



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Ciencias Naturales

Licenciatura en Biología

Propuesta de establecimiento de un Área Natural Protegida con categoría de Reserva Comunitaria denominada “La Trinidad”, municipio de Tequisquiapan, Querétaro.

**TESIS**

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de

Licenciado en Biología

Presenta:

**Mónica López Rivera**

Dirigido por:

**M. en C. Ulises Padilla García**

**SINODALES**

M. en C. Ulises Padilla García  
Presidente

M. en C. Hugo Luna Soria  
Secretario

Dra. Esther Gabriela Enríquez Peña  
Vocal

Biol. Karina Guerrero Martínez  
Suplente

Four handwritten signatures are placed on horizontal lines to the right of the sinodales list. From top to bottom: a black signature, a black signature, a blue signature, and a black signature.

## RESUMEN

Las áreas naturales protegidas (ANPs) son una de las principales estrategias de conservación a nivel local, regional o global, donde se busca mantener la integridad ecológica de los ecosistemas y proteger la diversidad biológica. Su política de establecimiento considera a las poblaciones residentes un componente fundamental dados los regímenes de tenencia social de la tierra. En el Estado de Querétaro las ANPs establecidas conforman el Sistema de Áreas Naturales Protegidas del Estado de Querétaro (SANPEQ). La Trinidad, Municipio de Tequisquiapan es un ejido que suma al SANPEQ como una nueva ANP de carácter Estatal y con categoría de Reserva Comunitaria, lo que permitirá incrementar la superficie de protección en el Estado, además de descentralizar los esfuerzos de declaratoria de las áreas aledañas de la zona metropolitana, y permitirá a la poblaciones colindantes al ANP contar con un instrumento político que salvaguarde tantos los aspectos ambientales como los culturales, económicos y sociales propios de la Trinidad y de la región. El principal objetivo del presente trabajo es el de establecer las bases técnicas para la justificación de la propuesta de ANP “La Trinidad”. Como resultado de obtiene el Estudio Técnico, donde se presenta la zonificación del territorio la cual propone las alternativas y/o zonas de manejo así como su ubicación, extensión y usos y destinos, lo cual es fundamental y un procedimiento necesario para la elaboración del plan de manejo.



A MIS PADRES

A MI HERMANA

## AGRADECIMIENTOS

Dedico de todo corazón la presente tesis a mis padres Mercedes y Artemio, puesto que gracias a su apoyo y amor he alcanzado mi meta. Ustedes han sido un gran motivo de superación, gracias por creer en mí, los amo.

Gracias a mi hermana Adriana que siempre ha estado a mi lado y por todos sus buenos consejos.

Agradezco sinceramente al M. en C. Ulises Padilla García por aceptar dirigir esta tesis, el apoyo que me brindo a través de sus aportaciones y enseñanzas, pero sobre todo por su maravillosa amistad.

A la Dra. Esther Gabriela Enríquez Peña, por su asesoría, aportes y comentarios durante la realización del presente trabajo.

A la Biol. Karina Guerrero Martínez, por sus comentarios, accesoria y revisiones durante la realización de esta tesis.

Al M. en C. Hugo Luna Soria, por sus comentarios y el apoyo económico brindado para la realización de este trabajo.

Al equipo de la Dirección de Planeación Ambiental (SEDESU): Ing. Arturo Anaya Montes, Ing. Antonio Luís Bautista García, Biol. Alejandro Arellano Sanaphre, Biól. Martín Antonio Vargas Esquivel y M. en C. Axini Sánchez Gregorio, por su ayuda, aportaciones y comentarios.

A mi novio Manuel, por su apoyo sincero y por motivarme para dar siempre lo mejor de mí.

A mis amigas de la carrera Verónica, Sarai, Rebeca, Adriana, Ana y Chuy, gracias por brindarme su amistad y su apoyo durante la carrera porque sin ustedes no hubiera sido lo mismo.

## INDICE

|  | Página |
|--|--------|
| Resumen.....   | i      |
| Dedicatorias.....  | ii     |
| Agradecimientos.....   | iii    |
| Índice.....  | v      |
| Índice de figuras.....   | vii    |
| Índice de tablas.....  | viii   |
| Introducción.....  | 1      |
| Las Áreas Naturales Protegidas (ANPs).....                         | 1      |
| Importancia de la Áreas Naturales Protegidas.....                  | 2      |
| Servicios ambientales (SA) de las ANPs.....                        | 3      |
| Valoración de los servicios que prestan las ANPs.....              | 4      |
| Sustento Legal.....  | 7      |
| Antecedentes.....  | 8      |
| Sistema de Áreas naturales Protegidas del Estado de Querétaro..... | 8      |
| Justificación.....   | 12     |
| Objetivos.....   | 14     |
| Objetivo general.....  | 14     |
| Objetivos particulares.....  | 14     |
| Métodos.....   | 15     |
| Resultados.....  | 18     |
| Introducción.....  | 18     |
| Antecedentes.....  | 19     |
| Justificación.....   | 24     |
| Objetivos.....   | 25     |
| Descripción del área de estudio.....                               | 26     |
| Características físicas.....                                       | 26     |
| Características biológicas.....                                    | 31     |
| Servicios ambientales en el área.....                              | 43     |
| Contexto arqueológico, histórico, cultural y paisajístico.....     | 48     |

|   |     |
|---|-----|
| Contexto demográfico y económico.....   | 50  |
| Tendencias de crecimiento.....  | 50  |
| Infraestructura y Servicios.....  | 53  |
| Normatividad del uso de suelo.....  | 56  |
| Contexto legal y administrativo.....  | 56  |
| Diagnóstico y problemática.....   | 59  |
| Propuesta de conservación y manejo.....   | 65  |
| Metodología.....  | 66  |
| Administración y vigilancia del área.....   | 81  |
| Discusión.....  | 81  |
| Conclusiones.....   | 83  |
| Referencias bibliográficas.....   | 84  |
| Anexos.....   | 93  |
| Anexo 1.....  | 93  |
| Mapa 1. Ubicación geográfica del ANP La Trinidad.....   | 93  |
| Mapa 2. Geología presente en el ANP La Trinidad.....  | 94  |
| Mapa 3. Geomorfología presente en La Trinidad.....  | 95  |
| Mapa 4. Edafología presente en el ANP La Trinidad.....  | 96  |
| Mapa 5. Fisiografía presente en el ANP La Trinidad.....   | 97  |
| Mapa 6. Hidrología superficial presente en la Trinidad.....   | 98  |
| Mapa 7. Microcuencas ubicadas en el ANP La Trinidad.....  | 99  |
| Mapa 8. Clima presente en el ANP La Trinidad.....   | 100 |
| Mapa 9. Vegetación y Uso del Suelo presente en el ANP La Trinidad.....  | 101 |
| Anexo 2.....  | 102 |
| Paisaje del Área Natural Protegida La Trinidad.....   | 102 |
| Anexo 3.....  | 104 |
| Mapa 10. Ubicación de minas de ópalo en el ANP La Trinidad.....   | 104 |
| Anexo 4.....  | 105 |
| Lineamientos, acciones, criterios ecológicos y personas responsables de efectuar cada acción específicos para la UGA 178 Los Venados..... | 105 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Valores de importancia de los servicios ambientales.....                       | 5  |
| Figura 2. Vínculos entre biodiversidad, servicios ambientales y el bienestar humano..... | 6  |
| Figura 3. Ponderación edafología.....  | 75 |
| Figura 4. Ponderación pendiente.....   | 75 |
| Figura 5. Ponderación erosión actual.....  | 75 |
| Figura 6. Ponderación erosión potencial.....   | 75 |
| Figura 7. Ponderación geomorfología.....   | 75 |
| Figura 8. Ponderación geología.....  | 75 |
| Figura 9. Ponderación vegetación y uso del suelo.....                                    | 76 |
| Figura 10. Ponderación usos y destinos.....  | 76 |
| Figura 11. Subzonificación preliminar.....   | 77 |
| Figura 12. Subzonificación final.....  | 78 |



## INDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Geología presente en el ANP La Trinidad.....  | 28 |
| Tabla 2. Geomorfología presente en el ANP La Trinidad.....   | 28 |
| Tabla 3. Edafología presente en el ANP La Trinidad.....  | 29 |
| Tabla 4. Microcuencas ubicadas en el ANP La Trinidad.....  | 31 |
| Tabla 5. Uso actual de suelo y tipo de vegetación presentes en el ANP La Trinidad.....                           | 34 |
| Tabla 6. Especies de flora presentes en La Trinidad y su categoría conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.....      | 34 |
| Tabla 7. Especies de anfibios presentes en La Trinidad y su categoría conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.....   | 37 |
| Tabla 8. Especies de reptiles presentes en La Trinidad y su categoría conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.....   | 38 |
| Tabla 9. Especies de aves presentes en La Trinidad y su categoría conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.....       | 39 |
| Tabla 10. Especies de mamíferos presentes en La Trinidad y su categoría conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010..... | 41 |
| Tabla 11. Estructura de la población de la localidad La Trinidad.....  | 50 |
| Tabla 12. Características de las viviendas de las localidades cercanas al ANP La Trinidad.....                   | 54 |
| Tabla 13. Población derechohabiente a servicios de salud en la localidad la Trinidad.....                        | 55 |
| Tabla 14. Grado de escolaridad en la comunidad La Trinidad.....  | 55 |
| Tabla 15. Población que habla lengua indígena de la comunidad La Trinidad.....                                   | 55 |
| Tabla 16. Análisis FODA (Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas) del ANP La Trinidad.....             | 65 |
| Tabla 17. Escala de valores utilizados para determinar el peso de los criterios.....                             | 70 |
| Tabla 18. Escala de ponderación de los criterios utilizados para la zonificación del ANP La Trinidad.....        | 70 |
| Tabla 19. Valores normalizados de cada criterio para la zonificación del ANP La Trinidad.....                    | 72 |
| Tabla 20. Establecimiento del grado de prioridad de los variables de cada criterio.....                          | 74 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 21. Valores determinadas para cada una de las alternativas o zonas.....   | 74  |
| Tabla 22. Superficies totales de las zonas y subzonas del ANP La Trinidad.....  | 79  |
| Tabla 23. Matriz de zonificación del ANP La Trinidad.....   | 80  |
| Tabla 24. Lineamientos, acciones, criterios ecológicos y personas responsables de efectuar cada acción específicos para la UGA 178 Los Venados..... | 105 |

## 1. Introducción

### 1.1 Las Áreas Naturales Protegidas (ANPs)

Las Áreas Naturales Protegidas (ANPs) representan unas de las principales estrategias de conservación a nivel mundial y se caracterizan por su gestión a través de medios legales, donde se busca mantener la integridad ecológica de los ecosistemas y proteger la diversidad biológica (Figueroa y Sánchez, 2008; Seiferling *et al.*, 2011), en el caso de México, desempeñan un papel tanto en la preservación y protección de la biodiversidad como en las políticas de conservación (Mas y Pérez-Vega, 2005; Paz 2008). De acuerdo a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA, 2011) las ANPs, son aquellas zonas del territorio nacional sobre las que la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en las que los ambientes no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas o restauradas.

A través de las ANPs se puede instaurar la preservación de grandes extensiones territoriales, las cuales deben ser una representación significativa de los ecosistemas más importantes y mejor conservados del territorio mexicano (Maass *et al.*, 2010). Así mismo, la política de establecimiento de las ANPs considera a los centros de población como un componente fundamental, no solo por su carácter social y cultural (Riemann *et al.*, 2011), sino porque además las comunidades residentes por lo general son propietarias del territorio, ya que usualmente dentro de las ANPs existen regímenes de tenencia social de la tierra ya sea ejidal o comunal (Paz, 2008).

De acuerdo a la legislación ambiental federal vigente, las ANPs se clasifican en las siguientes categorías: Reserva de la Biosfera, Parque Nacional, Monumento Natural, Áreas de Protección de Recursos Naturales, Áreas de Protección de Flora y Fauna, Santuarios, Parques y Reservas Estatales, así como las demás categorías que establezcan las legislaciones locales, Zonas de Conservación Ecológica Municipales y Áreas destinadas voluntariamente a la conservación (LGEEPA, 2011). Actualmente la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) administra 176 áreas naturales de carácter federal, que representan más de 25,387,972 ha de territorio nacional (CONANP, 2012), sin embargo, hasta el momento no se tiene un catálogo sobre las ANPs de carácter Estatal y Municipal en el País.

En el Estado de Querétaro las ANPs establecidas de competencia municipal, estatal o federal, conforman en su conjunto el Sistema de Áreas Naturales Protegidas del Estado de Querétaro (SANPEQ). El SANPEQ es un documento de consulta pública que incluye los datos más relevantes de las ANPs decretadas y aquellas próximas a decretarse; así mismo representa un instrumento de gestión ambiental, donde se proporciona información de apoyo para la toma de decisiones en materia de aprovechamiento sustentable del territorio, de tal manera que se establezca una conciliación entre las actividades socioeconómicas y la integridad de los ecosistemas, para así conservar la riqueza natural de la entidad (SEDESU, 2006).

## **1. 2 Importancia de la Áreas Naturales Protegidas**

Actualmente el tema sobre el medio ambiente y el aprovechamiento sustentable de recursos naturales es un tema primordial en las políticas públicas tanto a nivel mundial como nacional, dada la problemática de transformación que presentan todos los ecosistemas del planeta. Esta modificación de la superficie terrestre por la actividad humana, por lo general implica la alteración o destrucción de grandes extensiones de hábitat natural, y aunque este proceso de cambio de uso de suelo no es nuevo, se ha presentado un incremento en los últimos dos siglos, especialmente en las últimas décadas (Gaston *et al.*, 2008; Laurance, 2010). Estas presiones antropogénicas afectan significativamente la biodiversidad, lo que conlleva la pérdida irreversible de especies y la alteración en la estructura de los ecosistemas (CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA-FCF, UANL, 2007; Gaston *et al.*, 2008). México es un país con un riqueza natural importante, ya que está considerado entre los primeros cinco países megadiversos, ya sea por su alto endemismo y diversidad florística, como en los diferentes grupos faunísticos, que habitan en regiones y localidades que presentan un gran variedad de condiciones ambientales (Koleff y Urquiza-Haas, 2011; Suárez y Villaseñor, 2011). Sin embargo, la biodiversidad en el país está altamente amenazada a causa de la degradación de los hábitats naturales, la fragmentación de los bosques, la contaminación, el uso insostenible de la tierra y el uso ilegal de los recursos, el comercio y la extracción de flora y fauna silvestre, así como el cambio climático (Brandon *et al.*, 2005; CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA-FCF, UANL, 2007).

Por lo que las ANPs se han convertido entre muchas otras opciones en estrategias claves para la protección y conservación de la diversidad biológica, los recursos naturales y servicios ambientales, tanto a nivel local, regional o global (Mas y Perez-Vega, 2005; Gaston *et al.* 2008; Riemann *et al.*, 2011). Esta estrategia de conservación propicia condiciones óptimas para frenar la transformación de los ecosistemas ya que representa una fuente importante de germoplasma para los programas de restauración ecológica, así mismo, son un elemento substancial en el diseño de sistemas productivos sustentables (Maass *et al.*, 2010).

### 1. 3 Servicios ambientales (SA) de las ANPs

Si bien las ANPs fungen como espacios de conservación del patrimonio natural, a su vez proveen a la sociedad de una amplia gama de servicios ambientales (SA) (Bezaury, 2009). A grandes rasgos los SA se definen como el conjunto de condiciones y procesos naturales; mismos que incluyen tanto especies como genes que son de utilidad para las sociedades (Torres y Guevara, 2002); pero desde el punto de vista legal los SA se definen como el conjunto de componentes, condiciones y procesos naturales, incluyendo especies y genes, que la sociedad puede utilizar y que ofrecen las áreas naturales por su simple existencia; dentro de este conglomerado de servicios, se pueden señalar la biodiversidad, el mantenimiento del germoplasma con uso potencial para el beneficio humano, el mantenimiento de valores estéticos y filosóficos, la estabilidad climática, la contribución a ciclos básicos del agua, carbono y otros nutrientes y la conservación de suelos, entre otros (LPADSEQ, 2012).

En este sentido y de forma general, de acuerdo a Bezaury, 2009 los SA se pueden clasificar en:

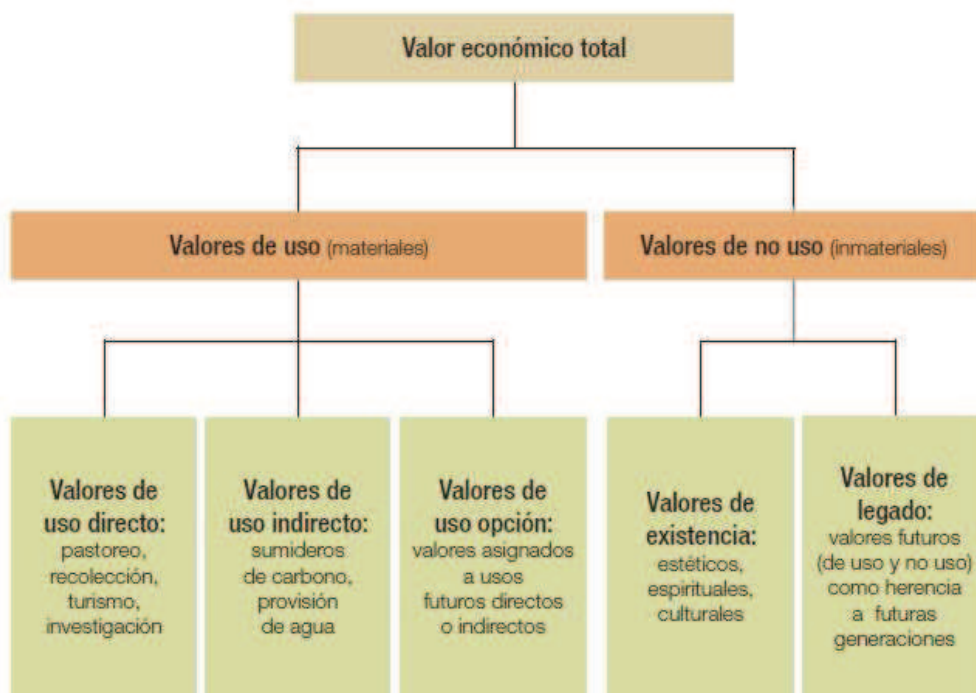
1. **Servicios de regulación**, que contemplan: la regulación de la calidad del aire; regulación del clima (global, regional y local); regulación del agua; regulación de la erosión, tratamiento de aguas de desecho y purificación de agua; regulación de enfermedades; regulación de pestes; regulación de los riesgos naturales; y, polinización.
2. **Servicios de provisión**, que contemplan: alimentos (ganado, cultivos, acuicultura, pesquerías de captura, alimentos silvestres); fibra (leña, madera, algodón-cáñamo-seda); medicinas naturales; productos bioquímicos y farmacéuticos; recursos genéticos; y agua dulce.
3. **Servicios culturales**, que contemplan: valores religiosos y espirituales; y, ecoturismo y recreación.

#### **1.4 Valoración de los servicios que prestan las ANPs**

Existen una enorme cantidad de factores que impiden el uso racional de los recursos, naturales lo cual compromete la producción sostenida de SA, esto se debe a que dichos servicios son infravalorados o no poseen un valor financiero tangible, además de no tener un mercado definido y de desconocer la cantidad de servicios producidos dentro de los procesos de las ANPs (Torres y Guevara, 2002; Forest Trends-The Katoomba Group-UNEP, 2008).

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio señala tres problemas principales en la gestión de los ecosistemas mundiales: a) 15 de cada 24, es decir el 60%, de los servicios que los ecosistemas evaluados aportan a la sociedad, están siendo destruidos o sobreexplotados a nivel global; b) los ecosistemas han sido alterados a tal grado que se ha aumentado la probabilidad de cambios abruptos, acelerados e irreversibles, lo cual compromete el bienestar humano; y c) la persistente degradación de los SA contribuye al aumento de las desigualdades entre grupos humanos, lo cual en ocasiones incrementa el conflicto social y la pobreza (Bezaury, 2009).

Esta situación de agravio ambiental ratifica la importancia de la documentación del valor de los bienes y servicios que las ANPs proveen (figura 1), siendo esto el primer paso para obtener respaldo político y social, lo cual es necesario para desarrollar una política de Estado que beneficie la consolidación de las ANPs como elementos primordiales de la sustentabilidad de una nación (Bezaury, 2009).

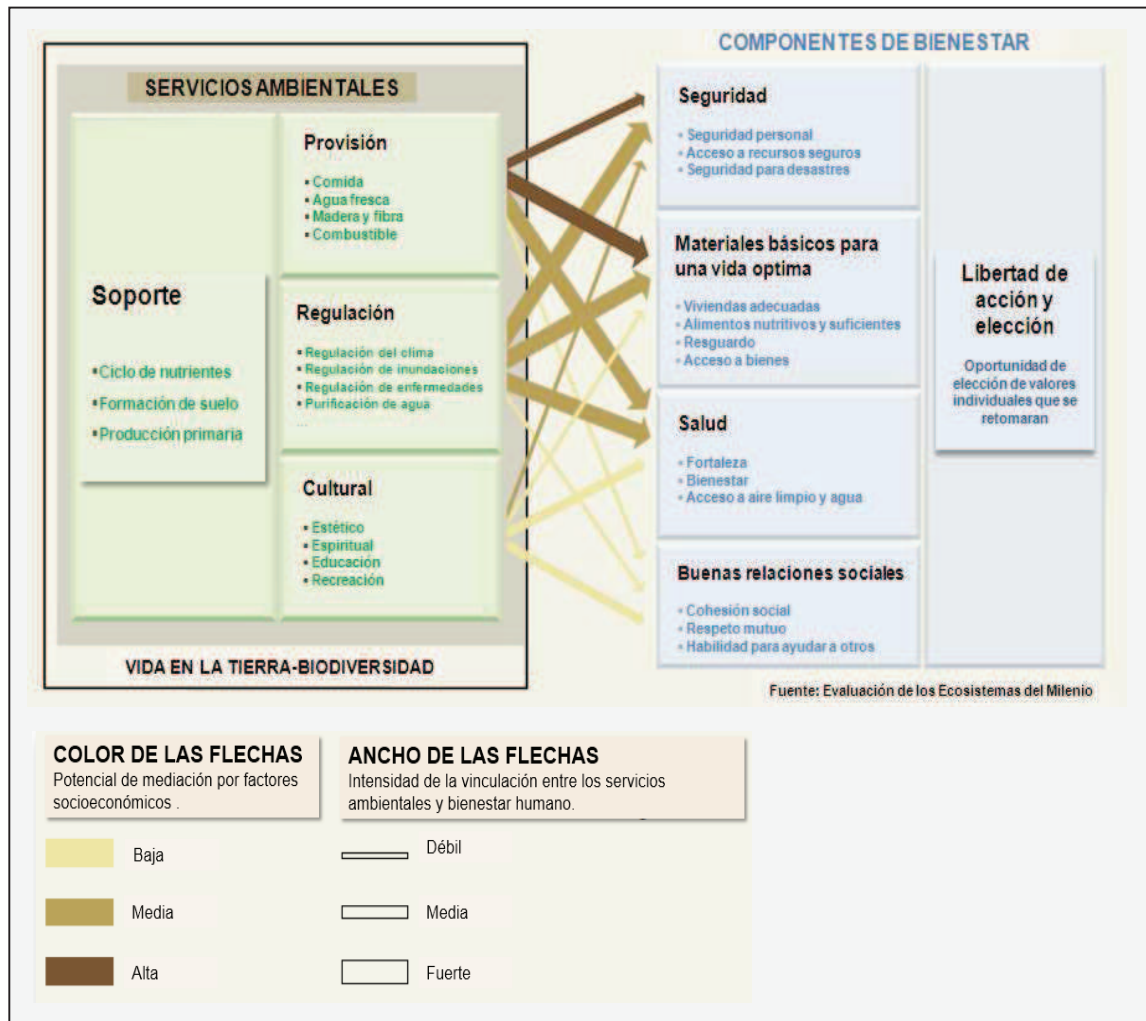


**Figura 1.** Valores de importancia de los servicios ambientales. Fuente Bezaury, 2009.

En este sentido es importante establecer estrategias de valorización de los SA y de los beneficios que estos proveen a la sociedad y que muy pocos reconocen, dado que esto último radica en que el mantenimiento de la calidad de vida de los humanos depende directa e indirectamente en el bienestar social; considerando que la calidad de vida se define como la percepción del individuo sobre su posición en la vida, en el contexto de la cultura y sistema de valores en el cual él vive, y en relación con sus objetivos, expectativas estándares e intereses (Guevara *et al.*, 2010). Así mismo, la calidad de vida, de forma general, implica el bienestar y satisfacción de los individuos en aspectos sociales, económicos, servicios de salud, abasto, disponibilidad y calidad de educación, oportunidades de empleo, vivienda, urbanización, comunicaciones, calidad del aire, y actividades y centros culturales, los cuales son fundamentales para conformar el entorno social de los individuos e influyen en el desarrollo humano de las comunidades (Velarde y Avila, 2002 ;Guevara *et al.*, 2010; Urzúa y Caqueo-Urizar, 2012).

Por lo tanto, es importante resaltar la importancia que el medio natural tiene sobre las diversas actividades humanas (Figura, 2), y si bien por diversas circunstancias las sociedades aun no reconocen el papel fundamental que los recurso naturales tiene sobre sus vidas; basta con mencionar que cuando desaparece un ecosistema se pierden sus componentes y procesos tales como la captación, el

almacenamiento, y purificación del agua en los acuíferos; el amortiguamiento y la regulación de oscilaciones climáticas; la acumulación de biomasa y el suelo; y, aquellos elementos de valor económico y cultural (Pisanty, 2006); necesidades básicas para el desarrollo cotidiano de nuestras vidas, pero que han pasado a un segundo plano por el confort tecnológico producto de la mercadotecnia y de la falsa esperanza de que el desarrollo tecnológico responderá a las necesidades del futuro.



**Figura 2.** Vínculos entre biodiversidad, servicios ambientales y el bienestar humano.



## 1.5 Sustento Legal

Las Áreas Naturales Protegidas (ANPs) tienen una base legal para su establecimiento, regulación, administración y vigilancia, tanto en la legislación Federal “Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA, 2011), y su reglamento en materia de Áreas Naturales Protegidas, así como en la legislación Estatal “Ley de Protección Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Querétaro (LPADSEQ, 2012).

La LGEEPA establece las disposiciones generales en materia de ANPS y su objeto (Artículos 44, 45 y 45 Bis), así como los lineamientos a seguir en el proceso de declaratoria, establecimiento y vigilancia (Artículos 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 64 Bis, 64 Bis 1, 65, 66, 67, 74, 75 y 75 Bis), donde tal proceso debe ser justificado mediante estudios basados en la propia ley, los cuales consideraran aspectos biológicos, sociales, económicos, políticos y culturales, siendo partícipes del proceso de declaratoria los gobiernos locales, dependencias de la administración pública Federal, las sociedades, universidades o centros de investigación. Por otra parte, existe un reglamento en materia de áreas naturales protegidas cuyo propósito es dar los lineamientos para la elaboración de los Estudios Técnicos y los Programas de Manejo para las ANPs, con lo cual se le da una mayor certeza jurídica a lo previsto en la LGEEPA.

Respecto a la legislación Estatal la LPADSEQ, tiene su fundamento en lo establecido por LGEEPA en materia de ANPs, y tiene como objeto fijar las bases para determinar, administrar e incrementar las ANPs, considerando de utilidad pública su determinación, protección y conservación (Artículo 2, Fracción V; Artículo 4, Fracción II); además de establecer las competencias del Poder Ejecutivo del Estado, para la expedición de la declaratoria para la creación de las ANPs de carácter estatal (Artículo 7, Fracción X).

Dentro del Título Cuarto de la ley Estatal que versa “De la preservación y restauración del equilibrio ecológico y conservación de los recursos naturales” se describen los propósitos de establecimiento, conservación, administración, desarrollo y vigilancia de las áreas naturales protegidas de jurisdicción local, agrupándolas en un sistema que permita unificar su manejo y administración. Así mismo, en dicho apartado el artículo 80 (Fracción I, II, III, IV, V y VI) establece que son categorías de

áreas naturales protegidas de jurisdicción estatal: las reservas estatales, los parques estatales, las reservas naturales privadas o comunitarias, los paisajes protegidos, las zonas de reserva ecológica y las zonas de preservación ecológica de centros de población.

## 2. Antecedentes

El Estado como en muchos otros del País, y comprometido con las estrategias mundiales y nacionales de conservación, cuenta con un sistema de ANPs que incluye tanto aquellas de jurisdicción Federal, Estatal y Municipal, conocido como el Sistema de Áreas Naturales Protegidas del Estado de Querétaro (SANPEQ), mismo que es administrado por el Poder Ejecutivo del Estado a través de la Secretaría de Desarrollo Sustentable (SEDESU), en el cual se tienen registradas 17 ANPs de las cuales 4 son Federales, 8 Estatales, y 5 municipales, que en total suman 435.492 ha lo que representa el 37.26% de la superficie estatal (SEDESU, 2013a).

### 2.1 Sistema de Áreas naturales Protegidas del Estado de Querétaro

#### 2.1.1 De competencia Federal

a) Área Natural Protegida con categoría de Reserva de la Biosfera, denominada “Sierra Gorda”, con fecha de publicación el 19 de mayo de 1987 en el Diario Oficial de la Federación (DOF). Se ubica en los municipios de Arroyo Seco, Landa de Matamoros, Pinal de Amoles y Peñamiller, con una superficie de 383567.44 ha. Es considera de gran importancia biológica a nivel nacional, ya que los ecosistemas presentes se encuentran altamente conservados, y se reportan 1,724 especies de plantas, 23 especies de anfibios, 72 especies de reptiles, 363 especies de aves y 131 especies de mamíferos de acuerdo a su Estudio Técnico Justificativo y Programa de manejo.

b) Área Natural Protegida con categoría de Parque Nacional, denominada “Cerro de las Campanas”, con fecha de publicación del 19 de mayo de 1997 en el DOF. Ubicada en el municipio de Querétaro, con una extensión de 3.8 ha. Zona de interés nacional por el valor histórico que representa

para el país, al ser el sitio de desenlace de la lucha entre la República y el Imperio, lo que lo convierte en un lugar de importante atractivo turístico.

c) Área Natural Protegida con categoría de Parque Nacional “El Cimatario” con fecha de publicación del 21 de julio de 1982 1ra y 27 de julio de 1982 2da en el DOF. Se ubica en los municipios de Querétaro, Corregidora y Huimilpan con una extensión de 2447.87 ha. Es un área que provee de diversos servicios ambientales a la ciudad de Querétaro, al ser un lugar estético, refugio de la biodiversidad y por servicios tales como la infiltración de agua y ser freno del crecimiento urbano. Se reportan 180 especies de plantas, y especies de mamíferos, aves y reptiles.

d) Área Natural Protegida con categoría de Área de Protección de Recursos Naturales denominada “Zona Protectora Forestal”, con fecha de publicación del 4 de noviembre de 1941 en el DOF. Se ubica en los municipios de San Juan del Río y Amealco de Bonfil con una extensión de 23255 ha. En esta área la vegetación se compone de bosque encino, gramíneas y cactáceas; es una zona de recarga de mantos acuíferos y existen manantiales que abastecen a las poblaciones locales. La fauna es altamente diversa reportándose especies tales como ranas, alicantes, tortugas, ajolotes y gran variedad de aves, aunque se carece al igual que en casi todas las ANPs de un inventario de flora y fauna actualizado.

#### 2.1.2 De competencia Estatal

a) Área Natural Protegida con categoría de Reserva Estatal denominada Mario Molina Pasquel “El Pinalito”, con fecha de publicación del 7 de febrero del 2003 en la Sombra de Arteaga (SA). Se ubica en el municipio de El Marqués con una extensión de 1592.52 ha. Las características montañosas del área han permitido el aislamiento de la flora y fauna, donde se han registrado 270 especies vegetales (entre los que se encuentran encinos, pinos, cactáceas y helechos) y se reportan 134 especies de vertebrados tales como ranas, tortugas, lagartijas, alicantes, cascabel, halcones, colibrís, golondrinas, puma, armadillo, entre otras especies.

b) Área Natural Protegida con categoría de Zona Sujeta a Conservación Ecológica denominada “El Tángano”, con fecha de publicación del 22 de marzo del 2005 en la SA. Se ubica en los municipios de Querétaro, El Marqués y Huimilpan con una extensión de 717.68 ha. Las comunidades vegetales

presentes en la zona son de tipo bosque tropical caducifolio y matorral crasicaule en buen estado de conservación, mismas que ofrecen importantes servicios ambientales a la población, tales como generación de oxígeno, conservación de la biodiversidad, captura de carbono e infiltración de agua. Cuenta con el registro de 180 especies vegetales de las cuales 26 especies tienen algún uso ya sea medicinal, ornamental o forrajero; así mismo, se reportan 76 especies de fauna para la zona.

c) Área Natural Protegida con categoría de Zona de Preservación Ecológica de Centro de Población con subcategoría de Parque Intraurbano denominada “Bordo Benito Juárez”, con fecha de publicación del 13 de febrero del 2009 en la SA. Se ubica en el municipio de Querétaro con una extensión de 27.61 ha, se considera refugio y descanso de aves acuáticas residentes y migratorias en la parte central de México, alberga el 25% de las especies migratorias que llegan al país, se registran una total de 19 especies de flora, así mismo cuenta con 59 especies de vertebrados siendo las aves en grupo más diverso y abundante de la zona.

d) Área Natural Protegida con categoría de Zona de Reserva Ecológica denominada “Montenegro” con fecha de publicación del 29 de mayo del 2009 en la SA. Se ubica en el municipio de Querétaro con una extensión de 546.52 ha; esta zona provee de diversos servicios ambientales al municipio de Querétaro, representando a su vez una zona de esparcimiento y recreación para la población; se han registrado 143 especies de flora, siendo *Echinocactus platyacanthus* especie con categoría de Protección Especial; 10 especies de mamíferos, 12 reptiles y 33 aves, de las cuales siete especies se reportan bajo la categoría de riesgo (NOM-059-SEMARNAT, 2010).

e) Área Natural Protegida con categoría de Zona de Reserva Ecológica denominada “Tangano II” con fecha de publicación del 22 de mayo del 2009 en la SA. Se ubica en los municipios de Huimilpan y El Marqués con una extensión de 137.59 ha. Esta zona da continuidad a la vegetación presente en los ecosistemas del ANP “El Tangano”, con lo cual se favorece la movilidad de la flora y fauna reportada para esta ANP, evitando la fragmentación de los ecosistemas.

f) Área Natural Protegida con categoría de Paisaje Protegido denominada “Peña de Bernal” con fecha de publicación del 5 de junio del 2009 en la SA. Se ubica en los municipios de Ezequiel Montes y Tolimán con una extensión de 263.91 ha. Peña de Bernal es una formación ígnea intrusiva

conocida como Tonalita, la cual es única en México y la tercera más grande a nivel mundial, convirtiéndola en una zona turística importante por su valor escénico y cultural, permitiendo el mantenimiento de la economía del pueblo de Bernal. La vegetación de la zona se compone por especies del género *Opuntia*, y especies tales como *Myrtillocactus geometrizans*, *Prosopis laevigata*, *Acacia farnesiana*; se han registrado 65 especies de fauna, de las cuales 6 especies de mamíferos y 5 especies de reptiles están bajo categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT, 2010.

g) Área Natural Protegida con categoría de Zona de Reserva Ecológica denominada “El Batán”, con fecha de publicación del 6 de junio del 2013 en la SA. Se ubica en el municipio de Corregidora con una superficie de 3335.022 ha. La flora de la zona esta constituida por 49 especies de las cuales dos de ellas se encuentran en categoría de riesgo de acuerdo a la NOM -059-SEMARNAT-2010, así mismo, la fauna esta constituida por 62 especies de las cuales 8 se encuentran en categoría de riesgo de acuerdo a la norma antes citada. Por otra, parte el ANP El Batán, proporciona varios servicios ambientales tales como: captación e infiltración de agua, moderación del clima, producción de oxígeno y captura de carbono, resguardo de especies de flora y fauna en alguna categoría de riesgo.

### 2.1.3 De competencia Municipal

a) Área Natural Protegida con categoría de Zona Sujeta a Conservación Ecológica denominada “Zona Occidental de Microcuencas” con fecha de publicación del 30 de agosto del 2009 en el Acuerdo de Cabildo del H. Ayuntamiento de Querétaro. Se ubica en el municipio de Querétaro con una extensión de 12234.05 ha. Esta zona corresponde al 45% de las zonas con muy alta infiltración del municipio de Querétaro, donde se registra la presencia de una importante riqueza de flora (226 especies) como bosque de encino en optimo estado de conservación, y 120 especies de fauna; dentro del área se registran 16 sitios arqueológicos de gran riqueza cultural e histórica.

b) Área Natural Protegida con categoría de Zona de Preservación Ecológica de Centros de Población con subcategoría de Parque Intraurbano denominada “Jurica Poniente” con fecha de publicación del 25 de septiembre del 2006 en la Gaceta Municipal (GM). Se ubica en el municipio de Querétaro con una extensión de 224.11 ha. Esta área constituye una zona de salvaguarda para los centros de población cercanos contra las avenidas pluviales que han generado afectaciones por fenómenos

hidrometeorológicos; es un área de esparcimiento para la población local, refugio de fauna y es una zona potencial para la reforestación; se encuentran ejemplares que pertenecen al matorral crasicaule y a la vegetación riparia; se reportan 13 especies de flora y con respecto a la fauna se encuentran 15 reptiles, 48 aves, 16 mamíferos, una especie de pez y una de anfibio.

c) Área Natural Protegida con categoría de Zona de Preservación Ecológica de Centros de Población con subcategoría de Parque Intraurbano denominada “Cañada Juriquilla” con fecha de publicación del 19 de mayo del 2009 en la GM. Se ubica en el municipio de Querétaro con una extensión de 22.06 ha. Zona de gran importancia por la infiltración de agua y los servicios ambientales que proporciona, se reportan 22 especies de flora de las cuales dos se encuentran bajo categoría de riesgo de acuerdo a NOM-059-SEMARNAT, 2010; y se registran 59 especies de vertebrados terrestres.

Existen dos áreas más denominadas Sierra del Raspiño y Cerro Grande, la primera de ellas presenta una superficie de 4108.59 ha y la segunda una superficie de 2989.17 ha, sin embargo aun no se cuenta con información detallada sobre las características físicas y biológicas presenten en dichas áreas (SEDESU, 2013a)

### **3. Justificación**

Históricamente el Estado de Querétaro se ha catalogado por ser un territorio de grandes potencialidades, favorecido entre muchas otras cosas por su ubicación geográfica y por ser paso obligado en el tránsito del Sur y el Centro del País hacia el Norte, y viceversa. En este sentido, con el paso del tiempo en los últimos 30 años, la entidad ha experimentado un crecimiento acelerado y de profunda transformación en sus actividades económicas, dejando de ser un lugar predominantemente agrícola y ganadero, a uno industrial y de servicios, generando entre muchas otras cosas conflictos ambientales producto de la demanda y transformación de sus recursos naturales en especial los relacionados con el cambio de uso de suelo de agrícola a urbano (POEREQ, 2009).

Estos cambios responsables de la problemática ambiental actual están ligados principalmente con el aumento de la población y sus altos requerimientos de recursos y servicios, ya que para 1970 la población total del estado era de 485,523 habitantes, incrementándose para el año 2005 a 1,598,089

habitantes, es decir en un lapso de 35 años se tuvo un incremento absoluto de 1,112,566 (POEREQ, 2009). Así mismo, de acuerdo al censo de población INEGI 2010, el número de habitantes totales para la entidad es de 1,827,937 lo cual corresponde a un crecimiento entre el 2005 y 2010 de 229,848 habitantes (POEREQ, 2009; INEGI, 2011). La dinámica poblacional de Querétaro, se puede explicar a través de las condiciones que se ofrece a la población, y que mejoran su calidad de vida, como lo son los servicios de salud, la educación y las oportunidades de empleo, no obstante, la migración es un factor importante en la estructura poblacional del estado, ya que desde el año 1995 han llegado personas procedentes de todas las entidades del país y de otros países, siendo los estados con mayor aporte de población migrante el Distrito Federal, Guanajuato, estado de México, Hidalgo, Michoacán y Veracruz (POEREQ, 2009).

Los factores más importantes de degradación ambiental en el estado son: a) Contaminación del agua, b) Sobreexplotación de acuíferos, c) Desechos sólidos no dispuestos adecuadamente, d) Degradación de la vegetación, e) Cambios de uso de suelo de preservación o protección ecológica a urbano, y f) Degradación del suelo (POEREQ, 2009).

El Código Urbano señala que los Planes de Desarrollo Urbano Estatal y Municipales son el conjunto de estudios y políticas, normas técnicas y disposiciones relativas para regular la fundación, conservación y crecimiento de los centros de población, no obstante en los municipios de la entidad este proceso paso de extraordinario a ordinario, ocasionando que se permitan cambios de uso de suelo sin considerar el valor ecológico de los predios y los servicios ambientales que estos ofrecen; en municipios como Ezequiel Montes, Huimilpan, Jalpan, El Marqués, Querétaro y San Juan del Río se han presentado cambios en la superficie territorial destinada a la preservación o protección ecológica ya sea para uso habitacional, ampliación urbana, equipamiento educativo, uso comercial y de servicios, y explotación agroforestal (POEREQ, 2009).

En este sentido, la problemática ambiental de Querétaro implica la necesidad de llevar a cabo políticas y acciones para revertir las tendencias de deterioro o restaurar zonas afectadas, de tal manera que se conserve la riqueza natural del Estado. Por lo que el Poder Ejecutivo del Estado y derivado de los compromisos del “Plan Querétaro 2010-2015, Soluciones Cercanas a la Gente”, promueve un Estado Integral, con un modelo de desarrollo sustentable, el cual puede tener su base en la administración

adecuada de su territorio, con instrumentos de política ambiental que le den certeza jurídica sobre el uso y destino del suelo, como los son los Programas de Ordenamiento Ecológico Local y el establecimiento de ANPs.

Por lo anterior, el decreto y el establecimiento de las ANPs representa para el Estado mantener áreas bajo protección legal, donde se garantice la conservación de la biodiversidad, el potencial productivo, los servicios ambientales y los valores culturales, permitiendo una mejor calidad de vida para la población y un aprovechamiento sustentable de los recursos.

La Trinidad, Municipio de Tequisquiapan es un ejido que pretende sumarse al SANPEQ como una nueva ANP de carácter Estatal en sus tierras de uso común, lo que permitirá incrementar la superficie de protección en el Estado, además de descentralizar los esfuerzos de declaratoria de las áreas aledañas de la zona metropolitana, donde también se observan problemas ambientales que requieren ser atendidos, permitiendo entre otras cosas el mantenimiento a largo plazo de la diversidad biológica, los ciclos de nutrientes, la producción de suelo y la regulación hídrica; factores que influyen en la calidad de vida de los habitantes tanto de la localidad como del Municipio. Por lo cual, el decreto de La Trinidad como ANP con categoría Reserva Comunitaria, permitirá a las poblaciones aledañas contar con un instrumento político que salvaguarde tantos los aspectos ambientales como los culturales, económicos y sociales propios de la Trinidad y de la región.

#### **4. Objetivos**

##### **4.1 Objetivo general**

Establecer las bases técnicas para la justificación de propuesta de Área Natural Protegida con categoría Reserva Comunitaria denominada “La Trinidad”, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro.

##### **4.2 Objetivos particulares**

1. Determinar el polígono de influencia de la propuesta de Área Natural Protegida con categoría Reserva Comunitaria denominada “La Trinidad”, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro.
2. Elaborar el Estudio Técnico para la propuesta.
3. Determinar la zonificación de la ANP para sus diferentes usos.



## 5. Métodos

Para dar cumplimiento a la realización de la propuesta de Área Natural Protegida con categoría de Reserva Comunitaria denominada “La Trinidad”, se realizaron las siguientes actividades:

5. 1 Para la delimitación del polígono se realizó una mesa de trabajo con el Ejido de La Trinidad y autoridades Municipales y Estatales competentes, para determinar el polígono de influencia de la propuesta de Área Natural Protegida con categoría Reserva Comunitaria, y la validación del polígono propuesto con el Departamento de Conservación y Áreas Naturales Protegidas de Gobierno del estado de Querétaro.

5. 2 El estudio técnico se realizó con fundamento establecido para la declaratoria de una ANP de acuerdo a lo establecido en la LGEEPA, 2010 en su Artículo 58, así como lo previsto en el reglamento de la LGEEPA en materia de Áreas Naturales Protegidas, 2009; y por lo dispuesto en el Artículo 94 de la LPADSEQ, 2012. En este sentido y de acuerdo a los procedimientos establecidos por el Departamento de Conservación y Áreas Naturales Protegidas de Gobierno del Estado, sobre los contenidos mínimos para la elaboración de los Estudios Técnicos (ET), estos deben contar con los siguientes puntos: introducción; antecedentes; justificación; objetivos; descripción del área; ubicación geográfica; características físicas (geología, edafología, fisiografía, hidrología, clima); características biológicas (unidades de vegetación, flora, fauna); servicios ambientales en el área; contexto arqueológico histórico, cultural y paisajístico; contexto demográfico y económico (población, tendencias de crecimiento, sector primario, sector secundario, sector terciario); infraestructura y servicios (vivienda, abasto, salud, educación, lengua indígena, vías de comunicación, normatividad del uso de suelo); contexto legal y administrativo (antecedentes de protección y estudios del área, tenencia de la tierra, compatibilidad del área con el ordenamiento ecológico del territorio, normatividad aplicable en materia de construcción, normatividad aplicable en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales); diagnóstico y problemática (factores bióticos y factores abióticos); propuesta de conservación y manejo. Estudio que se elaborará compilando y analizando la bibliografía especializada que nos permita responder cada uno de los puntos citados.

5. 3 Zonificación y Análisis Multicriterio. La zonificación se define como el instrumento técnico de planeación que puede ser utilizado en el establecimiento de las áreas naturales protegidas, que permite ordenar su territorio en función del grado de conservación y representatividad de sus ecosistemas, la vocación natural del terreno, de su uso actual y potencial, de conformidad con los objetivos dispuestos en la misma declaratoria (LGEEPA, 2011).

El análisis multicriterio se desarrollará en siete etapas: 1) Identificación de la meta u objetivo, 2) Identificación de las alternativas, 3) Selección de los criterios a emplear, 4) Asignación de peso a cada criterio, 5) Establecimiento del grado de prioridad de los valores de cada criterio, 6) Cálculo del score para cada una de las alternativas y 7) Integración de la información en un SIG.

El cálculo de la ponderación de los criterios se obtendrá tomando como base el método de análisis jerárquico propuesto por Thomas Saaty, 1977. El análisis jerárquico consiste en una matriz cuadrada de comparación pareada, en la cual el número de filas y columnas está definido por el número de criterios a ponderar (Ramírez, 2004). El procedimiento requiere de la selección del criterio más importante para calificar de manera cualitativa hasta dónde el primer criterio es más importante que el segundo, para así convertir dichas comparaciones a valores cuantitativos (Sánchez, *et al.*, 2010).

La siguiente tabla representa la escala para dimensionar el impacto de las alternativas en el método de comparación por pares, propuesta por Thomas Saaty, 1977.

| Intensidad de importancia | Definición                      | Explicación   |
|---------------------------|---------------------------------|---|
| 1                         | Igual importante                | Los dos factores contribuyen igualmente al objetivo                             |
| 3                         | Ligeramente más importante      | La experiencia y el juicio favorecen ligeramente a una opción sobre la otra     |
| 5                         | Notablemente más importante     | La experiencia y el juicio favorecen fuertemente a una opción sobre la otra     |
| 7                         | Demostrablemente más importante | La experiencia y el juicio favorecen muy fuertemente a una opción sobre la otra |
| 9                         | Absolutamente más importante    | La evidencia favorece de manera indiscutible a una opción sobre la otra         |

Sin embargo, para fines del presente estudio técnico, y dado que el contenido del mismo está sujeto a la participación de propietarios, se optó por una escala modificada para evitar confusiones técnicas y para que la gente pueda tener una mejor comprensión de los términos, ya que se considera que la definición natural propuesta por la metodología genera confusión y se corre el riesgo de no tener los valores ideales en el análisis. Por lo cual, para el cálculo de la zonificación, se usarán los siguientes valores de importancia:

| <b>Valor</b> | <b>Criterio</b>              |
|--------------|------------------------------|
| 1            | igualmente importante        |
| 2            | ligeramente más importante   |
| 3            | notablemente más importante  |
| 4            | absolutamente más importante |

La propuesta de zonificación final contemplará la propuesta de tres zonas que serán: Zona Núcleo, Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales y Subzona de Aprovechamiento Especial.

## 6. Resultados

De acuerdo a los objetivos de la presente tesis y atendiendo a lo establecido dentro de la legislación ambiental federal y estatal vigente (LGEEPA, 2010; reglamento de la LGEEPA en materia de áreas naturales protegidas, 2009; LPADSEQ, 2012) se presenta el Estudio Técnico correspondiente a la ANP “La Trinidad”:

ESTUDIO TÉCNICO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UN ÁREA NATURAL PROTEGIDA CON CATEGORÍA DE RESERVA NATURAL COMUNITARIA DENOMINADA “LA TRINIDAD”, MUNICIPIO DE TEQUISQUIAPAN, QUERÉTARO.

### 6.1 Introducción

#### 6.1.1 Las Áreas Naturales Protegidas (ANPs)

Las Áreas Naturales Protegidas constituyen para México, tanto una estrategia de preservación y protección de la biodiversidad como un instrumento político de conservación (Mas y Pérez-Vega, 2005; Paz 2008), donde se busca mantener la integridad ecológica de los ecosistemas y proteger la diversidad biológica (Figueroa y Sánchez, 2008; Seiferling *et al.*, 2011), a través de la preservación de grandes extensiones territoriales que sean una representación significativa de los ecosistemas más importantes y mejor conservados del territorio nacional (Maass *et al.*, 2010).

Las ANPs tienen una base legal para su establecimiento, regulación, administración y vigilancia, tanto en la legislación Federal “Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA, 2010), y su reglamento en materia de Áreas Naturales Protegidas (2004), así como en la legislación Estatal “Ley de Protección Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Querétaro (LPADSEQ, 2012). De acuerdo a la LPADSEQ las ANPs, son las zonas de la Entidad que han quedado sujetas al régimen de protección, para preservar y conservar ambientes naturales y salvaguardar la biodiversidad, lograr el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, preservar y mejorar la calidad del entorno y los servicios ambientales que los ecosistemas otorgan.

A nivel estatal se cuenta con un Sistema de Áreas Naturales Protegidas del Estado de Querétaro (SANPEQ); que incluyen tanto las ANPs establecidas de competencia municipal, estatal y federal, donde se registran 17 ANPs. Este sistema nos permite consultar los datos mas relevantes de las ANPs decretadas y aquellas próximas a decretarse; así mismo representa un instrumento de gestión ambiental, donde se proporciona información de apoyo para la toma de decisiones en materia de aprovechamiento sustentable del territorio, de tal manera que se establezca una conciliación entre las actividades socioeconómicas y la integridad de los ecosistemas, para así conservar la riqueza natural de la entidad (SEDESU, 2013a).

Así mismo, el ordenamiento ecológico dicta las pautas para el establecimiento de las ANPs, al ser pieza fundamental en la regulación de actividades, uso y aprovechamiento de los recursos naturales proporcionando las bases para la planificación del espacio territorial, siendo que su observancia es de carácter obligatorio sobre todo en cambios de uso de suelo (LPADSEQ, 2012). De esta forma el ordenamiento ecológico, permite que se regule, induzca y evalúe el uso del suelo, de tal manera que se programe el manejo de los recursos naturales y las actividades productivas, teniendo como principal objetivo la protección del ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos.

## 6.2 Antecedentes

El Estado como en muchos otros del País, y comprometido con las estrategias mundiales y nacionales de conservación, cuenta con un sistema de ANPs que incluye tanto aquellas de jurisdicción Federal, Estatal y Municipal, conocido como el Sistema de Áreas Naturales Protegidas del Estado de Querétaro (SANPEQ), mismo que es administrado por el Poder Ejecutivo del Estado a través de la Secretaria de Desarrollo Sustentable (SEDESU), en el cual se tienen registradas 17 ANPs de las cuales 4 son Federales, 8 Estatales, y 5 municipales, que en total suman 435.492 ha lo que representa el 37.26% de la superficie estatal (SEDESU, 2013a).

## 6.2.1 Sistema de Áreas naturales Protegidas del Estado de Querétaro

### 6.2.1.1 De competencia Federal

a) Área Natural Protegida con categoría de Reserva de la Biosfera, denominada “Sierra Gorda”, con fecha de publicación el 19 de mayo de 1987 en el Diario Oficial de la Federación (DOF). Se ubica en los municipios de Arroyo Seco, Landa de Matamoros, Pinal de Amoles y Peñamiller, con una superficie de 383567.44 ha. Es considerada de gran importancia biológica a nivel nacional, ya que los ecosistemas presentes se encuentran altamente conservados, y se reportan 1,724 especies de plantas, 23 especies de anfibios, 72 especies de reptiles, 363 especies de aves y 131 especies de mamíferos de acuerdo a su Estudio Técnico Justificativo y Programa de manejo.

b) Área Natural Protegida con categoría de Parque Nacional, denominada “Cerro de las Campanas”, con fecha de publicación del 19 de mayo de 1997 en el DOF. Ubicada en el municipio de Querétaro, con una extensión de 3.8 ha. Zona de interés nacional por el valor histórico que representa para el país, al ser el sitio de desenlace de la lucha entre la República y el Imperio, lo que lo convierte en un lugar de importante atractivo turístico.

c) Área Natural Protegida con categoría de Parque Nacional “El Cimatarío” con fecha de publicación del 21 de julio de 1982 1ra y 27 de julio de 1982 2da en el DOF. Se ubica en los municipios de Querétaro, Corregidora y Huimilpan con una extensión de 2447.87 ha. Es un área que provee de diversos servicios ambientales a la ciudad de Querétaro, al ser un lugar estético, refugio de la biodiversidad y por servicios tales como la infiltración de agua y ser freno del crecimiento urbano. Se reportan 180 especies de plantas, y especies de mamíferos, aves y reptiles.

d) Área Natural Protegida con categoría de Área de Protección de Recursos Naturales denominada “Zona Protectora Forestal”, con fecha de publicación del 4 de noviembre de 1941 en el DOF. Se ubica en los municipios de San Juan del Río y Amealco de Bonfil con una extensión de 23255 ha. En esta área la vegetación se compone de bosque encino, gramíneas y cactáceas; es una zona de recarga de mantos acuíferos y existen manantiales que abastecen a las poblaciones locales. La fauna es

altamente diversa reportándose especies tales como ranas, alicantes, tortugas, ajolotes y gran variedad de aves, aunque se carece al igual que en casi todas las ANPs de un inventario de flora y fauna actualizado.

#### 6.2.1.2 De competencia Estatal

a) Área Natural Protegida con categoría de Reserva Estatal denominada Mario Molina Pasquel “El Pinalito”, con fecha de publicación del 7 de febrero del 2003 en la Sombra de Arteaga (SA). Se ubica en el municipio de El Marqués con una extensión de 1592.52 ha. Las características montañosas del área han permitido el aislamiento de la flora y fauna, donde se han registrado 270 especies vegetales (entre los que se encuentran encinos, pinos, cactáceas y helechos) y se reportan 134 especies de vertebrados tales como ranas, tortugas, lagartijas, alicantes, cascabel, halcones, colibrís, golondrinas, puma, armadillo, entre otras especies.

b) Área Natural Protegida con categoría de Zona Sujeta a Conservación Ecológica denominada “El Tángano”, con fecha de publicación del 22 de marzo del 2005 en la SA. Se ubica en los municipios de Querétaro, El Marqués y Huimilpan con una extensión de 717.68 ha. Las comunidades vegetales presentes en la zona son de tipo bosque tropical caducifolio y matorral crasicaule en buen estado de conservación, mismas que ofrecen importantes servicios ambientales a la población, tales como generación de oxígeno, conservación de la biodiversidad, captura de carbono e infiltración de agua. Cuenta con el registro de 180 especies vegetales de las cuales 26 especies tienen algún uso ya sea medicinal, ornamental o forrajero; así mismo, se reportan 76 especies de fauna para la zona.

c) Área Natural Protegida con categoría de Zona de Preservación Ecológica de Centro de Población con subcategoría de Parque Intraurbano denominada “Bordo Benito Juárez”, con fecha de publicación del 13 de febrero del 2009 en la SA. Se ubica en el municipio de Querétaro con una extensión de 27.61 ha, se considera refugio y descanso de aves acuáticas residentes y migratorias en la parte central de México, alberga el 25% de las especies migratorias que llegan al país, se registran una total de 19 especies de flora, así mismo cuenta con 59 especies de vertebrados siendo las aves en grupo más diverso y abundante de la zona.

d) Área Natural Protegida con categoría de Zona de Reserva Ecológica denominada “Montenegro” con fecha de publicación del 29 de mayo del 2009 en la SA. Se ubica en el municipio de Querétaro con una extensión de 546.52 ha; esta zona provee de diversos servicios ambientales al municipio de Querétaro, representando a su vez una zona de esparcimiento y recreación para la población; se han registrado 143 especies de flora, siendo *Echinocactus platyacanthus* especie con categoría de Protección Especial; 10 especies de mamíferos, 12 reptiles y 33 aves, de las cuales siete especies se reportan bajo la categoría de riesgo (NOM-059-SEMARNAT, 2010).

e) Área Natural Protegida con categoría de Zona de Reserva Ecológica denominada “Tangano II” con fecha de publicación del 22 de mayo del 2009 en la SA. Se ubica en los municipios de Huimilpan y El Marqués con una extensión de 137.59 ha. Esta zona da continuidad a la vegetación presente en los ecosistemas del ANP “El Tangano”, con lo cual se favorece la movilidad de la flora y fauna reportada para esta ANP, evitando la fragmentación de los ecosistemas.

f) Área Natural Protegida con categoría de Paisaje Protegido denominada “Peña de Bernal” con fecha de publicación del 5 de junio del 2009 en la SA. Se ubica en los municipios de Ezequiel Montes y Tolimán con una extensión de 263.91 ha. Peña de Bernal es una formación ígnea intrusiva conocida como Tonalita, la cual es única en México y la tercera más grande a nivel mundial, convirtiéndola en una zona turística importante por su valor escénico y cultural, permitiendo el mantenimiento de la economía del pueblo de Bernal. La vegetación de la zona se compone por especies del género *Opuntia*, y especies tales como *Myrtillocactus geometrizans*, *Prosopis laevigata*, *Acacia farnesiana*; se han registrado 65 especies de fauna, de las cuales 6 especies de mamíferos y 5 especies de reptiles están bajo categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT, 2010.

g) Área Natural Protegida con categoría de Zona de Reserva Ecológica denominada “El Batán”, con fecha de publicación del 6 de junio del 2013 en la SA. Se ubica en el municipio de Corregidora con una superficie de 3335.022 ha. La flora de la zona esta constituida por 49 especies de las cuales dos de ellas se encuentran en categoría de riesgo de acuerdo a la NOM -059-SEMARNAT-2010, así mismo, la fauna esta constituida por 62 especies de las cuales 8 se encuentran en categoría de riesgo de acuerdo a la norma antes citada. Por otra, parte el ANP El Batán, proporciona varios servicios



ambientales tales como: captación e infiltración de agua, moderación del clima, producción de oxígeno y captura de carbono, resguardo de especies de flora y fauna en alguna categoría de riesgo.

#### 6.2.1.3 De competencia Municipal

a) Área Natural Protegida con categoría de Zona Sujeta a Conservación Ecológica denominada “Zona Occidental de Microcuencas” con fecha de publicación del 30 de agosto del 2009 en el Acuerdo de Cabildo del H. Ayuntamiento de Querétaro. Se ubica en el municipio de Querétaro con una extensión de 12234.05 ha. Esta zona corresponde al 45% de las zonas con muy alta infiltración del municipio de Querétaro, donde se registra la presencia de una importante riqueza de flora (226 especies) como bosque de encino en óptimo estado de conservación, y 120 especies de fauna; dentro del área se registran 16 sitios arqueológicos de gran riqueza cultural e histórica.

b) Área Natural Protegida con categoría de Zona de Preservación Ecológica de Centros de Población con subcategoría de Parque Intraurbano denominada “Jurica Poniente” con fecha de publicación del 25 de septiembre del 2006 en la Gaceta Municipal (GM). Se ubica en el municipio de Querétaro con una extensión de 224.11 ha. Esta área constituye una zona de salvaguarda para los centros de población cercanos contra las avenidas pluviales que han generado afectaciones por fenómenos hidrometeorológicos; es un área de esparcimiento para la población local, refugio de fauna y es una zona potencial para la reforestación; se encuentran ejemplares que pertenecen al matorral crasicaule y a la vegetación riparia; se reportan 13 especies de flora y con respecto a la fauna se encuentran 15 reptiles, 48 aves, 16 mamíferos, una especie de pez y una de anfibio.

c) Área Natural Protegida con categoría de Zona de Preservación Ecológica de Centros de Población con subcategoría de Parque Intraurbano denominada “Cañada Juriquilla” con fecha de publicación del 19 de mayo del 2009 en la GM. Se ubica en el municipio de Querétaro con una extensión de 22.06 ha. Zona de gran importancia por la infiltración de agua y los servicios ambientales que proporciona, se reportan 22 especies de flora de las cuales dos se encuentran bajo categoría de riesgo de acuerdo a NOM-059-SEMARNAT, 2010; y se registran 59 especies de vertebrados terrestres.

Existen dos áreas más denominadas Sierra del Raspiño y Cerro Grande, la primera de ellas presenta una superficie de 4108.59 ha y la segunda una superficie de 2989.17 ha, sin embargo aún no se cuenta con información detallada sobre las características físicas y biológicas presenten en dichas áreas (SEDESU, 2013a)

### 6.3 Justificación

Actualmente, es bien sabido la problemática de transformación de los ecosistemas tanto a nivel mundial como nacional, donde se destruyen grandes extensiones de hábitat natural y se afecta negativamente la biodiversidad a causa actividades antropogénicas (CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA-FCF, UAN L. 2007; Gaston *et al.*, 2008). En México, la biodiversidad está altamente amenazada, a causa de la degradación de los hábitats naturales, la fragmentación de los bosques, la contaminación, el uso insostenible de la tierra y el uso ilegal de los recursos, el comercio y la extracción de flora y fauna silvestre, así como el cambio climático (Brandon *et al.*, 2005; Conabio-Conanp-TNC-Pronatura-FCF, UAN L. 2007).

Así mismo, a nivel estatal los factores más importantes de degradación ambiental son: contaminación del agua, sobreexplotación de acuíferos, desechos sólidos no dispuestos adecuadamente, degradación de la vegetación, cambios de uso de suelo de preservación o protección ecológica a urbano, y degradación del suelo, los cuales se han presentado a causa del aumento de la población y sus altos requerimientos de recursos y servicios (POEREQ, 2009).

Por lo cual, las ANPs se han convertido entre muchas otras opciones en estrategias claves para la protección y conservación de la diversidad biológica, los recursos naturales, y servicios ambientales, tanto a nivel local, regional o global (Mas y Perez-Vega, 2005; Gaston *et al.* 2008; Riemann *et al.*, 2011), ya que su establecimiento propicia condiciones óptimas para frenar la transformación de los ecosistemas, al representar una fuente importante de germoplasma para los programas de restauración ecológica y son un elemento substancial en el diseño de sistemas productivos sustentables (Maass *et al.*, 2010). Es así que el decreto y el establecimiento de las ANPs representa para Querétaro mantener áreas bajo protección legal, donde se garantice la conservación de la biodiversidad, el potencial productivo,

los servicios ambientales y los valores culturales, permitiendo una mejor calidad de vida para la población y un aprovechamiento sustentable de los recursos.

La Trinidad, Municipio de Tequisquiapan se suma al SANPEQ como una nueva ANP de carácter Estatal en sus tierras de uso común, lo que permite incrementar la superficie de protección en el Estado, además de descentralizar los esfuerzos de declaratoria de las áreas aledañas de la zona metropolitana del estado, donde también se observan problemas ambientales que requieren ser atendidas, permitiendo entre otras cosas el mantenimiento a largo plazo de la diversidad biológica, los ciclos de nutrientes, la producción de suelo y la regulación hídrica; factores que influyen en la calidad de vida de los habitantes tanto de la localidad como del Municipio. Por lo cual, el decreto de La Trinidad como ANP con categoría Reserva Natural Comunitaria, permite a las poblaciones aledañas contar con un instrumento político que salvaguarde tantos los aspectos ambientales como los culturales, económicos y sociales propios de la Trinidad y de la región.

#### 6.4 Objetivos

Las reservas naturales comunitarias de acuerdo a la Ley de Protección Ambiental y Desarrollo Sustentable del Estado de Querétaro (2012) con referencia al artículo 85, son aquellas zonas que son constituidas voluntariamente por los propietarios de sus predios sobre cualquier tipo de superficie no menor a una hectárea, mismos que imponen con base en estudios que así lo justifiquen, las medidas de protección que consideren pertinentes; de igual manera la elaboración de los programas de manejo, la administración y la vigilancia estarán a cargo de los propietarios o poseedores en la forma y términos que ellos dispongan, donde las autoridades estatales o municipales, según corresponda, prestarán la colaboración necesaria para la obtención de los objetivos por los que se haya constituido la reserva.

En este sentido los principales objetivos del ANP La Trinidad son:

- Garantizar la conservación de la biodiversidad, el potencial productivo, los valores culturales y los servicios ambientales, del área natural.
- Aprovechar de manera sustentable los ecosistemas y los recursos naturales presentes en el ANP, de tal manera que se preserve el hábitat de las especies sujetas a protección especial, amenazadas, en peligro de extinción o endémicas, de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

- Rescatar, generar y divulgar conocimientos y tecnologías que permitan el uso múltiple y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales dentro del área.
- Proteger sitios para el desarrollo de la investigación científica y el monitoreo de los ecosistemas.
- Dotar a la población de áreas para su esparcimiento, a fin de contribuir a formar conciencia ecológica sobre el valor e importancia de los recursos naturales y los servicios ambientales que estos proporcionan.
- Controlar el crecimiento de las zonas urbanas y evitar que los usos y destinos establecidos en los planes de desarrollo sean modificados.
- Promover la concienciación y la educación ambiental.
- Protección de vestigios arqueológicos como es el caso del sitio arqueológico “La Trinidad”.
- Proporcionar nuevas oportunidades de empleo que beneficien tanto a los propietarios del ejido La Trinidad como a los demás habitantes de la comunidad.

## 6.5 Descripción del área de estudio

### 6.5.1 Ubicación geográfica

El ANP propuesta La Trinidad se encuentra ubicada en el municipio de Tequisquiapan situado en la región central del Estado de Querétaro, entre las coordenadas 20° 31' 14.66" y 20° 29' 27.14" de latitud Norte y los 99° 57' 42.22" y 99° 59' 54.04" de longitud Oeste, presenta una extensión de 772.707 ha (Mapa 1, Anexo 1).

### 6.5.2 Características físicas

#### 6.5.2.1 Geología

El área de estudio se encuentra ubicada dentro de la Provincia del Cinturón Orogénico Zacatecano, el cual está formado por rocas volcánicas terciarias sedimentarias del Cretácico, subyacidas por rocas vulcano-sedimentarias del Jurásico y Triásico y sedimentarias del Pérmico, así mismo, se presentan pliegues amplios y fallamiento (Mapa 2, Anexo 1). En la Trinidad se presentan en su mayoría, rocas ígneas extrusivas terciarias, constituidas por riolitas y toba ácida. En el Terciario Superior (Ts) se

forman rocas sedimentarias de tipo areniscas y conglomerado y en el Cuaternario Continental (Q) se forman depósitos recientes constituidos por suelos aluviales (SEDESU-UAQ, en proceso).

A continuación se describen brevemente los diferentes tipos de roca registradas en el ANP La Trinidad:

#### Rocas ígneas extrusivas (volcánicas)

Riolitas: tipo de roca ígnea, extrusiva ácida que contiene más del 65% de óxido de silicio, la cual consiste de cuarzo y feldespato alcalino en mayor proporción que la plagioclasa sódica (SEDESU-UAQ, en proceso).

Toba ácida: tipo de roca ígnea, extrusiva ácida que contiene más del 66% de silicatos en forma de feldespatos alcalinos y moscovita. Está compuesta principalmente de minerales de color claro, calcárea blanda y porosa formada por precipitación de carbonato de calcio sobre restos orgánicos. Así mismo presenta un grado de permeabilidad de medio a alto para la captación de agua (SEDESU-UAQ, en proceso).

#### Rocas Sedimentarias

Arenisca: Constituida por minerales, fragmentos del tamaño de la arena 1/16 mm a 2 mm puede contener minerales como cuarzo, feldespatos y fragmentos de roca, y su grado de redondez varía de subanguloso a subredondeado, así mismo, presentan un grado medio de infiltración (SEDESU-UAQ, en proceso).

Suelo aluvial: Producto de la erosión y arrastre de sedimentos, formado por depósitos detríticos no consolidados, constituidos por arenas, gravas, arcillas y limos, provenientes de rocas preexistentes. Sus características de recarga son bajas (SEDESU-UAQ, en proceso).

| Geología | Tipo de roca       | Superficie (ha) | Porcentaje |
|----------|--------------------|-----------------|------------|
| Q(al)    | Aluvial            | 0.149           | 0.019%     |
| Ts(ar)   | Arenisca           | 0.207           | 0.026%     |
| Ts(R-Ta) | Riolita-Toba Ácida | 772.351         | 99.953%    |
|          | Total              | 772.707         | 100%       |

Tabla 1. Geología presente en el ANP La Trinidad.

### Sistema de fallas

En el municipio de Tequisquiapan, existen sistemas de fallamiento bien definidos, compuestos de fallas normales que cruzan el territorio de N-S, formando estructuras de pilares y fosas relacionada con el sistema regional de Taxco-San Miguel de Allende con rumbo a N-NW y el Chapala-Tula orientado de E-NE; entre las estructuras principales se encuentran las fallas de Tequisquiapan y El Ciervo, las cuales constituyen el graben Hacienda Grande, donde se encuentra la falla mediana La Trinidad (SEDESU-UAQ, en proceso).

Por otra parte, en Tequisquiapan se presentan yacimientos minerales no metálicos, siendo de gran importancia la extracción de ópalo, ya que la riolita del área está afectada por fallas locales y lineamientos regionales que han dejado expuestos los yacimientos opalíferos, por lo cual dentro del municipio se encuentra el distrito opalífero de Tequisquiapan, situado en la zona de la Sierra de La Llave, donde un parte de su territorio queda comprendida en la comunidad de La Trinidad, en la cual se ubica una mina en actividad denominada La Carbonera, entre otras (SEDESU-UAQ, en proceso).

En cuanto a la geomorfología de la Trinidad, en la mayor parte de su superficie esta conformada por mesa lávica; en la parte central del polígono se presentan domo volcánico y hacia la parte suroeste existe una pequeña porción de rampa acumulativa (Mapa 3, Anexo 1) (Tabla 2) (SEDESU-UAQ, en proceso).

| Unidad geomorfológica | Superficie (ha) | Porcentaje |
|-----------------------|-----------------|------------|
| Domo volcánico        | 133.706         | 17.303%    |
| Mesa lávica           | 631.190         | 81.685%    |
| Rampa acumulativa     | 7.812           | 1.010%     |
| Total                 | 772.708         | 100%       |

Tabla 2. Geomorfología presente en el ANP La Trinidad

### 6.5.2.2 Edafología

El suelo se puede definir como la capa más superficial de la corteza terrestre que da soporte a la vegetación, los cultivos, el flujo y la recarga de agua, es reservorio de nutrientes, carbono y biodiversidad, así mismo, en él se realizan la mayor parte de las actividades humanas. El suelo es el resultado de la interacción entre diferentes factores ambientales tales como el clima, material parental o tipo de roca de la cual se originan los tipos de suelos, tiempo, vegetación y uso de suelo, así como el relieve (INEGI, 2008).

El paisaje de La Trinidad presenta tres tipos de suelo: Litosol (I) 19.194%, Feozem háplico (Hh) 80.591% y Feozem lúvico (HI) 0.214% (Mapa 4, Anexo 1). La tabla 3, muestra la superficie y el porcentaje que representa cada tipo de suelo en la Trinidad, así mismo se da una breve descripción de los tres tipos de suelos de la zona (SEDESU-UAQ, en proceso).

| Unidad edafológica | Tipo de suelo  | Superficie (ha) | Porcentaje |
|--------------------|----------------|-----------------|------------|
| I                  | Litosol        | 148.314         | 19.194%    |
| Hh                 | Feozem háplico | 622.737         | 80.591%    |
| HI                 | Feozem lúvico  | 1.657           | 0.214%     |
| Total              |                | 772.708         | 100%       |

Tabla 3. Edafología presente en el ANP La Trinidad.

**Litosol:** Presente en todos los climas y en diversos tipos de vegetación, comunes en todas las sierras de México, barrancas, lomeríos y en algunos terrenos planos; caracterizado por su profundidad menor de 10 centímetros, limitada por la presencia de roca, tepetate o caliche endurecido (INEGI, 2008).

**Feozems:** Caracterizados por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes, son de profundidad variable y pueden presentarse en terrenos planos, laderas o pendientes, así mismo, tienen como principal limitante la roca o alguna cementación muy fuerte en el suelo, tienen rendimientos bajos y se erosionan con facilidad (INEGI, 2008). En el ANP La Trinidad, se presentan dos subclases: 1) Feozem háplico, suelos relativamente fértiles distribuidos tanto en geoformas planas como montañosas, donde sus limitantes productivas están asociadas al material parental que le dio origen; 2) Feozem lúvico, se ubica en relieves mesiformes o en la serranía al norte de

Tequisquiapan, es rico en andesitas y basaltos caracterizado por presentar en el subsuelo una capa de acumulación de arcilla, por lo cual puede ser susceptible a procesos erosivos moderados (SEDESU-UAQ, en proceso).

#### 6.5.2.3 Fisiografía

La totalidad de la superficie del municipio de Tequisquiapan se ubica fisiográficamente dentro de la Provincia denominada Eje Neovolcánico y la Subprovincia 52 “Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo”, caracterizada por un corredor de lomeríos bajos encerrado por sistemas de sierras, mesetas y lomas casi todos de origen volcánico (SEDESU-UAQ, en proceso).

En la ANP La Trinidad se presenta un relieve conformado en su totalidad de sierras de laderas tendidas con lomeríos (SEDESU-UAQ, en proceso) (Mapa 5, Anexo 1).

#### 6.5.2.4 Hidrología

El municipio de Tequisquiapan corresponde a la región hidrológica administrativa IX Golfo Norte, y a la región hidrológica del Río Pánuco (No. 26), así mismo, pertenece a la cuenca del Río Moctezuma (26-D), por lo cual la Trinidad queda ubicada en su totalidad en las regiones hidrológicas y cuenca anteriormente mencionadas; en el ANP se presentan corrientes intermitentes temporales y el arroyo de la Hierbabuena que nace del cerro La Trinidad (SEDESU-UAQ, en proceso).

La hidrología superficial de La Trinidad, se muestra en el Mapa 6 dentro del anexo 1. Por otra parte, en el ANP se encuentran tres microcuencas las cuales son: A. El Caracol, Presa El Centenario y Tequisquiapan Cabecera Municipal (SEDESU-UAQ, en proceso), de las cuales la microcuenca Presa El Centenario abarca la mayor superficie dentro de La Trinidad con un 44.092 % (Tabla 4) ( Mapa 7, Anexo 1)



| Microcuenca                      | Superficie (ha) | Porcentaje |
|----------------------------------|-----------------|------------|
| A. El Caracol                    | 303.262         | 39.246%    |
| Presa El Centenario              | 340.703         | 44.092%    |
| Tequisquiapan Cabecera municipal | 128.742         | 16.661%    |
| Total                            | 772.707         | 100%       |

Tabla 4. Microcuencas ubicadas en el ANP La Trinidad.

#### 6.5.2.5 Clima

Tequisquiapan se localiza en la franja latitudinal de los 20° y 22° Norte, lo cual indica una temperatura promedio de 22° y un régimen de lluvias en verano, de manera específica el clima del municipio se identifica como clima BS<sub>1</sub>kw(w) o semiseco templado y una pequeña porción de la entidad es clima BS<sub>1</sub>hw o semiseco muy cálido. En La Trinidad el clima predominante es el semiseco templado BS<sub>1</sub>kw(w) (Mapa 8, Anexo 1), lo cual indica que el régimen de precipitaciones se presenta en verano, siendo escasas en temporada invernal, así mismo la temperatura media anual es de 5°C y 12°C, y la temperatura de los meses más fríos oscila entre -3°C y 18°C (SEDESU-UAQ, en proceso).

#### 6.5.3 Características biológicas

La inmensa pluralidad de seres vivos siempre ha sido reconocida por la humanidad, pero sólo hasta hace algunos años empezó a designarse con la palabra biodiversidad; ésta se refiere a la variedad de vida, e involucra a todos los tipos de variedades biológicas que a grandes rasgos pueden dividirse en tres niveles: genes, especies y ecosistemas; sin embargo, la biodiversidad de nuestro planeta aún no es conocida en su totalidad (SEMARNAT, 2008).

A pesar de la importancia que tiene la biodiversidad como un patrimonio biológico, muchas veces no se toman en cuenta los numerosos servicios que nos provee, pues no siempre se recibe un beneficio directo de las especies, sino del papel que desempeñan dentro de la naturaleza, por ejemplo, la producción de materia prima, formación de suelo, degradación de desechos orgánicos, limpieza de agua y aire, control biológico, entre otros. Es conocido que las actividades humanas son el factor principal que ha afectado e interrumpido los procesos naturales que se llevan a cabo en nuestro planeta, provocando problemas severos como la contaminación del agua, aire y suelo. Todos estos factores han

ocasionado el deterioro cada vez más acelerado de ecosistemas naturales, poniendo en riesgo a todas las especies que los habitan (Gutiérrez y Padilla, 2004).

En este sentido, México es considerado uno de los países megadiversos, por la gran variedad de seres vivos, ecosistemas y características ambientales que posee, ya que alberga 64,784 especies incluyendo flora, fauna, microorganismos y hongos lo cual corresponde al 10% de la diversidad del planeta. Lo anterior permite, entre otras cosas el desarrollo y evolución de nuestra cultura, pues su función y utilidad va desde satisfacer las necesidades básicas como alimento, vestido, medicina y materia prima para construcción, hasta las de carácter social, artístico y religioso, debido a que muchas especies forman parte de las costumbres de los pueblos, de mitos y leyendas, y han sido inspiración para el arte y la tecnología. Desafortunadamente los problemas ambientales se han agravado en cuanto a la pérdida de recursos naturales, en especial de la biodiversidad, que es un suceso irreversible y de seguir esta tendencia, los recursos naturales desaparecerán, afectando gravemente la calidad de vida de todas las comunidades bióticas incluyendo las humanas, poniendo en peligro la supervivencia de éstas (Gutiérrez y Padilla, 2004).

En la ANP La Trinidad se han logrado reportar un total de 99 especies, de las cuales 31 especies son de flora (Tabla 6) y 68 especies de fauna (2 son anfibios, 11 son reptiles, 37 son aves y 18 son mamíferos) (Tablas 7, 8, 9 y 10) (SEDESU-UAQ, en proceso; SEDESU, 2013b)

#### 6.5.3.1 Unidades de vegetación

##### Matorral subtropical

Este tipo de comunidad vegetal se caracteriza por la dominancia de árboles de baja estatura (4 a 12m) con troncos que se ramifican desde niveles inferiores, presentan copas considerablemente anchas, los árboles presentan hojas de tamaño pequeño y de color verde tierno, florecen en su mayoría en temporada seca o antes de producir el follaje; aunado a esto, muestran un cambio estacional muy acentuado, ya que en un periodo de 6 a 7 meses la totalidad o la mayoría de los árboles permanecen sin hojas (Zamudio *et al.*, 1992).

Se desarrollan en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos a subsecos, con precipitaciones anuales de 1200 mm como máximo y 600 mm como mínimo, con una temporada seca bien marcada; se encuentran principalmente en laderas con suelo somero, pedregoso y bien drenado, derivado tanto de rocas ígneas como sedimentarias entre los 300 y 2200 msnm (Zamudio *et al.*, 1992; INEGI, 2009).

Las especies que comúnmente se asocian a este tipo de vegetación presentan troncos con corteza exfoliante y de colores vivos y las epifitas y trepadoras pueden ser localmente frecuentes, por otra parte, las familias mejor representadas en el estrato arbóreo son Fabacea y Burseraceae (Zamudio *et al.*, 1992; INEGI, 2009).

En el municipio de Tequisquiapan se aprecia este tipo de vegetación en los alrededores de la entidad, pero se presenta en forma de rodales aislados en medio del matorral xerófilo, lo cual indica una intensa intervención humana, misma que ha reducido significativamente la extensión del bosque tropical caducifolio o matorral subtropical, reduciéndolo a manchones de tamaño y anchura reducidos (Zamudio *et al.*, 1992).

#### Bosque de encino

Comunidades vegetales constituidas por el género *Quercus* (encinos, robles), presentan un distribución que va desde el nivel del mar hasta los 2800 msnm exceptuando zonas muy áridas, comúnmente se encuentra relacionado con bosques de *Pinus*, formando una serie de bosques mixtos con especies de ambos géneros (INEGI, 2009). El bosque de encino se presenta en diversas formas, tales como matorrales, las arbóreas bajas, medianas y altas, algunos son siempre verdes mientras que otros son parcial o totalmente caducifolios, así mismo, puede presentarse predominancia de plantas con hojas pequeñas, de tamaño mediano, grande o muy grande, en diferente dureza y grosor (Zamudio *et al.*, 1992).

En el estado de Querétaro se encuentran desde 800 hasta 3150 msnm, cubriendo una extensión de aproximadamente el 10% de la superficie, donde se asientan sobre suelos con buen drenaje, originados de rocas tanto sedimentarias como ígneas; especies como *Quercus mexicana* y *Q. castanea* (comunes entre los 1200 y 2300 msnm) frecuentemente se observan alternado con bosque tropical

caducifolio; así mismo ciertas especies de encinos colindan no pocas veces con matorrales xerófilos (Zamudio *et al.*, 1992).

Este tipo de vegetación no esta representado en la cartografía del ANP LA Trinidad, puesto que solo se observaron en campo un número reducido de ejemplares del género *Quercus*. Las unidades de vegetación y uso del suelo presentes en La Trinidad, se especifican en el Mapa 9 (Anexo 1) y Tabla 5:

| Vegetación y uso del suelo      | Superficie (ha) | Porcentaje |
|---------------------------------|-----------------|------------|
| Matorral subtropical            | 265.231         | 34.324%    |
| Matorral Subtropical perturbado | 500.031         | 64.711%    |
| Agricultura de temporal         | 0.398           | 0.051%     |
| Zona minera                     | 7.047           | 0.911%     |
| Total                           | 772.707         | 100%       |

Tabla 5. Uso actual de suelo y tipo de vegetación presentes en el ANP La Trinidad.

### 6.5.3.2 Flora

La flora de la Trinidad está compuesta por 31 especies comprendidas en 22 géneros y 12 familias (SEDESU, 2013b). La familia con mayor número de especies es Cactaceae con 12 especies, tres de las cuales se encuentran Sujetas a Protección Especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Fotos 1, 2, 3) Existen dos especies más con alguna categoría de riesgo (Foto 4 y 5) las cuales se muestran en la tabla 6:

| FAMILIA     | GÉNERO                | ESPECIE               | NOMBRE COMÚN               | ESTATUS |
|-------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------|---------|
| CACTACEAE   | <i>Myrtillocactus</i> | <i>geometrizarans</i> | <i>Garambullo</i>          |         |
|             | <i>Stenocereus</i>    | <i>duomortierii</i>   | <i>Pitayo/órgano</i>       |         |
|             | <i>Ferocactus</i>     | <i>latispinus</i>     | <i>Biznaga</i>             |         |
|             | <i>Ferocactus</i>     | <i>histris</i>        | <i>Huamichi</i>            | *Pr     |
|             | <i>Mammillaria</i>    | <i>microhelia</i>     | <i>Biznaga de chilitos</i> | *Pr     |
|             | <i>Mammillaria</i>    | <i>uncinata</i>       |                            |         |
|             | <i>Stenocactus</i>    | <i>pentacanthus</i>   | <i>Biznaga</i>             |         |
|             | <i>Coryphantha</i>    | <i>heptacantha</i>    |                            |         |
|             | <i>Opuntia</i>        | <i>robusta</i>        | <i>Tapona</i>              |         |
|             | <i>Opuntia</i>        | <i>streptacantha</i>  |                            |         |
|             | <i>Opuntia</i>        | <i>tomentosa</i>      |                            |         |
|             | <i>Mammillaria</i>    | <i>painteri</i>       |                            | *Pr     |
| NOLINACEAE  | <i>Dasyllirion</i>    | <i>acrotriche</i>     | <i>Sotol</i>               | *A      |
| AGAVACEAE   | <i>Agave</i>          | sp.                   | Maguey                     |         |
| CRASULACEAE | <i>Sedum</i>          | sp.                   |                            |         |
|             | <i>Sedum</i>          | sp.                   |                            |         |

|                |                     |                            |                       |   |
|----------------|---------------------|----------------------------|-----------------------|---|
| BURSERACEAE    | <i>Bursera</i>      | <i>fagaroides</i>          | <i>Palo xixiote</i>   |   |
|                | <i>Bursera</i>      | sp.                        |                       |   |
| FABACEAE       | <i>Erythrina</i>    | <i>coralloides</i>         |                       | A |
|                | <i>Acacia</i>       | <i>farnesiana</i>          | <i>Huizache</i>       |   |
|                | <i>Acacia</i>       | <i>shaffneri</i>           | <i>Huizache chino</i> |   |
|                | <i>Lysiloma</i>     | <i>microphylla</i>         | <i>Palo fierro</i>    |   |
|                | <i>Eysenhardtia</i> | <i>polystachia</i>         | <i>Palo dulce</i>     |   |
| CONVOLVULACEAE | <i>Ipomea</i>       | <i>murucoides</i>          | <i>Casahuate</i>      |   |
| EUPHORBIACEAE  | <i>Bernardia</i>    | <i>mexicana</i>            |                       |   |
|                | <i>Croton</i>       | <i>ciliato-glandulifer</i> |                       |   |
|                | <i>Jatropha</i>     | <i>dioica</i>              | <i>Sangregado</i>     |   |
| OLEACEAE       | <i>Forestiera</i>   | <i>phyllireoides</i>       | <i>Olivillo</i>       |   |
| RHAMNACEAE     | <i>Karwinskia</i>   | <i>humboldtiana</i>        | <i>Tullidota</i>      |   |
| SAPINDACEAE    | <i>Dodonea</i>      | <i>viscosa</i>             | <i>Ocotillo</i>       |   |
| ULMACEAE       | <i>Celtis</i>       | <i>pallida</i>             | <i>Granjeno</i>       |   |

Tabla 6. Especies de flora presentes en el ANP La Trinidad y su categoría conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Categoría: P: Peligro de extinción, Pr: Sujeta a Protección especial, A: Amenazada, \*: Endémica del país.



Foto 1. *Ferocactus histrix*

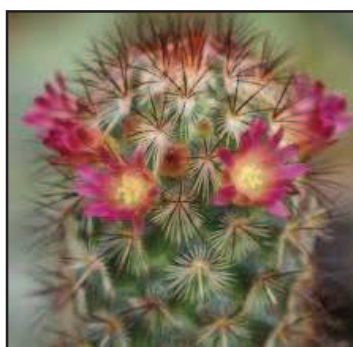


Foto 2. *Mammillaria microhelix*



Foto 3. *Dasylium acrotriche*



Foto 4. *Mammillaria painteri*



Foto 5. *Erythrina coralloides*

### 6.5.3.3 Fauna

#### 6.5.3.3.1 Anfibios y Reptiles

##### Anfibios

Los anfibios son uno de los grupos menos atendidos en México dentro de la fauna de vertebrados terrestres, en lo que respecta a su sistemática, biología y ecología. Sin embargo, su papel en los ecosistemas es fundamental ya que la mayoría de las veces son especies controladoras en los flujos de energía generales, básicamente por su alimentación insectívora; a la vez que son especies importantes en la estabilidad de las redes tróficas, debido a sus tipos de puestas, las cuales sirven de alimento a muchas especies de invertebrados y vertebrados (Padilla, 1996). Diversas especies de este grupo también son utilizadas como objeto de estudio en investigaciones sobre embriología, fisiología y ecología, gracias a su plasticidad de respuesta a los cambios ambientales, sus ciclos de vida relativamente cortos (en muchos casos) y su alta fecundidad (Ceballos, 1993). En distintas regiones de México representan importancia económica ya que su cultivo puede producir rendimientos muy altos (Flores y Olvera, 1995); mientras que la pesca de los renacuajos o tepocates, es fundamental en la dieta de algunos grupos indígenas (Padilla y Pineda, 1997). No obstante, estas posibilidades se reducen ya que la disminución de las poblaciones anfibias en el mundo entero ahora representa un desafío para la investigación. Santos *et al.*, 1994 proponen acciones y medidas de conservación inmediata ante este fenómeno.

La distribución de los anfibios está determinada, en gran medida, por la humedad y la salinidad, y en México se presentan más de 373 especies, con más del 55% de ellas endémicas (Flores, 1993; Flores 1998.; Mendoza y Canseco, 2007). Para Querétaro, se han registrado 44 especies, que representan el 10.7% del total nacional (Padilla, *et al.*, 2011), para el municipio de Tequisquiapan se describe la presencia de 4 posibles especies de anfibios (SEDESU-UAQ, en proceso). En el caso de La Trinidad se reportan dos especies que representan el 5% a nivel estatal (Tabla 7); la *Lithobates berlandieri* (rana común) e *Hyla arenicolor* (rana arborícola de cañón). De estas especies *Lithobates berlandieri* (Foto 6) se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como especie sujeta a protección especial (Pr).

| ORDEN | FAMILIA | GÉNERO            | ESPECIE            | NOMBRE COMÚN             | ESTATUS |
|-------|---------|-------------------|--------------------|--------------------------|---------|
| Anura | Hylidae | <i>Hyla</i>       | <i>arenicolor</i>  | Rana arborícola de cañón |         |
| Anura | Ranidae | <i>Lithobates</i> | <i>berlandieri</i> | Rana común               | Pr      |

Tabla 7. Especies de anfibios presentes en La Trinidad y su categoría conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Categoría: Pr: Sujeta a Protección especial.



Foto 6. *Lithobates berlandieri*

## Reptiles

A través del desarrollo de la humanidad el grupo de los reptiles ha sido de los más rechazados tanto por su aspecto, como por tradiciones erróneas, que les han dado, inmerecida fama de animales indeseables y ponzoñosos, dejando de lado su necesaria e importante participación en el equilibrio de los ecosistemas. Sin embargo, México es el país más rico en reptiles en cuanto número de especies con más de 839, casi el mismo número que Australia (CONABIO, 2000; Mendoza y Canseco, 2004); este número es más importante si consideramos que el 52% de ellas son endémicas (Mittermeier *et al.*, 1992).

De las 116 especies registradas para el Estado (13.8% del total nacional), se reportan para Tequisquiapan 12 especies, de las cuales 11 se encuentran posiblemente en La Trinidad (una tortuga, tres lagartijas y las siete restantes son serpientes, siendo *Micrurus tener* o coralillo, y *Crotalus molossus* o cascabel serrana de cola negra, las únicas especies venenosas) (Tabla 8). Al contrario de lo que se piensa para el resto de las serpientes, ninguna es venenosa, ni peligrosa, incluyendo la llamada agujilla (*Leptotyphlops dulcis*), así como ninguna de las especies de lagartijas.

Desafortunadamente la destrucción de sus hábitats, el uso comercial (pieles, mascotas, ejemplares para la extracción de veneno) y el supuesto valor medicinal tradicional de algunas de ellas han hecho daños severos a las poblaciones de reptiles (serpientes sobre todo) y son seriamente

diezmadas, a tal grado que la mayoría de las serpientes se encuentran en vías de extinción. De las 11 especies de reptiles registradas para la Trinidad, 5 (Fotos 7, 8, 9, 10 y 11) se encuentran bajo algún estatus ecológico de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Padilla *et al.*, 2011).

| ORDEN      | SUBORDEN   | FAMILIA          | GÉNERO               | ESPECIE          | NOMBRE COMÚN                       | ESTATUS |
|------------|------------|------------------|----------------------|------------------|------------------------------------|---------|
| Testudines |            | Kinosternidae    | <i>Kinosternon</i>   | <i>integrum</i>  | Tortuga casquito                   | *Pr     |
| Squamata   | Sauria     | Phrynosomatidae  | <i>Sceloporus</i>    | <i>spinosus</i>  | Lagartijo espinoso                 |         |
| Squamata   | Sauria     | Phrynosomatidae  | <i>Sceloporus</i>    | <i>torquatus</i> | Lagartija de collar                |         |
| Squamata   | Sauria     | Teiidae          | <i>Aspidoscelis</i>  | <i>gularis</i>   | Lagartija cola de látigo           |         |
| Squamata   | Serpientes | Colubridae       | <i>Coluber</i>       | <i>flagellum</i> | Culebra chirriadora común          | A       |
| Squamata   | Serpientes | Colubridae       | <i>Pituophis</i>     | <i>deppei</i>    | Culebra sorda mexicana             | *A      |
| Squamata   | Serpientes | Colubridae       | <i>Senticolis</i>    | <i>triaspis</i>  | Ratonera                           |         |
| Squamata   | Serpientes | Colubridae       | <i>Thamnophis</i>    | <i>eques</i>     | Culebra listonada del sur mexicano | A       |
| Squamata   | Serpientes | Elapidae         | <i>Micrurus</i>      | <i>tener</i>     | Coralillo                          |         |
| Squamata   | Serpientes | Laptotyphlopidae | <i>Leptotyphlops</i> | <i>dulcis</i>    | Serpiente hilada de Texas          |         |
| Squamata   | Serpientes | Viperidae        | <i>Crotalus</i>      | <i>molossus</i>  | Víbora de cascabel                 | Pr      |

Tabla 8. Especies de reptiles presentes en La Trinidad y su categoría conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Categoría: P: Peligro de extinción, Pr: Sujeta a Protección especial, A: Amenazada, \*: Endémica del país.



Foto 7. *Kinosternon integrum*



Foto 8. *Coluber flagellum*



Foto 9. *Pituophis deppei*



Foto 10. *Thamnophis eques*





Foto 11. *Crotalus molossus*

### 6.5.3.3.2 Aves

Las Aves son el grupo de vertebrados terrestres mejor estudiados en el planeta. En México se han registrado 1,060 especies, de las cuales 100 son endémicas, es decir, aproximadamente 10% del total de la avifauna del país (Navarro y col. 1993). En el Estado de Querétaro se han registrado un total de 378 especies de aves, es decir el 35.66% de las aves que se han registrado en México (Conversación personal).

En el municipio de Tequisquiapan se han registrado más de 50 especies de aves terrestres y acuáticas, de las cuáles un gran número son especies migratorias que provienen de los Estados Unidos y Canadá (Gutiérrez y Padilla, 2004). En el área propuesta de La Trinidad se han registrado un total de 37 especies (Tabla, 9; Foto 12, 13, 14, 15) es decir, en esta zona podemos encontrar el 10% de las especies de aves que se han registrado en el Estado de Querétaro, esto se debe principalmente a los tres tipos de vegetación que se registran en la zona, los cuales presentan un estado de conservación aceptable y actúan como refugio para un gran número de especies residentes y migratorias (Conversación personal).

| FAMILIA      | GÉNERO            | ESPECIE            | NOMBRE COMÚN        | ESTATUS |
|--------------|-------------------|--------------------|---------------------|---------|
| Ardeidae     | <i>Bubulcus</i>   | <i>ibis</i>        | Garza ganadera      |         |
| Cathartidae  | <i>Cathartes</i>  | <i>aura</i>        | Zopilote aura       |         |
| Accipitridae | <i>Buteo</i>      | <i>jamaicensis</i> | Aguililla cola roja |         |
| Falconidae   | <i>Falco</i>      | <i>sparverius</i>  | Cernícalo americano |         |
| Charadriidae | <i>Charadrius</i> | <i>vociferus</i>   | Chorlo tildío       |         |
| Columbidae   | <i>Zenaida</i>    | <i>macroura</i>    | Paloma huilota      |         |
| Columbidae   | <i>Zenaida</i>    | <i>asiatica</i>    | Paloma ala blanca   |         |
| Columbidae   | <i>Columbina</i>  | <i>inca</i>        | Tórtola cola larga  |         |

|               |                        |                        |                         |  |
|---------------|------------------------|------------------------|-------------------------|--|
| Trochilidae   | <i>Colibri</i>         | <i>thalassinus</i>     | Colibri oreja violeta   |  |
| Trochilidae   | <i>Hylocharis</i>      | <i>leucotis</i>        | Colibri orejiblanco     |  |
| Picidae       | <i>Melanerpes</i>      | <i>aurifrons</i>       | Carpintero cheje        |  |
| Tyrannidae    | <i>Pyrocephalus</i>    | <i>rubinus</i>         | Mosquero cardenal       |  |
| Tyrannidae    | <i>Sayornis</i>        | <i>nigricans</i>       | Papamoscas negro        |  |
| Tyrannidae    | <i>Tyrannus</i>        | <i>vociferans</i>      | Tirano gritón           |  |
| Hirundinidae  | <i>Stelgidopteryx</i>  | <i>serripennis</i>     | Golondrina ala aserrada |  |
| Hirundinidae  | <i>Hirundo</i>         | <i>rustica</i>         | Golondrina tijereta     |  |
| Corvidae      | <i>Corvus</i>          | <i>corax</i>           | Cuervo común            |  |
| Corvidae      | <i>Corvus</i>          | <i>cryptoleucus</i>    | Cuervo llanero          |  |
| Remizidae     | <i>Auriparus</i>       | <i>flaviceps</i>       | Baloncillo              |  |
| Troglodytidae | <i>Campylorhynchus</i> | <i>brunneicapillus</i> | Matraca del desierto    |  |
| Troglodytidae | <i>Catherpes</i>       | <i>mexicanus</i>       | Chivirin barranqueño    |  |
| Troglodytidae | <i>Thryomanes</i>      | <i>bewickii</i>        | Chivirin cola oscura    |  |
| Muscicapidae  | <i>Polioptila</i>      | <i>caerulea</i>        | Perlita azulgris        |  |
| Mimidae       | <i>Mimus</i>           | <i>polyglottos</i>     | Centzontle norteño      |  |
| Mimidae       | <i>Toxostoma</i>       | <i>curvirostre</i>     | Cuitlacoche pico duro   |  |
| Laniidae      | <i>Lanius</i>          | <i>ludovicianus</i>    | Alcaudón verdugo        |  |
| Emberizidae   | <i>Dendroica</i>       | <i>coronata</i>        | Chipe coronado          |  |
| Emberizidae   | <i>Guiraca</i>         | <i>caerulea</i>        | Picogordo azul          |  |
| Emberizidae   | <i>Pipilo</i>          | <i>fuscus</i>          | Toquí pardo             |  |
| Emberizidae   | <i>Spizella</i>        | <i>passerina</i>       | Gorrión ceja blanca     |  |
| Emberizidae   | <i>Spizella</i>        | <i>pallida</i>         | Gorrión pálido          |  |
| Emberizidae   | <i>Chondestes</i>      | <i>grammacus</i>       | Gorrión arlequín        |  |
| Emberizidae   | <i>Quiscalus</i>       | <i>mexicanus</i>       | Zanate mayor            |  |
| Emberizidae   | <i>Icterus</i>         | <i>galbula</i>         | Bolsero de Baltimore    |  |
| Fringillidae  | <i>Carpodacus</i>      | <i>mexicanus</i>       | Pinzón mexicano         |  |
| Fringillidae  | <i>Carduelis</i>       | <i>psaltria</i>        | Jilguero dominico       |  |
| Passeridae    | <i>Passer</i>          | <i>domesticus</i>      | Gorrión casero          |  |

Tabla 9. Especies de aves presentes en La Trinidad y su categoría conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Algunas especies de aves presentes en La Trinidad:



Foto 12. *Buteo jamaicensis*



Foto 13. *Colibri thalassinus*



Foto 14. *Melanerpes aurifrons*



Foto 15. *Poliptila caerulea*

### 6.5.3.3.3 Mamíferos

Aunque es difícil precisar el número de especies de mamíferos con ocurrencia en México, se tiene establecido que hay aproximadamente 522 especies (Gutiérrez, *et al.*, 2007), ubicándolo entre los tres primeros lugares en diversidad mundial de mamíferos solo por debajo de Brasil e Indonesia. Para el estado de Querétaro se han contabilizado 103 especies (Gutiérrez, *et al.*, 2007), sin embargo en la bibliografía se puede encontrar la posible ocurrencia de 28 especies más que no han sido confirmadas por los especialistas en la materia, con lo cual se podría decir que en el Estado existen 131 especies silvestres de mamíferos (Gutiérrez y Padilla, 2005), lo que representaría el 19.7% de los mamíferos terrestres de México.

En el municipio de Tequisquiapan se reportan un total de 63 especies de mamíferos (SEDESU, 2013 b) de los cuales 18 especies ocurren dentro del ANP La Trinidad, siendo *Tadarida brasiliensis* (Foto 16) la única especie con alguna categoría de riesgo. Las especies de mamíferos se encuentran distribuidos en 5 órdenes y 11 familias lo cual representa el 13.7% de las registradas para México (Tabla 10) (Fotos 17, 18 y 19).

| ORDEN           | FAMILIA        | GÉNERO               | ESPECIE             | NOMBRE COMÚN                   | ESTATUS |
|-----------------|----------------|----------------------|---------------------|--------------------------------|---------|
| Didelphimorphia | Didelphidae    | <i>Didelphis</i>     | <i>virginiana</i>   | Tlacuache                      |         |
| Chiroptera      | Phyllostomidae | <i>Leptonycteris</i> | <i>curasoae</i>     | Murciélago hocicudo de curazao |         |
| Chiroptera      | Molossidae     | <i>Tadarida</i>      | <i>brasiliensis</i> | Murciélago cola de ratón       | A       |

|            |                  |                     |                         |                             |  |
|------------|------------------|---------------------|-------------------------|-----------------------------|--|
| Chiroptera | Vespertilionidae | <i>Antrozous</i>    | <i>pallidus</i>         | Murciélago pálido           |  |
| Chiroptera | Vespertilionidae | <i>Myotis</i>       | <i>californicus</i>     | Miotis californiano         |  |
| Carnivora  | Canidae          | <i>Urocyon</i>      | <i>cinereoargenteus</i> | Zorra gris                  |  |
| Carnivora  | Mustelidae       | <i>Mustela</i>      | <i>frenata</i>          | Comadreja                   |  |
| Carnivora  | Procyonidae      | <i>Bassariscus</i>  | <i>astutus</i>          | Camomixtle                  |  |
| Carnivora  | Procyonidae      | <i>Procyon</i>      | <i>lotor</i>            | Mapache                     |  |
| Rodentia   | Sciuridae        | <i>Spermophilus</i> | <i>variegatus</i>       | Ardillón                    |  |
| Rodentia   | Heteromyidae     | <i>Perognathus</i>  | <i>flavus</i>           | Ratón de abazones           |  |
| Rodentia   | Muridae          | <i>Baiomys</i>      | <i>taylori</i>          | Ratón pigmeo norteño        |  |
| Rodentia   | Muridae          | <i>Peromyscus</i>   | <i>difficilis</i>       | Ratón orejudo de pedregal   |  |
| Rodentia   | Muridae          | <i>Peromyscus</i>   | <i>gratus</i>           | Ratón piñonero              |  |
| Rodentia   | Muridae          | <i>Peromyscus</i>   | <i>melanophrys</i>      | Ratón                       |  |
| Rodentia   | Muridae          | <i>Peromyscus</i>   | <i>truei</i>            | Ratón                       |  |
| Rodentia   | Muridae          | <i>Sigmodon</i>     | <i>hispidus</i>         | Rata café o rata algodонера |  |
| Lagomorpha | Leporidae        | <i>Sylvilagus</i>   | <i>floridanus</i>       | Conejo                      |  |

Tabla 10. Especies de mamíferos presentes en La Trinidad y su categoría conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Categoría: A: Amenazada.



Foto 16. *Tadarida brasiliensis*



Foto 17. *Urocyon cinereoargenteus*



Foto 18. *Perognathus flavus*



Foto 19. *Sylvilagus floridanus*

## 6.6 Servicios ambientales en el área

Los servicios ambientales de acuerdo a la LPADSEQ, 2012 (Artículo 5, Fracción LIX) se definen como el conjunto de componentes, condiciones y procesos naturales, incluyendo especies y genes, que la sociedad puede utilizar y que ofrecen las áreas naturales protegidas por su simple existencia, tales como la biodiversidad, el mantenimiento del germoplasma con uso potencial para el beneficio humano, el mantenimiento de valores estéticos y filosóficos, la estabilidad climática, la contribución a ciclos básicos del agua, carbono y otros nutrientes y la conservación de suelos, entre otros.

Los servicios ambientales que proveen los ecosistemas están ligados al bienestar humano, pues a través de ellos se abastece a las poblaciones humanas de recursos naturales indispensables para su sobrevivencia y el mantenimiento de diversas industrias; así mismo, propicia condiciones de salud y de seguridad a las sociedades, ya que entre los servicios ambientales, se encuentran captura de carbono, infiltración del agua, producción de oxígeno, conservación de la diversidad biológica, regulación del clima, purificación del agua, regulación de las enfermedades e inundaciones; así mismo pueden presentar un valor cultural, ya sea recreativo, estético o espiritual (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

De acuerdo a los preceptos que establece tal definición, y atendiendo las características biológicas que se presentan en la ANP La Trinidad, se puede señalar que es una zona potencial para la producción de oxígeno, captura de carbono, conservación de la diversidad biológica, infiltración de agua, y belleza escénica.

### 6.6.1 Producción de Oxígeno

Los ciclos biogeoquímicos consisten en el transporte y transformación de sustancias presentes en el ambiente, a través de estos ciclos se vinculan, tanto el clima del planeta, los organismos y los ecosistemas; la estabilidad de estos ciclos puede verse afectada por cambios en un solo componente y tener efectos drásticos en otros, tal es el caso de la deforestación que propicia al cambio climático (Sekercioglu, 2011). El movimiento del oxígeno entre los ecosistemas, representa un importante ciclo

biogeoquímico, el oxígeno es un elemento vital para la vida en la tierra ya que todos los organismos heterótrofos requieren oxígeno para la respiración, así mismo, es uno de los elementos más abundantes del planeta ya que constituye el 45% de la litosfera y su concentración en la atmósfera es de aproximadamente 21% (Butz, 2002), siendo su presencia substancial en la oxidación de compuestos tales como el monóxido de carbono, lo que contribuye a la protección de las diferentes formas de vida de la rayos ultravioleta (Sekercioglu, 2011).

Las interacciones más importantes del ciclo del oxígeno se dan tanto en la reacciones de la respiración como en la fotosíntesis; la fotosíntesis toma dióxido de carbono, agua y luz solar para producir azúcares simples, agua y oxígeno, por otra parte, la respiración utiliza el oxígeno generado por las plantas y lo combina con azúcares simples y agua para producir energía, esta relación forma un vínculo vital entre plantas y animales (Butz, 2002),

#### 6.6.2 Captura de Carbono

Los procesos productivos y diversas actividades humanas, requieren de la energía derivada de combustibles fósiles, misma que generan óxidos de carbono (principalmente CO<sub>2</sub>) y otros gases que contribuyen al calentamiento atmosférico global (Torres y Guevara, 2002). Desde 1985 los estudios científicos han establecido que la concentración de CO<sub>2</sub> ha aumentado en un 25%, producto de la combustión de fósiles y la deforestación generalizada en el planeta (Yerena *et al.*, 2011). En México las emisiones de CO<sub>2</sub> son producidas por procesos de combustión en los sectores energéticos, de servicios y transporte e industrial, mientras que otra parte corresponde a eventos de deforestación, cambios de uso de suelo y quema de leña (Torres y Guevara, 2002).

Esta problemática de aumento en los niveles de CO<sub>2</sub> ha sido abordada a través de estrategias que involucran la conservación de la vegetación, ya que las especies vegetales asimilan CO<sub>2</sub> atmosférico por medio del proceso fotosintético, al formar carbohidratos y ganar volumen, por ejemplo los árboles asimilan y almacenan grandes cantidades de carbono durante toda su vida (Montoya, 1995). Por lo tanto, los bosques desempeñan un papel crucial en la captura y conservación de carbono, ya que

participan en el 90% del flujo anual de C de la atmósfera, almacenando grandes cantidades de dicho elemento en la biomasa y el suelo (Montoya 1995; Lobos *et al.*, 2005; Yerema *et al.*, 2011).

Las principales opciones para la captura de carbono en el país, son tanto el manejo de las áreas naturales protegidas y el mantenimiento de los bosques naturales que involucre prácticas de manejo sostenible y un uso renovable de la leña, como la reforestación, la cual favorezca la recuperación de áreas degradadas mediante acciones como la protección de cuencas, la restauración para fines de subsistencia, el desarrollo de plantaciones comerciales para madera, papel, hule, pulpa, etc., plantaciones energéticas y sistemas agroforestales (Torres y Guevara, 2002; Rodríguez *et al.*, 2009).

### 6.6.3 Conservación de la diversidad biológica

La diversidad biológica se refiere a la variabilidad entre los organismos vivos presentes en los diferentes hábitats ya sea terrestres, marinos u otros ecosistemas acuáticos y demás complejos ecológicos de los cuales son parte (Seiferling *et al.*, 2011). La biodiversidad involucra componentes genéticos, funcionales y estructurales que derivan de los diferentes niveles de organización, ya sea desde un solo organismo, hasta especies, poblaciones, comunidades y ecosistemas (Harrington *et al.*, 2010).

La diversidad biológica es un elemento fundamental de la selección natural y pieza clave en la autorregulación de los sistemas complejos es los que se da la vida, además de que aporta servicios ambientales de gran relevancia, como lo son la regulación de procesos naturales, reservorio de biomasa, amortiguación de cambios ambientales y sostenimiento de equilibrios locales y globales (Pisanty, 2006). Sin embargo, en la actualidad existe una fuerte presión sobre la biodiversidad, ya que los ecosistemas han sido modificados y fragmentados tanto por actividades agrícolas como por la industria, y la urbanización, así mismo la contaminación ambiental ha propiciado aún más la degradación de hábitats naturales. La pérdida de la diversidad biológica conlleva para graves repercusiones en el mantenimiento de los servicios ambientales y en el bienestar humano (Millennium Ecosystem Assessment, 2005), por lo cual su mantenimiento y conservación es fundamental para el desarrollo de la vida en general.

Para Querétaro, la unión de las provincias Neártica y Neotropical, con influencia de las regiones fisiográficas del Eje neovolcanico, el Bajío (Mesa Central) y la Sierra Madre Oriental, y por

otra parte, su localización en la zona de transición de tres ecorregiones de sistemas acuáticos de Norteamérica (Cuenca del Río Lerma, Cabecera del Río Verde y Tamaulipas- Veracruz) ha propiciado condiciones importantes para la presencia de una importante diversidad, por ejemplo la Sierra Madre Oriental no permite el paso de vientos húmedos lo cual ocasiona la presencia de clima tropical en la parte de la planicie costera y clima seco en la vertiente de la Mesa Central; por otra parte, las grandes altitudes promueven diversos microclimas, que van de cálido a templado, así como diversos tipos de vegetación (Abell *et al.*, 2000).

Las características anteriores influyen el territorio del ANP La Trinidad, y los ecosistemas presentes en dicha zona aún no han sido fuertemente degradados por la intervención humana, a pesar de ser un área de explotación minera. Para esta área natural se registran un total de 99 especies de flora y fauna de las cuales 31 especies son de flora, 2 son anfibios, 11 son reptiles, 37 son aves y 18 son mamíferos. Lo anterior, es obtenido a través de diversas fuentes bibliográficas y tomando en cuenta las características físicas y biológicas de la región, sin embargo es posible que existan un número mayor de especies, de tal forma que alentar la investigación científica en el ANP, conllevará obtener mejor información sobre el sitio y por ende una mayor apreciación de los recursos que otorga tanto al municipio como al estado.

#### 6.6.4 Servicios hidrológicos

El agua es un recurso esencial para el desarrollo de la vida y posee un importante valor utilitario y económico, si bien se le considera como un recurso renovable la sobreexplotación y la contaminación repercuten seriamente al abastecimiento de tal recurso ya sea para el consumo humano o en sectores económicos importantes como el industrial y agrícola (Granados y Villaseñor, 2007 López-Geta *et al.*, 2009).

En México el 63% del agua para uso consuntivo proviene de fuentes superficiales y el 37% restante proviene de aguas subterráneas, sin embargo en zonas donde existen limitantes determinadas por el clima o la geomorfología puede impedirse la presencia de agua pluvial o su escorrentía permanente, propiciando una demanda alta de los suministros de los acuíferos, situación que a su vez se agravia por el alto crecimiento demográfico y económico (Peñuela y Carrillo, 2013). Por otra parte,



tanto la porción central y norte del territorio nacional presentan un mayor aprovechamiento del agua proveniente del subsuelo, y se le considera uno de los elementos que mayor impacto negativo ha sufrido desde la última mitad del siglo XIX (Peñuela y Carrillo, 2013).

Existen diversos factores que afectan la recarga e infiltración del agua, tal es el caso de los cambios de uso de suelo, ya que si bien estos se dan a nivel local pueden llegar a tener consecuencias globales en el ciclo hidrológico, debido a que la calidad y cantidad de agua están relacionadas al uso que se le da al suelo en áreas que conducen, captan, almacenan, renuevan y proveen el recurso hídrico (López-Álvarez *et al.*, 2013). Sin embargo, es posible mantener un óptimo proceso de recarga en acuíferos, ya sea a través del mantenimiento de zonas arboladas puesto que entre sus funciones ecológicas está el mantenimiento del equilibrio ambiental (Balvanera, 2012; Zavaleta *et al.*, 2012). La vegetación funge como uno de los elementos del ecosistema que capta y absorbe grandes cantidades de lluvia, de esta forma se puede abastecer a los principales afluentes y mantos freáticos, ya que el sostén de los mismos y su enriquecimiento, depende entre otros fenómenos, de la diferencia que se presenta entre la absorción de la superficie sólida representada por la superficie individual de cada árbol y la precipitación de un sitio determinado (Zavaleta *et al.*, 2012).

El ANP La Trinidad, es una zona que con gran potencial en lo que respecta a los servicios hidrológicos, esto es debido a que la zona del sur de Tequisquiapan está asociada a una mayor infiltración de agua, ya que los suelos presentan poca perturbación, cubierta vegetal de tipo matorral crasicaule y altitudes entre 1500 y 2000 msnm; por otra parte, de manera general el municipio de Tequisquiapan presenta una infiltración importante, lo cual se relaciona con zonas naturales de recarga de agua y un menor déficit de agua en el suelo en los meses del año en que las precipitaciones disminuyen, para el caso de la Trinidad la infiltración que se presenta es de tipo media y el escurrimiento superficial, es en general de tipo bajo, presentándose un escurrimiento alto en las zonas desprovista de vegetación o en zonas mineras (SEDESU-UAQ, en proceso).

#### 6.6.5 Belleza escénica

En la actualidad los paisajes naturales han adquirido no solo importancia como zonas de valor estético, sino además han empezado a considerárseles como un recurso, esto es debido, no solo a las

características físicas y biológicas que presentan, sino porque tiene gran influencia en la identidad e historia de los pueblos que los habitan, así como en su economía, costumbres, entre otros. Por lo tanto, los paisajes pueden considerarse como sistemas humano-ecológicos que ofrecen una amplia gama de funciones valoradas tanto por razones económicas, socioculturales y ecológicas (Termorshuizen y Opdam, 2009).

Muchas culturas atribuyen valores religiosos, espirituales, recreativos y estéticos a los ecosistemas y sus componentes, de tal forma que el daño o pérdida de los mismos repercute seriamente en la estructura social de dichas culturas, siendo así que pueden dañarse las relaciones sociales, a causa de la reducción del valor de la unión de una experiencia compartida, así como causar resentimiento hacia los grupos que se benefician del daño a los ecosistemas (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

El paisaje en sí, como se menciona anteriormente representa un importante valor cultural, pero también es un elemento significativo en el desarrollo de las personas, ya que por ejemplo, en el bosque tropical seco del oeste de México los habitantes locales asocian la presencia del bosque con sentimientos de paz, alegría y quietud; por otra parte, la belleza de los ecosistemas puede significar una importante fuente económica al atraer el turismo lo cual beneficia a las poblaciones residentes (Balvanera, 2012).

El paisaje del ANP La Trinidad (Anexo 2), presenta características distintivas que hacen de la zona un lugar apto para realizar actividades tanto sociales, de educación ambiental, turísticas, recreativas, de esparcimiento entre otras, puesto que representa una porción del paisaje queretano de gran atractivo natural y con un óptimo grado de conservación.

### 6.7 Contexto arqueológico, histórico, cultural y paisajístico

Dentro del ANP se encuentra el sitio arqueológico denominado La Trinidad, comprendido dentro del periodo 750 y 1000 d. C., el cual es un asentamiento concentrado localizado en toda la parte superior del cerro La Trinidad, y que se caracteriza por una serie de largas terrazas, patios, algunos de ellos con altares, una cancha de juego de pelota y el edificio principal dedicado al culto, que es el de mayor altura (Saint-Charles, 2009).

El juego de pelota es una característica importante del sitio arqueológico puesto que son poco comunes en las regiones aledañas, no obstante el rasgo más distintivo de La Trinidad, es la presencia de arquitectura militar, que se manifiestan como una serie de albarradas que se localizan en el perímetro sur y oriente del sitio y cuya finalidad pudo ser la de impedir el paso franco al área (Saint-Charles, 2007). Es importante señalar que dicho sitio se encuentra en buen estado de conservación en la mayoría de sus edificios, lo cual se debe al mínimo saqueo de la zona, la nula contaminación por construcciones modernas y que conserva la cubierta vegetal original de la región prácticamente intacta (Saint-Charles, 2009).

#### Estructuras del sitio arqueológico La Trinidad

El sitio arqueológico La Trinidad implicó la modificación de prácticamente toda la parte superior del cerro La Trinidad, donde se construyeron terrazas y plataformas de nivelación, para generar sitios con funciones ya sea rituales, habitacionales y defensivas; el sitio se extiende entre los 2000 (en la ladera oriental) hasta los 2138 msnm, con una longitud aproximada de 720 m y 450 m en su parte más ancha (Saint-Charles, 2009). Los tipos de estructuras arquitectónicas presentes en La Trinidad se describen a continuación:

#### Albarradas

Los elementos construidos de carácter defensivo se localizan en los extremos sur y oriente del sitio, los cuales están constituidos por una serie de cuatro albarradas y un espacio cuadrangular de 45 x 40 m, estos elementos arquitectónicos están construidos con piedra en seco, es decir sin mortero (Saint-Charles, 2009).

#### Centro ceremonial y juego de pelota

Localizado en la parte central de la cima del cerro, está conformado por basamento de corte piramidal, que es el edificio principal y alcanza una altura aproximada de ocho metros con 20 m en su base; así mismo, al oriente de esta construcción se localiza una cancha de juego de pelota con plataforma de doble T y con orientación norte-sur, la cual mide 53 m de largo por seis de ancho (Saint-Charles, 2009).

## 6.8 Contexto demográfico y económico

### 6.8.1 Contexto demográfico

#### 6.8.1.1 Población

De acuerdo al INEGI (2010) la población total del municipio de Tequisquiapan es de 63,413 habitantes, de los cuales 32,661 son mujeres y 30,752 son hombres, lo cual ubica a Tequisquiapan como el séptimo municipio más poblado del estado de Querétaro. La mayor concentración de la población se da en la ciudad de Tequisquiapan, cabecera municipal, donde residen 29,799 habitantes, es decir 47% de la población y el 53% restante se distribuye en 101 localidades.

La localidad de La Trinidad, es la más cercana y de mayor influencia con respecto al ANP, presenta un total de 1836 habitantes (SEDESU-UAQ, en proceso) (Tabla 11), así mismo, existe otra localidad cercana al ANP denominada El Carrizal, sin embargo no se tomara en cuenta para el estudio técnico puesto que se trata de una familia de 13 miembros.

| Municipio     | Localidad   | Población Total | Hombres | Mujeres | Edad (3 a 5) | Edad (6 a 11) | Edad (12 a 14) | Edad (15 a 17) | Edad (18 y más) | 60 y más |
|---------------|-------------|-----------------|---------|---------|--------------|---------------|----------------|----------------|-----------------|----------|
| Tequisquiapan | La Trinidad | 1836            | 895     | 941     | 115          | 206           | 101            | 119            | 1181            | 154      |

Tabla 11. Estructura de la población de la localidad La Trinidad (INEGI, 2010).

### 6.8.2 Tendencias de crecimiento

#### 6.8.2.1 Contexto económico

Las actividades económicas se clasifican en tres grandes rubros: sector primario, donde se realizan actividades destinadas a la obtención de materias primas y alimentos directamente del medio natural; sector secundario conformado por actividades económicas relacionadas a la transformación de materias primas a través de diferentes procesos productivos y el sector terciario que involucra una serie de servicios dirigidos a satisfacer las necesidades de la población (SEDESU-UAQ, en proceso).

El municipio de Tequisquiapan está considerado como una entidad agrícola, aunque también representa un centro turístico ya que cuenta con buena estructura de comunicaciones y servicios asociados (Anuario Económico Estatal, 2009), dado que desde los años 80, su desarrollo se ha fomentado en el turismo, mismo que ha tenido efectos en la construcción, actividades artesanales y manufactura ligera.

#### 6.8.2.1.1 Sector Primario

##### Agricultura

El sector agrícola se lleva a cabo principalmente en las áreas rurales, y representan el 11% de la población empleada en el municipio, donde se producen cultivos de frijol, maíz amarillo, maíz blanco, maíz forrajero, sorgo. La agricultura de riego es la de mayor relevancia dado que ocupa una superficie de 5918.72 ha, y produce cultivos de chile, maíz, vid, trigo, cebada y flores; por otra parte la agricultura de temporal está limitada a las zonas ejidales con sistemas de maíz-frijol de baja productividad, y la superficie que ocupa es de 5568.26 ha (SEDESU-UAQ, en proceso).

##### Ganadería

Para el municipio de Tequisquiapan este sector tiene poca relevancia, ya que la mayoría de la actividad ganadera es de tipo extensivo con agostaderos sobrepastoreados, el ganado equino funge como fuerza de trabajo, y el ganado bovino y caprino representa un ahorro útil para emergencia e imprevistos, así mismo, los grupos con mayor producción y mayores ingresos generados, son el ganado bovino y la cría de gallinas (SEDESU-UAQ, en proceso).

##### Minería (Extracción de ópalo)

El ópalo en México posee un enorme potencial productivo, dada la gran extensión en la que puede encontrarse (vertiente norte del eje volcánico y penetra en su entronque con las Sierra Madre Occidental y Oriental), siendo que las principales áreas opalíferas se localizan en zonas volcánicas donde se presentan las variedades más finas, en especial en denominada ópalo de fuego (Secretaría de Economía, 2010).

Los fundos mineros para la extracción de ópalo se encuentran distribuidos alrededor de una docena de entidades federativas entre las que sobresale Querétaro, siendo Tequisquiapan, Ezequiel Montes y Amealco las principales localidades de extracción; Su producción se distingue por la existencia del ópalo de fuego en sus variedades más apreciadas, así mismo Querétaro es la entidad en que se presenta un número reducido de ventas clandestinas y de contrabando (Secretaría de Economía, 2010).

Aunque en su mayoría la producción de ópalo se encuentra orientada fundamentalmente al mercado interno, el mejoramiento en su proceso productivo y el aprovechamiento de características tales como la existencia potencial de la gema en diferentes regiones de México, la capacidad instalada existente en las entidades productoras y la ventaja competitiva de producir, casi exclusiva del denominado ópalo de fuego, el cual es una de las variedades más apreciadas en el mercado internacional, pueden hacer de la extracción de esta piedra semipreciosa una fuente económica importante (Secretaría de Economía, 2010).

Por otra parte, este sector económico, es uno de los más importantes que se presenta dentro del territorio del ANP La Trinidad ya que existen ocho minas de extracción (Anexo 3), que en mayor o menor medida cuenta con cierta producción de ópalo la cual se hace a través de tajos a cielo abierto y menormente de obras subterráneas con explotación de manera manual y ventas a nivel local, así mismo se realiza en el área extracción de cantera, aunque en menor medida (SEDESU-UAQ, en proceso).

#### 6.8.2.1.2 Sector Secundario

Las actividades comprendidas dentro de este sector para el municipio de Tequisquiapan, están basados en la elaboración artesanías que se desarrollan tanto en la zona urbana como en los barrios periféricos de la zona urbana y otros poblados donde se trabaja principalmente el ópalo, la cestería entre otros tipos de artesanía (SEDESU-UAQ, en proceso).

### 6.8.2.1.3 Sector Terciario

#### Comercio

El comercio es un sector de gran relevancia para el municipio de Tequisquiapan, ya que labora en este sector un número considerable de personal y es el segundo con mayor producción bruta total, después de las industrias manufactureras. Este sector económico está representado principalmente por la venta de artesanías en la zona urbana y en los poblados aledaños (SEDESU-UAQ, en proceso).

#### Turismo

El turismo es una de las principales actividades económicas para Tequisquiapan dada la riqueza y variedad de sus elementos para la atracción de visitantes. En este sentido y considerando las características de La Trinidad, la localidad representa un sitio potencial para la actividad turística, ya sea por la belleza escénica del paisaje, la venta local de ópalo y artesanías, así mismo, por ser un lugar de importancia arqueológica, ya que en esta zona, se encuentra el sitio arqueológico La Trinidad, perteneciente al periodo epiclásico o clásico tardío, posterior a la caída de la cultura teotihuacana, en la cual se han encontrado vasijas, ollas, flechas, jarros (SEDESU-UAQ, en proceso).

#### Transporte

Para los habitantes de Tequisquiapan así como para los visitantes, se cuenta con el servicio de transporte público, que consiste en Taxibus y Taxiban, los cuales recorren colonias, barrios y comunidades del municipio, así mismo existen servicio de taxis (SEDESU-UAQ, en proceso).

### 9. Infraestructura y Servicios

El municipio de Tequisquiapan respecto a infraestructura y servicios, presenta ciertos rezagos, ya que de 59 de las 102 localidades reconocidas por el INEGI, 2010 el 46% de las mismas presentan un alto grado de marginación, y 13% en muy alto nivel de marginación, lo que indica que el 59% de las localidades del municipio presentan un grado de vulnerabilidad social elevado, es decir 13,490

habitantes (21.3% de la población municipal) se encuentra en condiciones de marginación (SEDESU-UAQ, en proceso).

Los principales indicadores de vulnerabilidad en la población de Tequisquiapan son: la cobertura y la derechohabiencia en servicios de salud, viviendas particulares con algún nivel de hacinamiento y población de más de 15 años sin secundaria terminada (SEDESU-UAQ, en proceso).

### 6.9.1 Vivienda

Las características de las viviendas de la localidad La Trinidad se presentan en la tabla 12.

| Municipio     | Localidad   | Viviendas | Con agua entubada | Con drenaje | Con energía eléctrica |
|---------------|-------------|-----------|-------------------|-------------|-----------------------|
| Tequisquiapan | La Trinidad | 509       | 430               | 420         | 439                   |

Tabla 12. Características de las viviendas de las localidades cercanas al ANP La Trinidad (INEGI, 2010; SEDESU-UAQ, en proceso).

### 6.9.2 Abasto

La economía del municipio de Tequisquiapan se compone principalmente de actividades del sector comercio al por menor, industrias manufactureras, y sector turismo, del cual se desprenden manufactura ligera y la elaboración de artesanías. Otros sectores que contribuyen al desarrollo económico de Tequisquiapan son los de agricultura de temporal y de riego, ganadería, industrial, conservación-forestal, minería, y asentamientos humanos (SEDESU-UAQ, en proceso).

### 6.9.3 Salud

Dentro del municipio de Tequisquiapan se ofrecen diferentes servicios públicos médicos, en la cabecera municipal la población puede acudir a los servicios prestados del IMSS, ISSSTE o SSA, así mismo, existen Centros de Salud, programa federal del Seguro Popular, consultorios y médicos privados. A través del programa federal Oportunidades y el Programa de Alimentación (PAL), más de 5 mil habitantes cuentan con apoyo económico mensual o bimestral, esto con el fin de contrarrestar la



situación de pobreza y marginación que presentan las poblaciones a las cuales va dirigida principalmente el programa (SEDESU-UAQ, en proceso).

| Municipio     | Localidad   | Sin derecho médico | Con derecho médico | Derecho al IMSS | Derecho al ISSSTE | Derecho al seguro popular |
|---------------|-------------|--------------------|--------------------|-----------------|-------------------|---------------------------|
| Tequisquiapan | La Trinidad | 598                | 1238               | 429             | 0                 | 762                       |

Tabla 13. Población derechohabiente a servicios de salud en la localidad la Trinidad (INEGI, 2010).

#### 6.9.4 Educación

El municipio de Tequisquiapan existen servicios educativos públicos a nivel básico, medio y superior, así como privados. Se presentan 20 escuelas públicas a nivel preescolar situadas en distintas localidades del municipio; en nivel básico el municipio ofrece servicio a través de 38 escuelas, de las cuales 8 son privadas; en nivel secundaria se presentan 18 escuelas, 5 privadas y 13 públicas de las cuales 9 son Tele Secundarias; nivel preparatoria o Bachilleres se cuenta con 9 escuelas, 5 privadas y 4 publicas, de las cuales 2 son CETIS y 2 son COBAQ; para el nivel superior se cuenta únicamente con el Centro de Educación Tecnológica (CESTEC) (SEDESU-UAQ, en proceso).

| Municipio     | Localidad   | 3 a 5 años que no van a la escuela | 6 a 14 que no van a la escuela | 8 a 14 que no leen ni escriben | 15 a 17 que van a la escuela | 18 a 24 que van a la escuela |
|---------------|-------------|------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Tequisquiapan | La Trinidad | 45                                 | 3                              | 2                              | 92                           | 46                           |

Tabla 14. Grado de escolaridad en la comunidad La Trinidad (INEGI, 2010).

##### 6.9.4.1 Lengua indígena

Tequisquiapan no cuenta con un número considerable de población indígena ya que de acuerdo al Censo de Población y Vivienda del INEGI, 2010, se censaron 194 personas que residen en la zona urbana; para la localidad de la Trinidad solo se reportan 7 personas de hablan lengua indígena y/o español (SEDESU-UAQ, en proceso), (Tabla 15).

| Municipio     | Localidad   | Población de 3 años y más que hablan lengua indígena | Población de 3 años y más que hablan lengua indígena y español |
|---------------|-------------|--|--|
| Tequisquiapan | La Trinidad | 7  | 7  |

Tabla 15. Población que habla lengua indígena de la comunidad La Trinidad (INEGI, 2010).

### 6.9.5 Vías de comunicación

El municipio de Tequisquiapan confluyen carreteras federales, estatales y caminos rurales-vecinales, así mismo, la ciudad de Tequisquiapan esta comunicada con las demás localidades del municipio, de tal forma que cada localidad está conectada a la cabecera municipal. El municipio cuenta con 31 km de carretera federal y 37 km de carretera estatal. Al interior del municipio la red carretera tiene un total de 100 km, entre las que se encuentra el acceso a la comunidad de La Trinidad con la carretera 120 (SEDESU-UAQ, en proceso).

### 6.9.6 Normatividad del uso de suelo

El territorio de ANP La Trinidad, forma parte de tierras de uso común del ejido La Trinidad, y el uso del suelo es de carácter agrícola. Dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico de Querétaro, 2009 dicha ANP esta comprendida dentro de la UGA 178 Los Venados.

## 6.10 Contexto legal y administrativo

### 6.10.1 Antecedentes de protección y estudios del área

La Trinidad no cuenta con antecedentes sobre una declaratoria como Área Natural Protegida, no obstante, ya había sido considerada como ANP en el año 2005, dentro de la tesis denominada *Estudio Técnico Justificativo para el establecimiento de un Área Natural Protegida con la categoría de Zona sujeta a Conservación Ecológica "La Trinidad", en el municipio de Tequisquiapan, Querétaro*, a cargo de Néstor Daniel Gómez y presentada en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, División Agronomía, Saltillo, Coahuila. (Gómez, 2005 citado en Saint-Charles, 2009).

### 6.10.2 Tenencia de la tierra

El área natural protegida La Trinidad, está conformado por un solo ejido del mismo nombre, con Tierras de Uso Común, las cuales de acuerdo a lo establecido en el artículo 73 de la Ley Agraria, "las tierras de uso común constituyen el sustento económico de la vida en comunidad del ejido y están

conformadas por aquellas tierras que no hubieren sido reservadas por la Asamblea para el asentamiento del núcleo de población, ni sean tierras parceladas" (INEGI, 2013), dichas tierras son inalienables, imprescriptibles e inembargables, excepto cuando se pretendan aportar como capital a una sociedad civil o mercantil.

### 6.10.3 Compatibilidad del área con el ordenamiento ecológico del territorio

El ordenamiento ecológico se define, como el instrumento de política ambiental integrada por el proceso de planeación y aplicación de las medidas conducentes para regular, inducir y evaluar el uso de suelo y programar el manejo de los recursos naturales y de las actividades productivas, a fin de proteger el ambiente y lograr su aprovechamiento sustentable, con base en el análisis de su deterioro, su posible recuperación y las potencialidades de su aprovechamiento (LPADSEQ, 2012).

El ordenamiento ecológico regional (escala estatal) publicado el 17 de abril de 2009 en el Periódico Oficial la Sombra de Arteaga, determina los criterios de regulación ecológica para la realización de actividades productivas y la ubicación de los asentamientos humanos, en áreas que comprendan la extensión de la entidad (INE-SEMARNAP, 2000).

El estudio del territorio con base en la situación de los recursos naturales y el uso actual del suelo, se ha planteado el registro de las Unidades de Gestión Ambiental (UGAs). La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Ordenamiento Ecológico (Artículo 3º), define a la UGA como la unidad mínima del territorio a la que se asignan determinados lineamientos y estrategias ecológicas; entendiendo como lineamientos la metas o enunciados generales que reflejan el estado deseable de una unidad de gestión ambiental, y a las estrategias como 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.

La Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado de Querétaro (SEDESU) a través de la Subsecretaría de Medio Ambiente se ha planteado la misión de proponer áreas naturales protegidas por medio de la revisión y análisis del Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado, así como de las unidades de gestión ambiental definidas en su territorio, es así que dentro del Programa de

Ordenamiento Ecológico de Querétaro el ANP La Trinidad esta comprendida en la UGA 178 Los Venados, aplicándole 11 lineamientos y 27 acciones (Anexo 4).

#### 6.10.4 Normatividad aplicable en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales

Dadas las condiciones de la vegetación dentro del ANP La Trinidad y la necesidad de conservar y proteger zonas boscosas, restaurar sitios degradados o frágiles, es fundamental promover acciones que involucren el trabajo conjunto de las autoridades pertinentes, los organismos públicos y privados, así como de la sociedad, en estricto apego a las leyes que le apliquen en materia de cambio de uso de suelo. A continuación se menciona la normatividad asignada:

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Titulo Primero. Disposiciones Generales

Capitulo II. De la Terminología empleada en esta Ley

Artículo 7.- Para los efectos de esta Ley se entenderá por:

VIII. Comisión: La Comisión Nacional Forestal;

XXXVII. Secretaría: La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales;

XLII. Terreno forestal: El que está cubierto por vegetación forestal;

Titulo Quinto. De las Medidas de Conservación Forestal

Capitulo I. Del Cambio de Uso del Suelo en los Terrenos Forestales

Artículo 117.- La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. Estos estudios se deberán considerar en conjunto y no de manera aislada. En las autorizaciones de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, la autoridad deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las propuestas y observaciones planteadas por los miembros del Consejo Estatal Forestal.

No se podrá otorgar autorización de cambio de uso de suelo en un terreno incendiado sin que hayan pasado 20 años, a menos que se acredite fehacientemente a la Secretaría que el ecosistema se ha regenerado totalmente, mediante los mecanismos que para tal efecto se establezcan en el reglamento correspondiente. Las autorizaciones que se emitan deberán atender lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamiento ecológico correspondiente, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

La Secretaría, con la participación de la Comisión, coordinará con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, la política de uso del suelo para estabilizar su uso agropecuario, incluyendo el sistema de roza, tumba y quema, desarrollando prácticas permanentes y evitando que la producción agropecuaria crezca a costa de los terrenos forestales. Las autorizaciones de cambio de uso del suelo deberán inscribirse en el Registro Público de la Propiedad y del Comercio.

La Secretaría, con la participación de la Comisión, coordinará con diversas entidades públicas, acciones conjuntas para armonizar y optimizar los programas de construcciones de los sectores eléctrico, hidráulico y de comunicaciones, con el cumplimiento de la normatividad correspondiente.

#### 6.11 Diagnóstico y problemática

De forma general, el municipio de Tequisquiapan presenta contaminación del aire, agua y suelo, así mismo la población carece de una educación ambiental, que propicie atender de manera ciudadana la problemática ambiental que persiste en la entidad. La zona rural del municipio está afectada principalmente por: la pérdida y abandono del campo; el inadecuado manejo agronómico que disminuye la calidad y la fertilidad del suelo; falta de drenaje y agua potable en las comunidades así como para el uso en tierras de riego; inadecuado manejo de desechos de animales; y contaminación de las presas sobre el río San Juan (SEDESU-UAQ, en proceso).

En la comunidad de La Trinidad, los principales problemas ambientales que se identifican son los ocasionados por la minería, la fragmentación del hábitat, emisiones de metano ocasionada por la avicultura y porcicultura; así mismo, existe la presencia de jaurías silvestres de perros que afectan al ganado (SEDESU-UAQ, en proceso).

### 6.11.1 Factores bióticos

#### 6.11.1.1 Vegetación

La vegetación es un elemento fundamental de los ecosistemas, puesto que influye tanto en la purificación e infiltración del agua, estabilización del suelo, generación de oxígeno, purificación del aire, estabilización del clima, así como en la regulación del volumen y periodicidad de los caudales (Cuevas *et al.*, 2010; Sekercioglu, 2010). Dada la actual crisis ambiental y la sobreexplotación de recursos naturales, la vegetación ha sido fuertemente degradada y modificada, lo cual está relacionado directamente con la pérdida de fertilidad en el suelo, ya que se deterioran sus propiedades físicas, químicas y biológicas al presentarse una desarticulación del binomio planta-suelo (Montaño *et al.*, 2006). El impacto de la pérdida de cobertura vegetal es alto, ya que puede generar serios problemas de erosión y salinización, alteración en la circulación de los nutrimentos, afectar el funcionamiento de la productividad primaria y el flujo y retención del agua (Montaño *et al.*, 2006; Rosas *et al.*, 2006).

Las comunidades vegetales presentes en el ANP La Trinidad presentan cierto grado de perturbación, esto es debido principalmente a la presencia de minas de extracción de ópalo, sin embargo una porción considerable del territorio del ANP no presenta una alta intervención de actividades humanas, aunado al hecho, de que en el sitio no se presenta actividad agrícola y ganadera significativa. Además de lo anterior, es importante señalar, que en el área natural se encuentran listadas varias especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, por ejemplo *Ferocactus histrix*, *Dasyllirion acrotriche*, *Erytrina coralloides* (Tabla 6), esto pone entre dicho que la protección de las comunidades vegetales representa un punto crítico para la conservación de la biodiversidad y de los servicios ambientales, tales como la captura de carbono, producción de oxígeno, infiltración del agua y conservación de la biodiversidad.

#### 6.11.1.2 Fauna

Para el municipio de Tequisquiapan se registran diversos problemas que afectan a la fauna entre los que se encuentra la degradación de la vegetación, la vocación agrícola y el crecimiento urbano,

mismos que han ocasionado una significativa fragmentación del paisaje natural, dando como resultado que las poblaciones de ciertas especies sean cada vez menos comunes o solo sean vistas en ciertas épocas del año, tal es el caso de la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) (SEDESU-UAQ, en proceso).

Dicha fragmentación y pérdida de hábitats naturales produce un cambio progresivo en la configuración del paisaje, lo cual trae consigo una paulatina pérdida de especies de fauna silvestre. Esta degradación del hábitat natural pueda darse a través de: a) pérdida regional en la cantidad del hábitat y por consiguiente reducción del tamaño de las poblaciones de los organismos afectados; b) aumento del número de fragmentos de hábitat lo cual reduce progresivamente el tamaño de las poblaciones mantenidas por dichos fragmentos, provocando un riesgo de alcance de un umbral por debajo del cual no son viables; c) aumento de la distancia entre fragmentos dificultando el intercambio de individuos entre poblaciones aisladas así como para recolonizar zonas y evitar extinciones locales (Santos y Tellería, 2006).

En etapas finales de procesos de fragmentación las condiciones del ecosistema son sumamente restrictivas afectando negativamente parámetros como el esfuerzo reproductivo, condición corporal, comportamiento, estabilidad durante el desarrollo, entre otros (Santos y Tellería, 2006). Cuando se pierden especies en un ecosistema se puede presentar una perturbación seria en las redes ecológicas (Hagen *et al.*, 2012), por ejemplo en interacciones planta-animal, tales como la polinización o dispersión de semillas, que en ambos casos están ligados a la productividad de la especies florísticas, el funcionamiento de los ecosistemas, y el mantenimiento del flujo genético entre poblaciones de plantas (Davidar, 2010).

La conectividad entre especies así como el tamaño y aislamiento entre fragmentos de hábitats son particularmente críticos para la conservación a largo plazo de la biodiversidad , por lo tanto poner énfasis en la conectividad entre fragmentos así como la disponibilidad de corredores que faciliten la movilidad de las especies, la permeabilidad y la estructura de los bordes de los hábitats, permitirá que se mantengan tanto la estructura, persistencia como la fortaleza de las interacciones entre especies (Hagen *et al.*, 2012)

Por otra parte, otra problemática que enfrenta la fauna dentro del ANP La Trinidad, es la presencia de perros ferales (SEDESU-UAQ, en proceso). Estos animales por lo general deambulan libremente y se reproducen sin ningún control y los daños que ocasionan va desde problemas a la producción pecuaria por ataques a ovinos, becerros de traspatio y cerdos, hasta problemas de depredación de pequeñas especies silvestres (Sierra *et al.*, 2011). Cabe señalar además de lo ya mencionado, que las jaurías de perros ferales son una amenaza constante a la salud pública y ambiental, dada la falta de control sanitario y la proliferación de ciertas enfermedades, tales como la rabia.

### 6.11.2 Factores abióticos

#### 6.11.2.1 Agua

El agua es un recurso natural fundamental para el desarrollo de la sociedad, no solo para su sobrevivencia si no por formar parte de la mayoría de las actividades productivas del ser humano. La problemática del recurso hídrico en México está dada desde varios aspectos, que involucran una gestión inadecuada a lo largo del territorio nacional. Existen varios puntos a considerar con respecto al agua en el país, que van desde un inequitativo abastecimiento de agua en el campo y las ciudades, donde estas últimas presentan un alta demanda del recurso dejando al campo en una situación precaria la cual puede derivar en una fuerte problemática de producción de alimentos; así mismo, la contaminación es otro factor serio en la gestión del agua, ya que cada año se descargan al drenaje cerca de 4.4 millones de toneladas de materia orgánica e inorgánica generadas por la industria (química, petrolera, hierro y acero, celulosa y papel, agropecuaria y alimenticia), con lo cual una gran parte de ríos, lagos y otros cuerpos receptores se encuentre gravemente contaminados (Schmidt y Hatch, 2012).

Por otra parte, el uso del agua del subsuelo responde a la falta de agua superficial y la presión que conlleva en aumento de las poblaciones, siendo el agua subterránea para algunas regiones del país, la única fuente de abastecimiento de este recurso, lo que conlleva principalmente a su sobreexplotación (Granados y Villaseñor, 2007 y PNUMA-SEDESU-CONCYTEQ, 2008), por lo cual, los acuíferos del país distan de un aprovechamiento sustentable, ya que de 653 acuíferos reconocidos y delimitado para México, 104 presentan un estado crítico debido a su mal manejo (Schmidt y Hatch, 2012).



Para el estado de Querétaro el principal problema asociado al recurso agua es el de la contaminación por materia orgánica y detergentes, así como de descargas industriales compuestas de minerales, materiales orgánicos, sustancias inflamables, tóxicas, corrosivas y biológico infecciosas a los diferentes cuerpos de agua; a pesar de contar con un total de 282 plantas de tratamiento, la infraestructura no es suficiente para un adecuado manejo de aguas residuales, mismas que son utilizadas para riego agrícola, lo cual contamina tanto cultivos, suelos y mantos freáticos (POEREQ, 2009). Así mismo, se presenta una considerable sobreexplotación de aguas subterráneas ya que de los once acuíferos existente 6 se encuentran sobreexplotados, 4 en recarga, y solo uno en equilibrio de estos mismos, el Valle de Tequisquiapan se encuentra en recarga; la sobreexplotación de los acuíferos en el estado está asociada a los cultivos en tierras forrajeras, la industria y las grandes poblaciones (POEREQ, 2009).

En el caso específico del ANP La Trinidad, es probable que se presente una mala disposición de desechos tales como basura o desechos contaminantes lo que acarrea un problema para la calidad del recurso agua en la zona; el área natural no presenta problemas de gran relevancia en lo que respecta a recarga e infiltración para abastecimiento de reservas subterráneas, así mismo el escurrimiento superficial es en general de tipo bajo (SEDESU-UAQ, en proceso).

#### 6.11.2.1 Suelo, fisiografía y geología

La erosión es uno de los problemas ambientales más relevantes a nivel mundial en cual implica no solo el proceso físico de desprendimiento y arrastre de partículas del suelo, sino además la disminución de la potencialidad de producción del terreno, donde se genera un gran arrastre de sedimentos, los cuales pueden ser depositados en las partes bajas de las cuencas disminuyendo la productividad de ciertos terrenos, así mismo los suelos erosionados pueden acarrear consigo pesticidas, nutrientes y otros agroquímicos dañinos a ríos, lagos y aguas subterráneas (Nyakatawa *et al.*, 2001). La degradación y pérdida de suelo en México son provocadas principalmente por la erosión hídrica ya que en el país se presentan más de 501 millones de ha con alta degradación a consecuencia del cambio de uso del suelo, siendo la deforestación y agricultura de ladera, los que más efectos tienen sobre la estructura del suelo (Huerta *et al.*, 2012).

En Querétaro los suelos están degradados en primer instancia por la contaminación de aguas de origen doméstico, industrial y agropecuario, así mismo, la erosión es otro de los factores que ha degradado significativamente el suelo, puesto que ocasiona desgaste y pérdida paulatina de horizontes edáficos, y si bien, la erosión ocurre de manera natural esta puede intensificarse y acelerarse por las actividades humanas, provocando daños más severos e irreversibles (POEREQ, 2009 y PNUMA-SEDESU-CONCYTEQ, 2008). El 23% del territorio Estatal presenta un afectación alta de pérdida de suelo, así mismo en el 24% del territorio se tienen pérdidas que van desde 50 a 200 ton/ha/año y el 32% del estado presenta pérdidas inferiores a las 10 ton/ha/año, para el municipio de Tequisquiapan se registra erosión actual moderada y erosión potencial severa (POEREQ, 2009).

### 6.11.3 Análisis FODA

A modo de síntesis del diagnóstico y problemática del ANP La Trinidad se presenta la Matriz FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades, amenazas), la misma permite comprender y dar una aproximación inicial a las dificultades en el logro de los objetivos de manejo del área natural, así como también las ventajas que los potencian, para garantizar la efectividad de los programas y subprogramas que orientarán el manejo sustentable de La Trinidad. A continuación se presentan las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de los recursos naturales presentes en el área de estudio:

|  |
|--|
| <p>Fortalezas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Existencia de un acuerdo y disposición de todos los propietarios de los predios del ANP "La Trinidad" para proteger y conservar los ecosistemas y los recursos naturales presentes en la reserva.</li> <li>▪ Existencia de atractivos naturales y culturales.</li> <li>▪ Diversidad de recursos naturales (suelos, vegetación fauna, geformas, paisajes).</li> <li>▪ La vegetación no esta alterada significativamente, dada la poca intervención humana y a que se realizan pocas actividades ganaderas y agrícolas en la zona.</li> <li>▪ El área natural proporciona servicios ambientales tales como: captura de carbono y producción de oxígeno, conservación de la diversidad biológica, infiltración de agua, y belleza escénica.</li> <li>▪ Presencia de diversos grupos taxonómicos como aves, reptiles, anfibios y mamíferos.</li> <li>▪ Dentro del ANP encuentra el sitio arqueológico La Trinidad, lo que representa un sitio de gran importancia cultural e histórica.</li> </ul> |
| <p>Oportunidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La declaratoria del ANP La Trinidad, representa para la población aledaña y los</li> </ul>  |

|   |
|---|
| <p>propietarios, una nueva fuente de ingresos sin sobreexplotar los recursos naturales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Desarrollo de ecoturismo que generara nuevos empleos para la comunidad de La Trinidad.</li> <li>▪ Presencia de minas de extracción de ópalo, lo que puede representar para la zona una importante fuente económica, ya que en las minas de La Trinidad se produce el ópalo de fuego una de las variedades más apreciadas en el mercado internacional.</li> <li>▪ Apoyo gubernamental para el desarrollo de proyectos de manejo sostenible del área natural protegida.</li> </ul> |
| <p>Debilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alteraciones en los ecosistemas por actividades relacionadas a la minería.</li> <li>▪ Fragmentación del hábitat.</li> <li>▪ Falta de educación en lo que respecta a la problemática social que se presenta en Tequisquiapan.</li> <li>▪ Pocas referencias de los pobladores sobre temas ambientales, conservación de los ecosistemas y suelos.</li> <li>▪ Se desconoce el contexto general de la situación del territorio del municipio de Tequisquiapan.</li> </ul>   |
| <p>Amenazas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pérdida y abandono del campo, puesto que el sector primario carece de apoyos.</li> <li>▪ Animales muertos en calles y carreteras</li> <li>▪ Tiraderos de basura clandestinos</li> <li>▪ Mala disposición de residuos sólidos</li> <li>▪ Manadas de perros ferales que causan problemas en la ganadería.</li> <li>▪ Contaminación de agua y aire.</li> <li>▪ No hay un correcto aprovechamiento de los desechos orgánicos producidos por la avicultura.</li> </ul>   |

Tabla 16. Análisis FODA (Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas) del ANP La Trinidad.

## 6.12 Propuesta de conservación y manejo

### 6.12.1 Zonificación y subzonificación

De acuerdo a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA, 2011) y al Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Áreas Naturales Protegidas (2004), la zonificación es un instrumento técnico de planeación que puede ser utilizado en el establecimiento de las áreas naturales protegidas, que permite ordenar su territorio en función del grado de conservación y representatividad de sus ecosistemas, la vocación

natural del terreno, y de su uso actual y potencial. Asimismo, se menciona que debe haber una subzonificación acorde con sus elementos biológicos, físicos y socioeconómicos, que permita identificar, delimitar y ordenar las porciones que conforman al área natural protegida, que se establecerá en el programa de manejo respectivo. Las principales zonas que deben delimitarse en un área natural protegida son la zona núcleo y la zona de amortiguamiento, que podrán estar conformadas a su vez por subzonas.

Los criterios elegidos para determinar la zonificación del Área Natural Protegida con categoría de Reserva Comunitaria denominada “La Trinidad”, están fundamentados en las características físicas del área y en la estructura de la vegetación, así mismo se consideraron solo los criterios con dos variables o más. Los criterios fueron: edafología, geología, uso del suelo y vegetación, geomorfología, pendiente, erosión actual hídrica, erosión potencial hídrica, y usos y destinos.

Los criterios clima, fisiografía e hidrología superficial no se incluirán en el estudio, ya que presentan una sola variable. Por otra parte, se presentan tres microcuencas en el área de estudio, sin embargo no se cuenta con información que determine la importancia de una microcuenca con respecto a la otra, por lo cual, dicho criterio se excluye también del análisis. En el caso de riqueza de especies y especies NOM-059-SEMARNAT-2010, no se cuenta con información georeferenciada que permite incorporar y manejar los datos en un SIG.

#### 6.12.2 Metodología

##### Cálculo de la erosión potencial hídrica

Se llevó a cabo un modelo de erosión hídrica utilizando imágenes de uso de suelo y vegetación, altura, isoyetas y edafología del estado de Querétaro, que fueron procesadas mediante un Sistema de Información Geográfica operado en Arc View 3.1. La erosión potencial hídrica del área natural protegida, se obtuvo a partir de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos Revisada (RUSLE en inglés) ( $A = R * K * LS * C * P$ ; donde A= Pérdida de suelo promedio anual en t•ha•a, R= factor de erosividad de las lluvias, K= factor de erodabilidad del suelo, LS= factor topográfico, C= factor ordenación de los cultivos (cubierta vegetal), P= factor de prácticas de conservación (estructura del

suelo)) y los ajustes determinados para el cálculo del parámetro R para México hechos por Cortés *et al.*, (1990), los cuales indican que para el estado de Querétaro se deben considerar dos ecuaciones:

$$\text{Región noreste: } R = 1.2078P + 0.002276P^2$$

$$\text{Región suroeste: } R = 3.4880P + 0.000188P^2$$

#### Calculo de la zonificación la ANP propuesta

Uno de los productos esperados en esta propuesta que tiene que ver con la manera en la que se va administrar y aprovechar el territorio es su zonificación, esto con el propósito de poder identificar el uso de suelo adecuado del mismo, por lo que la zonificación se obtuvo en base a un análisis multicriterio, tomando como base el método de análisis jerárquico propuesto por Thomas Saaty (1977). El análisis jerárquico consiste en una matriz cuadrada de comparación en la cual el número de filas y columnas está definido por el número de criterios a ponderar (Ramírez, 2004). El procedimiento requiere seleccionar el criterio más importante por sobre el segundo más importante haciendo una comparación cualitativa entre ambos para así convertir dichas comparaciones a valores cuantitativos (Sánchez, *et al.*, 2010).

En la siguiente tabla se representa la escala para dimensionar el impacto de las alternativas en el método de comparación por pares, propuesta por Thomas Saaty (1977).

| Intensidad de importancia | Definición                     | Explicación   |
|---------------------------|--------------------------------|---|
| 1                         | Igual importante               | Los dos factores contribuyen igualmente al objetivo                             |
| 3                         | Más importante                 | La experiencia y el juicio favorecen ligeramente a una opción sobre la otra     |
| 5                         | Notablemente más importante    | La experiencia y el juicio favorecen fuertemente a una opción sobre la otra     |
| 7                         | Demostablemente más importante | La experiencia y el juicio favorecen muy fuertemente a una opción sobre la otra |
| 9                         | Absolutamente más importante   | La evidencia favorece de manera indiscutible a una opción sobre la otra         |
| 2, 4, 6, 8                | Valores intermedios            | Útil en casos donde existe cierta dispersión de impactos                        |

Sin embargo, para fines del presente estudio técnico, y dado que el contenido del mismo está sujeto a la participación de propietarios, se optó por sociabilizar la escala propuesta para evitar

confusiones técnicas y para que la gente pueda tener una mejor comprensión de los términos, ya que se considera que la definición natural propuesta por la metodología generaba confusión y se corría el riesgo de no tener los valores reales en el análisis. Por lo cual, para el cálculo de la zonificación del ANP La Trinidad, municipio de Tequisquiapan, Querétaro, se usarán los siguientes valores de importancia:

| Valor | Definición                   |
|-------|------------------------------|
| 1     | igualmente importante        |
| 2     | ligeramente más importante   |
| 3     | notablemente más importante  |
| 4     | absolutamente más importante |

Para mantener un orden metodológico el análisis multicriterio, se desarrolló en siete pasos o etapas: 1) Identificación de la meta u objetivo, 2) Identificación de las alternativas, 3) Selección de los criterios a emplear, 4) Asignación de peso a cada criterio, 5) Establecimiento del grado de prioridad de los valores de cada criterio, 6) Calculo del score para cada una de las alternativas y 7) Integración de la información en un SIG.

Etapa 1. Identificación de Meta u Objetivo: Determinar la zonificación del Área Natural Protegida con categoría de Reserva Comunitaria denominada “La Trinidad”. Esto con el propósito de que los propietarios del ANP “La Trinidad” puedan desarrollar de manera adecuada y de acuerdo a la aptitud del territorio el uso del mismo como resultado de la presente zonificación y del Plan de Manejo pertinente.

Etapa 2. Identificación de alternativas: Las alternativas seleccionadas para la diferentes zonificación con el objeto de identificar el uso y aprovechamiento del área protegida propuesta fueron: Zona Núcleo (ZN) y Zona de Amortiguamiento (ZA). Para la ZA se consideraron dos subzonas: Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales (SARN) y Subzona de Aprovechamiento Especial (SAE) la cual hace referencia a la Zona Minera, actividad económica de gran relevancia dentro del ANP, de acuerdo a la legislación en materia de ANPs.

Etapa 3. Selección de criterios: Se seleccionaron ocho criterios o atributos que son: edafología, geología, uso del suelo y vegetación, geomorfología, pendiente, erosión actual hídrica, erosión potencial hídrica, y usos y destinos; lo cuales se describen a continuación:

Edafología: Análisis de la influencia de las características del suelo en la presencia de determinada estructura vegetal.

Geología: Ciencia encargada del estudio de la Tierra, su constitución, origen e historia de los procesos que ocurren en ella, así mismo, investiga el origen y clasifica a las rocas, los tipos de estructuras que conforman a las unidades de roca y la forma de relieve que se desarrolla por los procesos internos y externos plasmados en la corteza terrestre.

Uso del suelo y vegetación: Distribución de la vegetación natural e inducida y su porcentaje de cobertura, así mismo, contiene la localización de las áreas de uso agrícola, minero y forestal.

Geomorfología: Involucra el análisis de la dinámica de los procesos de formación del paisaje, y permite interpretar y comprender muchos de estos procesos, estudiando la descripción sistemática de las formas de la tierra o paisajes, analizando cómo evolucionaron o se formaron y, los procesos que actuaron en el pasado y operan en el presente modelando la superficie de la tierra y, creando formas en función de su relieve, reciben nombres como montañas, colinas, valles, terrazas, altiplanos, entre otros.

Pendiente: Grado de inclinación que presenta el terreno expresado en porcentaje.

Erosión hídrica: Tipo de erosión en la cual los procesos de remoción del suelo y transporte son efectuados por el agua.

Usos y destinos: Uso permitido en el área de acuerdo a los Planes Parciales de Desarrollo Urbano Delegacionales correspondientes.

Etapa 4. Asignación de peso a cada criterio: La asignación de pesos a cada criterio se realizó con base a una escala de ponderación de cuatro valores y su valor recíproco correspondiente (Tabla 17), y de acuerdo a la relación que dichos criterios pueden presentar en los ecosistemas del ANP La Trinidad y a la visión de uso y aprovechamiento por parte de los locatarios y autoridades involucradas.

| Valor | Definición                   | Reciproco |
|-------|------------------------------|-----------|
| 1     | igualmente importante        | 1         |
| 2     | ligeramente más importante   | 0,5       |
| 3     | notablemente más importante  | 0,33      |
| 4     | absolutamente más importante | 0,25      |

Tabla 17. Escala de valores utilizados para determinar el peso de los criterios

Posteriormente y utilizando los valores de la tabla 17, se efectuó un análisis pareado, es decir, se comparó cada criterio con respecto al resto de los criterios de manera biunívoca. La tabla 18 muestra la matriz de comparación pareada, donde por ejemplo, el criterio de edafología se considera “notablemente más importante” que el criterio de uso del suelo y vegetación, de esta manera la edafología presenta un valor de 3 mientras que al uso del suelo y vegetación le corresponde el valor recíproco, es decir 0.33. Como se puede apreciar la comparación se hace en ambos sentidos, lo cual explica el porqué la diagonal dentro de la tabla 18 presenta el valor de uno, como resultado de la comparación del criterio entre sí mismo asignándole el valor de igualdad de importancia.

| CRITERIOS                  | Edafología | Geología | Uso del suelo y vegetación | Geomorfología | Pendiente | Erosión actual hídrica | Erosión potencial hídrica | Usos y Destinos |
|----------------------------|------------|----------|----------------------------|---------------|-----------|------------------------|---------------------------|-----------------|
| Edafología                 | 1          | 3        | 0,33                       | 2             | 1         | 1                      | 4                         | 1               |
| Geología                   | 0,33       | 1        | 0,25                       | 1             | 0,5       | 0,33                   | 2                         | 1               |
| Uso del suelo y vegetación | 3          | 4        | 1                          | 2             | 2         | 4                      | 4                         | 3               |
| Geomorfología              | 0,5        | 1        | 0,5                        | 1             | 1         | 1                      | 2                         | 2               |
| Pendiente                  | 1          | 2        | 0,5                        | 1             | 1         | 2                      | 4                         | 2               |
| Erosión actual hídrica     | 1          | 3        | 0,25                       | 1             | 0,5       | 1                      | 2                         | 1               |
| Erosión potencial hídrica  | 0,25       | 0,5      | 0,25                       | 0,5           | 0,25      | 0,25                   | 1                         | 1               |
| Usos y Destinos            | 1          | 1        | 0,33                       | 0,5           | 0,5       | 1                      | 1                         | 1               |

Tabla 18. Escala de ponderación de los criterios utilizados para la zonificación del ANP La Trinidad.



Para determinar el valor de importancia de cada uno de los criterios utilizados para el análisis de zonificación, se realizó una Matriz de comparación pareada de los ocho criterios seleccionados para la zonificación del ANP “La Trinidad” (Tabla 19) considerando los resultados obtenidos de la Tabla 18, valores que se normalizaron a uno para cada uno de los criterios, esto con el propósito de regularizar los criterios utilizados en los métodos de zonificación hechos por gobierno del Estado para otras ANPs.

| Criterio                      | A) Edafología | NA    | B) Geología | NB    | C) Uso del suelo y vegetación | NC    | D) Geomorfología | ND    | E) Pendiente | NE    | F) Erosión actual hídrica | NF    | G) Erosión potencial hídrica | NG    | H) Usos y destinos | NH    | N-Totales | PC    |
|-------------------------------|---------------|-------|-------------|-------|-------------------------------|-------|------------------|-------|--------------|-------|---------------------------|-------|------------------------------|-------|--------------------|-------|-----------|-------|
| A) Edafología                 | 1,000         | 0,124 | 3,000       | 0,194 | 0,330                         | 0,097 | 2,000            | 0,222 | 1,000        | 0,148 | 1,000                     | 0,095 | 4,000                        | 0,200 | 1,000              | 0,083 | 1,162     | 0,145 |
| B) Geología                   | 0,330         | 0,041 | 1,000       | 0,065 | 0,250                         | 0,073 | 1,000            | 0,111 | 0,500        | 0,074 | 0,330                     | 0,031 | 2,000                        | 0,100 | 1,000              | 0,083 | 0,578     | 0,072 |
| C) Uso del suelo y vegetación | 3,000         | 0,371 | 4,000       | 0,258 | 1,000                         | 0,293 | 2,000            | 0,222 | 2,000        | 0,296 | 4,000                     | 0,378 | 4,000                        | 0,200 | 3,000              | 0,250 | 2,269     | 0,284 |
| D) Geomorfología              | 0,500         | 0,062 | 1,000       | 0,065 | 0,500                         | 0,147 | 1,000            | 0,111 | 1,000        | 0,148 | 1,000                     | 0,095 | 2,000                        | 0,100 | 2,000              | 0,167 | 0,893     | 0,112 |
| E) Pendiente                  | 1,000         | 0,124 | 2,000       | 0,129 | 0,500                         | 0,147 | 1,000            | 0,111 | 1,000        | 0,148 | 2,000                     | 0,189 | 4,000                        | 0,200 | 2,000              | 0,167 | 1,214     | 0,152 |
| F) Erosión actual hídrica     | 1,000         | 0,124 | 3,000       | 0,194 | 0,250                         | 0,073 | 1,000            | 0,111 | 0,500        | 0,074 | 1,000                     | 0,095 | 2,000                        | 0,100 | 1,000              | 0,083 | 0,854     | 0,107 |
| G) Erosión potencial hídrica  | 0,250         | 0,031 | 0,500       | 0,032 | 0,250                         | 0,073 | 0,500            | 0,056 | 0,250        | 0,037 | 0,250                     | 0,024 | 1,000                        | 0,050 | 1,000              | 0,083 | 0,386     | 0,048 |
| H) Usos y destinos            | 1,000         | 0,124 | 1,000       | 0,065 | 0,330                         | 0,097 | 0,500            | 0,056 | 0,500        | 0,074 | 1,000                     | 0,095 | 1,000                        | 0,050 | 1,000              | 0,083 | 0,643     | 0,080 |
| Total                         | 8,080         | 1,000 | 15,500      | 1,000 | 3,410                         | 1,000 | 9,000            | 1,000 | 6,750        | 1,000 | 10,580                    | 1,000 | 20,000                       | 1,000 | 12,000             | 1,000 | 8,000     | 1,000 |

Tabla 19. Valores normalizados de cada criterio para la zonificación del ANP La Trinidad. Para determinar los valores normalizados de cada uno de los criterios comparados y obtenidos en la Tabla 18, se dividió el valor obtenido por criterio entre la sumatoria de la columna que le corresponde a cada uno de ellos, generando así una nueva columna normalizada de los valores encontrados en la tabla 18 (NA...NH). Finalmente para obtener el peso final de cada criterio sobre el otro, se sumaron los valores de cada fila para determinar una nueva columna (N-Totales) que representa el valor de importancia de dicho criterio con respecto al resto de los criterios, como último paso se normalizó nuevamente a 1 esta columna para obtener este valor final de peso de cada criterio representados en la columna del peso del criterio (PC).

Etapa 5. Establecimiento del grado de prioridad de los variables de cada criterio: Dentro de esta etapa se consideró cada una de las variables que presentan los ocho criterios descritos anteriormente. A dichas variables se les asignó un valor similar al utilizado en la ponderación para sociabilizar los criterios de importancia entre los usuarios, el cual se denominó peso de la variable o PV, de acuerdo a la siguiente escala de ponderación:

| Valor | Definición              |
|-------|-------------------------|
| 0     | Nada importante         |
| 1     | Poco importante         |
| 2     | Medianamente importante |
| 3     | Muy importante          |

Posteriormente, para establecer el grado de prioridad de cada una de las variables se consideró el peso del criterio (PC) obtenido a partir del análisis efectuado en la Etapa 4 (Tabla 19), y el peso de la variable (PV), a través de la siguiente fórmula:  $PC \cdot PV / 3$ . De esta forma se obtuvo el valor ponderado por variable por criterio (VPVC). La tabla 20 muestra los resultados obtenidos.

| CRITERIO                   | PC    | VARIABLES                       | PV | VPVC  |
|----------------------------|-------|---------------------------------|----|-------|
| Edafología                 | 0,145 | Litosol                         | 3  | 0,145 |
|                            |       | Feozem háplico                  | 2  | 0,097 |
|                            |       | Feozem lúvico                   | 1  | 0,048 |
| Geología                   | 0,072 | Q (al)                          | 2  | 0,048 |
|                            |       | Ts (ar)                         | 2  | 0,048 |
|                            |       | Ts (R-Ta)                       | 3  | 0,072 |
| Uso del suelo y vegetación | 0,284 | Matorral subtropical            | 3  | 0,284 |
|                            |       | Matorral subtropical perturbado | 2  | 0,189 |
|                            |       | Agricultura de temporal         | 1  | 0,095 |
|                            |       | Zona minera                     | 0  | 0     |
| Geomorfología              | 0,112 | Mesa lávica                     | 3  | 0,112 |
|                            |       | Domo volcánico                  | 3  | 0,112 |
|                            |       | Rampa acumulativa               | 1  | 0,037 |
| Pendiente                  | 0,152 | Menor a 5%                      | 1  | 0,051 |
|                            |       | De 5% a 15%                     | 2  | 0,101 |
|                            |       | Mayor a 15%                     | 3  | 0,152 |
| Erosión actual hídrica     | 0,107 | 0-5                             | 0  | 0     |
|                            |       | 5-10.0                          | 1  | 0,036 |
|                            |       | 10-50.0                         | 2  | 0,071 |
|                            |       | 50-200                          | 3  | 0,107 |
|                            |       | 200-499.68                      | 3  | 0,107 |
| Erosión potencial hídrica  | 0,48  | 0-5                             | 0  | 0     |
|                            |       | 5-10.0                          | 1  | 0,16  |
|                            |       | 10-50.0                         | 2  | 0,32  |

|                 |      |                      |   |       |
|-----------------|------|----------------------|---|-------|
|                 |      | 50-200               | 3 | 0,48  |
|                 |      | 200-1537.47          | 3 | 0,48  |
| Usos y destinos | 0,08 | Tierras de uso común | 3 | 0,08  |
|                 |      | Zona minera          | 1 | 0,027 |

Tabla 20. Establecimiento del grado de prioridad de los variables de cada criterio. PC: Peso del criterio; PV: Peso de la variable; VPVC: Valor ponderado por variable por criterio.

Etapa 6. Calculo del score para cada una de las alternativas: Las alternativas de zonificación en la ANP, se generaron a partir de los valores encontrados en la sumatoria de los VPVC asignados geográficamente para cada uno de los criterios, utilizando como apoyo los SIG, donde el valor máximo esperado es de 1, el cual refiere a aquellas zonas donde coinciden los valores máximos para cada criterio y que representa la zona con las condiciones físico-ambientales más importantes para la conservación; de esta forma y apegados a los estudios realizados en otras ANPs del Estado se determinó que para cada zonificación "Zona Núcleo (ZN), Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales (SARN), y Subzona de Aprovechamiento Especial", fueran determinadas con base a los siguientes valores:

|         | ALTERNATIVAS |         |       |
|---------|--------------|---------|-------|
|         | ZN           | SARN    | SAE   |
| Valores | 1-0.8        | 0.8-0.6 | 0.6-0 |

Tabla 21. Valores determinadas para cada una de las alternativas o zonas

Etapa 7. Integración de la información en un SIG: Mediante un Sistema de Información Geográfica operado en Arc View 3.2 y Arc Gis 9.2, los valores de ponderación determinados en cada criterio y para sus variables correspondientes, fueron integrados en las tablas alfanuméricas de las capas geográficas utilizadas, transformando los formatos raster (imágenes) a formatos vectoriales (polígonos), los cuales se muestran a continuación:

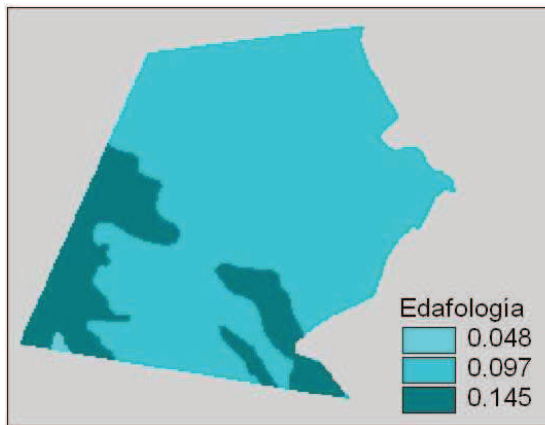


Figura 11. Ponderación edafología

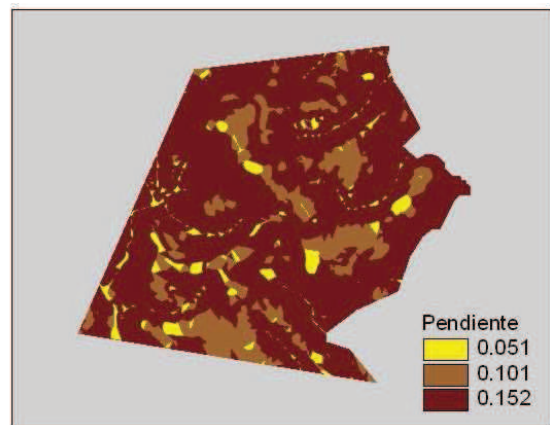


Figura 12. Ponderación pendiente

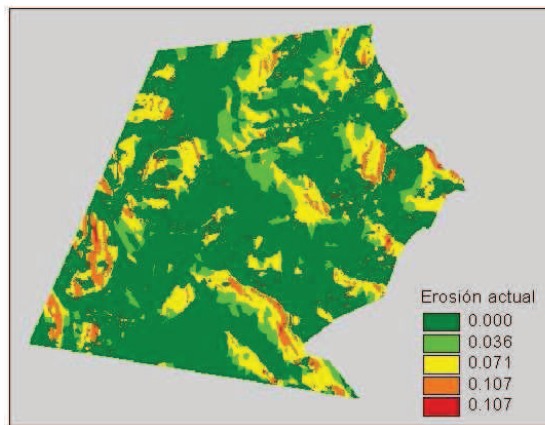


Figura 13. Ponderación erosión actual

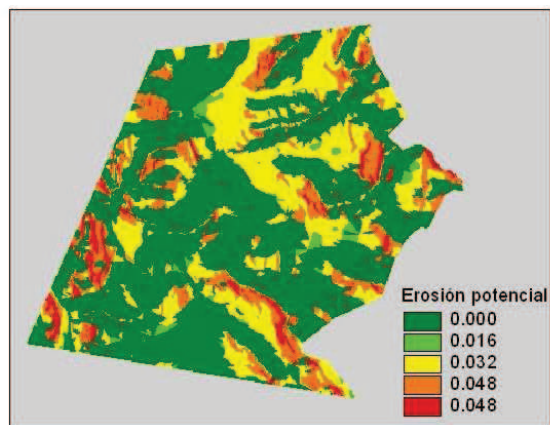


Figura 14. Ponderación erosión potencial

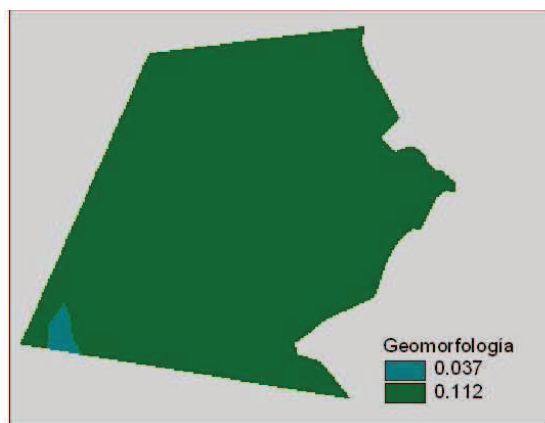


Figura 15. Ponderación geomorfología

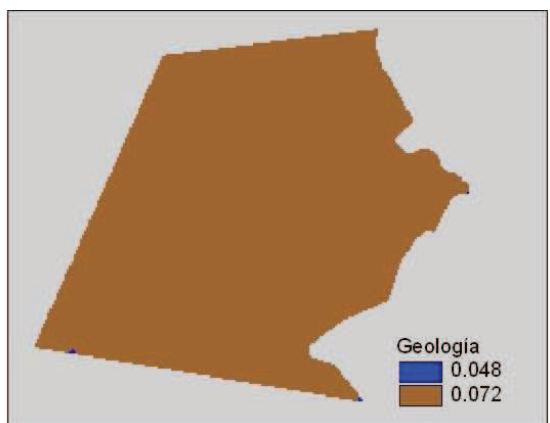


Figura 16. Ponderación geología

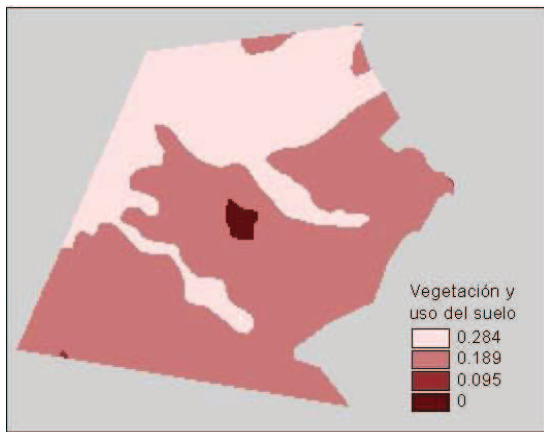


Figura 17. Ponderación vegetación y uso del suelo

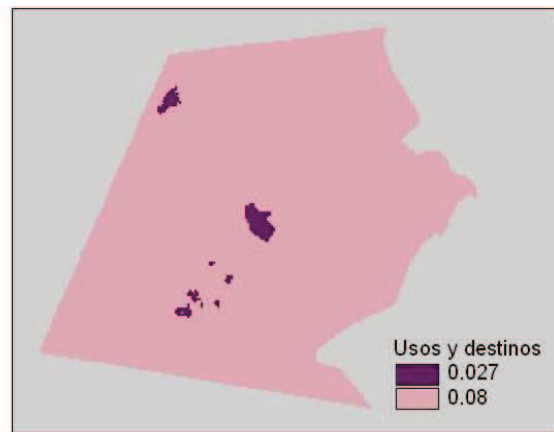


Figura 18. Ponderación usos y destinos.

7.1 Sumatoria de criterios. Utilizando ArcView 3.2 se sumaron las capas que representan cada criterio (Figuras 11 a 18), para así determinar las regiones de mayor valor para la conservación, de acuerdo a la siguiente clasificación: Zona Núcleo (ZN), Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales (SASRN) y Subzona Aprovechamiento Especial considerando para este caso particular los valores asignados en la etapa 6, tabla 21. La figura 19 muestra la subzonificación preliminar obtenida en la etapa 7, misma que fue modificada de tal manera que se homogenizaron las tres alternativas de zonificación para una mejor visualización de las mismas.

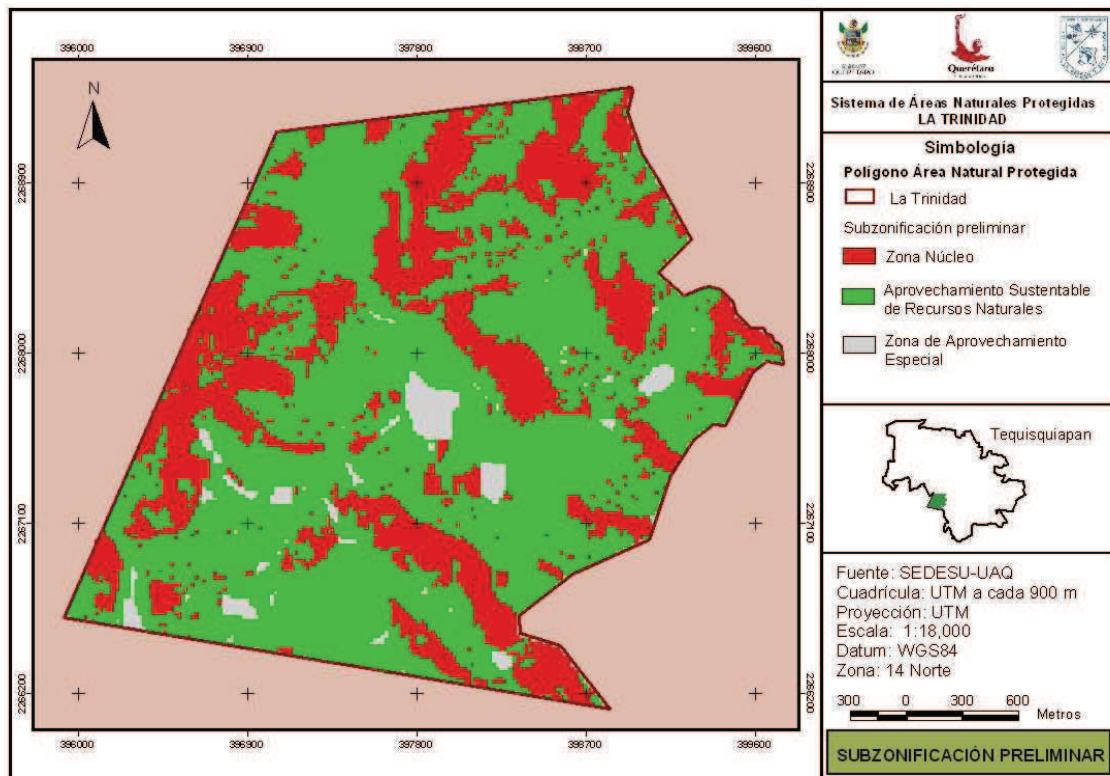


Figura 19. Subzonificación preliminar del ANP "La Trinidad". ZN: Zona Núcleo; SARN: Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales; SAE: Subzona de Aprovechamiento Especial.

La subzonificación final de manejo propuesta para el ANP "La Trinidad" se muestra en la figura 11, resultado del análisis de zonificación y de la validación de fronteras por los usuarios. De acuerdo a la normatividad vigente tanto de la LPADSEQ, 2012 y el Reglamento de la LGEEPA, 2009 en materia de Áreas Naturales Protegidas, la Zona Núcleo tendrá como principal objetivo la preservación de los ecosistemas, en donde se podrán autorizar las actividades de preservación de los mismos y sus elementos, así como la investigación y colecta científica, educación ambiental, limitando y/o prohibiendo actividades que modifiquen los ecosistemas. Se propone que la Zona Núcleo se usa en su totalidad como superficie de protección, dada la poca alteración que presenta y la presencia de ecosistemas relevantes y/o frágiles y fenómenos naturales, que requieren de un cuidado especial para asegurar su conservación a largo plazo. Dicha zona tendrá por objeto mantener las condiciones de los ecosistemas representativos del área, así como la continuidad de sus procesos ecológicos y el germoplasma que en ellos se presenta.

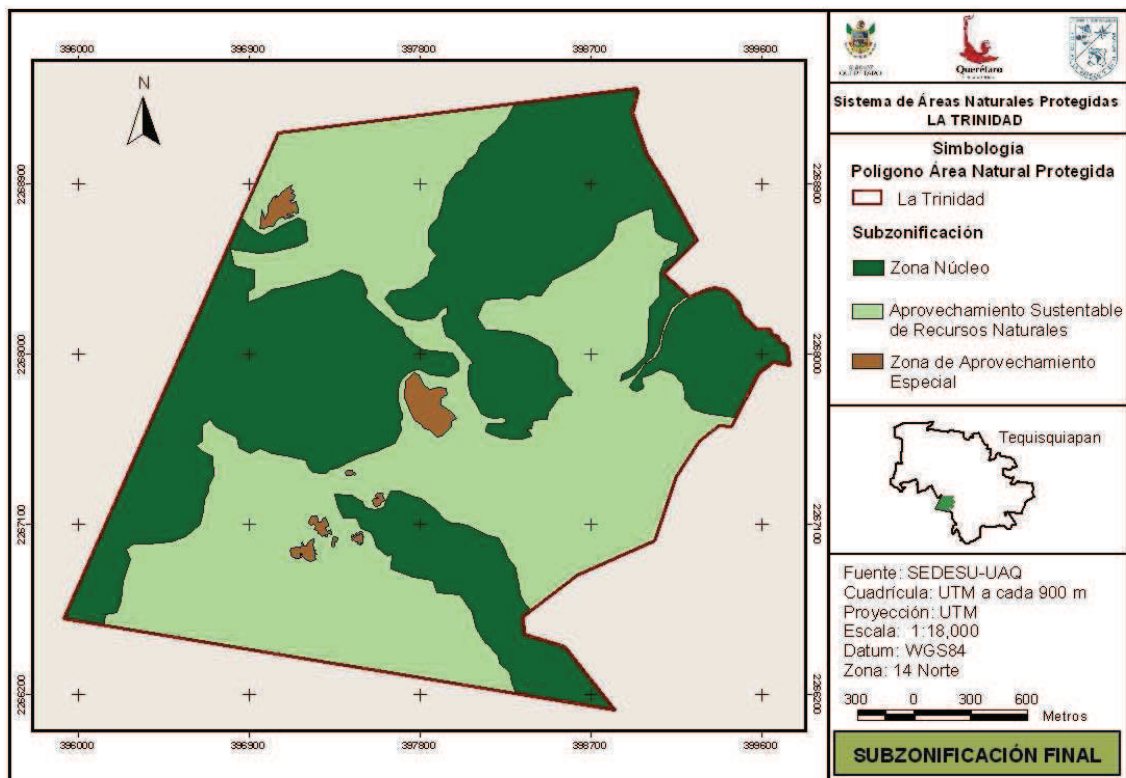


Figura 20. Subzonificación final del Área Natural Protegida "La Trinidad".

La zona de amortiguamiento en la cual se incluye tanto la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales y la Subzona de Aprovechamiento Especial, tendrá como función principal orientar a que las actividades de aprovechamiento que ahí se lleven a cabo, se conduzcan hacia el desarrollo sustentable, creando al mismo tiempo las condiciones necesarias para lograr la conservación de los ecosistemas de ésta a mediano y largo plazo (LGEEPA, 2009). De manera específica la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales, está destinada a que todas las actividades productivas se efectúen bajo esquemas de aprovechamiento sustentable para asegurar el uso y conservación de los ecosistemas a largo plazo (LGEEPA, 2009). Por otra parte, la Subzona de Aprovechamiento Especial, refiere a aquellas superficies generalmente de extensión reducida, con presencia de recursos naturales que son esenciales para el desarrollo social, y que deben ser explotadas sin deteriorar el ecosistema, modificar el paisaje de forma sustancial, ni causar impactos ambientales irreversibles en los elementos naturales que conforman (LGEEPA, 2009). Esta subzona denomina en su totalidad a las áreas donde se encuentran localizadas minas de extracción de ópalo.



En la siguiente tabla se muestran las superficies totales de las zonas y subzonas que conforman el ANP "La Trinidad":

| Zonas / Subzonas | Subtotal   | Total      |
|------------------|------------|------------|
| Núcleo           | 358.266 Ha | 358.266 Ha |
| Amortiguamiento  |            | 414.442 Ha |
| SARN             | 404.667 Ha |            |
| SAE              | 9.775 Ha   |            |
| Total            |            | 772.708 Ha |

Tabla 22. Superficies totales de las zonas y subzonas del ANP "La Trinidad".

### 6.12.3 Matriz de zonificación

La matriz de manejo que se propone para el ANP "La Trinidad" se describe en la tabla 23. Las actividades descritas así como su regulación, esta condicionadas a la opinión de los propietarios del ANP "La Trinidad", de tal manera que serán ellos los que determinen las actividades permitidas y prohibidas a realizarse dentro del área, las cuales serán explicadas a detalle dentro del Programa de Manejo.

| Zona                | Actividades permitidas  | Actividades prohibidas  |
|---------------------|---|---|
| Núcleo (Protección) | Infraestructura temporal de bajo impacto como apoyo para la señalización y vigilancia.  | Daño a la vida silvestre  |
|                     | Infraestructura temporal de bajo impacto como apoyo para la investigación científica y el monitoreo del ambiente                                    | Modificaciones al hábitat no contempladas en las actividades permitidas   |
|                     | Manejo Sanitario (atención a plagas y enfermedades forestales que tienen efectos económicos y ecológicos).  | Fundación de centros de población.  |
|                     | Mejoramiento del hábitat. Investigación científica y monitoreo del ambiente, de acuerdo a la normatividad aplicable.                                | Ampliación de la frontera agrícola en superficies bien conservadas, oponiéndose a los objetivos de conservación |
|                     | Actividades de recuperación y restauración de ecosistemas.  | Introducir especies exóticas o no nativas, de flora y fauna.  |
|                     | Actividades para prevenir incendios forestales (podas y aclareos). Infraestructura permanente como apoyo para obras de conservación (agua y suelo). | Cualquier tipo de obra que no cuente con la autorización necesaria  |
|                     |   | Sobrepasar la capacidad de carga turística una vez que ésta sea establecida.                                    |

|   |  |  |
|---|--|--|
|   |  | Contaminar el área con desechos sólidos, líquidos, luminosidad y sonido.                       |
| Núcleo (Preservación)                             | Senderos interpretativos   | Llevar a cabo actividades distintas a las permitidas en cada subzona, sin autorización previa. |
|   | Infraestructura temporal y/o semipermanente de bajo impacto como apoyo para senderos interpretativos, señalización, y vigilancia.  |  |
|   | Actividades de ecoturismo (de acuerdo a las características y condiciones de la subzona).  |  |
|   | <b>Educación Ambiental</b>   |  |
| Aprovechamiento Sustentable de Recursos Naturales | Aprovechamiento de los recursos naturales para uso tradicional y el autoconsumo, con estrictas medidas de control.   |  |
|   | Aprovechamiento y manejo sustentable de los recursos naturales, siempre que estas acciones generen beneficios para pobladores locales.   |  |
|   | Aprovechamiento sustentable de vida silvestre en tanto se garantice su reproducción controlada o se mantengan o incrementen las poblaciones de las especies aprovechadas y el hábitat del que dependen.  |  |
|   | Actividades de ecoturismo (de acuerdo a las características y condiciones de la subzona).  |  |
|   | Investigación científica   |  |
|   | Educación ambiental  |  |
| Zona de Aprovechamiento Especial (Minería)        | Ejecución de obras públicas o privadas para la instalación de infraestructura o explotación de recursos naturales, que originen beneficios públicos, guarden armonía con el paisaje, no provoquen desequilibrio ecológico grave y estén sujetos a estrictas regulación de uso de los recursos naturales. |  |
|   | Actividades de extracción de ópalo con uso combinado de dinamita con técnicas modernas.  |  |
|   | Actividades de extracción de cantera.  |  |

Tabla 23. Matriz de zonificación del ANP La Trinidad.

### 6.13 Administración y vigilancia del área

De acuerdo a la LPADSEQ 2012 en su artículo 85, la administración y vigilancia del ANP "La Trinidad" con categoría de Reserva Natural Comunitaria, corresponde a los propietarios o poseedores, en la forma y términos que ellos dispongan, por su parte las autoridades estatales o municipales, según corresponda, prestarán la colaboración necesaria para la consecución de los objetivos por los que se haya constituido la reserva.

Los propietarios de dichas reservas pueden imponer, con base en estudios que así lo justifiquen, las medidas necesarias de protección que consideren pertinentes, así mismo, la elaboración de los programas de manejo correrán por cuenta de los mismos.

## 7. Discusión

El decreto de esta ANP juega un papel importante en la conservación de la biodiversidad en el estado de Querétaro, en primera instancia por ser la primera ANP con categoría de Reserva Comunitaria, donde se pone de manifiesto el reconocimiento por parte de la sociedad de la importancia que implica proteger la biodiversidad, los servicios ambientales y da un uso sustentable de los recursos naturales. Por otra parte, el decreto del ANP La Trinidad, permite la protección de matorrales subtropicales (tipo de vegetación con mayor extensión dentro del ANP), esto conlleva una significación ecológica en la protección de la diversidad del Estado, ya que los matorrales son comunidades vegetales representativas de una extensión amplia del territorio queretano, sin embargo, son pocas las ANPs que están relacionadas a este tipo de comunidad vegetal y a nivel de sistemas de ANPs es necesario que estén representados todos los tipos de vegetación de una determinada región.

La zonificación para el ANP La Trinidad propone las alternativas y/o zonas de manejo así como su ubicación y extensión dentro del área de estudio, esto es fundamental y un procedimiento necesario para la elaboración del plan de manejo, que será ejecutado por los propietarios de los predios comprendidos dentro del área natural, en este caso a través de la asamblea ejidal. La obtención de la zonificación involucro el análisis del territorio bajo un esquema multicriterio para la obtención de resultados consensuados que ayudaran a identificar las oportunidades y conflictos del territorio, utilizando el método de análisis jerárquico propuesto por Thomas Saaty, 1977 (modificado por

SDEDESU 2013), lo que permitió tomar la mejor decisión dentro de un conjunto de criterios (edafología, geología, uso del suelo y vegetación, geomorfología, pendiente, erosión actual hídrica, erosión potencial hídrica, y usos y destinos) frente a diferentes alternativas que se presentaron durante la resolución de la zonificación respectiva a La Trinidad. Sin embargo, para fines del estudio técnico y dado que su contenido esta sujeto a la participación de los propietarios fue necesario modificar la escala que dimensiona el impacto de las alternativas, de esta forma se propuso una escala simplificada y comprensible para evitar la confusión de los participantes y la obtención de valores arbitrarios dentro del análisis.

Por otro parte, es importante señalar que la zonificación estuvo basada solo en aquellos criterios que presentaron un mínimo de dos variables a calificar dentro del territorio, esto debido a la escala cartográfica disponible de 1:50,000 y la información que por trabajo de campo se pudo obtener; por lo anterior se excluyeron a los criterios (variables) clima, fisiografía e hidrología superficial, puesto que el área solo presenta un clima de tipo seco, la fisiografía presenta un relieve conformado en su totalidad de sierras de laderas tendidas con lomeríos y la hidrología superficial esta conformada por corrientes intermitentes. Así mismo, en los casos de los criterios microcuencas, riqueza de especies y especies NOM-059-SEMARNAT-2010 se tiene información muy general, por lo que se carece de estudios particulares que permitan conocer las características exactas de la ANP La Trinidad, por lo que se sugiere a las autoridades Estatales presten la colaboración necesaria de los propietarios y de los centros de investigación especializados en el tema para atender los criterios antes citados, y así poder disponer de información más detallada del área natural, misma que podrá ser incluida en el plan de manejo.

El estudio técnico permitirá a los propietarios vislumbrar alternativas en el uso del suelo a través de la identificación, delimitación y ordenamiento de las porciones que conforman el área natural protegida, considerando que las zonas principales a delimitarse son la zona núcleo (ZN) y la zona de amortiguamiento (ZA), esta última dividida a su vez por subzonas (Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales (SARN) y la Subzona de Aprovechamiento Especial (SAE)). Cabe señalar que en el caso de la Trinidad, la actividad económica principal que se identifico fue la de extracción de ópalo, misma que fue crucial para la delimitación de la zona de amortiguamiento la cual la componen la SARN y la SAE misma que define a las zonas donde se presentan las minas de ópalo. Los propietarios del ANP La Trinidad, tendrán que definir las áreas que serán destinadas al uso

público, ya que es necesario que se destinen superficies que presentan atractivos naturales para la realización de actividades de recreación y esparcimiento, donde sea posible mantener concentraciones de visitantes, siendo sus límites definidos en base a la capacidad de carga de los ecosistemas, atendiendo las recomendaciones que se hacen en el estudio técnico y respetando las porciones del territorio que quedaron comprendidas en la ZN, ya que el principal objetivo de esta zona es la de la conservación de biodiversidad del ANP.

## **8. Conclusión**

- El ANP La Trinidad representa para Querétaro un avance significativo con respecto a la conservación de la biodiversidad y el manejo sustentable de los recursos, así mismo, su categoría como Reserva Comunitaria pone entre dicho la importancia de la participación social en el establecimiento de las ANPs.
- A través de esta área natural se conservaran tipos de vegetación tales como el matorral subtropical, el cual es característico de los ecosistemas en Querétaro.
- El presente estudio técnico permitió conocer las principales características del ANP La Trinidad, así como proponer las bases de zonificación, la cual esta basada en los preceptos establecidos en la LGEEPA y LPADESEQ, y servirá de apoyo técnico para la elaboración del plan de manejo pertinente. La zonificación contemplo tres zonas principales (ZN, SARN y SAE), sin embargo es necesario delimitar las áreas destinadas al uso público.
- El método de análisis jerárquico propuesto por Thomas Saaty, 1977 fue de gran utilidad al momento del análisis del territorio bajo esquema multicriterio y al simplificar la escala que dimensiona el impacto de las alternativas, permitió una mejor comprensión del método y su utilización.

## 9. Referencias bibliográficas

Abell, R.A; Olson, D.M; Dinerstein, E; Hurley, P.T; Diggs, J.T; Eichbaum, W; Walters, S; Wettengel, W; Allnutt, T; Loucks, C. & Hedao, P. 2000. Freshwater ecoregions of North America. A conservation assessment. Island Press, Washington, USA. 320 pp.

Anuario Económico Estatal. 2009. Poder ejecutivo del Estado de Querétaro. Secretaría de Desarrollo Sustentable. 236 pp.

Balvanera P. 2012. Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Ecosistemas*. 21 (1-2): 136-147 pp.

Brandon K., L. J. Gorenflo., A. S. L . Rodrigues and R. W. Waller. 2005. Reconciling biodiversity conservation, people, protected areas, and agricultural suitability in Mexico. *World Development*. 33(9): 1403-1418 pp.

Bezaury C. J. E. 2009. El valor de los bienes y servicios que las áreas naturales protegidas proveen a los mexicanos. *The Nature Conservancy Programa México-Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas*. México. 32 pp.

Butz S. D. 2002. *Science of Earth Systems*. Delmar Learning. United States of America. 655 pp.

Conabio-Conanp-TNC-Pronatura-FCF, UANL. 2007. Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad terrestre de México: espacios y especies. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy-Programa México, Pronatura, A.C., Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, México. 127 pp.

CONANP. 2012. Áreas Protegidas Decretadas. [http://www.conanp.gob.mx/que\\_hacemos/](http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/).

Cortés, T. H. G., B. Figueroa, F. V. González, y E. Jr. Ventura. 1990. "Mapa preliminar de la erosividad de la lluvia en México. Parte I: Regionalización". Memorias del XXIII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Comarca Lagunera

Cuevas M. L., A. Garrido, J. L. Pérez D. y D. I. González. 2010. Procesos de cambio de uso de suelo y degradación de la vegetación natural en Cotler A. H. (Ed.). Las Cuencas Hidrográficas de México: Diagnostico y Priorización. Editorial Pluralia Ediciones e Impresiones. México. 231 pp.

Davidar P. 2010. Conservation of plant-animal mutualisms in Sodhi, N. S. y Ehrlich, P. R. (Ed.). Conservation Biology for All. Oxford University. United States of America. 344 pp.

Figueroa F. y Sánchez-Cordero V. 2008. Effectives of natural protected areas to prevent land use and land cover change in Mexico. Biodivers Conserv 17: 3223-3240 pp.

Flores N., A. y M. Olvera N. 1995. Estado actual de la investigación y el desarrollo tecnológico en ricultura en México. VIII ENAR and I TECHNOFROG, Brasil: 151-158.

Flores V. O. 1993. Riqueza de los anfibios y reptiles. Ciencias. Especial No. 7: 33-42.

Flores V. O. 1998. Herpetofauna de México: Distribución y Endemismo. En: Ramamoorthy T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa. (Eds.): Diversidad Biológica de México: Origenes y Distribución. Instituto de Biología Universidad Autónoma de México. 792pp.

Flores V. O. y L. Canseco M. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. Acta Zoológica Mexicana, 20: 115-144.

Forest Trends-The Katoomba Group-UNEP. 2008. Payments for ecosystem services. Getting started: a primer. Forest Trends, The Katoomba Group and United Nations Environment Programme. 65 pp.

Gaston K. J., S. F. Jackson. L. Cantú-Salazar. G. Cruz-Piñón. 2008. The ecological performance of protected areas. The Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics. 39:93-113pp.

Granados R. R. y A. Villaseñor F. 2007. Entorno a la problemática del recurso agua ante los megaproyectos de transporte. Estudio de caso Zona Metropolitana de la Ciudad de Querétaro. Boletín de la sociedad Geológica Mexicana. 59(2): 163-169 pp.

Guevara H., A. Domínguez., M. Ortunio., D. Padrón y R. Cordozo. 2010. Percepción de la calidad de vida desde los principios de la complejidad. Revista Cubana de Salud Pública. 36(4): 357-360 pp.

Gutiérrez G., D., H. Luna S., C. A., López G., R. F., Pineda L. 2007. Guía de Mamíferos del Estado de Querétaro. Talleres Gráficos de Gobierno del Estado de Querétaro. 264pp.

Gutiérrez Y. P. J. y U. Padilla G. 2004. Análisis Sintético de la Fauna Queretana y Estrategias para su Gestión y Preservación. Gobierno del estado de Querétaro. 93 pp.

Hagen M., W. D. Kissling, C. Rasmussen, M. A.M. De Aguiar, L. E. Brown, D. W. Carstensen, I. Alves-Dos-Santos, Y. L. Dupont, F. K. Edwards, J. Genini, P. R. Guimarães Jr., G. B. Jenkins, P. Jordano, C. N. Kaiser-Bunbury, M. E. Ledger, K. P. Maia, F. M. D. Marquitti, Ó. McLaughlin, L. P. C. Morellato, E. J. O'Gorman, K. Trøjelsgaard, J. M. Tylianakis, M. Morais V., G. Woodward and M. Olesen. 2012. Biodiversity, species interactions and ecological networks in fragmented World. *Advances in Ecological Research* 46: 89- 120 pp.

Huerta O. J. de J., J. D. Ríos B., J. L. Oropeza M., M. R. Martínez M., R. D. Guevara G., C. Ramírez A., y J. Velázquez M. 2012. Efecto del sistema radical de cuatro cultivos en la erosión del suelo. *Terra Latinoamericana* 30(3): 271-278 pp.

INEGI. 2008. Guía para la interpretación cartográfica: Edafología. México. 28 pp.

INEGI. 2011. México en Cifras: Información Nacional, por Entidad Federativa y Municipios (Querétaro). <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=22>.

INEGI. 2013. Glosario. <http://mapserver.inegi.org.mx/geografia/espanol/cartcat/glosario1.cfm>.



Koleff P., T. Urquiza-Haas. 2011. Planeación para la conservación de la biodiversidad terrestre en México: retos en un país megadiverso. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) -Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONAP). México. 244 pp.

Laurance W. F. 2010. Habitat destruction: death by a thousand cuts in Sodhi N. S., and P. R. Ehrlich (Ed). Conservation Biology for All. Oxford University. United States of America. 344 pp.

LGEEPA, 2011. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Texto vigente, última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación 28-01-2011.

Lobos A. G., O. Vallejos B., C. Caroca J., y C. Marchant C. 2005. El Mercado de bonos de Carbono ("bonos verdes"): Una revisión. Revista Interamericana de Ambiente y Turismo 1(1): 42-52 pp.

López-Álvarez B., J. A. Ramos-Leal, J. Moran-Ramírez, A. Cardona B., G. Hernández G. 2013. Origen de la calidad del agua del acuífero colgado y su relación con los cambios de uso de suelo en el Valle de San Luis Potosí. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana 65 (1): 9-26 pp.

LPADSEQ. 2012. Ley de Protección Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Querétaro. La Sombra de Arteaga. Periódico oficial del gobierno del estado de Querétaro. Santiago de Querétaro. Tomo CXLV, No. 59. 13164 – 13390 pp.

Maass M., E. Jardel, A. Martínez-Yrizar. L Calderón, J. Herrera, A. Castillo, J. Euán-Ávila y M. Equihua. 2010. Las áreas naturales protegidas y la investigación ecológica de largo plazo en México. Ecosistemas 19 (2): 69-83 pp.

Mas J. F., B. A. Perez-Vega. 2005. La representatividad del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP). Gaceta Ecológica. (74): 5-14 pp.

Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and Human Well- Being: Synthesis. Island Press, Washington, DC. 100 pp.

Montaño A., N. M., R. García S., G. Ochoa de la R., A. Monroy A. 2006. Relación entre la vegetación arbustiva, el mezquite y el suelo de un ecosistema semiárido en México. *TERRA Latinoamericana* 24 (2) : 193-205 pp.

Montoya G., L. Soto, B. de Jong, K. Nelson, P. Farias, P. Yakactic, y J. H. Taylor. 1995. Desarrollo forestal sustentable: Captura de carbono en las zonas tzeltal y tojolabal del estado de Chiapas. Instituto Nacional de Ecología. México. 50 pp.

Nyakatawa E. Z., K. C. Reddy and J. L. Lemunyon. 2001. Predicting soil erosion in conservation tillage cotton production systems using the revised universal soil loss equation (RUSLE). *Soil & Tillage Research* 57: 213-224 pp.

Padilla G. U. 1996. Distribución Herpetofaunística del Noreste del Estado de Querétaro, en un Gradiente Altitudinal y de Vegetación. Tesis de Licenciatura., para obtener el grado de Licenciado en Biología, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro.

Padilla G. U., M. S. Cruz-Pérez, C. Tinoco N., y C. López G. 2011. Herpetofauna del Estado de Querétaro. UAQ. En prensa. 40 pp.

Padilla G. U. y R. Pineda L. 1997. Vertebrados del Estado de Querétaro. Universidad Autónoma de Querétaro. 84 pp.

Paz S. M. F. 2008. De áreas naturales protegidas y la participación; Convergencias y divergencias en la construcción del interés público. *Revista Nueva Antropología*. 21(68): 51-74 pp.

Peñuela A. L. A. y J.J. Carrillo R. 2013. Definición de zonas de recarga y descarga de agua subterránea a partir de indicadores superficiales: centro-sur de la Mesa Central, México. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM* 81: 18-32 pp.

Pisanty B. I. 2006. Cambio global y biodiversidad en Urbina S. J. y J. Martínez F. (Eds.). Más allá del cambio climático: Las dimensiones psicosociales del cambio ambiental global. SEMARNAT, Instituto

Nacional de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Psicología. Editorial del Deporte Mexicano. México. 287 pp.

PNUMA-SEDESU-CONCYTEQ. 2008. Perspectivas del Medio Ambiente Urbano: GEO Zona Metropolitana Querétaro. 144pp. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Secretaria de Desarrollo Sustentable del Poder Ejecutivo del Estado de Querétaro y Centro Queretano de Recursos Naturales del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro. México. 144 pp.

POEREQ. 2009. Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro. Querétaro, Qro. La Sombra de Arteaga, 2925-3067 pp.

Ramírez M. L. 2004. El método de jerarquías analíticas de Saaty en la ponderación de variables. Aplicación al nivel de mortalidad y morbilidad en la providencia del Chaco. Universidad Nacional del Noroeste, Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Chaco, Argentina. 1-4 pp.

Richard Harrington R., C. Anton, T. P. Dawson, F. de Bello, C. K. Feld, J. R. Haslett, T. Kluvánková-Oravská, A. Kontogianni, S. Lavorel, G. W. Luck, M. D. A. Rounsevell, M. J. Samways, J. Settele, M. Skourtos, J. H. Spangenberg, M. Vandewalle, M. Zobel and P. A. Harrison. 2010. Ecosystem services and biodiversity conservation: concepts and a glossary. *Biodivers Conserv* 19: 2773-2790 pp.

Riemann H., R. Santes-Álvarez, R. V., y A. Pombo. 2011. El papel de las áreas naturales protegidas en el desarrollo local. El caso de la península de Baja California. *Gestión y Política Pública*. 20(1): 141-172 pp.

Rodríguez L. R., J. Jiménez P., Ó. A. Aguirre C., E. J. Treviño G., y R. Razo Z. 2009. Estimación del carbono almacenado en el bosque de pino-encino en la Reserva de la Biosfera El Cielo Tamaulipas México. *Ra Ximhai* 5(3): 317-327 pp.

Rosas P. I., G. Carranza O., Y. Nava C. y A. Larqué S. 2006. La percepción sobre la conservación de la cobertura vegetal en Urbina S. J. y J. Martínez F. (Eds.). Más allá del cambio climático: Las dimensiones psicosociales del cambio ambiental global. SEMARNAT, Instituto Nacional de Ecología,

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Psicología. Editorial del Deporte Mexicano. México. 287 pp.

Saaty T. L. 1977. Scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology*. 15(3): 234-281 pp.

Saint-Charles Z. J. C. 2009. La Trinidad: Un emplazamiento defensivo del epiclásico en Tequisquiapan en Jarillo H. R. (Ed), *Tiempo y región: Estudios Históricos y Sociales*. Instituto Nacional de Antropología, Universidad Autónoma de Querétaro, Municipio de Querétaro 2006-2009. México. 19-39 pp.

Sánchez C. I., G. Díaz P., H. Macías R., y J. Estrada Á. 2010. Proceso jerárquico analítico para la toma de decisiones en el manejo de los recursos naturales. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 1(3): 205-319 pp.

Santos, G., O. Flores V. y F. Mendoza Q. 1994. La declinación de las poblaciones de anfibios en el mundo ¿qué está sucediendo en México? *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 45:125-132 pp.

Santos, T., J. L. Tellería. 2006. Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de especies. *Ecosistemas* 15(2): 3-12 pp.

Schmidt S., y G. Hatch K. 2012. El agua en México. *Foreign Affairs Latinoamérica*. 12(4): 89-96 pp.

SEDESU. 2006. Sistema de Áreas Naturales Protegidas del Estado de Querétaro SANPEQ. Secretaría de Desarrollo Sustentable. Querétaro. México. 41pp.

SEDESU. 2013a. Sistema de Áreas Naturales Protegidas del Estado de Querétaro SANPEQ.

SEDESU. 2013b. Módulo de registro de Flora y Fauna del Estado de Querétaro. Secretaría de Desarrollo Sustentable del Poder Ejecutivo del Estado de Querétaro.

SEDESU- UAQ. En proceso. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Tequisquiapan. Secretaria de Desarrollo Sustentable del Estado de Querétaro. Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro.

Seiferling I. S., R. Proulx, P. R. Peres-Neto, L. Fahrig y C. Messier. 2011. Measuring protected-area insolation and correlations of isolation with land-use intensity and protection status. *Conservation Biology*. 1-9 pp.

Sekercioglu, C. H. 2010. Ecosystem functions and services in Sodhi, N. S. y Ehrlich, P. R. (Ed.). *Conservation Biology for All*. Oxford University. United States of America. 344 pp.

SEMARNAT. 2008. ¿Y EL MEDIO AMBIENTE? Problemas en México y el Mundo. SEMARNAT, México. 192 pp.

SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001. Protección ambiental. Especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. Diario Oficial 6 de marzo de 2002.

Sierra L. E. M., M. E. Bolio G., M. de Gpe. Altamirano M., E. A. Cocom P., R. A. Hiuit C., y J. de J. Antúnes C. 2011. Análisis de la presencia de perros "ferales" sobre la salud ambiental en la Reserva Ecológica "Cuxtal, Mérida, Yucatán, México. *Bioagrociencias*. 4(1): 53-57 pp.

Suárez M. M. E., J. L. Villaseñor. 2011. Las compuestas endémicas de Oaxaca: diversidad y distribución. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. (88): 55-56 pp.

Termorshuizen J. W., and P. Opdam. 2009. Landscape services as a bridge between landscape ecology and sustainable development. *Landscape Ecol* 24: 1037-1052 pp.

Torres R. J. M., y A. Guevara S. 2002. El potencial de México para la producción de servicios ambientales: captura de carbono y desempeño hidráulico. *Gaceta Ecológica*. (63): 40-59 pp.

Urzúa M. A., y A. Craqueo-Urizar. 2012. Calidad de vida: Una revisión teórica de concepto. Sociedad Chilena de Psicología Clínica. 30(1): 61-71 pp.

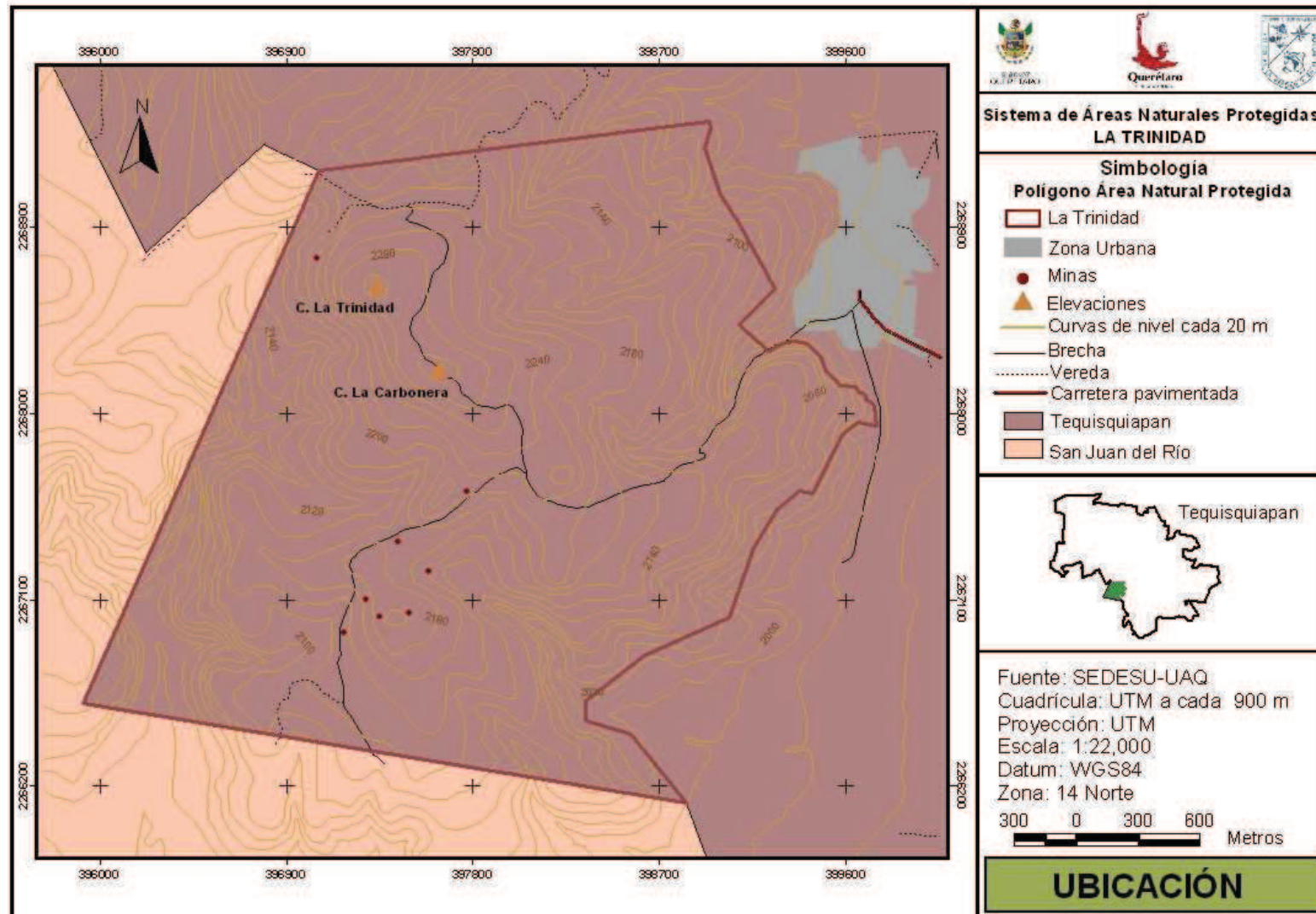
Velarde J. E., y C. Ávila F. 2002. Evaluación de calidad de vida. Salud Pública de México. 44(4): 349-361 pp

Yerena Y. J. I., J. Jiménez P., O. A. Aguirre C., y E. J. Treviño G. 2011. Concentración de carbono en la biomasa aérea del matorral espinoso tamaulipeco. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 17(2): 283-291 pp.

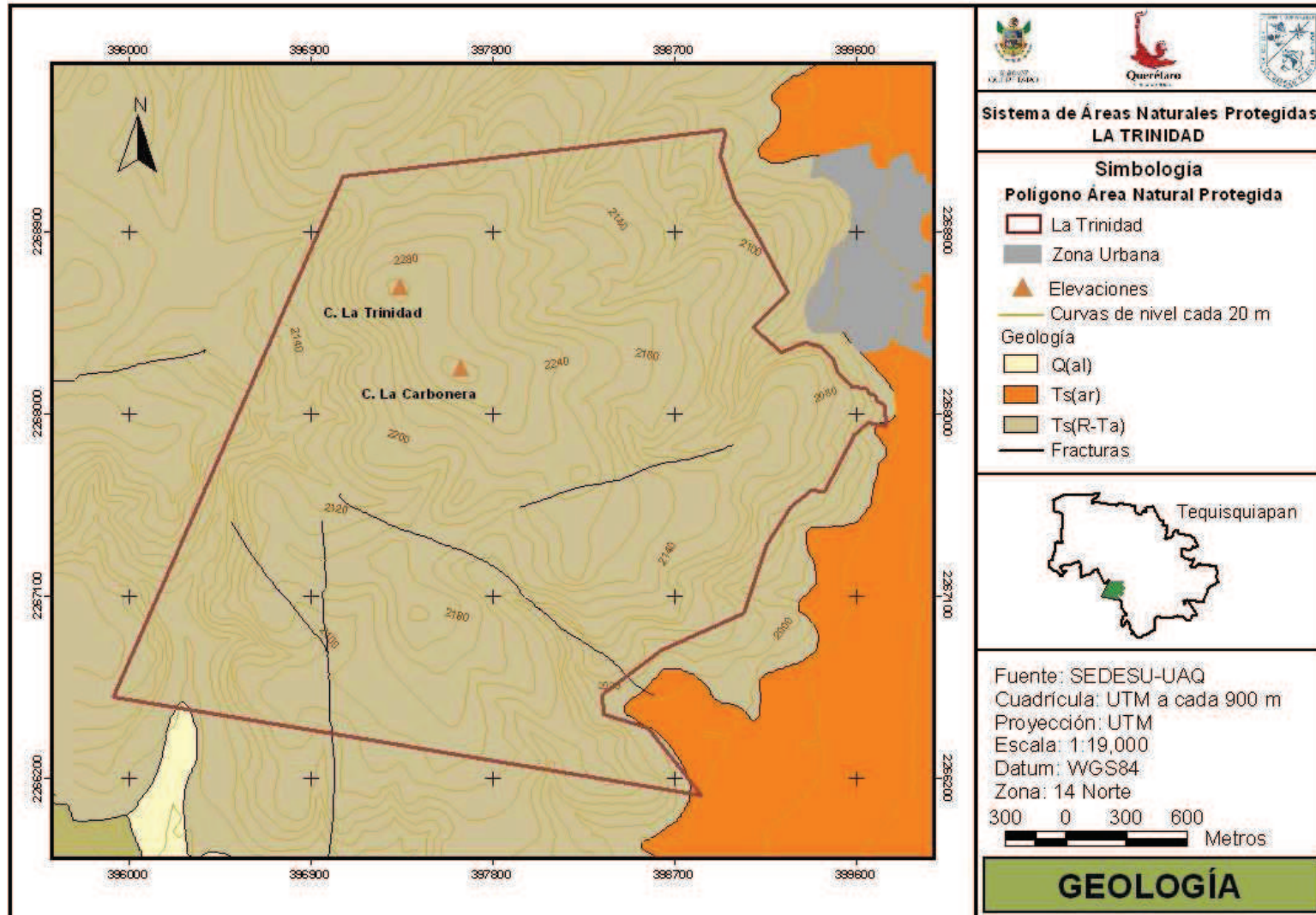
Zamudio, R. S., J. Rzedowski, E. Carranza G. y G. Calderón de R. 1992. La vegetación del Estado de Querétaro. Instituto de Ecología. Centro Regional del Bajío. México. 92 pp.

Zavaleta H. E., H. Cruz-Jiménez y J. Márquez R. 2012. Potencial de infiltración de agua de lluvia a partir de la retención de una plantación forestal. Foresta Veracruzana. 14 (1): 23-28 pp.

10.1 Anexo 1

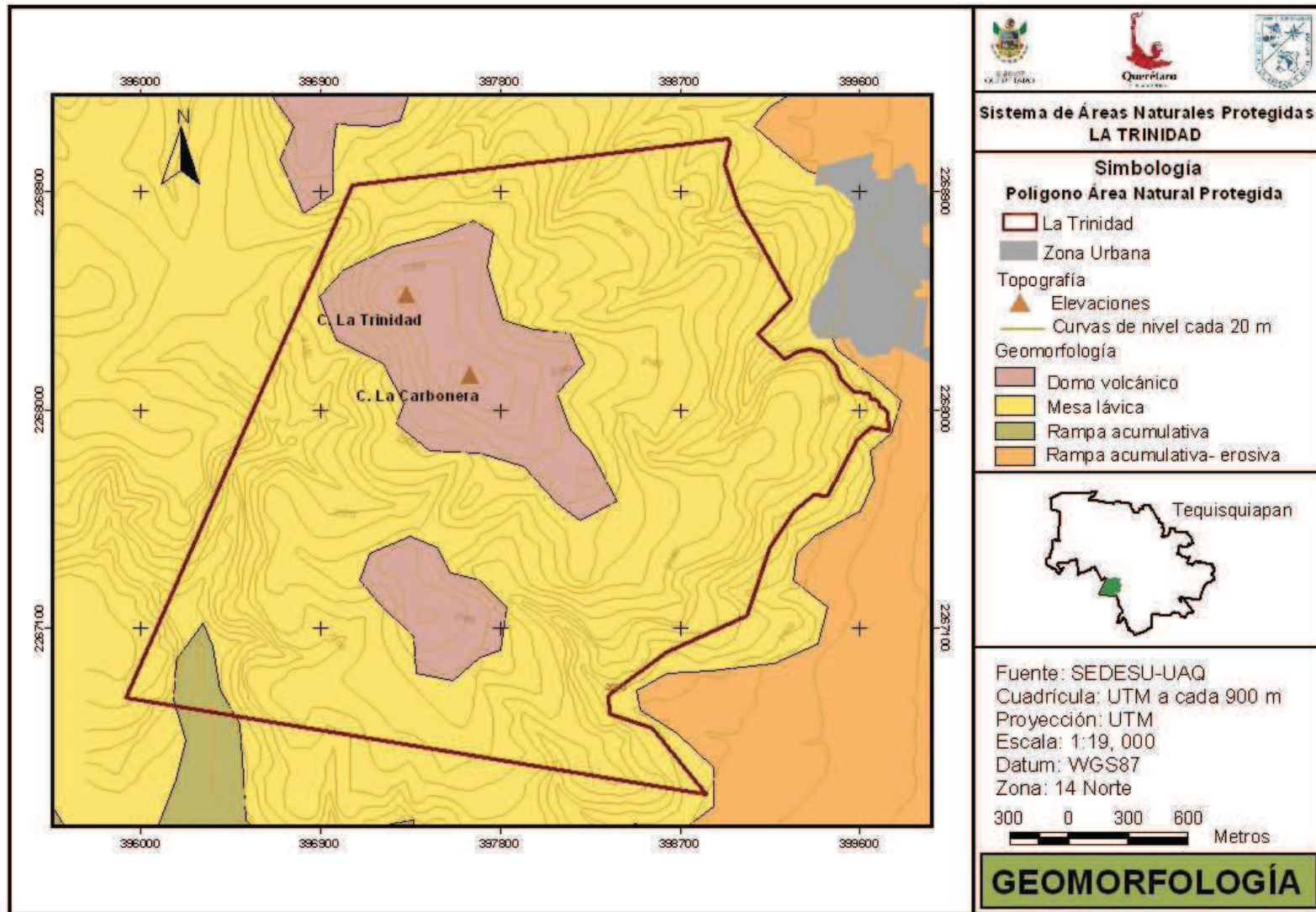


Mapa 1. Ubicación geográfica del ANP “La Trinidad, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro.

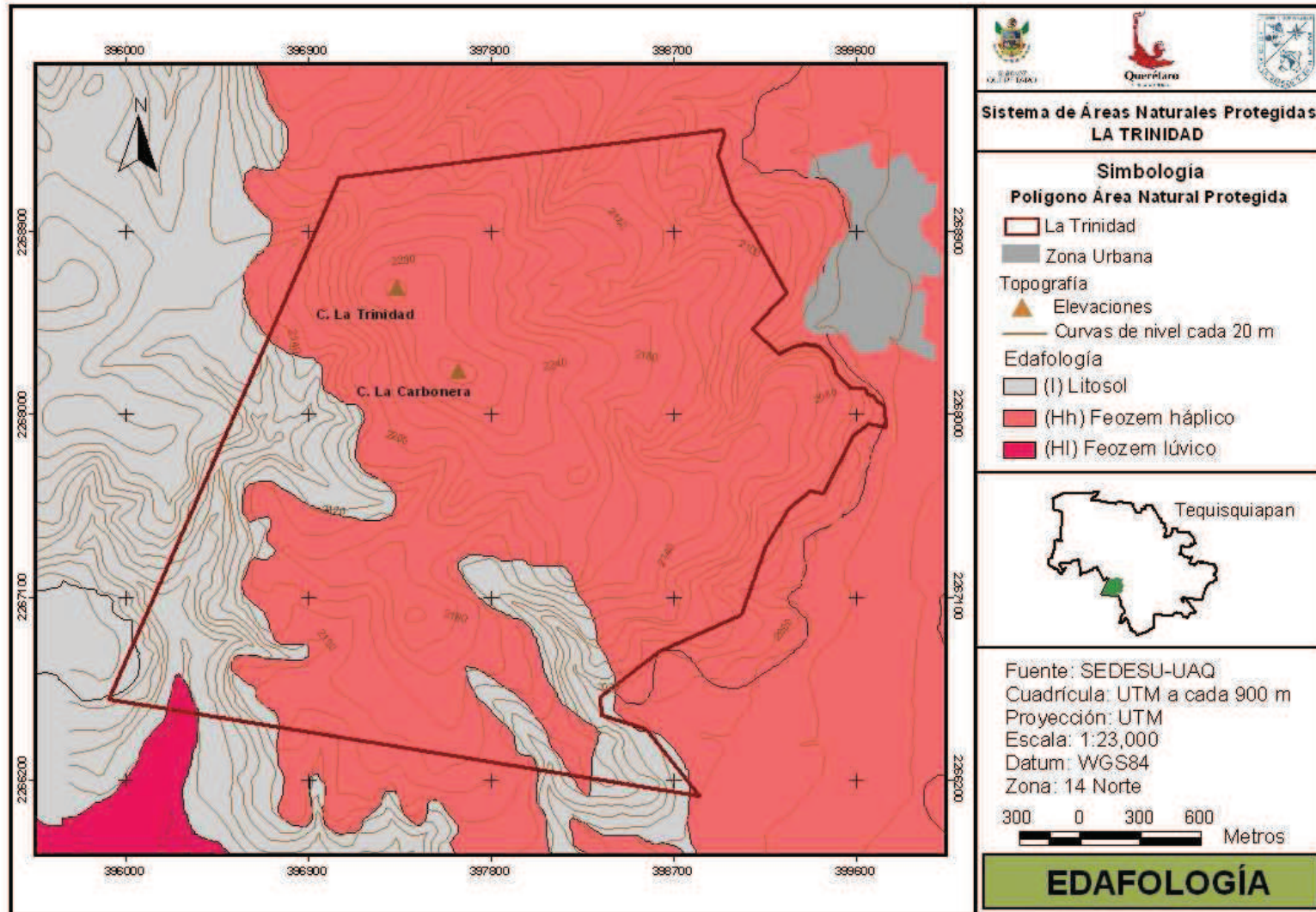


Mapa 2. Geología presente en el ANP La Trinidad

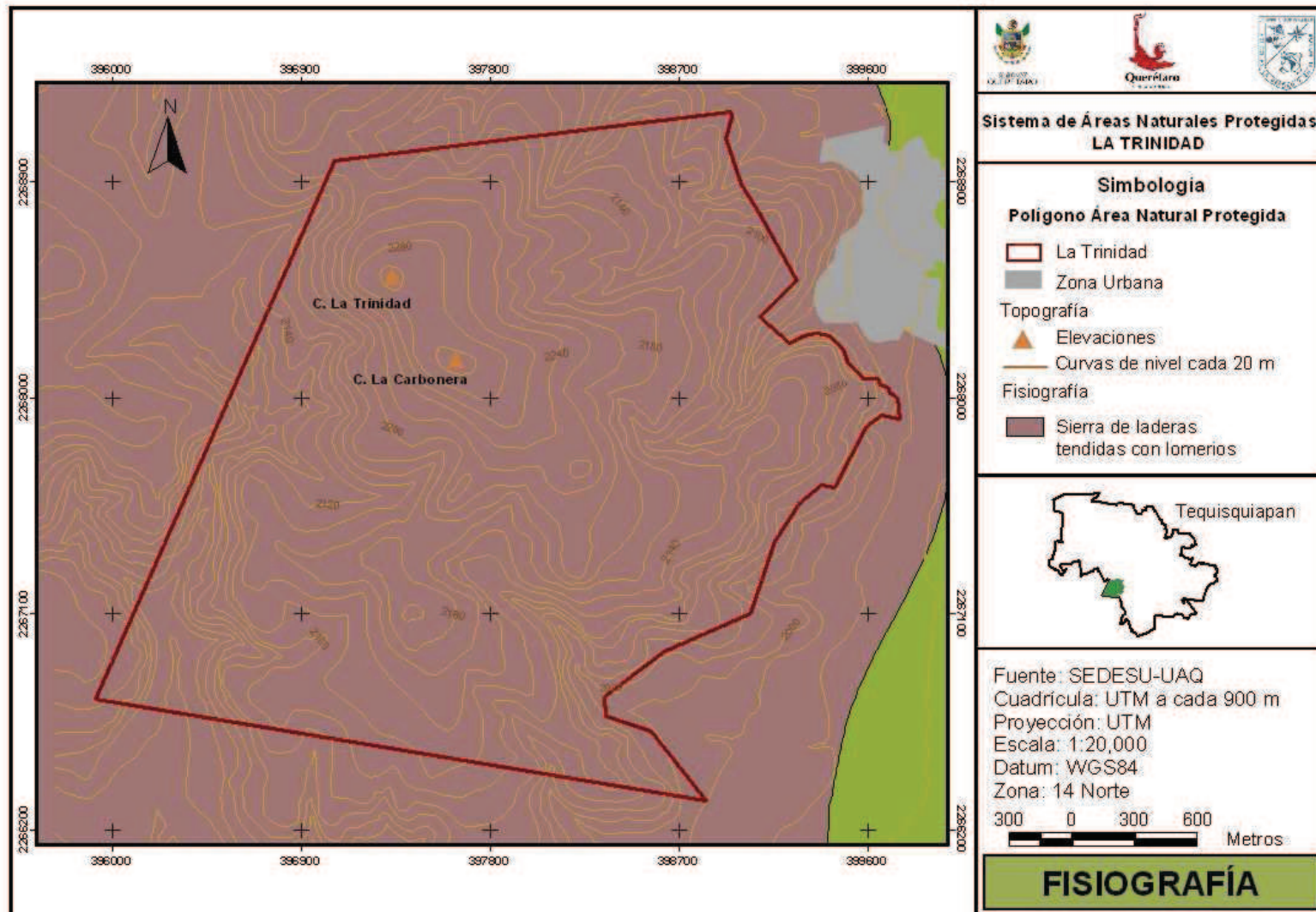




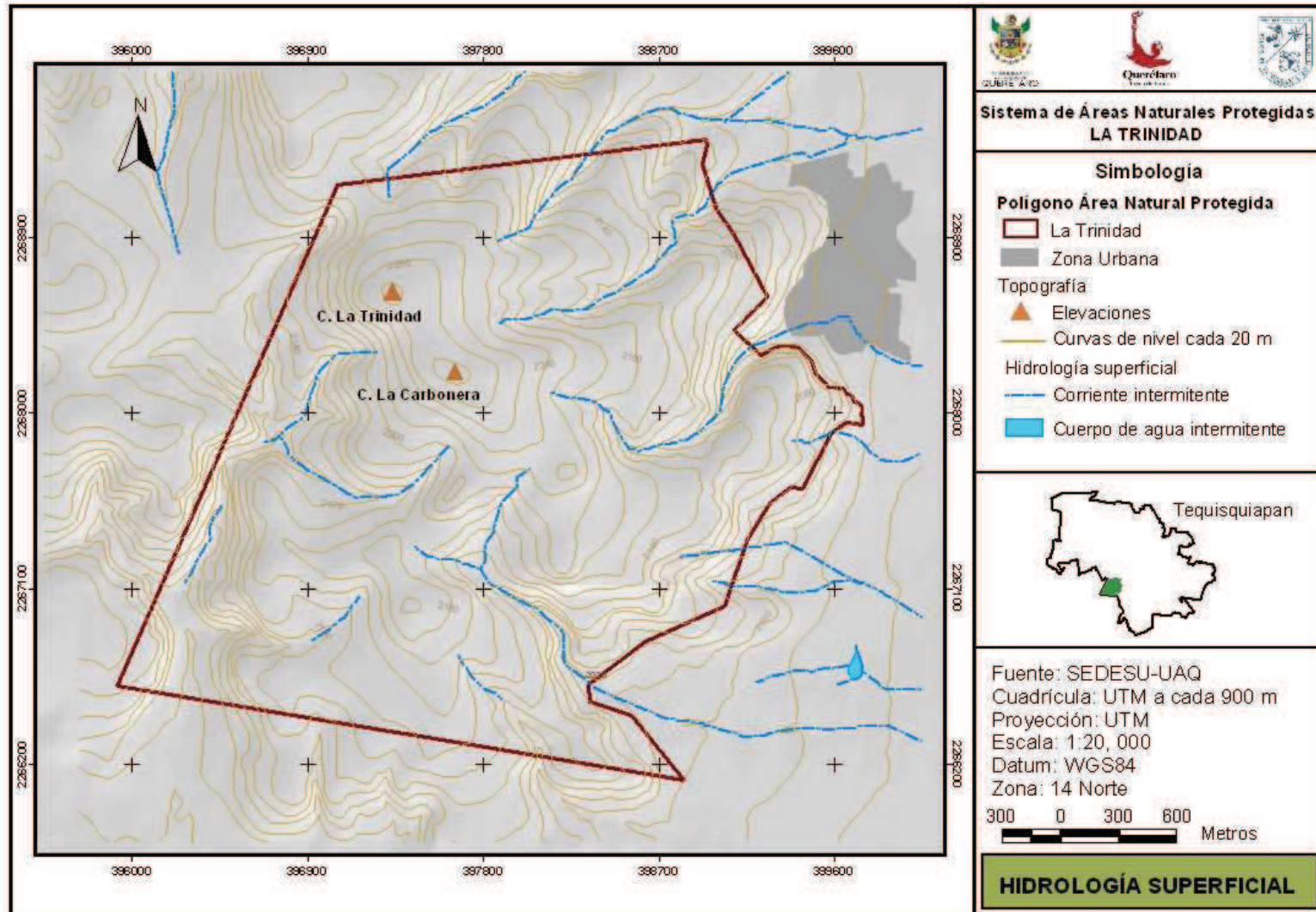
Mapa 3. Geomorfología presente en La Trinidad



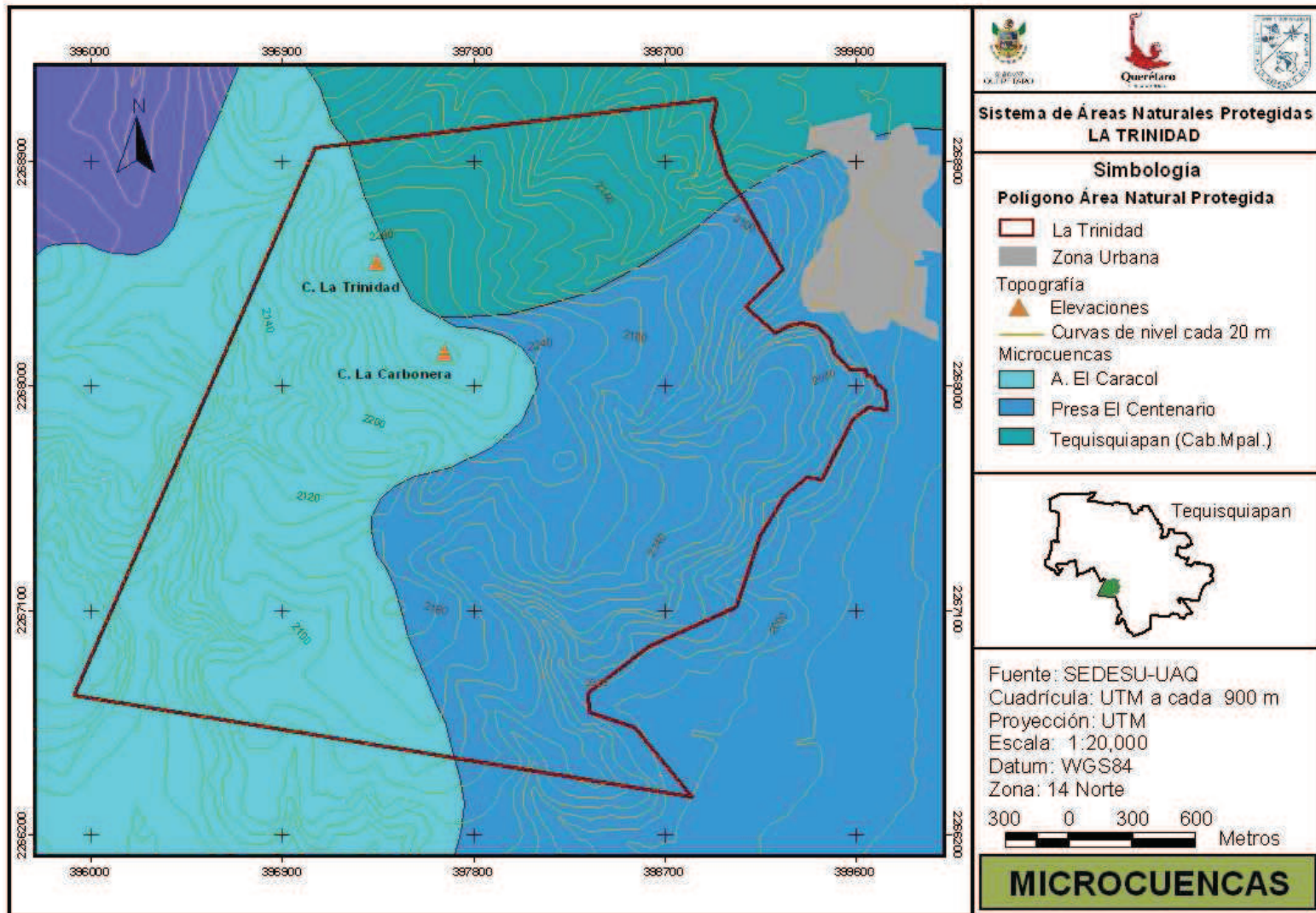
Mapa 4. Edafología presente en el ANP La Trinidad



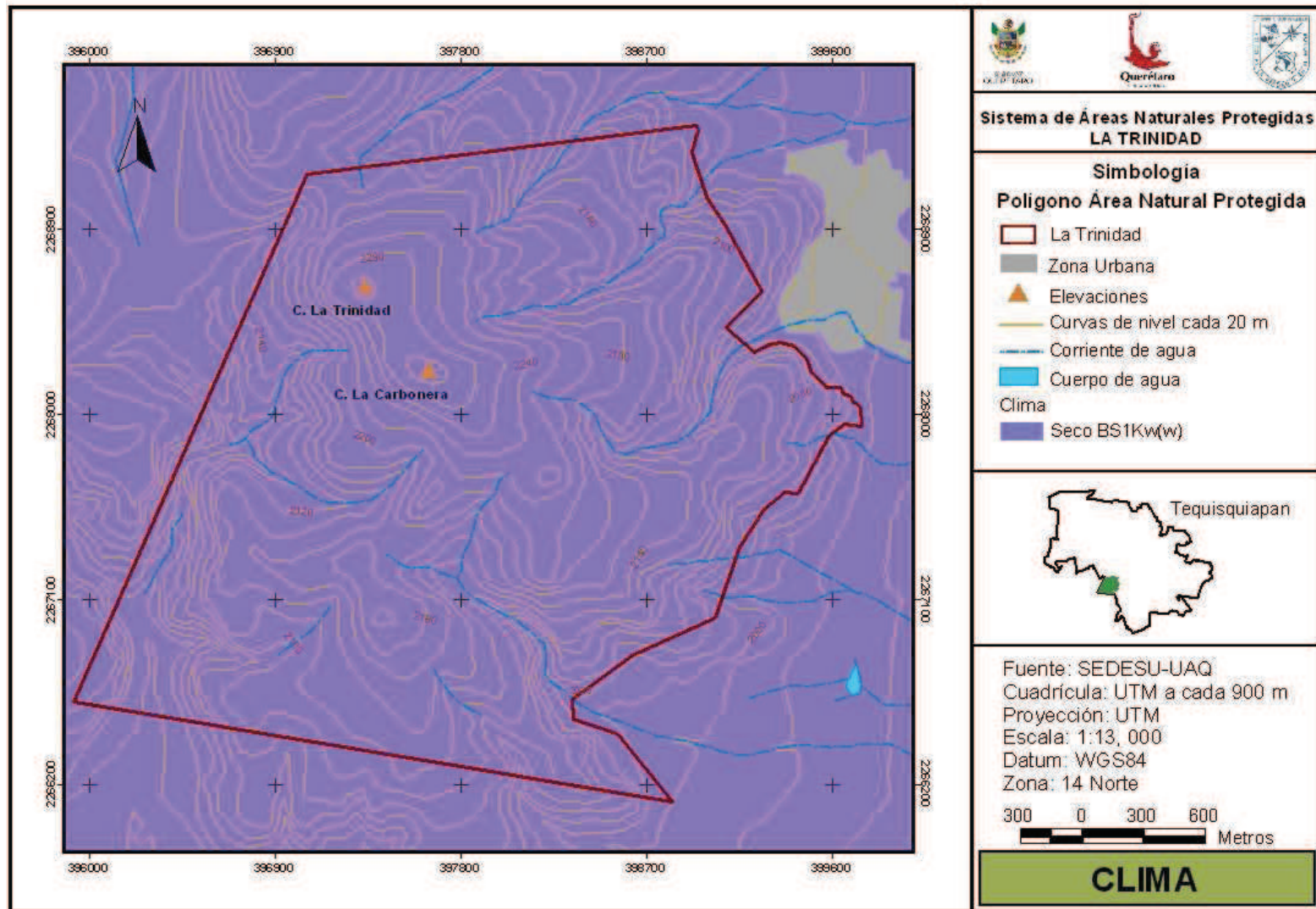
Mapa 5. Fisiografía presente en el ANP La Trinidad



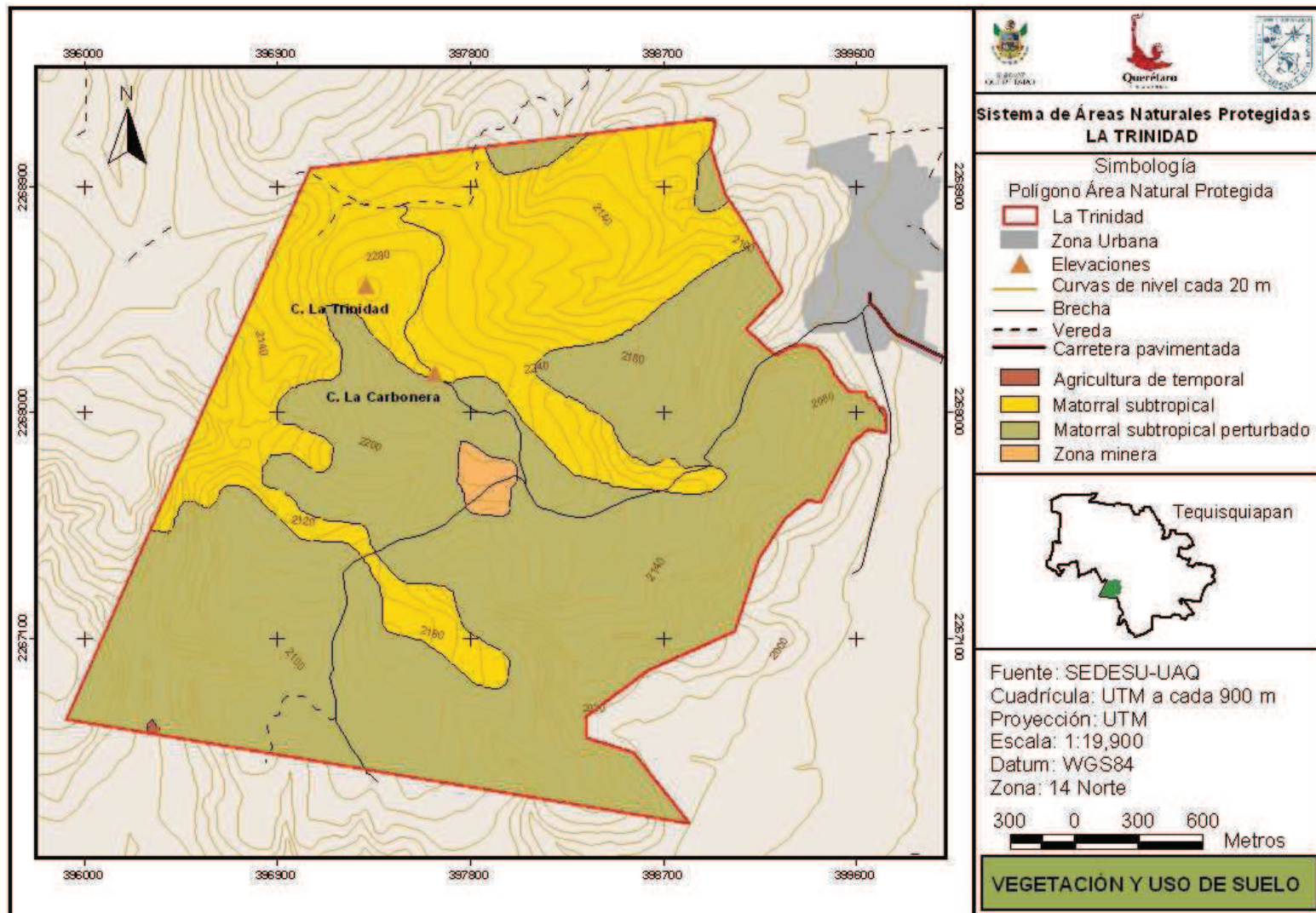
Mapa 6. Hidrología superficial presente en la Trinidad



Mapa 7. Microcuencas ubicadas en el ANP La Trinidad



Mapa 8. Clima presente en el ANP La Trinidad



Mapa 9. Vegetación y Uso del Suelo presente en el ANP La Trinidad

10.2 Anexo 2



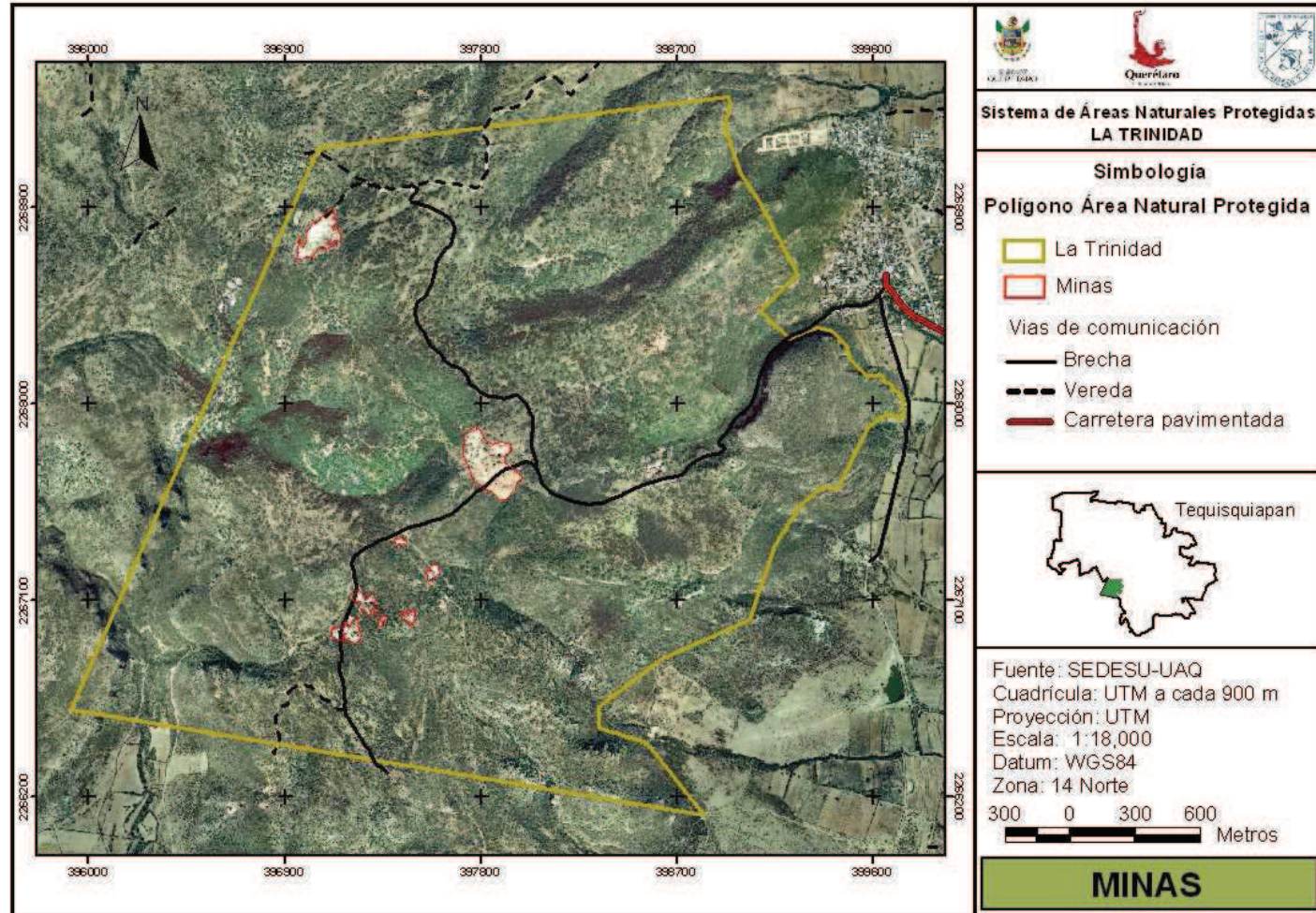
Paisaje del Área Natural Protegida La Trinidad





Paisaje del Área Natural Protegida La Trinidad

### 10.3 Anexo 3



Ubicación de minas de ópalo en el ANP La Trinidad

Foto. Ópalo de fuego encontrado en el ANP La Trinidad

## 10.4 Anexo 4 Lineamientos, acciones, criterios ecológicos y personas responsables de efectuar cada acción específicos para la UGA 178

### Los Venados.

| No. Lineamiento | Lineamiento   | Tiempo límite para cumplir el lineamiento | No. Acción | Acción   | Responsable   | Institución o sector de la sociedad que debe ser involucrado | Criterio de regulación ecológica   |
|-----------------|---|---|------------|--|---|--|--|
| L01             | Disminuir en al menos un 50%, el abatimiento anual del acuífero.  | Cinco años.                               | A00 1      | Se aplicará un programa para la captación de agua de lluvia, en un lapso no mayor de cuatro años. Con especial atención a nuevos fraccionamientos habitacionales e industriales. Así como en bordos urbanos y desazolve de vasos reguladores.  | SEDESU, CONAGUA, CEA, SEDEA, JAPAM, Autoridad Municipal, COTAS, IMTA, SDUOP.                    | Propietarios, usuarios.                                      | Reglamento General de Construcciones del Estado de Querétaro ( Febrero 2007), Reglamento de Construcción del Municipio de Queretaro (11 Mayo 2004).                                    |
| L01             | Disminuir en al menos un 50%, el abatimiento anual del acuífero.  | Cinco años.                               | A00 2      | Se regularizará el uso y destino del recurso agua entre concencionarios, en un plazo máximo de tres años.  | SEDESU, CONAGUA, CEA, JAPAM, Autoridad Municipal, COTAS, IMTA, SDUOP y Autoridades Competentes. | Propietarios, usuarios.                                      | Ley de Aguas Nacionales (01 Diciembre 1992).   |
| L01             | Disminuir en al menos un 50%, el abatimiento anual del acuífero.  | Cinco años.                               | A00 3      | Se aplicarán programas para la tecnificación del riego agrícola, incrementando la eficiencia física en al menos un 80 % en un plazo máximo de 5 años.  | SEDESU, CONAGUA, CEA, JAPAM, Autoridad Municipal, COTAS, IMTA, SDUOP, SAGARPA.                  | Propietarios, usuarios.                                      | Ley de Aguas Nacionales (01 Diciembre 1992), Ley Estatal del Equilibrio Ecologico y Protección al Ambiente (11 Octubre 2001), Ley de Desarrollo Rural Sustentable (07 Diciembre 2001). |
| L02             | Emplear aguas residuales tratadas en riego agrícola.  | Cinco años.                               | A00 4      | Se sustituirá en un 70 % el uso de aguas residuales crudas en la agricultura de acuerdo al tipo de cultivo, reemplazándolas por aguas residuales tratadas, en un plazo máximo de 4 años. Con especial atención al corredor de Querétaro a San Juan del Río y de Querétaro a Ezequiel Montes. | SEDESU, CONAGUA, CEA, JAPAM, Autoridad Municipal, COTAS, IMTA, ICA.                             | Propietarios, usuarios.                                      | Ley de Aguas Nacionales (01 Diciembre 1992).   |
| L03             | Controlar el flujo de aguas residuales descargadas en aguas, bienes nacionales y en los sistemas de alcantarillado para que | Cinco años.                               | A00 5      | Se aumentará al 90% la cobertura de alcantarillado en zonas urbanas, y en 75% en zonas suburbanas y rurales, en un lapso no mayor de cinco años. Con especial atención aquellas que  | SEDESU, CEA, CONAGUA, JAPAM, Autoridad municipal.   | Propietarios, usuarios.                                      | NOM-002-SEMARNAT-1996 ( 03 JUNIO 1998), NOM-001-SEMARNAT-1996 (24 DICIEMBRE 1996).   |

| No. Lineamiento | Lineamiento  | Tiempo límite para cumplir el lineamiento | No. Acción  | Acción   | Responsable                                       | Institución o sector de la sociedad que debe ser involucrado | Criterio de regulación ecológica   |
|-----------------|--|---|-------------|--|---|--|--|
|                 | no rebasen los límites permisibles de contaminantes de acuerdo a las Normas Oficiales Mexicanas.   |   |             | contemplen localidades con una población mayor a 2,500 habitantes.   |   |  |  |
| <b>L03</b>      | Controlar el flujo de aguas residuales descargadas en aguas, bienes nacionales y en los sistemas de alcantarillado para que no rebasen los límites permisibles de contaminantes de acuerdo a las Normas Oficiales Mexicanas. | Cinco años.                               | <b>A006</b> | Se construirán, rehabilitarán y operarán plantas de tratamiento de agua para tratar al menos un 70 % de las aguas residuales, en un lapso no mayor de cuatro años.   | SEDESU, CEA, CONAGUA, JAPAM, Autoridad Municipal. | Propietarios, usuarios.                                      | NOM-002-SEMARNAT-1996 (03 JUNIO 1998), NOM-001-SEMARNAT-1996 (24 DICIEMBRE 1996).  |
| <b>L09</b>      | Regular la explotación, rehabilitación y restauración de la superficie de los bancos de material.  | Cinco años.                               | <b>A027</b> | Únicamente se autorizarán las actividades de extracción de minerales no reservados a la federación a través de la expedición de la licencia de explotación. Deberá efectuarse inmediatamente para bancos de material nuevos, y en un período no mayor de cinco años por lo menos en un 80 % de los bancos ya abiertos. Con especial atención en San Juan del Río, Corregidora, Pedro Escobedo, Querétaro y El Marqués. | SEDESU, Autoridad municipal.                      | Propietarios, Sociedad en general                            | Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (11 Octubre 2001) y su Reglamento en materia de explotación de bancos de material, Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos.  |
| <b>L09</b>      | Regular la explotación, rehabilitación y restauración de la superficie de los bancos de material.  | Cinco años.                               | <b>A028</b> | Se rehabilitarán los bancos de material abandonados, autorizándolos como bancos de tiro, para su posterior reforestación con vegetación nativa, en un lapso no mayor de tres años.   | SEDESU, SEDEA, CONAFOR, Autoridad municipal.      | Propietarios, sociedad en general                            | Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (11 Octubre 2001) y su Reglamento en materia de explotación de bancos de material, Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (25 Febrero 2003), Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (25 Febrero 2003), Ley de Fomento |

| No. Lineamiento | Lineamiento  | Tiempo límite para cumplir el lineamiento | No. Acción | Acción   | Responsable   | Institución o sector de la sociedad que debe ser involucrado            | Criterio de regulación ecológica  |
|-----------------|--|---|------------|--|---|---|---|
|                 |  |   |            |  |   |   | y Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Querétaro (22 Diciembre 2004).  |
| L10             | Apegar el tratamiento y disposición de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos generados en el Estado, a lo establecido en la Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Querétaro y en las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes. | Seis años.                                | A046       | Se aplicará un programa para lograr el control y clausura de la totalidad de tiraderos a cielo abierto y se prohíbe la apertura de nuevos tiraderos. Con especial atención a aquellas zonas con aptitud para la conservación. En un lapso no mayor de tres años.   | SEDESU, SEMARNAT, PROFEPA, SESEQ, SSA, Autoridad municipal.                         | Propietarios, Usuarios, Concesionarios.                                 | Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Querétaro (20 Febrero 2004) y su Reglamento, Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento (08 Febrero 2003).  |
| L10             | Apegar el tratamiento y disposición de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos generados en el Estado, a lo establecido en la Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Querétaro y en las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes. | Seis años.                                | A047       | Se construirá y operará un centro de acopio por municipio para el manejo integral de envases desechados de agroquímicos en un lapso no mayor de dos años. Con especial atención a UGAs con agricultura de riego y temporal.  | SEDESU, SEMARNAT, SAGARPA, CESAVEQ, INIFAP, SESEQ, SEDEA, SSA, Autoridad municipal. | Propietarios, productores, usuarios, casas comercializadoras.           | NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, NOM-098-SEMARNAT-2002.(01 OCTUBRE 2004).  |
| L12             | Reglamentar que las reforestaciones, se hagan con especies nativas de los ecosistemas presentes en cada UGA.   | Tres años.                                | A050       | Se generará un programa estatal de reforestación con especies nativas producto de viveros regionales, definiendo las zonas prioritarias para esta, estableciendo su ubicación cartográficamente. Este programa incluirá las medidas necesarias para que la sobrevivencia sea de al menos el 50 %. El programa se | SEDESU, SEMARNAT, CONAFOR, SEDEA, Autoridad municipal.                              | Propietarios, OSC, Dirección de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda. | Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (25 Febrero 2003), Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (25 Febrero 2003), Ley de Fomento y Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Querétaro (22 Diciembre 2004), Ley Estatal del Equilibrio |

| No. Lineamiento | Lineamiento  | Tiempo límite para cumplir el lineamiento | No. Acción | Acción   | Responsable  | Institución o sector de la sociedad que debe ser involucrado                     | Criterio de regulación ecológica  |
|-----------------|--|---|------------|--|--|--|---|
|                 |  |   |            | elaborará en un lapso no mayor a un año, y se iniciará su implementación en no más de dos años.  |  |  | Ecológico y Protección al Ambiente( 11 Octubre 2001), NOM-061-SEMARNAT-1994, (13 MAYO 1994)NOM-126-SEMARNAT-2000, (20 MARZO 2001)NOM-007-SEMARNAT-1997, (30 MAYO 1997) NOM-020-SEMARNAT-2001, (10 DICIEMBRE 2001) NOM-060-SEMARNAT-1994. (13 MAYO 1994).  |
| L12             | Reglamentar que las reforestaciones, se hagan con especies nativas de los ecosistemas presentes en cada UGA. | Seis años.                                | A05<br>1   | Se establecerá un vivero por región en el que se reproduzcan las especies arbóreas y arbustivas nativas de mayor importancia biológica en todas aquellas UGAs propias de bosques, selvas y/o matorrales conservados, con especial atención a las propias del bosque mesófilo de montaña y a las especies que se encuentren en categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2001. En un plazo máximo de tres años. | SEDESU, CONAFOR, SEDEA, SEMARNAT, INIFAP, Autoridad municipal.                                 | Propietarios, Habitantes de la región, Instituciones de Educación Superior, OSC. | Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (25 Febrero 2003), Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (25 Febrero 2003), Ley de Fomento y Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Querétaro (22 Diciembre 2004), NOM-059-SEMARNAT-2001, (06 Marzo 2002) NOM-126-SEMARNAT-2000. (20 MARZO 2001). |
| L12             | Reglamentar que las reforestaciones, se hagan con especies nativas de los ecosistemas presentes en cada UGA. | Seis años.                                | A05<br>5   | Se reforestará con especies nativas las áreas prioritarias para la conservación con especial atención a barrancas y márgenes de arroyo, en un lapso no mayor de cinco años.  | SEDESU, CONAFOR, SEDEA, INIFAP, Autoridad municipal.   | Propietarios, usuarios.  | Ley Estatal de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente ( 11 Octubre 2001), Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (25 Febrero 2003) y su Reglamento, Ley de Fomento y Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Querétaro (22 Diciembre 2004).  |
| L13             | Mantener la biodiversidad presente en el área.   | Cinco años.                               | A06<br>4   | Se elaborarán y aplicarán programas turísticos dirigidos al conocimiento de la biodiversidad (seleccionar las actividades conforme a las condiciones de la UGA), en un lapso no mayor de   | SEDESU, SECTUR, Dirección de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, SEMARNAT, PROFEPA, SEDEA, | Agencias especializadas en ecoturismo, visitantes, Instituciones de educación    | Ley Estatal de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente( 11 Octubre 2001), Ley de Turismo del Estado de Querétaro( 27 Octubre 2006), Reglamento de la Ley Federal  |

| No. Lineamiento | Lineamiento   | Tiempo límite para cumplir el lineamiento | No. Acción | Acción  | Responsable   | Institución o sector de la sociedad que debe ser involucrado  | Criterio de regulación ecológica   |
|-----------------|---|---|------------|---|---|---|--|
|                 |   |   |            | cinco años. Estas actividades deberán de incluir no sólo infraestructura, sino también capacitación y beneficios económicos para la gente de las comunidades de la UGA.   | Autoridad municipal.  | superior.   | de Turismo (31 Diciembre 1992), , NOM-009-TUR-2002( 26 Septiembre 2003), NOM-011-TUR-2001 ( 22 Julio 2002).  |
| L14             | Mantener de forma permanente en los ecosistemas: a) La estructura (tipos de vegetación, heterogeneidad espacial, distribución y conectividad). b) La composición (riqueza y abundancia de especies) y; c) La función (procesos hidrológicos y geomorfológicos). | Cuatro años.                              | A067       | Se prohíbe la extracción de flora y fauna silvestre, en especial aquellas que se encuentran catalogadas bajo alguna categoría de riesgo.  | SEDESU, SEMARNAT, PROFEPA, SEDENA, CONAFOR, PGR, PGJ, Autoridad Municipal                           | Sociedad en general, Centros de Investigación.  | Ley General de Vida Silvestre (03 Julio 2000) y su Reglamento, NOM-059-SEMARNAT-2001, (06 Marzo 2002) NOM-061-SEMARNAT-1994. (30 MAYO 1994) Código Penal Federal. Código Penal para el Estado de Querétaro ( 14 de Marzo 2008).                                    |
| L14             | Mantener de forma permanente en los ecosistemas: a) La estructura (tipos de vegetación, heterogeneidad espacial, distribución y conectividad). b) La composición (riqueza y abundancia de especies) y; c) La función (procesos hidrológicos y geomorfológicos). | Cuatro años.                              | A070       | Se aplicará un programa de regularización de las actividades ecoturísticas y de los prestadores de servicios a nivel estatal y municipal, con la finalidad de controlar los impactos generados al ambiente, en un lapso no mayor de dos años. | SEDESU, SEMARNAT, Dirección de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, Autoridad municipal, SECTUR. | Propietarios, OSC, SO, Grupo Ecológico Sierra Gorda, prestadores de servicios, habitantes de la zona. | Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (28 Enero 1988), Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (11 Octubre 2001), Ley de Turismo del Estado de Querétaro ( 27 Octubre 2006), NOM-009-TUR-2002 ( 26 Septiembre 2003). |
| L14             | Mantener de forma permanente en los ecosistemas a) La estructura (tipos de vegetación, heterogeneidad espacial, distribución y  | Cuatro años.                              | A073       | Se regulará cualquier tipo de instalación o infraestructura (incluidos los caminos) en zonas que presenten una o más especies bajo alguna categoría de riesgo, según la NOM-059-SEMARNAT-2001, cuando su                                      | SDUOP, Autoridad municipal, SEDESU, SCT, IMT, CFE, PEMEX, CONAGUA, CEA.                             | Propietarios, Grupo Sierra Gorda, Habitantes, ONG's, Centros de investigación.                        | Ley Estatal de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente(11 Octubre 2001).., NOM-059-SEMARNAT-2001, (06 Marzo 2002) Ley General de Vida Silvestre (03 Julio 2000) y su Reglamento.   |

| No. Lineamiento | Lineamiento   | Tiempo límite para cumplir el lineamiento | No. Acción | Acción   | Responsable  | Institución o sector de la sociedad que debe ser involucrado          | Criterio de regulación ecológica   |
|-----------------|---|---|------------|--|--|---|--|
|                 | conectividad). b) La composición (riqueza y abundancia de especies) y; c) La función (procesos hidrológicos y geomorfológicos).   |   |            | trazo divide ecosistemas conservados.  |  |   |  |
| L14             | Mantener de forma permanente en los ecosistemas: a) La estructura (tipos de vegetación, heterogeneidad espacial, distribución y conectividad). b) La composición (riqueza y abundancia de especies) y; c) La función (procesos hidrológicos y geomorfológicos). | Cuatro años.                              | A074       | Se restringe la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa; la eliminación y daño a la vegetación, así como la quema en orillas de caminos, propiedades o parcelas agrícolas. El municipio deberá establecer sanciones para quien la elimine, la deteriore o la quemé, en un lapso no mayor de un año. | SEDESU, SEDEA, SDUOP, CONAFOR, SCT, SAGARPA, CONAGUA, SEMARNAT, PROFEPA, PEMEX, CFE Autoridad municipal. | Propietarios, usuarios, público en general                            | NOM-039-SEMARNAT-1993 (22 OCTUBRE 1993), NOM-043-SEMARNAT-1993,(22 OCTUBRE 1993), NOM-075-SEMARNAT-1995 (26 DICIEMBRE 1995), NOM-085-SEMARNAT-1994 (02 DICIEMBRE 1994), y NOM-097-SEMARNAT-1995 (01 FEBRERO 1996), Ley Estatal de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente ( 11 Octubre 2001), Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (25 Febrero 2003) y su Reglamento, Ley de Fomento y Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Querétaro (22 Diciembre 2004), NOM-015-SEMARNAP / SAGAR-1997 ( 2 Marzo 1999). |
| L15             | Mantener la superficie y conectividad de los parches remanentes de vegetación presentes en la UGA.  | Seis años.                                | A076       | Se aplicará un programa de manejo del pastizal para incrementar su productividad, evitando su deterioro y pérdida del suelo, en un lapso no mayor de dos años.   | SEDESU, SEDEA, SAGARPA, INIFAP, Autoridad municipal.   | Propietarios, productores, UGRQ, Instituciones de Educación Superior. | Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente( 11 Octubre 2001), Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (25 Febrero 2003) y su Reglamento, Ley Ganadera para el Estado de Querétaro( 23 Mayo 1990).  |
| L15             | Mantener la superficie y conectividad de los parches remanentes de vegetación presentes   | Seis años.                                | A078       | Se promoverá la elaboración, instrumentación y seguimiento de un programa dirigido a la capacitación para un adecuado  | SEDESU, SEMARNAT, CONAFOR, SEDEA, SAGARPA,   | Propietarios, usuarios, sociedad en general.                          | Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (25 Febrero 2003) y su Reglamento, Ley de Fomento y   |



| No. Lineamiento | Lineamiento  | Tiempo límite para cumplir el lineamiento | No. Acción | Acción   | Responsable   | Institución o sector de la sociedad que debe ser involucrado | Criterio de regulación ecológica  |
|-----------------|--|---|------------|--|---|--|---|
|                 | en la UGA.   |   |            | manejo de la vegetación, que incluya acciones dirigidas al control de plagas y cualquier otra necesaria para reducir la probabilidad de incendios, en no más de dos años.  | CONCYTEQ, CESAVEQ, Autoridad municipal.                         |  | Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Querétaro (22 Diciembre 2004), NOM-015-SEMARNAP / SAGAR-1997, NOM-018-SEMARNAT-1999 (27 OCTUBRE 1999).  |
| L15             | Mantener la superficie y conectividad de los parches remanentes de vegetación presentes en la UGA.               | Seis años.                                | A083       | Se restringe la apertura de nuevos bancos para la extracción de materiales pétreos reservados o no a la federación a una distancia inferior a 1 Km de cualquier zona urbana y áreas con aptitud para la conservación. Deberán ajustarse a lo establecido en los Programas Parciales de Desarrollo Urbano (PPDU). | SEDESU, SEMARNAT, SEDESOL, SDUOP, Autoridad municipal.          | Propietarios, Sociedad en general                            | Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (11 Octubre 2001) y su Reglamento en materia de Explotación de Bancos de Material, Código Urbano para el Estado de Querétaro (29 Febrero 2008). |
| L16             | Proteger la biodiversidad y los recursos naturales, manteniendo la integridad de las especies y los ecosistemas. | Tres años.                                | A085       | Se ofrecerán becas de forma anual para la investigación científica dirigida al conocimiento de la biodiversidad en el área y métodos para su conservación.   | SEDESU, UAQ, FIQMA, INIFAP, CONCYTEQ, CONACYT.                  | Instituciones de educación superior.                         | Ley Estatal de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (11 Octubre 2001).   |
| L16             | Proteger la biodiversidad y los recursos naturales, manteniendo la integridad de las especies y los ecosistemas. | Tres años.                                | A086       | Se prohíbe la introducción y liberación de ejemplares exóticos de flora y fauna, al medio silvestre.   | SEDESU, SEMARNAT, PROFEPA, SEDENA, CONAFOR, Autoridad Municipal | Productores, usuarios  | Ley General de Vida Silvestre (03 Julio 2000) y su Reglamento, Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (28 Enero 1988) y su Reglamento en materia de Áreas Naturales Protegidas.        |
| L16             | Proteger la biodiversidad y los recursos naturales, manteniendo la integridad de las especies y los ecosistemas. | Tres años.                                | A087       | Se implementará un programa de regularización de especies ferales y mascotas no convencionales.  | SEDESU, SEMARNAT, PROFEPA, UAQ, Autoridad municipal.            | Sociedad en general, OSC.                                    | Ley Estatal de Protección Animal (12 Julio 2002).   |
| L16             | Proteger la biodiversidad y los  | Tres años.                                | A088       | La autoridad municipal elaborará y aplicará un reglamento en   | SEDESU, SEMARNAT,   | Sociedad en general, OSC.                                    | Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al  |

| No. Lineamiento | Lineamiento  | Tiempo límite para cumplir el lineamiento | No. Acción  | Acción   | Responsable   | Institución o sector de la sociedad que debe ser involucrado   | Criterio de regulación ecológica   |
|-----------------|--|---|-------------|--|---|--|--|
|                 | recursos naturales, manteniendo la integridad de las especies y los ecosistemas.                                 |   |             | materia de regulación ecológica, en un lapso no mayor de un año.   | Autoridad municipal, Congreso Local.  |  | Ambiente( 11 Octubre 2001).  |
| <b>L16</b>      | Proteger la biodiversidad y los recursos naturales, manteniendo la integridad de las especies y los ecosistemas. | Tres años.                                | <b>A089</b> | Los municipios aplicarán su programa de educación ambiental, en un lapso no mayor de un año.   | SEDESU, SEMARNAT, SEDEQ, USEBEQ, UAQ, Autoridad municipal                                     | Sociedad en general, DIF, .                                    | La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (28 Enero 1988), Ley General de Vida Silvestre (03 Julio 2000), Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, Ley de Aguas Nacionales (01 Diciembre 1992), Ley Estatal del Equilibrio Ecologico y Protección al Ambiente( 11 Octubre 2001),Código Municipio de Querétaro. |
| <b>L16</b>      | Proteger la biodiversidad y los recursos naturales, manteniendo la integridad de las especies y los ecosistemas. | Tres años.                                | <b>A090</b> | Se aplicarán las normatividades correspondientes al uso y construcción de fosas sépticas en un lapso no mayor de dos años.   | SEDESU, CONAGUA, SEMARNAT, SAGARPA, SEDESOL, DIF, CEA, SEDEA, Autoridad municipal.            | Propietarios, usuarios, habitantes de la zona.                 | NOM-006-CONAGUA-1997 (29 ENERO 1999).  |
| <b>L22</b>      | Mantener la calidad de los productos agrícolas y pecuarios generados en el Estado.                               | Cuatro años.                              | <b>A111</b> | Se aplicarán los programas enfocados a la sanidad vegetal, inocuidad agroalimentaria y campañas fitosanitarias en cumplimiento de la normatividad vigente, en un lapso no mayor de dos años. | SEDESU, SEMARNAT, PROFEPA, SESEQ, UGRQ, CONAGUA, SAGARPA, SEDEA, CESAVEQ, Autoridad Municipal | Propietarios, productores agrícolas y pecuarios, usuarios.     | Ley Federal de Sanidad Vegetal (05 Enero 1994), Reglamento de la Ley de Sanidad Fitopecuaria de los Estados Unidos Mexicanos en materia de Sanidad Vegetal (18 Enero 1980), Ley de Desarrollo Rural Sustentable ( 7 Diociembre 2001).  |
| <b>L23</b>      | Integrar la educación ambiental para la sustentabilidad, en todas las actividades ecológicas del Estado.         | Seis años.                                | <b>A113</b> | Se informará y/o capacitará a los diferentes sectores de la población en el manejo integral de residuos sólidos en calidad de agua y aire, en un lapso no mayor de dos años.                 | SEDESU, USEBEQ, SEMARNAT, UAQ, CECADESU, Autoridad Municipal.                                 | Instituciones de educación superior, OSC, sociedad en general. | Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (05 Febrero 1917), Agenda 21(Junio 1992), Ley de Aguas Nacionales (01 Diciembre 1992) (01 Diciembre 1992), Ley de Educación (24 Septiembre 2003) , LGEEPA (28 Enero 1988), Ley Estatal de Equilibrio Ecologico y   |

| No. Lineamiento | Lineamiento | Tiempo límite para cumplir el lineamiento | No. Acción | Acción | Responsable | Institución o sector de la sociedad que debe ser involucrado | Criterio de regulación ecológica  |
|-----------------|-------------|---|------------|--------|-------------|--|---|
|                 |             |   |            |        |             |  | Protección al Ambiente(11 Octubre 2001), Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Querétaro( 20 Febrero 2004), Código Urbano Municipal (26 Febrero 2007). |