



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Determinación de Áreas Protegidas Caso de Estudio:  
Sierra de Pénjamo, Gto.**

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO  
DE INGENIERO GEOMÁTICO  
P R E S E N T A:  
TALIB OLIVER CABRERA

DIRECTOR DE TESIS: M. EN G. JUAN MANUEL NÚÑEZ HERNÁNDEZ



MÉXICO, D.F. CIUDAD UNIVERSITARIA

2011

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	2
<b>CAPÍTULO I. ANTECEDENTES</b>	3
I.1 Introducción	4
I.2 Qué es una ANP	4
I.3 Historia de las ANP	5
I.3.1 Las ANP en el mundo	5
I.3.2 ANP en México	8
I.3.3 ANP en Guanajuato	12
I.4 Criterios para la determinación de una ANP	14
<b>CAPÍTULO II. EL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL</b>	17
II.1 El ordenamiento ecológico territorial	18
II.1.1 Antecedentes históricos del ordenamiento territorial	19
II.1.2 Modalidades de ordenamientos ecológicos territoriales	21
II.1.3 Proceso del ordenamiento ecológico territorial	22
II.2 Servicios ambientales	24
II.3 Las áreas naturales protegidas en los ordenamientos territoriales	26
<b>CAPÍTULO III. LA SIERRA DE PÉNJAMO</b>	30
III.1 Introducción	31
III.2 Historia	31
III.2.1 Primeras etapas de poblamiento	31
III.2.2 Proceso de conformación de una nueva población	33
III.2.3 Periodo actual	35
III.2.3.1 Problemática actual	36
III.2.3.2 Localidades y asentamientos humanos	38
III.3 Geomorfología y geología	40
III.3.1 Geología física e histórica	40
III.3.2 Zonas de recarga de los acuíferos	40
III.3.3 Tipos de suelo y erosión	44
III.3.3.1 Erosión	45
III.4. Clima	49
III.5 Hidrología	50
III.5.1 Precipitación	50
III.5.2 Aguas subterráneas	51
III.5.3 Escurrimientos superficiales y cuerpos de agua	53
III.6 Vegetación y ecosistemas	54
III.6.1 Características biológicas de la Sierra de Pénjamo: flora y fauna	55
III.6.1.1 Composición florística	55
III.6.1.2 Vegetación de la sierra de Pénjamo	55
III.6.1.3 Fauna	59
III.6.1.3.1 Fauna de Guanajuato	59
III.6.1.3.2 Fauna de la sierra de Pénjamo	59
III.7 Actividades productivas, uso de suelo y aprovechamiento	61
III.7.1 Uso y aprovechamiento de especies de flora y fauna silvestres	65

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>CAPÍTULO IV. CRITERIOS ESPACIALES PARA LA DETERMINACIÓN DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA SIERRA DE PÉNJAMO</b>	67
IV.1 Introducción	68
IV.2 Fases del proyecto	69
IV.3 Metodología	71
IV.3.1 Índice de posición topográfica	71
IV.3.2 Talleres participativos	73
IV.3.3 Validación y verificación de la vegetación	73
IV.3.4 Generación de puntos de control	81
IV.4 Criterio geomorfológico	82
IV.5 Trabajo de campo	87
IV.5.1 Participación ciudadana	87
IV.5.2 Índice de vegetación	89
IV.5.3 Levantamiento de puntos de control	90
IV.6 Resultados finales	94
IV.6.1 Índice de posición topográfica	94
IV.6.2 Resultados del proceso social	96
IV.6.3 Análisis de vegetación	104
IV.6.4 Resultados del levantamiento	109
 <b>CAPÍTULO V CONCLUSIONES</b>	 128
V.1 Conclusiones y comentarios finales	129
 <b>ANEXOS</b>	 132
 <b>BIBLIOGRAFÍA</b>	 156

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo da cuenta de mi participación dentro de un grupo multidisciplinario de trabajo en los resultados del Estudio Previo para Decretar la Sierra de Pénjamo como un Área Natural Protegida (proceso de adjudicación: IEE-DRN-03/2009). El trabajo de investigación y campo se realizó entre los meses de junio y noviembre de 2009 y los ajustes y correcciones finales entre los meses de enero de 2009 y diciembre de 2010.

El proyecto fue dividido en tres fases que son los criterios geomorfológicos, la validación de la vegetación y el trabajo de campo. Por lo que a lo largo del presente trabajo de alguna manera se refleja esa misma estructura

Los criterios geomorfológicos fueron las consideraciones tomadas basándose en la topografía del área de estudio, que gracias a que el área es una sierra y es la única forma de relieve de la zona, se tomó la decisión de que esa característica funcionara como primer y principal delimitación del Área Natural Protegida (ANP).

La siguiente etapa del proyecto fue una parte del trabajo de campo que son los talleres participativos los cuales son de importante relevancia ya que se realizaron diversas actividades con la gente que vive en la zona para poder recolectar información histórica de flora, fauna y geología, también saber de fuente de los pobladores que zonas son conflictivas tanto en aspecto natural como social, en base a esta fuente fue posible dar una mejor delimitación del ANP.

El último criterio usado en el proyecto fue el de campo, este criterio fue dividido en dos secciones que son los criterios de vegetación y el levantamiento de la poligonal final.

Para la validación de vegetación fueron usadas diversas metodologías que permitieron dar un estado general de conservación de la zona de estudio, el cual es de alta importancia pues es fundamental para los planes de manejo del ANP.

Las principales metodologías usadas para los criterios de vegetación fueron transectos en campo además de recolección de información en diversos recorridos y el uso de GPS e imágenes satelitales con índices de vegetación para poder corroborar y analizar zonas que o fueron inaccesibles o por razones de tamaño de la zona y de tiempo no se pudieron recorrer.

La parte final del proyecto fue el levantamiento de la poligonal, esto debido a que la poligonal sufrió múltiples cambios a lo largo de toda la investigación, esta poligonal fue levantada según los requisitos presentados por el Sistema de Áreas Naturales Protegidas para el Estado de Guanajuato (SANPEG), programa que regula las ANP en el estado de Guanajuato.

Es importante mencionar que en los primeros capítulos de esta tesis se aborda un marco informativo acerca del ordenamiento territorial y las áreas naturales protegidas, tanto en el contexto nacional como municipal. Complementando con ello la visión de orientación seguida a lo largo del proyecto.

**CAPÍTULO I**  
**ANTECEDENTES**

## I.1 INTRODUCCIÓN

A lo largo del capítulo se abordará el tema de las Áreas Naturales Protegidas (ANP). Este recurso de conservación a nivel mundial es uno de los más importantes en cuanto a resultados.

Las ANP han sido objeto de críticas debido a que las acciones de protección se limitan al polígono establecido. Esto significa que fuera de dichos límites no tienen lugar los mecanismos o acciones de conservación acorde a la reglamentación de la ANP, aún cuando se trate de una región limítrofe o muy cercana a la misma. Lo anterior, ha creado dudas acerca del funcionamiento eficaz de dicho recurso como una herramienta para la protección del medio ambiente.

No obstante, en México, esta herramienta ha resultado exitosa y es una de las más usadas.

## I.2 QUÉ ES UNA ANP

Las áreas protegidas son áreas determinadas por un Estado o Nación sujetas a un marco legal e institucional. Según la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas las ANP (CONANP) “son el instrumento de política ambiental con mayor definición jurídica para la conservación de la biodiversidad. Éstas son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y valorados. Se crean mediante un decreto presidencial y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, su Reglamento, el programa de manejo y los programas de ordenamiento ecológico. Están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley”.

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) en 1994 define a las áreas protegidas como: "Una superficie de tierra o mar especialmente dedicada a la protección y mantenimiento de la Biodiversidad y de los recursos naturales y culturales asociados; manejada a través de medios legales, o de otros medios efectivos".

De acuerdo con esta definición, e independientemente de su carácter antropocentrista, las áreas protegidas son territorios de manejo especial destinados a la administración, manejo y protección del ambiente y los recursos naturales renovables tanto de flora y fauna que ellas se encuentran.

Las áreas protegidas pueden ser espacios creados por la sociedad en su conjunto, articulando esfuerzos que garanticen la vida en condiciones de bienestar, es decir la conservación de la biodiversidad así como el mantenimiento de los procesos ecológicos necesarios para su preservación y el desarrollo del hombre.

Existen categorías definidas para distinguir a las Áreas Protegidas. Por ejemplo, en México, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) define seis: Reservas de la biosfe-

ra, Parques nacionales, Monumentos naturales, Áreas de protección de recursos naturales, Áreas de protección de flora y fauna y Santuarios.

El término de áreas naturales protegidas comprende, también, el de las Áreas Protegidas Marinas, que se refiere a áreas protegidas cuyos límites salen del litoral y se encuentran en el océano.

La definición de área protegida, abarca un amplio rango de acercamientos para el manejo de las mismas. Existen áreas más bien restringidas donde el acceso está muy limitado, hasta parques donde se hace énfasis en la conservación, sin embargo se permite la entrada de visitantes.

### **I.3 HISTORIA DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS**

Para poder entender mejor el contexto actual respecto a las ANP y su evolución como herramienta para la conservación es importante conocer su historia.

#### **I.3.1 LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS EN EL MUNDO**

En 1872, en Estados Unidos, se creó el primer Parque nacional en Yellowstone. A partir de entonces, en todo el mundo, se han declarado aproximadamente 2,840 parques nacionales que suman una extensión, también aproximada, de seis millones de kilómetros cuadrados. Además, existen casi 40 mil Parques Estatales o Provinciales, que abarcan aproximadamente 380,000 km<sup>2</sup> y, por lo menos, unas 4,200 Áreas Protegidas de la Sociedad Civil que ocupan una extensión de 40,000 km<sup>2</sup>. Estas áreas responden a las diferentes prioridades de conservación que se han establecido a lo largo del tiempo a nivel nacional e internacional.<sup>1</sup>

Según la UICN el aporte de las áreas protegidas al desarrollo sostenible referido a resultados de estudios de valorización o de costo/beneficio de las Áreas Protegidas individuales o del Sistema en general, está empezando a ser desarrollado en la mayoría de los países, donde se ha tratado de valorar la biodiversidad o el patrimonio natural. En cuanto a la apreciación general de los valores principales que encierran las áreas protegidas, ésta ha ido aumentando entre el público en general y entre los sectores sociales que más apoyan a estas áreas; la razón principal es un aumento del conocimiento de los beneficios que estos aportan al desarrollo económico, social y ambiental de los Países.

Las áreas naturales protegidas tienen muchas funciones. Son esenciales para la conservación de la biodiversidad, y de servicios vitales del ecosistema, tales como líneas divisorias de aguas y protección de suelos y blindaje de comunidades humanas contra los desastres naturales.

---

<sup>1</sup> *Estrategias para un Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia.

Muchas áreas protegidas son importantes para las comunidades locales en México, la población indígena, que depende para su supervivencia de una fuente sostenible de recursos. Son importantes también para la investigación y la educación, y contribuyen a la economía tanto local, como regional, generalmente a través del ecoturismo.

Debido al gran auge de las ANP en el mundo, se han creado diversas organizaciones que se dedican a realizar tareas para contribuir al desarrollo de los proyectos de protección ambiental.

La UICN, fundada en 1948, es la red ambiental más grande y antigua que existe, considerada como la primera organización medioambiental global del mundo. Es una unión democrática que reúne a más de 1,000 organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, además de más de 10,000 científicos voluntarios y expertos en alrededor de 160 países.<sup>2</sup>

La UICN, contribuye a encontrar soluciones pragmáticas para los desafíos de primordial atención del medio ambiente y el desarrollo que enfrenta el planeta, apoyando la investigación científica, gestionando proyectos de campo en todo el mundo, y reuniendo a los gobiernos, las ONG, las Naciones Unidas, las convenciones internacionales y las empresas para que trabajen sinérgicamente en el desarrollo de políticas, leyes y buenas prácticas de tipo ecológico territorial.

A nivel mundial, se reconoce que el papel que deben jugar los estados en la concreción y administración de las Áreas Naturales Protegidas es indelegable, ya que se ha demostrado que la privatización de los recursos naturales no contribuye a la conservación de los mismos, especialmente en países donde el sector público es crecientemente débil, pues, en la mayoría de los casos, el interés central del sector privado es hacia el lucro y no a la provisión de servicios ambientales para los cuales no existen además formas consensuadas de compensación económica, la conservación de la biodiversidad, los ciclos biogeoquímicos, el reciclaje del agua o, simplemente, la permanencia de los paisajes.

La relación entre las comunidades y la administración de las áreas protegidas ha mejorado en la medida que las primeras se han incorporado en los programas de manejo y los Servicios de Parques han hecho un mayor esfuerzo en implementar estrategias de educación ambiental, no obstante, es necesario promover políticas de gestión de las áreas protegidas con las comunidades, a fin de ampliar los beneficios directos derivados del manejo de ellas.

En América Latina, se han observado ya algunos efectos, no siempre favorables, de la apertura económica y de la globalización en general, sobre las Áreas Naturales Protegidas, al existir una mayor presión sobre la oferta ambiental presente en dichas áreas, ya sea por efectos de la expansión de la frontera agrícola o por la expectativa de los países desarrollados sobre los recursos genéticos que albergan.

Así se ha visto la urgencia de definir políticas y orientaciones, partiendo, entre otras, de la base de una

---

<sup>2</sup> Página Web de la UICN. <http://www.iucn.org>



sólida organización y administración de las áreas protegidas. Las áreas naturales protegidas, en los países de esta región, a excepción de Colombia, Cuba y Venezuela, no han sido incorporadas a los planes de desarrollo nacional y solo en algunos casos se han incorporando algunos planes sectoriales o regionales, pero, en general, el rol que juegan las áreas protegidas en los marcos políticos y económicos es marginal. Sin embargo se nota una tendencia a dar mayor significado a la variable ambiental en la toma de decisiones económicas.

En esta misma región y con relación al financiamiento de las áreas protegidas, se aprecia una tendencia en los últimos años a un aumento en la asignación de recursos por parte del sector público y, en algunos casos, juegan un papel importante los recursos externos de cooperación internacional. Además del financiamiento y la obtención de recursos estatales para la conservación de las áreas protegidas, se están explorando otras formas de financiamiento, a través del establecimiento de tarifas por el cobro de los servicios y bienes ambientales y recreativos que ofrecen la compensación por la fijación de carbono en bosques tropicales, por ejemplo.<sup>3</sup>

La UICN igual que CONABIO tiene su propia clasificación de ANP, usa 6 clases generales para categorizar las áreas protegidas:<sup>4</sup>

- I. Reserva de naturaleza/área de vida salvaje: área protegida manejada principalmente para la ciencia de la protección de la vida salvaje.
- II. Parque nacional: área protegida manejada principalmente para la protección y la reconstrucción del ecosistema
- III. Monumento natural: área protegida manejada principalmente para la conservación de características naturales específicas
- IV. Habitat/área de manejo de especies: área protegida manejada principalmente para la conservación por medio de la gestión.
- V. Paisaje/paisaje marino protegidos: área protegida manejada principalmente para el paisaje/la protección y la reconstrucción del paisaje marino.
- VI. Área protegida de recursos manejada: área protegida manejada principalmente para el uso sostenible de ecosistemas naturales.

---

<sup>3</sup> *Estrategias para un Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia.

<sup>4</sup> Página Web de la UICN. <http://www.iucn.org>

Para el 2000, las 30.000 áreas protegidas del mundo cubrían sobre 13, 250, 000 km<sup>2</sup> de la superficie de la tierra (aproximadamente del tamaño de la India y de China combinadas). Una proporción mucho más pequeña de los mares del mundo (apenas 1%) se protege. Esto representa una enorme inversión por los países del mundo para proteger su diversidad biológica para las futuras generaciones.

### **I.3.2 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS EN MÉXICO**

Acorde a la CONANP el instrumento de política ambiental con mayor definición jurídica para la conservación de la biodiversidad en nuestro país es el de las Áreas Naturales Protegidas. Se crean mediante un decreto presidencial y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, su Reglamento, el programa de manejo y los programas de ordenamiento ecológico. Están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley.

En 1876 se creó la primera área protegida en México, el Desierto de los Leones, con el propósito de proteger los manantiales que abastecían de agua a la Ciudad de México.

Es hasta la publicación de la Constitución Política de 1917, que se integra el concepto de propiedad como una función social, y se establecen regulaciones y limitaciones para el aprovechamiento de los recursos naturales susceptibles de apropiación. Sobre esta base se decreta el Desierto de los Leones como el primer parque nacional. Sin embargo, durante las cinco décadas subsiguientes, México no establece con claridad y efectividad políticas públicas en materia de conservación de los ecosistemas y su biodiversidad.

A pesar de lo anterior fueron realizados importantes esfuerzos de conservación a cargo de Miguel Ángel de Quevedo, que tuvieron como resultado la protección de las cuencas de ciudades importantes, y la constitución de Parques Nacionales y Reservas Forestales en espacios con valor escénico y ambiental.

Es a partir de los años setentas cuando se inicia una nueva etapa donde la conservación se enfoca de manera más importante, por un lado a conservar la biodiversidad, y como cuestión complementaria a los servicios ambientales o ecológicos, y por otro a la incorporación expresa de las comunidades humanas en el modelo a través de las reservas de la biosfera. Resulta evidente que el futuro de las ANP requirió de un compromiso para lograr niveles dignos de bienestar para los residentes, de quienes a la vez depende la capacidad de éstas para seguir ofreciendo sus servicios conservacionistas, de ecoturismo, etcétera. Lamentablemente esto ocurrió al tiempo que se subsidiaba ampliamente y como política pública la destrucción de ecosistemas en todo el país y sobre todo la introducción de ganadería en importantes extensiones de selvas.

Durante las siguientes dos décadas, con base en grandes esfuerzos de la sociedad y con el liderazgo de importantes grupos académicos de las principales instituciones del país, en alianza con organizaciones de la sociedad civil, se reactiva la creación de ANP. La protección de éstas es además de un instrumento que

a nivel mundial y nacional las convierte en íconos de compromiso con la conservación, por parte del sector oficial, lo cual facilita su decreto, no así un compromiso real en su manejo conservacionista efectivo. En 1988 se crea el Sistema Nacional de Áreas Protegidas que tiene como función el manejo y la administración de estas áreas. A principios de los noventa se da la primera institucionalización de la gestión ambiental en lo general y la de conservación ecológica en lo particular.

La cumbre de la Tierra en 1992 representó en el ámbito internacional la oportunidad de cambio en lo ambiental que hoy vive México en lo político. Es ahí donde nuestro país asumió importantes compromisos de hacer efectiva la voluntad que los decretos de Áreas Naturales Protegidas habían representado en el papel durante 75 años. En el mismo lapso, la sociedad civil había crecido en su conocimiento, conciencia y sofisticación de las organizaciones conservacionistas nacionales y aquellas internacionales con presencia en México, aliadas en ocasiones con grupos ecologistas y ambientalistas, empezó a dar frutos. Desde diversos ámbitos, nuevos líderes en conservación se sumaron en buen número a los maestros pioneros de dos generaciones.

En este marco y gracias a la participación que durante años habían obtenido los centros académicos y de manera creciente la clase política se forman dos importantes instituciones cuya influencia seguirá por mucho tiempo más. En 1992 se crea la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO) y poco después el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN). Juntos continúan proyectando y fortaleciendo a nivel nacional e internacional la imagen del país en materia, e inciden en las políticas públicas.

La primera desde el sector público, por su capacidad e buscar, rescatar, organizar y utilizar la información en materia de biodiversidad para la toma de decisiones por la sociedad y el gobierno; y la segunda, desde los sectores privados y filantrópicos, al obtener, administrar y distribuir estratégicamente recursos financieros y técnicos para programas y proyectos de conservación de la sociedad y gobierno, y fortalecer las propias organizaciones conservacionistas. Como resultado directo de estas coyunturas de los años 90's, las ANP aceleradamente ganaron el terreno que durante décadas perdieron. Institucionalmente, pasan de una dirección de área, con reducido presupuesto y un papel centralizado, lejano y básicamente normativo, a convertirse en una unidad coordinadora dentro del Instituto Nacional de Ecología (INE) en 1996 y éste a su vez en la estructura de una Secretaría, con capacidad operativa directa, aunque mínima, en más del 80% de la superficie bajo protección. Finalmente, en el año 2000, se crea la Comisión de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) como órgano desconcentrado de la ahora Secretaría del medio ambiente y recursos naturales (SEMARNAT).

En la gráfica 1.1 se puede observar la relación de crecimiento de las ANP con respecto a los años.



Gráfica 1.1 ANP acumuladas por sexenios<sup>5</sup>

Como se puede ver el crecimiento de las ANP en México ha ido teniendo un avance muy importante sobre todo a partir de finales de los años setentas. Actualmente nuestro país cuenta con 174 ANP de carácter federal que abarcan una extensión de 25,384,818 hectáreas que representan el 12.92% del territorio nacional<sup>6</sup>. (Ver mapa 1.2)



Mapa 1.2 Áreas Naturales Protegidas en México, en verde se encuentran las ANP federales, en morado las estatales y en rojo la municipales. Elaboración propia con fuente de CONANP

<sup>5</sup> Claudia T. Lomas., 2009. Dinámica de la frontera forestal en la Sierra Ajusco Chichinautzin. México.Pp. 30

<sup>6</sup> Dato obtenido de la Página Web de CONANP con fecha de 12 de Mayo del 2010.

La clasificación que se le da en México a las áreas protegidas es la siguiente:<sup>7</sup>

**RESERVA DE LA BIOSFERA:** Conservar áreas biogeográficas representativas y relevantes, a nivel nacional, de uno o más ecosistemas no alterados significativamente y, al menos, una zona no alterada, en que habiten especies endémicas, amenazadas o en peligro de extinción.

**RESERVA ESPECIAL DE LA BIOSFERA:** Conservar áreas representativas de uno o más ecosistemas no alterados significativamente, en que habiten especies endémicas, amenazadas o en peligro de extinción. Son de menor superficie o diversidad de especies que las Reservas de la Biósfera.

**PARQUES NACIONALES:** Conservar áreas biogeográficas representativas a nivel nacional, de uno o más ecosistemas, importantes por su belleza escénica, valor científico, educativo, histórico o recreativo, por la existencia de flora y fauna de importancia nacional y por su aptitud al turismo.

**MONUMENTOS NATURALES:** Conservar áreas que contengan uno o varios elementos de importancia nacional, de carácter único o excepcional, interés estético, valor histórico o científico.

**PARQUE MARINO NACIONAL:** Conservar playas y la zona federal marítimo terrestre contigua, relacionadas con actividades de preservación de los ecosistemas acuáticos, de investigación, recreación, educación ecológicas, y aprovechamiento de recursos naturales autorizados.

**ÁREA DE PROTECCIÓN DE RECURSOS NATURALES:** Conservar áreas destinadas a la preservación y restauración de zonas forestales y a la conservación de suelos y aguas.

**ÁREA DE PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA:** Conservar hábitats de cuyo equilibrio y preservación dependen la existencia, transformación y desarrollo de especies de flora y fauna silvestre y acuáticas.

**PARQUE URBANO:** Conservar áreas de uso público para obtener y preservar el equilibrio de los ecosistemas urbanos industriales, y proteger un ambiente sano, el esparcimiento de la población y valores artísticos, históricos y de belleza natural.

**ZONA SUJETA A CONSERVACIÓN ECOLÓGICA:** Conservar uno o más ecosistemas, cercanos a asentamientos urbanos, en buen estado de conservación, para preservar los elementos naturales indispensables al equilibrio ecológico y al bienestar general.

---

<sup>7</sup> Página Web Sagan-Gea. [http://www.sagan-gea.org/hojared\\_biodiversidad/paginas/hoja17.html](http://www.sagan-gea.org/hojared_biodiversidad/paginas/hoja17.html). Responsable del contenido: Dirección de Comunicación y Cultura para la Conservación. Última Actualización: 19 de diciembre de 2007.

### I.3.3 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS EN EL ESTADO DE GUANAJUATO

Con el objeto de preservar y restaurar el equilibrio ecológico, el mejoramiento del medio ambiente; proteger la biodiversidad, fomentar el aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y demás recursos naturales; así como establecer criterios e instrumentos para la constitución, preservación, protección y administración de áreas naturales; entre otros objetivos; se creó el Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (IEE) en 1996. Sus principales objetivos son establecer en coordinación con los municipios, los criterios ecológicos para la planeación, definiendo las zonas aptas para mantener una relación de equilibrio entre recursos, población y factores económicos y el establecimiento de las medidas de protección de áreas naturales en el estado en coordinación con la federación, y los ayuntamientos.

El Instituto Nacional de Ecología estableció las bases del Sistema de Áreas Naturales Protegidas para el Estado de Guanajuato (SANPEG).

El objetivo principal de la protección de áreas naturales, es mantener con el menor grado de perturbación y con posibilidades de uso público, las áreas silvestres con ecosistemas valiosos o únicos, recursos genéticos, paisajes y valores naturales o culturales que forman parte del patrimonio estatal.

Desde su creación se han implementado diferentes acciones de acuerdo a los objetivos de cada ANP, así como de las directrices de manejo establecidas en los Programas de Manejo, orientadas principalmente a la protección, conservación y uso sustentable de los bienes y servicios ambientales que proveen, así como acciones encaminadas a la restauración de los ecosistemas. Un aspecto de relevancia durante el tiempo de funcionamiento del SANPEG, ha sido trabajar conjuntamente con las comunidades que habitan en las ANP o en zonas aledañas para contribuir a mejorar la calidad de vida de los mismos. Entre las principales acciones implementadas se pueden mencionar:

- Restauración de zonas degradadas mediante la implementación de obras de conservación del suelo y agua; por ejemplo, acondicionamiento de barreras de piedra acomodada, presas filtrantes, tinas ciegas, establecimiento de terrazas en curvas de nivel con opción productiva, entre otras.
- Reforestación con fines de restauración, comercialización y de servicios ambientales; priorizando especies nativas, estableciendo cercados perimetrales y otorgando mantenimiento a las reforestaciones para incrementar la supervivencia de plantas.
- Protección y manejo de zonas forestales, donde se realizan podas sanitarias de plantas parásitas, establecimiento de brechas cortafuego y cercados perimetrales para propiciar la regeneración natural.
- Establecimiento de Ecotecnias; por ejemplo, fogones ahorradores de leña, establecimiento de baños secos ecológicos, promoción de energías alternativas como sistemas fotovoltaicos para producción de electricidad y biodigestores para la producción de gas y fertilizantes.
- Implementación de Proyectos Productivos Sustentables; por ejemplo, Viveros de Plantas nativas,

Invernaderos de hortalizas, granjas de traspatío, producción de sustrato, compostas, huertas frutales, entre otras.

- Acondicionamiento y fortalecimiento de infraestructura para ofrecer servicios Ecoturísticos en las ANP, como cabañas ecológicas, senderos, señalética, palapas, mesas y bancas, etc.
- Monitoreo de especies de aves terrestres y acuáticas en algunas ANP.
- Recuperación de usos del suelo que fueron cambiadas a agricultura y/o ganadería para recuperar su vocación forestal. En los últimos tres años se han invertido más de 50 millones de pesos en acciones y estudios en las ANP, promoviendo en gran medida el beneficio social, de los cuales la mayor proporción de los recursos proviene del Estado, pero también se ha tenido concurrencia con otras dependencias como Banco Mundial, Semarnat, Conanp, Conabio, Pronatura, entre otras.

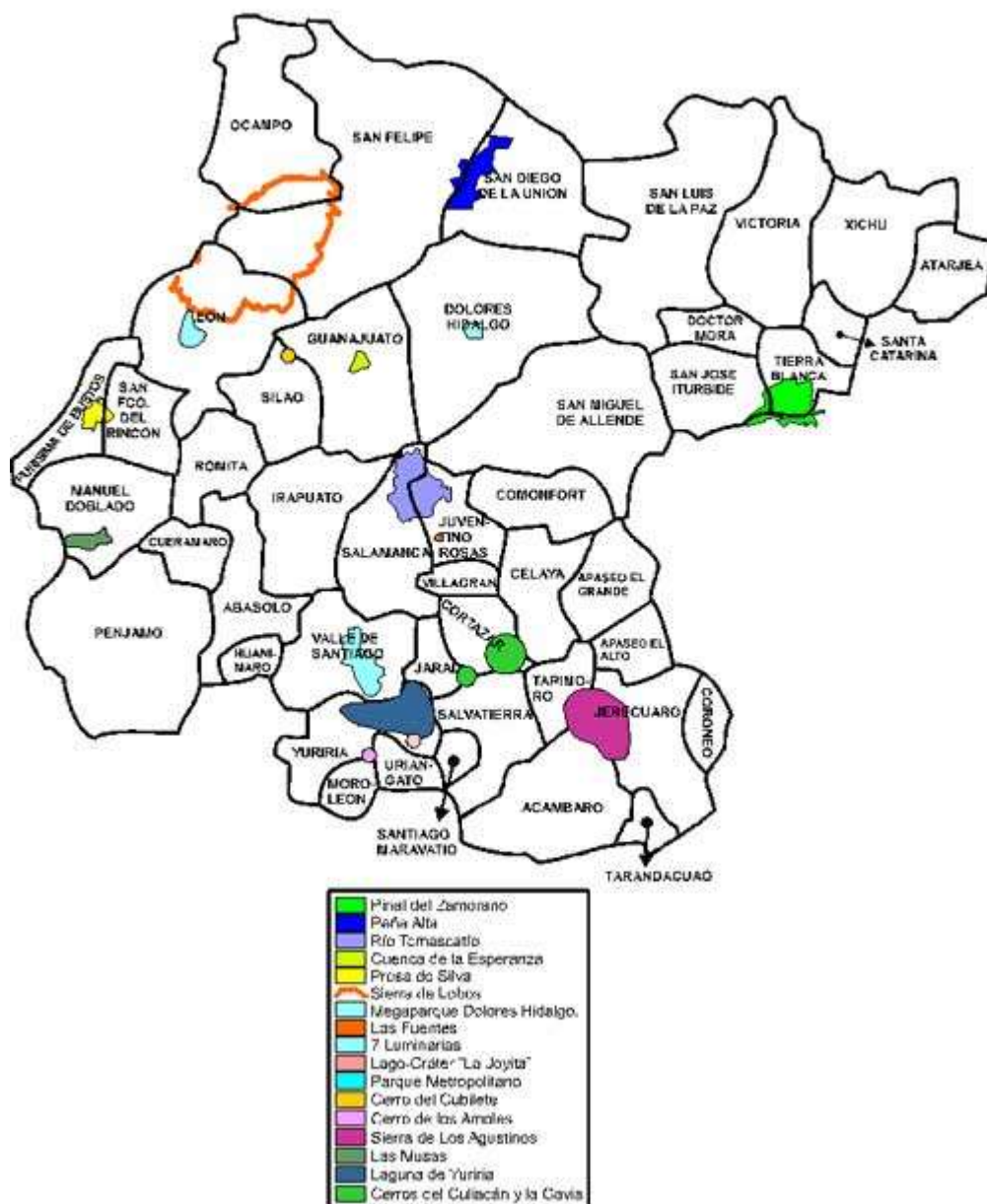
El SANPEG demarca 21 Áreas Naturales Protegidas (ANP) mediante el decreto estatal, en 26 de los 46 municipios que conforman el estado de Guanajuato, y abarcan el 8.6% de la superficie estatal. En el siguiente cuadro, se presenta el número de ANP por categorías que conforman el SANPEG (Cuadro 1.3).

<b>Categoría</b>	<b>No. ANP</b>	<b>SUPERFICIE (ha)</b>	<b>%</b>
Parques Ecológicos	4	1,954.10	0.74
Áreas de Uso Sustentable	9	204,809.27	77.69
Áreas de Restauración Ecológica	5	32,228.14	12.23
Reservas de Conservación	2	15,695.20	5.95
Monumentos Naturales	1	8,928.50	3.39
<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>263,615.21</b>	<b>100</b>

Cuadro 1.3 Conformación del SANPEG por área y distribución<sup>8</sup>

<sup>8</sup> Guzmán González D. Báez Montes O. Sistema de Áreas Naturales Protegidas del Estado de Guanajuato (SANPEG)

## AREAS NATURALES PROTEGIDAS DEL ESTADO DE GUANAJUATO



Cuadro 1.4 ANP del estado de Guanajuato<sup>9</sup>

### I.4 CRITERIOS PARA LA DETERMINACIÓN DE UN ÁREA NATURAL PROTEGIDA

Las Áreas Naturales Protegidas, comprenden espacios geográficos que poseen características paisajísticas y físico-bióticas singulares y algunas veces presencia de relictos históricos o culturales a ellas asociados, que deben ser reservadas en alguna de las categorías de manejo existentes para recibir del Estado y, eventualmente, de particulares, la protección y manejo adecuado y eficaz, a través de los que se garantice la perpetuación de los valores allí existentes.

<sup>9</sup> Pagina Web del estado de Guanajuato <http://www.guanajuato.gob.mx>



En su conjunto, las Áreas Naturales Protegidas buscan contribuir en la mejor forma posible al cumplimiento de los objetivos nacionales de conservación y especialmente a la protección de las muestras más valiosas y representativas del patrimonio natural.

Dada la heterogeneidad y variedad de los objetivos de conservación, es necesario en consecuencia, considerar diferentes tipos de unidades de conservación, las cuales son denominadas categorías de manejo. Cada una de ellas debe estar orientada a cumplir prioritariamente determinados objetivos, que individualmente podrán tener mayor o menor trascendencia, para lograr la preservación y protección de los ecosistemas naturales y la biodiversidad. No se pretende que cada área cumpla todos los objetivos de conservación, pero si se debe procurar la conformación de un Sistema de Áreas Naturales Protegidas mediante el cual se contribuya a alcanzar este propósito.

Es conveniente entonces que el Sistema que se constituya, incluya diferentes categorías, en forma tal, que se pueda disponer de una gama de posibilidades de manejo factibles de aplicar según las características específicas del área que se pretenda proteger, pero evitando de todas maneras que el número de categorías sea excesivo. Pueden preverse, desde categorías de manejo de protección estricta donde se respetan integralmente los procesos evolutivos, hasta otras que armonicen las necesidades de conservación con el uso sostenible de los recursos naturales renovables.

Algunos de los criterios adoptados para la selección de áreas factibles de integrarse como Áreas Naturales Protegidas en diferentes categorías de manejo son los siguientes: <sup>10</sup>

#### Ecológicos y naturales

- Representatividad biogeográfica
- Representatividad ecosistémica
- Hábitat de alimentación o reproducción de especies faunísticas
- Alta biodiversidad o producción biológica
- Zonas de concentración de especies faunísticas o florísticas endémicas
- Zonas de concentración de especies en peligro, amenazadas, promisorias o indicadoras
- Rasgos geomorfológicos especiales

---

<sup>10</sup> *Estrategias para un Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia.

- Reservorios genéticos in situ (es una población que guarda genes que dieron origen a un organismo y que se encuentra en la zona de estudio)
- Nula o poca intervención humana
- Rasgos paisajísticos y escénicos
- Vulnerabilidad, fragilidad y rareza del área
- Zonas de regulación y producción de agua

#### Culturales o históricos

- Presencia de comunidades indígenas que mantengan patrones culturales de uso sostenible de los recursos
- Valores históricos o muestras de culturas antepasadas
- Presencia de comunidades indígenas

#### Beneficios directos

- Producción de bienes y servicios ambientales
- Zonas de nacimiento, producción y regulación hídrica
- Zonas de alta productividad para la agricultura o la ganadería

#### Factibilidad de manejo

- Sitios para investigaciones científicas
- Sitios para la recuperación de ecosistemas
- Sitios para la recreación ecológica y el ecoturismo
- Actitud de la población local
- Lugares para el desarrollo de la educación ambiental

Es importante señalar que los puntos del listado anterior no son criterios establecidos, estos criterios pueden cambiar según sea el caso o la situación. Pero si son características e importantes cuando se estudia un ANP o posible ANP como en este caso.

La presencia de alguno o muchos de estos criterios es determinante en el ANP ya que definirá la manera del manejo de la misma y la reglamentación y categoría dependiendo sea el caso.

**CAPÍTULO II**  
**EL ORDENAMIENTO**  
**ECOLÓGICO TERRITORIAL**

## II.1 EL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL

El ordenamiento territorial es empleado para poder llevar un manejo y hacer un mejor aprovechamiento de los recursos evitando la generación de conflictos ocasionados por los diversos usos del territorio.

Por medio del ordenamiento territorial se puede planear, monitorear y dar seguimiento a diversos proyectos como pueden ser la orientación de inversiones gubernamentales, apoyo a la elaboración de planes y programas, orientar y sustentar las autorizaciones y los dictámenes ambientales referentes a los usos de suelo, sustentar la solicitud de apoyos financieros para establecer y desarrollar programas que permitan atender los principales problemas ambientales etc.

Objetivos del ordenamiento territorial:<sup>11</sup>

1. Prevenir, controlar, corregir y, en su caso, revertir los desequilibrios que se observan en el desarrollo del país;
2. Consolidar aquellas formas de ocupación y aprovechamiento compatibles con las características del territorio.
3. Propiciar patrones de distribución de la población y de las actividades productivas consistentes con la habitabilidad y potencialidad del territorio.

A través de estos tres objetivos básicos, se busca la planeación adecuada del uso de la tierra, la distribución espacial equilibrada de los proyectos de inversión, la eficiente organización funcional del territorio, y la promoción de actividades productivas, así como, mecanismos eficientes para la provisión de servicios, tanto para contribuir efectivamente al mejoramiento constante de la calidad de vida de la población, como para asegurar la integridad y la funcionalidad de los ecosistemas, a mediano y largo plazos.

En el siguiente apartado se abordan los antecedentes históricos del ordenamiento territorial en nuestro país, esto para poder entender mejor el avance del mismo y comprender el contexto en el que nuestro país se encuentra.

---

<sup>11</sup> Términos de referencia generales para la elaboración del programa estatal de ordenamiento territorial versión interinstitucional (SEMARNAP-SEDESOL-CONAPO-INEGI) Aprobada por el grupo interinstitucional de ordenamiento territorial el 24 de julio de 2000

### II.1.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

La necesidad de ordenar el territorio surge como una práctica social para dar solución a problemas emanados por una ocupación y un uso desordenado del espacio, debido a las condiciones en que se han realizado los procesos de industrialización y urbanización. Tiene como finalidad definir y orientar acciones que hagan posible un uso racional del espacio terrestre.

La incorporación de la política ambiental en los esquemas de desarrollo nacional apareció en nuestro país en los años setenta. Antes de eso este tema se incorporaba en asuntos de salud pública y en pocos esfuerzos de planeación urbana y forestal.<sup>12</sup>

Fue en La Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano (Estocolmo 1972) donde se dieron los primeros pasos para la planeación de los recursos humanos y la planeación sobre el crecimiento de los asentamientos humanos. Es a partir de esa fecha que diversos países recurren al ordenamiento territorial para poder dar un buen manejo de los recursos naturales, regular las actividades en su territorio y como resultado de esto una mejor calidad de vida para sus habitantes.

En nuestro país se dio el primer paso al ordenamiento territorial con la creación de la Ley General de Asentamientos Humanos que fue publicada en 1976. Con esta ley se crea una política ambiental de planeación que dio lugar a los “Ecoplanes” y a “Planes de Desarrollo Ecológico de Asentamientos Humanos” que tenían como finalidad realizar un diagnóstico del territorio para encontrar posibles problemas, dar la ubicación de los mismos y realizar propuestas para su manejo, cuidado, protección etc.

El concepto de ordenamiento ecológico territorial como tal se utiliza por primera vez en 1982 en la Ley Federal de Protección al Ambiente marcando que es una herramienta básica para la planeación ambiental. En la Ley de Planeación de 1983 se instrumentan proyectos de ordenamiento ecológico territorial en zonas y áreas de prioridad para el país. Pero con la ley de Protección al Ambiente no se incorporaba la participación de la población además de que era difícil de implementar debido a la falta de reglamentación.

Es con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en 1988 que se soluciona la falta de participación de la sociedad y se conjunta de mejor forma la participación entre la sociedad y el estado.

Bajo todo este marco se empiezan a impulsar los proyectos de ordenamiento ecológico territorial basados en el Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio publicado también en 1988 y se le dio mayor importancia y motivación a la participación social, que es una parte fundamental del proceso de ordenamiento.

---

<sup>12</sup> El ordenamiento ecológico del territorio. Instituto Nacional de Ecología

Con la modificación de la LGEEPA en 1996 se incorporan nuevos métodos y tecnologías como teorías de sistemas para analizar tendencias a futuro de los peligros, posibilidades etc. También se incorporan los Sistemas de Información Geográfica como herramientas que ayudan a incorporar, analizar y compartir la información resultante de los estudios realizados.

Fechas relevantes para el ordenamiento ecológico		
1971	Ley federal para el control y la prevención de la contaminación.	Primera ley en materia ambiental.
1972	Subsecretaría del mejoramiento del ambiente SSA.	Primera instancia de gobierno encargada expresamente de la gestión ambiental.
1976	Ley general de asentamientos humanos, SAHOP.	Se integran aspectos ambientales en la planeación del territorio.
1978	Dirección general de ecología urbana, de la subsecretaría de asentamientos humanos, SAHOP.	Se empiezan a elaborar los eco-planos.
1982	Dirección general de normatividad y regulación ecológica, subsecretaría de ecología, SEDUE.	Se inician estudios de ordenamiento ecológico y ecología.
1984	Ley federal de protección al ambiente.	Se incluye por primera vez el ordenamiento ecológico y se le reconoce como un instrumento básico de la planeación.
1988	Ley general del equilibrio ecológico, y la protección al ambiente.	Establece que el uso del suelo debe ser compatible con su vocación.
1992	La SEDUE se transforma en Sedesol. Se crean el INE y la Profepa.	El INE tiene la atribución de promover el ordenamiento ecológico.
1993	Se modifica la ley de asentamientos humanos.	Sienta las bases del ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y desarrollo urbano de los centros de población.
1994	Se crea la Semarnap.	Se inicia una nueva política ambiental, con concepciones modernas y fundamentos científicos.

Cuadro 2.1 Fechas relevantes para el ordenamiento ecológico

## II.1.2 MODALIDADES DE ORDENAMIENTOS ECOLÓGICOS TERRITORIALES

Existen distintas modalidades de ordenamientos ecológicos territoriales que nos ayudan a un mejor desarrollo de proyecto dependiendo de las características de la zona de estudio, a continuación se hacen mención de los distintos tipos de ordenamientos según el Manual de Proceso de Ordenamiento Ecológico de SEMARNAT:

### Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

Tiene como objetivo fundamental, vincular las acciones y programas de la Administración Pública Federal cuyas actividades inciden en el patrón de ocupación del territorio. Su formulación deberá atender a lo XVIII Manual del Proceso de Ordenamiento Ecológico establecido en el artículo 20 de la LGEEPA y el capítulo tercero de su Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico.

### Programa de Ordenamiento Ecológico Marino (OEM)

Tendrán por objeto establecer los lineamientos y previsiones a que deberá sujetarse la preservación, restauración, protección y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales existentes en áreas o superficies específicas ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo las zonas federales adyacentes. Se formularán conforme lo establece la LGEEPA en su artículo 20 bis 7 y bajo el procedimiento de los Programas de Ordenamiento Ecológico Regionales y con la participación que corresponda a otras dependencias de la Administración Pública Federal.

### Programa de Ordenamiento Ecológico Regional. (OER)

Tiene por objeto establecer y orientar la política de uso del suelo en función del impacto ambiental que generan las actividades productivas en regiones consideradas prioritarias o estratégicas para el país. Su formulación deberá atender a lo establecido en los artículos 20 bis

3 de la LGEEPA y 40 de su Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico. Los OER presentan dos submodalidades:

- De dos o más estados.

Cuando una región ecológica se ubique en el territorio de dos o más entidades federativas, el Gobierno Federal, el de los Estados y Municipios respectivos, en el ámbito de sus competencias, podrán formular un programa de Ordenamiento Ecológico regional. Para tal efecto, la federación celebrará los acuerdos o convenios de coordinación procedentes con los gobiernos locales involucrados Art 20 bis 2 LGEEPA.

- De la totalidad o parte de un Estado.

Los Gobiernos de los Estados en los términos de las Leyes locales aplicables, podrán formular y ex-

pedir programas de Ordenamiento Ecológico regional que abarquen la totalidad o una parte de una entidad federativa (Art. 20 bis 2) LGEEPA. En estos casos el Estado en cuestión puede invitar a participar al Gobierno Federal a través de la suscripción de un Convenio de Coordinación.

#### Programa de Ordenamiento Ecológico Local (OEL)

Que abarquen la totalidad o parte del territorio del Municipio. Tienen como objetivo determinar el diagnóstico de las condiciones ambientales y tecnológicas, regular los usos del suelo fuera de los centros de población. En ellos se establecen los criterios de regulación ecológica de los centros de población, para que sean integrados en los programas de desarrollo urbano con carácter obligatorio para las autoridades municipales. De acuerdo con lo que establecen los artículos 20 bis 4 y bis 5 de la LEGEEPA y los artículos 57 al 61 de su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico. Asimismo, los municipios tendrán que formular su programa de ordenamiento con bases en las leyes locales en la materia. De igual forma los municipios en cuestión podrán invitar al Gobierno Federal a participar en el Proceso de Ordenamiento Ecológico a través de la suscripción de un convenio de coordinación, o bien, en los casos en que exista un área natural protegida federal la participación del Gobierno Federal será cuestión obligada.

### II.1.3 PROCESO DEL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL

Esta metodología es la que se presenta en el Manual del Proceso de Ordenamiento Ecológico de SEMARNAT del 2006:

A continuación se presenta un esquema donde se representa el flujo de las fases del Ordenamiento Ecológico Territorial.

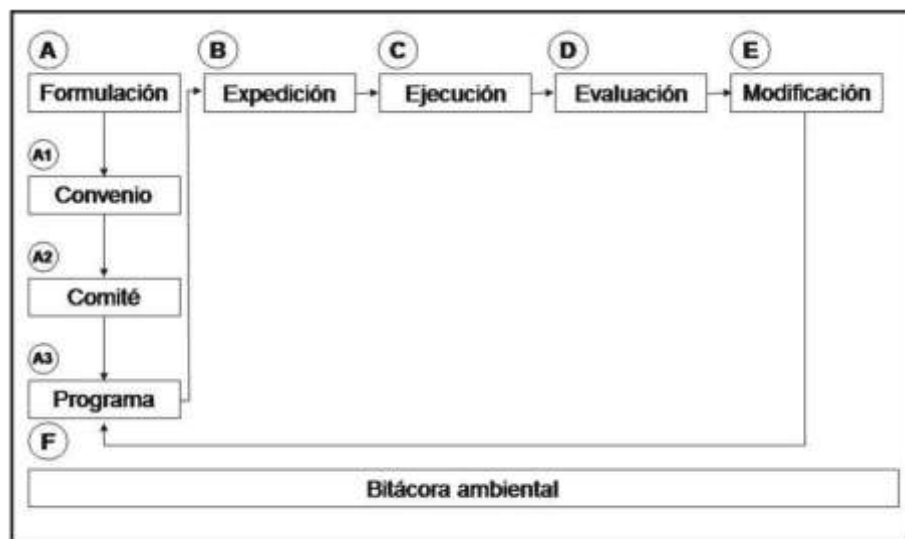


Figura 2.2 Flujo de las fases del ordenamiento ecológico territorial



### Fase de Formulación (A)

En esta fase se establecen los mecanismos e instrumentos que son necesarios para dar inicio al seguimiento del Proceso de Ordenamiento Ecológico. Entre ellos destacan: la celebración de un convenio de coordinación (A1); la instalación de un órgano responsable de la conducción del Proceso de Ordenamiento Ecológico, denominado Comité (A2); la formulación de bases técnicas (estudio técnico) que sustentará la propuesta del Programa de Ordenamiento Ecológico (A3), y el diseño y construcción de la Bitácora Ambiental (F), entendida como la herramienta para el registro del Proceso de Ordenamiento Ecológico que inicia en esta fase, y que se ejecuta a lo largo de todo el proceso.

### Fase de Expedición (B)

Es el procedimiento legal que deberá seguir la autoridad competente para decretar el Programa de Ordenamiento Ecológico. Tiene dos propósitos: 1) que los sectores que participaron en la formulación validen o manifiesten lo que a su derecho convenga, respecto de la propuesta final del programa que habrá de decretarse para su posterior ejecución y, 2) cumplir con las disposiciones jurídicas que establezcan las leyes en la materia para que el programa de Ordenamiento Ecológico se decrete y publique en los órganos de difusión oficiales que correspondan (Diario Oficial de la Federación, Periódicos Oficiales de las Entidades Federativas o Gacetas Municipales). Es a partir de este momento que el Programa de Ordenamiento empieza a tener vigencia legal.

### Fase de Ejecución (C)

Una vez que se expide (decreta) el programa, las autoridades responsables del ordenamiento apoyadas por el Comité, llevarán a cabo una serie de acciones (técnicas, administrativas y financieras) para su aplicación y seguimiento. Entre ellas se incluye: apoyar y asesorar a la sociedad en general en la toma de decisiones sobre los usos adecuados del suelo y del manejo de los recursos naturales, así como en la localización de las actividades productivas y los asentamientos humanos, es decir, definir los lineamientos y estrategias generales de planeación para que otros instrumentos que inciden en el uso y manejo del territorio, definan sus políticas y estrategias específicas a la escala que corresponda (planes de desarrollo urbano, evaluación del impacto, riesgo ambiental, los programas de manejo de áreas naturales protegidas, entre otros); así como asesorar y capacitar a cuadros técnicos en los gobiernos locales y difundir el Programa y sus resultados.

### Fase de evaluación (D)

La evaluación es una de las etapas más importantes del Proceso de Ordenamiento Ecológico, pues como lo establece el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Ordenamiento Ecológico, está orientada a valorar dos cuestiones: 1) el grado de cumplimiento de los acuerdos asumidos en el Proceso de Ordenamiento Ecológico y 2) el grado de cumplimiento del Programa de Ordenamiento Ecológico, es decir, la efectivi-

dad de los lineamientos y estrategias ecológicas en la solución de los conflictos ambientales. Para el primer caso, no es necesario contar con un Programa de Ordenamiento Ecológico decretado, ya que el objetivo es tener una memoria histórica de las decisiones tomadas, los antecedentes técnicos, los argumentos que respaldaron la toma de decisiones, los compromisos, sus responsables y el cumplimiento de los mismos. Esta evaluación puede realizarse en cualquiera de las fases del Proceso de Ordenamiento Ecológico, ya sea en la formulación, la expedición, la ejecución, la evaluación o la modificación. En el segundo caso, es necesario contar con un Programa de Ordenamiento Ecológico ya expedido, pues se requiere de cierta información básica.

#### Fase de Modificación (E)

Una vez que la autoridad responsable, en coordinación con el Comité, definen ajustar o reorientar el Proceso de Ordenamiento Ecológico, se lleva a cabo la modificación de los lineamientos y las estrategias del programa, para lo cual es necesario seguir el mismo procedimiento que se siguió para su formulación. La retroalimentación de experiencias y resultados, así como el comportamiento de los indicadores, señala el sentido de la adecuación, ya sea a través de la adaptación o la creación de nuevas estrategias y lineamientos, en función tanto de los cambios que hayan experimentado los ecosistemas como de los intereses de los gobiernos y sectores. Con base en lo anterior, el Comité determinará el periodo de tiempo que transcurrirá entre las revisiones del programa o las condiciones ambientales, económicas y sociales que deben imperar en el área de ordenamiento que justifiquen la revisión y, en su caso, la modificación del Programa.<sup>13</sup>

## II.2 SERVICIOS AMBIENTALES

Es importante tomar en cuenta que los servicios ambientales son un factor importante a considerar dentro de los ordenamientos territoriales ya que generalmente es debido al desequilibrio en estos servicios que se crea deforestación en grandes áreas naturales además de problemas de tipo social, económico y político.

Los servicios ambientales como propuesta surgen del resultado de la unión de la economía ambiental y los trabajos de científicos que enfocan sus investigaciones a temas ecológicos.

En la tesis “Servicios ambientales forestales y acción colectiva: el caso de la cuenca del río Copalita en Oaxaca.” De María Zorrilla Ramos, se señala que hay 3 ramas fundamentales de investigación teórica que son:

- 1) Aquella enfocada a entender la dinámica ecológica de los servicios ambientales, flujos hídricos, relación bosque-agua, captura de bióxido de Carbono y bioprospección.
- 2) La segunda línea de investigación es la que se deriva de la economía ambiental (Pearce 1992, Constanza 1997, Pagiola 2002) y se enfoca básicamente a las características de los mercados de

---

<sup>13</sup> Manual del Proceso de Ordenamiento Ecológico. 2006. SEMARNAT

servicios ambientales y los tipos de compensación. En el ámbito internacional la organización que más está recuperando y analizando casos es el Banco Mundial, específicamente el área de Economía Ambiental.

- 3) La tercera línea de investigación es la que se refiere al tema social e institucional. Tiene que ver por una parte con las implicaciones que está teniendo en las comunidades la instrumentación esquemas de compensación de servicios ambientales, y por otra parte cuáles son los elementos necesarios para lograr acuerdos sólidos y perdurables que hagan sostenibles los servicios ambientales. El desarrollo de esta línea de investigación la encontramos en regiones como América Latina, Asia y África, en donde la existencia de áreas naturales está frecuentemente vinculada a comunidades.

Formalmente no existe una única definición de lo que son y que comprenden los servicios ambientales, esto se puede ver como una ventaja pues el campo aun esta abierto a nuevos enfoques al respecto y da pie a que se aborde el tema desde enfoques diferentes y exista mayor diversidad de información. Pero el hecho de que no haya un convenio respecto a lo que conforman los servicios ambientales puede diversificar demasiado el tema y hacer difícil el comparar y generalizar proyectos, investigaciones y resultados obtenidos respecto al tema.

A continuación se presentan algunas de las definiciones encontradas en la bibliografía para servicios ambientales:

- a) La primera parte de un estudio realizado en México sobre el potencial para crear mercados de servicios ambientales, en esta se entiende que son “todo aquel conjunto de condiciones y proceso naturales (incluyendo las especies y los genes) que la sociedad puede utilizar y que ofrecen las áreas naturales por su simple existencia. Dentro de este conjunto de servicios se pueden señalar la biodiversidad, el mantenimiento de germoplasma con uso potencial para el beneficio humano, el mantenimiento de valores estéticos y filosóficos, la estabilidad climática, la contribución a ciclos básicos (agua, carbono y otros nutrientes) y la conservación de suelos, entre otros”(Guevara y Torres Rojo 2001:2)
- b) La segunda definición es la que aparece en las reglas de operación del programa de pago por servicios ambientales de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) que establece que estos son “Los servicios que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, tales como: la provisión del agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales (sic); la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación climática; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación, entre otros.” (SEMARNAT 2003)
- c) la tercera definición que hay al respecto es la del PRISMA que define a los servicios ambientales (a los cuales también llama “ecosistémicos”) como los “beneficios que las personas obtienen

de los ecosistemas, lo que incluye, servicios de aprovisionamiento como alimentos y agua; servicios de regulación hídrica, de plagas y otros; servicios de soporte como formación de suelos y reciclaje de nutrientes; y servicios culturales y recreativos, espirituales u otros beneficios no materiales” (Rosa, Kandel y Dimas 2003:11)

- d) Finalmente en el documento titulado “Ecosystems and Human Well-being: A framework for assessment” publicado por Millennium Ecosystem Assessment<sup>14</sup> define los servicios ecosistémicos como “los beneficios que la gente obtiene de los ecosistemas. Estos incluyen servicios de aprovisionamiento, regulación y servicios culturales los cuales afectan directamente a la gente, así como servicios de soporte necesarios para mantener otros servicios” (Millennium Ecosystem Assessment 2003:57)

Como se puede ver en las definiciones anteriores se tienen diferentes enfoques de lo que comprende un servicio ambiental, pero todas coinciden en el hecho de que son recursos que el hombre toma de la naturaleza y que es responsable de cuidar y administrar, es importante señalar que estos recursos son producto de ciclos naturales que comprenden distintos factores y características y es importante mantener esos ciclos para no dar pie a deforestación y escasez de estos recursos que el hombre aprovecha y que son vitales para el mismo.

Es debido al desequilibrio de estos ciclos y a factores socio económicos ligados a los mismos que muchas zonas de nuestro país resultan afectadas ecológicamente lo cual produce la falta de sustento y servicios para las poblaciones que habitan o habitaban estos lugares, esto da como resultado inmigración y abandono de tierras entre otros muchos problemas asociados a estos factores.

Es para evitar el daño en estos ciclos naturales o recuperar los mismos que se realizan los proyectos de áreas naturales protegidas, estos proyectos van de la mano con los ordenamientos territoriales.

### II.3 LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS EN LOS ORDENAMIENTOS TERRITORIALES

La importancia del OET radica en que, además de permitir a los tomadores de decisiones realizar una planeación sobre bases sólidas de interacción ambiental, social y económica, permite que cualquier institución pública, de gobierno o privada, tenga acceso a información útil para cualquier análisis, tanto ambiental como socioeconómico y político. Pero también debe dejarse claro que el OET no puede llevarse a cabo como una política aislada, sin noción del entorno y sin visión de futuro, pues por sí sólo no es capaz de resolver todos los problemas inherentes a la planeación y dirección estratégica de las políticas públicas. Por el contrario, el OET adquiere mayor sentido cuando se asocia con otros componentes de la políti-

---

<sup>14</sup> El “Millennium Ecosystem Assessment” (MEA) es un programa creado por la ONU en 2001 para atender las necesidades de información científica de los tomadores de decisiones a nivel mundial. Se enfoca en cómo los cambios en los ecosistemas pueden afectar a las personas en las siguientes décadas y que tipo de acciones deben ser adoptadas en diferentes escalas (Millennium Ecosystem Assessment 2003:X)

ca de desarrollo sustentable, pues al conjugarse con ellos incrementa la efectividad de la gestión ambiental; por ejemplo:

- La asociación del ordenamiento ecológico con las Áreas Naturales Protegidas es de gran importancia ya que establece las políticas de protección y conservación en las áreas que así lo requieren, con base en criterios sólidamente sustentados, ya que ofrece escenarios en los cuales se pueden insertar los planes de manejo de estas áreas, logrando así una interacción de las mismas con procesos y actores regionales, de modo que puedan establecer ligas productivas e institucionales que garanticen y refuercen su funcionamiento y objetivos.
- La asociación entre el OET y los estudios de impacto ambiental permitirá simplificar y desregular la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) para numerosas actividades. Las que no estén especificadas en el ordenamiento o los criterios ecológicos, también se simplificarán al contar con un acervo de información básica disponible producto del estudio de ordenamiento, a la cual sólo se integrarán estudios específicos. Esta asociación permitirá trascender el carácter eminentemente técnico del ordenamiento, detectar los efectos sinérgicos de las actividades productivas concretas, y contemplar la dinámica de actividades productivas concretas, evaluadas en marcos legales geográficamente delimitados, así como su ubicación en procesos sociales, para evitar la toma de decisiones fuera del contexto regional.
- La vinculación del ordenamiento ecológico con instrumentos de carácter económico ayudará a corto plazo a generar mercados, inversiones y financiamiento para actividades de protección ambiental.
- El Ordenamiento Ecológico es un instrumento básico para la prevención de impactos, riesgos y desastres naturales, ya que proporciona los elementos básicos para detectar zonas de riesgo y definir lineamientos y estrategias para un adecuado uso del suelo.
- La coordinación del ordenamiento ecológico con los planes y proyectos de desarrollo urbano establece un contexto ecológico y regional para planear los asentamientos humanos y generar reglas claras de ocupación y uso del territorio, contribuyendo a instaurar una política de sustentabilidad en las ciudades.
- Lo anterior significa que, si las acciones de ordenamiento ecológico logran enriquecerse, converger en propósitos, compartir criterios y objetivos con otros ordenamientos y políticas territoriales que se desarrollan por diversas vías, instancias y dependencias de la Administración Pública Federal, gobiernos estatales y municipales, es factible esperar que en muy pocos años se logre afianzar una sólida plataforma interinstitucional y generar el conocimiento necesario en materia de ordenamiento territorial, que ofrezca a la sociedad en su conjunto la posibilidad de vivir en un país con certidumbre económica, normalidad jurídica, equidad y responsabilidad de manejo y aprovechamiento de nuestro capital natural, y sobre todo, contar con una plataforma de impulso

al desarrollo equilibrado regional, natural, social, económico y ecológico, logrando realizar la aspiración del desarrollo sustentable.

- Finalmente, el programa de ordenamiento ecológico incluye, por un lado, al modelo de ordenamiento ecológico, que es la representación, en un sistema de información geográfica, de las unidades de gestión ambiental y sus respectivos lineamientos ecológicos. Por otro, incluye las estrategias ecológicas aplicables al mismo que son la integración de los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización dirigida al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el área de estudio.<sup>15</sup>

El ordenamiento ecológico territorial ha de permitir orientar el emplazamiento geográfico de las actividades productivas, así como las modalidades de uso de los recursos y servicios ambientales, constituyendo el cimiento de la política ecológica. El ordenamiento ecológico, en su modalidad o escala local debe ser la base para determinar la densidad e intensidad de actividades y formas de uso del suelo, así como las áreas a conservar y restaurar. Además de estar bien fundado técnicamente, debe estar acordado y consensado entre órdenes de gobierno, grupos sociales y de productores; debe contener medios y mecanismos para hacer posible sus orientaciones, debe estar expresado en disposiciones jurídicas de incidencia municipal; debe propiciar certidumbre a largo plazo y debe contemplar los mecanismos para la solución de conflictos ambientales. En tanto orientación fundamental de la política ambiental, debe complementarse con un cuerpo de criterios ecológicos que destaquen los elementos que guíen a las actividades específicas.

En general, la consolidación metodológica, institucional, jurídica y operativa del ordenamiento ecológico puede acercarnos a criterios de sustentabilidad del desarrollo, si se logra identificar y reconocer la idea de límites o umbrales como restricciones biofísicas en la búsqueda de los niveles más altos de actividad económica posibles. Esto obliga a un importante esfuerzo interdisciplinario.

Cabe diferenciar dos niveles o escalas básicas para el ordenamiento: la general y la regional o local. La primera significa una visión analítica y de aptitudes óptimas con claras referencias geográficas de todo el territorio mexicano la cual ofrece una orientación básica al Sistema Nacional de Planeación. La segunda es de mayor definición cartográfica y analítica y se constituye en un instrumento de política regional de carácter normativo.

En términos generales, la importancia del Ordenamiento Ecológico del Territorio como instrumento básico de política ambiental, plantea la necesidad de que a mediano plazo cada entidad federativa y región prioritaria cuente con su propio ordenamiento y que éste sea expedido con todas las formalidades jurídicas del caso como norma obligatoria. Cabe mencionar aquí que, de no contarse con un mejor procedimiento jurídico, el ordenamiento ecológico debe instrumentarse a través de nuevos planes directores de desarrollo en cada uno de los municipios involucrados.

---

<sup>15</sup> Página Web del gobierno de Veracruz <http://portal.veracruz.gob.mx/portal/>

El ordenamiento ecológico no puede ser diseñado y aplicado de manera homogénea, al margen de la particular diversidad de condiciones regionales que caracterizan a nuestro país, siendo necesario asumir una relación estrecha con las administraciones estatales, los congresos locales y los municipios. Es en el contexto municipal donde adquiere mayor concreción en el debate de propuestas en torno al manejo sustentable del territorio y sus recursos, lo cual requiere una capacidad importante para reconocer e interactuar con agentes y actores locales, sin cuya participación, el ordenamiento territorial se ve limitado en sus alcances e incluso se convierte en una herramienta políticamente inviable.

Para el desarrollo pleno del ordenamiento ecológico como instrumento de política, es indispensable un proceso intenso de participación y consulta pública. Igualmente, se precisa una actividad de prospectiva regional y sectorial para evitar rezagos que obstaculicen la inversión pública y privada y que puedan ser atribuibles a una deficiente coordinación regional y sectorial.

Destaca el reto de conjugar el ordenamiento ecológico con programas de desarrollo regional, y de política social, de tal manera que se creen mecanismos de regulación ambiental en cierto tipo de proyectos que se multiplican como resultado de apoyos a grupos sociales de bajos ingresos y que pueden causar consecuencias ambientales negativas considerables, como es el caso de la acuicultura, la porcicultura, aprovechamientos forestales y la minería en pequeña escala, entre otros.

En lo que toca a su integración metodológica, el ordenamiento ecológico territorial debe considerar seis fases: descripción, diagnóstico, pronóstico, propositiva, gestión e instrumentación.<sup>16</sup>

El trabajo conjunto entre ordenamiento ecológico y áreas naturales protegidas ha sido de fundamental importancia, pues ha hecho posible el establecimiento de estrategias integrales de manejo de los recursos. Por ejemplo, se han definido políticas de aprovechamiento, conservación y protección, según las características de las diferentes áreas. También se han desarrollado escenarios que han apoyado la toma de decisiones para la elaboración de los planes de manejo de las áreas naturales, ya que general mente estas quedan incluidas en las áreas de ordenamiento. De esta manera se atienden a las interacciones que se generan entre los procesos y actores regionales, en concordancia con las actividades que se realizan en estas áreas.<sup>17</sup>

---

<sup>16</sup> Página Web del INE <http://www.ine.gob.mx/publicaciones/>

<sup>17</sup> El ordenamiento ecológico del territorio. INE

**CAPÍTULO III**  
**LA SIERRA DE**  
**PÉNJAMO**



### III.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presentan las principales características de la zona de estudio.

La información presentada en los siguientes apartados fue obtenida para el Estudio Previo para Decretar la Sierra de Pénjamo como un Área Natural Protegida (proceso de adjudicación: IEE-DRN-03/2009) dirigido por María Zorrilla Ramos. El trabajo de investigación y campo realizado por los diferentes integrantes del equipo de trabajo entre los meses de junio y noviembre de 2009 con ajustes y correcciones finales entre los meses de enero de 2009 y diciembre de 2010.

### III.2 HISTORIA

La Sierra de Pénjamo se ubica en una zona que históricamente se ha constituido como una frontera entre territorios fértiles y zonas semiáridas. Entre lo que los historiadores denominan Mesoamérica y Aridoamérica. Esta situación geográfica definió el proceso de poblamiento de la Sierra de Pénjamo, así como el rumbo de su desarrollo económico, social y ambiental que hasta la fecha se observa.

#### III.2.1 PRIMERAS ETAPAS DE POBLAMIENTO

Aridoamérica fue habitada por grupos nómadas y seminómadas que no desarrollaron sociedades Estado como en Mesoamérica, donde se ubicaron las culturas sedentarias que después de desarrollar la agricultura, edificaron centros ceremoniales como núcleos de poder político, social y religiosos.

Durante el preclásico y avanzado el clásico, la zona de estudio se caracterizó por la presencia de nómadas y seminómadas conocidos genéricamente como chichimecas. Sin embargo, los chichimecas no conformaron un sólo grupo étnico habitante de Aridoamérica. Existieron diferentes étnias. En la Sierra de Pénjamo y sus alrededores, habitaron dos grupos nómadas llamados guamares y guachichiles (estos últimos en menor porción).

Del otro lado de la frontera, hacia el sur del río Lerma, habitaba el grupo mesoamericano de los Purépechas.

La relación que estos dos grupos étnicos establecieron con su entorno natural se caracterizó por desarrollar actividades de subsistencia como la caza y la recolección.

En cuanto a sus instrumentos de trabajo, ya sea para cacería u otras actividades, utilizaban obsidiana y riolita. Al respecto, Cárdenas sugiere que en la Sierra de Pénjamo existieron yacimientos de obsidiana, aunque no se han encontrado evidencias de trabajos para su extracción del subsuelo, por lo que sostiene que debido al pequeño tamaño de los cantos encontrados en la Sierra, seguramente ésta era obtenida mediante la simple recolección, a pesar de esto, la calidad de la piedra es buena y probablemente se colectó para satisfacer parte de la demanda local.

Otro recurso extraído de la Sierra y utilizado en los sitios prehispánicos alrededor de ésta como Plazuelas, Los Chiqueritos o Cuerámaro Viejo, fue la riolita.

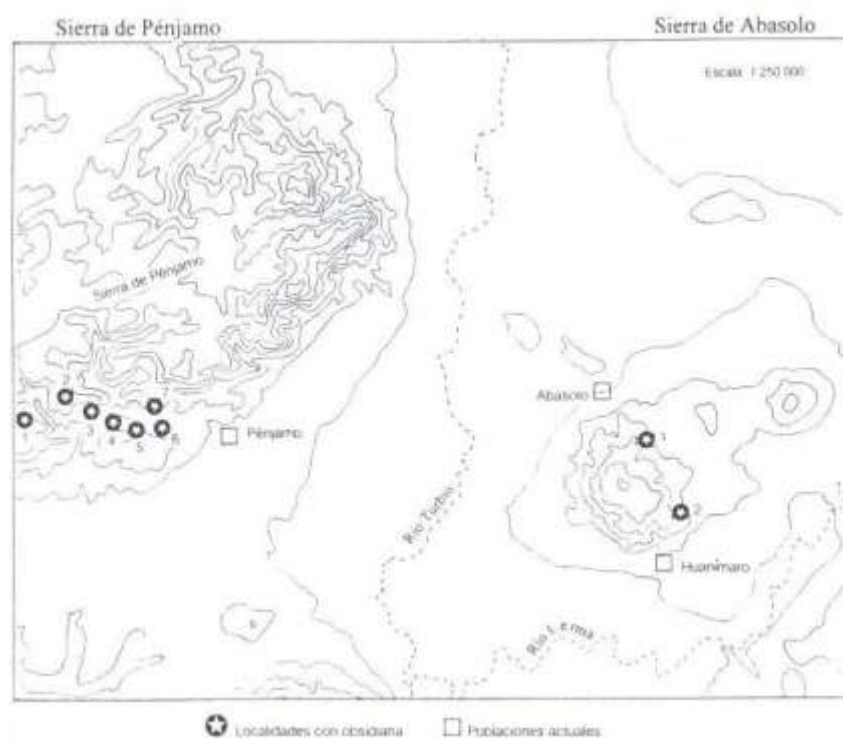


Figura 3.1 Localidades con obsidiana en la Sierra de Pénjamo. Fuente: Cárdenas García, Efraín, El Bajío en el Clásico

Cabe señalar que en esta zona fronteriza también habitaban dos grupos sedentarios pertenecientes a la tradición mesoamericana, los Purépechas y los Otopames (Otomíes, Mazahuas y Matlatzincas).

A diferencia de los grupos nómadas que estaban acostumbrados a cambiar su lugar de residencia conforme las estaciones del año para trasladarse a territorios donde podían cazar y recolectar alimento.

Pero a partir de 1549 la situación económica de la región dio un giro que traería como consecuencia el aumento de los enfrentamientos con los chichimecas.

A partir de la fundación de la Villa de Zacatecas en 1548 la fama de sus minas provocó un movimiento inusitado de colonización hacia esa zona. La nueva producción de plata requirió la apertura de caminos que las comunicaran con las fundidoras del sur, las casas reales de contabilidad de la ciudad de México.

En 1550, San Miguel y Querétaro ya estaban en pleno auge con el continuo tráfico de las minas de Zacatecas, lo que hizo brotar muchas posadas.

En cuanto al incremento de la productividad en la región, se tienen registros de que la minería impulsó otras actividades económicas como el comercio. Fueron los indígenas y mestizos del centro, ya sea los que se utilizaron para poblar la región, o habitantes de la cuenca de México, común mente nombrada como valle de México y de otras ciudades importantes por las que había que transitar en la ruta de la plata, quienes desempeñaron esta actividad. Fueron intermediarios en la venta del maíz, frijol, chile, al-

godón, calabaza y productos del maguey, alimentos básicos y prendas de vestir de las zonas más cercanas a los poblados indígenas, así como productos del sur y del suroeste.

Como se mencionó, en torno a la actividad minera se desarrollaron otras actividades como el comercio. Sin embargo una de las actividades que reforzaría el sello particular de la región fue la ganadería y la agricultura. El desarrollo de las poblaciones y la conformación del territorio estaría regido por la creciente demanda de ganado para el mantenimiento de las minas (tracción de animales y como fuente de alimentación) tanto del norte como las locales, así como para abastecer las demandas del centro del virreinato.

Al desarrollo ganadero le siguió el agrícola. La demanda de granos para alimento tanto de humanos como de animales dio pauta para que estancias agrícolas proliferaran por toda la región (las características de los suelos de las planicies ubicadas en lo que actualmente se conoce como El Bajío impulsaron el desarrollo agrícola de la región).

A la peculiar dinámica económica de la región se le sumó un patrón demográfico también diferenciado del resto de Mesoamérica. La población indígena a quien se le otorgaron tierras, prefirió venderlas o abandonarlas para prestar su servicio, a cambio de un salario, en las minas y estancias de ganado. Además era una población que podía combinar su actividad productiva, en tiempos de seca se dedicaba al campo y ya crecida la milpa, en lluvias, se alquilaba en las minas o haciendas. Otra parte de la población nómada y seminómada fue expulsada de la región.

El incremento de actividades productivas en la región, dio como resultado la proliferación de más caminos, ya no sólo hacia las minas, sino hacia los numerosos poblados recién fundados y a las estancias.

### **III.2.2 PROCESO DE CONFORMACIÓN DE UNA NUEVA POBLACIÓN**

El siglo XVII en Guanajuato, específicamente en El Bajío, fue un periodo de fuertes tendencias hacia el desarrollo minero, ganadero, agrícola y textil, es decir, tendencias de desarrollo económico.

Al parecer la mano de obra que las diversas empresas que El Bajío requería se obtuvo tanto del creciente número de indios, como por los que seguían siendo alentados por la Corona para trasladarse a esta región a cambio de varios beneficios. En una región donde el trabajo obtenido por la vía del tributo no fue importante debido a la ausencia de indígenas, estas alternativas funcionaron.

En este contexto, durante el siglo XVII y XVIII se gestaría la nueva población del estado de Guanajuato, incluyendo la Sierra de Pénjamo. El patrón de poblamiento de las dos siguientes siglos se conformaría en torno a las actividades productivas y al surgimiento de las haciendas y ranchos.

Hasta el siglo XVIII la región de estudio se encontraba entre las jurisdicciones de Michoacán (Obispado), la Nueva Galicia y la Provincia de Las Chichimecas. A lo largo de los primeros dos siglos de virreinato, estas tres autoridades sostuvieron disputas por límites territoriales, a los que en 1559 se sumó el alcalde mayor de Guanajuato. Con el tiempo y a partir del repunte económico de la región, el actual estado de Guanajuato se conformó como alcaldía mayor, la cual tuvo varias provincias, entre las que se cuenta la Provincia de León, dentro de la cual se ubicó la Sierra de Pénjamo.

La Sierra a partir de ese momento estuvo definida principalmente por actividades extractivas, más que productivas, es decir, de aprovechamiento forestal e hídrico para las actividades productivas que se desarrollaron en las poblaciones, ranchos y haciendas ubicadas en sus alrededores, como Pénjamo, Piedragorda y Cuerámara. Por lo que es importante continuar con la historia de estos centros de población, ya que se abastecieron de los recursos naturales de la Sierra.

Si bien en este siglo se registra:

- Importante auge económico
- Consolidación de la actividad minera, asociado a una mayor aplicación de los avances tecnológicos (por ejemplo el uso de la pólvora)
- Gradual y constante desarrollo agrícola (maíz, garbanzo, chile, frutas y trigo)
- Surgimiento de la industria artesanal textil
- Consolidación de una región altamente productiva
- Confluencia de caminos
- Incremento de la población
- Diversificación laboral
- Incremento de infraestructura pública
- Conformación de centros urbanos

La mayoría de la población carecía de tierras, por lo que se veían obligados a trabajar en los ranchos y haciendas de los criollos y españoles. Esta población era principalmente mestiza con una minoría indígena con una fuerza política y económica mínima y sin tierras comunales.

Otras de las actividades productivas que contribuyeron a la modificación del paisaje de la Sierra de Pénjamo fue sin duda la producción textil que en este siglo repuntó. Los obrajes textiles se asentaron principalmente en El Bajío (en Pénjamo existieron obrajes).

La historia de toda la Nueva España, pero particularmente la de El Bajío, sufrió un cambio importante a finales del siglo XVIII. De representar un modelo económico de alta productividad, pasó a ser una de las regiones con mayores conflictos sociales, a tal grado que se convertiría en la cuna del movimiento de independencia en 1810.

Es así como a finales de la época virreinal, la región de estudio ya estaba despoblada de sus habitantes originarios, mientras que los indígenas que se quedaron a trabajar en minas y estancias ganaderas, y más tarde agrícolas, serían unos cuantos, pero de filiaciones étnicas inmigrantes como los nahuas, otomíes y en gran medida tarascos. Sin embargo, esta población también fue desapareciendo a lo largo de la colonia, vendiendo o abandonando sus tierras, algunos vendiendo su mano de obra en minas y estancias, otros migrando hacia otras tierras, otros más afectados por epidemias como la de viruela registrada en 1795. De tal forma que para el siglo XIX, la Sierra de Pénjamo estaba prácticamente despoblada y en sus alrededores sólo se encontraban pocas poblaciones con influencia indígena tarasca como Cuerámara.

La organización productiva y social del Bajío originó una interdependencia urbana, industrial, minera, agrícola y ganadera muy singular. Por otra parte, también generó una relación estrecha entre la sierra y los valles, principalmente las primeras como abastecedoras de materias primas (madera).

### III.2.3 PERIODO ACTUAL

Un elemento que se resalta en las crónicas históricas es el hecho de que la Sierra de Pénjamo, específicamente el fuerte de Los Remedios, lo describen como un lugar abundante en víveres (animales para caza y frutales) y habitado por simpatizantes de la independencia.

La creciente población guanajuatense, requería de combustible para sus molinos, la cual obtenían del carbón. Lo que sumado a tres siglos de aprovechamiento forestal para las minas, dio como resultado una tasa enorme de pérdida de cobertura vegetal.

De manera general se puede afirmar que la Sierra presenta características importantes de rezago social, que están impactadas tanto por la orografía y el mal estado de los caminos para acceder al interior de esta, así como por un abandono que se refleja en las condiciones de marginación que aún prevalecen en las localidades más aisladas, y por otra parte una tendencia hacia el despoblamiento de la misma.

Históricamente hablando, esta ha sido siempre una característica de la zona, ya que los poblamientos siempre han sido más cercanos a las partes planas y fértiles de la región. De esta manera, lo habitantes de la Sierra viven en condiciones de pobreza, marginación y rezago que hacen que esta sobresalga del resto de la región.

Por otra parte, también es importante considerar que existe una zona “de influencia” de la Sierra, que para términos de este estudio, se considera como el total de los tres municipios que la comprenden, es decir, el Municipio de Manuel Doblado, el Municipio de Pénjamo y el Municipio de Cuerámaro. Como se tratará más adelante. Los habitantes de las localidades de la Sierra, como se observó tanto en los talleres como en las entrevistas, tiene una relación clara con cada una de sus cabeceras municipales, la Ciudad de Manuel Doblado, en el municipio del mismo nombre, la Ciudad de Cuerámaro, en el municipio del mismo nombre y la Ciudad de Pénjamo en el municipio del mismo nombre. Sin embargo, hay que diferenciar el grado de influencia, ya que mientras que Cuerámaro y Pénjamo, tienen ubicadas sus cabeceras municipales a una distancia menos de 3 kilómetros del polígono de la ANP, la cabecera municipal de Manuel Doblado está a una distancia mayor a los 12 kilómetros. Esta relación se debe a que es en estas donde realizan sus trámites, así como sus actividades comerciales. En el caso de las localidades de la parte sur-oeste de la Sierra, los habitantes de estas también realizan sus actividades comerciales en Santa Ana Pacueco, municipio de Pénjamo y en la Piedad, Michoacán.

### III.2.3.1 PROBLEMÁTICA ACTUAL

La Sierra de Pénjamo presenta una variedad de ecosistemas de importancia ecológica que, sin embargo, se encuentran altamente fragmentados, quedando únicamente manchones que no podrán mantener por mucho más tiempo a las especies animales que dependen de ellos. Estos manchones tienen en su mayoría un grado de perturbación de medio a alto por lo que es difícil que se recuperen si no son protegidos adecuadamente, modificando o regulando las actividades que los perjudican.

Los métodos de perturbación de la vegetación han sido diversos, algunos directos como el desmonte, los incendios, el sobrepastoreo, la tala desmedida, la cacería y recolección furtivas, los bancos de material y la minería y otros indirectos como la modificación o eliminación del hábitat necesario para una comunidad biótica como la erosión, cambios en el régimen hídrico, contaminación de suelo, agua y aire, entre otros. El uso inadecuado de la tierra como los cultivos en suelos inadecuados y la sobrepoblación rural en relación a las tierras laborables provoca la degradación de la vegetación y el suelo. En el caso de Guanajuato la minería ha tenido un efecto considerable en el estado de perturbación del ecosistema y su fragmentación desde tiempos de la colonia. Los bosques de pino- encino tan característicos en esta zona han sido explotados para la fabricación de papel y celulosa en el caso de los pinos, y de carbón en el caso de los encinos. Los incendios provocados en época de secas para estimular el retoño de brotes, conllevan profundos cambios en la vegetación y pueden modificar por completo la composición del bosque. La recuperación del bosque es afectada por actividades como el sobrepastoreo y el cultivo inadecuado, así como los bancos de materiales. Hace falta una mayor conciencia en la población y las autoridades sobre el impacto que tienen estas actividades en la fragmentación del hábitat y las medidas de prevención y mitigación así como de las alternativas productivas. Incluso los programas gubernamentales pueden ser un problema, por ejemplo en una entrevista se comentó que en Pénjamo, se han llevado a cabo programas de reforestación con especies exóticas (no nativas) como pino navideño (*Picea abies*) y que se busca introducir eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*) al cual en la región se le llama “árbol hermoso”, este último además de no ser una especie exótica, consume para su desarrollo una gran cantidad de agua, siendo evidentemente no compatible con un clima y tipo de suelo como el de esta zona.

En las entrevistas realizadas en los municipios de Pénjamo, Manuel Doblado y Cuerámara, a pobladores de la Sierra, actores clave así como a servidores públicos de diversas dependencias hubo gran coincidencia de que la problemática ambiental de la Sierra gira en torno a los siguientes elementos:

- Tala inmoderada y saqueo de bosques, tanto para extracción de leña, como para madera. Este aspecto es fundamental porque refleja una preocupación tanto de los habitantes de la zona como de las autoridades. Sin embargo, se trata de un recurso importante ya que en el caso de la leña, es un recurso de uso cotidiano.
- incendios forestales,
- problema de Sanidad Forestal, principalmente el “injerto”,
- erosión de suelos,
- caza furtiva,

- sobrepastoreo,
- manejo de la basura; no existen recolección de basura por parte de los municipios, por lo que se encuentran “pequeños” tiraderos en toda la Sierra principalmente cerca de caminos y/o localidades,
- otro problema que se percibe en las visitas a campo (y que se trata en el apartado 2.1) es el de la proliferación de bancos de material y que afecta al ecosistema en su conjunto.



Imagen 3.2 Ganadería en el municipio de Pénjamo  
(camino a Tierra Negras)



Imagen 3.3 Tiradero en la localidad de Rosa de  
Negrete, Municipio de Pénjamo



Imagen 3.4 Tiradero a la orilla de camino en Ma-  
nuel Doblado



Imagen 3.5 Uso de leña en estufa. Localidad Rosa  
de Negrete, Municipio de Pénjamo



Imagen 3.6 Injerto o Muérdago, en el camino al Volantín, Municipio de Pénjamo

En este sentido, las acciones de vigilancia son fundamentales, y el hecho de darle un estatus de protección a la Sierra incrementaría las mismas. Una de las principales preocupaciones de los habitantes de la Sierra, principalmente en Pénjamo y Manuel Doblado, donde la caza furtiva es mayor, es el hecho de que no tienen elementos para enfrentar a los cazadores, quien además de traer armas, en muchos casos hablan de que tienen “permisos” que no se pueden verificar.

Sobre el problema del Muérdago o Injerto, está bastante extendido por toda la Sierra, y si bien hay acciones concretas donde se les paga a personas por acciones para eliminarlo, se trata de lugares muy reducidos para la magnitud del problema.

Finalmente el caso del sobrepastoreo es fundamental, ya que la ganadería es una de las principales actividades de sobrevivencia de las personas, así que su regulación debe hacerse en acuerdo con ellos para no afectar sus ya de por sí escasas fuentes de ingresos.

### III.2.3.2 LOCALIDADES Y ASENTAMIENTOS HUMANOS

El patrón que se observa es de concentración-dispersión, ya que el 77.92% de la población se concentra en el 22.8% de las localidades, mientras que el 11.33% habita en el 63.11% de las localidades. En términos de población, las diez localidades más importantes son Zapote de Cestao, Magallanes, el Volantín, Nuevo Santa Elena de Aceves, Guanguitiro, San Felipe (El Chilarillo), San Antonio de Aceves y las Plazuelas (todas estas en el municipio de Pénjamo) El Platanar y Tres Villas en el Municipio de Cuerámara (todas estas localidades están a una altitud menos de los 2000 msnm. Por otra parte todas las localidades de la Sierra que corresponden al Municipio de Manuel Doblado son menores a 100 habitantes (Tabla 3.7).



Municipio	Población Sierra de Pénjamo	Población del Municipio	Porcentaje del Municipio que representa la población que habita en la Sierra
Manuel Doblado	813	34,313	2.4%
Cuerámara	2,118	23,960	8.8%
Pénjamo	15,328	138,157	11.1%
Total	18,259	196,430	9.3%

Tabla 3.7 Elaboración con base en INEGI 2005

Un poco más de tres cuartas partes de la población de la Sierra habitan por debajo de los 2000 msnm, siendo la cota planteada para la delimitación de la misma, 1700 msnm, es aquí donde se encuentra la mayor densidad poblacional, y se trata de áreas cercanas a carreteras y/o a las cabeceras municipales de Pénjamo y Cuerámara. Hay que mencionar que la mayor parte de estas, se ubica en los límites del polígono (hacia las partes más planas y con mayores áreas de cultivo). Existen, principalmente en el parte sur del Polígono, en la zona de Pénjamo, una serie de localidades al pie de la Sierra pero que no fueron incluidas en el polígono por considerarse más adecuado que quedaran en el área de influencia, sin embargo en muchos casos y como se verá en el mapa de propiedad ejidal que se encuentra en los anexos, hay porciones de ejidos que están dentro del polígono.

La migración es un elemento que debe ser considerado en la dinámica de la región. Específicamente en la Sierra, se observó a través de las entrevistas que las causas por las cuáles se considera que la gente migra son: la baja productividad agropecuaria, la falta de empleo y la búsqueda de nuevas alternativas de superación; uno de los cambios que un entrevistado expresó fue la poca población con que ahora cuenta la Sierra pues dice que “cuando uno de los miembros de la familia se va, regresa, pero por todos los demás”. Resalta, por ejemplo, que en el primer taller, cuando se preguntaba ¿Qué había antes en la Sierra que ya no hay?, varios de los participantes contestaron “gentes y comunidades”.

En lo que respecta a la disponibilidad de servicios, hasta 2005 existían localidades sin servicios de electrificación, agua entubada y drenaje, destacando por ejemplo, Plan del Fresno, cuya población carecía en su totalidad de estos servicios, así como Mesa de Méndez, Tablas de Corralejo, El Pandito y Tierras Negras entre otras. El servicio del cual hay mayor carencia es del de agua entubada en el ámbito de la vivienda (Ver cuadro 3.6 del anexo)

Existen otros aspectos con respecto a la población que se deben señalar, en primer lugar, actualmente no existe población indígena en la zona. En términos de religión, la población es mayoritariamente católica, y no se identificó presencia de otras religiones en la Sierra.

### III.3 GEOMORFOLOGÍA Y GEOLOGÍA

La principal característica de la Sierra de Pénjamo está dada por sus formas de terreno ya que es la única zona montañosa en un sector rodeado de planicies. Es importante abordar este tema ya que da pie a problemáticas relacionadas con el agua, erosión, áreas de aprovechamiento minero, comunicaciones, recursos naturales en general.

En los siguientes apartados se abordarán las características geológicas y geomorfológicas que describen de mejor manera a la Sierra de Pénjamo.

#### III.3.1 GEOLOGÍA FÍSICA E HISTÓRICA

Geológicamente hablando los orígenes de la Sierra de Pénjamo son resultado de la actividad volcánica de los arcos magmáticos de la Sierra Madre Occidental y el Cinturón Volcánico Mexicano.

El origen de la Sierra de Pénjamo se relaciona con la tectónica global que ocurrió por los principales eventos magmáticos en México durante el Cretácico, Eoceno-Oligoceno, Mioceno y Plioceno-Cuaternario, según con Demant y Robin (1975).

La Provincia de la Faja Volcánica Transmexicana, que es donde se encuentra la Sierra de Pénjamo, tiene una edad del cenozoico y se caracteriza por la presencia de una gran cantidad de aparatos volcánicos diversos como son: conos, calderas y coladas, que en su mayoría han conservado intacta su estructura original. Existen también, gran cantidad de fracturas y fallas asociadas al vulcanismo Terciario y Cuaternario que han dado lugar a fosas largas y de alguna profundidad, y que han formado lagos como el de Yuríria.

En la Sierra de Pénjamo se pueden encontrar rocas ígneas y sedimentarias del terciario, también aluviones que han llenado valles y llanuras dando origen a los suelos de esas áreas provenientes del cuaternario. En la provincia se encuentran algunos recursos minerales, y dadas las características regionales, manantiales termales.

#### III.3.2 ZONAS DE RECARGA DE LOS ACUÍFEROS

Dada su conformación la Sierra de Pénjamo es de importancia para la recarga de acuíferos; en la región se localizan principalmente dos zonas bien limitadas, la primera es el acuífero del río Turbio el cual abarca desde la parte Noroeste de la Sierra de Pénjamo y el municipio de Manuel Doblado, y la segunda es el acuífero Pénjamo/Abasolo que abarca el resto de la sierra y también los municipios de Pénjamo, Cuernavaca y Abasolo. (Inegi, 1998; C. N. A., 2002a y 2002b).

Gran parte de la recarga de los acuíferos se debe a la constitución litológica de arenisca, arenisca-conglomerado, aluvión y depósitos piroclásticos, que se caracterizan por presentar una permeabilidad alta.

Estas condiciones dan origen a un acuífero formado por materiales sedimentarios granulares y volcánicos de naturaleza piroclástica y mezclas de estos, en general dan origen a dos zonas acuíferas, una superficial que contiene agua fría y la inferior en la que se manifiesta el termalismo con diferente grado de intensidad. El rango de temperatura del agua extraída del acuífero profundo, está entre 25 a 30° C y se presenta en general moderados valores de salinidad por lo que puede usarse para riego en la mayor parte de los cultivos y para uso industrial.

En el territorio del estado de Guanajuato se localizan en tres provincias fisiográficas. En la parte norte-central, la Mesa del Centro; en la porción nororiental, la Sierra Madre Oriental y en la parte centro-sur, al Cinturón Volcánico Mexicano. El Cinturón Volcánico Mexicano (CVM) es una gran provincia volcánica activa que atraviesa México con dirección este-oeste desde Veracruz en el Golfo de México a Puerto Vallarta, en el Océano Pacífico (Ortega, et al., 1992; López, 1981).

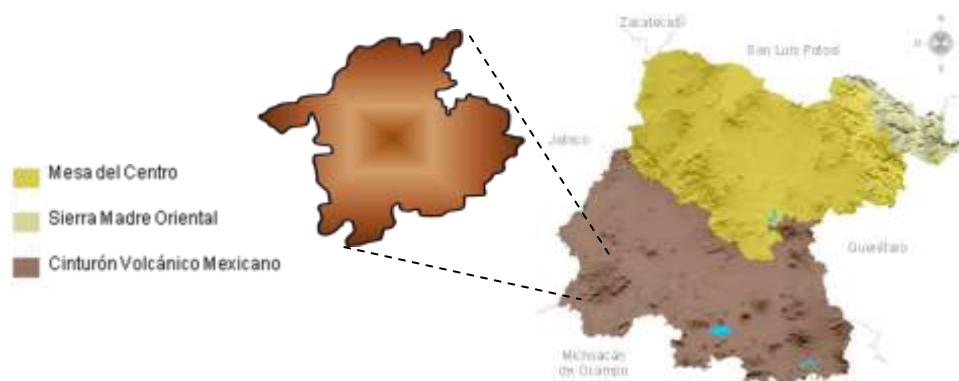


Figura 3.8 Ubicación Fisiográfica de la Sierra de Pénjamo<sup>18</sup>

Las provincias fisiográficas son unidades morfológicas superficiales de origen y morfología propios, se le considera provincia fisiográfica a la región que cumple con las siguientes condiciones:

- origen geológico unitario sobre la mayor parte de su área,
- morfología propia y distintiva, y

<sup>18</sup> Estudio Previo para Decretar la Sierra de Pénjamo como un Área Natural Protegida (proceso de adjudicación: IEE-DRN-03/2009) dirigido por María Zorrilla Ramos

- litología distintiva por:

Subprovincia Fisiográfica. Resulta de la primera subdivisión que puede hacerse de una provincia fisiográfica cuando se cumplen las siguientes condiciones:

- como parte integral de la provincia fisiográfica, cumple las condiciones arriba fijadas para provincia,
- las geoformas que la integran son las típicas de la provincia, pero su frecuencia, magnitud o variación morfológica son apreciablemente diferentes a las dadas en el resto de la provincia, o bien
- presenta en forma predominante las geoformas típicas para la provincia en general, pero ahora asociadas con otras diferentes y que le son distintivas por no aparecer en forma importante en el resto de la misma provincia.

En la sierra de Pénjamo se puede encontrar un relieve muy diverso, los agentes externos modifican permanentemente las formas generadas por las fuerzas internas.

Se pueden entender como agentes externos: denudación, meteorización, transporte, erosión y sedimentación. Esto da como resultado una morfología muy variada en formas y elevaciones, producto de lo anterior podemos encontrar al Cerro del Gallo, al Cerro de La Viga, el del Metate, Mariangola, las Cristianas, como algunos de los cerros más altos de la Sierra de Pénjamo.

La Sierra de Pénjamo en general se puede dividir en una zonificación geomorfológica de: a) elevaciones y mesas volcánicas, y b) piedemonte volcánico.

#### a) Elevaciones y mesas volcánicas

Es la unidad mayor que corresponde a más del 80 % de la conformación de la Sierra de Pénjamo. Se encuentran entre los rangos de altitud de 1690 a 2480 msnm. Se formó por un macizo ignimbrítico del Mioceno temprano, conocido como Sierra de Pénjamo. Por su morfología se compone de tres bloques, en apariencia tectónica, que vistos desde el sur se definen como oriental, central y occidental; el oriental se caracteriza por una ladera con escarpes escalonados a diversa altitud, con rumbo al NE, y uno más E-W; mientras que el central (Imagen 3.10 y 3.11). Predomina un escarpe alto y rectilíneo seguido hacia abajo de laderas empinadas formando contrafuertes que culminan en un escarpe continuo; y el occidental se distingue por su menor altitud, además de un parteaguas mesiforme.



Imagen 3.10 Muestra las diferentes elevaciones que existe en la Sierra de Pénjamo



Imagen 3.11 Vista de la zona escarpada en la parte sur de la Sierra de Pénjamo

La actividad neotectónica para esta zona es importante ya que la fractura de la roca es un factor que controla la red fluvial, y éste a su vez, el desarrollo del relieve. Por ejemplo, las laderas que se presentan en la Sierra de Pénjamo tienen una orientación este, oeste, sur y sureste con una dirección dominante de lineamientos mayores con dirección NE, N-S y con menor frecuencia E-W (Imagen 3.12 y 3.13).



Imagen 3.12 Se observa la red fluvial originada por las fracturas



Imagen 3.13 Se observa un lineamiento de estructuras en la parte noroeste de la Sierra de Pénjamo

#### b) Piedemonte volcánico

Es la unidad que se localiza alrededor de la Sierra de Pénjamo, producto del vulcanismo explosivo, posiblemente de caldera del Mioceno temprano. Consiste en un amplio depósito de varias capas de ceniza volcánica con conglomerado en la superficie, principalmente de riolitas de domos volcánicos, entre los 1900 y 2200 msnm (Imagen 3.14 y 3.15).

Se encuentra aproximadamente entre los 1700 y 1800 msnm con una diferencia de altura promedio de 60 m y pendiente máxima entre 3 y 6°, con algunas superficies <1° que corresponden a la porción superior del piedemonte, compuesto por conglomerados.

La erosión fluvial en valles intermedios y superiores generó un depósito de conglomerados en la divisoria del piedemonte volcánico. La secuencia de conglomerados afloran superficialmente, mientras que otros están intercalados con las arenas. Mientras que en el pie de monte bajo se observa suelo vertisol producto de la alteración de roca volcánica, estratificada a 30°, cuya pendiente es característica de volcanes explosivos.



Imagen 3.14 Depósitos de Piedemonte en la zona sureste de la Sierra de Pénjamo



Imagen 3.15 Depósitos de conglomerados

En la Sierra de Pénjamo debido a esta zona geomorfológica se pueden localizar una amplia superficie de tefra, el cual es un material volcánico de escorias removido, muy alteradas, redondeadas y subredondeadas.

### III.3.3 TIPOS DE SUELO Y EROSIÓN

De acuerdo con la FAO/UNESCO, los suelos que se encuentran en la Sierra de Pénjamo son: vertisol en un 44%, feozem 34%, cambisol 2%, litosol 9.5%, regosol 3.5%, planosol 1.5% y luvisol 5.5% (Cartas Edafológica CETENAL, 1971).

El suelo vertisol se forma en ambientes con una estación seca de duración variable, en material parental de rocas sedimentarias, ígneas básicas, cenizas y aluviones de estos materiales. Presentan el microrelieve de “gilgai” o poligonal. El microrelieve gilgai consta de altibajos que forman líneas prácticamente perpendiculares a las curvas de nivel. La diferencia entre estos altibajos usualmente varía entre 5 y 20 cm. La distancia entre cresta y cresta (un ciclo) oscila entre 4 y 7 m. Los anchos de cresta varían entre 70 y 150 cm (Buol, 1981). Considerando estas proporciones se obtiene que la cresta ocupa del 20 al 25% de la superficie. Por lo tanto, para este trabajo se consideró que el 22.5% de la superficie es cresta del gilgai y 77.5% es bajo del gilgai.

El feozem es un suelo de marcada acumulación de materia orgánica y saturación de bases en la parte superior (Buol, 1981). En la zona de estudio, como tipo de suelo dominante tiene los horizontes lúvicos y háplico. Se ubica en las mesas volcánicas y elevaciones. Su textura es media en general, y se encuentra en superficies de pendiente variable, con el lecho rocoso a poca profundidad, o bien una capa de rocas en la superficie. Está asociado con los suelos litosol y vertisol pélico como unidad secundaria (Ver Fotografía 3.16).



Imagen 3.16 Tipo de suelo vertisol.



Imagen 3.17 Suelo de tipo feozem.

El luvisol, con un contenido mediano a alto de bases con horizontes arcillosos (Buol, 1981), se encuentra al norte, en las mesas de la sierra. Su textura es media en pendientes bajas a medias.

El litosol se encuentra en escarpes y mesas volcánicas en la Sierra de Pénjamo, asociado con vertisol pélico o feozem con textura fina.

El suelo planosol se localiza solamente en la parte noreste de la Sierra de Pénjamo en la zona de la Presa La Alberca, con características de combinación con el suelo vertisol con horizontes pélico, de una clasificación de textura media con una fase física lítica profunda.

Mientras que el regosol se localiza en la zona noreste de la Sierra de Pénjamo principalmente en la región de La Sabina, con combinaciones de suelos de tipo feozem y cambisol de con horizontes de tipo háplico y ferrálico, con una textura media y una fase física de lítica y pedregosa (Ver Fotografías 3.18 y 3.19).



Imágenes 3.18 y 3.19 Suelos de tipo regosol ubicados en la zona de la Sabina, Cuernavaca.

### III.3.3.1 EROSIÓN

Más del 60% de la superficie de Guanajuato se encuentra en diferentes grados de erosión total (hídrica y eólica); por lo que es importante este factor para la Sierra de Pénjamo, ya que los suelos presentan indicios de degradación, principalmente estos se pueden observar en la parte centro de la Sierra. Para entender este tipo de fenómeno es importante considerar lo siguiente:

- El suelo se forma por la acción de cinco factores: el clima, la materia orgánica, los minerales originales, el relieve y el tiempo.
- El suelo bien conservado contiene los nutrientes para que los árboles y las plantas crezcan fuertes y sanos; para producir los alimentos que consumimos a diario.
- La mejor forma de conservar el suelo es mantener la cubierta vegetal, los árboles, las plantas y los pastos.

En México existen 25 de las 28 unidades de suelo reconocidas por la FAO, la UNESCO y la ISRIC. Sin embargo, muchos de los suelos de México son poco adecuados para la explotación y muy proclives a la erosión; tal es caso de la Sierra de Pénjamo debido a los cambios del uso de suelo como por ejemplo:

- A los suelos se les asignan diversos usos: agrícola, pecuario, urbano o forestal; en la Sierra de Pénjamo el cambio de uso de zonas forestales o de cultivo han pasado al uso de sobrepastoreo, lo que ha potenciado la pérdida de suelo (Ver Imagen 3.21).
- La degradación del suelo son el cambio de uso del suelo hacia superficies agropecuarias, la deforestación, el sobrepastoreo, la topografía, la densidad poblacional y la pobreza. Este fenómeno está relacionado con la capacidad que tienen las comunidades campesinas numerosas para organizarse y acometer obras de conservación del suelo, en la Sierra principalmente es por la gran cantidad de ganado que existe.



- Hay diversos tipos de degradación del suelo: la más frecuente es la hídrica (remoción del suelo por acción del agua) que es la que se presenta más comúnmente en la zona centro de la Sierra de Pénjamo. Eólica (por acción del viento), y química (por el uso excesivo de materiales químicos, maquinaria agrícola, prácticas como la quema de vegetación para crear áreas de cultivo y pastoreo) (Ver Imagen 22).
- El deterioro de los suelos en México afecta a numerosos componentes del medio social y natural, por lo que su gestión involucra varias instancias: Semarnat, Sagarpa, Sedesol, CNA, organizaciones internacionales (FAO, PNUMA) e instituciones académicas y civiles, entre las más destacadas.
- El 12.7% del total de la superficie forestal del país equivalente a 16.2 millones de hectáreas, sufre algún nivel de degradación.
- Del total de la superficie en México, el 59% se ha desertificado por degradación del suelo.
- El cambio en el uso de suelo es una de las causas más importantes de pérdida de biodiversidad.

Es decir, en la Sierra de Pénjamo la erosión (eólica), es un proceso ligero con un pérdida de 12 a 50 Ton/Hec/Año y zonas de erosión menor de 12 Ton/Hec/Año; mientras que otro proceso potencial de la erosión es el agua (hídrica) con medidas de ligera con pérdida de menos de 10 Ton/Hec/Año, moderada de 10 a 50 Ton/Hec/Año y Alta de 50 a 200 Ton/Hec/Año (FAO, 2002).

Las condiciones de erosión en la Sierra de Pénjamo se pueden visualizar en el siguiente mapa, el cual se realizó con base en tipos de suelos, análisis de imágenes y trabajo de campo, donde las zonas azules son las áreas que presentan una erosión alta y las cuales tienen que ser restauradas inmediatamente, ya que estas zonas tienden a crecer y con ello incrementar la pérdida de suelo en la región; principalmente se localizan en la zona centro – este de la Sierra de Pénjamo. Los datos que se muestran en el mapa es por la combinación de los efectos ocasionados por los procesos exógenos como son: eólicos e hídricos, estos muestra un alto potencial en la región los cuales se visualizan con el color café que muestra una zona potencial de impacto alta; la roja es de un impacto moderado, mientras que la amarilla es de un impacto ligero.

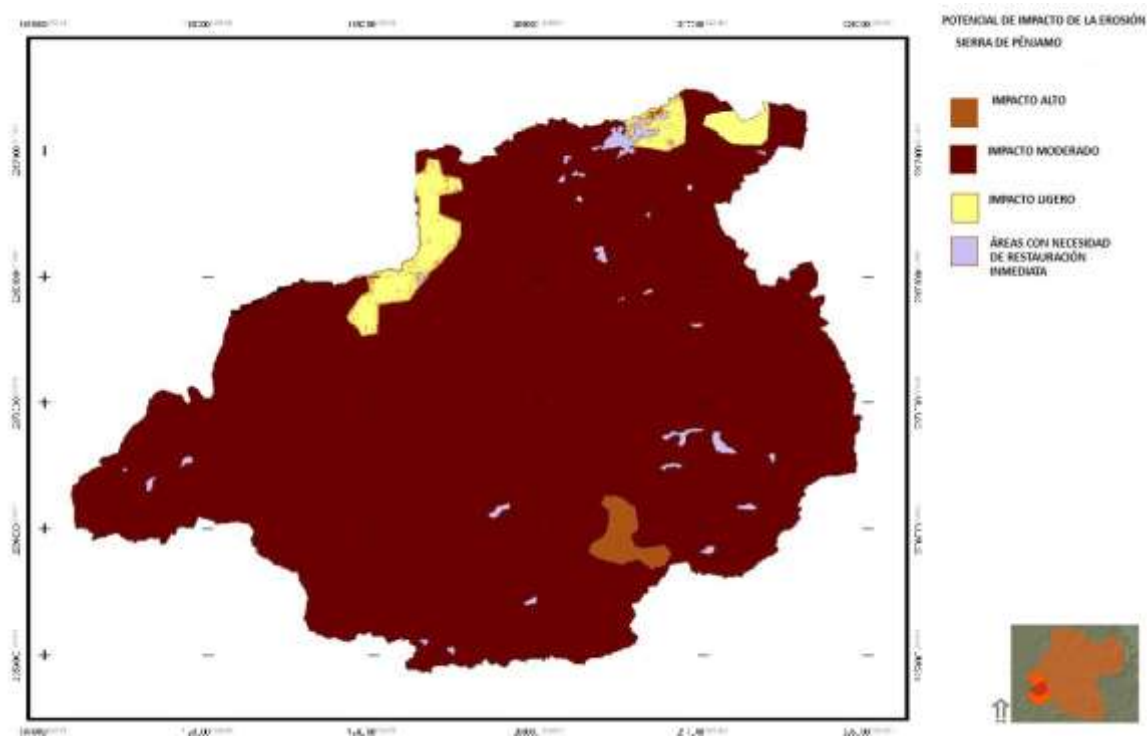


Figura 3.20 Potencial de Erosión eólica e hídrica en la Sierra de Pénjamo

El impacto de erosión ocasionado por estos procesos (eólico e hídrico) se puede incrementar por las condiciones de cambio de uso de suelo que se presenta en toda la región de un uso agrícola a un cambio ganadero, dando origen a una aceleración en la erosión de estos suelos (Ver Imágenes 3.21 y 3.22). Por ejemplo, en la parte del centro de la Sierra de Pénjamo se ve un impacto importante por el cambio uso de suelo, donde se presentan una serie de sistemas que se han implementado para detener la erosión que se presenta en esa zona (Presa del Aguacate) y entre los límites de Pénjamo y Manuel Doblado.



Fotografía 3.21 Cambio de uso de suelo agrícola a ganadera.



Fotografía 3.22 Erosión del suelo por procesos hídricos.

### III.4. CLIMA

Para caracterizar los tipos de climas presentes en la Sierra de Pénjamo se utilizó la clasificación Köppen modificada por la maestra Enriqueta García (García 1989), carta de climas hoja México 1:1000,000, efectos climáticos regionales hoja Ciudad de México, noviembre – abril, mayo – octubre, escala 1: 250,000. Información de SEMARNAT – CNA.

En la zona de estudio se tiene la clasificación (Cw1w) el cual es un clima templado subhúmedo, con un contenido de humedad intermedia, con un cociente P/T entre 43.2 y 55. Frecuencia anual de granizadas de 1 a 3 días. Verano fresco y largo, oscilación extremosa de la temperatura ya que fluctúa de 7 a 14° C. El mes más caliente se presenta antes de junio. Los vientos predominantes siguen el rumbo noreste al suroeste principalmente en los meses de Febrero-Marzo con gran intensidad y de norte al sureste con menor intensidad durante el periodo invernal.

La Sierra de Pénjamo presenta en la central de la sierra un tipo de clima Cw1 templado (humedad media); en la parte sur-centro hacia el suroeste tiene un clima de tipo Acw1 semicálido del grupo C (húmedo medio); y por ultimo en la porción noreste tiene un clima de tipo Cw0 templado (humedad baja).

Los sistemas de circulación atmosférica que influyen en México son los vientos alisios, el cinturón subtropical de altas, y los vientos del oeste. Los vientos alisios, con una componente dominante este y la circulación monzónica se presentan durante el verano; la corriente en chorro a mayor altitud y de componente oeste, y las ondas profundas conocidas como “nortes”, durante el invierno. Los cambios en la intensidad de los sistemas de circulación atmosférica y las condiciones particulares de altitud y relieve de la provincia del Eje Neovolcánico generan variaciones de temperatura y precipitación.

La región del Bajío se encuentra en la zona climática centro, con temperaturas anuales entre los 18 y 22°C, por lo que se considera un clima semicálido. La temporada caliente comprende de abril a septiembre, siendo mayo y junio los meses más calientes, y los más lluviosos julio, agosto y septiembre. A partir de octubre inicia la temporada fría, con diciembre y enero como los meses más fríos. La oscilación de la temperatura es de extremosa en las altiplanicies y de poca oscilación en las sierras locales. Así, la temperatura media anual en la Sierra de Pénjamo es de 18°C y a mayor altitud disminuye a 16°C; en la planicie y piedemonte la temperatura media anual es de 20°C (SP, 1970; Vidal, 2005).

En la Sierra de Pénjamo el clima es templado subhúmedo, con lluvias en verano (entre mayo y octubre), siendo julio y agosto los meses más lluviosos. La precipitación media anual es de 636 mm (Vidal, 2005).

En lo que respecta a la evaporación potencial, al pie de la sierra de Pénjamo se localizan valores de 1,800 mm, llegando a incrementarse conforme se avanza hacia el centro del valle de Abasolo, con valores máximos de 2,500 mm, con valor promedio de 2,200 mm. Al igual que la temperatura, los valores mayores ocurren en los meses de marzo a junio.

Este parámetro determina las condiciones que definen el tipo de flora y fauna existente en la región y condiciona las prácticas productivas que se pueden dar en ese espacio. (Ver Mapa 7. Climas de la Sierra de Pénjamo).

### III.5 HIDROLOGÍA

En México, las características físicas del territorio nacional producen condiciones hidrológicas muy particulares: sus casi dos millones de kilómetros cuadrados, la influencia de los 11 208 km de costa tanto en el Pacífico como en el Atlántico, su ubicación geográfica, particularmente en relación con los grandes cinturones de vientos y la trayectoria de los huracanes, su complicada topografía y su relieve accidentado con variaciones altitudinales, ocasionan intensos contrastes en la disponibilidad de agua.

La precipitación promedio anual en México en el periodo 1941-2004, fue de 773 mm, lo cual se podría considerar abundante. Sin embargo dicha cifra resulta poco representativa de la situación hídrica del país, puesto que existe una amplia heterogeneidad espacial y temporal. Por ejemplo, los estados localizados en la zona norte ocupan cerca de 50% de la superficie del país y únicamente contribuyen con poco más de 25% del agua que ingresa al país por lluvia, mientras que los estados ubicados en la parte sur, con solo 24% de la superficie nacional reciben 45% de la lluvia.

El manejo del agua en México se realiza tomando como base las 13 regiones hidrológicas administrativas en que se dividió el país (dicha división fue establecida por la Comisión Nacional del Agua). Las regiones hidrológico-administrativas están formadas por la agrupación de regiones hidrológicas conservando municipios completos, y para el óptimo desempeño de sus funciones, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), cuenta con una Gerencia Regional en cada una de ellas.

#### III.5.1 PRECIPITACIÓN

La región recibe los vientos alisios dominantes del noreste, modificados en su componente original oriental por las elevaciones locales, lo que genera contrastes de humedad entre los valles y la parte de las montañas. En la mitad caliente del año se produce una circulación monzónica que consiste en la entrada de vientos húmedos del Océano Pacífico y del Golfo de México, hacia la altiplanicie de mayor temperatura. La humedad aumenta con los fenómenos ciclónicos de ambos océanos (Vidal, 2005). En la zona en estudio la precipitación media anual es de 700 mm en la planicie, y de 800 mm en la sierra (SP, 1970).

Durante el invierno la corriente en chorro, con componente del oeste y carente de humedad, favorece las condiciones de sequía en la región, así como la presencia de cielos despejados. La llegada de ondas frías profundas y el contraste altitudinal, produce una disminución de temperatura mayor y el aumento de precipitación.

El período de lluvias se extiende a un periodo comprendido de cuatro meses donde los meses de mayor precipitación son de junio-agosto con una precipitación de 800 mm a 1000 mm anuales y septiembre con una precipitación de 643 mm. También es común que se presenten algunas lluvias esporádicas en noviembre y febrero de precipitaciones de 50-100 mm, a este fenómeno se le conoce como cabeñuelas.

La Estación de Pénjamo marca una precipitación promedio anual de 693.4 mm, con una precipitación promedio para julio como el mes más húmedo de 172.3 mm, y en marzo, el mes más seco con 0.3 mm de precipitación. El índice de humedad es de 33.2 y en invierno sólo se precipitan en promedio 1.1% del total anual.

Mientras que la Estación La Golondrina marca una precipitación promedio anual de 816.5 mm, el mes más seco es febrero con 0.3 mm de precipitación y el más húmedo es agosto con 236.2 mm, el índice de humedad es mayor que en Pénjamo con 41.9, el porcentaje de precipitación invernal es de 0.9%. (Ver mapa 9. Precipitación de la Sierra de Pénjamo).

### III.5.2 AGUAS SUBTERRÁNEAS

En la Sierra de Pénjamo se localizan dos acuíferos importantes para el estado de Guanajuato, el primero es el Acuífero Río Turbio y el segundo es el Acuífero Pénjamo-Abasolo (Ver Figura 3.23)). Ambos acuíferos se encuentran en la Clasificación de Sobre-explotados de la Conagua.

El acuífero de Pénjamo-Abasolo el cual se encuentra ubicado en la porción centro-sureste del estado de Guanajuato, con una extensión superficial de 3,425 kilómetros cuadrados. Geográficamente, colinda: al norte con los valles de Silao-Romita; al sur y oriente, con el cauce del río Lerma, y al poniente, con la sierra de Pénjamo y con el acuífero Irapuato-Valle. Esta zona está emplazada, principalmente, en los municipios de Pénjamo, Abasolo, Huanímaro, Cuerámara, Pueblo Nuevo e Irapuato. El acuífero de Pénjamo-Abasolo está constituido por una alternancia de depósitos aluviales, sedimentos lacustres y derrames de lava, con intercalaciones de horizontes arcillosos.

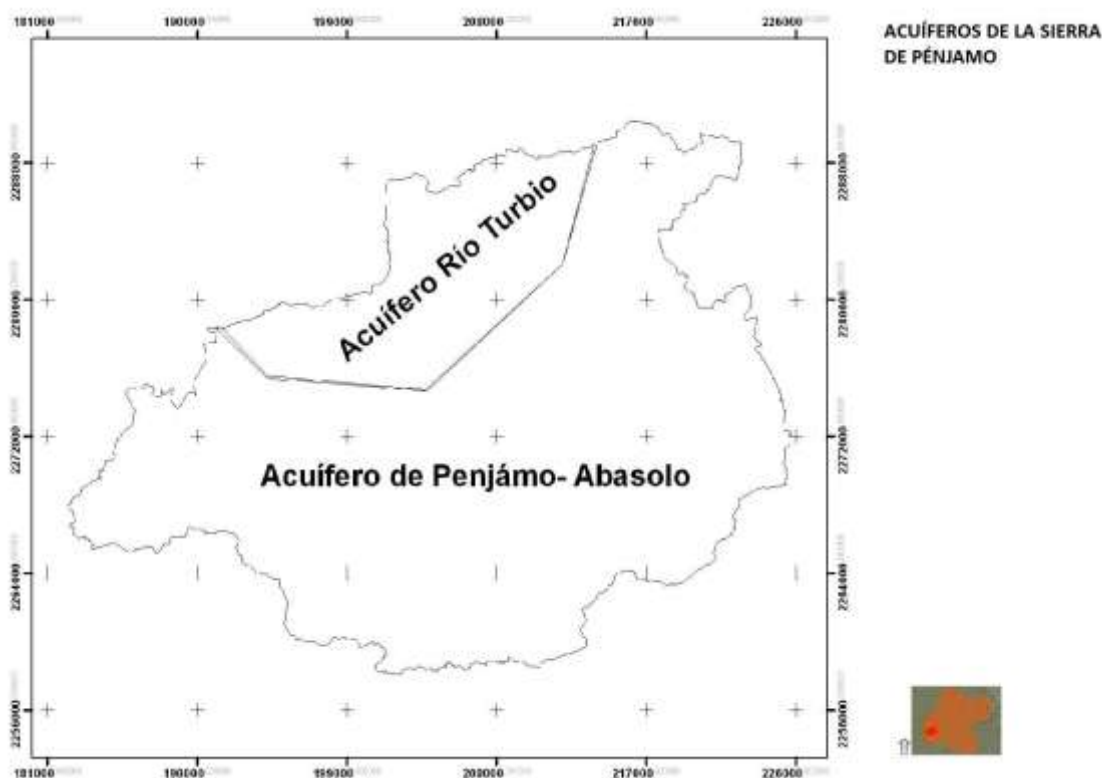


Figura 3.23 Ubicación de los Acuíferos en la Sierra de Pénjamo Fuente: Elaboración propia con base en Conagua 2002-b

Geoméricamente, el valle está limitado por: la Sierra de Pénjamo, al poniente; la sierra de El Veinte, al norte; la sierra de Abasolo, al suroriente, y la sierra de Tacubaya, al sur. Todas ellas conformadas por rocas ígneas extrusivas –basaltos y riolitas (C. N. A., 2002<sup>a</sup>).

El acuífero Río Turbio se localiza en la parte norte de la Sierra de Pénjamo y este tipo de acuífero es de un sistema integrado por unidades litológicas de tipo granular y rocas fracturadas. Las primeras presentan características heterogéneas dependientes de su forma de depósito, de tal manera que se pueden reconocer facies de granulometría gruesa hasta condiciones de ambientes lacustres. Representada por depósitos aluviales la unidad acuífera superior presenta un espesor promedio de 100 m. La unidad acuífera en rocas fracturadas está representada por las coladas de basalto y flujos de ignimbrita fracturadas, estas últimas se encuentran intercaladas con depósitos piroclásticos moderadamente consolidados. Por otro lado, los eventos tectónicos que han afectado al valle han originado la existencia de altos y bajos estructurales en su interior, modificando las condiciones de continuidad de los materiales, que a su vez se reflejan en el comportamiento de los niveles piezométricos (CONAGUA, 2002b).

La Sierra de Pénjamo es importante para la recarga de estos acuíferos, debido a que presenta condiciones geológicas, geomorfológicas y estructurales (primarias y secundarias) para la recarga tanto natural por infiltración de agua de lluvia y flujos horizontales de las zonas de recarga y de acuíferos contiguos- como inducida –retornos de riego y fuga de las tuberías o de los pozos existentes-, lo que da como resultado un

sistema fundamental para la obtención de agua de los diferentes municipios para sus actividades económicas.

Las condiciones de explotación que prevalecen en las diversas zonas son variadas, presentándose algunas como León, Celaya, Silao e Irapuato, en donde los acuíferos se encuentran sometidos a una sobre explotación, que está minando gradualmente el almacenamiento subterráneo.

### III.5.3 ESCURRIMIENTOS SUPERFICIALES Y CUERPOS DE AGUA

En referencia a las aguas superficiales la región hidrológica que predomina en el Estado de Guanajuato, es la del Río “Lerma-Santiago-Pacífico” (RH12) que fluye de oriente a poniente, hacia la vertiente del océano Pacífico y se extiende en un 83% de su área, contribuyendo con más de 90% del volumen total sumado del escurrimiento superficial y la recarga de acuíferos subterráneos. Las cuencas de esta región hidrológica son: Río Lerma-Toluca, Río Lerma-Salamanca, Río Lerma-Chapala, Lago de Pátzcuaro-Cuitzeo-Yuriria, Río Lajas y Río Verde Grande. Todas ellas ubicadas principalmente en la porción central y sureña de la Entidad donde se sustentan las principales actividades económicas y los más importantes centros de población.

La otra cuenca hidrológica es la del “Alto Río Pánuco” (RH26), que fluye de poniente a oriente, hacia el Golfo de México y se presenta en un 17% del área estatal. Se ubica en el norte, las cuencas de esta región hidrológica son: Río Tamuín y Río Moctezuma, destacando los afluentes Río Manzanares, Santa María, Brages y Extoraz.

El Pánuco se subdivide en las subcuencas del Tamuín y Moctezuma, también conocida como la cuenca Santa María. Dichas cuencas se conforman de ríos y arroyos que nacen en la Sierra Gorda. En general, estos ríos fluyen hacia el norte por cañadas profundas y valles angostos, sobre terrenos abruptos de fuerte pendiente.

La hidrografía del estado de Guanajuato es producto de las diferencias de nivel del suelo. Al caer la lluvia, se forman primero arroyos que al juntarse con otros aumentan su caudal y forman las grandes corrientes y ríos. En el estado existen aproximadamente más de 20 ríos importantes cuyas vertientes llegan a dar en dos cuencas principales: Río del Lerma y Río Santa María.

Del total de agua disponible en el estado, aproximadamente el 74% se extrae del subsuelo y el 26% de las aguas superficiales. Se utiliza principalmente el 83.28% en la actividad agrícola, seguido del uso doméstico 14.95% y del industrial 1.77%.

El almacenamiento de agua bruta se hace necesario cuando la fuente de agua no tiene un caudal suficiente durante todo el año para suplir la cantidad de agua necesaria. Para almacenar el agua de los ríos o arroyos que no garantizan en todo momento el caudal necesario se construyen embalses.

En la Sierra de Pénjamo se pueden localizar diferentes tipos de almacenamiento de agua entre ellos los más importantes son: en la parte poniente centro de la sierra se localiza la Presa Mariano Abasolo; la Presa la Alberca en el noreste de la sierra; la Presa El Aguacate en centro-este de la sierra; la Presa Corralejo en la parte norte de la misma localidad; la Presa La Golondrina en la parte noroeste de la ciudad de Pénjamo a faldas de la sierra; los cuerpos de agua como La Joya de la Mula así como La Loma en el sureste de la sierra mientras que La Ciénega se ubica en la zona noroeste de la sierra (Ver Imágenes 3.24 y 3.25). Todos estos cuerpos de agua son formados por los afluentes de los diferentes ríos y arroyos de la Sierra de Pénjamo.



Fotografía 3.24 Cuerpo de agua en la región de Manuel Doblado (San Juan del Fresno).



Fotografía 3.25 Cortina de la Presa El Aguacate.

### III.6 VEGETACIÓN Y ECOSISTEMAS

México es el país que más ecorregiones tiene en Latinoamérica (CONABIO 1998). Según la clasificación de la WWF el Estado de Guanajuato y la Sierra de Pénjamo en particular caen dentro de la ecorregión NT0204 (NT=neotrópico) también llamada Bosque seco del Bajío, del bioma Bosque Seco Tropical y Subtropical o Selva Seca. Su superficie total como bioma es de 37,400 kilómetros cuadrados localizados de la parte centro oeste del país y forma parte de eje volcánico transversal. Su estado de conservación se considera crítico (WWF 2001). Esta ecorregión es alta en endemismos

Las regiones biogeográficas son regiones constituidas por continentes enteros o grandes partes de un continente, separadas por importantes barreras geográficas y caracterizadas por la presencia de cierta fauna y vegetación única. Dentro de estos territorios biogeográficos, y establecidos por completa interacción del clima, otros factores físicos y factores bióticos, se encuentran grandes distintivas y fácilmente diferenciadas unidades comunidades llamadas biomas.

Un bioma es una gran unidad comunitaria caracterizada por las especies de plantas y animales presentes. Esto puede diferenciarse de un ecosistema que es una unidad natural de componentes bióticos y abióticos que actúan mutuamente formando un sistema estable en el que el intercambio de materiales sigue



una ruta circular. Así, un ecosistema podría ser un pequeño estanque o una gran área coextensiva con un bioma, pero abarcando un ambiente físico y las poblaciones de flora y fauna.

En cada bioma es uniforme el tipo de vegetación culminante (coníferas, árboles caducifolios, etcétera) pero una especie particular puede ser distinta en diferentes partes del bioma. La clase de vegetación culminante depende del medio físico y ambos determinan el tipo de animales presentes. La definición de bioma incluye no solo la comunidad de una región, sino también las comunidades intermedias que la preceden.<sup>19</sup>

### III.6.1 CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DE LA SIERRA DE PÉNJAMO: FLORA Y FAUNA

La Sierra de Pénjamo que se encuentra al suroeste del Estado de Guanajuato, y pertenece a la región Neotropical de nuestro país, forma parte de la ecorregión de bosque seco, de la zona ecológica árida-semiárida (clasificación de Toledo y Ordóñez 1993) y la región Xerofítica mexicana (clasificación de Rzedowski 1978). Los rasgos geográficos, así como la particularidad de encontrarse en la zona de transición entre las regiones Neártica y Neotropical, permiten que en la Sierra se desarrolle un mosaico con una alta y variada diversidad de especies importantes de flora y fauna.

#### III.6.1.1 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

Guanajuato tiene un total de 1,734 plantas vasculares según el listado del Catálogo Taxonómico de Conabio (Ocegueda, S. y J. Llorente-Bousquets (coords.), Catálogo taxonómico de especies de México, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio. México, CD1, 2008): 12 coníferas (12 pinales, 10 pinaceas 2 cupresseceas), 1 cycada (zamiaceae), 1631 magnolias (366 lilliopsidas, 1265 magnoliopsida), 90 pteridophytas (1 equisetum, 5 lycopodiopsitas: 4 sellaginelas y 1 isoetes, una psilotopsida, 82 polipodiopsidas). Las especies observadas durante los recorridos y transectos se pueden encontrar en el anexo.

#### III.6.1.2 VEGETACIÓN DE LA SIERRA DE PÉNJAMO

Como se puede observar en el Mapa de “Vegetación y Uso de Suelo de la Sierra de Pénjamo”, la mayor proporción de vegetación según INEGI (2003) corresponde a Selva baja caducifolia secundaria (33.02%), seguida de Agricultura de Temporal y pastizal inducido. Sin embargo, si se agrupan tanto bosques y selvas, es decir, el 33.02% de la Selva baja caducifolia, con el 17.21% del bosque de encino secundario, y el 2.03% del Bosque de encino primario, se encuentra que el 52.2% de la Sierra de Pénjamo, conserva aún

---

<sup>19</sup> Claudia A. Villee., 1988. Biología. Séptima Edición. Ed. Mc Graw-Hill México. Pp. 716- 718

características importantes en términos de ecosistemas forestales. Hay que hacer sin embargo una anotación con respecto al matorral xerófilo el cual se observó en las visitas de campo y no aparece en la clasificación INEGI 2003 para la región sucede lo mismo en el caso de la vegetación riparia que, como se verá más adelante, es importante en la zona de cañadas y arroyos de la Sierra.

Considerando los aspectos anteriores y siguiendo con la clasificación de Las principales formaciones vegetales encontradas en la Sierra de Pénjamo son las siguientes:

Bosque de pino –encino, encino y matorral de encino. Se localiza en elevaciones por arriba de los 1 800 m.s.n.m y alcanza altitudes de hasta 2,700 m, donde empiezan a ser claramente dominantes las especies del género *Pinus*. Respecto a su estructura vertical, este tipo de vegetación presenta de dos a tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo. El estrato más importante es el arbóreo, con alturas promedio entre los 15 y los 25 m. La presencia (o ausencia) de un estrato arbustivo bien definido está relacionada con el manejo que se le esté dando al bosque en cada sitio. Las especies dominantes en este tipo de vegetación pertenecen a los géneros *Pinus* y *Quercus*, y suelen ir acompañadas por especies de los géneros *Arbutus*, *Buddleia*, *Alnus* y *Cupressus*. Conforman comunidades densas más o menos abiertas y son caducifolios en su mayoría, aunque por temporadas muy cortas. Constituyen la transición entre comunidades templadas y tropicales. Se distribuyen en las grandes zonas montañosas, llegando hasta las serranías de menor altitud por encima del bosque tropical caducifolio y sobre todo en laderas de los cerros. Los encinos son en su mayoría de regeneración por tocón, por lo que existen varios fustes delgados desde la base, en lugar de un solo tronco de mayores dimensiones (Rzedowski, J., 2006).

La madera se utiliza para hacer carbón, es su uso fue más frecuente en la época de la hacienda (a principios de siglo) periodo durante el cual los bosques de encino fueron talados para poder cubrir la demanda pues fue el combustible más utilizado. La tala inmoderada de grandes extensiones de bosque de encino y del mismo bosque tropical caducifolio como se menciono anteriormente, ofrece una oportunidad para especies invasoras (vegetación secundaria) como la “jarilla” o “palo fierro” (*Dodonea viscosa*) que llegan a poblar las partes perturbadas y pueden verse como manchones infranqueables (Rzedowski, J., 2006).

En la Sierra de Pénjamo se encuentran en transición con vegetación secundaria arbustiva y arbórea, debido a la tala, incendios forestales y ganadería, por lo que es necesario protegerlos. Algunos matorrales corresponden a vegetación secundaria ya que gran parte de la zona fue utilizada como tierra de cultivo hace 50 años. La erosión que afecta el substrato de los bosques de *Quercus* produce efectos deletéreos a distancia como son la desecación de manantiales, contaminación del agua, inundaciones, azolves y tolvaneras. Existen manchones de bosque de encino en buen estado en el municipio de Cuerámara y Pénjamo.

Las principales especies del estrato arbustivo encontradas en la Sierra de Pénjamo se muestran en el Anexo 2.

Bosque tropical caducifolio o selva baja caducifolia. Está dominado por especies que pierden sus hojas en secas. Se encuentra entre los 0 y 1,900 metros de altitud, con una temperatura mínima extrema no menor a los 0°C con una media anual de entre 2 °C y 29 °C. Tiene escasa importancia para la explotación forestal

por lo que se ve amenazado por la ganadería y tala inmoderada; sus maderas se utilizan para la construcción, producción de artesanías, muebles y utensilios. Este ecosistema es de gran importancia pues crece en condiciones difíciles, protegiendo al suelo de la erosión, favorece la infiltración de agua para recarga de mantos acuíferos y arroyos, capta carbono de la aire y da cobijo a numerosas especies animales (Rzedowski, J., 2006).

En la Sierra de Pénjamo se encuentra principalmente en las laderas y partes bajas de los cañones y canteiras. La dominancia en el estrato arbóreo se muestra en los cuadros del anexo 3, anexo 4, anexo 5, anexo 6 y anexo 7. Si bien tiene baja importancia para la explotación forestal comercial, es muy usada localmente para construcción, artesanías, muebles, leña. El bosque tropical caducifolio al ser perturbado suele convertirse en matorral espinoso, que se utiliza para ganadería aumentando con esto el grado de perturbación hasta convertirlo en cahuatera con plantas herbáceas, sobre todo gramíneas y más tarde a zacatal o matorral abierto. Todos estos estadios de transición se encontraron en la Sierra de Pénjamo. Existen manchones en buen estado de conservación en montes y cañadas, sobre todo en el municipio de Manuel Doblado.



Fotografía 3.26 Manchón de Selva baja caducifolia en el municipio de Manuel Doblado

Bosque de galería o vegetación riparia. Agrupaciones arbóreas que se desarrollan a margen de los ríos y corrientes de agua más o menos permanentes, por lo que es muy vulnerable a las actividades agrícolas y de pastoreo. Las raíces de estos árboles están en constante contacto con el agua por lo que mantienen sus hojas durante prácticamente todo el año, convirtiéndose en una especie de oasis para los animales del bosque seco durante la temporada de secas. Este tipo de vegetación puede ser percibido o diferenciado fácilmente como una faja verde aun en la época de estiaje (época de secas). Se encontró vegetación riparia en cañadas, como se observó en el sitio conocido como “El Nacimiento” en el Municipio de Pénjamo y en La Garita que comprende tanto el municipio de Pénjamo como el de Cuerámara, en mejor estado en el primer sitio que en el segundo, con elementos de bosque de encino, bosque tropical caducifolio y matorral xerofítico, estos últimos como evidencia de perturbación (Rzedowski, J., 2006). La agricultura, ganadería y minería son actividades que amenazan este tipo de hábitat por medio de la contaminación de ríos y

arroyos y por que impiden su regeneración (ganadería). También se observó en La Saucedá que los visitantes locales vandalizan los árboles quemando sus troncos.

Las especies predominantes se muestran en las tablas del anexo 10 y anexo 11 que se encuentran en el anexo.



Fotografía 3.27 Vegetación riparia en el lugar conocido como “El Nacimiento”, municipio de Pénjamo

Matorral subtropical o Xerófito. Según la clasificación de Rzedowsky (2006) incluye todas las comunidades de porte arbustivo propias de zonas áridas y semiáridas. La temperatura media anual es de entre 12 °C y 26 °C Incluye el matorral crassicaule dominado por cactáceas de tallos carnosos, globosos o cilíndricos como nopales, biznagas y órganos que se desarrollan a altitudes entre 1,400 y 2,500 msnm y el matorral submontano que se desarrolla entre los 800 a 2,200 msnm, estrechamente ligado con afloramientos de rocas calizas.

En la Sierra de Pénjamo constituye una fase más o menos estable de vegetación secundaria, tras la destrucción del bosque original. Se utiliza para ganado y cultivo de agave en algunos casos pero en su mayoría no son muy productivos. Se encontraron manchones de esta vegetación intercalados en la toda la zona de la Sierra, en especial en el Municipio de Cuerámáro. Las especies predominantes se muestran en el anexo 6.



Fotografía 3.28 Vegetación xerófito en La Sabina, Cuerámáro

### III.6.1.3 FAUNA

En los siguientes apartados se hizo una descripción general de las características faunísticas tanto del estado de Guanajuato como de la Sierra de Pénjamo.

#### III.6.1.3.1 FAUNA DE GUANAJUATO

Guanajuato ocupa el lugar 28 en cuanto a mamíferos endémicos mesoamericanos y el 25 con respecto a endémicos estatales. Se tiene registro de 65 especies de mamíferos, 243 especies de aves, 51 especies de reptiles y 22 especies de anfibios en el Catálogo Taxonómico de Conabio (2008). Su posición geográfica lo coloca en el lugar donde dos zonas geográficas, la Neártica y la Neotropical se entremezclan, por sus características fisiográficas, ambientales y su posición geográfica, debería ser considerado como un estado diverso en flora y fauna (Flores-Villela, et al., 1994). Sin embargo estos datos no son contundentes puesto que su fauna ha sido pobremente estudiada.

#### III.6.1.3.2 FAUNA DE LA SIERRA DE PÉNJAMO

La fauna es sumamente importante, ya que desempeña un papel ecológico elemental en la regeneración y funcionamiento de los ecosistemas y contribuyen a regular las poblaciones de otras especies; otros cumplen con la importante función de polinizar plantas y dispersar semillas que ayudan a estabilizar y propagar las especies de flora que existe en la zona. La cubierta vegetal proporciona a la fauna la satisfacción de alimento, agua, cobertura y espacio. Muchas especies de fauna silvestre son indicadores de condiciones ambientales estables o de alteración ambiental, además de ser una herramienta útil para los planes y programas de educación e interpretación ambiental (Aranda, 1981; Aranda M. 2000).

Las especies fauna exótica en la zona según el listado proporcionado por Conabio son únicamente acuáticas: Carpa Común *Cyprinus Carpio*, Carpa Dorada *Carassius auratus* y Tilapia Negra *Oreochromis mossambicus*, (colectadas en 1987 y 1988 y que forman parte de la Colección Nacional de Peces Dulceacuícolas Mexicanos de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional). También se observaron especies domésticas (perros, gatos, aves de ornato, pericos) y de corral; estas últimas tienen un efecto muy limitado sobre la fauna del lugar. Las actividades humanas que impactan directa e indirectamente a la fauna en esta zona son la caza y recolección furtivas, la fragmentación del hábitat debida a la tala inmoderada, incendios, agricultura y ganadería, y la subsiguiente contaminación del agua. Como factores naturales tenemos las sequías y la erosión.

Las técnicas para la obtención de datos para la fauna silvestre en función de la naturaleza del proyecto (características y tiempo de realización) y del sitio de ubicación (fuertemente impactado por la actividad del hombre), son las siguientes:

- Indicios (huellas, excretas, madrigueras, conchas, caparazones, etcétera)
- Avistamiento de individuos
- Entrevistas con los habitantes de la Sierra

Estas técnicas se utilizaron de forma complementaria

Algunas de las especies reportadas para la zona tanto por informantes locales como por la bibliografía consultada son rana, salamandra, culebra, lagartija cornuda, cascabel, tortuga, colibrí, garza, zopilote negro, aguililla, lechuza, carpintero, lince, zorro, coyote, ciervo cola blanca, mapache etcétera.

Se reportó (informantes locales) que hasta hace 20-40 años se veían en la Sierra de Pénjamo: *Canis lupus* (lobo), *Puma concolor* (puma), *Leopardus pardalis* (ocelote), *Leopardus wedii* (tigrillo), y *Meleagris gallipavo* (guajolote silvestre). Otros animales reportados en las entrevistas, de los cuáles no se tiene con exactitud la especie de la que se trata es una tortuga de tierra de aproximadamente 50 cm de largo (Entrevista realizada en Cuerámara).



Fotografía 3.29 Huellas de Mapache (*Procyon lotor*) encontradas en el municipio de Pénjamo.



Fotografía 3.30 Huella de venado encontrada en el municipio de Pénjamo.

Las especies de fauna que habitan la Sierra de Pénjamo y que tienen algún estatus de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001 se pueden encontrar en el anexo 15.

**III.7 ACTIVIDADES PRODUCTIVAS, USO DE SUELO Y APROVECHAMIENTO**

En este apartado, es conveniente presentar la cartografía elaborada por el INE y que si bien, presenta una clasificación distinta a la usada en la cartografía de la serie III, lo que sí permite en una comparación bajo los mismos parámetros del estado de la vegetación en 1976 y 2000.

Es importante señalar, que no se hace una diferenciación entre bosques y selvas primarias y secundaria, lo cual, en el caso de la Sierra de Pénjamo, es especialmente relevante, sin embargo, si da elementos importantes tanto para entender el uso de suelo actual como las posibilidades que hay en la Sierra.

En la Figura 3.2 se observa, en primer lugar, la claridad con la que se distingue la Sierra de Pénjamo del resto de su entorno, es decir, que si bien los cortes que aquí se presentan no están incluyendo el polígono de la ANP, la diferenciación entre las zonas forestales (bosque de latifoliadas y selva caducifolia y subcaducifolia) es bastante aproximada a la delimitación del polígono, hay que considerar también, que el Área Natural Protegida de las Musas, es estrictamente hablando, parte de la Sierra de Pénjamo, pero para términos de la delimitación de Polígonos y de su manejo, se trata de dos áreas colindantes.

Se observa el entorno en la cual, la Sierra está rodeada de zonas de agricultura de riego. Las cuáles extraen sus aguas de pozos de los acuíferos para los cuales representan una importante fuente de recarga.

Un siguiente factor que se debe considerar, es que entre 1976 y 2000, se observa que no disminuyeron las áreas de bosques y selvas de manera notable, sino que por el contrario, en algunas áreas hay mayor presencia, principalmente en el caso de la selva subcaducifolia.

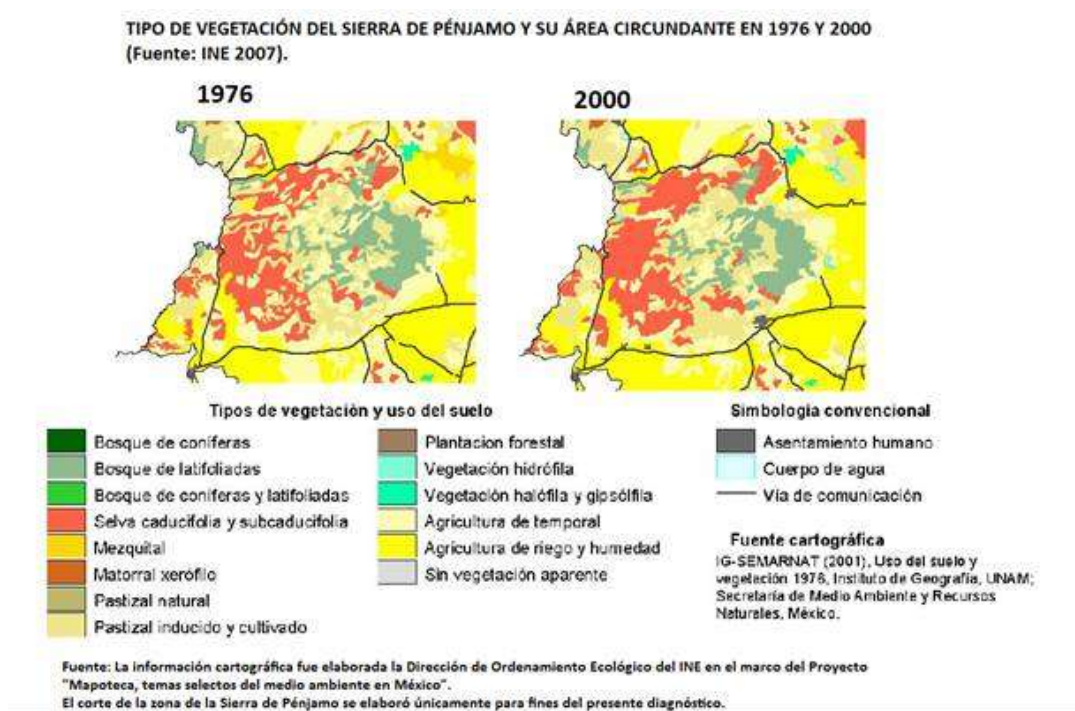


Figura 3.31 Tipo de Vegetación y uso de suelo de la Sierra de Pénjamo 1976 y 2000

La figura anterior, muestra que las dinámicas productivas y ambientales de la Sierra de Pénjamo, permitieron un cierto grado de recuperación entre 1976 y 2000. En este aspecto, la tarea es identificar y promover las acciones que puedan llevar a que la recuperación de la misma siga, es decir, orientar las acciones hacia el aprovechamiento sustentable.

La información que se presenta es con base tanto en los recorridos de campo, como en las entrevistas y talleres.

CLASIFICACIÓN	PORCENTAJE	APROVECHAMIENTO
Selva baja caducifolia secundaria	33.02%	Extracción de leña, madera y otras especies, también hay ganado y cacería.
Agricultura de temporal	23.74%	Principalmente maíz, habas y frijol, ganado. Se está introduciendo agave en algunas áreas de Cuerámaro y Pénjamo.
Pastizal inducido	21.68%	Ganadería
Bosque de encino secundario	17.21%	Extracción de leña y madera ganadería
Bosque de encino primario	2.03%	Paisaje y turismo, cacería , extracción de leña.
Agricultura de riego	2.02%	Maíz y frijol
Pastizal natural	0.20%	Ganadería.
Cuerpo de agua	0.10%	Pesca y actividades turísticas.
Total	100.00%	

Tabla 3.32 Uso de Suelo y aprovechamiento año 2000

Como se puede observar, las actividades agrícolas y ganaderas, ocupan al menos el 47% del territorio de la Sierra, que por vocación natural, alguna vez fue totalmente forestal, en este sentido el deterioro histórico de sus recursos forestales se ha debido a la falta de capacidades y de incentivos para hacer de estos una fuente viable de recursos. Por otra parte, las políticas públicas nacionales y estatales han privilegiado tradicionalmente las actividades agropecuarias. De hecho, lo sorprendente es encontrar aún bosques de encino y manchones de selva baja caducifolia en la región.

Uso y aprovechamiento de los recursos naturales y principales actividades económicas.

El uso del territorio en la Sierra de Pénjamo, no ha tenido transformaciones graduales pero importantes en al menos en los últimos 30 años, esto se sostiene con base tanto en el mapa de 1976 del INE, como en las entrevistas y los talleres donde se hizo un ejercicio para recordar cómo era la Sierra “antes”.



Los asistentes y entrevistados coincidieron que las principales actividades productivas que se desarrollaban anteriormente eran el cultivo de maíz, frijol, haba, garbanzo y la explotación forestal para la extracción de carbón, esta última está muy presente, sobre todo en la memoria de la gente mayor, que recuerda que antes se sacaba mucho carbón de encino de la Sierra, en cambio, la gente más joven tiene más presentes las actividades agrícolas.

Antes de describir las actividades productivas que se realizan en la Sierra de Pénjamo, es importante incluir uno de los puntos que se trató tanto en los talleres como en las entrevistas y es el relativo al uso del agua, que es relevante tanto para el uso humano como para el productivo.

Las comunidades de la parte alta de la Sierra obtienen el agua principalmente de los manantiales y ojos de agua para el consumo humano, mientras que para las actividades domésticas y consumo del ganado se utiliza el agua de los bordos o agujeros. En temporadas de sequía cuando los manantiales no tienen agua, esta es traída de los pozos más cercanos en tambos transportados por camionetas de las familias de la localidad.

Uno de los principales conflictos identificados tanto en los talleres como en las entrevistas es el de la apropiación del agua por parte de algunos particulares que cuentan con pozos y manantiales y no permiten que esta fluya hacia otros predios y comunidades, por lo que este es un tema que deberá ser abordado con detalle en la creación del Programa de Manejo. El agua que se produce en la sierra también es utilizada por habitantes que no viven en ella, como es el caso de Las Musas, el Arroyo el Guayabo, la Presa del Aguacate y el Fuerte de los Remedios, donde cada fin de semana y días festivos se reúnen visitantes a realizar actividades de recreación. Las aguas de la presa El Aguacate son utilizadas para el riego agrícola en las partes bajas de la sierra ubicadas en el municipio de Cuerámara (aunque está localizada en el límite de Pénjamo con Cuerámara) así mismo el bordo San Felipe ubicado entre Cuerámara y Pénjamo.

Por otra parte las comunidades de las partes bajas como son las comunidades de Zapote de Cestao, La Regalada, Puerta de la Reserva y San Juan el Alto Plazuelas cuentan con pozo de agua y red de distribución. La última localidad de cuenta con cuatro manantiales y existe un proyecto de aprovechamiento turístico con la construcción de temazcales.

La temporada de lluvias está identificada en un periodo de junio a octubre, pero cada vez ha ido disminuyendo. Hace dos años se presentó una granizada que terminó con los cultivos, en 1970 una inundación en Cuerámara y el 1962 una gran sequía. El clima ha cambiado, antes los cambios de temperatura no eran tan extremos, actualmente se siente muchos más el frío y también el calor.

El suelo es un recurso natural que siempre se deja a un lado, pues su pérdida, ya sea de propiedades o de material se va perdiendo poco a poco y los pobladores no realizan actividades para recuperarlo. En la sierra existen zonas de alta erosión como lo manifiestan cuatro de los entrevistados “casi toda el área de las partes de lomerío que ven hacia la ciudad de Pénjamo están erosionadas y abandonadas” .

Actualmente, las principales actividades productivas que se realizan en la sierra son:

- ganadería, actividad que se desarrolla de manera generalizada,
- agricultura, mayoritariamente de temporal y para subsistencia,
- minería, en las zonas señaladas en el apartado 2.1 y de manera artesanal,
- recolección de plantas y animales para vender en la Sierra,
- cacería (en este sentido, la mención es a gente de fuera que caza, no hablan de que la realicen ellos),
- extracción de leña,
- extracción de tierra de monte,
- también hay actividades relacionadas con el comercio, pero estas son en muy pequeña escala.

En relación con la minería en la Sierra de Pénjamo se encuentran 53 zonas mineras, de estas la mayoría son de minerales no metálicos. Cabe señalar que más de 53 comunidades de Pénjamo y de otras comunidades dependen de los bancos de material como principal fuente de trabajo.

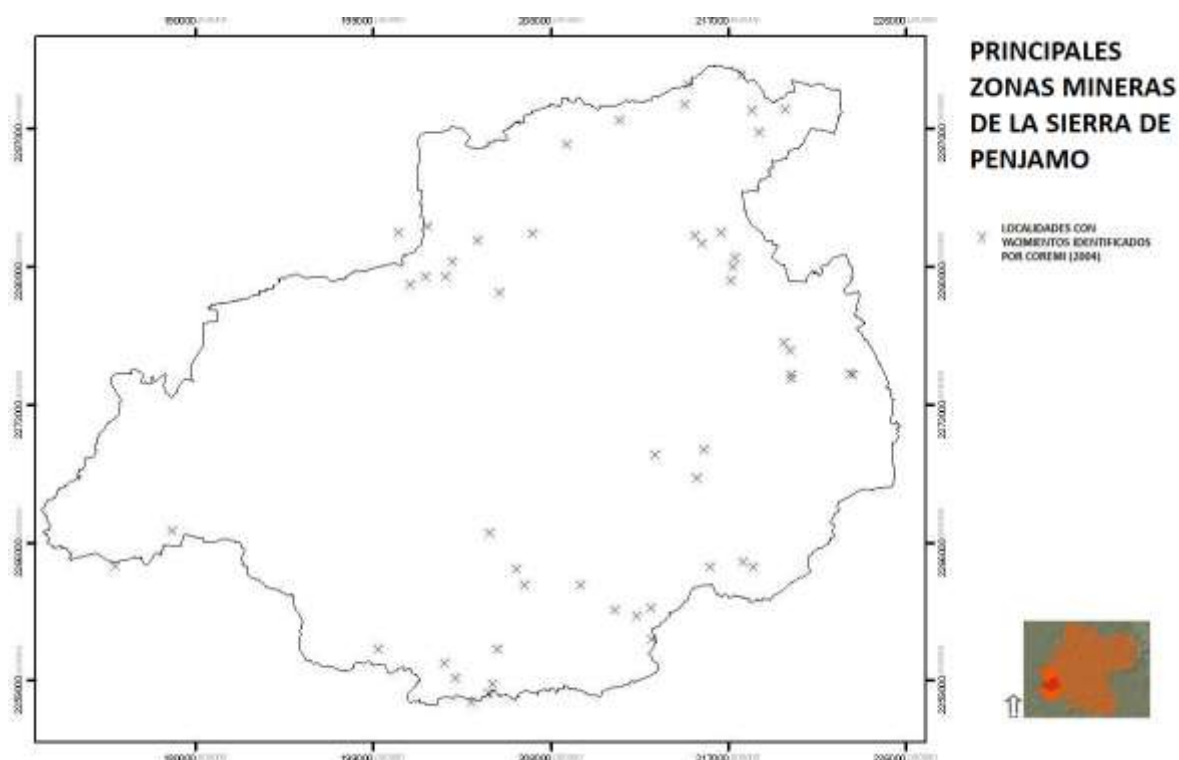


Figura 3.33 Ubicación de las principales zonas mineras en la Sierra de Pénjamo Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de COREMI 2004

El principal recurso mineral no metálico actualmente es el ópalo que tiene fuerte demanda como piedra preciosa tanto en México como en el extranjero.

Los otros minerales no metálicos reconocidos en la Sierra de Pénjamo como pumicita, arena sílica, arcilla y perlita, en su estado natural, no cumplen con las características fisicoquímicas que requiere la industria, cabe la posibilidad de que algunos de ellos sean susceptibles de ser concentrados metalúrgicamente para alcanzar tales características a un costo que permita explotarlos con beneficio económico.

En cuanto a rocas dimensionables la Sierra de Pénjamo cuenta con varias localidades de toba riolítica, la cual es explotada en tajos a cielo abierto para producir cantera de diversas tonalidades con buena aceptación en la industria de la construcción a nivel estatal.

La explotación de agregados petreos está garantizada debido a que la Sierra de Pénjamo tiene gran abundancia de rocas volcánicas en toda su extensión, la explotación de este producto está limitada por la ley de la oferta y la demanda además de las restricciones impuestas por las normas de protección del equilibrio ecológico.

En cuanto a minerales metálicos se encontraron en los trabajos de campo manifestaciones poco significativas.

### III.7.1 USO Y APROVECHAMIENTO DE ESPECIES DE FLORA Y FAUNA SILVESTRES

Algunas especies de flora y fauna que se encuentran en la zona de la Sierra de Pénjamo tienen propiedades alimenticias y medicinales, aunque sólo se aprovechan algunas especies de manera aislada y principalmente como autoconsumo. La madera es utilizada en actividades cotidianas como leña, vigas para construcción, postería, artesanías, etcétera. Las especies utilizadas por la población de la Sierra de Pénjamo y el uso que se les da se muestran en las tablas 2.21 a y 2.21 b en el anexo, la información se basa en dos fuentes, la primera es producto de los talleres y entrevistas y la segunda fuente es el estudio realizado por Cuerpos de Conservación de la Sierra de Pénjamo, específicamente en la microcuenca de La Aceituna en el Municipio de Pénjamo. Sin embargo, no se han encontrado contradicciones sino por el contrario, bastantes coincidencias.

Hasta el momento su potencial medicinal, de ornato, en actividades de turismo alternativo, y sobre todo su importancia como reservorios de agua en el caso de la flora, han sido insuficientemente estudiados.

Con respecto al uso de plantas, se han diferenciado dos tipos, las plantas que se cultivan y o que crecen en las milpas y en los patios familiares, principalmente maíz, frijol, habas, quelites y verdolagas, hierbabuena, cedrón, ruda, toronjil, así como frutales donde destaca la mención de guayabos, duraznos, pero también limones, yucas y toronjas. Especialmente la zona de Cuerámaro conserva huertos y frutales como mangos y aguacates. Por otra parte están las especies de la Sierra de las cuáles, varias se utilizan para construcción (ver tabla 2.21 a) así como para usos medicinales.

En las entrevistas también se mencionaron otras plantas de las cuáles no se obtuvieron ejemplares, ni nombres científicos, pero que se considera importante mencionar para estudios posteriores, estas son: Cadillo de Hueso (Medicinal), Mano de San Juan (flor que se usa como ornato).

Con respecto a las especies de fauna utilizadas, lo que más se reporta es para la cacería, seguido de usos medicinales (para lo cual no se encontró algún sustento científico, por lo cual se infiere que está basado en creencias populares).

**CAPÍTULO IV**  
**CRITERIOS ESPACIALES**  
**PARA LA DETERMINACIÓN DEL**  
**ÁREA NATURAL PROTEGIDA**  
**SIERRA DE PÉNJAMO**

## IV.1 INTRODUCCIÓN

La delimitación del polígono de un área natural protegida no tiene una metodología estandarizada, y depende de las características de cada caso, sin embargo, el objetivo es la conservación del patrimonio natural, pero también del patrimonio cultural de una región. Dadas las características de la Sierra de Pénjamo se pueden resaltar los siguientes aspectos:

- Se trata de un área delimitada de manera natural por el relieve y que constituye una unidad física y socio cultural
- En lo referente a la diversidad biológica se presentan espacios a manera de “parches” donde la interconexión es importante para garantizar la persistencia de la misma.

Para poder realizar la delimitación antes mencionada fueron necesarias diversas propuestas.

Debido a que se hace mención a muchos aspectos del espectro electro magnético en las siguientes secciones es importante hacer mención de las características del mismo.

El espectro electromagnético es el rango de todas las radiaciones electro magnéticas posibles. El espectro de un objeto es la distribución característica de la radiación electromagnética de ese objeto. Se extiende desde las bajas frecuencias usadas para la radio moderna (extremo de la onda larga) hasta los rayos gamma (extremo de la onda corta), que cubren longitudes de onda de entre miles de kilómetros y la fracción del tamaño de un átomo<sup>20</sup>.

Generalmente, la radiación electromagnética se clasifica por la longitud de onda: ondas de radio, microondas, infrarroja y región visible, que percibimos como luz, rayos ultravioleta, rayos X y rayos gamma. El comportamiento de la radiación electromagnética depende de su longitud de onda. Las frecuencias más altas tienen longitudes de onda más cortas, y las frecuencias inferiores tienen longitudes de onda más largas.

Para el caso específico de éste proyecto es de relevancia la parte infrarroja del espectro electromagnético, esto debido a que la vegetación tiene mayor reflectividad dentro de este intervalo.

Este intervalo cubre el rango desde aproximadamente los 300 GHz (1 mm) hasta los 400 THz (750 nm). Puede ser dividida en tres partes:

- Infrarrojo lejano, desde 300 GHz (1 mm) hasta 30 THz (10  $\mu$ m). La parte inferior de este rango también puede llamarse microondas.

---

<sup>20</sup> <http://www.espectrometria.com/>

- Infrarrojo medio, desde 30 a 120 THz (10 a 2.5  $\mu\text{m}$ ).
- Infrarrojo cercano, desde 120 a 400 THz (2500 a 750 nm).

A continuación se muestra una figura donde se representan los principales intervalos dentro de los rangos del espectro electro magnético.

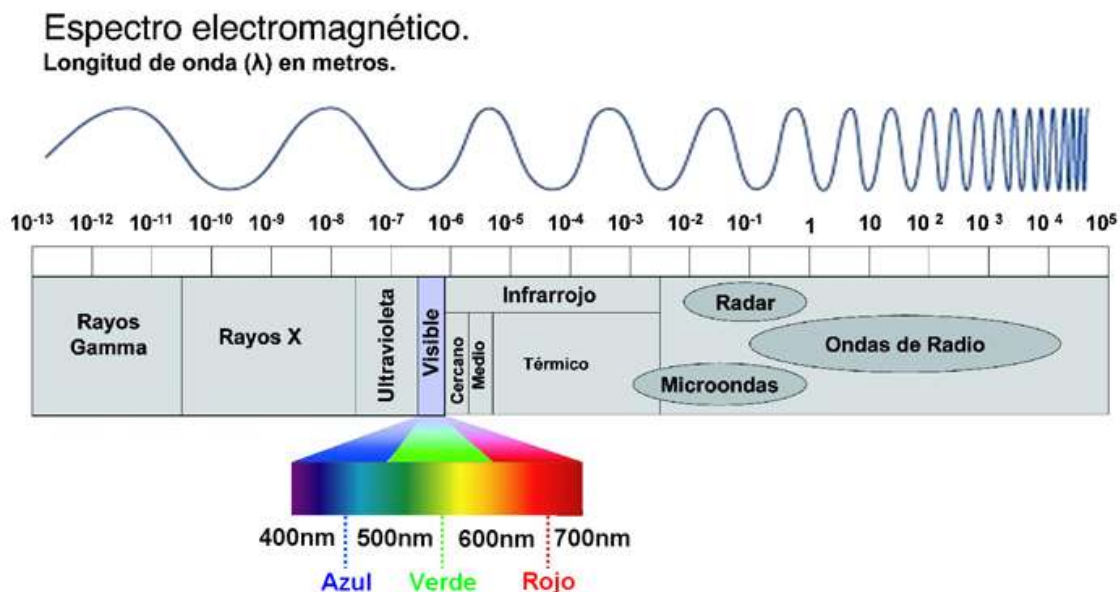


Figura 4.1 División del espectro electromagnético en longitud de onda.<sup>21</sup>

Las Bandas espectrales de una imagen de satélite poseen información en algunos de estos intervalos del espectro, principalmente en los intervalos visible, infrarrojo cercano, medio y térmico o lejano.

A lo largo de todo el proyecto son abordados diversos conceptos del espectro electro magnético, así que es recomendable tenerlo presente, en la siguiente sección se empiezan a abordar las fases del proyecto y las metodologías usadas en el mismo.

## IV.2 FASES DEL PROYECTO

La primera de ellas consistió en una propuesta de la poligonal hecha por el Instituto de Ecología del Estado (IEE), a partir de la cual se inició el estudio de la zona, si bien el mismo IEE anotó que sólo se

<sup>21</sup> <http://astrofiscayfisica.blogspot.com/>

trataba de una propuesta muy preliminar para considerar la zona de estudio, se analizó la posibilidad de trabajar con base en ella (Ver figura 4.2). Había elementos relevantes que debían retomarse, entre ellos, el de que no fuera atravesada por ninguna carretera, así mismo, excluir dentro de lo posible las áreas altamente urbanizadas, principalmente la Cabecera Municipal del Municipio de Pénjamo así como la cabecera municipal del Municipio de Cuerámara.

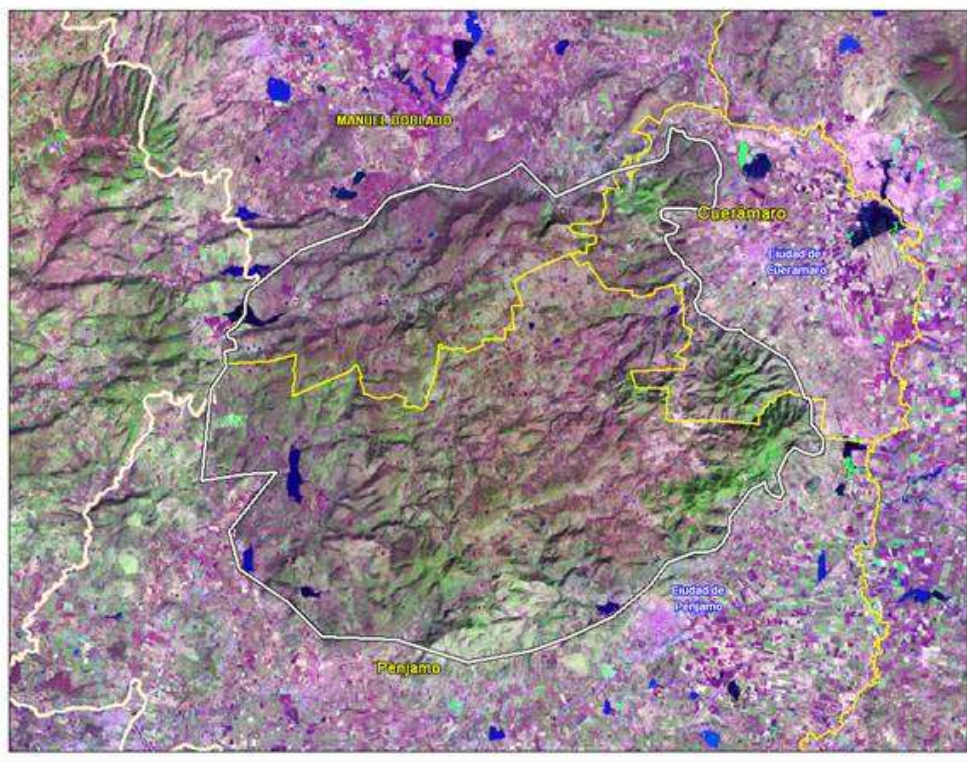


Figura 4.2 Primer propuesta realizada por el IEE para delimitar la Sierra de Pénjamo

La segunda fase estuvo conformada por la obtención de una nueva poligonal de la zona generada únicamente por formas de relieve, pero en esta se sobrepone con el Área Natural Protegida estatal de Las Musas y atraviesa la zona urbana de la ciudad de Pénjamo.

La tercera fase fue una combinación de elementos de relieve con limitantes como se explica a continuación:

- a) Se elaboró una clasificación de las formas del terreno correspondientes a la Sierra de Pénjamo, por medio de la cual se logró obtener una primera delimitación.
- b) Se limitó en el noroeste por Área Natural Protegida “Las Musas” como referencia y agregando un mayor detalle en la definición de los límites a través de linderos y caminos.



- c) Se limita al oeste con el Estado de Jalisco de acuerdo a los límites establecidos actualmente por el Inegi (2005) y los cuales fueron facilitados por el IEE.
- d) Se estableció un buffer para carreteras y zonas urbanas. Dicho buffer inicialmente se hizo de al menos 100 metros de cualquier carretera, así como al menos un kilómetro y medio (1.5 km) de las áreas urbanas de las ciudades Pénjamo y Cuerámara. Dicho buffer sirvió de referencia geográfica pero se afinó con trabajo de imágenes de satélite ortorectificadas.
- e) Se delimitó por la Carretera Irapuato-La Piedad (Carretera 90) en la parte sur.
- f) De igual manera sucedió con la Carretera Irapuato-Cuerámara-Manuel Doblado (Carretera 84) con la cual limita al Norte.
- g) A solicitud expresa de los habitantes del municipio de Cuerámara (Taller del 2 de septiembre del 2009) se incluyó el área de la Laguna de Tres Villas, la cual recibe afluentes tanto de la Sierra de Pénjamo como del Río Turbio. La población considera que es importante también proteger este cuerpo de agua.
- h) Finalmente se hizo un detallado trabajo de identificación de caminos y linderos para trazar los límites exactos del polígono teniendo como resultado un cuadro de construcción con 2068 vértices.

En el extremo sur oeste, la carretera Manuel Doblado-La Piedad (37) atraviesa una parte del polígono, que era importante contener ya que se propuso por los asistentes al primer taller realizado en el municipio de Cuerámara el día 9 de junio del 2009. Así mismo, tanto en el análisis de uso de suelo y vegetación, como en la observación de campo se identificaron manchones de Selva Baja Caducifolia Secundaria y de Bosque de Encino tanto primario como secundario.

### **IV.3 METODOLOGÍA**

En los siguientes apartados se aborda de manera más detallada y desarrollada la metodología usada para el proyecto, incluyendo la información sobre los insumos utilizados y las fuentes de obtención.

#### **IV.3.1 ÍNDICE DE POSICIÓN TOPOGRÁFICA**

La Sierra de Pénjamo, por sus condiciones fisiográficas, hace referencia a una forma específica del terreno y, como tal, puede ser delimitada a partir de sus características exclusivamente topográficas. Es así como se plantea una metodología de formas del terreno a partir de los atributos del Modelo Digital de Elevación (MDE).

El primer paso realizado en la metodología de la propuesta para el estudio previo para el decreto de la ANP Sierra de Pénjamo fue la creación de una primera regionalización basada en la forma geológica y rasgos de la Sierra.

Lo anterior se realizó utilizando el Topography Position Index (TPI), propuesto por Andrew Weiss en la conferencia internacional de usuarios de ESRI del 2001 y explicado por el biólogo de vida silvestre Jeff Jenness, de GIS Analyst Jenness Enterprises, en su artículo “Topographic Position Index (TPI) v. 1.2” marzo del 2006.

Para la realización de este índice fue usado el software ArcView y la extensión de licencia libre de Topography Position Index <sup>22</sup>.

Es gracias a la generación de esta regionalización que se obtiene una primera propuesta de poligonal para el ANP con mejor definición. (Ver capítulo IV.4 CRITERIO GEOMORFOLÓGICO)

El proceso de clasificación por TPI utiliza un Modelo Digital de Elevación (MDE) como único insumo; un MDE es un arreglo ordenado de números que representa la distribución espacial de la elevación sobre un datum arbitrario en un paisaje (Moore et al., 1991).

Para el caso específico de este proyecto se empleó un MDE elaborado por la NASA. Los datos del Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), el cual es denominado como el primer MDE a escala cercano global, permiten la representación homogénea de la superficie terrestre, a partir del empleo de imágenes de radar obtenidas desde el espacio (SRTM, 2004).

La versión de este MDE que se usó es la de resolución de 30 metros con una extensión que comprende los municipios de Manuel Doblado, Cuernavaca y Pénjamo. Es importante señalar que a esta versión se le debe correr un algoritmo que se puede encontrar en la misma fuente de donde el producto es obtenido. Tanto el modelo como el algoritmo pueden ser descargados de manera gratuita <sup>23</sup>.

Con base en este primer polígono generado de las formas del terreno se comienzan los procesos sociales que ayudarán a terminar de delimitar la poligonal final que conformará el Área Natural Protegida. La etapa del proceso social es de suma importancia ya que se toma en cuenta la opinión y experiencia de las personas que viven en la zona de estudio para realizar una delimitación más conveniente y con un mejor aprovechamiento.

---

<sup>22</sup> Puede ser descargada de la página <http://www.jennessent.com>

<sup>23</sup> Se pueden encontrar en la página <http://dds.cr.usgs.gov/srtm/>

### IV.3.2 TALLERES PARTICIPATIVOS

El proceso social consistió en realizar tres talleres en la zona de estudio uno por cada municipio que comprende el área de estudio.

La finalidad principal de estos talleres fue la de recolectar información básica acerca de la zona, de informar a los habitantes en qué consiste el proyecto y para obtener sus opiniones acerca de la poligonal propuesta.

Las encuestas y entrevistas se realizaron en 4 grupos:

- A) **Entrevistas a personas que no viven en la Sierra de Pénjamo:** habitantes de Fuera de la Sierra de Pénjamo a los cuáles se les preguntó sobre el conocimiento y la percepción que tenían de la misma.
- B) **Encuesta realizada en asambleas comunitarias:** se realizó con la finalidad de saber la opinión de los habitantes sobre la propuesta de declaración. Esta encuesta se hizo durante los talleres de septiembre en la Ciudad de Cuernavaca y en la Ciudad de Pénjamo. La encuesta se aplicó al concluir el taller, y uno de los aspectos que hay que señalar, es que en la mayor parte de los casos, las personas solicitaron que los encuestadores escribieran las respuestas, ya que no sabían escribir o se les dificultaba hacerlo.
- C) **Entrevistas realizadas a personas de las comunidades:** en general ninguno de los entrevistados tiene una percepción del área completa que abarca la Sierra de Pénjamo, es decir tienen visión de su entorno cercano y su municipio.
- D) **Entrevista a informantes clave:** realizadas a personas que tenían mayor conocimiento acerca de la Sierra.

Los resultados obtenidos de estas encuestas se encuentran en la sección IV.6.2 RESULTADOS DEL PROCESO SOCIAL.

### IV.3.3 VALIDACIÓN Y VERIFICACIÓN DE LA VEGETACIÓN

Para este análisis se realizó una combinación de métodos que fueron el uso de transectos junto con el análisis de la imagen de satélite para que con estos resultados lograr observar las zonas de mayor impacto en cuanto a cobertura vegetal se refiere.

El primero de estos procesos fue el de transectos, estos consisten en realizar muestreos en lugares con un grado de conservación relativamente bueno.

Fueron realizados 7 transectos en total, de estos transectos se obtuvieron los datos necesarios para obtener los valores de dominancia relativa (cobertura de la especie/cobertura total), densidad relativa (densidad de la especie/densidad total), frecuencia relativa (frecuencia de la especie/frecuencia de todas las especies) y abundancia relativa (proporción que representan los individuos de una especie particular respecto al total de individuos de la comunidad) con los cuales calcular el valor de importancia (frecuencia relativa+dominancia relativa+densidad relativa) de cada especie por comunidad muestreada en las localidades de La Garita, Las Pomas, Rosa de Negrete, La Sabina, Los Chiqueros, Jaralillo y El Nacimiento.(ver los cuadros en los anexos 3 al 9).

Para poder comparar la información obtenida de los transectos y de imágenes de satélite se tomaron mediciones con equipos GPS Juno de Trimble con los que se asignó posición a los cambios más representativos de la vegetación en cada transecto de este proceso se generó la siguiente tabla:

Nombre	Distancia	Unidad	Latitud	Longitud	
<b>TRANSECTO 1</b>					
	147.503	metros	20°37'34.52"N	101°51'3.66"O	Inicio
	32.897	metros	20°37'38.46"N	101°51'6.56"O	Cambio uno
	78.818	metros	20°37'38.85"N	101°51'7.62"O	Cambio dos
Suma	259.218	metros	20°37'40.52"N	101°51'9.68"O	Final
<b>TRANSECTO 2</b>					
	218.768	metros	20°28'52.81"N	101°49'26.54"O	Inicio
	127.132	metros	20°28'45.70"N	101°49'26.19"O	Cambio uno
	191.828	metros	20°28'42.77"N	101°49'23.10"O	Cambio dos
Suma	537.728	metros	20°28'37.11"N	101°49'25.86"O	Final
<b>TRANSECTO 3</b>					
	42.032	metros	20°27'35.37"N	101°48'34.04"O	Inicio
	54.644	metros	20°27'34.04"N	101°48'33.73"O	Cambio uno
	168.899	metros	20°27'32.31"N	101°48'34.15"O	Cambio dos
Suma	265.575	metros	20°27'26.89"N	101°48'35.08"O	Final
<b>TRANSECTO 4</b>					
	96.167	metros	20°31'24.94"N	101°51'48.20"O	Inicio
	100.622	metros	20°31'22.26"N	101°51'46.50"O	Cambio uno
	59.814	metros	20°31'23.64"N	101°51'43.35"O	Cambio dos
	130.056	metros	20°31'24.34"N	101°51'41.43"O	Cambio tres
	607.944	metros	20°31'23.65"N	101°51'37.00"O	Cambio cuatro
Suma	994.603	metros	20°31'19.15"N	101°51'16.59"O	Final

<b>TRANSECTO 5</b>					
	71.757	metros	20°33'8.96"N	101°39'9.46"O	Inicio
	359.783	metros	20°33'7.95"N	101°39'11.69"O	Cambio uno
	344.593	metros	20°33'7.42"N	101°39'24.09"O	Cambio dos
	264.957	metros	20°33'4.05"N	101°39'35.43"O	Cambio tres
	655.8	metros	20°32'58.14"N	101°39'42.08"O	Cambio cuatro
	212.678	metros	20°32'47.87"N	101°40'1.91"O	Cambio cinco
Suma	1909.568	metros	20°32'41.23"N	101°40'3.95"O	Final
<b>TRANSECTO 6</b>					
	182.504	metros	20°37'27.65"N	101°43'12.04"O	Inicio
	131.55	metros	20°37'33.57"N	101°43'11.72"O	Cambio uno
	70.843	metros	20°37'35.79"N	101°43'7.83"O	Cambio dos
	28.835	metros	20°37'37.08"N	101°43'5.81"O	Cambio tres
Suma	413.732	metros	20°37'37.87"N	101°43'5.27"O	Final
<b>TRANSECTO 7</b>					
	1121.905	metros	20°40'12.50"N	101°44'21.99"O	Inicio
	1920.215	metros	20°40'44.70"N	101°44'3.82"O	Cambio uno
	1775.935	metros	20°41'34.99"N	101°43'24.56"O	Cambio dos
Suma	4818.055	metros	20°41'23.98"N	101°42'24.35"O	Final

Tabla 4.3 Coordenadas de transectos

El listado anterior de puntos se colocó sobre la imagen de satélite de la zona, para poder confirmar los datos obtenidos y poder analizar zonas a las que no se pudo tener acceso. (Ver mapa 4.28)

Previo al proceso anterior a la imagen se le realizaron dos procesos importantes, el primero de ellos es la ortorrectificación.

La ortorrectificación de una imagen es un proceso en el cual se le da posición exacta y se le agrega información de alturas mediante el uso de un modelo digital de elevación. Para el caso del proyecto se usó el mismo modelo antes mencionado que es el SRTM obtenido de la NASA.

El proceso de ortorrectificación para el proyecto fue realizado mediante el uso del software PCI Geomatics. Los insumos necesarios para este procedimiento son: la imagen de satélite, el modelo de elevación y una fuente de información que funcione de referencia espacial para poder dar posición a la imagen a rectificar, en este caso esta referencia fue una imagen de satélite obtenida del producto de NASA Zulu.

---

El producto Zulu o, nombrado oficialmente como, Geocover (Orthorectified Landsat Thematic Mapper Mosaic), es un producto de distribución libre<sup>24</sup> generado a partir de escenas de Landsat ETM de donde se utilizaron las bandas:

- Banda 7 Infrarrojo medio
- Banda 4 Infrarrojo cercano
- Banda 2 Verde visible

Con estas bandas se generó un mosaico a nivel mundial utilizando como marco de referencia WGS84 y proyección Universal Transversa de Mercator (UTM).

El tamaño de pixel de estas imágenes es de 14.25 metros, las fechas de las escenas son del 2000 +/- 3 años. Tienen un control horizontal que consta de 6 a 12 puntos identificables con una precisión absoluta no mejor de 15 metros RMS. Y un control vertical donde se uso un MDE de 30 segundos de arco.

Para darle una uniformidad al contraste del mosaico se le corrió un proceso denominado LOCAL stretch por sus siglas en ingles Locally Optimized Continuously Adjusted Look up tables. Este proceso utiliza múltiples histogramas para crear una uniformidad radiométrica de contraste a través de áreas con rangos de contraste potencialmente extremos.

Usando este producto, se realiza una coincidencia de ubicaciones entre las dos imágenes, es decir, se colocan aproximadamente 30 puntos coincidentes en ambas imágenes, de esta manera el software da posición a la imagen sin referencia.

En este proyecto la imagen a referir que se utilizó fue la de SPOT 5 con fecha del 4 de febrero de 2009 y k / j 582/309, debido a que la Secretaría de Marina Mexicana tiene todas las escenas SPOT para el territorio nacional y realiza una distribución gratuita de las mismas por medio de la Estación de Recepción México de la Constelación de Satélites SPOT (ERMEXS)<sup>25</sup>.

Las imágenes SPOT fueron diseñadas en Francia por el Centre National d'Etudes Spatiales (CNES) con la participación de Suecia y Bélgica. Tienen una cobertura global que abarca de la latitud 87° sur a 87° norte, con una órbita cuasi polar con altitud de 832 km y una inclinación de 98.7°. Características que le permiten al satélite cubrir la tierra en 26 días.

Las bandas espectrales que contiene SPOT son las siguientes:

---

<sup>24</sup> Puede ser descargado de <https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/>

<sup>25</sup> [http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/imgpercepcion/ImgSatelite/Estacion\\_recepcion.aspx](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/imgpercepcion/ImgSatelite/Estacion_recepcion.aspx)

- Banda 1 verde, con tamaño de pixel de 10m
- Banda 2 Rojo, con tamaño de pixel de 10m
- Banda 3 Infrarrojo cercano, con tamaño de pixel de 10m
- Banda 4 Infrarrojo medio, con tamaño de pixel de 20m
- Pancromática, con tamaño de pixel de 2.5 o 5m

Es importante señalar que las escenas tienen un problema de intercambio de bandas entre la banda uno y la tres que puede ser fácilmente solucionado por medio de un reordenamiento de las bandas para que queden en el orden correcto.

A la imagen utilizada se le realizó el proceso de corrección radiométrica. La corrección radiométrica de las imágenes de satélite, busca evitar errores o distorsiones radiométricas debido a las diferencias en la sensibilidad de los sensores. Cuando la energía electromagnética emitida o reflejada es observada por el sensor, la energía observada no coincide con la energía emitida o reflejada del mismo objeto observado de una distancia corta. Esto es debido a la elevación del sol, a las condiciones atmosféricas tales como la niebla o aerosoles, a la respuesta del sensor que influyen la energía observada, etc. Por lo tanto, para obtener valores de radiancia y reflectancia planetaria, esas distorsiones radiométricas deben ser corregidas.

Para esta escena se realizó la corrección radiométrica mediante una curva de calibración, que permite primeramente la conversión de Número Digitales a valores de radiancia espectral y posteriormente su conversión a reflectancia planetaria.<sup>26</sup>

Este proceso consiste en la conversión de números digitales a radiancia espectral, la cual requiere de información del Gain y Bias del sensor en cada banda. Esta transformación se basa en una curva de calibración de números digitales a radiancia, calculada por los sistemas de operación del satélite (Figura 4.4).

La ecuación general de la calibración está dada por la expresión (1). Sin embargo para el caso del sensor SPOT-5, la ecuación (1), la cual permite convertir valores digitales a radiancia espectral se transforma en la ecuación (2).

$$L_{\lambda} = Gain * DN + Bias \quad (1) \qquad L_{\lambda} = \left( \frac{DN}{Gain} \right) + Bias \quad (2)$$

<sup>26</sup> Metodología obtenida de Centro de Investigación en Geografía y Geomática Ing. Jorge L. Tamayo A.C. Manejo de Imágenes SPOT 5

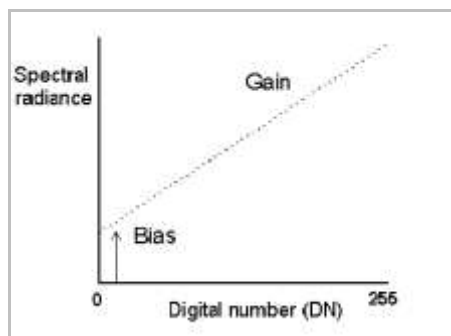


Figura 4.4 Efecto de Gain y Bias en los sensores

Donde:

- $L_{\lambda}$  es la irradiancia del instrumento para la banda considerada ( $mWcm^{-2}ster^{-1}\mu m^{-1}$ )
- $DN$  son los valores digitales de entrada para la banda considerada(0 a 255)
- $Gain$  es su valor de calibración absoluta para la banda considerada
- $Bias$  es su valor de calibración absoluta para la banda considerada

Tanto Gain y Bias se encuentra reportada en los encabezados de cada sensor, a continuación se muestra datos generales para SPOT-5, en la tabla 4.5.

Banda	Bias ( $mW / cm^2 ster \mu m$ )	Gain ( $cm^2 ster \mu m / mW$ )
Blue	0.0	2.903215
Green	0.0	2.85396
Red	0.0	3.04982
SWIR	0.0	10.694748
Pancro	0.0	2.3385

Tabla 4.5 Valores generales de  $Gain$  y  $Bias$  reportados para SPOT-5<sup>27</sup>

Conversión de la radiancia espectral a reflectancia aparente: La reflectancia aparente,  $\rho$ , relaciona la radiancia medida,  $L_{\lambda}$ , a la irradiancia solar incidente en la atmósfera y se expresa como una fracción decimal entre 0 y 1:

<sup>27</sup> Centro de Investigación en Geografía y Geomática Ing. Jorge L. Tamayo A.C. Manejo de Imágenes SPOT 5



$$\rho = \frac{\pi L_{\lambda} d^2}{ESUN_{\lambda} \cos SZ}$$

Donde:

- $d^2$  es el cuadrado de la distancia del sol a la tierra en unidades astronómicas (aprox. 1 UA)
- $d^2 = 1 - 0.01674 \cos 0.9856(JD - 4)^2$  donde JD es el día juliano de adquisición de la imagen.
- $L_{\lambda}$  es la radiancia espectral de cada banda a su longitud de onda  $\lambda$  en mili-watts sobre centímetros cuadrados por esteradianes por micrómetros ( $mWcm^{-2}ster^{-1}\mu m^{-1}$ )
- $ESUN_{\lambda}$  es la irradiancia solar media en  $mWcm^{-2}\mu m^{-1}$  fuera de la atmósfera para la banda a su longitud de onda (Tabla 2).
- $SZ$  es el ángulo cenital solar en radianes,  $SZ = (90 - \theta_e) \frac{\pi}{180}$ ,  $\theta_e$  es el ángulo de elevación de adquisición de la imagen.

Banda	Valores de $ESUN_{\lambda}$ para SPOT-5
Blue	185.2
Green	156.5
Red	104.1
SWIR	22.5
Pancro	162.8

Tabla 4.6 Valores de  $ESUN_{\lambda}$  en  $mWcm^{-2}\mu m^{-1}$ <sup>28</sup>

El desarrollo de esta transformación esta realizado con el programa ARCGIS 9.3. En el siguiente esquema se puede observar de manera resumida el proceso de ortorrectificación realizado para la imagen SPOT 5 utilizada en el proyecto.

<sup>28</sup> Centro de Investigación en Geografía y Geomática Ing. Jorge L. Tamayo A.C. Manejo de Imágenes SPOT 5

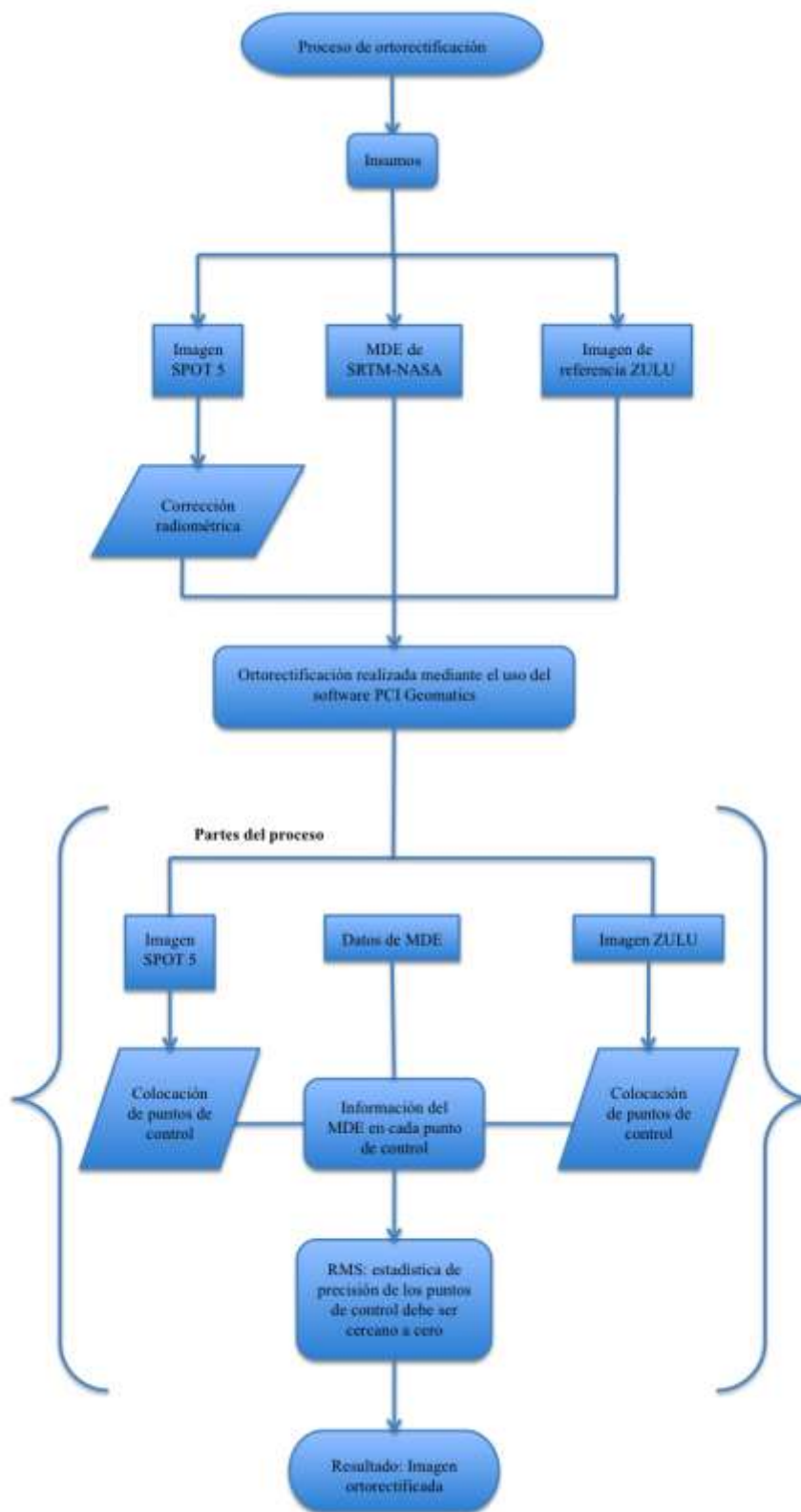


Figura 4.7 Esquema de ortorectificación elaboración propia

Es importante señalar que el RMS de la rectificación debe estar en un rango aceptable, lo que significa que su RMS debe ser muy cercano a cero, entre mayor sea el RMS tendrá un alto grado de error lo que significa que la imagen no está ubicada en la posición que le corresponde de manera correcta y por consiguiente esto produce errores en cualquier cálculo realizado sobre la imagen, para el caso de la imagen utilizada en este proyecto el valor de RMS fue de .5 píxeles.

Una vez realizado el proceso de ortorrectificación se calcula el Índice de vegetación el cual permite resaltar toda la vegetación de la imagen para facilitar análisis al respecto.

#### **IV.3.4 GENERACIÓN DE PUNTOS DE CONTROL**

El levantamiento de la poligonal resulta ser la parte final del proyecto, esto sucede debido a que antes, como se ha comentado anteriormente, es necesario un común acuerdo entre la gente, además de que deben decidirse diversos factores por los que se debe considerar o no alguna zona; esto da pie a cambios en la poligonal y una vez que quedan resueltos es posible realizar el levantamiento, de otro modo serían necesarios múltiples levantamientos que serían un desperdicio de recursos tanto humanos como monetarios.

La poligonal de este proyecto consta de 16 vértices que fueron medidos con el uso de un equipo GPS Geo XT de Trimble. De los 16 puntos, 11 fueron medidos de manera simple con un tiempo promedio de toma de información satelital de 120 segundos por punto. Estos puntos forman una red secundaria.

Los 5 puntos restantes fueron distribuidos de manera homogénea para formar una red primaria, estos puntos fueron tomados haciendo uso de una antena huracán y toma de información satelital de 900 segundos aproximadamente. La finalidad de estos puntos es la de tener bien definidos algunos lugares de acceso principales para el Área Natural Protegida. En el sitio se colocaron varillas con el propósito de que en un futuro esos puntos puedan ser monumentados y sirvan como indicadores de acceso al área natural protegida.

Nota: En la zona de plazuelas no se colocó varilla debido a que la zona es de carácter arqueológico y no fue permitido.

Los detalles del proceso del levantamiento se encuentran en la sección IV.5.3 LEVANTAMIENTO DE PUNTOS DE CONTROL.

#### IV.4 CRITERIO GEOMORFOLÓGICO

El TPI es un algoritmo con el cual se pueden realizar clasificaciones de terreno utilizando pendientes y diferentes escalas de análisis. Este algoritmo se basa en la diferencia que hay en la elevación de una celda respecto a las celdas que la rodean. Los valores positivos significan que la celda está más alta que sus colindantes mientras que los valores negativos significan que se encuentra más abajo.

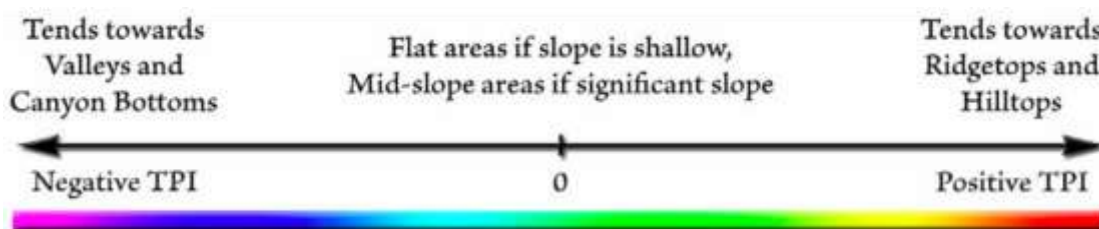


Imagen 4.8 tomada de la publicación “Topographic Position Index (TPI) v. 1.2” marzo del 2006

El resultado del TPI depende mucho de la escala utilizada al realizar el análisis.

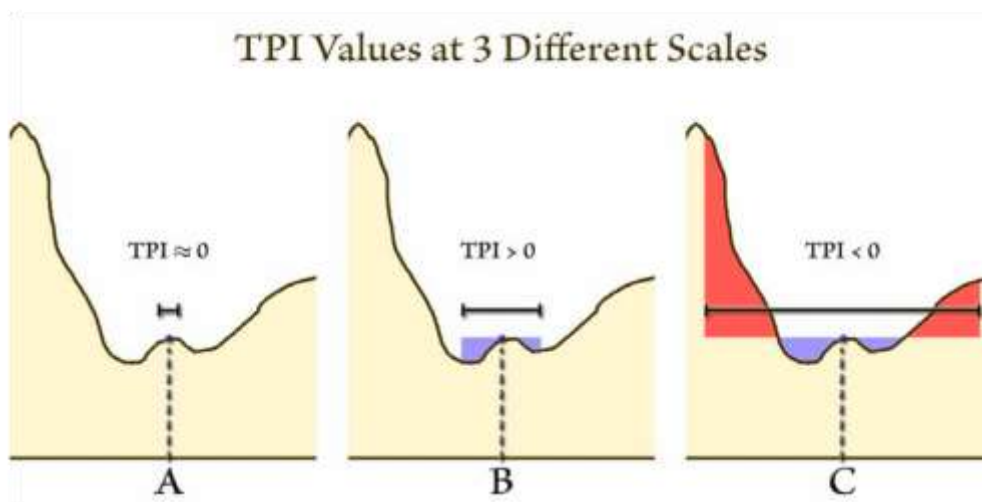


Imagen 4.9 tomada de la publicación “Topographic Position Index (TPI) v. 1.2” marzo del 2006

En la referencia anterior se puede observar la importancia del uso correcto de la escala en este algoritmo. El caso A del esquema representa una escala de análisis muy pequeña por lo que las elevaciones de los alrededores son prácticamente las mismas que en el punto de análisis, esto da como resultado un valor de TPI cercano a cero.

En el caso B, se selecciona una región de análisis un poco mayor, en esta región el punto de estudio resulta ser el de mayor elevación en comparación con sus alrededores, eso da como resultado que el TPI sea mayor que cero.

Para el ejemplo C se emplea una región de estudio con una escala mayor, esta vez los alrededores tienen mayor altitud que el punto de estudio por lo que el TPI tendrá valor menor que cero.

En la siguiente imagen se puede ver otro ejemplo de lo explicado en los párrafos anteriores, pero en este caso con pendientes.

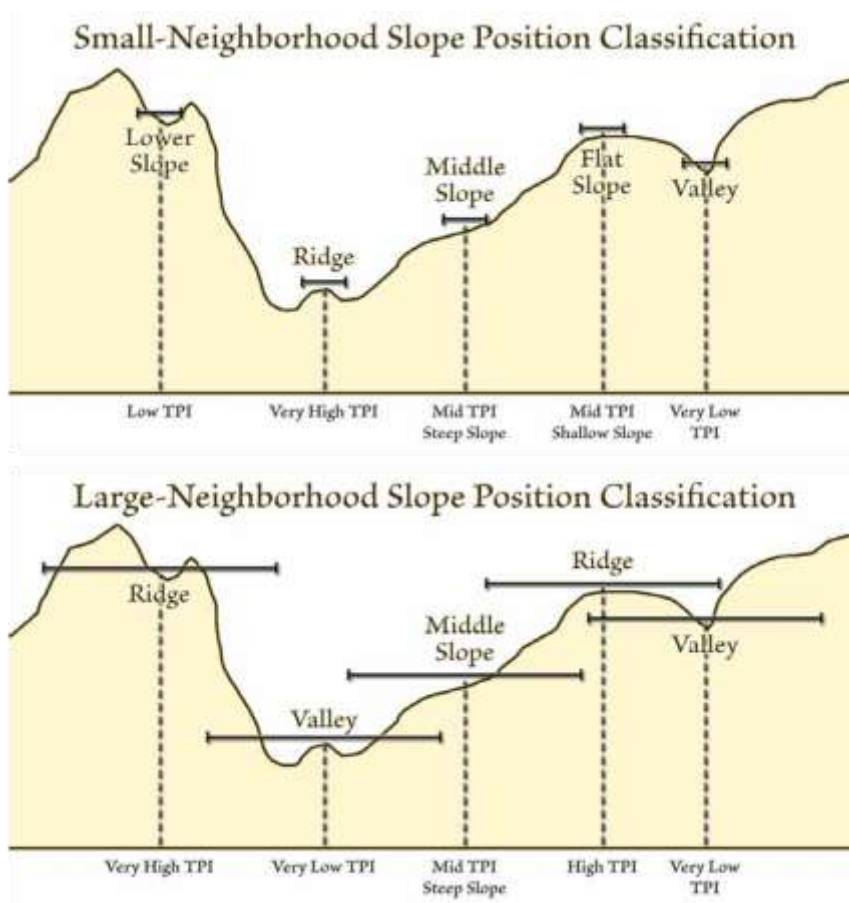


Imagen 4.10 tomada de la publicación "Topographic Position Index (TPI) v. 1.2" marzo del 2006

Con el TPI se pueden obtener dos tipos de clasificaciones del terreno por posición de pendientes y por formas del terreno.

La primera clasificación, por posición de pendientes, realiza una comparativa de los píxeles que se encuentran alrededor y define si tiene una altura mayor o menor y de esa manera va categorizando. Como resultado de este procedimiento se tiene una clasificación no tan detallada donde se definen formas por pendientes (Imagen4.11).

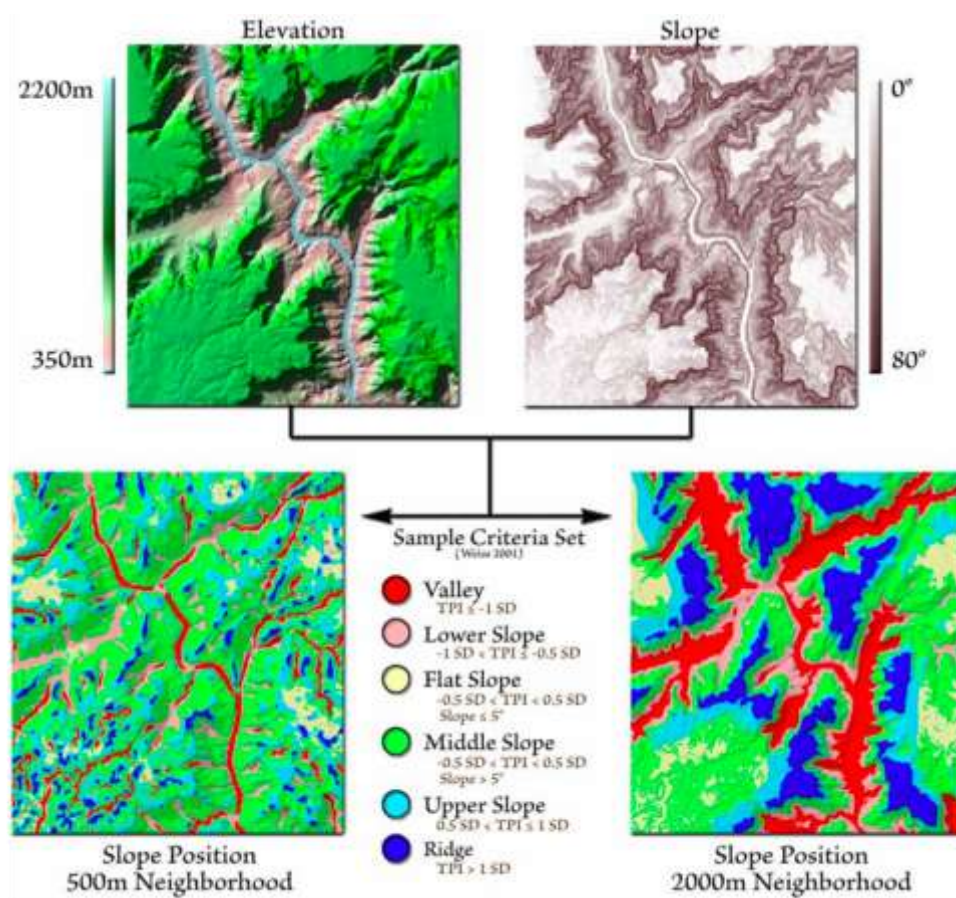


Imagen 4.11 tomada de la publicación “Topographic Position Index (TPI) v. 1.2” marzo del 2006

La clasificación por formas del terreno funciona bajo el mismo fundamento es decir los insumos son los mismos, pero en este caso la clasificación es más detallada determinando formas básicas como planicies, valles, colinas etcétera. Esta clasificación se hace usando dos TPI a diferentes escalas, uno más detallado que el otro. La combinación de dos TPI en diferentes escalas ayuda a sugerir formas de terreno.

A continuación se muestran dos esquemas que ejemplifican la clasificación por formas de terreno.

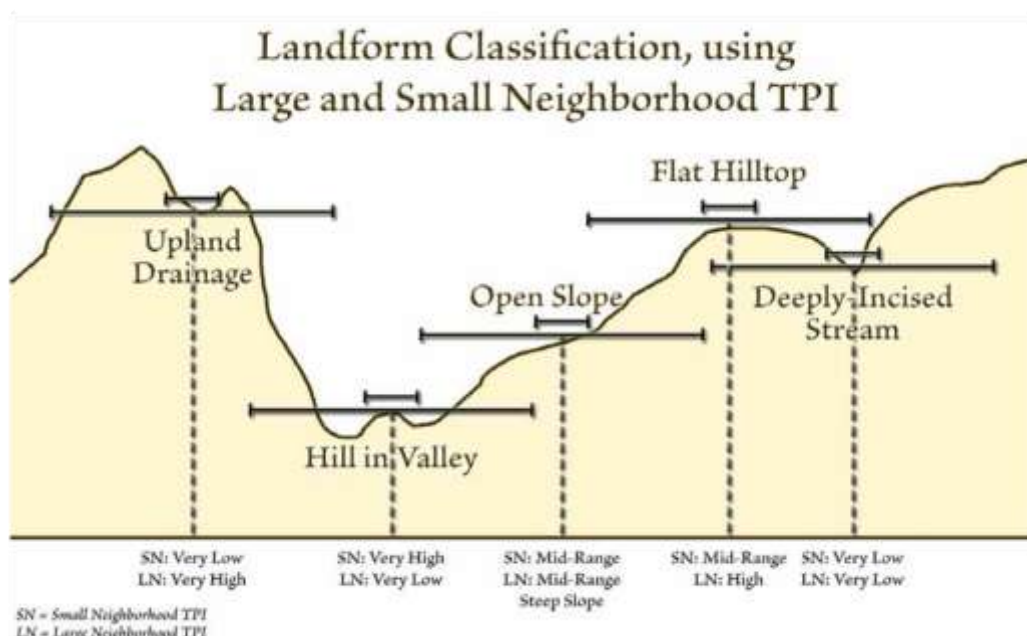


Imagen 4.12 tomada de la publicación “Topographic Position Index (TPI) v. 1.2” marzo del 2006

La imagen anterior ejemplifica la comparación de los dos TPI, el de mayor escala con el de menor escala, para poder determinar las formas del terreno.

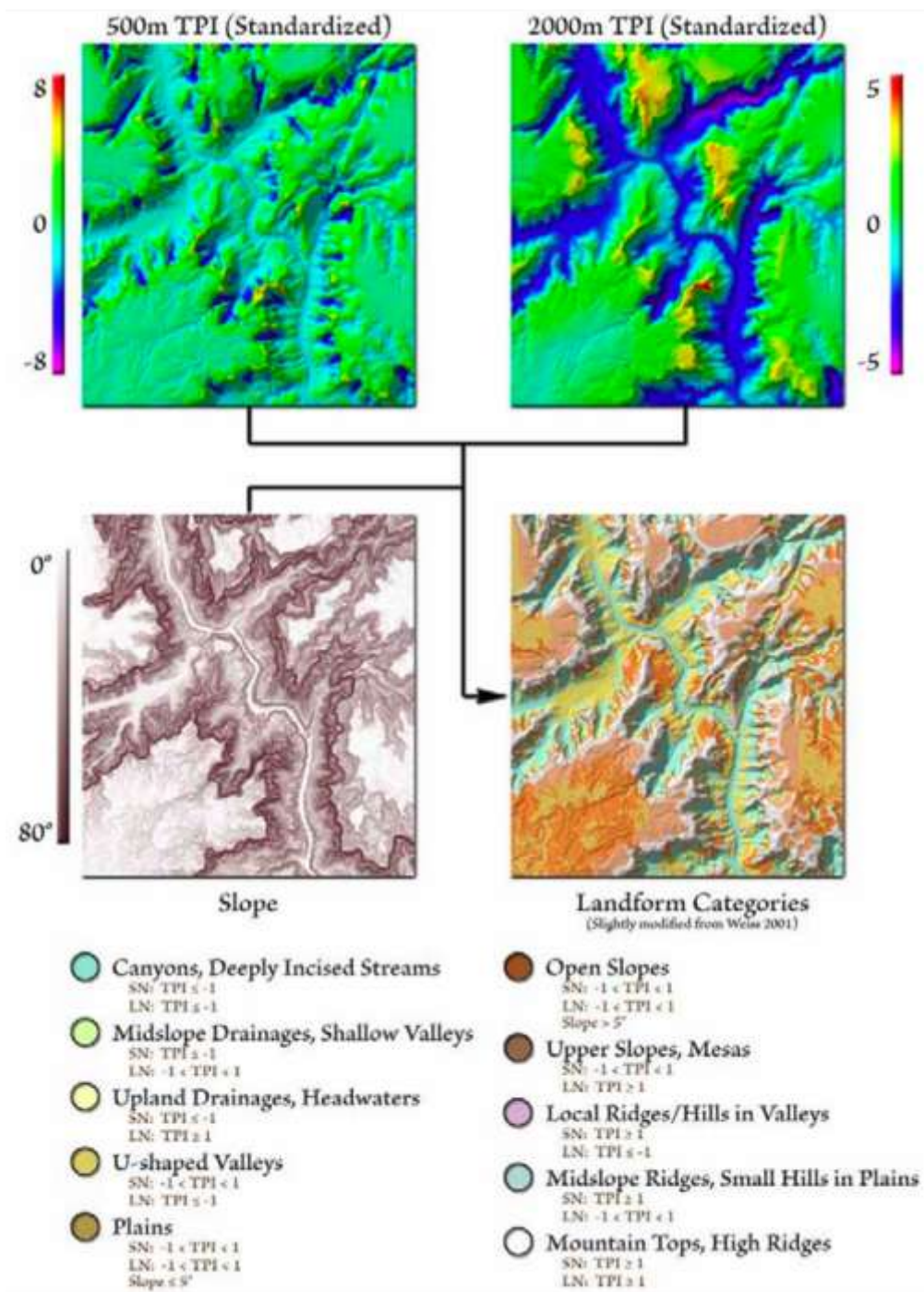


Imagen 4.13 tomada de la publicación “Topographic Position Index (TPI) v. 1.2” marzo del 2006

La imagen anterior esquematiza el proceso de clasificación por formas de terreno, mostrando como insumos los dos TPI además de las pendientes y dando como resultado la clasificación de formas correspondiente.

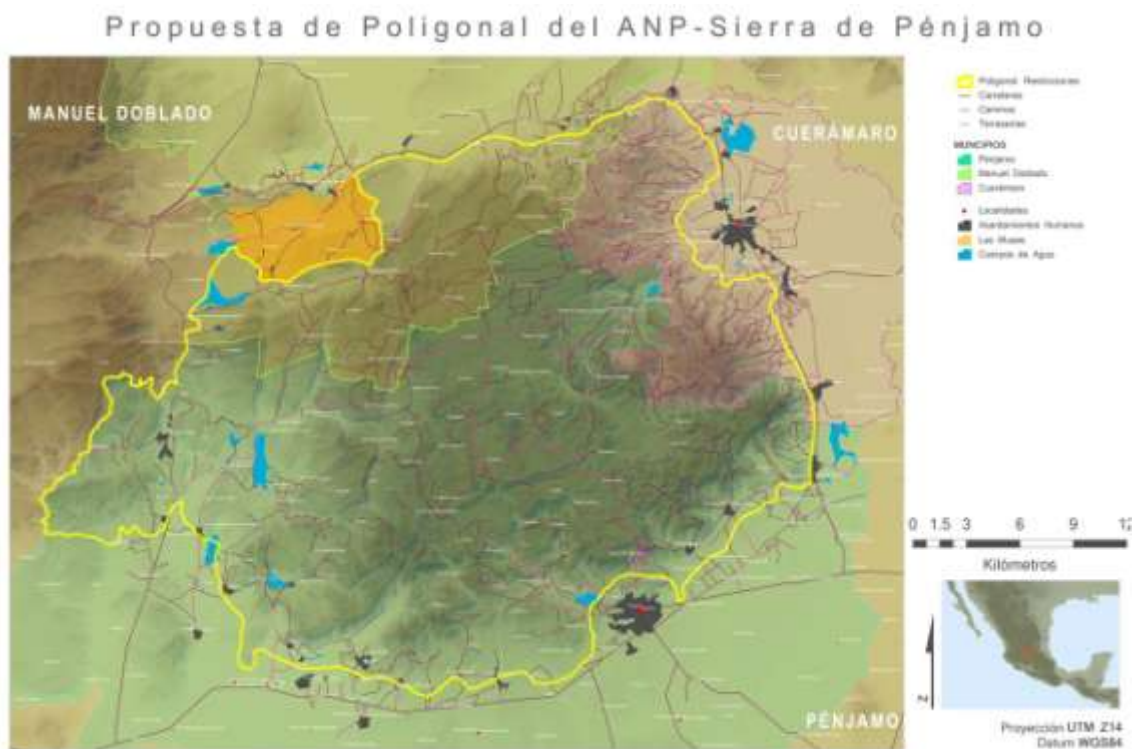


#### IV.5 TRABAJO DE CAMPO

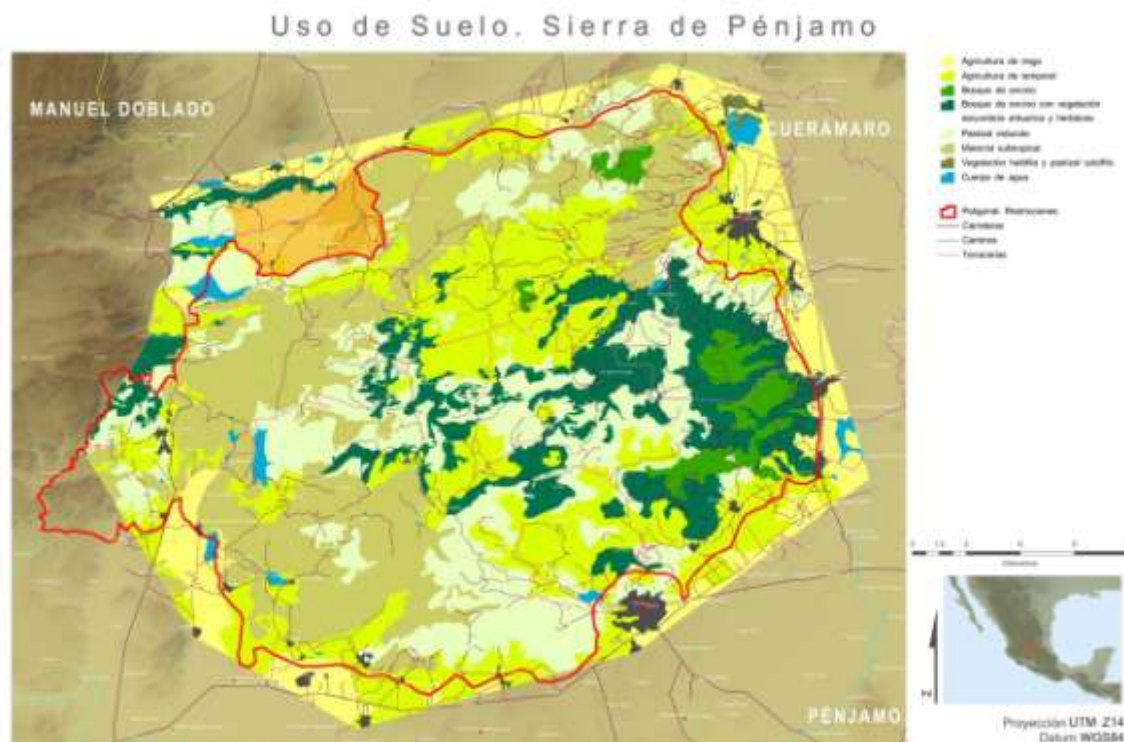
En las siguientes secciones se detallan los procesos realizados en el trabajo de campo que fue dividido en 3 partes, la parte de talleres participativos, la parte de vegetación y final mente la parte de los puntos de control.

##### IV.5.1 PARTICIPACIÓN CIUDADANA

Para poder recolectar información de la gente que acudió a los talleres se utilizaron como material de apoyo copias de mapas (ver mapas 4.14 y 4.15) con las que se pidió a los asistentes que formaran grupos de trabajo y que pusieran características importantes que fueran de su conocimiento, estas características podían ser de cualquier tipo, por ejemplo contaminación, cacería de animales, avistamiento de especies, zonas de interés cultural o de atractivo turístico, con problemas de delimitación de territorios, con conflictos sociales, entre otras.



Mapa 4.14 Primera propuesta de poligonal usada en talleres participativos, elaboración propia



Mapa 4.15 Uso de suelo, usado en talleres participativos, elaboración propia

Lo siguiente a realizarse fue la presentación por equipos de los mapas, lo anterior para que el resto de los integrantes opinara al respecto y conociera las propuestas por equipo.

En equipo también se realizó la decisión acerca de la poligonal final y las razones por las que se debían o no considerar ciertas áreas que podían pertenecer o no pertenecer a la poligonal propuesta.

Como parte final de cada taller se realizaron encuestas a cada uno de los asistentes a los talleres.

Como producto de esta fase se generó una nueva poligonal que se puede ver en el mapa 4.25 así como diversas gráficas que representan los resultados de las encuestas realizadas. Todos los resultados de los talleres participativos se encuentran en la sección IV.6.2. RESULTADOS DEL PROCESO SOCIAL.

Es importante remarcar que dentro de los grupos convocados a participar estuvieron presentes personas pertenecientes a la industria minera, mismas que mostraban alta preocupación por el proyecto debido a las posibles reglamentaciones y regulaciones que se pudieran generar gracias al decreto de la ANP.

Una vez modificada la poligonal tomando en cuenta la participación social, tanto de la gente que habita la zona como la de la gente de la industria minera, se continuó la modificación pero ahora tomando en cuenta el análisis de las características que presentó el estudio de vegetación.

#### IV.5.2 ÍNDICE DE VEGETACIÓN

El índice de vegetación a pesar de no haber sido realizado en campo tuvo mucho que ver con los porcesos de campo, fue realizado con diversos propósitos, el primero fue el de tener una noción general del estado de la vegetación para saber a qué zonas ir para realizar recorridos y recolección de información.

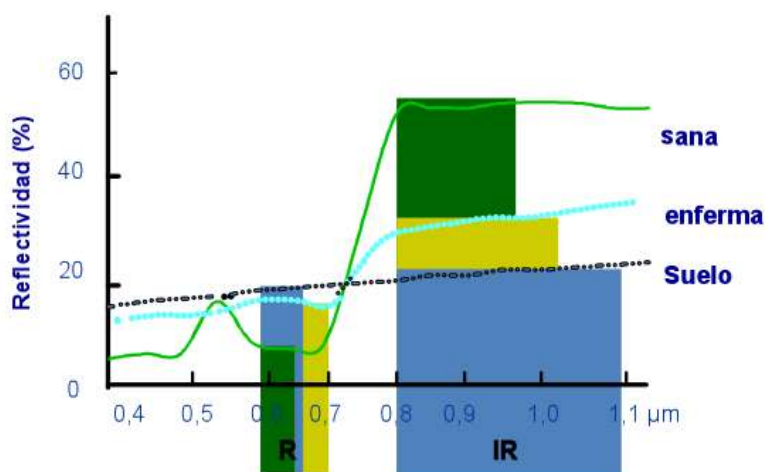
El segundo propósito fue el de corroborar con la información ya medida en campo para poder ver si la imagen contiene datos coincidentes con campo y así poder analizar otras zona que por motivos de presupuesto, personal o tiempo no se pudieron recorrer.

Los insumos para el NDVI también fueron usados, estos insumos son el MDE y la imagen ortorrectificada. El uso fue principalmente de mapeo y para entrega de productos finales, en el caso de la imagen fue de primordial ayuda para la ubicación de puntos en campo para los vértices.

Es importante señalar que el análisis comparativo de resultados en campo con el NDVI fue realizado usando la combinación de puntos GPS sobre los transectos y buffers para analizar zonas de influencia. (Ver mapa 4.28)

Este proceso consiste en tomar una imagen multi espectral, en este caso la imagen SPOT 5 con fecha de toma del 4 de febrero del 2009 y con k/j 582/309, y mediante operaciones que se realizan a los valores de la imagen resaltar información deseada de la imagen.

Gracias a la obtención de firmas espectrales se puede saber en qué rango del espectro electromagnético un objeto refleja más la luz como se puede ver en la siguiente gráfica:



Gráfica 4.16 Firmas espectrales de vegetación sana y enferma<sup>29</sup>

<sup>29</sup> Universidad de Alcalá departamento de geografía

Como se puede ver en la gráfica anterior la vegetación refleja más en el intervalo del infra rojo, lo que significa que se ve más en ese intervalo, es por eso que para realizar el índice de vegetación se trabaja con las bandas que contienen información en los intervalos del rojo e infra rojo del espectro electro magnético.

Este índice fue tomado del listado de índices de vegetación que se encuentra en el libro “Remote Sensing of the Environment an Earth Resource Perspective” de John R. Jensen, en este listado se encuentran diversos índices de vegetación con diferentes enfoques como humedad o características de la vegetación, el usado para el proyecto fue el índice normalizado ya que se dirige a la vegetación en general.

Las bandas utilizadas son la roja (red) y la del cercano infra rojo (nir) la operación que se realiza es la siguiente:

$$NDVI = (nir - red) / (nir + red)$$

El resultado de hacer la operación anterior a la imagen es una imagen satelital donde se puede ver con mayor claridad la vegetación.

Todo el procedimiento descrito anteriormente fue determinante para el análisis del estado de la vegetación en el área de estudio.

El último punto a tocar sobre el tema de criterios espaciales es el del levantamiento de la poligonal; este paso es el que da los límites a la ANP. A continuación se trata este proceso con mayor profundidad.

### IV.5.3 LEVANTAMIENTO DE PUNTOS DE CONTROL

El levantamiento se realizó tomando en cuenta los requisitos especificados por la SANPEG para el proyecto de decreto de áreas naturales en el estado de Guanajuato que es enunciado a continuación:

Capítulo décimo de los elementos que deberán contener las declaratorias<sup>30</sup>

Acorde a lo dispuesto por el Título Segundo Capítulo Único Sección Segunda de la Ley para la Protección y Preservación del Ambiente del Estado de Guanajuato, se expresa que las áreas naturales protegidas se establecerán mediante declaratoria que expida el Ejecutivo del Estado con la participación de los Ayuntamientos que correspondan, misma que deberá publicarse en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado.

---

<sup>30</sup> Programa que establece el sistema estatal de áreas naturales protegidas. Publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato el 19 de febrero de 2002.

1.- Los elementos que deberán contener las declaratorias, son:

1.1.- La delimitación precisa del área, señalando la superficie, ubicación, deslinde y en su caso, la zonificación correspondiente;

1.2.- Las modalidades a que se sujetará dentro del área, el uso o aprovechamiento de los recursos naturales en general o específicamente de aquellos sujetos a protección;

1.3.- La descripción de actividades que podrán llevarse a cabo en el área correspondiente, así como las modalidades y limitaciones a que se sujetarán;

1.4.- La causa de utilidad pública que en su caso fundamente la expropiación de terrenos, para que el Estado adquiriera su dominio, cuando al establecerse el área natural protegida se requiera dicha resolución; en estos casos, deberán observarse las previsiones de los demás ordenamientos aplicables;

1.5.- Los lineamientos generales para la administración, creación de fondos o fideicomisos y la elaboración del programa de manejo del área; y

1.6.- Los lineamientos para la realización de las acciones de preservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales dentro de las áreas naturales protegidas, para su administración y vigilancia, así como para la elaboración de las reglas administrativas a que se sujetarán las actividades dentro del área respectiva.

Para poder obtener la información requerida y cumplir con los requerimientos de la SANPEG se realizó el levantamiento de 16 puntos con un equipo GPS Trimble Geo XT los cuales resultaron con precisiones inferiores al 1m.

Fue utilizado un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) que define la posición de un objeto sobre la tierra. El receptor GPS funciona midiendo su distancia a los satélites, esta distancia se mide calculando el tiempo que tarda la señal en llegar al receptor.

Con esta información y mediante el cálculo de triangulaciones es posible encontrar la localización deseada. Los sistemas de satélites con los que contamos actualmente son:

- GLONASS (Unión Soviética ahora la Federación Rusa) Fecha de inicio el 18 de enero de 1996. Consta de 24 satélites (21 en activo y 3 satélites de repuesto) situados en tres planos orbitales con 8 satélites cada uno siguiendo una órbita inclinada de 64.8° con una altitud de 19,100 kilómetros. Tarda 11 horas y 15 minutos en completar una órbita.

- NAVSTAR (Estados Unidos) Funciona mediante una red de 27 satélites (24 operativos y 3 de respaldo) en 6 planos orbitales de 4 satélites cada uno a 20,200 km, con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie de la Tierra. Su periodo orbital es de 11 horas y 58 minutos.
- GALILEO (Unión Europeo) Creado con objeto de evitar la dependencia de los sistemas NAVSTAR y GLONASS. Es de uso civil interoperable como los sistemas NAVSTAR y GLONASS. Tiene una órbita ligeramente desviada del ecuador, para la reducción de problemas utiliza 10 radiofrecuencias. Cuenta con dos centros de control Galileo, ubicados en Europa y 30 satélites. Tarda 14 horas para completar la órbita de la Tierra.

El sistema GPS puede presentar diferentes fuentes de error las principales son:

<b>Tipos de error</b>	<b>Error producido aproximado</b>
Ionósfera y tropósfera	Ionósfera de 10m y tropósfera de 1m
Reflejo de la señal con algún objeto	Conocido como multipath es de .5m
Errores en el reloj	1 metro
Errores orbitales	1 metro
Número de satélites visibles	Indefinido, varía dependiendo las características del lugar de toma y la hora del día.
Degradación intencional de la señal	Alrededor de 100m

Tabla 4.17 fuentes de error del sistema GPS<sup>31</sup>

A continuación se presentan los datos básicos del equipo GPS utilizado en el proyecto, para ver toda la ficha técnica ver Anexo 19 imágenes 1 y 2.

- Conectividad LAN inalámbrica
- 1GB de memoria integrada más ranura se tarjeta SD extraíble
- Sistema operativo Windows Mobile 6
- Pantalla táctil VGA (480 x 640)

<sup>31</sup> <http://tel.abloque.com/telecomunicaciones/tutorial/contenido.html>

- Bluetooth 1.2
- Diseño impermeable
- 128MB en memoria RAM
- Receptor de alto rendimiento GPS/SBAS y antena L1
- Precisión submétrica en tiempo real o con posproceso
- Tecnología Everest para rechazo de trayectoria multiple
- 14 canales (12 de código y portadora L1, 2 SBAS)
- Soporte de correcciones RTCM y CMR tiempo real

Para poder empezar a realizar el levantamiento de los puntos es necesario tener ya los puntos propuestos para mojeneras y para determinación de coordenadas.

Teniendo esa información, en campo se ubica el sitio más apropiado y cercano a esas coordenadas para levantar el monumento o solo determinar la posición dependiendo el caso.

Para la colocación de los puntos de precisión fueron necesarios los siguientes materiales:

- Martillo
- Arco con segueta
- Espuma fijadora
- Varilla de ½ pulgadas (varilla de construcción)
- Pintura para nombrar los puntos
- Tubo de PVC de 4 pulgadas

Para la descarga de los datos del sistema Trimble Geo XT fueron utilizados los programas compatibles con Windows TerraSync y Pathfinder.

El primero de los pasos en el momento de la toma de datos es configurar Terrasync para que reconozca la antena externa (huracán) e introducir todas las constantes y configuraciones que el equipo necesita para realizar este trabajo.

Se coloca el equipo nivelado y centrado en el punto deseado, se conecta el equipo GPS a la antena externa para que comience a calcular la posición deseada, se espera a que el equipo tenga un mínimo de 5 satélites, WAAS y PDOP de 2 aproximadamente, una vez que el equipo cuente con esas variables se puede iniciar la obtención de posiciones, las últimas especificaciones se realizan para poder obtener una mayor precisión en los datos.

En el equipo se introduce la información y principales características del punto para poder tener un registro de los datos relevantes y dejamos medir un tiempo aproximado de 15 minutos (este tiempo puede variar con relación a que tan despejada se encuentra el área del punto lo cual permitirá una mejor recepción de datos y un tiempo más corto de toma de información) esto para que nos de una coordenada con precisión menor a 1m, hacemos lo mismo para cada uno de los puntos deseados.

Ya que se colectaron las coordenadas de todos los puntos de interés se realiza la descarga de datos a una computadora que cuente con el software indicado anteriormente.

Con los datos en la computadora se les realiza una corrección a los puntos obtenidos, para esta corrección necesitamos la información de las antenas fijas de INEGI cercanas a la zona de medición, para esto fueron usadas las antenas de Guanajuato y Aguascalientes.

Con los datos de las antenas fijas de INEGI se realizará un promedio entre los datos de las antenas de la red geodésica y los datos generados en campo.

Con los datos obtenidos en campo se generó un catálogo detallado por vértice, los vértices del 1 al 6 son los vértices medidos con antena huracán y durante 15 minutos. (Ver sección IV.6.4 RESULTADOS DEL LEVANTAMIENTO)

## **IV. 6 RESULTADOS FINALES**

En las siguientes secciones se presentan los resultados obtenidos de los procedimientos que fueron tratados en las secciones anteriores, estos resultados están ordenados de manera individual.

### **IV.6.1 ÍNDICE DE POSICIÓN TOPOGRÁFICA**

Como resultado del uso del MDE y producto de la realización del TPI se obtuvo la siguiente clasificación y primera delimitación de la zona de estudio.



Índice de Posición Topográfica. Sierra de Pénjamo

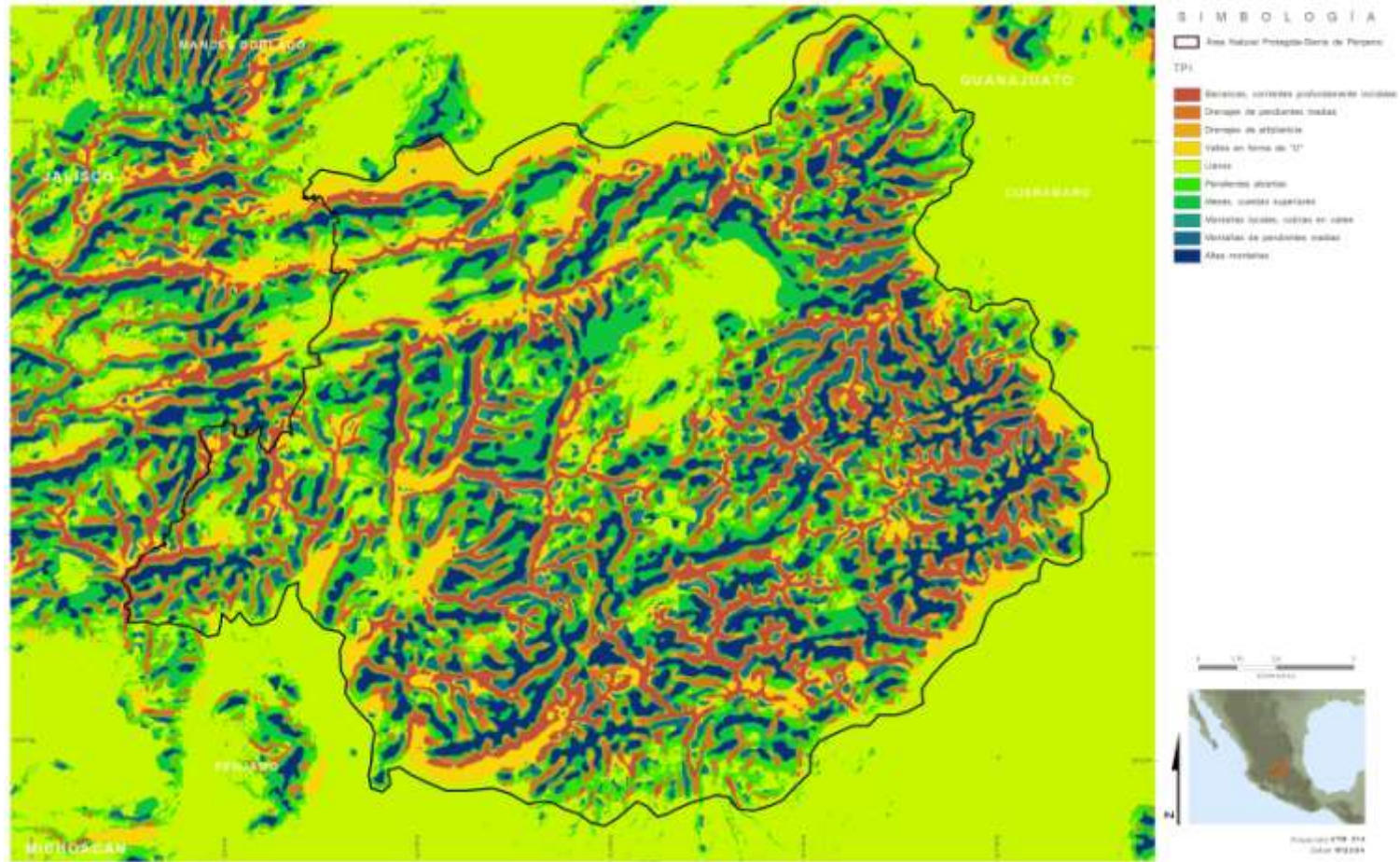


Figura 4.18 Clasificación resultado de la realización del TPI elaboración propia

## IV.6.2 RESULTADOS DEL PROCESO SOCIAL

## A) Entrevistas a personas que no viven en la Sierra de Pénjamo.

Referente a si el entrevistado sabe dónde queda la Sierra de Pénjamo; el 66% manifestaron que SI, mientras que el 34 restante dijeron que NO.

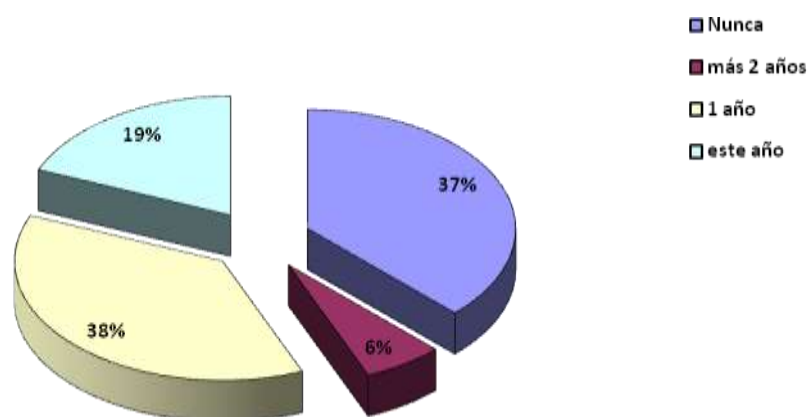


Figura 4.19 Porcentaje de entrevistados que saben la ubicación de la sierra y la periodicidad de visita.

Como se puede observa en el gráfico anterior del total de los entrevistados que respondieron saber donde está ubicada la sierra de Pénjamo el 37% manifestaron que nunca han visitado la sierra, el 6% dijo que la visito hace más de dos años, otro 38% que la visito el años pasado y un 19% dijo que la visita constantemente.

Del total de personas que respondieron saber donde se encuentra ubicada la Sierra y que además manifestaron haberla visitado, es decir el 63% del total general de entrevistados, el 80% la visita con la finalidad de acudir a las zonas boscosas y las cañadas o barrancas, es decir a pasar momentos de distracción en convivencia con el medio ambiente, el otro 20% dice que los motivos por los cuales suben a la sierra es por cuestiones de trabajo; algunos compran animales a los productores de las partes altas y otras va a vender productos de abarrotes.

En la entrevista además se preguntó ¿Qué haría falta para que la gente visitara la Sierra?, los que respondieron dijeron que caminos, promoción y vigilancia pues existen muchas zonas si población y manifiestan temor a quedarse sin auxilio en algún accidente.

Percepción de la situación en que viven los habitantes de la Sierra:

Uno de los puntos importantes es conocer la percepción que tienen las personas que se encuentran fuera de la Sierra de los problemas que existen dentro de ella. Y los resultados fueron los siguientes.

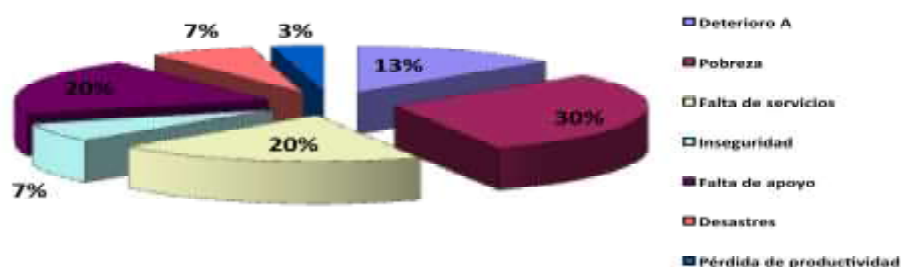


Figura 4.20 Aspectos que considera los entrevistados son problemas que existen en la Sierra

Como se puede observar en el gráfico, la pobreza es uno de los mayores problemas percibidos por los entrevistados, seguido por la falta de apoyo.

De los entrevistados y que respondieron tener conocimiento de la Sierra y que además la visitaban o habían visitado, sólo uno considera que no merece ser declarada como área natural protegida pues argumenta que “no llueve”.

Mientras que los argumentos de los que están a favor son los siguientes:

- Es un pulmón para las ciudades y el estado
- Porque la naturaleza es importante y llama el agua
- Para que no se acabe lo que hay
- Tiene muchos lugares y si no se pueden acabar
- Para proteger el agua y los arboles
- Para proteger las minas de ópalo
- Porque es una zona muy bonita y sirve de recreación

- Porque le hacen falta arboles

Entrevistados que contestaron que No conocen la Sierra:

En este apartado se incluyen las personas que no sabe la ubicación de la Sierra y también los que respondieron no haberla visitado nunca, aunque saben su ubicación.

De este total, el 57% manifestó haber escuchado de la Sierra mientras que el 47% restando No ha escuchado hablar de ella.

Los que han escuchado hablar de la Sierra estos son los comentarios:

- Es un lugar donde la gente se va de día de campo
- Existe mucha gente pobre
- Es un cerro de pino y encino
- Hay una poza donde hay venado
- Hay minas
- Que se están acabando los árboles
- Que ya hay caminos y la gente vive mejor
- Hay poca población y las casa están separadas
- Existe gente humilde con necesidades

De la misma manera ninguno de los entrevistados que no conocen la Sierran saben de la existencia de otras áreas naturales protegidas.

Preferencias para visitar:

Del total de las personas que no conocen la Sierra el 57% dijo que le gustaría visitar un lugar con paisajes naturales, el 35% prefiere lugares con historia como otros lugares del estado (como la ciudad de San Miguel de Allende) y 8% dijo que elige un lugar donde hacer compras.

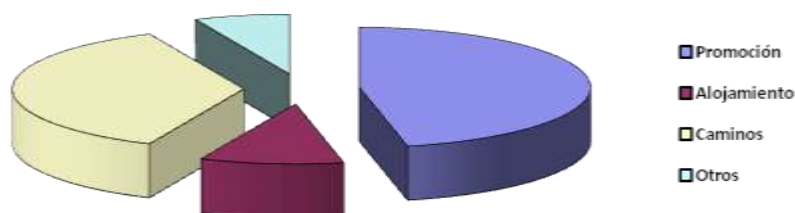


Figura 4.21 Requerimientos para ser visitada la Sierra.

La falta de promoción es una de las causas principales por las cuales la Sierra no es visitada, según los entrevistados que no la conocen, seguida por la falta o acondicionamiento de caminos, alojamiento y en otros dijeron la seguridad.

#### **B) Encuesta realizada en asambleas comunitarias.**

La encuesta está conformada por dos preguntas:

- 1.- ¿Qué opina Usted sobre que se declare como un área natural protegida la sierra de Pénjamo?.
- 2.- ¿Qué opina sobre el polígono propuesto?.

La opinión del 100% de los entrevistados, 46 para ser exactos, sobre la pregunta número 1 es a favor de la declaración de área natural protegida.

Algunos de los asistentes consideran que es importante este tipo de acciones para la protección de los recursos naturales por lo cual proponen actividades de reforestación, protección de la fauna. Del total de entrevistados, cuatro de ellos, expresan preocupación por la pérdida de derechos de propiedad y otros cuatro consideran que es importante actividades de concientización y promoción entre los habitantes para que comprendan las responsabilidades, beneficios y restricciones que tendrán al lograr la declaración.

Además un punto expuesto, por dos de los entrevistados, es la escasez de agua y consideran que, con las actividades de reforestación en la sierra se podría aminorar el problema.

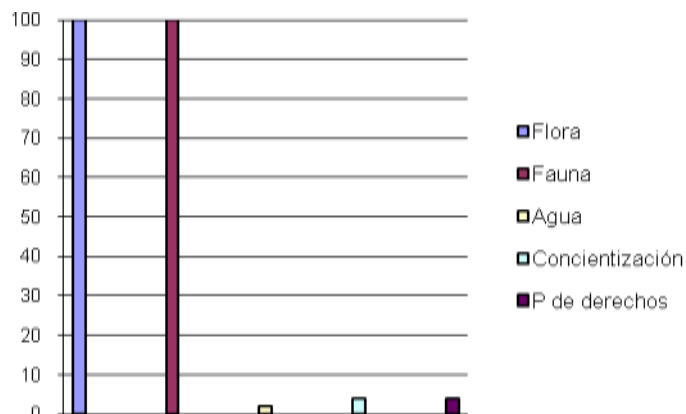


Figura 4.22 Preocupaciones y acciones que los entrevistados consideran de atención prioritaria.

Con respecto a la pregunta número 2 el 70% consideran que la delimitación de la zona expuesta es correcta y no tienen ninguna opinión, pero el 30% restante considera que se deben de incluir las siguientes áreas:

- Las Lagunas de Tres Villas y El Coyote.
- Los Cuerpos de Agua.
- El Platanal

Hay que mencionar que después de los talleres, el polígono fue modificado incluyendo las sugerencias hechas en los mismos. (Ver Mapa 4.25)

### C) Entrevistas realizadas a personas de las comunidades.

Los entrevistados expresaron que los principales problemas que tiene la Sierra es la falta de productividad y la pobreza seguida por la deforestación y falta de apoyo y servicios.

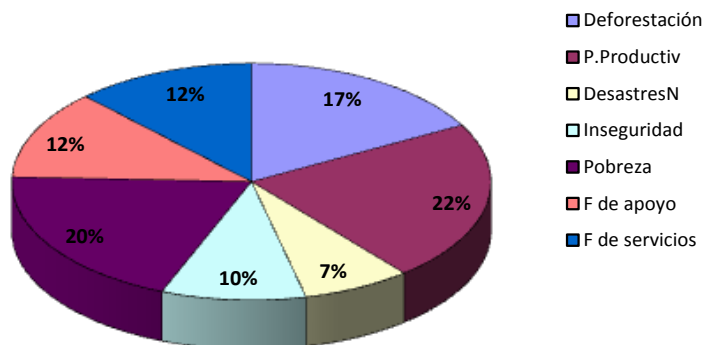


Figura 4.23 Principales problemas presentes en la Sierra de Pénjamo

Como se observa, los principales problemas reconocidos por los habitantes de la Sierra fueron en ese orden: pérdida de productividad, seguido de pobreza, deforestación, falta de servicios y falta de apoyos, inseguridad y finalmente desastres, que en este caso está mayoritariamente asociado a incendios.

Atractivos de la Sierra:

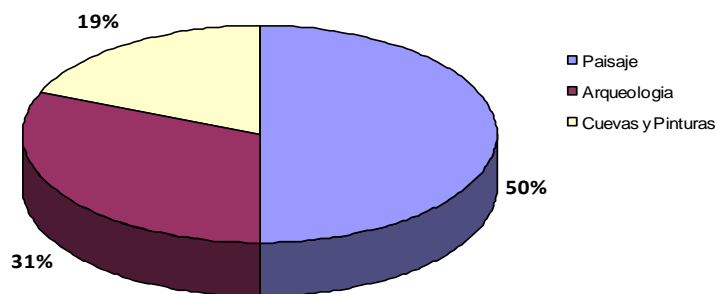


Figura 4.24 Potencialidades de atracción para visitantes a la Sierra

Como se puede observar en el gráfico anterior el paisaje de la Sierra es uno de los atractivos con mayor potencial turístico, según los entrevistados, seguido por las ruinas arqueológicas y las cuevas. Uno de los lugares que ya es atractivo es la Cueva del Padre Torres, ubicada en la cañada de El Fuerte de los Remedios y la Garita, lugar donde se llevaron a cabo sucesos vinculados a la Independencia Nacional y de la Guerra Cristera.

Otros problemas identificados:

Los eventos meteorológicos que más han azotado la Sierra son las granizadas y las heladas, las últimas son las más recurrentes. Otros fenómenos que preocupan son las sequías pues cada vez son más prolongadas y las lluvias que antes se distribuían entre los meses de mayo a septiembre ahora casi toda se manifiesta en septiembre y parte de octubre, trayendo un grave problemas para las siembras pues cuando el cultivo comienza a desarrollarse ya es temporada de heladas.

#### **D) Entrevista a informantes clave.**

La Sierra de Pénjamo es visualizada como un área donde existe vegetación y fauna que no existe en los alrededores, los entrevistados manifiestan que son necesarias y urgentes actividades de protección de los recursos de la Sierra de Pénjamo y de manera sencilla exponen que las principales formas de aprovechamiento de la sierra son la producción agropecuaria, la explotación de bancos de material y la caza clandestina.

De acuerdo a los entrevistados, algunos de los cultivos que se desarrollan en la Sierra, son fríjol, maíz, chícharo, garbanzo, cacahuete, frutales, aguacate, chile de bola. Mientras que la gente que vive fuera de la sierra se dedica a la siembra de maíz, fríjol y principalmente trigo, así como a la cría de puercos y la migración a Estados Unidos.

Condiciones ambientales:

Los entrevistados expresan que las especies que antes se observaban en la Sierra eran puma, tigrillos, gato montés, venado, patos, liebre, conejo, víboras de cascabel, coralillo, alicante, aves como la huilota, la paloma de monte, cenontles torcaza, huitlacoche y en los arroyos peces. Los entrevistados exponen que los motivos principales por los cuales ya no se observan es por la contaminación del suelo, vegetación y agua causada por de los productos utilizados en las actividades agropecuaria (agroquímicos), otro motivo es la caza y captura ilegal tanto para aprovechamiento como alimento, mascota, uso medicinal o para la venta.

El tiempo que concuerdan los entrevistados sobre la desaparición mayoritaria de los ejemplares, o cuando dejaron de verlos, es aproximadamente unos treinta años, dos de los entrevistados dicen que la utilización de los agroquímicos contaminaron el agua de los arroyos provocando la muerte de las poblaciones de peces nativos.

Algunas de las especies ante mencionadas fueron identificadas o avistadas en algunos recodos de la sierra; la manera en la que los entrevistados dicen que saben que existen esas especies son por que los habitantes del lugar las han visto o se encontraron huellas y excretas.



El 50% de los entrevistados manifiestan que la deforestación de la Sierra no es un evento que haya sido provocado en la actualidad y desde que recuerdan, así es como han visto el lugar, con la misma cubierta vegetal. Pero consideran que las principales causas que provocaron la deforestación o que la están causando en los lugares no muy visibles desde las cabeceras municipales son por extracción de leña, carbón y la apertura de parcelas para la producción agrícola, esto acompañado a los incendios, que en los últimos 10 años han sido más frecuentes, la poca lluvia que se presenta en los temporales y una plaga conocida como injerto o muérdago.

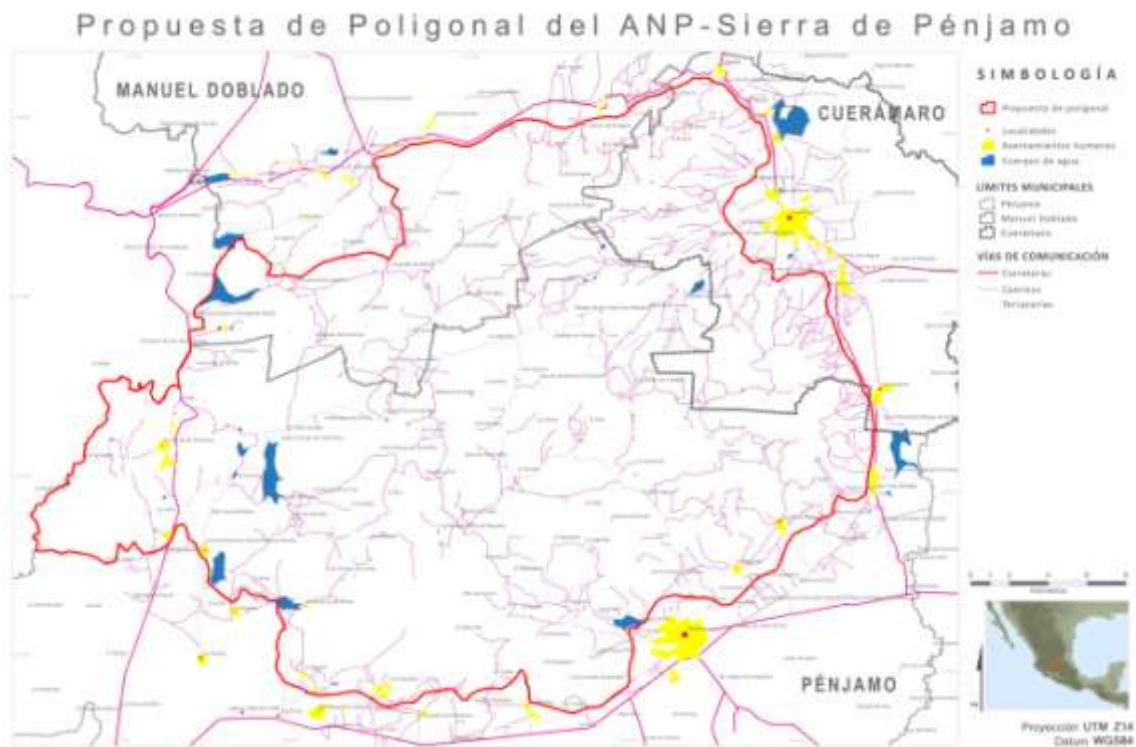
Las especies vegetales que los entrevistados manifiestan han disminuido su distribución en la sierra son la pingüica, roble, capulín, mora, aguacate, mezquite, sabino, álamo, pero por el contrario existen otras que proliferación y ahora se encuentran en casi toda la zona como son el cazahuate, acebuche, cachiripo, huizache yuntero y gato o gatuño.

Las zonas que identifican con mayor vegetación son aquellas que se ubican en las cañadas como el caso del Cerro del Fuerte de los Remedios (entre Pénjamo y Cuerámara, donde se encuentra la zona de bosque de encino primario)

Opinión sobre la necesidad de conservación de la Sierra de Pénjamo.

El 100% de los entrevistados opina que son necesarias acciones que lleven a la protección de los recursos naturales, así como al desarrollo comunitario de las localidades de la sierra. Algunas de estas acciones son el mejoramiento de la vivienda, la generación de empleos, la aplicación de leyes de y normas que protejan los recursos naturales y que además promuevan el ecoturismo. La necesidad de vigilancia, actividades de reforestación son urgentes dentro de la sierra.

A continuación se muestra el mapa que resultado de la participación en los talleres realizados.



Mapa 4.25 Segunda propuesta de poligonal resultado de talleres participativos, elaboración propia

### IV.6.3 ANÁLISIS DE VEGETACIÓN

En esta sección se presentan los resultados obtenidos de todo el proceso de manejo de imágenes es decir ortorectificación y realización del índice de vegetación.

Imagen ZULU. Sierra de Pénjamo

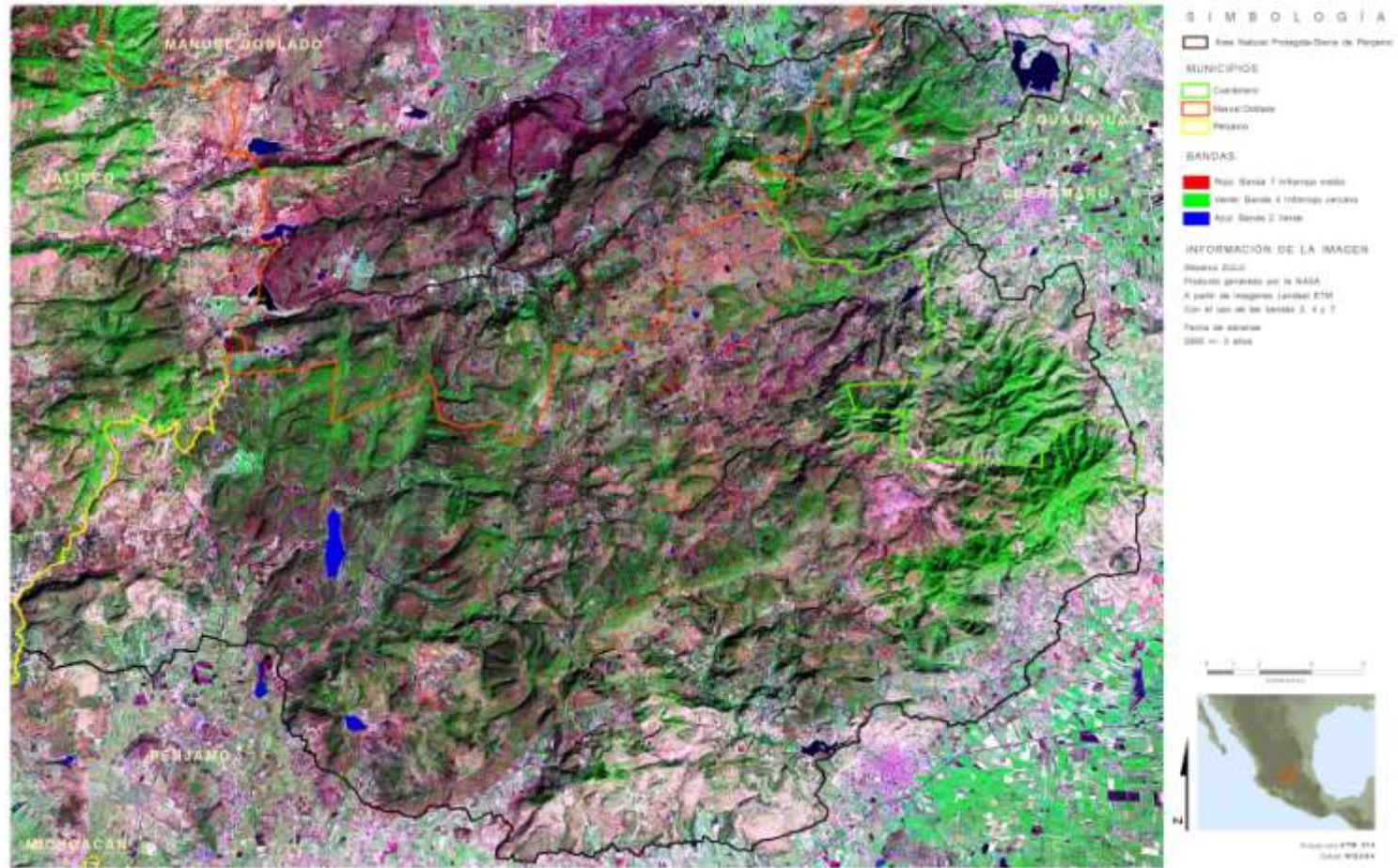


Imagen 4.26 Imagen de referencia ZULU, elaboración propia

Imagen SPOT 5 Ortorrectificada. Sierra de Pénjamo

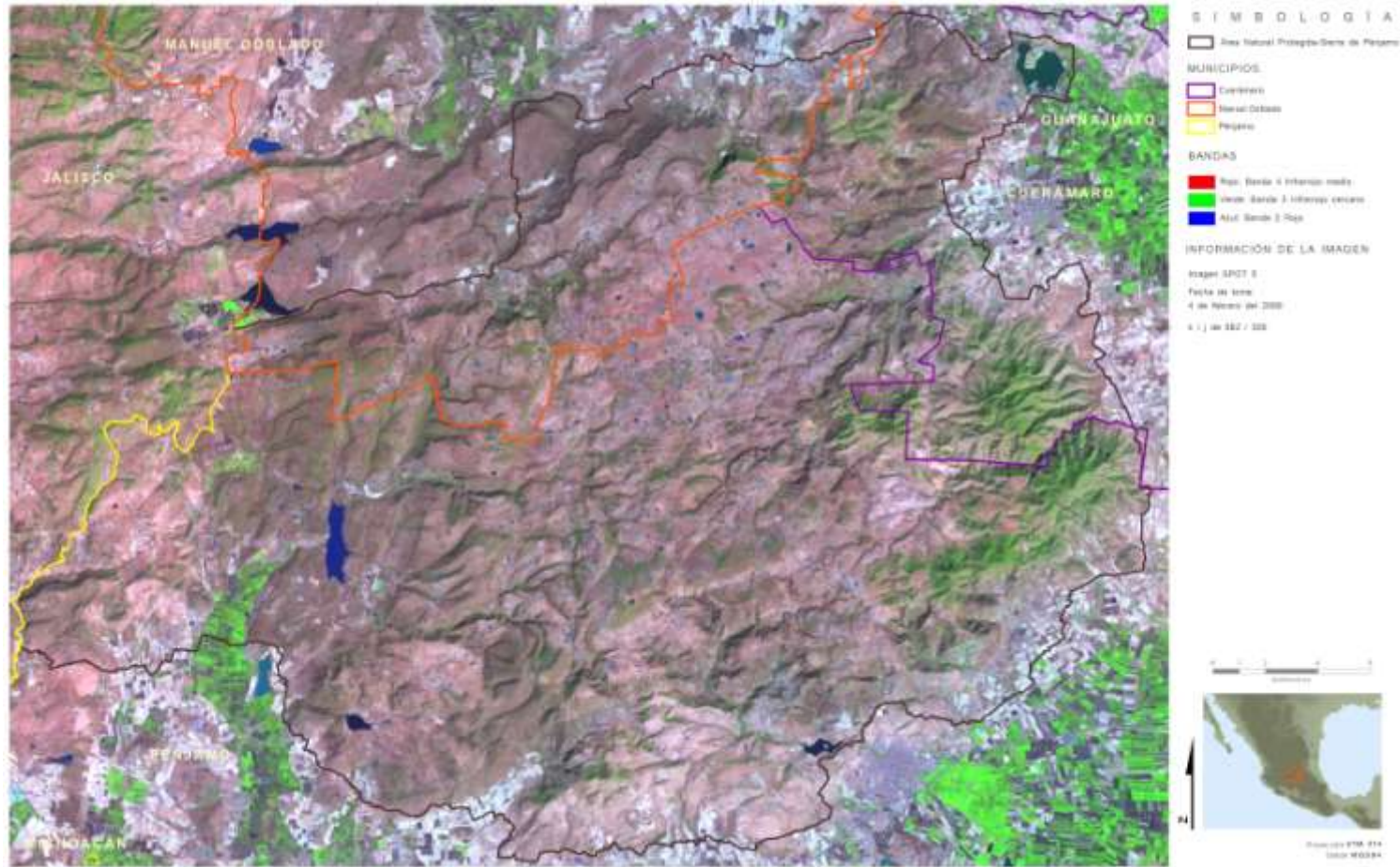


Imagen 4.27 Imagen de ortorrectificada SPOT 5, elaboración propia

Mapa de Transectos. Sierra de Pénjamo

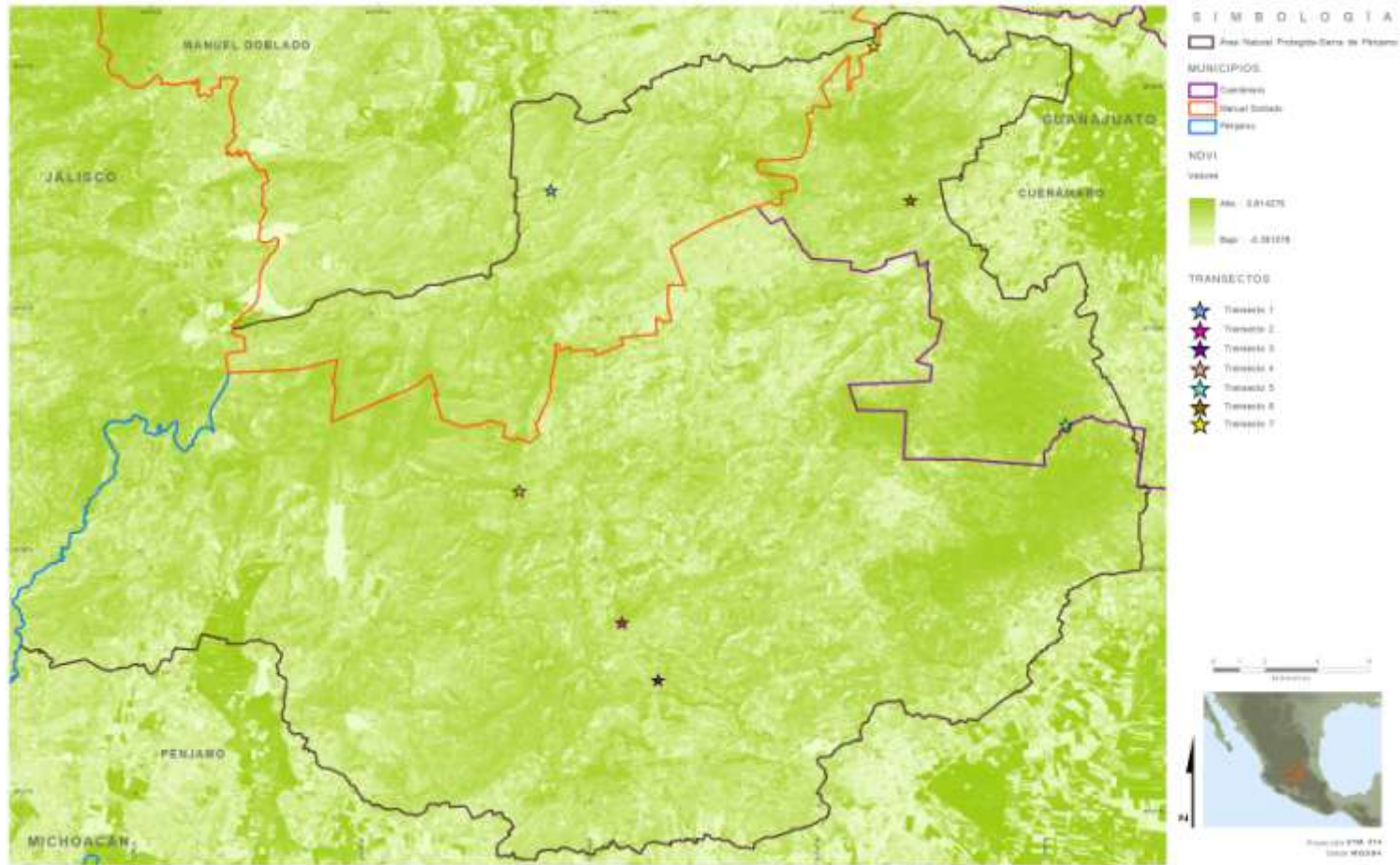


Imagen 4.28 Mapa de transectos, elaboración propia

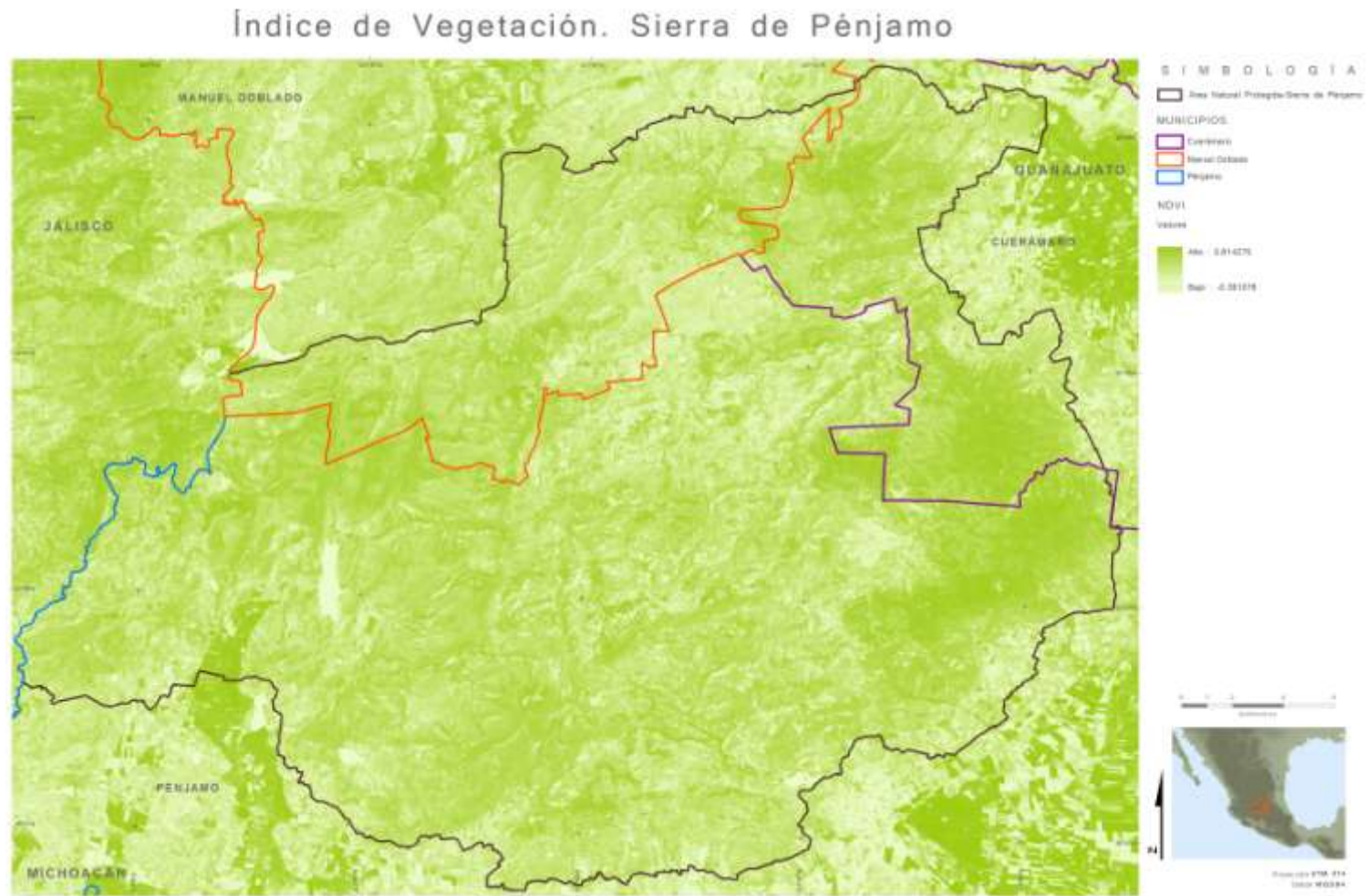


Imagen 4.29 Resultado de realizar el índice de vegetación, elaboración propia

En la imagen anterior se puede ver la vegetación más vigorosa en tonos verdes oscuros y las zonas sin vegetación como zonas urbanas en tonos blancos, hay una cantidad de área que parece tener buena vegetación en las afueras de la sierra, esas zonas al verlas a detalle se puede ver que tienen formas muy bien definidas, formas que corresponden a terrenos de cultivos.

Dentro de la zona de la Sierra podemos ver importantes manchones de vegetación en buen estado que se encuentran principalmente en las zonas más accidentadas, el más notable ubicado al este de la sierra corresponde a la zona de la Garita, en ella se puede ver que hay vegetación en mejor estado que en el resto de la Sierra. Se pueden observar manchones de vegetación menos densos al norte y al oeste de la Sierra de Pénjamo.

Es importante tomar en cuenta que la imagen corresponde al 4 de febrero fecha en la que por lo general no hay lluvias, eso implica que la vegetación no se encontrará vigorosa en su mayoría.

#### IV.6.4 RESULTADOS DEL LEVANTAMIENTO

El Área Natural Protegida Sierra de Pénjamo y su Zona de Influencia se localiza en la región sur oeste del estado de Guanajuato, colinda al Norte con el Municipio de Manuel Doblado, específicamente con la Carretera 84 en el tramo que va de Cuerámara en Manuel Doblado.

Al Noroeste colinda con el Área Natural Protegida “Las Musas” dentro del Municipio de Manuel Doblado. Al Oeste colinda con el límite Estatal con el estado de Jalisco.

El Este limita con las Comunidades de San Gregorio, Municipio de Cuerámara y con Agua Tibia de Ayalá Municipio de Pénjamo las cuáles quedan excluidas del Polígono.

Al Sur colinda con el Municipio de Pénjamo, con las localidades de La Madeja, Aratzipu, Guayabo de Camarena y Las Ánimas, las cuáles no se incluyen dentro del polígono.

Comprende una poligonal de 16 vértices, delimitada por las coordenadas que se mencionan en el siguiente cuadro de construcción:

Vértice	Coordenadas		Punto Visado	Distancia (m)	Rumbo			
	X	Y				Grad	Min	Seg
1	203958.092	2286201.362	101	5485.947	NE	63	20	59.61
101	208861.225	2288662.034	102	6128.338	NE	83	46	8.3
102	214953.359	2289327.19	2	3921.187	SE	82	38	42.79
2	218842.284	2288825.227	103	756.477	SE	62	3	51.83
103	219510.613	2288470.834	104	2565.035	SE	23	0	39.25
104	220513.301	2286109.897	105	4968.848	SW	19	13	0.65

105	218877.833	2281417.915	106	5809.139	SE	50	53	42.88
106	223385.691	2277753.858	3	2438.817	SE	26	6	28.48
3	224458.925	2275563.881	107	9985.195	SW	15	53	37.32
107	221724.444	2265960.406	4	9661.292	SW	61	47	10.24
4	213211.016	2261392.900	5	8562.588	SW	71	1	13.4
5	205113.938	2258608.075	108	4429.105	SW	83	14	48.82
108	200715.562	2258087.252	109	20442.475	NW	31	37	33.25
109	189996.122	2275493.814	110	2803.055	NE	12	54	46.59
110	190622.522	2278225.982	6	4046.951	NE	71	25	48.1
6	194458.770	2279514.784	1	11616.688	NE	54	51	29.74

Tabla 4.30 Listado final de vértices de la poligonal que delimita el ANP

La superficie que comprende el Área Natural Protegida es de 83,553.5 hectáreas, con una variación altitudinal entre los 1700 m.s.n.m. y los 2480 m.s.n.m. en la parte superior.

Con las siguientes coordenadas extremas:

Norte: 20° 41' 26.7" de latitud norte y 101° 43' 27.2" de longitud oeste.

Sur: 20° 23' 46.4" de latitud norte y 102° 51' 11.1" de longitud oeste.

Este: 20° 31' 37.3" de latitud norte y 101° 37' 50.6" de longitud oeste.

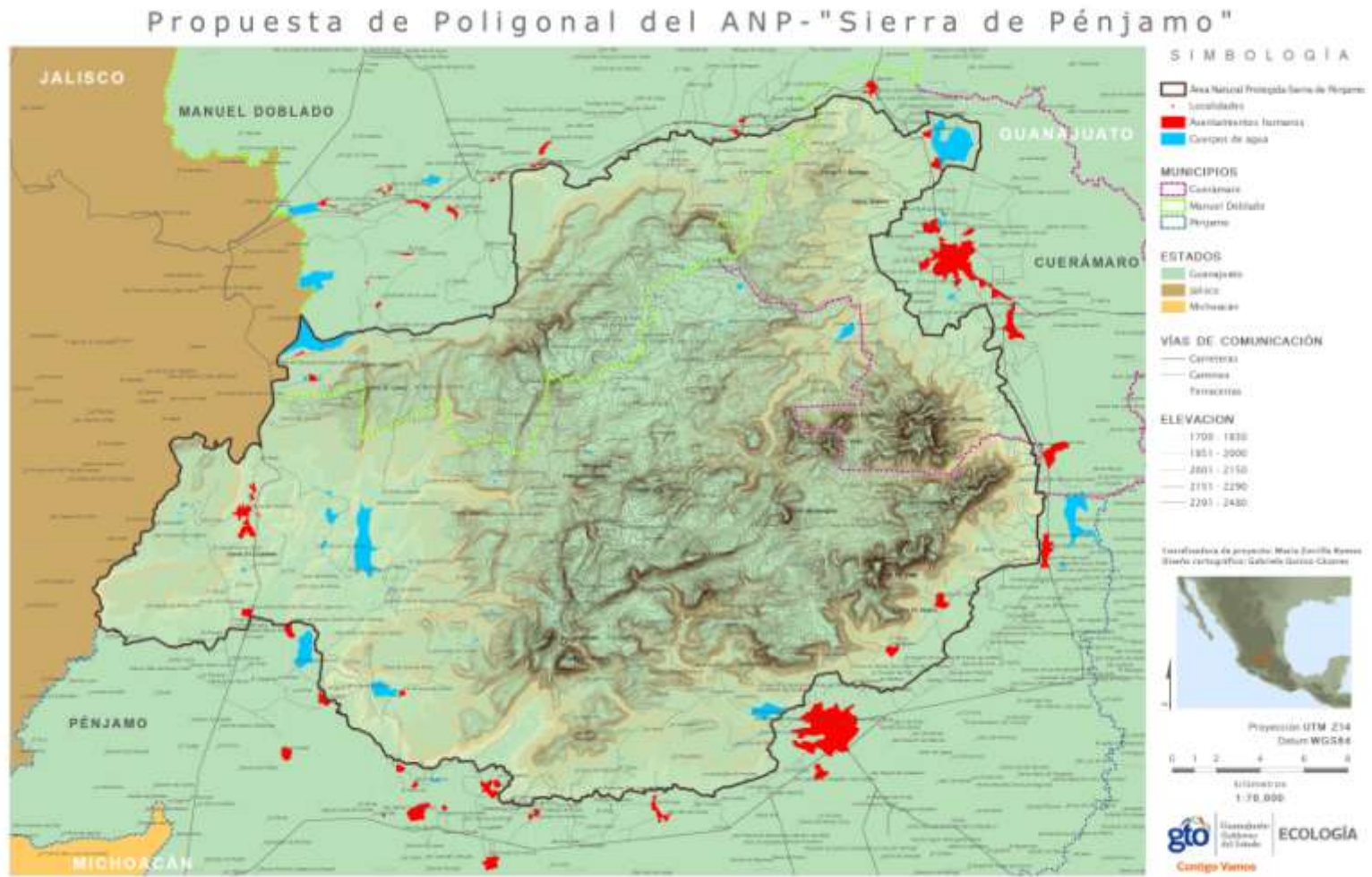
Oeste: 20° 28' 57.3" de latitud norte y 102° 20' 47.3" de longitud oeste.

Las precisiones alcanzadas después de post proceso acorde con el informe de corrección que entrega el software son, el 91% entre 0.5 y 1 m, el 8.3% entre 1 y 2 m, y únicamente el 0.7% entre 2 y 5 m.

Los porcentajes de cobertura respecto a la información tomada de Red Geodésica Nacional para el día 16 de enero del 2010 de INEGI fueron de 18% cobertura por el archivo de la INEG016x para las 12:57:33 horas, 8% cobertura por INEG016s para las 13:57:32 horas, 19% cobertura por INEG016t para las 14:57:32 horas, 19% cobertura por INEG016u para las 15:57:36 horas, 19% cobertura por INEG016v para las 16:57:34 y 19% cobertura por INEG016w para las 17:57:32 horas.


En las siguientes páginas se especifican cada uno de los 16 vértices por medio de fichas y el mapa de la poligonal final (mapa 4.30), es importante remarcar que los vértices se encuentran en proyección UTM zona 14 y marco de referencia WGS84.





Mapa 4.30 Propuesta final de la poligonal, elaboración propia

**Estudio Previo Para Decretar La Sierra de Pénjamo Como Una Área Natural Protegida**



gto  
Gobierno del Estado  
Contigo Vamos

ECOLOGÍA

PROYECTO : CATALOGO GPS.

ELABORÓ : Talib Oliver Cabrera

RESPONSABLE : María Zorrilla Ramos

FECHA : Enero de 2010

**MARCO DE REFERENCIA WGS84**

POLIGONAL ANP VÉRTICES PRINCIPALES V - 1 (GPS)	COORDENADAS GEODÉSICAS :	COORDENADAS UTM :	Precisión
	LATITUD : 20° 39' 06.4490"	X = 203958.091549	HORZ = 5.66943 cm
	LONGITUD: -101° 50' 27.9122"	Y = 2286201.36244	VERT = 9.00041 cm
	ALTITUD : 1795.749 m		



PANORAMICA



DETALLE DEL VERTICE




Croquis de localización

Camino al Guayabo de Muñoz a 2736 metros de la localidad Puerta del Pitahayo, junto a un árbol, se puso varilla y espuma a 918 mts de la carretera.

*Nota: Los vértices que tienen numeración menor a 100 son vértices que tuvieron mayor tiempo de medición.*

DESCRIPCION

**Estudio Previo Para Decretar La Sierra de Pénjamo Como Una Área Natural Protegida**

	<b>PROYECTO :</b> CATALOGO GPS. <b>ELABORO :</b> Talib Oliver Cabrera <b>RESPONSABLE :</b> María Zorrilla Ramos <b>FECHA :</b> Enero de 2010	
---	---	--

**MARCO DE REFERENCIA WGS84**

	COORDENADAS GEODÉSICAS :	COORDENADAS UTM :	Precisión
<b>POLIGONAL ANP VÉRTICES PRINCIPALES V - 2 (GPS)</b>	LATITUD : 20° 40' 39.9593"	X = 218842.284042	HORZ = 0.67192 cm
	LONGITUD: -101° 41' 55.6280"	Y = 2288825.22749	VERT = 0.89593 cm
	ALTITUD : 1753.501 m		



PANORAMICA



DETALLE DEL VERTICE



Croquis de localización

Cuerámaro, cruce de caminos 290 metros pasando una bodega, a 416 metros de la carretera y a 2243 metros al noroeste de la localidad de Los Hornos.

*Nota: Los vértices que tienen numeración menor a 100 son vértices que tuvieron mayor tiempo de medición.*

DESCRIPCION

**Estudio Previo Para Decretar La Sierra de Pénjamo Como Una Área Natural Protegida**



**GOBIERNO DEL ESTADO  
ECOLOGÍA**

PROYECTO : CATALOGO GPS.  
 ELABORÓ : Talib Oliver Cabrera  
 RESPONSABLE : María Zorrilla Ramos  
 FECHA : Enero de 2010

**MARCO DE REFERENCIA WGS84**

POLIGONAL ANP VÉRTICES PRINCIPALES V - 3 (GPS)	COORDENADAS GEODÉSICAS :	COORDENADAS UTM :	Precisión
	LATITUD : 20° 33' 32.0397"	X = 224458.924502	HORZ = 0.44573 cm
LONGITUD: -101° 38' 34.2547"	Y = 2275563.88071	VERT = 0.89537 cm	
ALTITUD : 1721.021 m			



PANORAMICA



DETALLE DEL VERTICE



Croquis de localización

Entrada a la Garita a 2.96km al norte de San Gregorio y a 290 metros de la carretera.

*Nota: Los vértices que tienen numeración menor a 100 son vértices que tuvieron mayor tiempo de medición.*

DESCRIPCION

**Estudio Previo Para Decretar La Sierra de Pénjamo Como Una Área Natural Protegida**



gto  
Guanajuato  
Gobierno  
del Estado  
Contigo Vamos

PROYECTO : CATALOGO GPS.  
 ELABORÓ : Talib Oliver Cabrera  
 RESPONSABLE : María Zorrilla Ramos  
 FECHA : Enero de 2010

**MARCO DE REFERENCIA WGS84**

	COORDENADAS GEODÉSICAS :	COORDENADAS UTM :	Precisión
POLIGONAL ANP VÉRTICES PRINCIPALES V - 4 (GPS)	LATITUD : 20° 25' 45.5423"	X = 213211.015652	HORZ = 0.50732 cm
	LONGITUD: -101° 44' 54.0913"	Y = 2261392.90045	VERT = 0.84097 cm
	ALTITUD : 1877.093 m		



PANORAMICA



DETALLE DEL VERTICE




Croquis de localización

A 1.548km al oeste de Pénjamo, cruce de tres caminos, camino a La Golondrina a 1.153km de la misma.

*Nota: Los vértices que tienen numeración menor a 100 son vértices que tuvieron mayor tiempo de medición.*

DESCRIPCION

**Estudio Previo Para Decretar La Sierra de Pénjamo Como Una Área Natural Protegida**

	<b>PROYECTO :</b>	<b>CATALOGO GPS.</b>
	<b>ELABORÓ :</b>	<b>Talib Oliver Cabrera</b>
	<b>RESPONSABLE :</b>	<b>María Zorrilla Ramos</b>
	<b>FECHA :</b>	<b>Enero de 2010</b>

**MARCO DE REFERENCIA WGS84**

	COORDENADAS GEODÉSICAS :	COORDENADAS UTM :	Precisión
<b>POLIGONAL ANP VÉRTICES PRINCIPALES V - 5 (GPS)</b>	LATITUD : 20° 24' 10.5906"	X = 205113.938168	HORZ = 0.66505 cm
	LONGITUD: -101° 49' 31.5326"	Y = 2258608.07547	VERT = 1.26179 cm
	ALTITUD : 1817.776 m		



PANORAMICA



DETALLE DEL VERTICE




Croquis de localización

Entrada de INAH Plazuelas, a 3.430km de la carretera, punto tomado en la esquina de un registro frente a la entrada.

*Nota: Los vértices que tienen numeración menor a 100 son vértices que tuvieron mayor tiempo de medición.*

DESCRIPCION

**Estudio Previo Para Decretar La Sierra de Pénjamo Como Una Área Natural Protegida**

	<b>PROYECTO :</b> CATALOGO GPS. <b>ELABORO :</b> Talib Oliver Cabrera <b>RESPONSABLE :</b> María Zorrilla Ramos <b>FECHA :</b> Enero de 2010	
---	---	--

**MARCO DE REFERENCIA WGS84**

	COORDENADAS GEODÉSICAS :	COORDENADAS UTM :	Precisión
<b>POLIGONAL ANP VÉRTICES PRINCIPALES V - 6 (GPS)</b>	LATITUD : 20° 35' 23.7340"	X = 194458.770243	HORZ = 0.70328 cm
	LONGITUD: -101° 55' 51.6231"	Y = 2279514.78407	VERT = 0.82658 cm
	ALTITUD : 1865.505 m		



PANORAMICA



DETALLE DEL VERTICE



Croquis de localización

100 Metros de la Muralla, límite de las musas, cerca de cruce de tres caminos a 4.530km de la carretera.

*Nota: Los vértices que tienen numeración menor a 100 son vértices que tuvieron mayor tiempo de medición.*

DESCRIPCION

**Estudio Previo Para Decretar La Sierra de Pénjamo Como Una Área Natural Protegida**

	<p>PROYECTO : CATALOGO GPS.</p> <p>ELABORÓ : Talib Oliver Cabrera</p> <p>RESPONSABLE : María Zorrilla Ramos</p> <p>FECHA : Enero de 2010</p>	
---	--	--

**MARCO DE REFERENCIA WGS84**

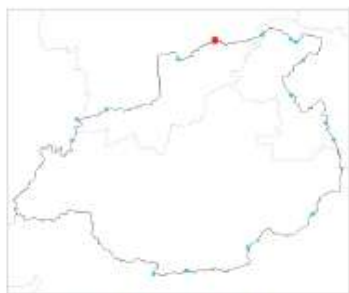
	COORDENADAS GEODÉSICAS :	COORDENADAS UTM :	Precisión
<b>POLIGONAL ANP VÉRTICES PRINCIPALES V - 101 (GPS)</b>	LATITUD : 20° 40' 29.1633"	X = 208861.224526	HORZ = 0.65547 cm
	LONGITUD: -101° 47' 40.1306"	Y = 2288662.03416	VERT = 1.07439 cm
	ALTITUD : 1764.958 m		



PANORAMICA



DETALLE DEL VERTICE



Croquis de localización

A 318 metros de la localidad de San José de la Luz en el camino por donde pasa la línea de transmisión de energía eléctrica (paso Hondo) a 480 mts carretera.

*Nota: Los vértices que tienen numeración menor a 100 son vértices que tuvieron mayor tiempo de medición.*

DESCRIPCION



**Estudio Previo Para Decretar La Sierra de Pénjamo Como Una Área Natural Protegida**



gto  
Guanajuato  
Gobierno  
del Estado  
Contigo Vamos

ECOLOGÍA

PROYECTO : CATALOGO GPS.

ELABORÓ : Talib Oliver Cabrera

RESPONSABLE : María Zorrilla Ramos

FECHA : Enero de 2010

**MARCO DE REFERENCIA WGS84**

	COORDENADAS GEODÉSICAS :	COORDENADAS UTM :	Precisión
POLIGONAL ANP VÉRTICES PRINCIPALES V - 102 (GPS)	LATITUD : 20° 40' 54.1514"	X = 214953.358559	HORZ = 0.55917 cm
	LONGITUD: -101° 44' 10.1907"	Y = 2289327.18995	VERT = 1.01998 cm
	ALTITUD : 1840.006 m		



PANORAMICA



DETALLE DEL VERTICE




Croquis de localización

La Sabina, cruce de caminos, a 174 metros de San Antonio y a 735 metros de la carretera.

*Nota: Los vértices que tienen numeración menor a 100 son vértices que tuvieron mayor tiempo de medición.*

DESCRIPCION

**Estudio Previo Para Decretar La Sierra de Pénjamo Como Una Área Natural Protegida**

	<b>PROYECTO :</b>	<b>CATALOGO GPS.</b>
	<b>ELABORO :</b>	<b>Talib Oliver Cabrera</b>
	<b>RESPONSABLE :</b>	<b>María Zorrilla Ramos</b>
	<b>FECHA :</b>	<b>Enero de 2010</b>

**MARCO DE REFERENCIA WGS84**

	COORDENADAS GEODÉSICAS :	COORDENADAS UTM :	Precisión
<b>POLIGONAL ANP VÉRTICES PRINCIPALES V - 103 (GPS)</b>	LATITUD : 20° 40' 28.8048"	X = 219510.612755	HORZ = 0.66252 cm
	LONGITUD: -101° 41' 32.3494"	Y = 2288470.83378	VERT = 1.04662 cm
	ALTITUD : 1719.984 m		



PANORAMICA



DETALLE DEL VERTICE




Croquis de localización

Cruce polígono-carretera a 1271 metros al oeste de la localidad Los hornos y a 1183 metros al sureste del vértice 2.

*Nota: Los vértices que tienen numeración menor a 100 son vértices que tuvieron mayor tiempo de medición.*

DESCRIPCION

**Estudio Previo Para Decretar La Sierra de Pénjamo Como Una Área Natural Protegida**

	PROYECTO :	CATALOGO GPS.
	ELABORO :	Talib Oliver Cabrera
	RESPONSABLE :	María Zorrilla Ramos
	FECHA :	Enero de 2010

**MARCO DE REFERENCIA WGS84**

	COORDENADAS GEODÉSICAS :	COORDENADAS UTM :	Precisión
POLIGONAL ANP VÉRTICES PRINCIPALES V - 104 (GPS)	LATITUD : 20° 39' 12.6290"	X = 220513.301261	HORZ = 0.70675 cm
	LONGITUD: -101° 40' 56.3823"	Y = 2286109.89699	VERT = 1.2283 cm
	ALTITUD : 1716.111 m		



PANORAMICA



DETALLE DEL VERTICE




Croquis de localización

Cruce polígono-carretera- parcela, árbol a 1.05 km al sur de la localidad de Tres Villas.

*Nota: Los vértices que tienen numeración menor a 100 son vértices que tuvieron mayor tiempo de medición.*

DESCRIPCION

Estudio Previo Para Decretar La Sierra de Pénjamo Como Una Área Natural Protegida			
	PROYECTO :	CATALOGO GPS.	
	ELABORÓ :	Talib Oliver Cabrera	
	RESPONSABLE :	María Zorrilla Ramos	
	FECHA :	Enero de 2010	

## MARCO DE REFERENCIA WGS84

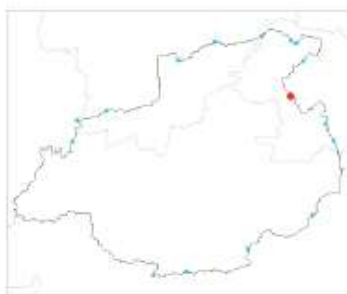
POLIGONAL ANP VÉRTICES PRINCIPALES V - 105 (GPS)	COORDENADAS GEODÉSICAS :	COORDENADAS UTM :	Precisión
	LATITUD : 20° 36' 39.2894"	X = 218877.833357	HORZ = 0.60408 cm
LONGITUD: -101° 41' 50.1525"	Y = 2281417.9152	VERT = 1.50368 cm	
ALTITUD : 1776.032 m			



PANORAMICA



DETALLE DEL VERTICE




Croquis de localización

Camino al Platanal, poste con árbol a 3.5 km al centro de Cuerámaro.

*Nota: Los vértices que tienen numeración menor a 100 son vértices que tuvieron mayor tiempo de medición.*

DESCRIPCION

**Estudio Previo Para Decretar La Sierra de Pénjamo Como Una Área Natural Protegida**

	<p>PROYECTO : CATALOGO GPS.</p> <p>ELABORÓ : Talib Oliver Cabrera</p> <p>RESPONSABLE : María Zorrilla Ramos</p> <p>FECHA : Enero de 2010</p>	
---	--	--

**MARCO DE REFERENCIA WGS84**

	COORDENADAS GEODÉSICAS :	COORDENADAS UTM :	Precisión
<b>POLIGONAL ANP VÉRTICES PRINCIPALES V - 106 (GPS)</b>	LATITUD : 20° 34' 42.6364"	X = 223385.690903	HORZ = 0.47965 cm
	LONGITUD: -101° 39' 12.5132"	Y = 2277753.85761	VERT = 1.14005 cm
	ALTITUD : 1758.262 m		



PANORAMICA



DETALLE DEL VERTICE




Croquis de localización

Pasando Tupataro 1.88km al sur, cercano a un tiradero clandestino, junto a árbol, a 370 metros de la carretera.

*Nota: Los vértices que tienen numeración menor a 100 son vértices que tuvieron mayor tiempo de medición.*

DESCRIPCION

**Estudio Previo Para Decretar La Sierra de Pénjamo Como Una Área Natural Protegida**

	PROYECTO :	CATALOGO GPS.
	ELABORÓ :	Talib Oliver Cabrera
	RESPONSABLE :	María Zorrilla Ramos
	FECHA :	Enero de 2010

**MARCO DE REFERENCIA WGS84**

	COORDENADAS GEODÉSICAS :	COORDENADAS UTM :	Precisión
POLIGONAL ANP VÉRTICES PRINCIPALES V - 107 (GPS)	LATITUD : 20° 28' 18.5300"	X = 221724.444242	HORZ = 0.62546 cm
	LONGITUD: -101° 40' 03.1878"	Y = 2265960.40565	VERT = 0.79615 cm
	ALTITUD : 1742.268 m		



PANORAMICA



DETALLE DEL VERTICE





Croquis de localización

Camino al Zapote de Cestao a 1.190km antes de llegar a la localidad, donde empieza la parte pavimentada a 4.148km de la carretera.

*Nota: Los vértices que tienen numeración menor a 100 son vértices que tuvieron mayor tiempo de medición.*

DESCRIPCION

**Estudio Previo Para Decretar La Sierra de Pénjamo Como Una Área Natural Protegida**

 Guanajuato Gobierno del Estado Contigo Vamos	<b>ECOLOGÍA</b> 	PROYECTO : ELABORÓ : RESPONSABLE : FECHA :	CATALOGO GPS. Talib Oliver Cabrera María Zorrilla Ramos Enero de 2010
---	--	---	--

**MARCO DE REFERENCIA WGS84**

	COORDENADAS GEODÉSICAS :	COORDENADAS UTM :	Precisión
POLIGONAL ANP VÉRTICES PRINCIPALES V - 108 (GPS)	LATITUD : 20° 23' 51.1922"	X = 200715,562185	HORZ = 0.53596 cm
	LONGITUD: -101° 52' 02.7912"	Y = 2258087,25161	VERT = 1.33836 cm
	ALTITUD : 1717.06 m		



PANORAMICA



DETALLE DEL VERTICE




Croquis de localización

A 866 metros de Arátzipu, la esmeralda, punto en el cerro a 3.05km de la carretera.

*Nota: Los vértices que tienen numeración menor a 100 son vértices que tuvieron mayor tiempo de medición.*




DESCRIPCION

**Estudio Previo Para Decretar La Sierra de Pénjamo Como Una Área Natural Protegida**

	PROYECTO : CATALOGO GPS. ELABORO : Talib Oliver Cabrera RESPONSABLE : María Zorrilla Ramos FECHA : Enero de 2010	
---	---	--

**MARCO DE REFERENCIA WGS84**

	COORDENADAS GEODÉSICAS :	COORDENADAS UTM :	Precisión
POLIGONAL ANP VÉRTICES PRINCIPALES V - 109 (GPS)	LATITUD : 20° 33' 10.4795"	X = 189996.122417	HORZ = 0.52814 cm
	LONGITUD: -101° 58' 23.0505"	Y = 2275493.81399	VERT = 0.82135 cm
	ALTITUD : 1905.302 m		

 <p>PANORAMICA</p>	 <p>DETALLE DEL VERTICE</p>
 <p>Croquis de localización</p>	<p>Carretera Manuel Doblado-La Piedad, sobre el kilómetro 100.</p> <p><i>Nota: Los vértices que tienen numeración menor a 100 son vértices que tuvieron mayor tiempo de medición.</i></p> <p style="text-align: center;">DESCRIPCION</p>



**Estudio Previo Para Decretar La Sierra de Pénjamo Como Una Área Natural Protegida**

	PROYECTO : CATALOGO GPS. ELABORÓ : Talib Oliver Cabrera RESPONSABLE : María Zorrilla Ramos FECHA : Enero de 2010	
---	---	--

**MARCO DE REFERENCIA WGS84**

	COORDENADAS GEODÉSICAS :	COORDENADAS UTM :	Precisión
POLIGONAL ANP VÉRTICES PRINCIPALES V - 110 (GPS)	LATITUD : 20° 34' 39.6078"	X = 190622.521878	HORZ = 0.57988 cm
	LONGITUD: -101° 58' 03.1616"	Y = 2278225.98159	VERT = 0.80707 cm
	ALTITUD : 1868.072 m		



PANORAMICA



DETALLE DEL VERTICE



Croquis de localización

Arroyo en la entrada del camino que va de la carretera Manuel Doblado-La Piedad hacia La Muralla a 408 metros de la carretera.

*Nota: Los vértices que tienen numeración menor a 100 son vértices que tuvieron mayor tiempo de medición.*

DESCRIPCION

**CAPÍTULO V**  
**CONCLUSIONES**

## V.1 CONCLUSIONES Y COMENTARIOS FINALES

En este capítulo final se abordarán las conclusiones personales y del proyecto en general en el orden en el que se desarrolló cada una de las secciones detalladas en las secciones previas.

Siguiendo el orden comentado en el párrafo anterior, el TPI fue el primer proceso en general de todo el proyecto, fue lo que le dio inicio, debido a que con ese producto se pudo definir una primera propuesta de poligonal más concreta y mejor definida que la que proponía el IEE.

Gracias a este procedimiento se pudo obtener un mapa con la clasificación de formas y si así se hubiera deseado también una clasificación de pendientes, el realizar los dos productos a mano utilizando las curvas de nivel hubiera requerido una labor extensa y que hubiera invertido recursos importantes.

Este producto también resultó funcional para el análisis geológico y geomorfológico, ya que tener un mapa con clasificación de formas de la zona abrevio el trabajo tanto en campo como en gabinete facilitando el análisis de la zona.

Este mapa no fue entregado como producto final, debido a que su uso fue principalmente el de generador de información, por lo que fue considerado como un insumo.

El método del TPI resultó ser uno de los más productivos del proyecto además de tener un amplio espectro de uso en muchos otros proyectos, es por eso que me parece muy importante que los Ingenieros en Geomática y principal mente futuros Ingenieros en la materia aprovechen el desarrollo de estas herramientas de carácter libre y también con el mismo grado de importancia tratar de ser participes del desarrollo de este tipo de herramientas para poder crear una retroalimentación de conocimientos, ya que el desarrollo de nuevas herramientas genera necesidad de nuevas metodologías y formas de aplicación.

Siguiendo el orden de desarrollo de proyecto la siguiente metodología usada en el proyecto fue la del análisis de la cobertura vegetal, la cual resulto desde mi punto de vista la más sub utilizada.

Lo anterior debido a que el tamaño y la cantidad de los transectos no fue muy extensa y resulta poco representativo.

El hecho de que los transectos no fueran de mayor extensión se debe a las limitantes presupuestales del proyecto. Pero es importante señalar que para un mejor aprovechamiento de estos recursos es primordial realizar transectos con mayor distancia y en mayor cantidad.

Es también muy recomendable la realización de diversos índices de vegetación, para poder caracterizar la vegetación de manera más específica. Es decir poder diferenciar de vegetación sana o enferma, tipos de vegetación etcétera, en la actualidad se cuenta con una gran cantidad de índices que pueden ser aplicados a una imagen de satélite y ayuden a mejorar y completar el análisis de la zona.

Otro factor que desde mi punto de vista perjudicó el análisis fue el hecho de que solo se contó con una imagen, en este caso SPOT 5, para realizar todo el análisis, es aconsejable usar imágenes con diferentes

fechas, ya que esto permitirá ver el desarrollo de la vegetación a través de los cambios de estaciones del año. Esta última sugerencia permitirá, en algunos casos y dependiendo del detalle de la imagen satelital, percatarse de algún cambio de importancia que se pueda presentar ya sea en la vegetación, en la explotación de minerales, crecimiento de basureros, invasión al ANP etcétera.

Esto último, dicho sea de paso, requiere de un proyecto con mayor plazo y tal vez sobre pase a proyectos de menor alcance como lo es un estudio previo.

Respecto a la parte final del proyecto que fue el levantamiento de los puntos de control, es importante señalar que se presentaron problemas con la metodología en campo debido a que la gente propietaria de las tierras, al ver el equipo colocado con antena y varilla nos pedía que abandonáramos el terreno.

Lo anterior a pesar de traer un permiso firmado por parte de las autoridades competentes, debido a esa situación fue necesario un replanteo de la metodología de toma.

La mayor parte de los puntos obtuvo buena precisión considerando las limitantes del equipo ya que el GPS Trimble GEO XT no es un equipo topográfico de alta precisión, sin embargo se lograron obtener resultados suficientes para los requerimientos del proyecto

Es importante resaltar que debido a la situación de hostilidad con algunos de los propietarios algunos de los puntos se debieron tomar con mucho menos tiempo, circunstancia que se refleja directamente en la precisión.

Debido a la misma razón fue imposible realizar monumentación de los 16 vértices circunstancia que limitó a la brigada a la colocación de tubo de PVC y varillas solo en 6 de los 16 puntos, mismos que fueron medidos con mayor tiempo de toma de información, con antena externa y bípode. Como resultado de eso, fueron los puntos en los cuales se logró mayor precisión.

La situación que se presentó en esta sección del desarrollo del proyecto muestran que la gente tiene un importante rechazo hacia los proyectos estatales y de gobierno, hecho que se reflejará posteriormente cuando se necesite de la colaboración de la población para poder echar a andar proyectos relacionados al ANP.

Debido a lo mencionado en los párrafos anteriores resulta evidente que el proyecto puede ser aun más desarrollado, pero eso se traduce en una mayor inversión y atención.

Es importante que se realice esta inversión y se genere un proyecto a largo plazo bien conformado para poder sacar todo el provecho de esta clase de ordenamiento territorial.

El presidente de México en la 41ª reunión anual del foro económico mundial en la conferencia “The Road to Durban: Building on the Cancún Agreements” realizada en Davos Suiza el 27 de enero del 2011 hizo mención a que todos los países deben promover la conservación ambiental, haciendo hincapié en los posibles beneficios en cuanto a crecimiento económico que pueden resultar de estos proyectos.

Desde mi punto de vista el correcto desarrollo de proyectos de esta índole es un buen impulso al desarrollo de un mejor manejo de recursos y sí puede traer activación económica.

La afirmación anterior debido a que esta clase de proyectos impulsa una mejora en la distribución de recursos naturales así como un manejo correcto de los mismos con su debida reglamentación. Como producto de eso se activa la producción de la gente de la zona pues se crearán proyectos de conservación y manejo que deberán ser administrados por la gente de la zona y podrán aprovechar esta clase de impulso para la mejora de su comunidad, además de la fuente de empleo que significa emplear a una cantidad importante de gente en todo el desarrollo de la investigación y el proyecto en general.

La principal razón por la que esta clase de proyectos no logra ser funcional en su totalidad es debido a que se destinan pequeños recursos y no se logran concretar de manera correcta los proyectos establecidos para el aprovechamiento de las comunidades y termina solo en proyectos rápidos sin seguimiento.

Siguiendo el mismo comentario es cierto que esta clase de proyectos traen beneficios tanto de conservación ambiental como de activación económica, pero también es cierto que no siempre esta clase de proyectos tiene el manejo adecuado lo que al final implica que si haya un crecimiento en cuanto a conocimiento de la zona y detección de problemas pero no hay un aprovechamiento de recursos ni un seguimiento, situaciones que a veces pueden reflejarse más como desperdicio de recursos.

Lo anterior da pie a una desconfianza general en la comunidad respecto al desarrollo de esta clase de proyectos y genera situaciones como las sucedidas en el desarrollo de este trabajo.

En el aspecto profesional es también una de las metas de esta tesis el poder aportar a la comunidad de ingeniería geomática una metodología útil y que pueda ser aprovechada mejorada y desarrollada para poder obtener mayor aprovechamiento de esta clase de proyectos y que sea transformado en proyectos mejor establecidos y verdaderamente produzcan beneficios.

## ANEXO 1

Clave del municipio	Clave de la localidad	Localidad	% Viviendas sin disponibilidad de servicio sanitario exclusivo	% Viviendas sin energía eléctrica	% Viviendas sin agua entubada en el ámbito de la vivienda	% Viviendas con piso de tierra	% Población ocupada con ingreso de hasta 2 salarios mínimos	Índice de marginación	Grado de marginación
12	8	Hornos, Los	61.82	0	27.27	14.55	79.17	-0.67509	Alto
12	17	Platanar	57.45	1.42	7.09	22.7	87.16	-0.3643	Alto
12	25	San Jose De Ojo De Agua (El Novillero)	93.33	16.67	66.67	33.33	100	0.6502	Muy alto
12	34	Tres Villas	24.35	0.87	22.61	6.96	82.88	-0.95174	Medio
12	52	Regalada, La	59.09	6.06	13.64	33.33	91.55	-0.09065	Alto
12	53	Nuevo Eden, El	47.83	8.7	4.35	30.43	66.67	-0.47819	Alto
23	11	Amoles De Cortes, Los	100	4.55	100	70.45	100	1.0705	Muy alto
23	19	Barranca Del Chilar, La	87.93	3.45	41.38	48.28	91.67	0.15339	Alto
23	35	Cañada De Corralejo	83.87	4.84	100	33.87	94.83	0.616	Muy alto
23	38	Coporitos	85.29	2.94	5.88	17.65	68.42	-0.19686	Alto
23	49	Carrizo Del Cerro	100	78.95	100	78.95	100	1.30786	Muy alto
23	75	Cobre, El	96.25	6.25	16.25	17.5	89.13	-0.0672	Alto
23	106	Fichas De Lopez	75.56	0	0	28.89	84.38	-0.30927	Alto
23	109	Gallo, El	78.57	80.95	100	95.24	97.78	1.33705	Muy alto
23	135	Jamacua De Cortes, La	96.55	3.45	98.28	46.55	83.33	0.27758	Alto
23	137	Xoconoxtle, El	82.35	0	5.88	29.41	70.59	-0.27864	Alto
23	138	Ejido Joya De Mulas	83.33	0	2.78	47.22	80	-0.00032	Alto
23	167	Magallanes	61.9	2.38	9.13	17.46	81.82	-0.48278	Alto
23	168	Mangas, Las (Rosa De Negrete)	96.15	96.15	100	69.23	53.97	0.63506	Muy alto
23	169	Mangas De Corralejo (Las Mangas)	92.22	5.56	3.33	41.11	93	0.3522	Alto
23	175	Mesa De La Tienda	100	7.41	100	59.26	75	0.98765	Muy alto

23	176	Mesa De Mendez	98.39	98.39	100	83.87	84.29	1.46016	Muy alto
23	202	Pandito, El	96.77	9.68	96.77	87.1	97.67	1.08009	Muy alto
23	205	Paredes, Las	100	76.67	100	93.33	91.3	1.45769	Muy alto
23	214	Pino Solo	57.78	4.44	15.56	13.33	76.67	-0.5958	Alto
23	215	Plan Del Fresno	100	100	100	84	72	1.27163	Muy alto
23	216	Plazuelas, Las (San Juan El Alto)	94.62	6.45	9.68	39.78	84.85	0.04273	Alto
23	224	Presa Del Aguacate	91.23	10.53	100	47.37	92.22	0.7815	Muy alto
23	261	San Antonio De Aceves	79.8	7.07	6.06	42.42	67.12	-0.04127	Alto
23	265	San Felipe (El Chilarillo)	31.71	1.22	14.02	4.27	70.34	-0.98423	Medio
23	305	Sauz De Mendez	100	0	4.44	57.78	75.86	0.49122	Muy alto
23	306	Sauz De Mendez	100	12.9	100	51.61	50	0.66137	Muy alto
23	313	Tablas De Corralejo, Las	100	90.91	97.73	68.18	90.63	1.49275	Muy alto
23	322	Tierras Negras	80.56	88.89	91.67	55.56	80.95	0.72342	Muy alto
23	323	Tigre, El	74.14	10.34	39.66	39.66	63.64	0.06176	Alto
23	336	Vigueria, La	75	3.57	25	10.71	87.5	-0.26606	Alto
23	340	Volantin, El	70.09	15.89	50.47	46.73	71.43	0.59343	Muy alto
23	344	Zapote De Cestao	77.38	9.5	95.02	28.51	85.96	0.36787	Alto
23	346	Nuevo Santa Elena De Aceves (El Capricho)	43.64	3.64	0.91	36.36	76.35	-0.51113	Alto
23	371	Guanguitiro	88	4.8	40.8	30.4	62.5	0.04816	Alto
23	377	Lomita De Aceves (Santa Elena De Aceves)	69.47	1.05	2.11	9.47	91.75	-0.43303	Alto
23	384	San Isidro De Ayala (La Verija)	100	20	40	15	82.2	0.30218	Alto
23	427	Gonzalo De Paul, El	85.19	0	0	66.67	81.82	0.24786	Alto
23	644	Cuervo, El	96.55	0	100	75.86	73.33	0.99667	Muy alto

Cuadro de Marginación, servicios e ingreso, la clave de municipio 12 corresponde al municipio de Cuerámara y la 23 a Pénjamo. Elaboración propia con base en CONAPO 2005.

## ANEXO 2

<b>Familia</b>	<b>Género</b>	<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>
Amaranthaceae	Iresine	angustifolia	Hierba de Arlomo
Anacardiaceae	Rhus	pachyrrhachis	Lantrisco
Asteraceae	Baccharis	salicifolia	Jara de arroyo
Asteraceae	Forestiera	durangensis	Acebuche
Asteraceae	Montanoa	tomentosa	Pirimo blanco
Asteraceae	Verbesina	greenmanii	Capitaneja
Betulaceas	Alnus	zorullensis	Aliso
Bignoniaceae	Tecoma	stans	Flor de San Pedro
Burseraceae	Bursera	bipinnata	Copal chino
Burseraceae	Bursera	cuneata	Copalillo
Burseraceae	Bursera	fagaroides	Palo xixote
Burseraceae	Bursera	palmieri	Palo cuchara o copal
Burseraceae	Bursera	penicillata	Copal de fruto
Burseraceae	Bursera	Sp	Papelillo
Bombacaceae	Ceiba	aesculifolia	Pochote
Cactaceae	Opuntia	sp	Nopal
Cactaceae	Stenocereus	durmortieri	Organo
Cactaceae	Stenocereus	queretaroensis	Pitayo



Compositae	Baccharis	sp	Perimo
Compositae	Senecio	salignus	Jara amarilla
Compositae	Verbesina	pietatis	Pirimo amarillo
Convolvuceae	Ipomoea	murucoides	Casahuate
Ericacea	Arbutus	xalapensis	Madroño
Ericacea	Arbutus	tessellata	Madroño café
Ericacea	Arctostaphylos	pungens	Pinguica
Euphorbiaceae	Euphorbia	fulva	Palo lechón
Euphorbiaceae	Euphorbia	tanguahuete	Lechón
Euphorbiaceae	Jatropha	dioica	Sangregado
Fagaceae	Quercus	castanae	Latilla
Fagaceae	Quercus	deserticola	Encino
Fagaceae	Quercus	obtusata	Roble
Lamiaceae	Salvia	microphylla	Mirto de campo
Lauraceae	Persea	americana	Aguacate
Leguminosae	Acacia	farnesiana	Huizache yundero
Leguminosae	Acacia	greggii var. wrightii	Uña de gato

Cuadro de especies observadas en la ANP Sierra de Pénjamo Elaboración propia con base en recorridos realizados entre junio y noviembre de 2009.

## ANEXO 3

Nombre común	Nombre científico	Dominancia relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Abundancia relativa	Valor de importancia
Uña de gato	Zanthoxylum sp	16.9	29	21.8	27	67.7
Nopal	Opuntia sp	3.2	23.7	23.6	22	50.5
Perimo	Baccharis sp	1.5	17.2	12.72	16	31.42
Casahuate	Ipomea murocoides	0.9	14	20	13	34.9
Palo pirinola	Heliocarpus terebinthaceus	39	6.4	7.3	6	52.7
Flor de San Pedro	Tecoma stans	13.7	4.3	5.45	4	23.45
Copal	Bursera palmeri	9.4	3.2	5.4	3	18
Huizache	Acacia farnesiana	15.2	2.1	3.6	2	20.9

Cuadro de valores de importancia de las especies leñosas en la comunidad de selva baja en transición, muestreada en La Garita, Pénjamo.

## ANEXO 4

Nombre común	Nombre científico	Dominancia relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Abundancia relativa	Valor de importancia
Madroño	<i>Arbutus xalapensis</i>	15.9	32.12	28.3	53	76.32
Roble	<i>Quercus obtusata</i>	27.9	29.7	25.3	49	82.9
Latilla	<i>Quercus castanae</i>	36.3	23.6	23.8	38	83.7
Pino	<i>Pinus lumholtzi</i>	18.3	12.1	16.4	20	46.8
Madroño café	<i>Arbutus tessellata</i>	0.74	1.2	3.9	2	5.92
Aliso	<i>Alunus jorullensis</i>	0.74	0.6	1.5	1	2.84
Pinguica	<i>Arctostaphylos pungens</i>	0.05	0.6	1.5	1	2.15

Cuadro de valores de importancia de las especies leñosas en el **Transecto 1**. Fecha: 11/noviembre/2009.

## ANEXO 5

Nombre común	Nombre científico	Dominancia relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Abundancia relativa	Valor de importancia
Encino	<i>Quercus deserticola</i>	84.2	86.2	60	94	230.4
Nopal	<i>Opuntia</i> sp	11.4	10.1	26.6	11	48.1
Palo dulce	<i>Eysenhardtia</i>	4.38	3.7	13.3	4	21.38

Cuadro de valores de importancia de las especies leñosas en el **Transecto 2**. Fecha: 11/noviembre/2009.

## ANEXO 6

Nombre común	Nombre científico	Dominancia relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Abundancia relativa	Valor de importancia
Palo pirinola	<i>Heliocarpus terebinthina-ceus</i>	8.8	14.7	10.3	22	33.8
Palo negro	<i>Lysiloma microphyllum</i>	18.9	13.5	12.4	21	44.8
Nopal	<i>Opuntia</i> sp	14.2	12.9	10.3	20	37.4
Papelillo	<i>Bursera</i> sp.	12.9	12.2	11.3	19	36.4
Casahuate	<i>Ipomea murucoides</i>	10.8	10.9	11.3	17	33.0
Palo blanco	<i>albizia occidentalis</i>	8	8.3	9.3	13	25.6

Colorin	<i>Erythrina coralloides</i>	4.8	6.4	8.2	10	19.4
Pochote	<i>Ceiba aesculifolia</i>	7.5	5.8	6.2	9	19.5
Desconocidos	<i>Randia sp</i>	1.8	4.5	3.1	7	9.4
Copal	<i>Bursera palmeri</i>	2.9	2.5	4.1	4	9.5
Fresno	<i>Fraxinus uhdei</i>	2.8	2.5	4.1	4	9.4
Órgano	<i>Stenocereus durmortier</i>	1.7	2.5	4.1	4	8.3
Lechón	<i>Euphorbia tanguahuete</i>	3.4	1.9	3.1	3	8.4

Cuadro de valores de las especies leñosas en la comunidad de selva baja en transición, **Transecto 3** Fecha: 16/noviembre/2009.

#### ANEXO 7

Nombre común	Nombre científico	Dominancia relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Abundancia relativa	Valor de importancia
Fresno	<i>Fraxinus uhdei</i>	70.8	80.8	65.2	42	216.8
Sauz	<i>Salix bomplandiana</i>	19.0	15.4	26.1	7	60.5
Aguacate	<i>Persea americana</i>	10.2	3.8	8.7	2	22.7

Cuadro de valores de las especies leñosas en la comunidad de vegetación riparia, muestreada en el **Transecto 4** Fecha: 17/noviembre/2009.

## ANEXO 8

Nombre común	Nombre científico	Dominancia relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Abundancia relativa	Valor de importancia
Casahuate	<i>Ipomea murucoides</i>	19.3	23.3	19.7	28	62.3
Perimo	<i>Baccharis sp</i>	14.8	23.3	22.5	28	60.6
Palo pirinola	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	27.2	19.1	14	23	60.3
Palo negro	<i>Lysiloma microphyllum</i>	8.6	13.3	14	16	35.9
Pochote	<i>Ceiba aesculifolia</i>	8.8	7.5	9.8	9	26.1
Copal	<i>Bursera palmeri</i>	8.5	5.8	8.4	7	22.7
Huizache	<i>Acacia farnesiana</i>	1.3	3.3	4.2	4	8.8
Palo blanco	<i>albizia occidentalis</i>	2.2	1.6	4	2	7.8
Mezquite	<i>Prosopis laevigata</i>	0.17	0.83	2	1	3
Uña de gato	<i>Zanthoxylum sp</i>	8.8	1.6	4	2	14.4

Cuadro de valores de importancia de las especies leñosas en la comunidad de selva baja, muestreada en el **Transecto 5**. Fecha: 14/noviembre/2009.

## ANEXO 9

Nombre común	Nombre científico	Dominancia relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Abundancia relativa	Valor de importancia
Sabino	Taxodium mucronatum	59.6	46.4	35.7	39	174.7
Fresno	Fraxinus uhdei	11.6	21.4	28.6	18	46.6
Roble	Quercus obtusata	11.5	13.1	11.9	11	22.9
Latilla	Quercus castanae	6.2	7.1	9.5	6	15.5
Aliso	Alunus jorullensis	1.6	7.1	7.1	6	13.1
Madroño	Arbutus xalapensis	1.1	2.4	2.4	2	4.4
Sauz	Salix bomplandiana	6.9	1.2	2.4	1	3.4
Palo negro	Salix bomplandiana	1.5	1.2	2.4	1	3.4

Cuadro de valores de las especies leñosas en la comunidad de vegetación riparia, muestreada en el **Transecto 5** Fecha: 16/noviembre/2009.

## ANEXO 10

Nombre común	Nombre científico	Dominancia relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Abundancia relativa	Valor de importancia
Palo pirinola	Heliocarpus terebinthinaceus	24.4	23.3	14.4	28	62.1
Palo dulce	Eysenhardtia polystachya	13.1	15.8	18	19	46.9
Casahuate	Ipomea murocoides	11	12.5	13.2	15	36.7

Nopal	<i>Opuntia</i> sp	17.9	12.5	14.4	15	44.8
uña de gato	<i>Zanthoxylum</i> sp	6.3	9.1	8.4	11	23.8
Copal	<i>Bursera palmeri</i>	9.6	8.3	9.6	10	27.5
Palo negro	<i>Lysiloma microphyllum</i>	6.6	6.6	7.2	8	20.4
Fresno	<i>Fraxinus uhdei</i>	5.8	5.8	7.2	7	18.8
Papelillo	<i>Bursera</i> sp.	3.3	3.3	3.6	4	10.2
Palo blanco	<i>Albizia occidentalis</i>	1	1.6	2.4	2	5
Tepame	<i>Acacia pennetula</i>	0.6	0.8	1.2	1	2.6

Cuadro de valores de las especies leñosas en la comunidad de Selva baja en transición muestreada en el **Transecto 6**. Fecha: 14/noviembre/2009.

#### ANEXO 11

Nombre común	Nombre científico	Dominancia relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Abundancia relativa	Valor de importancia
Desconocido	<i>Forestiera</i> sp	24.2	26.9	22	29	73.1
Huizache	<i>Acacia farnesiana</i>	10.5	22.2	14.7	24	47.4
Desconocido	<i>Randia</i> sp	5.6	11.1	11.8	12	28.5
Casahuate	<i>Ipomea murocoides</i>	15.3	11.1	14.7	12	41.1
Copal	<i>Bursera bipinnata</i>	16	7.4	8.8	8	32.2



Uña de gato	<i>Bursera palmeri</i>	2.4	6.5	5.8	7	14.7
Nopal	<i>Opuntia</i> sp	9.13	3.7	5.8	4	18.63
Papelillo	<i>Bursera</i> sp.	3.3	2.7	4.4	2	10.4
Mezquite	<i>Prosopis laevigata</i>	1.3	0.9	1.4	1	3.6
Palo negro	<i>Lysiloma microphyllum</i>	0.5	0.9	1.4	1	2.8
Pochote	<i>Ceiba aesculifolia</i>	6.4	0.9	1.4	1	8.7
Órgano	<i>Stenocereus durmortieri</i>	2	0.9	1.4	1	4.3
Palo pirinola	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	2.7	3.7	4.4	3	10.8
Perimo	<i>Baccharis</i> sp	0.4	0.9	1.4	1	2.7

Cuadro de valores de importancia de las especies leñosas en la comunidad de vegetación xerófila, muestreada en el **Transecto 7**. Fecha: 13/noviembre/2009.

## ANEXO 12

Nombre común	Nombre Científico	Uso
Palo fierro	<i>Senna polyantha</i>	Construcción
Encino	<i>Quercus desertícola</i>	Madera y carbón
Colorín	<i>Erythrina coralloides</i>	Construcción y postes
Chivatillo	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Construcción
Pirimo amarillo	<i>Verbesina pietatis</i>	Construcción

Palo dulce	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	construcción/medicinal
Casahuate	<i>Ipomoea murucoides</i>	construcción/medicinal (a los habitantes de la Sierra no les gusta esta planta porque los animales se la comen y se ponen "locos" por lo que la queman)
Pochote	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Medicinal
Palo dulce	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Medicinal
Pitayo	<i>Stenocereus queretaroensis</i>	Comestible
Sangregado	<i>Jatropha dioica</i>	Medicinal
Hierba del arlomo	<i>Iresine angustifolia</i>	Medicinal
Uña de gato	<i>Acacia greggii</i> var. <i>wrightii</i>	comestible/medicinal
Capitaneja *	<i>Verbesina greenmanii</i>	Medicinal
Copal de fruto	<i>Bursera penicillata</i>	Construcción
Xoconostle	<i>Opuntia joconstle</i>	Comestible
Maguey	<i>Agave</i> sp	Comestible
Nopal	<i>Opuntia</i> sp	Comestible
Rosa de Castilla	<i>apete callicarpaefolia</i>	Medicinal (para el empacho)
Jarillas	<i>Baccharis glutinosa</i>	Comestible
Árnica	<i>Heterotheca inuloides</i>	Medicinal

Hierba del Sapo	<i>Eryngium heterophyllum</i>	Medicinal
Tepame	<i>Acacia pennetula</i>	Construcción
Santa María	apetes florida	Medicinal y para « sacar animales de la casa »

Cuadro de especies vegetales utilizadas por los habitantes de la Sierra de Pénjamo

## ANEXO 13

Nombre común	Nombre científico	Uso
Tlacuache	<i>Didelphis virginiana</i>	Medicinal
Armadillo	<i>Dasypus novemcinctus</i>	comestible/medicinal y como adorno
Coyote	<i>Canis latrans</i>	Medicinal
Onza o zorrillo	<i>Mephitis macroura</i>	Medicinal
Liebre	<i>Lepus callotis</i>	cacería/comestible
Conejo	<i>Sylvilagus audubonii</i>	Comestible
Ardilla	<i>Sciurus oculatus/ Spermophilus mexicanus</i>	cacería/comestible
Vibora de cascabel	<i>Crotalus sp</i>	cacería/medicina (la piel se seca y se machaca)
Chirriónera	<i>Tantilla bocourti</i>	Cacería
Serranilla	<i>Conopsis nasus</i>	Cacería
Coralillo/agujilla	<i>Lampropeltis triangulum,</i>	Cacería
Culebra	<i>Salvaora bardii</i>	Cacería
Limpia campo	<i>Tamnophis melanogaster</i>	Cacería
Codorniz	<i>Colinus virginianus</i>	Cacería

Codorniz	<i>Cyrtonix montezumae</i>	Cacería
Paloma	<i>Columba fasciata</i>	Ornato
Paloma huilota	<i>Zenaida asiática</i>	caza/ornato
Cuervo	<i>Corvus corax</i>	Medicinal
Mulato	<i>Melanosis caerulescens</i>	Ornato
Cenzontle	<i>Mimus polyglottos</i>	Ornato
Cuitlacoche	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Ornato
Cardenal	<i>Guiraca caerulea</i>	Ornato
Calandria	<i>Icterus pustulatus</i>	Ornato
Gorrión	<i>Cardopacus mexicanus</i>	Ornato
Venado	<i>Odocoileus Virginianus</i>	Caza/ornato

Cuadro de especies animales utilizadas por los habitantes de la Sierra de Pénjamo





## ANEXO 14





Género	Especie	Nombre común	Municipio	Nombre de la institución	Año de colecta
<b>Boer-havia</b>	coccinea	Abrojo rojo, arete, cordoncillo	Pénjamo	IEB, Instituto de Ecología, A. C. Centro Regional del Bajío	1986
<b>Carda-mine</b>	hirsute	Mastuerzo menor	Cuerámara	MADUG, Museo de Historia Natural Alfredo Dugés, Universidad de Guanajuato,	1999
<b>Celtis</b>	pallida	Granjena blanca, cola de iguana, cuerétaro, garabato blanco	Pénjamo	ENCB Departamento de Botánica, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas I.P.N.	,1985
<b>Cosmos</b>	parviflorus	Capitaneja	Cuerámara	IEB	1987
<b>Cuphea</b>	wrightii	hierba de la calavera, nube azul	Cuerámara	IEB	1988


<b>Eriochloa</b>	acuminata	-----	Cuerámara	IEB	1988
<b>Hackelochloa</b>	granularis	-----	Pénjamo / Cuerámara	IEB	1987, 1997
<b>Leptochloa</b>	fusca	Mijo japonés	Cuerámara	IEB	1985
<b>Mimosa</b>	aculeaticarpa	Garabatillo	Manuel Doblado/Pénjamo	IEB /University of Texas at Austin UB	1991, 1990
<b>Phaseolus</b>	vulgaris	Judías o habichuelas verdes	Pénjamo	(INIFAP) Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, SAGARPA	1940,1945,1965,1968, 1999
<b>Polypogon</b>	monspe-liensis	Mijo silvestre	Pénjamo	UAM-I, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa	1999
<b>Raphanus</b>	sativus	Rábano, rabanillo	Cuerámara	IEB	1988
<b>Ricinus</b>	communis	Ricino	Pénjamo	UACH	1985
<b>Salix</b>	bonplandiana	Sauce	Cuerámara	INECOL, Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Ver. 1992	1992
<b>Salix</b>	bonplandiana	Sauce	Pénjamo/Manuel Doblado	INECOL/IEB	1992
<b>Salix</b>	taxifolia	Sauce	Manuel Doblado	IEB	1992
<b>Sida</b>	Procumbens	Zacate	Pénjamo	INECOL /IEB	1986
<b>Solanum</b>	nigrescens	Hierbamora, macuy, quilete	Pénjamo	IEB	1992
<b>Solanum</b>	rostratum	Duraznillo, hierba del sapo	Pénjamo	IEB	1985
<b>Sorghum</b>	bicolor	Sorgo	Pénjamo	UAM-I,	1999
<b>Sorghum</b>	halepense	Sorgo	Pénjamo	UAM-I	1999

Cuadro de especies invasoras de flora en la Sierra de Pénjamo reportadas a la CONABIO

## ANEXO 15

Nombre Científico	Nombre Común	Estatus de protección	Imagen (Fuente Conabio)
Anas platyrhynchos diaza	Pato mexicano o pato triguero. Familia Anatidea	Estatus de protección en la Nom 059-2001 Amenazada	
Aquila chrysaetos	Águila Real. Familia Accipitridae. Se distribuye en el norte de Baja California, en Sonora hacia el este hasta Nuevo León y al sur hasta el centro de México. Habita en montañas abiertas, laderas de montañas y cañadas	Estatus de protección en la Nom 059-2001 Amenazada	
Buteo albicaudatus.	Aguililla cola blanca. Familia Accipitridae. Se distribuye desde el sur de Texas hasta el norte de la Patagonia	Estatus de protección en la Nom 059-2001 Protección especial	
Falco peregrinus	Halconcillo. Familia Falconidae. Es natural desde Alaska hasta Tierra del Fuego, incluyendo las islas del Caribe y en las Malvinas.	Estatus de protección en la Nom 059-2001 Protección especial	

Nombre Científico	Nombre Común	Estatus de protección	Imagen (Fuente Conabio)
Cyrtonyx montezumae	Codorniz Moctezuma. Familia Odontophoridae. México: habita desde el norte de Sonora, oeste de Chihuahua, norte de Coahuila, Tamaulipas y hacia el sur hasta Oaxaca. Habita zonas de pino-encino en las montañas; cañadas con pasto y laderas arboladas.	Estatus de protección en la Nom 059-2001 Protección especial	
Melanotis ceruleus longirostris	Mulato azul. Familia Mimidae. Especie endémica de México	Estatus de protección en la Nom 059-2001 Protección especial endémica	
Taxidea taxus	Talcoyote. Familia Mustelidae. Se distribuye desde Canadá, EUA hasta el centro de México	Estatus de protección en la Nom 059-2001 Amenazada	
Bassaricus astutus insulicola y saxicola	Cacomixtle. Familia Procyonidae. Es endémico de México.	Estatus de protección en la Nom 059-2001 Amenazada Endémica.	

Nombre Científico	Nombre Común	Estatus de protección	Imagen (Fuente Conabio)
Sciurus oculatus	Ardilla de Meter. Familia Sciuridae. Es endémica de México	de protección en la Nom 059-2001 Protección especial endémica	

Cuadro de especies identificadas con estatus de protección Nota: Todas las imágenes están tomadas del banco de imágenes de Conabio (1998)

## ANEXO 16

CLASIFICACIÓN	PORCENTAJE	APROVECHAMIENTO
<b>Selva baja caducifolia secundaria</b>	33.02%	Extracción de leña, madera y otras especies, también hay ganado y cacería.
<b>Agricultura de temporal</b>	23.74%	Principalmente maíz, habas y frijol, ganado. Se está introduciendo agave en algunas áreas de Cuernavaca y Pénjamo.
<b>Pastizal inducido</b>	21.68%	Ganadería
<b>Bosque de encino secundario</b>	17.21%	Extracción de leña y madera ganadería
<b>Bosque de encino primario</b>	2.03%	Paisaje y turismo, cacería, extracción de leña.
<b>Agricultura de riego</b>	2.02%	Maíz y frijol
<b>Pastizal natural</b>	0.20%	Ganadería.



<b>Cuerpo de agua</b>	0.10%	Pesca y actividades turísticas.
<b>Total</b>	100.00%	

Cuadro de uso de Suelo y aprovechamiento actual.

#### ANEXO 17

<b>Municipio</b>	<b>Población Sierra de Pénjamo</b>	<b>Población del Municipio</b>	<b>Porcentaje del Municipio que representa la población que habita en la Sierra</b>
<b>Manuel Doblado</b>	813	34,313	2.4%
<b>Cuerámaro</b>	2,118	23,960	8.8%
<b>Pénjamo</b>	15,328	138,157	11.1%
<b>Total</b>	18,259	196,430	9.3%

Cuadro de población de la Sierra de Pénjamo y los Municipios que la conforman.

#### ANEXO 18

<b>NOMBRE</b>	<b>UBICA- CIÓN</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Presa El Aguacate	Cuerámaro-Pénjamo	Cortina de presa de la época colonial
Cañón de los Murciélagos	Cuerámaro	En el 1er taller se comentó que este lugar también es conocido como Cañón de los Murciélagos, en algunas revistas de deporte extremo, existen tres tipos de climas y se considera como un lugar con mayor biodiversidad en el estado de Guanajuato. Es zona de campismo.
La Garita	Cuerámaro	Es una de las cañadas más conocidas de la Sierra, en la cual hay arroyos y vestigios históricos.

El Fuerte de Los Remedios	CuerámARO-Pénjamo	Constituye una de las zonas más conservadas de la Sierra, con bosque de encino primario.
Barranca del Chilar	Pénjamo	Barranca con vegetación Marcado en el 1er taller como zona bien conservada con manantiales
El Nacimiento	Pénjamo	Río en cañada Marcado en el 1er taller como zona con potencial turístico
El Tigre	Pénjamo	Localidad que tienen un arroyo con mucha vegetación
Huerta Grande	Pénjamo	Marcado en el 1er taller como zona bien conservada
Cañada de Corralejo	Pénjamo	Cañada bien conservada.
Las Pilas	Pénjamo	Cerca de la comunidad El Pandito (Ver Mapa "Propuesta de poligonal-Equipo María)
Panzacola	Pénjamo	Arroyo con sabinos
La Taza	Pénjamo	Nacimiento de agua que llega a la presa. No hay casas. Marcado por los asistentes al segundo taller.
Los Ojos de Agua	Pénjamo-Manuel Doblado	Nacimientos de agua
San Juan del Fresno	Manuel Doblado	Cascada
"El Mirador"	Manuel Doblado	Espacio para construcción de mirador

San Lorenzo	Manuel Doblado	Marcado en el 1er taller como zona bien conservada
Tierra Colorada	Manuel Doblado	Marcado en el 1er taller como lugar con existencia de un ojo de agua
Arroyo La Sabina	Cuerámaro	Vegetación abundante
El Gigante y Rocas Cuatas	Cuerámaro	En el 1er taller se mencionó que se trata de una escultura natural en forma de Gigante que mide 12 a 15 metros de altura
Arroyo o Río los Ocotes	Cuerámaro	En el 1er taller se mencionó que existe solicitud de Área Natural Protegida para este lugar.
Presa El Coyote	Cuerámaro	Entre el cerrito del Agua Caliente y la Galera
Laguna de Tres Villas	Cuerámaro	Laguna al lado de la carretera que va de Cuerámaro a Manuel Doblado, en donde llegan aves migratorias y tiene un valor estético importante.
Presa Mariano Abasolo	Pénjamo	Presa donde se practican actividades recreativas.
Presa de La Golondrina	Pénjamo	Presa donde se practican actividades recreativas.

Cuadro de áreas de interés natural estético

## ANEXO 19

## PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

GPS de precisión submétrica de alto rendimiento con tecnología de rechazo de trayectoria múltiple EVEREST y SBAS integrada

Pantalla VGA de alta resolución que ofrece una visualización clara y nítida del mapa

Opciones de conectividad LAN inalámbrica y Bluetooth

1 GB de memoria integrada más ranura para tarjetas SD extraíbles

Sistema operativo Windows Mobile versión 6

Colector de mano robusto con batería suficiente para todo un día



## SU PLATAFORMA GPS TOTAL PARA LA CAPTURA DE DATOS DE CAMPO

El colector de mano Trimble® GeoXT™, de la serie GeoExplorer® 2008, es la herramienta esencial para el mantenimiento de su GIS. Al ser un receptor GPS de alto rendimiento que ofrece precisión submétrica combinado con una computadora de mano robusta, resulta ideal para que lo utilicen las empresas de servicios públicos, las organizaciones gubernamentales locales, las agencias federales o todos aquellos que se dedican a la administración de bienes y servicios o al registro de infraestructura crítica que necesita datos precisos para poder realizar el trabajo correctamente a la primera.

Al proporcionar una precisión submétrica uniforme tanto en tiempo real como con posprocesamiento, el colector de mano GeoXT es la solución submétrica más confiable disponible. Y ha sido diseñado teniendo en cuenta el sistema GIS.

**Rendimiento de precisión submétrica en el mundo real**

El colector de mano GeoXT ha sido optimizado para proporcionar datos de ubicación confiables, en el momento y en el lugar en que se necesitan. Con funciones avanzadas como la tecnología de rechazo de trayectoria múltiple EVEREST™, el GeoXT registra posiciones GPS de calidad incluso en lugares bajo cobertura vegetal, en cañones urbanos y en todos los entornos de trabajo diarios.

Si necesita precisión submétrica en tiempo real, podrá utilizar correcciones WAAS, EGNOS, MSAS o usar la tecnología inalámbrica Bluetooth® integrada para conectarse a un receptor Trimble GeoBeacon™.

Si necesita una mayor precisión, podrá capturar datos con el software Trimble® TerraSync™ o la extensión GPScorrect™ para el software ESRI ArcPad y luego posprocesarlos en la oficina.

**De gran potencia**

Con un potente procesador de 520 MHz, 128 MB de RAM y 1 GB de memoria integrada, el colector de datos GeoXT™ es un dispositivo de alto rendimiento diseñado para trabajar tanto como usted. El colector proporciona toda la potencia necesaria para trabajar en el campo con mapas y conjuntos de datos grandes y su pantalla VGA de alta resolución permite visualizar la información con claridad y nitidez.

El colector de mano GeoXT incluye el sistema operativo estándar de la industria Windows Mobile® versión 6, lo que le permite elegir una solución de software diseñada para sus requisitos de campo, ya sea una aplicación estándar de mercado o personalizada para un uso específico.

El sistema operativo Windows Mobile 6 incluye software de Microsoft® con las aplicaciones familiares Word Mobile, Excel Mobile y Outlook® Mobile, que le proporcionan todas las herramientas necesarias para un intercambio de datos ininterrumpido entre el campo y la oficina.

**Diseñado para el campo**

El colector de mano GeoXT cuenta con una batería interna integrada que dura todo el día; sólo tiene que cargarla por la noche y estará listo para reanudar el trabajo al día siguiente. El GeoXT dura el tiempo necesario y gracias a su diseño robusto puede soportar diversas condiciones climáticas: llueva, granice o haga sol, este colector ha sido construido para seguir trabajando independientemente del estado del tiempo.

**Conectividad conveniente**

Con el GeoXT disfrutará de la flexibilidad de trabajar exactamente de la manera que desea. ¿Necesita acceso a Internet o a la red segura de su empresa para obtener los datos más actualizados? No hay ningún problema: con el colector GeoXT dispone de tecnología LAN inalámbrica y Bluetooth integrada que lo mantendrán conectado.

La tecnología inalámbrica Bluetooth del colector GeoXT también permite la conexión sin cables a dispositivos externos como los telémetros de rayos láser y los escáneres de códigos de barra Bluetooth, que proporcionan soluciones inalámbricas convenientes y que hacen más eficaz su trabajo en el campo.

**Precisión en la que puede confiar**

La información precisa es fundamental para tomar decisiones y mejorar la forma en que gestiona la empresa. El GeoXT genera una precisión submétrica uniforme tanto en tiempo real como con posprocesamiento, por lo que el usuario sabe que su GIS cuenta con información de la que pueden depender todos para realizar el trabajo correctamente en cualquier momento: hoy, mañana o cuando se necesite.



Imagen de principales características del equipo Trimble Geo XT, obtenido de la página web de Trimble

## ANEXO 20

## Colector de mano GeoXT

### CARACTERÍSTICAS ESTÁNDARES

**Sistema**

- Windows Mobile 6 (edición Clásica)
- Pantalla táctil VGA (480 x 640) en color, legible a la luz solar
- Integrado con tecnología inalámbrica Bluetooth 1.2
- Integrado con LAN inalámbrica 802.11b/g
- Colector de mano ergonómico sin cables
- Diseño robusto e impermeable
- Batería interna recargable suficiente para todo un día
- Procesador Marvell Xscale de 520 MHz
- 128 MB de RAM
- Almacenamiento de datos en memoria Flash no volátil de 1 GB
- Ranura sellada para tarjetas SD/SDHC
- Altavoz y micrófono integrados

**GPS**

- Integrado con receptor de alto rendimiento GPS/GIA5<sup>1</sup> y antena L1
- Precisión submétrica en tiempo real o con postprocesamiento
- Soporte para correcciones RTCM y CMR en tiempo real
- Soporte para los protocolos NMEA y TSP
- Tecnología EVEREST<sup>2</sup> para el rechazo de trayectoria múltiple

**Software estándar**

- GPS Controller para control del GPS integrado y planificación de misiones en el campo
- GPS Connector para conectar el GPS integrado a puertos externos
- Microsoft Office Mobile

**Accesorios estándar**

- Módulo de soporte
- Fuente de alimentación AC con kit de adaptador internacional
- Cable de datos USB
- 2 lápices Stylus
- Protectores de pantalla (paquetes de 2)
- Guía de iniciación
- CD de iniciación
- Correa
- Bolsa

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

**Físicas**

- Tamaño ..... 21,5 cm x 9,9 cm x 2,7 cm
- Peso ..... 0,80 kg con batería
- Procesador ..... Procesador Marvell PXA-270 Xscale de 520 MHz
- Memoria ..... 128 MB de RAM y memoria interna Flash de 1 GB
- Batería ..... Litio-Ión interna de 7500 mAh  
27,8 vatios hora, recargable en la unidad

**Modo de alimentación**

- Bajo (sin GPS ni retroiluminación) ..... 1,8 vatios
- Normal (con GPS y retroiluminación)<sup>3</sup> ..... 2,6 vatios
- Alto (con GPS, retroiluminación<sup>3</sup>, Bluetooth y LAN inalámbrica)<sup>4</sup> ..... 3,7 vatios

**Medioambientales**

- Temperatura de funcionamiento ..... -20 °C a +50 °C (-4 °F a 140 °F)
- Temperatura de almacenamiento ..... -30 °C a +70 °C (-22 °F a 158 °F)
- Caja ..... A prueba de polvo y resistente a lluvias con fuerte viento según la norma IP65. Asa antideslizante, resistente a golpes y vibraciones
- Caida ..... 0,9 m MIL-STD-810F, Método 516.5, Procedimiento IV

**Entrada/salida**

- Ampliación ..... Ranura para tarjetas SD (tarjetas de memoria SD o SDHC)
- Pantalla ..... TFT VGA (480 x 640 píxeles) de 8,9 cm, colores de 16 bits (65.536) y retroiluminación LED
- Interfaz ..... Pantalla táctil, 10 teclas de control de hardware, LED de estado de alimentación, sistema de audio para eventos, advertencias y notificaciones
- Tecido virtual SIP (Soft Input Panel) y software con reconocimiento de escritura
- Audio ..... Micrófono y altavoz, utilidades para grabar y reproducir VO
- VO ..... USB cliente 1.1 a través del módulo de soporte, serial mediante adaptador de clip serial/alimentación RS-232 de 9 pines opcional
- Radio<sup>5</sup> ..... Bluetooth 1.2, LAN inalámbrica 802.11b/g

**GPS**

- Canales ..... 14 (12 de código y portadora L1, 2 SBAS)
- Tiempo real integrado ..... SBAS<sup>6</sup> (rastreo de doble canal)
- Velocidad de actualización ..... 1 Hz
- Tiempo al primer fijo ..... 30 segundos (típico)

**Protocolos**

- Salida de datos ..... TSP, NMEA-0183 v3.0 (GGA, VTG, GLL, GSA, ZDA, GSV, RMC)
- Correcciones en tiempo real ..... RTCM 2.x, RTCM 3.0, CMR, CMR+

**Precisión (HRMS)<sup>7</sup> tras la corrección diferencial**

- Con postprocesamiento de código ..... Submétrica
- Tiempo real (SBAS<sup>6</sup> o fuente externa) ..... Submétrica

1 SBAS (Sistema de Ampliación Basado en Satélites), incluye WAAS (Sistema de Ampliación de Área Extendida) disponible en América del Norte solamente, EGNOS (Servicio Superpuesto de Navegación Geostacionaria Europea) disponible sólo en Europa, y MSAS (Sistemas de Ampliación Basados en Satélites MTSAT) sólo disponibles en Japón.  
2 Requiere también un clip serial/te alimentación.  
3 Con retroiluminación configurada por defecto en un 50% de brillo.  
4 El consumo de potencia variará según el uso de radio.  
5 Los tipos de licencia de autorización Bluetooth y LAN inalámbrica varían según el país. Los dispositivos de mano GeoExplorer 2008 Series tienen licencias de autorización Bluetooth y LAN inalámbrica en los Estados Unidos y en la mayoría de los países europeos. Para más información, consulte con su distribuidor local.  
6 Precisión horizontal con error cuadrático medio, 7 sigma (93%). Requiere que los datos se capturen con un mínimo de 5 satélites, una FDOF máxima de 6, una SNR mínima de 35 dBHz, una elevación mínima de 15 grados y condiciones de error por trayectoria múltiple razonables. Las condiciones ionosféricas, las señales de trayectoria múltiple o la obstrucción del cielo por parte de edificios o cobertura vegetal pueden interferir con la recepción de señales y degradar la precisión. Excepto cuando se utilizan correcciones VRS, la precisión en tiempo real y con postprocesamiento varía en +1 ppm con la proximidad a la estación base.  
7 Las especificaciones están sujetas a cambio sin previo aviso.

© 2008-2009, Trimble Navigation Limited. Reservados todos los derechos. Trimble, el logo del círculo de Trimble y el Triangulo, GeoExplorer y GPS Pathfinder son marcas comerciales de Trimble Navigation Limited, registradas en los Estados Unidos y en otros países. EVEREST, GPS Analyst, GPSConnector, GeoBusiness, GeoXT, GeoStation, y GeoSync son marcas comerciales de Trimble Navigation Limited. La marca con la palabra Bluetooth y los logos con un símbolo de Bluetooth SIG, Inc. y todo uso de dichas marcas por parte de Trimble Navigation Limited en cualquier idioma, Microsoft, Outlook, y Windows Mobile son marcas registradas o marcas comerciales de Microsoft Corporation en los Estados Unidos y en otros países. Todas las otras marcas son propiedad de sus respectivos titulares. SP002501-1000-ESP (08/08)




Imagen de principales características del equipo Trimble Geo XT, obtenido de la página web de Trimble

**BIBLIOGRAFÍA**

Contreras Domínguez W y Rodríguez Lavajos B. 2004. Las Áreas Naturales Protegidas en el Marco del Ordenamiento Territorial y los Servicios Ambientales. Actas L. de V. Tomo 27.

Gobierno del Estado de Guanajuato. 2002. Decreto gubernativo número 108 mediante el cual se establece Se expide el Programa que establece el Sistema Estatal de Áreas Naturales Protegidas. México 19 de Febrero.

Guzmán González D., Báez Montes O. Sistema de Áreas Naturales Protegidas del Estado de Guanajuato (SANPEG). Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato. México.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia. Estrategias para un Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

Jenness, J. 2006. Topographic Position Index (tpi\_jen.avx) extension for ArcView 3.x, v. 1.2.

Jenness Enterprises. Disponible en: <http://www.jennessent.com/arcview/tpi.htm>.

Jensen, John R. 2007. Remote Sensing of the Environment An Earth Resource Perspective. Segunda Edición. Ed. Prentice Hall. Estados Unidos de Norte América.

Lomas Claudia T. 2009. Dinámica de la frontera forestal en la Sierra Ajusco Chichinautzin. México.

Martínez-Zavala L., Jordán López A., M.<sup>a</sup> Anaya Romero, Gómez Parrales I. y Bellinfante Crocci N. Clasificación Automática de Elementos Geomorfológicos en la Cuenca del Río Tepalcatepec (México) a Partir de un Modelo Digital de Elevaciones. Revista C & G.

SEMARNAT. 2006. Manual del Proceso de Ordenamiento Ecológico. México D.F.

----. 2009. Guía de ordenamiento ecológico del territorio para autoridades municipales. México.

Programa que establece el sistema estatal de áreas naturales protegidas. Publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato el 19 de febrero de 2002.

UICN WCPA. 2009. 50 Years of Working for Protected Areas A Brief History of IUCN World Commission on Protected Areas. Suiza.

Villee Claudia A. 1988. Biología. Séptima Edición. Ed. Mc Graw-Hill México.

Yáñez Mondragón C.F. 2007. Las Áreas Naturales Protegidas en México, criterios para su determinación. Caso estudio: Sierra Tarahumara, Estado de Chihuahua. 24 de mayo México, D. F.

**PÁGINAS WEB CONSULTADAS**

Página Web Astrofísica y Física

<http://astrofiscayfisica.blogspot.com/>

Página Web de CONANP

<http://www.conanp.gob.mx/>

Página Web del Gobierno de Veracruz

<http://portal.veracruz.gob.mx/>

Página Web del INE

<http://www.ine.gob.mx/publicaciones/>

Página Web de NASA SRTM

<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>

Página Web Sagan-Gea

[http://www.sagan-gea.org/hojared\\_biodiversidad/](http://www.sagan-gea.org/hojared_biodiversidad/)

Página web de Trimble

<http://www.trimble.com/>

Página Web de la UICN

<http://www.iucn.org>

Página Web de WWF

<http://www.worldwildlife.org/>