances en visita a campo, se obtuvieron resultados que son expuestos en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO VI

RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN MULTICRITERIO

6.1 Presentación.

Como se mencionó, cada una de las actividades consideradas para la presente evaluación multicriterio consideró aspectos físicos, biológicos y sociales presentes en la zona de estudio, dando prioridad a las condiciones existentes con la finalidad de promover su aprovechamiento, conservación o en su caso proponer medidas de recuperación y acondicionamiento.

En la mayoría de los casos fue necesario considerar las condiciones de degradación de los suelos, ya que actividades como caminata, cabalgata y ciclismo de montaña, generan fuertes impactos sobre el substrato edáfico de la zona, que por tratarse de un área natural protegida, existe la prioridad de protección de los recursos naturales.

Por esta razón, se consideró necesario que adicional a la evaluación multicriterio de las actividades, se tomará en cuenta la identificación de los grados de pérdida de suelo por medio del cálculo de erosión hídrica laminar y eólica en el PNNT, a partir de información concerniente a aspectos físicos de geología, edafología, pendientes y en lo biológico se consideró el uso de suelo a partir del mapa de vegetación 2006 modificada por Franco M. (2006).

Dicho cálculo de erosión, permitió obtener los insumos necesarios para identificar criterios de susceptibilidad de pérdida de suelo para las zonas donde se pretenden realizar actividades y que de manera directa pudieran incrementar el impacto sobre el suelo. Ver cálculo erosión hídrica laminar y eólica²⁶ (anexo 1).

6.2 Actividad de Rappel y Escalada.

Una vez identificados los criterios, factores y restricciones, así como la asignación de pesos (valores), se procedió a realizar la evaluación por medio del análisis de imágenes, donde el primer paso a realizar fue la estandarización de la información con base en la clasificación en valores continuos y restricciones en booleanos. De dicho proceso, se obtuvieron 11 puntos potencialmente aptos para el desarrollo de actividades de rappel y escalada distribuidos principalmente en la parte centro sur del PNNT.

En trabajo de campo se verificaron dichos sitios, sometiéndolos a procesos de validación con base en los requerimientos manifestados en las encuestas respectivas, considerando la prioridad de conservación de los sitios por tratarse de un área natural protegida, donde de acuerdo a lo señalado en su declaratoria se deben minimizar los cambios de uso de suelo, promoviendo la protección de la zona; por lo que la presente propuesta no pretende ocasionar impactos ambientales mediante el equipamiento o cambio de uso de suelo, concluyéndose que 3 de los 11 sitios requerirían un alto grado de infraestructura que pudiera ocasionar una alteración considerable del entorno; entre ellas se destaca, la lejanía de comunidades para la prestación de asistencia médica y/o prestación de servicios,

²⁶ El cálculo de erosión hídrica laminar y eólica se realizó con base en la metodología propuesta en la Memoria Técnica y Metodológica del Ordenamiento Ecológico General del Territorio Nacional, publicada por la SEDESOL a través del Instituto Nacional de Ecología en 1993.

apertura de caminos, limpieza de vegetación arbustiva y forestal presente en las paredes rocosas, así como alto grado de fragmentación y desprendimiento de rocas (imagen 20).

Imagen 20. Sitio localizado a los 3700 msnm, presenta limitantes de accesibilidad, lejanía de asentamientos humanos y paredes rocosas inestables.



Fuente: RCS, 2009.

Por lo anterior, se concluye la propuesta con ocho sitios de los cuales seis presentan una aptitud media y solo dos sitios se consideran en el rango alto por las condicionantes que presentan.

Cabe aclarar, que dada la naturaleza puntual de los sitios para actividades de rappel y escalada, los puntos identificados en el análisis solo se pueden diferenciar a nivel de píxeles, sin embargo, para su representación gráfica se aplicaron etiquetas que refieren su ubicación y nivel de aptitud.

Con respecto a los niveles de aptitud, fue necesario generar rangos para su categorización, por lo que se propusieron para este caso cuatro niveles, que además fueron validados en campo para finalmente representar en los dos primeros rangos aptitudes alta y media, mientras que el tercero se refiere a sitios no recomendados y la última a sitios nulos. Esto con base en los resultados estandarizados de la información raster obtenida, presente en la siguiente tabla.

Tabla 21. Resultados estandarizados del análisis para aptitud de rappel y escalada.

Valores	Rangos propuestos
0.0 - 0.27	Nula
0.28 - 0.54	No recomendado
0.55 - 0.72	Aptitud Media
0.73 - 0.81	Aptitud Alta

Fuente: Elaboración propia con base en resultados de análisis multicriterio.

Como se puede apreciar, el valor mayor obtenido se refiere a un valor de 0.81 que porcentualmente se refiere a un sitio que reúne el 81% de las condicionantes necesarias como sitios factible para la práctica de rappel y escalada, a pesar de no cumplir con el 100%, por lo que su promoción ahora dependerá de una propuesta de aprovechamiento sustentable por medio de un Plan Parcial de Manejo Local, sujeto a la presentación de manifestación de impacto ambiental, en otras palabras, esto se entiende que cuenta con el 80% de avance para su aprovechamiento sustentable con fines de promoción turística.

A continuación, se describen los sitios identificados en base al mapa de zonas de aptitud para rapel y escalada (mapa 11; pág. 104). Así mismo, es importante aclarar que por la falta de referencias físicas y localidades que permitan ubicar los sitios identificados, la descripción de los mismos se hará en base al mapa con un orden de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo, resaltando las cualidades de cada sitio, así como sus limitantes para la definición de la aptitud.

De acuerdo con la tabla 22, se obtiene que la zona que presenta una aptitud alta corresponde con el sitio dos identificado por la localidad de Cerro Gordo, que se localiza a aproximadamente dos km del sitio identificado, razón por la cual se concluye que la cercanía con la localidad fue el factor que definió la aptitud alta, así como su accesibilidad, ya que por dicho sitio pasa la carretera Toluca – Tecaltitlán (ver mapa 11).

Imagen 21. Sitio identificado como “Cerro Gordo”.



Fuente: RCS, 2009.

Tabla 22. Resultados de evaluación para rappel y escalada.

SITIO IDENTIFICADO	PROPIEDADES	NIVEL DE APTITUD	COORDENADA UTM		OBSERVACIONES
			X	Y	
Sitio 1	Considerado de aptitud media por la limitada accesibilidad y lejanía a asentamientos humanos.	Media	406099	2125039	Limitado para su aprovechamiento, por lo que requiere de equipamiento para la prestación de servicios.
Sitio 2	Cerro Gordo. Presenta accesibilidad ya que se localiza sobre la carretera Toluca – Texcaltitlán.	Alta	412853	2113536	Se recomienda su promoción, previo análisis de factibilidad.
Sitio 3	Considerado de aptitud media debido a la accesibilidad, así como por la ausencia de asentamientos humanos para la prestación de servicios.	Media	420273	2114018	Corresponde con la vertiente noroeste del cono volcánico del Nevado de Toluca (cresta del cono); sin embargo por la altura y las condiciones del clima este sitio es considerado como actividades de alpinismo.
Sitio 4	Limitado por su accesibilidad y su lejanía con asentamientos humanos.	Media	425631	2113071	Relieve correspondiente a una barranca, por lo que su accesibilidad es limitada. Sin embargo considerando el equipamiento rustico de la zona podría resultar atractivo para su aprovechamiento.
Sitio 5	Limitado por su accesibilidad y su lejanía con asentamientos humanos.	Media	417625	2113172	Hacen falta vías de acceso.
Sitio 6	Corresponde con la comunidad de San Juan Tepehuisco y la pared vertical de roca presenta un desnivel aproximado de 80 mts.	Alta	426991	2111775	En campo cuenta con las condiciones ideales para su aprovechamiento, la comunidad más cercana se localiza a 1 km. aprox.
Sitio 7	Limitado por su accesibilidad y su lejanía con asentamientos humanos. Se localiza a los 3700 msnm.	Media	420730	2110721	No existe vía de acceso a dicha zona, por lo que se limita su accesibilidad.
Sitio 8	Localizado en las inmediaciones de la comunidad de San Pedro Tlanisco, su acceso requiere un recorrido de aprox. 3 km debido a la presencia de una barranca.	Media	428893	2106467	Corresponde con el límite del PNNT en la cota 3000, sin embargo la zona presenta condiciones aptas para su equipamiento en actividades de tirolesa.

Fuente. Elaboración propia 2009.

Cabe destacar que para las demás zonas identificadas en el análisis de aptitud corresponden con sitios de valor medio, dado que las condiciones de accesibilidad y cercanía a las comunidades fue el factor limitante que ejerce mayor presión, sobre todo relacionado con la atención médica que se requiere para un caso de emergencia, por lo que en estos casos los profesionistas del deporte consideran que las condiciones de seguridad comprometen la práctica del deporte.

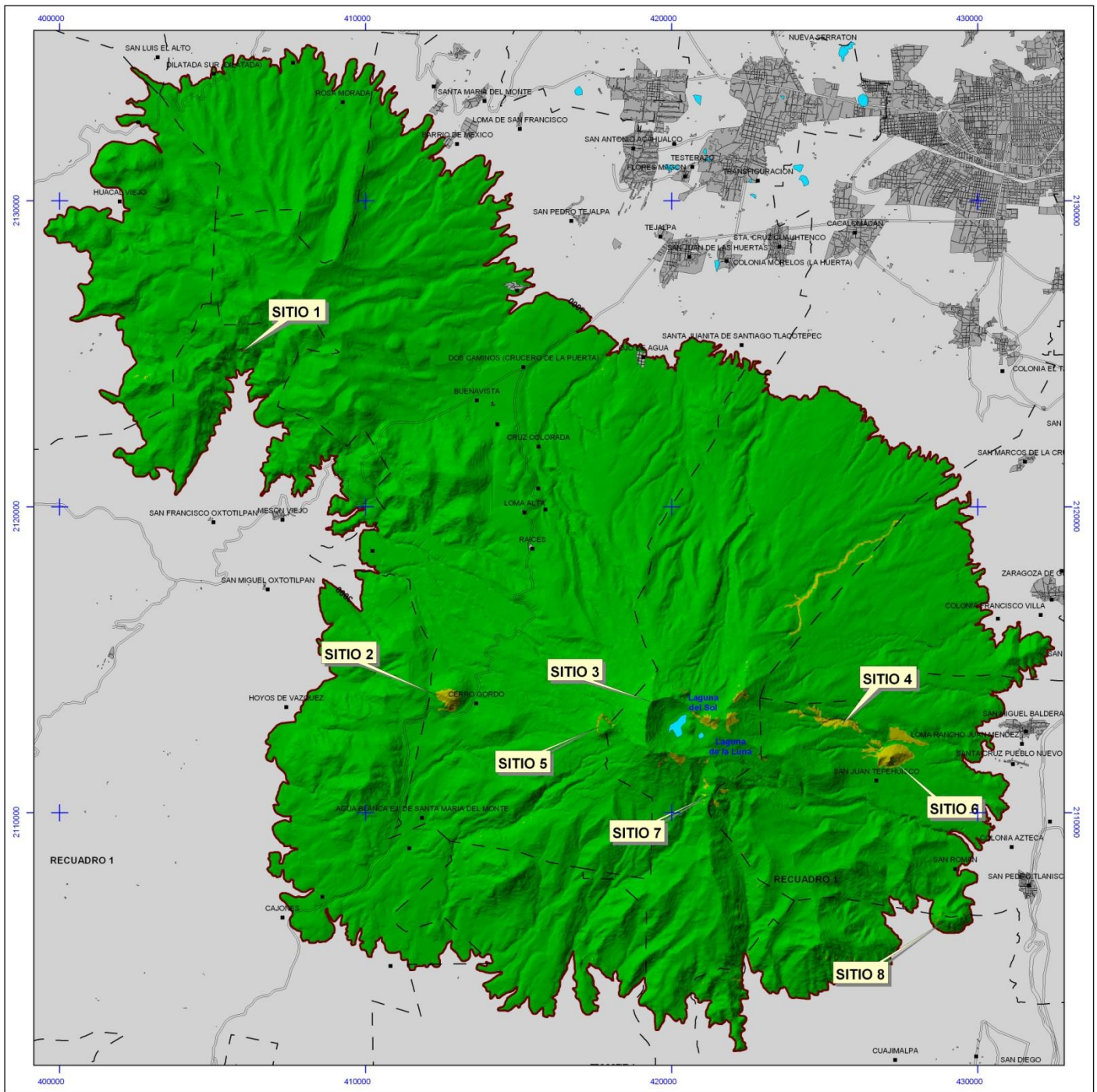
Para estos casos, la alternativa para promover su uso es el equipamiento con infraestructura que permita la accesibilidad a los sitios, así como una alternativa de comunicación de emergencia para el caso de asistencia médica.


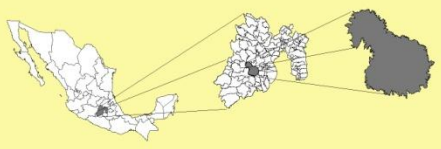
El segundo sitio en importancia es el seis, ubicado en la comunidad de San Juan Tepehuisco, donde en visita de campo se corroboró que las condiciones físicas relacionadas con afloramientos rocosos y paredes verticales corresponden con las necesidades para la práctica de dicho deporte. A este, se llega por la carretera libre hacia San Miguel Balderas, por medio de la vía Toluca – Tenango, tomando la desviación que se encuentra a la altura de la comunidad de Santiaguito Coaxustenco; posteriormente se llega a San Miguel Balderas, donde se continúa por la calle principal hasta el poniente, continuando por un camino de terracería de aprox. 3.5 km hasta llegar a la desviación a la comunidad de San Juan Apinahuisco; a partir de la cual el sitio se localiza a 1 km aproximadamente; con base en la carta E14A47 el sitio se identifica como Cerro Tepehuisco (ver siguiente imagen).

Imagen 22. Cerro Tepehuisco, Municipio de Tenango del Valle.



Fuente: RCS, 2009.



 <p>Universidad Autónoma del Estado de México Facultad de Geografía</p> <p>PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA</p>  <p>11 ZONAS DE APTITUD PARA RAPPEL Y ESCALADA</p> <p>ESCALA GRÁFICA 0 1 2 3 4 Kilómetros</p>	<p>SIMBOLOGÍA TEMÁTICA</p> <p>RANGOS DE APTITUD PARA RAPPEL Y ESCALADA</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ APTITUD ALTA ■ APTITUD MEDIA ■ NO RECOMENDADO ■ NULA <p>FUENTE: TOPOGRAFÍA VECTORIAL ESC. 1:50000 CARTAS E14 A37, E14A47 Y E14A48. INEGI. MODELO DE ELEVACIÓN DIGITAL. RESOLUCIÓN 20 MTS.</p> <p>INFORMACIÓN FUENTE ESCALA 1:50 000 PROYECCIÓN UTM ZONA 14 SISTEMA DE REFERENCIA NAD27 ESFEROIDE CLARKE 1859 CUADRICULA UTM A CADA 10000 MTS.</p>	<p>SIMBOLOGÍA BÁSICA</p> <p>POBLACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ TRAZA URBANA ● LOCALIDAD <p>VÍA DE COMUNICACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> — FEDERAL DE CUOTA — PAVIMENTADA <p>HIDROGRAFÍA</p> <ul style="list-style-type: none"> — RÍO — CANAL — PRESA — BORDO <p>TOPOGRAFÍA</p> <ul style="list-style-type: none"> — CURVA MAESTRA — EQUIDISTANCIA A CADA 100 METROS <p>LÍMITE</p> <ul style="list-style-type: none"> — MUNICIPAL — PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA
---	--	---

Este sitio presenta paredes rocosas verticales de hasta 100 mts. de altura, la vegetación circundante es de tipo arbustiva, con manchones dispersos de pino-encino y el uso de suelo principal es la agricultura en las zonas de piedemonte. A partir del camino de terracería, únicamente se tiene que caminar una distancia aproximada de 200 mts. para llegar a la parte baja de la formación rocosa.

Adicionalmente a estos sitios, tanto en análisis de evaluación multicriterio como en la validación en campo, se detectó un sitio con las condiciones óptimas para el desarrollo de rappel y escalada, así como una alternativa para la práctica de tirolesa y recorrido por cauces en zonas de cañada, correspondientes a afluentes del Arroyo Grande que se localiza al poniente de la comunidad de San Pedro Tlanisco, justo atrás de dicha comunidad; sin embargo, en visita de campo se identificó que el sitio se ubica entre 150 y 200 mts. fuera del PNNT, es decir, fuera de cota 3000 msnm (ver imagen 23).

Sin embargo, con la ubicación de dicho sitio, se validó la correspondencia de los resultados obtenidos durante el análisis multicriterio, confirmándose con ello que los criterios empleados para la evaluación fueron los ideales para identificar sitios con aptitud para actividades de rappel y escalada.

Imagen 23. Afloramiento rocoso en la comunidad de San Pedro Tlanisco, municipio de Tenango del Valle.



Fuente: RCS, 2009.

6.3 Ciclismo de Montaña.

Las zonas identificadas como aptas para el desarrollo de actividades de ciclismo de montaña, fueron altamente confiables dada su verificación en campo, ya que corresponden con la asignación de criterios, siendo el más importante la presencia de caminos, veredas y brechas.

Cabe destacar, que la representación gráfica corresponde con la asignación de una zona de influencia de 50 mts., con la finalidad de considerar los impactos y a su vez facilitar su identificación, ya que al momento de la evaluación e intersección de los criterios, los sitios donde se interceptan las líneas quedaban representadas como un punto, por lo que mediante la asignación de la zona de influencia es posible apreciar la longitud y distribución de las zonas aptas.

Los niveles de aptitud fueron clasificados en cuatro rangos, alta, media, no recomendado y nula, quedando de la siguiente manera, según los valores estandarizados del análisis multicriterio.

Tabla 23. Resultados estandarizados del análisis para aptitud de ciclismo de montaña.

Valores	Rangos propuestos
0.0 - 0.40	Nula
0.41 - 0.60	No recomendado
0.61 - 0.80	Aptitud Media
0.81 - 0.88	Aptitud Alta

Fuente: Elaboración propia.

Los sitios resultado del análisis muticriterio, tienen como prioridad la existencia de caminos de terracería, brechas y veredas, donde presentan una tendencia hacia las localidades y caminos que las comunican; el segundo criterio de mayor importancia fueron los asentamientos humanos, considerados como zonas rurales (ver imagen 24 y mapa 12).

Imagen 24. La presencia de asentamientos humanos, facilita la prestación de servicios. Comunidad El Capulín.



Fuente: RCS, 2009.

Al igual que en otras actividades, la prestación de servicios, principalmente de asistencia médica y alimentación, fueron los principales criterios a considerar en el análisis respectivo.

Imagen 25. La asistencia médica es el servicio considerado de mayor importancia por los turistas.



Fuente: RCS, 2009.

Cabe señalar que por medio de la validación en campo se pudo detectar que algunos sitios considerados con aptitud alta y media, por cuestiones de inseguridad no es posible establecerles una aptitud alta, tal es el caso del Sitio 7. Los resultados para esta aptitud, se presentan en la siguiente tabla y mapa 12.

Imagen 26. Aprovechamiento de infraestructura de comunicación existente.



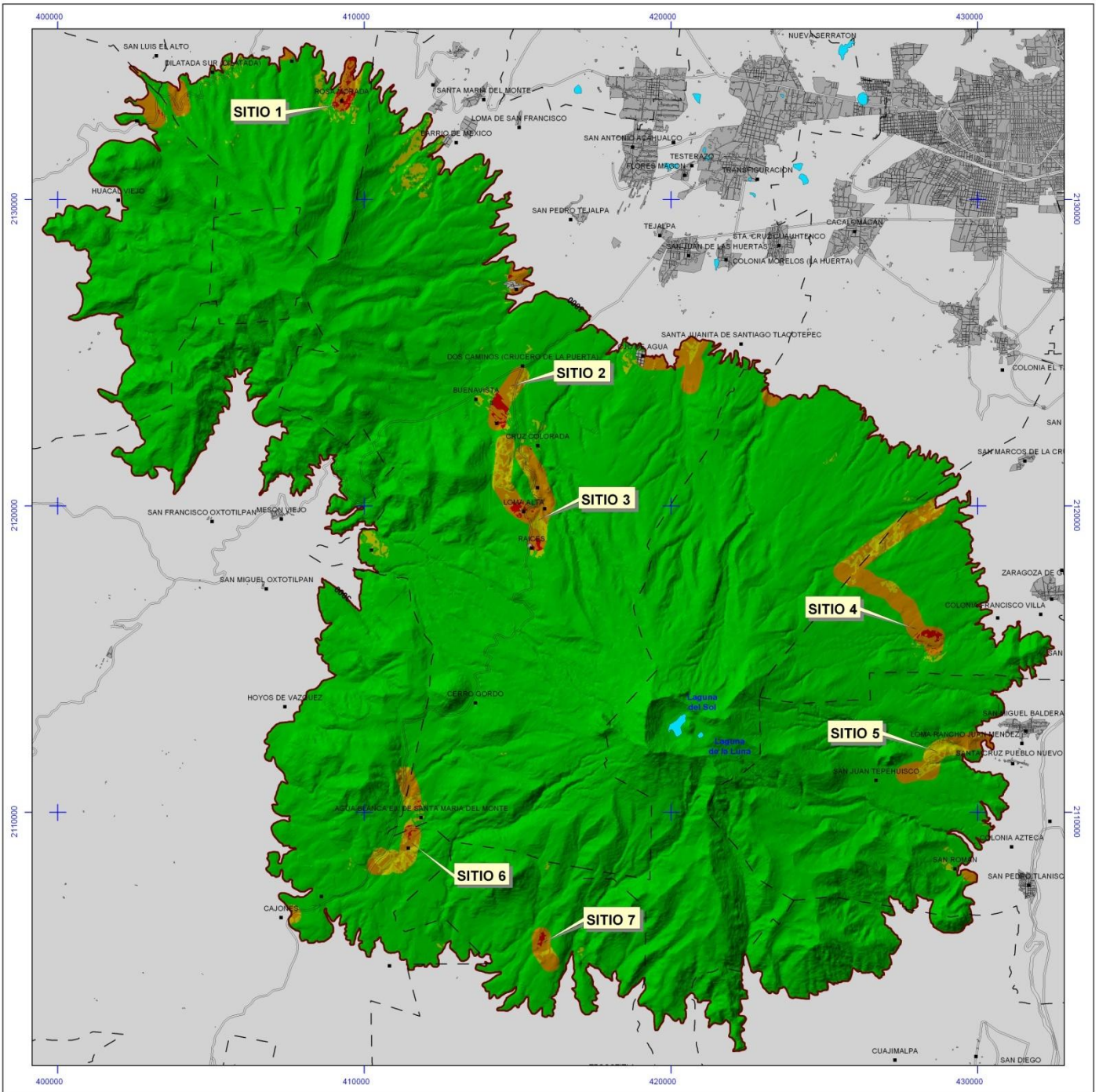
Fuente: RCS, 2009.



Tabla 24. Identificación de zonas con aptitud para ciclismo de montaña.

SITIO IDENTIFICADO	PROPIEDADES	NIVEL DE APTITUD	COORDENADA UTM		OBSERVACIONES
			X	Y	
Sitio 1	Considerado de aptitud alta por la existencia del camino de terracería que comunica la comunidad de Rosa Morada con San Agustín Potege.	Alta	409377	2132976	Correspondiente a la comunidad de Rosa Morada y cercano a San Agustín Potege en el municipio de Almoloya de Juárez. Extensión aproximada dentro del PNNT 1. 4 km. y hasta la comunidad de San Agustín Poteje 3. 5 km.
Sitio 2	Correspondiente a camino existente entre Buenavista, Dos Caminos (Crucero de la Puerta) y La Puerta.	Alta y media	414340	2122640	La extensión aproximada de la ruta es de 2 km, sin embargo es posible considerar un circuito entre ambas comunidades, lo que duplicaría la distancia recorrer. El sitio se localiza en el municipio de Zinacantepec.
Sitio 3	Este sitio resulta el más importante ya que se refiere a los caminos que comunican las localidades de Raíces Loma Alta, Cruz Colorada, La Ciervita y La Joya; presenta tres tipos de aptitud relacionados principalmente por la presencia de cobertura vegetal (bosque), mientras que la aptitud media se refiere a las zonas de cultivo, mismas que se ubican principalmente en la comunidad de Cruz Colorada.	Alta – Media y No recomendado	415792	2119872	La longitud aproximada de esta opción es de 6.5 km. entre las tres comunidades, con la opción de habilitar un circuito que duplicaría su longitud. Se localiza dentro del municipio de Zinacantepec.
Sitio 4	Sitio considerado de aptitud media por su lejanía con comunidades y/o asentamientos humanos aislados (caseríos), se refiere principalmente a una brecha habilitada para la extracción de madera, por lo que no comunica con comunidades.	Media	425466	2117902	A pesar de tener un aptitud media, no se considera viable su uso debido a la no existencia de asentamientos humanos que proporcionen servicios y atención al visitante, por el contrario, la seguridad sería primordial en esta zona. La longitud aproximada del trazo es de 8 km, comenzando en la comunidad de San Marcos de la Cruz, municipio de Calimaya
Sitio 5	Sitio correspondiente a camino entre las comunidades de San Juan Tepehuisco y San Miguel Balderas referente a un camino de terracería.	Media y No recomendado	427448	2111367	Se localiza entre los 2,870 y 3,210 msnm, siendo su punto más bajo el de San Miguel Banderas, ubicado fuera del PNNT. Pertenece al municipio de Tenango del Valle. Su longitud aproximada dentro del parque es de 3.3 km.

SITIO IDENTIFICADO	PROPIEDADES	NIVEL DE APTITUD	COORDENADA UTM		OBSERVACIONES
			X	Y	
Sitio 6	Corresponde con las comunidades de Agua Blanca y El Capulín. Se trata de brechas existentes entre ambas comunidades, empleadas anteriormente para la extracción de madera y en algunos tramos se encuentra paralela a la carretera Toluca-Texcaltitlán..	Media	411506	2108982	El sitio se localiza en los límites municipales de Zinacantepec y Temascaltepec a una altitud aproximada de 3,150 mts. Su longitud aproximada es de 4 km. Sin embargo, por la condición de los caminos, por su cercanía con comunidades y su accesibilidad, este sitio podría considerarse de aptitud alta.
Sitio 7	Sitio identificado como “Paradero”, localizado en el municipio de Coatepec Harinas, referente a brechas existentes entre las comunidades de Paradero y Potrero Redondo. Su variedad de aptitud se debe principalmente a la zona de influencia asignada a las localidades así como a los pesos de los caminos existentes, sin embargo una vez que se aleja de la comunidad pierde importancia y su aptitud disminuye a media y finalmente abaja. Por lo anterior, se considera una zona de aptitud muy puntual con base en la comunidad.	Alta –Media y No recomendado	420730	2110721	La única vía de acceso es considera como una brecha sacamadera, que no comunica comunidades importantes, por lo que no se considera viable su uso para dicha actividad, ya que compromete la seguridad de los visitantes.

Fuente. Resultados de aptitud para ciclismo de montaña. Elaboración propia 2009.



 <p>Universidad Autónoma del Estado de México Facultad de Geografía</p> <p>PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA</p>  <p>12 ZONAS DE APTITUD PARA CICLISMO DE MONTAÑA</p> <p>ESCALA GRÁFICA 0 1 2 3 4 Kilómetros</p>	<p>SIMBOLOGÍA TEMÁTICA</p> <p>RANGOS DE APTITUD PARA CICLISMO</p> <ul style="list-style-type: none"> APTITUD ALTA APTITUD MEDIA NO RECOMENDADO NULA <p>FUENTE: TOPOGRAFÍA VECTORIAL ESC. 1:50 000 CARTAS E14 A37, E14A47 Y E14A48. INEGI. MODELO DE ELEVACION DIGITAL RESOLUCIÓN 20 MTS.</p> <p>PROYECCIÓN UTM ZONA 14 SISTEMA DE REFERENCIA NAD27 SPHEROIDE CLARKE 1866 CUADRICULA UTM A CADA 10 000 MTS.</p>	<p>SIMBOLOGÍA BÁSICA</p> <p>POBLACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> TRAZA URBANA LOCALIDAD <p>VÍA DE COMUNICACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> FEDERAL DE CUOTA PAVIMENTADA <p>HIDROGRAFÍA</p> <ul style="list-style-type: none"> RÍO CANAL PRESA BORDO <p>TOPOGRAFÍA</p> <ul style="list-style-type: none"> CURVA MAESTRA EQUIDISTANCIA A CADA 100 METROS <p>LÍMITE</p> <ul style="list-style-type: none"> MUNICIPAL PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA
---	---	--

Así mismo, se detectó que existen infinidad de veredas empleadas por la gente oriunda del lugar para trasladarse de una comunidad a otra o entre caseríos aislados, por lo que la promoción de estos sitios no es factible en función al tipo de usuario a quien va dirigida y sobre todo bajo el concepto de promover el turismo desde una perspectiva de sustentabilidad.

Del análisis anterior, se identifica que los sitios 1, 2 y 3 son los que presentan las mejores condiciones naturales existentes en el PNNT para llevar a cabo actividades de ciclismo de montaña, sobre todo porque garantizan la accesibilidad, prestación de servicios, atención al visitante, seguridad y sobre todo pueden generar impactos a la economía local de los habitantes de las comunidades cercanas a las zonas de interés.

El Sitio 1, corresponde con los caminos existentes entre Rosa Morada y San Agustín Potege (fuera del PNNT); las vías de acceso y la cercanía con asentamientos humanos para la prestación de servicios, fueron los criterios que determinaron su potencialidad; esta zona se localiza en el extremo norte del PNNT, a la altura de la comunidad de San Agustín Potege, sobre la carretera Toluca – Amanalco, donde se encuentra la desviación a Rosa Morada; el uso de suelo predominante en esta zona es agrícola y solo se presentan manchones forestales en las inmediaciones de barrancas y a partir de los 3100 msnm; por lo que su lejanía con respecto al Volcán Nevado de Toluca, podría influir de manera negativa en su promoción turística.

Imagen 27. Vías de comunicación presentes en la comunidad de Rosa Morada.

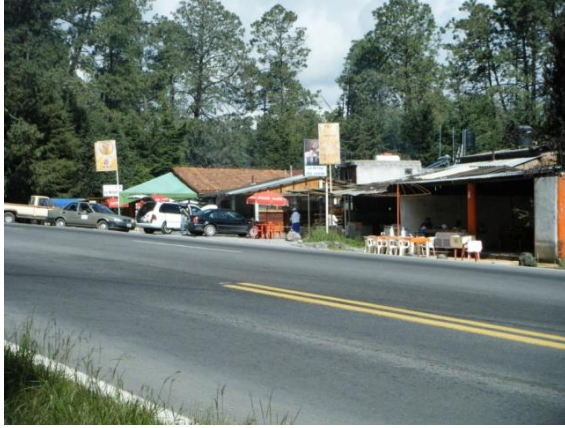


Fuente: RCS, 2009.

El Sitio 2, se refiere a los caminos existentes entre las comunidades de Buenavista, Dos Caminos y La Puerta (Crucero La Puerta). La zona presenta diversidad de vías de

comunicación intravecinales, terracerías y caminos pavimentados, además de ser la principal zona comercial de alimentos dentro del Parque (ver imágenes 28 y 29).

Imágenes 28 y 29. Prestación de servicios y accesibilidad en la zona conocida como La Puerta.



Fuente: RCS, 2009.



Fuente: RCS, 2009.

Se ubica en las inmediaciones de la carretera Toluca – Temascaltepec y desviación Toluca – Texcaltitlán. En esta zona confluyen diversos caminos, brechas y veredas de las comunidades aledañas, por lo que no propiamente se refiere al uso de la carretera pavimentada sino a los caminos que convergen en este punto.

Imágenes 30 y 31. Camino entre la comunidad de Buenavista y Dos Caminos.



Fuente: RCS, 2009.



Fuente: RCS, 2009.

El Sitio 3, identificado por las comunidades de Raíces, Loma Alta, Cruz Colorada, La Ciervita y La Joya, es el que presenta mayor aptitud derivado tanto del análisis multicriterio como en verificación en campo; estas comunidades se encuentran relativamente cercanas entre sí, donde además de comunicarse por medio de la carretera Toluca – Texcaltitlán, existen diversas brechas y veredas, de tal manera que los residentes se trasladan sin necesidad de circular por la carretera pavimentada (ver imágenes 32 a la 35).

Imágenes 32 y 33. Comunidades de Cruz Colorada y Loma Alta.



Fuente: RCS, 2009.



Fuente: RCS, 2009.

El uso de suelo presente en la zona es de tipo mixto, entre agrícola, rural y bosque; además, por las comunidades de La Joya, La Ciervita y Cruz Colorada, atraviesa el Arroyo La Ciervita en dirección sur a norte, lo que diversifica el paisaje y ofrece la oportunidad de habilitar rutas ambientalmente atractivas para el visitante.

Imágenes 34 y 35. Comunidad de Raíces y paisajes predominantes en la zona.



Fuente: RCS, 2009.



Fuente: RCS, 2009.

6.4 Caminata, trekking o senderismo.

Como se mencionó, esta actividad no requiere de condicionantes físicas muy particulares, sin embargo, un atractivo principal es el contacto directo con la naturaleza (flora y fauna del lugar), así como de los aspectos sociales y culturales de las comunidades que a su interior se encuentran.

Es importante considerar los efectos que la altitud tiene sobre la salud de las personas, sobre todo si se trata de usuarios de la tercera edad, niños o simplemente de personas que no cuentan con la condición física necesaria para cubrir ciertos recorridos preestablecidos.

Para lo cual, se consideró la presencia de asentamientos humanos como prioridad para la prestación del servicio, tanto lo relacionado con alimentación, asistencia médica y seguridad; por lo que los siguientes resultados se reflejan directamente sobre las principales comunidades asentadas al interior del PNNT (ver mapa 13).

Con relación a esta actividad, se diferenciaron las zonas de aptitud en cuatro niveles, alta, media, no recomendado y nulo (ver tabla 25), donde la asignación de rangos estuvo en base al valor máximo obtenido en el análisis correspondiente.

Tabla 25. Resultados estandarizados del análisis para aptitud de caminata.

Valores	Rangos propuestos
0.0 - 0.40	Nula
0.41 - 0.60	No recomendado
0.61 - 0.80	Altitud Media
0.81 - 0.95	Aptitud Alta

Fuente: Elaboración propia con base en resultados de análisis multicriterio.

Como se aprecia en la tabla anterior, para esta actividad los valores más altos corresponden con 0.95; es decir, que existen sitios que cumplen al 95% con las condicionantes para realizar actividades de caminata.

Para este caso, la prioridad para la asignación de valores fue con base en las brechas y veredas existentes, sin embargo las zonas de influencia correspondientes a caseríos aislados representó un valor relativamente más alto, ya que dicha actividad no requiere de circuitos de gran longitud, si no de servicios y accesibilidad, lo que da como resultado la identificación de mayores zonas alrededor de los caseríos (ver tabla 26).

Como se puede apreciar en la siguiente tabla, una vez verificadas en campo, los sitios identificados como 5 y 6 son los que presentan las condiciones más favorables para el desarrollo de actividades de caminata. Durante la visita de campo se pudo apreciar que actualmente es usada por personas que asisten a correr principalmente los fines de semana, ver siguiente imagen.

Imagen 36. Aprovechamiento de veredas existentes.



Fuente: RCS, 2009.

Este tipo de senderos son usados para trasladarse entre las comunidades y en ocasiones asisten deportistas a entrenar, sobre todo en lugares que presentan accesibilidad y seguridad para el usuario.

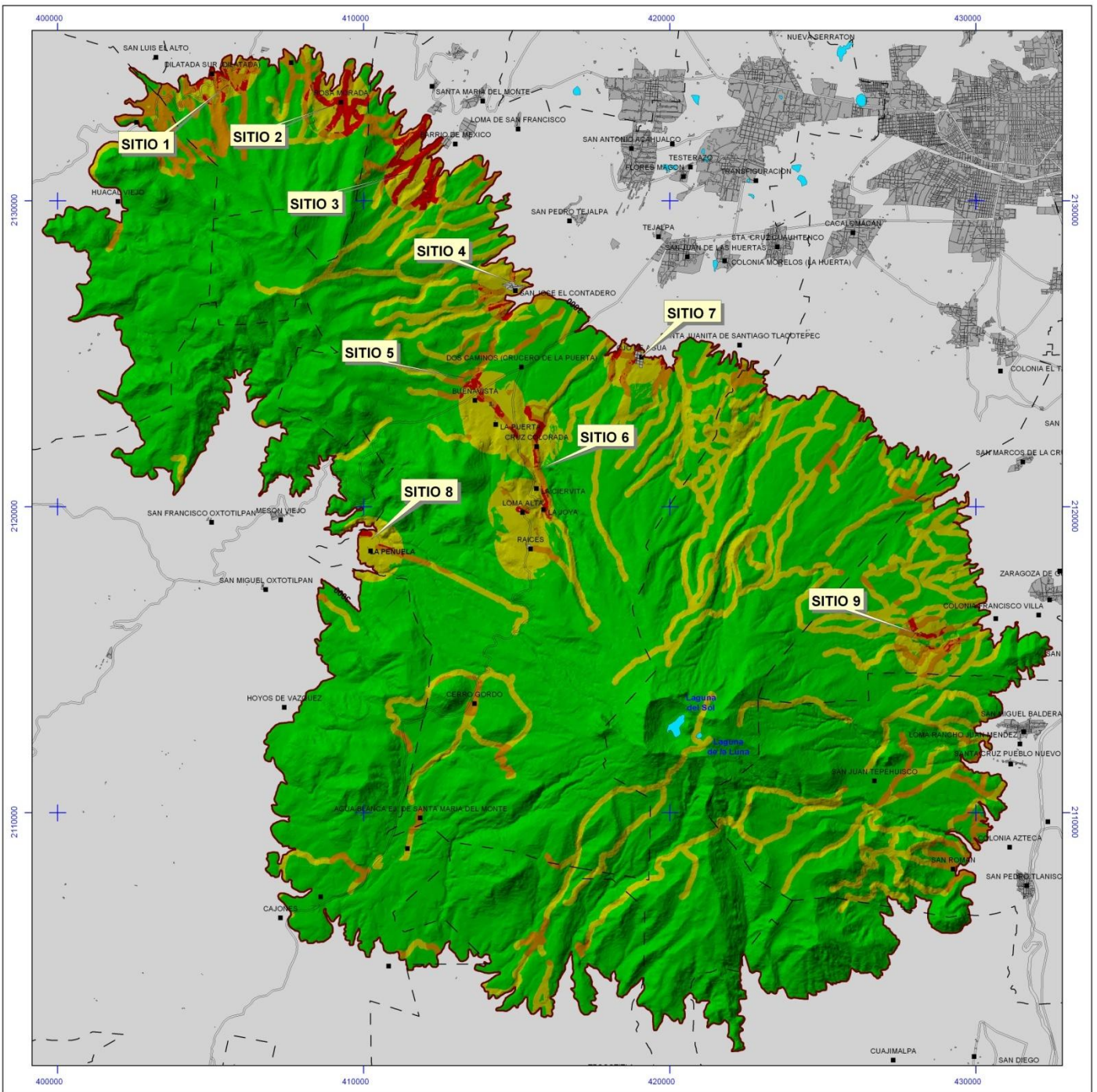
El Sitio 5, se refiere a las brechas y veredas entre las comunidades de La Puerta y Buenavista; estos sitios se caracterizan por el uso agrícola y zonas destinadas al pastoreo; las áreas forestales se ubican al sur de la comunidad de la Puerta y sobre el camino que lleva al paraje Dos Caminos. Entre ambas comunidades se obtiene una ruta de aproximadamente 2.8 km. con la opción de realizar circuitos entre las diversa brechas y veredas (ver imágenes 37 y 38).


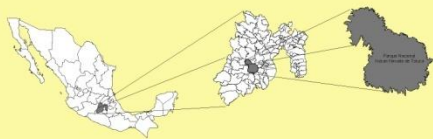
Tabla 26. Identificación de zonas con aptitud para caminata.

SITIO IDENTIFICADO	PROPIEDADES	NIVEL DE APTITUD	COORDENADA UTM		OBSERVACIONES
			X	Y	
Sitio 1	Este sitio corresponde con la comunidad de Dilatada Sur en el municipio de Almoloya de Juárez.	Alta y media	405234	2133885	Las zonas de aptitud alta corresponden con las intersecciones de las brechas, veredas y zona de influencia de la comunidad.
Sitio 2	Correspondiente a la comunidad de Rosa Morada en el municipio de Almoloya de Juárez.	Alta	409372	2132973	La extensión aproximada de la ruta es de 2 km, sin embargo, es posible considerar un circuito entre ambas comunidades, lo que duplicaría la distancia a recorrer.
Sitio 3	El sitio corresponde con asentamientos aislados pertenecientes al Ejido de Santa María del Monte, municipio de Zinacantepec.	Media	411817	2131072	La zona está integrada por una serie de veredas que confluyen en dichos asentamientos. Se considera de aptitud media debido a la presencia de zonas rurales de uso agrícola principalmente, donde el criterio de asentamientos humanos fue el predominante en dicha zona.
Sitio 4	Este sitio corresponde a la comunidad de San José El Contadero, la cual se encuentra rodeada por una serie de veredas que permiten el tránsito local hacia las partes altas del Nevado, con la finalidad de trabajar las tierras de cultivo y extraer madera para consumo local.	Alta y Media	414847	2127031	El sitio se localiza a aproximadamente a 3030 msnm. La zona de influencia considerada para la selección de los sitios con base en la comunidad, siendo ésta una limitante para extender la superficie apta, ya que entre más lejos se encuentre de la comunidad, mayor será la vulnerabilidad para prestar un servicio de asistencia médica o seguridad, pero a mayor distancia, las condiciones de vegetación y fauna son mejores.
Sitio 5	El siguiente sitio se refiere a las veredas presentes entre las comunidades La Puerta y Buenavista, donde la aptitud alta se presenta conforme se acercan a las comunidades, dando como resultado una ruta de 2.8 km. aprox. Entre ambas comunidades.	Alta y Media	413779	2123671	Entre ambas comunidades existe una diferencia altitudinal de 200 mts aprox. lo que facilita la práctica sin poner en riesgo la salud. La zona se encuentra rodeada por vegetación boscosa, propiciando un clima agradable sin llegar al extremo frío de la parte alta del Nevado.

SITIO IDENTIFICADO	PROPIEDADES	NIVEL DE APTITUD	COORDENADA UTM		OBSERVACIONES
			X	Y	
Sitio 6	Esta zona hace referencia a las comunidades de Loma Alta, La Joya, La Ciervita y Cruz Colorada, donde la cercanía entre ambas, así como las veredas existentes, propician la dominancia de aptitudes altas, dando como resultado una ruta alternativa de 4.3 km. aproximadamente.	Alta y Media	415928	2120207	El circuito presenta un rango altitudinal de los 3180 a los 3440 msnm, con variedad de paisajes, tanto rurales como boscosos, sobre caminos de terracería que solo en algunos tramos requieren de la habilitación para su uso adecuado y con ello garantizar la accesibilidad al visitante. Se localiza dentro del municipio de Zinacantepec.
Sitio 7	Corresponde con la comunidad de Ojo de Agua, localizada a 3,020 msnm, en el municipio de Zinacantepec. Esta comunidad presenta pequeñas zonas de aptitud alta relacionadas principalmente con la zona de influencia de la comunidad y de dos veredas que conducen hacia las partes media del PNNT. Se trata de tres tramos pequeños y aislados que van de los 300 mts. a los 1,300 mts de longitud.	Alta y Media	418949	2124797	A pesar de poseer una aptitud alta, la zona presenta usos predominante de tipo agrícola, por lo que podría resultar poco atractivo para los visitantes.
Sitio 8	Correspondiente a la comunidad La Peñuela, municipio de Zinacantepec. Se localiza a una altitud de 3020 msnm. El sitio resulta con una aptitud media derivado de la presencia de veredas que comunican a la comunidad con caseríos que le circundan.	Alta y Media	410,256	2,119,089	El sitio posee aptitud alta conforme asciende al PNNT por la presencia de vegetación boscosa, principalmente de pino, mientras que en la parte baja y cercana a la comunidad el uso predominante es agrícola, por lo que la aptitud se identifica como media.
Sitio 9	Corresponde con caseríos pertenecientes a la zona comunal de Calimaya, en el mismo municipio. Se localiza a aproximadamente 3,180 msnm.	Alta	428211	2,115,822	A pesar de que en este sitio se presentan aptitudes altas y medias, la zona corresponde con caseríos aislados dedicados a actividades de extracción forestal, por lo que su viabilidad en cuanto a la prestación de servicios al turista no es adecuada. Sin embargo, quedaría como propuesta para fomentar dicha actividad como una fuente de empleo comunitario.

Fuente. Resultados de aptitud para caminata. Elaboración propia 2009.



 <p>Universidad Autónoma del Estado de México Facultad de Geografía</p> <p>PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA</p>  <p>13 ZONAS DE APTITUD PARA CAMINATA TREKKING O SENDERISMO</p> <p>ESCALA GRÁFICA 0 1 2 3 4 Kilómetros</p>	<p>SIMBOLOGÍA TEMÁTICA</p> <p>RANGOS DE APTITUD PARA CAMINATA</p> <ul style="list-style-type: none"> APTITUD ALTA APTITUD MEDIA NO RECOMENDADO NULA <p>FUENTE: TOPOGRAFÍA VECTORIAL ESC. 1:50 000 CARTAS E14 A37, E14A47 Y E14A48. INEGI. MODELO DE ELEVACION DIGITAL RESOLUCIÓN 20 MTS.</p> <p>PROYECCIÓN UTM ZONA 14 SISTEMA DE REFERENCIA NAD27 SPHEROIDE CLARKE 1866 CUADRICULA UTM A CADA 10 000 MTS.</p>	<p>SIMBOLOGÍA BÁSICA</p> <p>POBLACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> TRAZA URBANA LOCALIDAD <p>VÍA DE COMUNICACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> FEDERAL DE CUOTA PAVIMENTADA <p>HIDROGRAFÍA</p> <ul style="list-style-type: none"> RIO CANAL PRESA BORDO <p>TOPOGRAFÍA</p> <ul style="list-style-type: none"> CURVA MAESTRA EQUIDISTANCIA A CADA 100 METROS <p>LÍMITE</p> <ul style="list-style-type: none"> MUNICIPAL PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA
--	---	--

Imágenes 37 y 38. Comunidad La Puerta y paisajes predominantes en la zona.



Fuente: RCS, 2009.



Fuente: RCS, 2009.

El Sitio 6, identificado por Loma Alta, La Joya, La Ciervita y Cruz Colorada, presenta aptitudes altas y medias que dependen de la cercanía, estas comunidades se ubican de manera colindante, por lo que el traslado entre ellas facilita la accesibilidad; al igual que el ciclismo de montaña, esta ruta presenta variedad de paisajes que van desde el rural, agrícola, zonas boscosas y por esta zona fluye el arroyo La Ciervita, siendo este el principal atractivo para establecer senderos.

Imágenes 39 y 40. Veredas y paisajes predominantes.



Fuente: RCS, 2009.



Fuente: RCS, 2009.

Posteriormente, los sitios identificados como 1, 2 y 4 presentan aptitudes altas, solo que en estas zonas las veredas propuestas para dicha actividad corresponden en su mayoría con la

comunidad más cercana, por lo que recorrido estará limitado por la comunidad que dio origen a su zona de influencia. Estos Sitios se localizan al extremo norte del PNNT, caracterizado por la dominancia de paisajes agrícolas y zonas rurales; su accesibilidad es por medio de la carretera Toluca – Amanalco.

En estas zonas la mayoría de los residentes ignoran que parte de su comunidad se encuentra dentro del área natural protegida perteneciente al Nevado de Toluca, inclusive su percepción sobre el turismo es negativa, ya que según los pobladores, nada tienen que ver con el Parque.

Las actividades económicas en la zona se basan principalmente en el campo y en la cría de ganado vacuno y bovino; su actividad social y económica se ve influenciada por su cercanía con Amanalco y Valle de Bravo.

Imagen 41. Paisajes predominantes en el límite norte del PNNT.



Fuente: RCS, 2009.

Cabe resaltar, que a diferencia de las zonas que se encuentran aledañas al Volcán Nevado de Toluca, los sitios identificados con mayor aptitud presentan paisajes boscosos y rurales combinados con actividades agrícolas, mientras que en las faldas del PNNT predomina el uso agrícola, razón por la cual estos sitios no representan un atractivo natural para los visitantes.

6.5 Cabalgata.

Esta actividad se enfoca a la práctica de turismo natural cuya finalidad es el uso de caballos principalmente, sin embargo, durante las visitas de campo fue posible apreciar la presencia de burros y mulas empleados para la carga y transporte tanto de víveres, madera y personas, lo que podría en determinado momento considerarse como medio de movilización para el visitante, con fines de promoción de la belleza paisajística y cultural de las comunidades.

Para dicha actividad se considero al igual que en casos anteriores, la existencia de brechas y veredas, así mismo se establecieron valores para los gradientes de pendiente del terreno con la finalidad de identificar los rangos óptimos para la accesibilidad y seguridad tanto de los visitantes como de los animales empleados para el servicio.

En este sentido, cabe destacar que se estableció una altitud máxima de 3500 msnm, con la finalidad de no exponer a los animales a presiones atmosféricas que podrían mermar su salud y en determinado caso poner en riesgo tanto al usuario del servicio como al animal de carga.

Los resultados del análisis multicriterio para la determinación de zonas con potencial para actividades de cabalgata, dieron como resultado cuatro rangos de aptitud; alta, media, no recomendado y nula.

Tabla 27. Resultados estandarizados del análisis para aptitud de cabalgata.

Valores	Rangos propuestos
0.0 - 0.40	Nula
0.41 – 0.60	No recomendado
0.61 – 0.80	Altitud Media
0.81 – 0.95	Aptitud Alta

Fuente: Elaboración propia con base en resultados de análisis multicriterio

Cabe aclarar, que al igual que en la actividad de caminata, las veredas fueron uno de los principales criterios, así como la presencia de caseríos y asentamientos humanos consolidados, por lo que algunas zonas resultado del análisis, coinciden con esta actividad; sin embargo, para el caso de la cabalgata, sólo se considero el criterio de asentamientos consolidados, ya que solo en estos sitios se puede contar con la infraestructura para albergar los animales de carga, así como su adecuada mantenimiento y servicios.

De lo anterior, se desprende que para dicha actividad, se identificaron 4 sitios con aptitud alta y media y solo uno con aptitud alta, como se muestra en la tabla 28 y mapa 14.

Al igual que en casos anteriores, solo se consideran viables los Sitios 3 y 4 por su localización y condiciones que presentan.

Tabla 28. Identificación de zonas con aptitud para cabalgata.

SITIO IDENTIFICADO	PROPIEDADES	NIVEL DE APTITUD	COORDENADA UTM		OBSERVACIONES
			X	Y	
Sitio 1	Correspondiente a la comunidad de Rosa Morada en el municipio de Almoloya de Juárez, se localiza a una altitud de 3070 msnm, y hace referencia a brechas y veredas existentes entre ésta comunidad y San Agustín Poteje que se encuentra fuera del PNNT.	Alta	409372	2132973	La longitud aproximada de la ruta es de 1.3 km. hasta el límite norte del PNNT; sin embargo, el paisaje en esta zona es agrícola y su lejanía con el Volcán Nevado de Toluca podría limitar su funcionalidad.
Sitio 2	Correspondiente a la comunidad de Ojo de Agua, se localiza en una zona de actividad agrícola a escasos 100 mts. dentro del PNNT, donde a pesar de su aptitud, es un sitio no considerado como apto, ya que en visita de campo se confirmó que queda dentro de la zona rural y caseríos de dicha comunidad.	Alta y Media	419033	2124784	El tramo se refiere a la brecha existente entre la comunidad de Ojo de Agua y Santa Juanita, se encuentra a una altitud de 3013 msnm. en el límite del PNNT.
Sitio 3	Sitio identificado por la comunidad de La Puerta; representa una longitud aproximada de 1.4 km, el uso predominante en la zona es de tipo boscoso y se aprecia un poco de actividad agrícola. El sitio se localiza aproximadamente a 3170 msnm, perteneciente al municipio de Zinacantepec.	Alta y Media	414327	2122738	La aptitud de este sitio es alta ya que se localiza entre comunidades bien definidas, así como rodeadas de uso agrícola y forestal, donde las condiciones climáticas y de altitud lo hacen accesible para la difusión turística.
Sitio 4	El siguiente sitio se refiere a las comunidades de Raíces, Loma Alta y La Ciervita, haciendo uso de las brechas y veredas existentes, así como del paisaje boscoso y rural de la zona. La longitud aproximada de la vía es de 4.8 km.	Alta y Media	415870	2119887	La ubicación y cercanía de las comunidades, favorece la implementación de dicha actividad, ya sea por el establecimiento de circuitos o en su caso por el alojamiento y atención de los animales de carga. Asimismo, facilita la prestación de servicios al visitante.

SITIO IDENTIFICADO	PROPIEDADES	NIVEL DE APTITUD	COORDENADA UTM		OBSERVACIONES
			X	Y	
Sitio 5	Este sitio a pesar de haber resultado con aptitud alta y media, se localiza en la zona comunal de Calimaya, donde hay presencia de asentamientos humanos dedicados a la explotación forestal. Se localiza a aproximadamente 3180 msnm.	Alta y Media	428211	2,115,822	Durante visita de campo, se pudo constatar que dicha zona no es recomendable para este uso debido a inseguridad y falta de habitantes de forma constante.

Fuente. Resultados de aptitud para cabalgata. Elaboración propia 2009.

El Sitio 3, localizado entre las comunidades de La Puerta y Buenavista, presenta aptitudes altas y medias derivado de la presencia de los asentamientos humanos, así como por la red de caminos y brechas entre ambas comunidades. Los paisajes predominantes en la zona son de tipo forestal, agrícola y rural, con manchones dedicados al pastoreo de ganado vacuno y bovino.

Imágenes 42 y 43. Accesibilidad entre las comunidades de Buenavista y La Puerta.



Fuente: RCS, 2009.



Fuente: RCS, 2009.

El Sitio 4, presenta las mejores condiciones se localiza entre las comunidades de Raíces, Loma Alta y La Ciervita en el municipio de Zinacantepec, así como el perteneciente a la comunidad La Puerta; en dichos sitios se combinan las aptitudes alta y media con base en la cercanía de las comunidades. Es importante considerar que los habitantes que se dedican a la cría y cuidado de animales, pueden proporcionar el servicio como guías, ya que conocen perfectamente la zona, así como los principales atractivos del lugar como lo es el arroyo La Ciervita.

La accesibilidad a la zona es adecuada, ya que las poblaciones se comunican directamente por la carretera Toluca – Texcaltitlán, así como por brechas y veredas intravecinales.

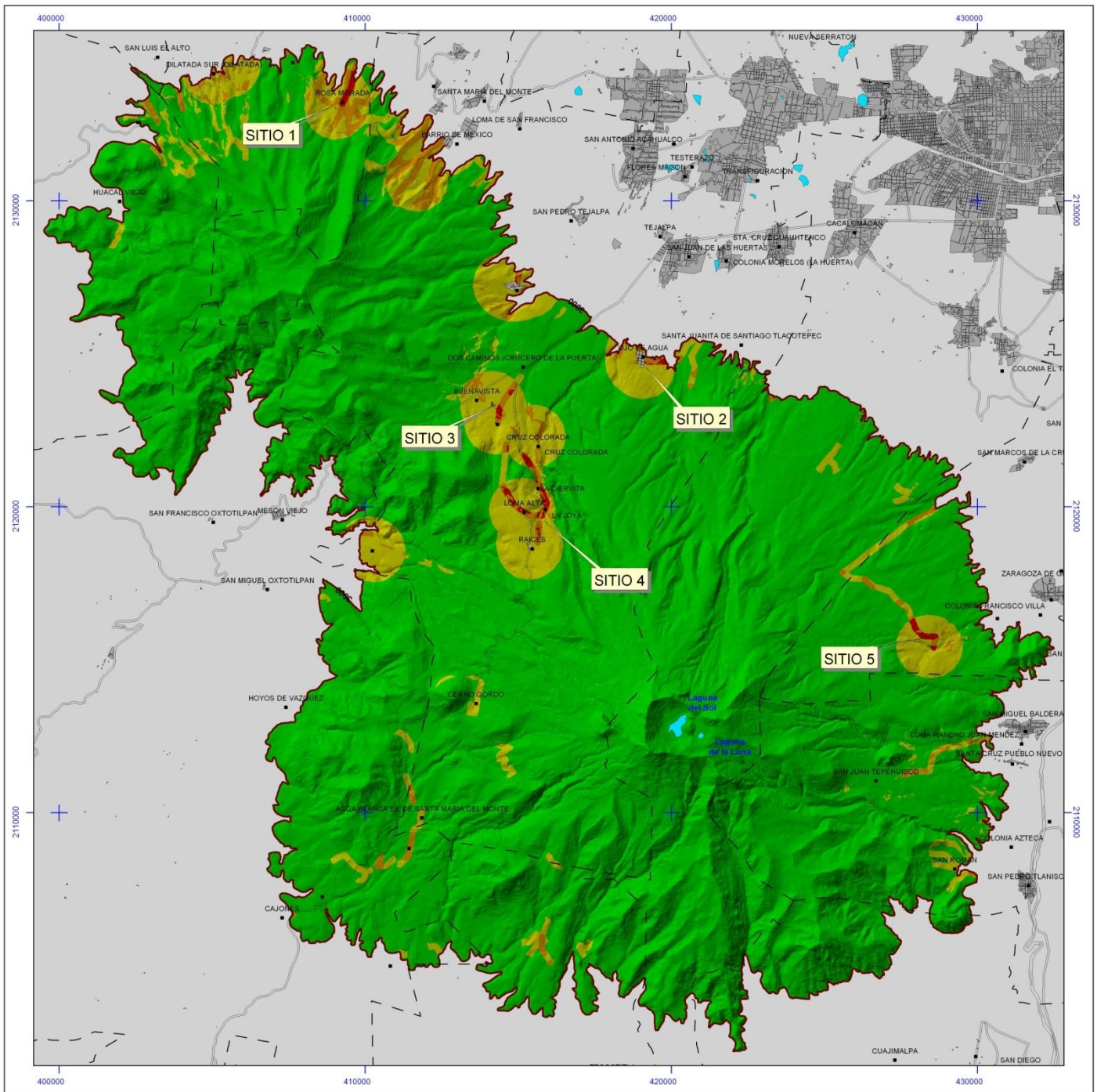
Imágenes 44 y 45. Paisajes predominantes en el Sitio 4.


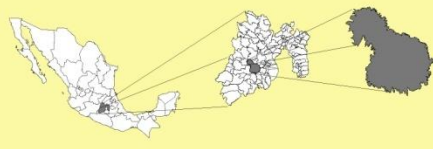


Fuente: RCS, 2009.



Fuente: RCS, 2009.



 <p>Universidad Autónoma del Estado de México Facultad de Geografía</p> <p>PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA</p>  <p>14 ZONAS DE APTITUD PARA CABALGATA</p> <p>ESCALA GRÁFICA 0 1 2 3 4 Kilómetros</p>	<p>SIMBOLOGÍA TEMÁTICA</p> <p>RANGOS DE APTITUD PARA CABALGATA</p> <ul style="list-style-type: none"> APTITUD ALTA APTITUD MEDIA NO RECOMENDADO NULA <p>FUENTE: TOPOGRAFÍA VECTORIAL ESC. 1:50 000 CARTAS E1 A27, E14447 Y E14448. INEGI. MODELO DE ELEVACIÓN DIGITAL RESOLUCIÓN 20 MTS.</p> <p>PROYECCIÓN UTM ZONA 14 SISTEMA DE REFERENCIA NAD27 ESFEROIDE CLARKE 1866 CUADRICULA UTM A CADA 10 000 MTS.</p>	<p>SIMBOLOGÍA BÁSICA</p> <p>POBLACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> TRAZA URBANA LOCALIDAD <p>VÍA DE COMUNICACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> FEDERAL DE CUOTA PAVIMENTADA <p>HIDROGRAFÍA</p> <ul style="list-style-type: none"> RÍO CANAL PRESA BORDO <p>TOPOGRAFÍA</p> <ul style="list-style-type: none"> CURVA MAESTRA EQUIDISTANCIA A CADA 100 METROS <p>LÍMITE</p> <ul style="list-style-type: none"> MUNICIPAL PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA
---	---	---

En el mapa se puede apreciar como la zona de las comunidades de Raíces, Loma Alta y La Ciervita presenta aptitudes altas y medias, donde además de contar con accesibilidad, el uso de suelo de dicha zona es de tipo forestal con algunos manchones agrícolas relacionados con los asentamientos humanos, lo que hace atractivo visitar y recorrer senderos provistos de vegetación, fauna, hidrología y asentamientos rurales.

6.6 Observación.

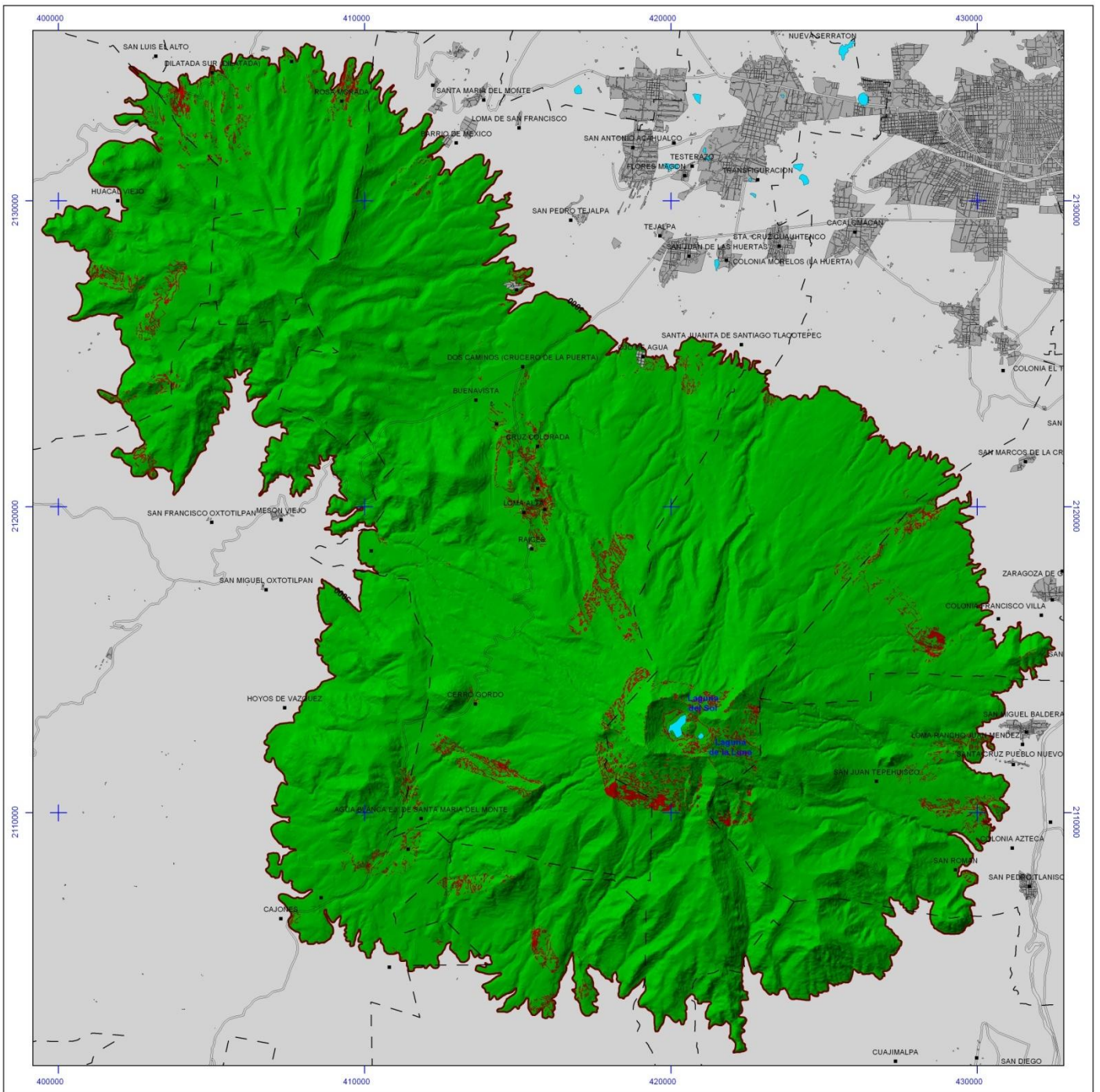
En lo referente a actividades de observación, es posible particularizar el objetivo desde diferentes enfoques, como por ejemplo; el senderismo interpretativo, ya sea para apreciar la vegetación, fauna, aspectos culturales y tradiciones de los habitantes al interior del PNNT, así como observación de tipo sideral tal como se menciona en el Programa de Conservación y Manejo del PNNT (GEM, 2009, inédito; Pág. 47), donde se cita lo siguiente:


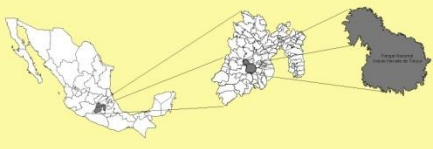

“El Nevado de Toluca es un compendio de la cosmovisión indígena del pasado. Integró la religión, la ciencia, la cultura y la forma de vida de antaño [y “El Mirador”], fue un centro intelectual y religioso, era un observatorio astronómico que regía el calendario agrícola, y cosas más que aún no alcanzamos a imaginar, pues ha sido alterado” (Montero, 2004, citado por GEM, 2009).

Sin embargo, la perspectiva empleada para la presente identificación consideró la visibilidad a barrancas, la accesibilidad, la cercanía con comunidades y zonas altas que favorezcan la visibilidad para la apreciación de flora fauna y observación sideral; esta última a partir de que el Nevado de Toluca en la época prehispánica era considerada un sitio de observación astronómica y con fines religiosos.

Una vez realizado el análisis, se obtuvo como resultado que los criterios empleados para su identificación combinan aspectos físicos como altitud, con criterios de tipo social, como es la cercanía con asentamientos humanos e infraestructura de comunicación; de lo anterior resulta que ambas variables son totalmente contrarias y conflictivas, ya que la localización de las comunidades no superan los 3500 msnm, mientras que la accesibilidad es factible hasta el Cráter del Nevado a una altura de 4200 msnm; esto da como resultado que al sumar e interceptar los pesos de las variables, estas no tengan relación y por lo tanto los valores resultantes solo indiquen zonas identificadas como “No Recomendado” para la observación.

Esto da pauta para que el objetivo de identificar sitios aptos para la observación tenga que ser replanteado, al grado de particularizar el tipo de observación que se desea realizar y con ello identificar los factores, restricciones y criterios que deberán considerarse en la evaluación, por lo que no es posible considerar los mismos para una actividad de observación de flora y fauna, como para actividades de observación sideral, ya que resultan conceptos y objetivos totalmente independientes y contrarios (ver mapa 15).



 <p>Universidad Autónoma del Estado de México Facultad de Geografía</p> <p>PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA</p>   <p>15 ZONAS DE APTITUD PARA OBSERVACIÓN</p> <p>ESCALA GRAFICA 1 0 1 2 3 4 Kilómetros</p>	<p>SIMBOLOGÍA TEMÁTICA</p> <p>RANGOS DE APTITUD PARA OBSERVACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> RECOMENDADO NULA <p>FUENTE: TOPOGRAFÍA VECTORIAL ESC. 1:50 000 CORTAS E14 A37, E14A47 Y E14A48. INEGI. MODELO DE ELEVACION DIGITAL RESOLUCIÓN 20 MTS.</p> <p>INFORMACIÓN FUENTE ESCALA 1:50 000 PROYECCIÓN UTM ZONA 14 SISTEMA DE REFERENCIA NAD27 ESFERA DE CLARKE 1866 CUÁDRICULA UTM A CADA 10 000 MTS.</p>	<p>SIMBOLOGÍA BÁSICA</p> <p>POBLACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> TRAZA URBANA LOCALIDAD <p>VÍA DE COMUNICACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> FEDERAL DE CUOTA PAVIMENTADA <p>HIDROGRAFÍA</p> <ul style="list-style-type: none"> RÍO CANAL PRESA BORDO <p>TOPOGRAFÍA</p> <ul style="list-style-type: none"> CURVA MAESTRA EQUIDISTANCIA A CADA 100 METROS <p>LÍMITE</p> <ul style="list-style-type: none"> MUNICIPAL PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA
---	---	--

A pesar de que el resultado no fue el esperado, porque los criterios evaluados presentaron mayor ponderación hacia los aspectos físicos como: pendientes, fallas, fracturas y el cono volcánico (ver figura 12) , los resultados indicaron una tendencia hacia las partes altas desprovistas de vegetación y hasta cierto punto accesibles, por lo que el uso propuesto se relaciona con la práctica para actividades de observación sideral; sin embargo es importante aclarar que uno de los criterios que al igual que en las anteriores actividades debe de tomarse en cuenta, es lo relacionado con la seguridad pública, ya que por el horario en que se realiza y el equipo que puede llegar a emplearse tanto por investigadores como por el público en general, es necesario que se garantice la seguridad e integridad de las personas y sus equipos.



Imagen 46. Panorámica. Autor Ulrich Pfeufer²⁷.

Tal como se aprecia en la imagen anterior, las zonas altas del PNNT permiten apreciar una diversidad de paisajes, esto debido a la altitud, falta de vegetación y accesibilidad.

²⁷ Fotografía retomada de <http://www.panoramio.com/photo/30359874> en junio 2010.

6.7 PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN DE ACTIVIDADES TURÍSTICAS DE NATURALEZA EN EL PNNT.

Finalmente, con los resultados obtenidos por actividad turística, es posible generar un mapa de zonificación de sitios con aptitud, donde se consideren zonas de atención prioritaria con problemas de erosión hídrica laminar, eólica y áreas de vegetación principalmente arbórea; en este sentido, cabe mencionar que algunas actividades se identificaron dentro de las poligonales que hasta el 27 de agosto del 2009²⁸, estaban catalogadas como áreas naturales protegidas de carácter estatal denominadas “Cimas de Montaña, Lomeríos y Cerros del Estado de México”, pertenecientes al Cerro La Calera, Volcán Gordo-Agua Blanca, Volcán Nevado de Toluca (cráter) y Cerro San Antonio-San Francisco.

Adicionalmente, se retomaron todos los valores de aptitud de los rangos, alta, media, no recomendado y nulo, lo que permitió el análisis de suma de valores, intersecciones y selecciones para finalmente obtener un mapa de propuesta de zonificación de sitios con aptitud turística desde una perspectiva ambiental, lo cual se aprecia en el mapa 16.

Metodológicamente, este tipo de análisis es conocido como análisis multiobjetivo, el cual consiste en identificar zonas que cumplen con varios objetivos, donde cada variable presenta el mismo factor de peso; es decir, que un sitio determinado puede cumplir con dos o más objetivos para su aprovechamiento turístico, tal es el caso de actividades como caminata, cabalgata y ciclismo de montaña, donde los criterios de selección fueron similares, particularmente en la selección de veredas, caminos de terracería y brechas.

En el mapa de zonificación, se representa una superficie de 54,648.07 ha., dividida en cuatro políticas ambientales con base en lo establecido en el Manual del Proceso de Ordenamiento Ecológico, publicado por la SEMARNAT (2006)²⁹; aprovechamiento, restauración, conservación y protección (preservación), donde la propuesta generada por medio de la presente investigación es la siguiente:

Política de Protección: Derivado de que la propuesta de zonificación presente en el Programa de Conservación y Manejo (GEM, 1999), no propone zonas núcleo para su protección, se sugiere la aplicación de la política de protección a las áreas que anteriormente eran consideradas “Cimas de Montaña y Lomeríos” con categoría de parque estatal; así como las áreas con cobertura forestal que por medio de imágenes de satélite y visitas en campo, se observaron con un grado de conservación que debe tomarse en cuenta para su protección. Así mismo, (*Idem. SEMARNAT 2006*) señala que las áreas con política de protección pueden implicar usos destinados a actividades recreativas, científicas y ecológicas, quedando prohibidas actividades productivas, o asentamientos humanos no controlados.

²⁸ El 27 de agosto del 2009, se publicó la Gaceta del Gobierno la derogación de decreto de Cimas de Montaña, Lomeríos y Cerros del Estado de México que fue publicado el 05 de agosto de 1993; con lo que 51 poligonales en todo el Estado de México, dejan de protegerse como áreas naturales protegidas.

²⁹ Para la presente investigación se retoman las políticas ambientales propuestas por la SEMARNAT para la zonificación de unidades de gestión ambiental; ya que estas están orientadas a promover el equilibrio ecológico y la sustentabilidad en base al uso de suelo y la aptitud territorial; además de que la zona de estudio corresponde con un área natural protegida de carácter nacional.

Política de Restauración: Se refiere a los sitios que presentan alteraciones al equilibrio ecológico, por lo que es necesario realizar acciones tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones naturales para propiciar la evolución y continuidad de los procesos naturales.

Esta política, hace referencia a las zonas donde existen pastizales inducidos, vegetación secundaria y cambios de uso de suelo, identificados por tratarse de áreas y manchones agrícolas, las cuales se ubican principalmente en las faldas del Nevado. Así mismo, se incluyen los sitios con problemas de erosión hídrica laminar y eólica (anexo 1), ya que presentan un nivel de deterioro considerable y por lo tanto es indispensable diseñar y aplicar un programa con fines de recuperación de suelos, cuyo objetivo es restablecer las condiciones ecológicas y el equilibrio ambiental.

Política de Aprovechamiento Sustentable (SEMARNAT, 2006): “Se asigna a aquellas áreas, que por sus características son apropiadas para el uso y el manejo de los recursos naturales, en forma tal que resulte eficiente, socialmente útil y no impacte negativamente el ambiente. “Incluye las áreas con uso de suelo actual o potencial, siempre que estas no sean contrarias o incompatibles con la aptitud del territorio”.

Para este caso, los sitios con aptitud están referidos a actividades de rappel y escalada, ciclismo de montaña, observación, caminata y cabalgata tanto para aptitud alta y media, de los sitios identificados como resultado de la presente investigación.

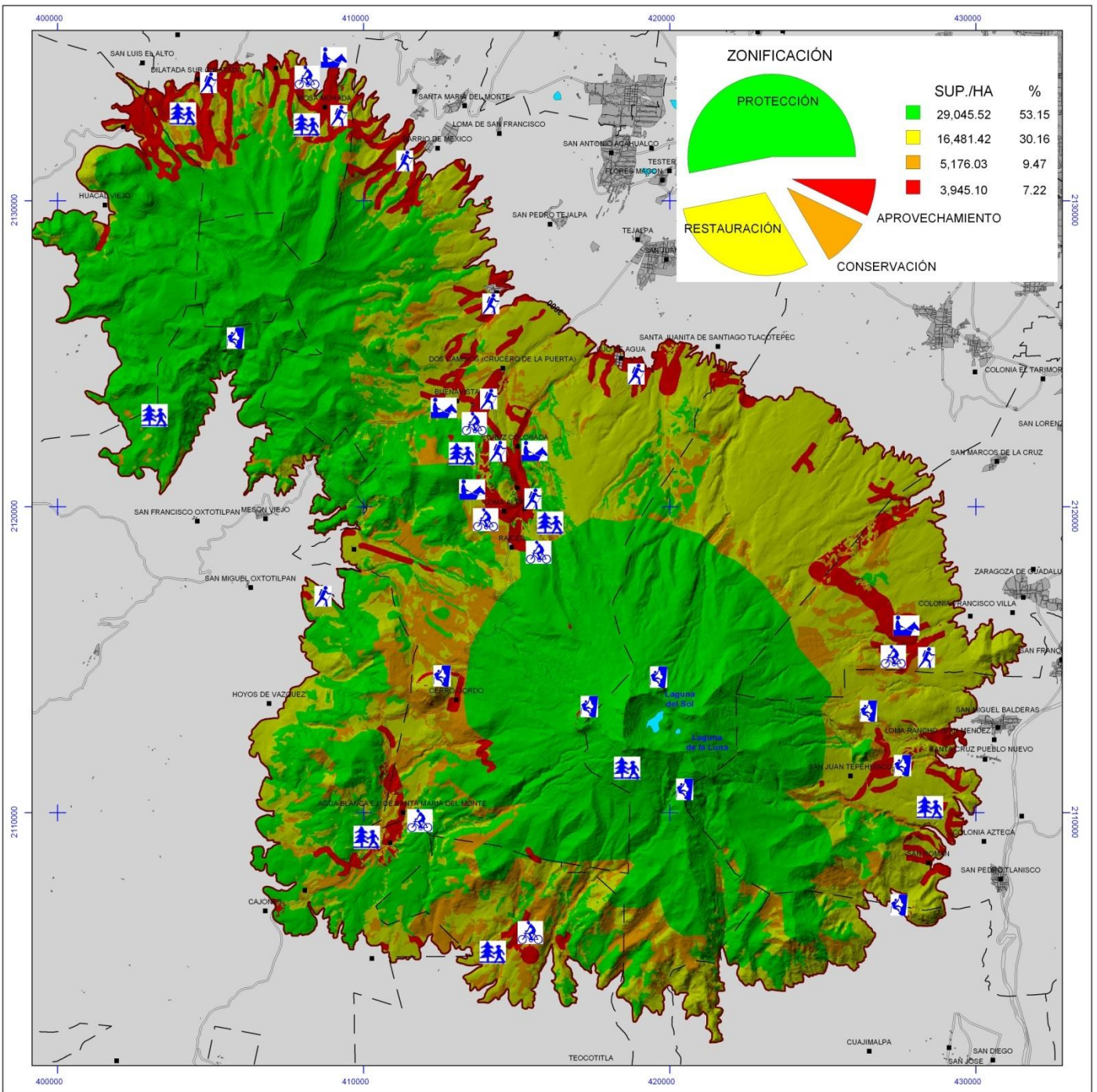
Como zonas de aprovechamiento, los sitios más destacados por su alta aptitud es el corredor integrado por las comunidades de Buenavista, La Puerta y Dos Caminos, así como el de Raíces, Loma Alta, La Ciervita y Cruz Colorada.

Política de Conservación: Se refiere a las zonas donde el equilibrio ecológico se mantiene estable, promoviéndose únicamente acciones tendientes a la preservación, mantenimiento y mejoramiento de su función ecológica. (POETEM, GEM. 1999)³⁰.

Dichas zonas corresponderían con los sitios que no presentan problemas de erosión, así como manchones aislados de bosque denso, donde las condiciones ambientales son propicias para fomentar la conservación de los recursos y la continuidad del uso de suelo.

Dentro de esta propuesta de zonificación, se maneja una superficie destinada a la protección de 29,045.52 ha., esto es, el 53.15% de la superficie total del parque. Le sigue la política de restauración con una superficie de 16,481.42 ha, lo que representa el 30.16%, lo que indica que casi una tercera parte del parque requiere de atención prioritaria, ya que el recurso suelo, flora y fauna presentan degradación a un nivel que de seguir así, las zonas de protección tenderán a sufrir presiones sobre sus recursos.

³⁰Definición de política de conservación en base al Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México, publicado en Gaceta de Gobierno el 04 de junio de 1999. Gobierno del Estado de México.



Universidad Autónoma del Estado de México
 Facultad de Geografía

PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA

16 ZONAS DE APTITUD TURÍSTICA PNNT

ESCALA GRÁFICA
 0 1 2 3 4 Kilómetros

SIMBOLOGÍA TEMÁTICA

ZONAS DE APTITUD TURÍSTICA	ACTIVIDAD RECOMENDADA
PROTECCIÓN	CABALGATA
RESTAURACIÓN	CAMINATA
CONSERVACIÓN	RAPPEL Y ESCALADA
APROVECHAMIENTO	CICLISMO
	OBSERVACIÓN

FUENTE: TOPOGRAFÍA VECTORIAL ESC. 1:50 000 CARTAS E14 A37, E14A47 Y E14A48. INEGI. MODELO DE ELEVACION DIGITAL RESOLUCIÓN 20 MTS.

INFORMACIÓN FUENTE ESCALA 1:50 000 PROYECCIÓN UTM ZONA 14 SISTEMA DE REFERENCIA NAD27 SPHEROID CLARKE 1866 CUADRICULA UTM A CADA 10 000 MTS.

SIMBOLOGÍA BÁSICA

POBLACIÓN
 ■ TRAZA URBANA
 ■ LOCALIDAD

VÍA DE COMUNICACIÓN
 — FEDERAL DE CUOTA
 — PAVIMENTADA

HIDROGRAFÍA
 — RIO
 — CANAL
 — PRESA
 — BORDO

TOPOGRAFÍA
 — CURVA MAESTRA
 — EQUIDISTANCIA A CADA 100 METROS

LÍMITE
 — MUNICIPAL
 — 3000 — PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA

A esto le sigue la política de conservación, con una superficie de 5,176.03 ha. es decir, el 9.47% que mantiene las condiciones naturales y hasta cierto punto en equilibrio ecológico; sin embargo, con respecto al total de la superficie del Parque, este porcentaje es pequeño para tratarse de un área natural protegida, en la que se implementan programas de recuperación ambiental (ver figura presente en el mapa 16).

Una vez que se tienen planteadas las políticas, es importante considerar la necesidad de diseñar lineamientos ambientales que respalden y promuevan el cumplimiento de éstas, donde, para cada lineamiento deberá existir un objetivo o meta a cumplir y estos a su vez deberán de contar con una serie de estrategias por medio de las cuales se diseñarán los pasos a seguir para el cumplimiento de los mismos. Por ejemplo, en la siguiente tabla se menciona una propuesta:

Tabla 29. Ejemplo para el diseño de lineamientos, objetivos y estrategias.

LINEAMIENTO	OBJETIVO	ESTRATEGIA
Fomentar el aprovechamiento turístico de las zonas que presentan mayor aptitud para la práctica de actividades de rappel y escalada.	Implementar actividades de rappel y escalada para fortalecer la promoción turística y ambiental del PNNT.	Desarrollar un programa de aprovechamiento sustentable para actividades de rappel y escalada en el paraje de San Juan Tepehuisco.

Fuente: elaboración propia. Propuesta de lineamiento ambiental.

Como se aprecia en el mapa anterior, la suma de políticas ambientales y usos con base en la aptitud por actividad, da como resultado un ordenamiento con enfoque turístico para el PNNT, bajo la perspectiva de mantener los fines para los cuales fue creado el Parque Nacional; proteger, conservar, restaurar y aprovechar sustentablemente la zona.

Así, la política de aprovechamiento propuesta con base en los criterios turísticos de la presenta investigación, arroja como resultado una superficie de 3,945.10 ha, es decir, el 7.22% del total del Parque, donde cabe aclarar que contempla una zona de amortiguamiento de 300 mts para caminos, brechas y veredas, derivado del impacto que pudieran generar las actividades y las adecuaciones que se realicen.

En dicho mapa es posible apreciar en color rojo los sitios que presentan aptitudes altas y medias en función a cada una de las actividades propuestas, además, existen zonas con usos compartidos, los cuales al final estarán definidas por la magnitud y alcances de las propuestas de aprovechamiento planteadas por los ejidatarios o comuneros según sea el caso.

CONCLUSIONES.

Si bien es cierto, que el PNNT es un sitio de interés turístico para la entidad, también es reconocido como símbolo natural y representativo del Estado de México, razón por la cual en los últimos años ha sido motivo de estudio y preocupación, tanto por investigadores como por ambientalistas que observan la riqueza florística y faunística que lo caracteriza.

También es importante mencionar que en el ámbito gubernamental se han implementado medidas de protección, conservación y restauración, como lo son las campañas de reforestación realizadas por la iniciativa privada, por dependencias federales y estatales con el fin de restaurar el PNNT. A pesar de dichos esfuerzos, el Parque presenta día con día los efectos del deterioro ambiental producto de la presión urbana, reflejada tanto en la explotación clandestina del bosque (tala hormiga)³¹, cambio de uso de suelo, erosión, aprovechamiento irracional de manantiales, sobrepastoreo, asentamientos humanos, actividad comercial descontrolada, extracción de materiales pétreos empleados en la construcción, extracción de fauna; principalmente de aves y más aún, el impacto que causan los propios visitantes al PNNT.

En materia de investigación, el PNNT ha despertado el interés de estudiantes, investigadores, instituciones y organizaciones no gubernamentales, por el impacto y degradación que este presenta.

Sin embargo, la mayoría de las investigaciones presentan un enfoque hacia los aspectos físicos y biológicos que caracterizan al Nevado; no así en materia turística donde los estudios se consideran escasos y más aún las propuestas metodológicas empleadas para su análisis. En este sentido, la tendencia es el uso de métodos basados en la evaluación multicriterio – multiobjetivo, por la accesibilidad que se tiene al momento de seleccionar y manipular variables con base en el objetivo a cumplir, es decir, el método es adaptable a las necesidades del investigador, lo que facilita su aplicación y a su vez la diversidad de enfoques a investigar.

De igual manera, se pudo constatar que la identificación de aptitudes para actividades turísticas de naturaleza es un tema nuevo, carente de antecedentes, tanto en análisis de aptitud como en datos teóricos (conocimiento), que permitiera sustentar la base de información para cada una de las actividades investigadas. Por lo que el reto a cumplir fue convertir el conocimiento empírico a información estadística, técnica y cartográficamente representada.

Con la aplicación teórico-práctica de la metodología de sistemas complejos propuesta por García, R. (2006), adaptada al turismo, el desarrollo y la sustentabilidad por Serrano Barquín (2008), surgieron cuestionamientos relacionados tanto con la definición y delimitación del sistema, como de los factores (subsistemas) y posteriormente de los criterios que se debían identificar dentro del parque, todo con la finalidad de proponer sitios aptos para desarrollar actividades de naturaleza.

³¹ La tala hormiga se desarrolla mediante la extracción de madera cortada en trozo o en viga, la cual es acarreada mediante mulas o burros; anteriormente se empleaba para el autoconsumo, pero se ha comprobado que ahora es una forma de explotar comercialmente el bosque de una manera discreta pero continua (CEPANAF, 2010).

Tal como menciona García, el estudio se enmarcó en un contexto interdisciplinario, donde se requiere de la participación y aportes especializados para abordar la investigación desde cada una de las disciplinas que en él intervienen; dando como resultado un análisis holístico e integral del problema; en este caso, la determinación de la potencialidad turística.

Por otra parte, la identificación de sitios con aptitud turística de naturaleza, significó un gran reto, donde fue necesario implementar métodos y técnicas de investigación para obtener datos de fuentes diversas, así como en la experiencia y constancia en la práctica de cierta actividad; también, fue necesario incorporar la variable sustentabilidad para hacer de esta combinación una propuesta de aprovechamiento turístico sustentable dentro de un área natural protegida.

Originalmente, se tenían contempladas investigar dos actividades más, el vuelo en parapente y zonas para practicar vuelo en globo aerostático; sin embargo tal como indica Hernández, S. (2006), la documentación y recopilación previa a una investigación, permite adentrarse en el fenómeno a estudiar y en su caso evaluar la conveniencia de continuar o desistir. Para este caso, se verificó que para dichas actividades era necesario analizar al PNNT desde una perspectiva regional ya que ambos rubros se fundamentan principalmente en cuestiones meteorológicas.

Desde el punto de vista de la geoinformática, es importante resaltar que toda aplicación depende del método y no del software; si bien es cierto que existen infinidad de paquetes que se especializan ya sea en información raster o vector, también lo es, el hecho de que no existe un software ideal donde se pueda realizar un proceso de principio a fin, ni mucho menos representarlo gráficamente de tal forma que sea atractivo a la consulta. En este sentido, la investigación no únicamente se refirió a la aplicación, sino que fue necesario adaptarlo a un sistema como Arcview, cuya accesibilidad ha permitido la incursión de investigadores de diversas áreas.

La complejidad del análisis multicriterio exigió realizar investigación por cada una de las actividades a identificar, estableciendo límites y objetivos que fueron rebasados, tanto por las dimensiones espaciales de la zona de estudio, como por la cantidad de actividades a identificar (caminata, cabalgata, rappel y escalada y observación) y variables a considerar tanto del subsistema natural y del sociocultural. Además, se debe considerar el detalle de la información al grado de generar datos, conocimiento y métodos que en ocasiones solo es posible realizar en escala uno a uno, es decir, trabajo directo en campo, con levantamientos GPS, muestreos, validaciones, inventarios, entre otros. Sin embargo a pesar de ello, los objetivos y metas establecidos para la presente investigación se consideran cumplidos, con resultados satisfactorios que dejan la posibilidad de realizar mejoras tanto en el aspecto teórico como metodológico.

Desde el punto de vista turístico, queda de manifiesto que el PNNT aún presenta condiciones que lo hacen factible de promover con fines de aprovechamiento sustentable; la diversidad de ambientes aunado a la accesibilidad y prestación de servicios, hacen del Parque un lugar atractivo para visitar, tanto por turista locales como extranjeros.

Particularmente, el Nevado de Toluca tiene épocas de afluencia de visitantes, esto ha sido identificado por gente con visión comercial. De marzo a mayo del 2010, se presentaron nevadas que dejaron a la vista paisajes que atrajeron un aproximado de 10,000 visitantes en promedio al día, según cifras reportadas por la Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna (CEPANAF), en estas fechas, llegaron a las inmediaciones del Nevado, vendedores ambulantes provenientes de diversas comunidades del Valle de Toluca y donde era posible encontrar desde artículos de vestir (ropa invernal), hasta alimentos y comida chatarra.

Con la llegada de turistas, se destinaron infinidad de espacios para estacionamiento, entre el bosque y zonas que presentaban indicios de forestación natural e inducida, estableciendo cuotas de acceso que variaban según la cercanía al Nevado; sin embargo, dichos recursos quedaron en manos de gente ajena al Parque, mientras que los residentes de la zona sólo pudieron ofertar productos e implementaron los paseos y traslados en caballo, gracias a lo inaccesible de la zona.

De haber sido planeada la derrama económica, habría dejado beneficios a la comunidad, al ejido y al pequeño comerciante; no obstante, en esas fechas fue posible apreciar que parte de las ganancias quedarón en manos de tiendas de autoservicio, particularmente las establecidas sobre la carretera Toluca – Valle de Bravo.

La aportación social producto de la presente investigación, se enfoca en promover que los beneficios sociales y económicos resultado del aprovechamiento sustentable de sitios con potencial turístico, queden en manos de las comunidades y habitantes oriundos de la zona; haciendo partícipes a las autoridades locales, estatales y federales, mediante la implementación de programas tendientes a desarrollar proyectos sustentables para promover actividades de turismo de naturaleza, que permitan por una parte, fortalecer la economía local de la zona y a su vez generar beneficios sociales que contrarresten la baja calidad de vida de las comunidades.

Es sabido que el turismo de naturaleza no requiere de infraestructura y acondicionamiento tendientes a la comodidad y glamour del servicio; sin embargo, para este caso y por tratarse principalmente de visitantes de paso, según datos obtenidos en la CEPANAF (2009), los sitios propuestos no requiere de la construcción de inmuebles, sino el acondicionamiento de la infraestructura existente, por medio de:

- Habilitación de espacios para la venta de alimentos, preferentemente propios de la zona.
- Habilitación de infraestructura sanitaria, por medio de acondicionamientos que minimicen el impacto ambiental en la zona de interés.
- En algunos casos, será necesario realizar acciones de limpieza de vegetación arbustiva, para las actividades de rappel y escalada.

En materia jurídica, es importante destacar la falta de instrumentos políticos donde además de promover la protección del Parque, faculten de funciones a dependencias capaces de ejecutar y hacer valer las restricciones, que tanto a nivel político como administrativo deben

aplicarse a favor de la protección, conservación y restauración del PNNT, donde se considere la variable social, haciendo énfasis en las comunidades que existían previo al decreto del Parque Nacional.

En este sentido, cabe señalar que mientras el bosque, la fauna, el agua y demás riquezas del Nevado no resulten remunerables a la economía de quienes ahí viven, no será de su interés promover su conservación, por el contrario, seguirán usando los recursos de manera clandestina, para dejar suelos pobres que no son aptos para la agricultura; ríos y manantiales donde ya casi no fluye el agua; fauna nociva que antes no existía; pero peor aún, seguir viviendo en condiciones extremas de pobreza y marginalidad.

Es cierto que pueden realizarse una infinidad de sugerencias tendientes a promover la actividad turística dentro del PNNT, éstas se ven gravemente limitadas por un factor social, que para esta investigación, se manifestó como principal requerimiento en todas las actividades, se refiere a la seguridad pública. Actualmente al Nevado de Toluca acuden un gran número de personas a realizar ejercicio, principalmente a correr, mismas que manifiestan que existen zonas inseguras, donde a través del tiempo han llegado a ser no aptas para su uso, lo cual es un claro indicio de que la delincuencia será sin duda un factor limitante y un gran reto a vencer por parte de las instancias responsables.

Se concluye que de la presente investigación se obtuvo que el PNNT aún cuenta con el potencial ambiental para aplicar los planes y programas que en materia ambiental permitan fortalecer los fines para los que fue creado.

Además, el Parque Nacional y su declaratoria no han sido los instrumentos jurídicos y ambientalmente idóneos para garantizar su recuperación, también lo es el hecho de que la mayor responsabilidad corresponde a la sociedad tanto oriunda como a los visitantes, quienes finalmente han visto del Nevado un sitio para obtener beneficios cuyo costo ha sido sin duda, la degradación paulatina del Parque Nacional.

RECOMENDACIONES.

- El PNNT es aún un sitio que cuenta con innumerables zonas donde las condiciones físicas y la falta de infraestructura han permitido la conservación natural de recursos y sitios como: ríos, cañadas, barrancos, flora y fauna. Para tal efecto, se sugiere diseñar programas de ordenamiento ecológico comunitario que permitan proponer estrategias ambientales tendientes a contrarrestar la degradación y ordenar el crecimiento rural desde la perspectiva ambiental.
- Los sitios más importantes definidos en la presente investigación corresponden con las comunidades de Buenavista, La Puerta y Dos Caminos, así como la zona comprendida por Raíces, Loma Alta, Cruz Colorada y La Ciervita, por lo que se sugiere considerar la potencialidad que dichas zonas presentan y los impactos positivos que generarían en la zona si se promueven e implementan proyectos de aprovechamiento turístico para actividades de naturaleza.

- Los sitios identificados, no promueven la implementación de actividades que generen impactos ambientales, sociales o culturales negativos en el Parque; más bien, promueven por una parte, generar fuentes de empleo para quienes ahí viven y mejorar las condiciones de vida de la gente, pero sobre todo para valorar los recursos con los que cuentan y las potencialidades de aprovechamiento sustentable que ofrece el Parque.
- Como parte de la promoción de las actividades turísticas, los ejidatarios, comuneros y pequeños propietarios, deberán presentar los estudios técnicos justificativos en materia de impacto ambiental, donde la prioridad será fortalecer las políticas de protección a las que se encuentra sujeto el Parque, pero que a su vez resalten la importancia de hacer del PNNT un sitio autosustentable para su conservación.
- Además de contar con un Programa de Conservación y Manejo, se recomienda diseñar un Programa de Desarrollo Sustentable Comunitario, enfocado al fortalecimiento social, económico y cultural de quienes habitan al interior del área natural protegida.
- Asimismo, se sugiere habilitar los sitios con señalamientos que resalten la importancia florística y faunística para que el visitante tenga conocimiento que se encuentra dentro de un Parque Nacional, donde la prioridad es proteger y valorar los recursos ambientales que el PNNT tiene a nivel regional.
- Incluir dentro del Programa de Conservación y Manejo del PNNT, el uso turístico como una alternativa para promoción de sitios, donde ya se cuenta con más del 80% de los elementos que lo hacen factible para su promoción y el 20% restante deberá de cumplir en materia de impacto ambiental con las condicionantes que hagan del lugar un sitio ambientalmente sustentable.
- Considerar dentro del Programa de Conservación y Manejo la variable social, como detonante para promover la conservación y restauración del PNNT, por medio de proyectos basados en el aprovechamiento sustentable de las zonas con potencial turístico.
- Promover la creación de zonas núcleo, donde con base a la LEEGPA, la prioridad sea la protección de la flora y fauna del sitio, cuyo destino principal puede ser la investigación con fines de mejorar las condiciones de hábitat de las especies.
- Considerar la recategorización del Acuerdo para el Manejo, Conservación y Aprovechamiento de las Cimas de Montaña, Lomeríos y Cerros del Estado de México declarados como áreas naturales protegidas, ya que es en las zonas altas donde los ambientes y ecosistemas se encuentran aún conservados.
- Elaborar un inventario de los recursos flora y fauna presentes al interior del PNNT, a un nivel detallado donde se especifiquen corredores de fauna, zonas de anidación de aves; con respecto a la flora, contar con un inventario forestal; implementar acciones de sanidad forestal, promover el desarrollo y aplicación de estudios tendientes a recuperar la cobertura forestal y a su vez, promover el pago por servicios ambientales en los sitios donde verdaderamente se refleje la conservación, restauración y protección del bosque.

- En complemento con lo anterior, se sugiere inventariar los aspectos relacionados con la infraestructura vial, incluyendo, caminos pavimentados, terracerías, veredas, brechas; así como lo relacionado con la infraestructura para la prestación de servicios, como: zona de estacionamiento, cabañas, casetas de vigilancia, accesos, instalaciones de comunicación, entre otras.
- A nivel social, se sugiere promover la aplicación de programas de ordenamiento rural sustentable, para controlar y ordenar el desarrollo, acorde a las necesidades de subsistencia de la población donde se apliquen restricciones, se promueva el aprovechamiento sustentable de los sitios que motivan al visitante a asistir al PNNT.
- Promover programas de autoempleo, con base en las necesidades de protección del Parque, mediante trabajo en la conservación, restauración y saneamiento; para lo cual se deberán conformar organizaciones responsables que deberán rendir cuentas a la instancia encargada de la administración.

En materia de seguridad pública, una posible solución es la conformación de cuerpos de seguridad comunitaria, integrados principalmente por comuneros que auxilien a los turistas y donde además sean reconocidos y facultados para que en coordinación con los gobiernos: municipal, estatal y federal implemente acciones de seguridad, particularmente en las zonas destinadas a la promoción turística.

En el ámbito académico se sugiere orientar las investigaciones hacia un enfoque de beneficio social, donde lo prioritario sea sustentar científicamente que el desarrollo social y económico de la población siempre ha estado y estará al alcance de sus manos; solo hace falta esa iniciativa que los hará diferentes y autosustentables sin la necesidad de comprometer sus recursos.

BIBLIOGRAFÍA

- Aceves, Q. J. F. (2007). *Mapas de Riesgo Volcánico basados en sistemas de Información Geográfica: Volcán Nevado de Toluca*. Tesis de Doctorado en Ciencias de la Tierra (Geología). Universidad Nacional Autónoma de México.
- AstroMía. La Erosión Eólica. <http://www.astromia.com/tierraluna/erosionviento.htm> Consultado el 27 de junio del 2008.
- Andrew, T., (2006). *Introducción to Neogeography*. Consultado el 21 de diciembre de 2007 en <http://www.geospatialweb.com/> Pág. 54.
- Barkin, D. (1998) *Riqueza, pobreza y desarrollo sustentable*. (1ra. Edición. Editorial Jus S.A de C.V.) México.
- Buzai, G. D. (2001): *Paradigma Geotecnológico, Geografía Global y CiberGeografía, la gran explosión de un universo digital en expansión*, GeoFocus (Artículos, nº 1) Págs. 24-48.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2003). Documento Electrónico. Dirección General de Manejo para la Conservación, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México. Consultado el 16 de septiembre de 2009. <http://conanp.gob.mx/>.
- Conferencia en Lima Perú. *Geotecnologías*. (Dic. 2006). Centro de Recurso Idrisi, Universidad Autónoma del Estado de México. Consultado el 15 de octubre de 2007 http://www.idrisi.uaemex.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=107&Itemid=87.
- Contreras D, W. et al (1989). *Situación actual y perspectivas de los recursos forestales, suelo y agua de la región valle de Toluca*. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Cruz, G. (2000) *Ecoturismo y turismo sustentable*, ensayo, en Revista virtual “El Periplo Sustentable” (Núm. 1). Facultad de Turismo, Universidad Autónoma del Estado de México. Consultado el 25 de enero de 2009 en <http://www.uaemex.mx/plin/psus>.
- De Cos, G. O. y Martín L. E. (2007): *Evaluación multicriterio y delimitación de espacios funcionales: aplicación SIG para la definición de mapas comarcales*, GeoFocus. Revista Internacional de ciencia y Tecnología de la Información Geográfica. (Artículos, nº 7) Págs. 256-280.
- De Cos, O. G.. (2007). *Sig y evaluación multicriterio: propuesta metodológica para cuantificar el grado de metropolización en el territorio*. Departamento de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio. Universidad de Cantabria.

- El senderismo. Tipología y señalización de Senderos*. Consultada el 18 de agosto de 2009 en <http://members.fortunecity.es/pablois/definicion.htm>.
- Espinosa, R. L. M. (2003). Elementos geomorfológico-cuantitativos del piedemonte nororiental del volcán Nevado de Toluca. *Ciencia Ergo Sum, Universidad Autónoma del Estado de México* (julio. Vol. 10 Núm. 2), Págs. 187-195. Toluca: México.
- Espinosa, R. L. M. (2001). *Geomorfología del Noreste del Nevado de Toluca, México*. Tesis de Maestro en Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Filosofía y Letras. México.
- Estrada, V. C. y De La Cruz G. M. 2008. *Tesis Análisis de las condiciones ambientales para el aprovechamiento ecoturístico en la Hacienda Tejalpa*. Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Geografía.
- Franco, M. S., Regil G. H. H., González E. C. y Nava B. G. (2006). *Cambio de uso del suelo y vegetación en el Parque Nacional Nevado de Toluca, México, en el periodo 1972-2000*. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM (Núm. 61) Págs. 38-57. México.
- García, E. et.al., *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climático de Koppen*. (1981) Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma del Estado de México. México.
- García – Palomo, A.; Macias, J.L.; Arce, J.L.; Capra, L.; Garduño, V.H.; Espíndola, J.M. (2002) *Geology of the Nevado de Toluca Volcano región and surrounding areas, central México*. Geological Society of American Map and Chart Series.
- García, R. (2006). *Sistemas Complejos. Conceptos, Métodos y Fundamentación Epistemológica de la Investigación Interdisciplinaria*. (1ra. Ed.) Editorial Gedisa. Barcelona: España.
- Gemael, C. (1999) *Geodésia Física*. Editora FUPR. Curitiba, Brasil.
- Gobierno del Estado de México (1997). *Atlas Ecológico de la Cuenca Hidrográfica del Río Lerma* (tomo III). Atlas de Ecosistemas Productivos. Comisión Coordinadora para la Recuperación Ecológica de la Cuenca del Río Lerma.
- Gobierno del Estado de México (1993). *Atlas General del Estado de México*.
- Geissert, D. y Rossignol J.P. *La Morfoedafología en la Ordenación de los Paisajes Rurales*. (1987). Conceptos y Primeras Aplicaciones en México. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos.

Geotecnologías. *Plan de Alfabetización para el Futuro en Geotecnologías*. (2003) Universidad de La Punta. Consultado el 21 de diciembre de 2007. <http://www.ulp.edu.ar/geotecnologias.html>.

Geotecnologías. *Tendencias Tecnológicas de la Industria Espacial* (2004). Consultado el 28 de noviembre de 2007 <http://www.geoexpoperu.com/noticias.html>.

Hernández, S. R., Fernández C. y Baptista L. (2006). *Metodología de la Investigación*.(4ª edición, Ed. Mc. Graw Hill), México.

I. Arcía R. Miriam (1994). *Geografía del Medio Ambiente. Una alternativa del Ordenamiento Ecológico* (1º edición). Universidad Autónoma del Estado de México. México.

Instituto Nacional de Ecología (2003). *Diagnóstico Biofísico y Socioeconómico de la Cuenca Lerma-Chapala*. Dirección General de Investigación en Manejo Integral de Cuencas. Dirección General de Ordenamiento Ecológico y Conservación de los Ecosistemas. SEMARNAT. México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. INEGI. (1970) Cartas topográfica, geológica, edafológica escala 1:50000 clave E1437, E14A47 y E14A48.

Italian Trek, Escuela de Alpinismo. Tullio Vidoni. *Curso de Escalada Deportiva y Rappel* consultada el 05 de febrero de 2009 www.italiantrek.com.

Junta de Andalucía. Consejería del Medio Ambiente. España. Consultado el 13 de marzo de 2009 en:
<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vgnnextoid=ad7798cf24d91110VgnVCM1000000624e50aRCRD&vgnnextchannel=d809d2d82b8ae010VgnVCM1000000624e50aRCRD>.

Luque, G. A. (2003). La Evaluación del Medio para la Práctica de Actividades Turístico-Deportivas en la Naturaleza. Cuadernos de Turismo. Evaluación del Potencial Turístico del Espacio Rural. Pp.131-149. Departamento de Geografía, Universidad de Malaga. España.

Manual para principiantes en ciclismo de montaña. Consultado el 24 de marzo de 2009 en http://www.supercampeonato.com/ciclismo/ciclismo_de_montana.php.

Marchena, M. (1996) *El Desarrollo Sostenible del Turismo: Papel del municipio*. Seminario sobre desarrollo sostenible del turismo, la planificación local, La Habana. Cuba.

Malczewski, J. (1999) *GIS and Multicriteria Decision Analysis*. (Ed. John Wiley & Sons, Inc.) Department of Geography. University of Western Ontario. Canada.

- Masri, de A. y Robles, L. (1997) *La Industria Turística: Hacia la Sustentabilidad*. (Ed. Diana). México.
- México. Gobierno del Estado de México, Gaceta de Gobierno. (05 de agosto de 1993. N° 26 Sección Tercera). Acuerdo del Ejecutivo del Estado para el Manejo, Conservación y Aprovechamiento de las Cimas de Montaña, Lomeríos y Cerros del Estado de México, declarados como Áreas Naturales Protegidas.
- México. Gobierno del Estado de México, Gaceta de Gobierno. (27 de agosto de 2009. N° 42 Sección Cuarta). Acuerdo del Ejecutivo del Estado por el que se Abroga el Diverso para el Manejo, Conservación y Aprovechamiento de las Cimas de Montaña, Lomeríos y Cerros del Estado de México, declarados como Áreas Naturales Protegidas.
- México. Diario Oficial de la Federación. 25 de febrero de 1936. *Declaratoria del Parque Nacional Nevado de Toluca*. Departamento Forestal de Caza y Pesca.
- México. Diario Oficial de la Federación. 05 de julio de 2008. *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- México. Gobierno del Estado de México (1992). *Atlas del Estado de México*. Universidad Autónoma del Estado de México.
- México. Gobierno del Estado de México. Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna. (1999) *Programa de Conservación y Manejo del Parque Nacional Nevado de Toluca*. Biocenosis, A.C.
- México. Gobierno del Estado de México. Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna. (2009). Inédito. *Programa de Conservación y Manejo del Parque Nacional Nevado de Toluca*. Facultad de Geografía. Universidad Autónoma del Estado de México.
- México. Gobierno del Estado de México (2004). *Vida, Agua y Naturaleza en el Estado de México* (1ra Edición).
- Millán, E. Mercedes. (2004). *La Geografía de la Percepción: Una Metodología de Análisis para el Desarrollo rural*. Pp. 133-149. Papeles de la Geografía. Escuela de Turismo de Murcia: España.
- Osorio, Maribel y Sergio Franco (2008). *Diagnóstico del Sistema Turístico de un Área Natural Protegida: El Parque Nacional Nevado de Toluca*. En Memorias de Congreso de Investigación Turística, X Nacional y VI Internacional de SECTUR y 2ª de la AMIT. Toluca, Estado de México.
- Ocaña, O. C. (2002) *Un Modelo de Aplicación de SIG y Evaluación Multicriterio, al Análisis de la Capacidad del Territorio en Relación a Funciones Turísticas*. IV

Congreso “Turismo y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones”
TuriTec. Universidad de Malaga: España.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. UNESCO.
Pequeñas Obras Hidráulicas. “Erosión Hidrica Laminar”
<http://www.unesco.org.uy/phi/libros/obrashidraul/cap3a.html> Consultado el 29 de junio de 2008.

OTM. Organización Mundial de Turismo (2009). 20 de marzo de 2009, de
http://www.unwto.org/index_s.php.

Pliago, V. D. (1993). *Manual de senderismo: los senderos de gran recorrido en España*
(1ra. Edición). Madrid, España.

Protectora e Industrializadora de Bosques. PROTIMBOS. *Programa para el Desarrollo
Multiplie del Parque Nacional Nevado de Toluca.* (s/f). Gobierno del Estado de
México.

Rivera, P. (2006), *El papel de la geografía en el estudio de la relación sociedad-
naturaleza.* Departamento de Historia y Geografía de Colombia. Consultado el 12
de enero de 2008 en:
<http://lunazul.ucaldas.edu.co/index.php?option=content&task=view&id=308>.

Ronald, E. J. (2006). *Idrisi Andes. Guía para SIG y Procesamiento de Imágenes.* Clark
Labs. Clark University. Pp. 122-141. Worcester: Massachusetts.

Rzedowski, J. (1978). *La Vegetación de México.* (Ed. .Limusa). Distrito Federal, México.

Saaty, T.L., (1977). A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures. *J. Math.
Psychology*, 15: 234-281.

Secretaría de Desarrollo Social. (1993). *Ordenamiento Ecológico General del Territorio
Nacional. Memoria Técnica y Metodológica.* Instituto Nacional de Ecología.
México, D.F.

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (1995). *Atlas de Reservas de la
Biosfera y otras áreas naturales protegidas.* (1ra. Edición). México.

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (1995). *Ordenamiento
Ecológico General del Territorio. Memoria técnica.* Instituto Nacional de Ecología.
México.

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2006. *Manual del proceso de
Ordenamiento Ecológico. Planeación Territorial.* Mexico, D.F.

Secretaría de Turismo. Gobierno Federal. (2010).

http://www.sectur.gob.mx/wb/sectur/sect_Turismo_Alternativo consultada el 22 de junio de 2010.

Serrano, R. y Silva, R. (1999) *El enfoque ambiental en el proceso educativo* (1ra edición) Universidad Interdisciplinaria. Memoria del segundo foro del Centro de Estudios de la Universidad. Universidad Autónoma del Estado de México.

Serrano, R. (2006). *Desarrollo, sustentabilidad y turismo en una comunidad lacustre del Valle de Toluca; caso: San Miguel Almaya, Estado de México*. Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Química. Tesis de Doctorado en Ciencias Ambientales.

World Tourism Organization (2009). Comitted to Tourism, Travel and the Millennium Development Goals. Consultada el 22 de junio de 2008. www.world-tourism.org/espanol/frame_sustenaible.html (A).

ANEXO 1

CÁLCULO DE ÍNDICE DE EROSIÓN HÍDRICA LAMINAR Y EÓLICA DEL PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA.

Con base en la metodología definida en el “Ordenamiento Ecológico General del Territorio Nacional. Memoria Técnica y Metodológica. SEDESOL. Instituto Nacional de Ecología. 1993”, se realizó el cálculo de índice de erosión hídrica laminar y eólica.

CÁLCULO DE EROSIÓN HÍDRICA LAMINAR.

La información requerida para el desarrollo del proceso fue la siguiente:

- Cartografía digital vectorial Edafológica, escala 1:50000
 - Unidades de suelo (polígonos)
 - Fases de unidades de suelo (variable representada en bases de datos)
 - Textura de unidades de suelo (variable representada en bases de datos)
- Precipitación media anual de la zona de estudio (variable numérica)
- Pendiente del terreno o topografía dominante (modelo de elevación digital con resolución de 20 mts.)
- Uso de suelo y vegetación 2008 (digitalización de poligonales por medio de ortofotos, escala 1:20000)

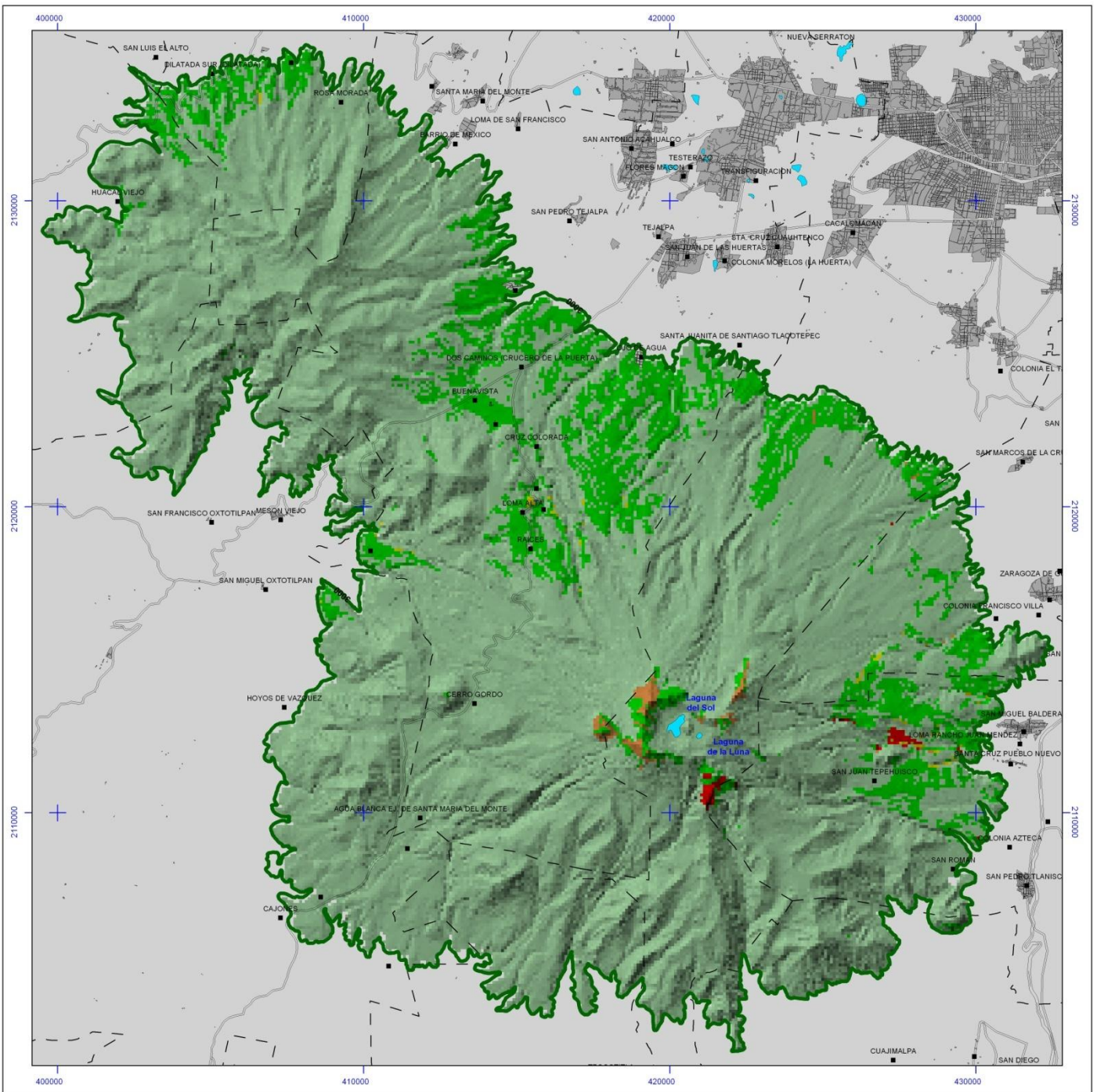
El sistema fue desarrollado con información escala 1:50000, proyección UTM, zona 14 y sistema de referencia NAD27.



Resultados de la erosión hídrica laminar.

Para este caso, se obtuvo que las superficies que presentan erosión hídrica laminar se comportan de la siguiente manera:

<i>Superficie/ha.</i>	<i>Clasificación del grado de erosión</i>
21,122.3593	Ligera
29,863.6796	Moderada
7,059.7998	Alta
832.7199	Muy Alta

De igual manera dicha información, sirvió para la identificación de zonas con aptitud turística en el PNNT, como parte de los criterios para variables que implican suelo y grado de erosión.



 <p>Universidad Autónoma del Estado de México Facultad de Geografía</p> <p>PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA</p>  <p>17 EROSIÓN HÍDRICA LÁMINAR</p> <p>ESCALA GRÁFICA 0 1 2 3 4 Kilómetros</p>	<p>SIMBOLOGÍA TEMÁTICA</p> <p>RANGOS DE EROSIÓN HÍDRICA LAMINAR</p> <ul style="list-style-type: none"> MUY LIGERA LIGERA MODERADA BAJA MODERADA MODERADA ALTA MEDIA ALTA MUY ALTA <p>FUENTE: CARTAS EDAFOLÓGICAS E14 A37, E14A47 Y E14A48; INEGI. DIGITALIZACIÓN PROPIA USO DE SUELO Y VEGETACIÓN AÑO 2006; PROPORCIONADA POR EL DR. SERGIO FRANCO MASS, INVESTIGADOR DE LA U.A.E.M. MODELO DE ELEVACIÓN DIGITAL. RESOLUCIÓN 20 MTS.</p> <p>INFORMACIÓN FUENTE ESCALA 1:50 000 PROYECCIÓN UTM ZONA 14 SISTEMA DE REFERENCIA NAD27 ESFEROIDE CLARKE 1856 CUÁDRÍCULA UTM A CADA 10 000 MTS.</p>	<p>SIMBOLOGÍA BÁSICA</p> <p>POBLACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> TRAZA URBANA LOCALIDAD <p>VÍA DE COMUNICACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> FEDERAL DE CUOTA PAVIMENTADA <p>HIDROGRAFÍA</p> <ul style="list-style-type: none"> RÍO CANAL PRESA BORDO <p>TOPOGRAFÍA</p> <ul style="list-style-type: none"> CURVA MAESTRA EQUIDISTANCIA A CADA 100 METROS <p>LÍMITE</p> <ul style="list-style-type: none"> MUNICIPAL PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA
---	--	---

CÁLCULO DE EROSIÓN LAMINAR EÓLICA

Los insumos empleados para el cálculo de dicho índice fueron:

- Textura del suelo (edafología escala 1:50000)*.
 - Uso del suelo (vegetación escala 1:50000 de 2008)*.
 - Índice de Agresividad del Viento IAVIE (calculado al inicio de la metodología)
- *Archivos en formato shape

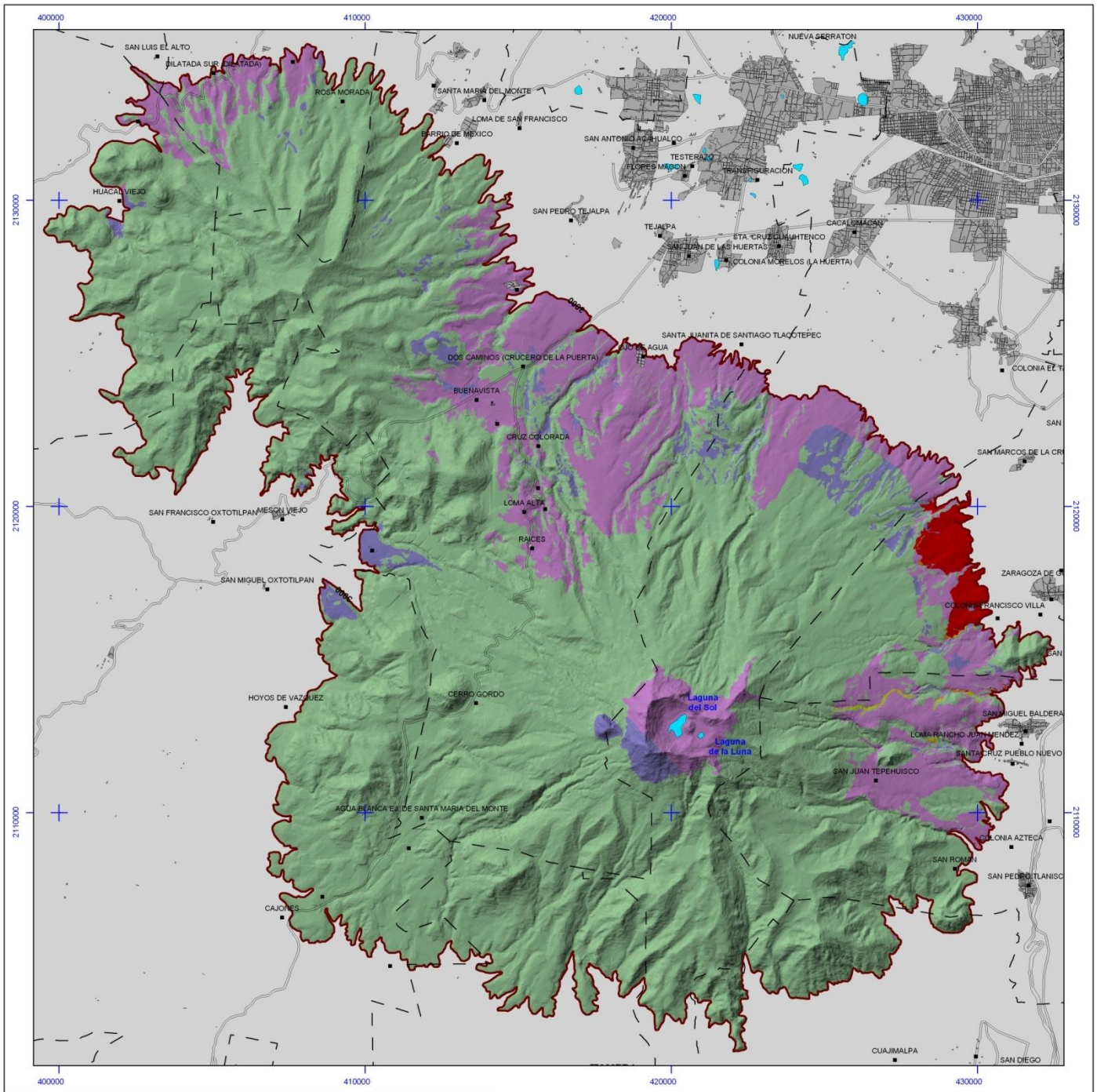
Resultado del cálculo de erosión eólica:


Finalmente, del proceso se obtuvo como resultado el mapa de Erosión Eólica³² del PNNT, mismo que fue considerado como parte de los insumos para el análisis de evaluación multicriterio de zonas con aptitud turística, que consideran como criterios el grado de erosión de los suelos.


Para este caso, las superficies que presentan erosión eólica laminar se comportan de la siguiente manera:

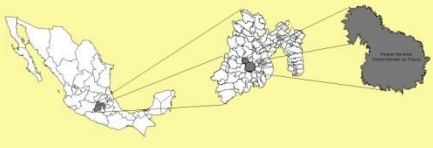
<i>Superficie/ha.</i>	<i>Clasificación del grado de erosión</i>
47,164.5585	Ligera
11,142.6796	Moderada
38.7999	Alta
532.5200	Muy Alta

³² AstroMia. (2008). Definición de erosión eólica. Proceso de degradación y alteración que presenta la superficie terrestre por la acción del viento.




Universidad Autónoma del Estado de México
 Facultad de Geografía


PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA



ESCALA GRÁFICA
 1 0 1 2 3 4 Kilómetros

18 RANGO DE EROSIÓN EÓLICA

SIMBOLOGÍA TEMÁTICA

RANGOS DE EROSIÓN EÓLICA

- SIN EROSION
- MINIMA
- MUY BAJA
- BAJA
- MEDIA
- ALTA

FUENTE:
 CARTAS EDAFOLÓGICAS E14 A37, E14A47 Y E14A48 INEGI. DIGITALIZACIÓN PROPIA
 USO DE SUELO Y VEGETACIÓN AÑO 2006.
 PROPORCIONADA POR EL DR. SERGIO FRANCO MARRAS, INVESTIGADOR DE LA U.A.E.M.
 MODELO DE ELEVACIÓN DIGITAL
 RESOLUCIÓN 20 MTS.

INFORMACIÓN FUENTE ESCALA 1:50 000
 PROYECCIÓN UTM ZONA 14
 SISTEMA DE REFERENCIA NAD83
 ESFEROIDE CLARKE 1866
 CUADRICULA UTM A CADA 10 000 MTS.

SIMBOLOGÍA BÁSICA

POBLACIÓN

- TRAZA URBANA
- LOCALIDAD

VÍA DE COMUNICACIÓN

- FEDERAL DE CUOTA
- PAVIMENTADA

HIDROGRAFÍA

- RÍO
- CANAL
- PRESA
- BORDO

TOPOGRAFÍA

- CURVA MAESTRA
- EQUIDISTANCIA A CADA 100 METROS

LÍMITE

- MUNICIPAL
- PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA

ANEXO 2

CUESTIONARIO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE SITIOS DONDE REALIZAR ACTIVIDADES DE RAPPEL Y ESCALADA

La presente investigación tiene como objetivo identificar las condiciones ambientales, que los profesionistas en actividades de rappel y escalada requieren para desarrollar dicha actividad, teniendo como sustento su experiencia, profesionalismo y afición.

Con lo anterior, se pretende desarrollar una metodología con base en sistemas de información geográfica, que permitan por medio del análisis de los componentes físico-geográficos, identificar zonas con potencial para el desarrollo de actividades de rappel y escalada. Este trabajo se desarrolla como parte del proyecto de investigación "Turismo armónico, alternativa para el desarrollo local sustentable, propuesta teórico metodológica desde el pensamiento complejo", financiado por CONACyT clave 83171.

Por lo anterior, rogamos de su apoyo para la obtención de información referente a dicho deporte.

Nombre:

País o lugar de residencia:

Tiempo de experiencia en este deporte:

Cite algunos lugares que por su importancia y complejidad en este deporte ha visitado.

Lugar

País o Estado

1. En base a la experiencia que Usted ha adquirido en este deporte, mencione cuales son las condiciones generales que debe de tener un sitio para considerarse apropiado para realizar este deporte.
2. Mencione si existe algún método para identificar los sitios aptos para desarrollar esta actividad, o en su caso ¿Cómo saben de la existencia de un sitios apto para rappel y escalada?
3. En caso de que se encontraran en un sitio nuevo, desconocido, pero con el mínimo de condiciones para realizar la actividad, ¿cuál sería el factor más importante a considerar para decidir practicar en ese lugar?
4. Desde su punto de vista técnico y profesional, ¿las condiciones que debe tener un sitio para la práctica de escalada, sirven de igual manera para el descenso en rappel?
5. El descenso en rappel, considera un desnivel mínimo en terreno o en su caso, ¿Cuál sería la altura ideal para la práctica de rappel?

6. Además del equipo técnico que debe llevar el deportista, ¿el sitio de práctica deben de contar con equipamiento e infraestructura?, de ser así, ¿En qué consiste este acondicionamiento?
7. Con base a su experiencia y a los requerimientos de práctica, enumere del 1 al 10, siendo 1 el más importante y menos importante el 10, los siguientes factores:
- Dirección y velocidad del viento
 - Pendiente del terreno
 - Desnivel altitudinal
 - Presión atmosférica
 - Humedad atmosférica
 - Cobertura vegetal (bosque, vegetación arbustiva, pastizales, etc)
 - Accesibilidad (vías de comunicación)
 - Servicios (restaurantes, hoteles, transporte, médicos)
 - Belleza paisajística
 - Tipo de roca
 - Otros (¿cuáles?)
-

8. Si pudiéramos identificar un tipo de roca adecuado para realizar dicha actividad, ¿Cuál sería el tipo de roca en el que se puede practicar con mayor seguridad esta actividad?
9. La accesibilidad al sitio de práctica, ¿es importante para realizar este deporte?, o en su caso ¿Cuáles son las condiciones más recomendables para acceder a la zona de interés?
10. Consideran importante la presencia de vegetación, o por el contrario, resulta una limitante para practicar el deporte?
11. Mencione un rango de altura óptimo para realizar estas actividades, tomando en cuenta los siguientes niveles de experiencia:

Desnivel altitudinal recomendados

Principiante

Avanzado

Profesional

12. Las actividades de rappel y escalada, consideran únicamente pendientes de 90° o paredes totalmente verticales o existen otras condiciones donde es posible practicar ambas actividades?
13. ¿Qué tipo de conocimiento adicional se requiere para realizar estos deportes?

14. Como parte de la infraestructura y servicios que requieren los practicantes de este deporte, enumere del 1 al 10, siendo 1 el más importante y menos importante el 10, los servicios más importantes con los que debe contar la zona:

- Vías de acceso
- Transporte
- Servicios de atención medica (primeros auxilios)
- Hospedaje
- Servicios sanitarios
- Venta de alimentos (restaurantes, refrigerios, etc.)
- Servicios de comunicación (teléfono, internet, radiocomunicación, etc.)
- Área de venta de accesorios deportivos, recuerdos, artesanías de la región
- Guía de turista
- Tienda de autoservicio
- Otros (¿cuáles?) _____

1. ¿Conoce el Parque Nacional Nevado de Toluca que se localiza en el Estado de México, cercano a Valle de Bravo, México?; Sí () No () de ser sí, ¿ha volado alguna vez en esa zona?

Sí () No ()

15. En caso de que su respuesta sea afirmativa; ¿considera que en dicha zona existen las condiciones necesarias para practicar este deporte o hace falta equipamiento e infraestructura de servicios?

16. En algunos casos los practicantes de este deporte cuentan con registros de coordenadas GPS para los sitios de práctica, ¿podría proporcionarnos las coordenadas de los sitios dónde ha practicado en el Estado de México o en su caso mencionar los lugares donde ha estado?

17. Finalmente, podría usted mencionar algún documento, libro, revista o artículo en el cual se mencione información relacionada con la identificación de sitios óptimos para la práctica de rappel o escalada (favor de mencionar fuente o página web recomendada):

Otros comentarios u observaciones:

Agradecemos la atención prestada al presente, así como la información proporcionada, misma que será considerada con fines de investigación académica, haciendo referencia a su contribución.

MUCHAS GRACIAS.

CUESTIONARIO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE SITIOS DONDE REALIZAR ACTIVIDADES DE CICLISMO DE MONTAÑA

La presente investigación tiene como objetivo identificar las condiciones ambientales que los profesionistas en actividades de ciclismo de montaña requieren para desarrollar dicha actividad, teniendo como sustento su experiencia, profesionalismo y afición.

Con lo anterior, se pretende desarrollar una metodología con base en sistemas de información geográfica que permita, por medio del análisis de los componentes geográficos, identificar zonas con potencial para el desarrollo de actividades de ciclismo de montaña. Este trabajo se desarrolla como parte del proyecto de investigación "Turismo armónico, alternativa para el desarrollo local sustentable, propuesta teórico metodológica desde el pensamiento complejo", financiado por CONACyT clave 83171.

Por tal motivo, le agradeceremos su apoyo para la obtención de información referente a dicho deporte.

Nombre:

País o lugar de residencia:

Tiempo de experiencia en este deporte:

Podría citar algunos lugares que por su importancia y complejidad en este deporte ha visitado.

Lugar

País o Estado

1. Con base en la experiencia que Usted ha adquirido en este deporte, mencione cuáles son las condiciones generales que debe de tener un sitio para considerarse apropiado para realizar este deporte.
2. Mencione si existe algún método para identificar los sitios aptos para desarrollar esta actividad, o en su caso ¿Cómo saben de la existencia de un sitio apto para practicar el ciclismo de montaña?
3. En caso de un sitio nuevo, desconocido, pero con el mínimo de condiciones para realizar la actividad, ¿cuál sería el factor más importante a considerar para decidir practicar en ese lugar?
4. El ciclismo de montaña, considera un desnivel mínimo en terreno o en su caso, ¿Cuál sería la inclinación o pendiente ideal para su práctica?
5. Además del equipo técnico que debe llevar el deportista, ¿el sitio de práctica deben de contar con equipamiento e infraestructura?, de ser así, ¿En qué consiste este acondicionamiento?

6. Con base a su experiencia y a los requerimientos de práctica, enumere del 1 al 10, siendo 1 el más importante y menos importante el 10, los siguientes factores:

- Dirección y velocidad del viento
- Pendiente del terreno
- Desnivel altitudinal (diferencia de alturas)
- Tipo de suelo (textura o dureza)
- Humedad atmosférica
- Cobertura vegetal (bosque, vegetación arbustiva, pastizales, etc.)
- Accesibilidad (vías de comunicación)
- Servicios (restaurantes, hoteles, transporte, médicos)
- Belleza paisajística
- Substrato rocoso (tipo de roca)
- Otros (¿cuáles?)

7. Si pudiéramos identificar un tipo de suelo o de roca adecuado para realizar dicha actividad, ¿Cómo tendría que ser este para poder practicar el ciclismo? (describir como debe ser el suelo y el tipo de roca presente en la zona)

8. ¿La accesibilidad al sitio de práctica, es importante para realizar este deporte?, o en su caso ¿Cuáles son las condiciones más recomendables para tener acceso a la zona de interés?

9. Considera importante la presencia de vegetación, o por el contrario, resulta una limitante para practicar el deporte?

10. En la práctica de este deporte, ¿existen diferentes niveles de dificultad o rutas según la experiencia?

11. Con base en la pregunta anterior; ¿Cuáles son las condiciones físicas en campo, que permiten diferenciar los tipos de rutas?

12. Considerando la experiencia del deportista, mencione que rango de pendiente y distancia le corresponde a cada uno:

Pendiente del terreno

Distancia del circuito

13. La actividad de ciclismo de montaña, considera únicamente la pendiente o inclinación del terreno y la distancia del circuito, o existen otras condiciones que se deben de tomar en cuenta para conformar un circuito, cuáles son las más importantes?

14. Como parte de la infraestructura y servicios que requieren los practicantes de este deporte, enumere del 1 al 10, siendo 1 el más importante y menos importante el 10, los servicios con los que debe contar la zona:

- Vías de acceso

- () Transporte
 - () Servicios de atención medica (primeros auxilios)
 - () Hospedaje
 - () Servicios sanitarios
 - () Venta de alimentos (restaurantes, refrigerios, etc.)
 - () Servicios de comunicación (teléfono, internet, radiocomunicación, etc.)
 - () Área de venta de accesorios deportivos, recuerdos, artesanías de la región
 - () Guía de turista
 - () Tienda de autoservicio
 - () Otros (¿cuáles?)
-

15. ¿Conoce el Parque Nacional Nevado de Toluca que se localiza en el Estado de México, cercano a Valle de Bravo, México?; Sí () No () de ser sí, ¿ha practicado este deporte en esa zona?

Sí () No ()

16. En caso de que su respuesta sea afirmativa; ¿considera que en dicha zona existen las condiciones necesarias para practicar este deporte o hace falta equipamiento e infraestructura de servicios?

17. En algunos casos los practicantes de este deporte cuentan con registros de coordenadas GPS para los sitios de práctica, ¿podría proporcionarnos las coordenadas de los sitios dónde ha practicado en el Estado de México, o en su caso las zonas donde ha practicado el deporte?

18. Finalmente, podría usted mencionar algún documento, libro, revista o artículo en el cual se mencione información relacionada con la identificación de sitios óptimos para la práctica de ciclismo de montaña (favor de mencionar fuente o página web recomendada):

Otros comentarios u observaciones:

Agradecemos la atención prestada al presente, así como la información proporcionada, misma que será considerada con fines de investigación académica, haciendo referencia a su contribución.

MUCHAS GRACIAS.

FICHA DE CONTROL Y SEGUIMIENTO DE VISTAS DE CAMPO

“APLICACIÓN DEL ANÁLISIS ESPACIAL Y GEOINFORMÁTICO PARA LA DETERMINACIÓN DE ZONAS CON APTITUD TURÍSTICA EN EL PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO: CASO TURISMO DE NATURALEZA”.

ASISTENTES:	FECHA:
LUGAR:	ACTIVIDAD IDENTIFICADA:
OBJETIVO:	

1.- ACTIVIDADES PREVIAS AL RECORRIDO EN CAMPO

2.- ACTIVIDADES DURANTE LA VISITA A CAMPO

3.- ACTIVIDADES REALIZADAS POSTERIORES A LA VISITA EN CAMPO

4.- MEMORIA FOTOGRÁFICA

5.- CONCLUSIONES