



Medio Ambiente y
Desarrollo Territorial



Jalisco
GOBIERNO DEL ESTADO

Estudio Técnico Justificativo y Programa para el Manejo y Conservación del Área Estatal de Protección Hidrológica “Cerro El Tajo”

Noviembre 2023

Tabla de contenido

Capítulo 1. Estudio Técnico Justificativo para el decreto de Área Estatal de Protección Hidrológica “Cerro El Tajo”	7
1. Datos generales	7
2. Introducción	8
3. Antecedentes	9
4. Justificación	10
5. Objetivo general	12
5.1. Objetivos particulares	12
6. Ubicación y superficie de AEPH “El Tajo”	12
6.1. Vías de acceso	14
7. Caracterización abiótica	14
7.1. Fisiografía	15
7.2. Topografía	15
7.3. Geología	16
7.4. Edafología.....	17
7.5. Clima.....	19
7.5.1. Precipitación y temperatura	20
8. Caracterización hidrológica	20
8.1. Hidrología superficial	20
8.2. Hidrología subterránea	22
8.2.1. Sistema hidrogeológico.....	23
8.2.2. Sistema piezométrico	24
8.2.3. Zonas de recarga.....	26
8.2.4. Vulnerabilidad del sistema hidrogeológico.....	26
9. Caracterización biótica	28
9.1. Servicios ambientales.....	28
9.2. Conectividad.....	30
9.3. Vegetación	31
9.3.1. Bosque de Encino - Galería	32
9.3.2. Selva Baja Caducifolia	33
9.3.3. Pastizales Cultivados e Inducidos	34
9.4. Fauna.....	35
9.4.1. Herpetofauna.....	35
9.4.2. Aves.....	37
9.4.3. Mamíferos.....	40

9.5.	Características paisajísticas	41
10.	Riesgos	41
10.1.	Hundimientos	42
10.2.	Incendios forestales	43
10.3.	Inestabilidad de laderas	47
10.4.	Inundaciones	52
11.	Caracterización del medio social y construido	54
11.1.	Población	54
11.2.	Marginación	54
11.3.	Cambio de cobertura del suelo	56
11.3.1.	Año 1999	56
11.3.2.	Año 2020	56
11.3.3.	Análisis del cambio de uso de suelo	57
11.3.4.	Cálculo de la tasa de cambio	57
11.4.	Régimen y situación jurídica de la tenencia de la tierra	58
12.	Instrumentos de ordenamiento y planeación urbana territorial	58
12.1.	El Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Jalisco (MOET)	59
12.2.	Plan de Ordenamiento Territorial Metropolitano del AMG (POTmet)	60
12.3.	Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Zapopan	63
12.4.	Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Tlajomulco de Zúñiga	64
12.5.	Programa Municipal de Desarrollo Urbano Zapopan	65
12.6.	Programa Municipal de Desarrollo Urbano Tlajomulco de Zúñiga	65
12.7.	Plan Parcial de Desarrollo Urbano de Zapopan	66
13.	Pronóstico	67
13.1.	Dinámicas y tendencias socio ambientales	67
13.2.	Elementos clave para generar una propuesta de manejo	68
13.3.	Prospección de posibles riesgos, elementos vulnerables y áreas de oportunidad	69
13.4.	Prospección ante el cambio climático	70
14.	Conclusiones	71
Capítulo 2. Programa para el Manejo y Conservación del Área Estatal de Protección Hidrológica		
“Cerro El Tajo”		
15.	Introducción	72
16.	Datos Generales	72
17.	Ubicación	72
18.	Objetivos del programa	73
18.1.	Objetivos particulares	73
19.	Zonificación y delimitación de unidades de manejo	73
19.1.	Zona núcleo	73
19.2.	Criterios de zonificación	74

19.3.	Programas de manejo (acciones a corto, mediano y largo plazo)	75
19.3.1.	Subprograma de Gestión Integral del Riesgo	76
19.3.2.	Subprograma de Conservación y Restauración	77
19.3.3.	Subprograma de protección y vigilancia	78
19.3.4.	Subprograma de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales	79
19.3.5.	Subprograma de cambio climático y fomento a la investigación	81
20.	Arreglo institucional y gobernanza.....	83
21.	Fuentes de financiamiento	83
22.	Bibliografía	85
23.	Anexo 1	89
Tabla 1.	Superficie comparada por municipio de la ZRA y AEPH “Cerro El Tajo”	13
Tabla 2.	Colindancia de colonias y municipios con respecto al Cerro El Tajo	13
Tabla 3.	Precipitación 2019-2023 (mm)	20
Tabla 4.	Temperatura 2019-2023 (°C)	20
Tabla 5.	Distribución del uso de suelo y vegetación del Cerro el Tajo.....	32
Tabla 6.	Fauna potencial en el Cerro El Tajo	35
Tabla 7.	Listado de anfibios y reptiles (Herpetofauna)	36
Tabla 8.	Aves.....	37
Tabla 9.	Mamíferos	40
Tabla 10.	Número de predios incendiados dentro del polígono de estudio	45
Tabla 11.	Grado de marginación.....	55
Tabla 12.	Coberturas del suelo en el cerro el Tajo año 1999	56
Tabla 13.	Coberturas del suelo en el Cerro El Tajo para el año 2020	56
Tabla 14.	Superficie, cambio y tasa de cambio para el cerro el tajo de 1999-2020	57
Tabla 15.	Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Jalisco	59
Tabla 16.	Estrategias del establecimiento del Cerro el Tajo.....	61
Tabla 17.	Zonificación POTMet.....	62
Tabla 18.	Unidades de gestión ambiental del POEL Zapopan	63
Tabla 19.	Unidades de gestión ambiental del POEL Tlajomulco de Zúñiga.....	64
Tabla 20.	Prestación de servicios ambientales y amenazas en el Cerro El Tajo	68
Tabla 21.	Zonificación AEPH	74

Tabla 22. Subprograma Gestión Integral del Riesgo.....	76
Tabla 23. Subprograma de Conservación y Restauración	77
Tabla 24. Subprograma de protección y vigilancia	79
Tabla 25. Subprograma de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales	80
Tabla 26. Subprograma de cambio climático y fomento a la investigación	82
Mapa 1. Mapa base del Cerro El Tajo.....	14
Mapa 2. Provincias y Subprovincias Fisiográficas del Cerro el Tajo.....	15
Mapa 3. Topografía.....	16
Mapa 4. Geología	17
Mapa 5. Edafología.....	18
Mapa 6. Clima.....	19
Mapa 7. Hidrología superficial.....	22
Mapa 8. Sistema Hidrogeológico Toluquilla	23
Mapa 9. Isopiezas y sentido del flujo del agua subterránea del Sistema Toluquilla.....	25
Mapa 10. Capacidad de recarga relativa de la zona de El Tajo y Sistema Toluquilla	26
Mapa 11. Vulnerabilidad a la contaminación del agua subterránea del Sistema Toluquilla	27
Mapa 12. Servicios ambientales en el Cerro El Tajo	30
Mapa 13. Red de conectividad en el Cerro El Tajo	31
Mapa 14. Vegetación del Cerro El Tajo.....	32
Mapa 15. Susceptibilidad a Hundimientos.....	43
Mapa 16. Riesgo ante Incendios Forestales	44
Mapa 17. Incendios forestales y superficie afectada por año	46
Mapa 18. Pendientes del terreno en el área de estudio de El Tajo	49
Mapa 19. Susceptibilidad a inestabilidad de laderas	50
Mapa 20. Riesgo ante inundaciones	53
Mapa 21. Población	54
Mapa 22. Marginación	55
Mapa 23. Régimen de propiedad	58
Mapa 24. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Jalisco.....	60
Mapa 25. Zonificación POTmet.....	62

Mapa 26. Unidades de gestión ambiental del POEL Zapopan	63
Mapa 27. Unidades de gestión ambiental del POEL Tlajomulco de Zúñiga.....	64
Mapa 28. PMDU Zapopan	65
Mapa 29. PMDU Tlajomulco	66
Mapa 30. PPDU Zapopan.....	67
Mapa 31. Tendencia de crecimiento de la mancha urbana hacia el Cerro El Tajo	70
Mapa 32. Zonificación AEPH "Cerro El Tajo"	75

BORRADOR

Capítulo 1. Estudio Técnico Justificativo para el decreto de Área Estatal de Protección Hidrológica “Cerro El Tajo”

1. Datos generales

Nombre del área:

Cerro El Tajo

Categoría propuesta:

Área Estatal de Protección Hidrológica

Superficie:

1,173.99 has

Directorio:

Enrique Alfaro Ramirez (Gobernador constitucional del Estado de Jalisco)

Juan Enrique Ibarra Pedroza (Secretario General de Gobierno)

René Caro Gómez (Coordinador General Estratégico de Gestión del Territorio)

Jorge Israel Garcia Ochoa (Secretario de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial)

Martha Patricia Martinez Barba (Directora General del IMEPLAN)

Instituciones:

Secretaria de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (SEMADET)

Instituto de Planeación Gestión del Desarrollo del Área Metropolitana de Guadalajara (IMEPLAN)

Desarrollo Técnico SEMADET:

Diego Eden Wynter Blanco

Juan José Llamas Llamas

Aldo Javier Gil Perez

Rafael Tello Galvez

Daniel Arcadio Gutiérrez Ramírez

Alejandro Jesús Guerrero Mares

Maria de Jesus Quezada del Real

Oscar Morales Quiroz

Desarrollo Técnico IMEPLAN:

Josué Díaz Vázquez

Fernando Orozco Murillo

Patricia Guadalupe Zamora Jiménez

Jennifer Anahí Zambrano Jiménez

Alan Gerardo Preciado Santana

Cuauhtémoc Aquiles Lázaro Zúñiga

2. Introducción

El agua, como un recurso natural limitado, representa un bien público fundamental para la vida que debe ser protegido ante factores y fenómenos que amenazan su disponibilidad, tales como la urbanización, el cambio climático, la explosión demográfica y la deforestación. Relevante importancia representa tal recurso que, a través de una reforma constitucional al párrafo sexto del artículo 4º, publicada el 8 febrero de 2012 en el Diario Oficial de la Federación, se elevó a rango constitucional el derecho humano al agua y saneamiento; de esta manera, todas las autoridades, en el ámbito de sus competencias, mantienen la obligación de garantizar, promover, respetar y proteger este derecho. Una forma de garantizar dicho derecho humano, es preservar los ecosistemas naturales que aseguran el mantenimiento del ciclo hidrológico, y permitan la conservación de los acuíferos, los humedales, los ríos y los lagos.

El Cerro El Tajo colinda, al este, con el Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera (APFFLP), formando un continuo forestal que permite el desarrollo de los procesos ecológicos vitales para los ecosistemas, tales como el ciclo del agua, ciclos biogeoquímicos, flujo de energía y dinámica de las comunidades bióticas, entre otros. El colapso o ruptura en alguno de estos ciclos resulta en un desequilibrio tan importante que puede llevar a la pérdida de los ecosistemas, y por lo tanto, a la pérdida de recursos naturales vitales como el agua.

Por otro lado, el Cerro El Tajo es un macizo forestal que está conformado, en gran parte, de laderas fuertemente inclinadas con cubiertas de vegetación natural, cuyo equilibrio y estabilidad depende de conservar su relieve y forma natural, su cubierta vegetal, así como de restaurar las zonas que se han ido degradando debido a procesos antropogénicos.

Este ecosistema, al estar en los límites de la zona urbana, es susceptible de sufrir modificaciones tales como movimiento de tierras o deforestación, ante lo cual puede perder la capacidad natural para sostenerse, lo deriva en posibles reacomodos, colapsos, derrumbes, deslizamientos, y arrastres, representando un riesgo importante para las poblaciones asentadas en la parte baja.

Por lo mencionado anteriormente, resulta indispensable establecer un instrumento de conservación

que permita proteger el macizo forestal, a fin de mantener los servicios ecosistémicos que presta al Área Metropolitana de Guadalajara (AMG). Para tales efectos se considera que un mecanismo altamente efectivo, es el establecimiento de una Área Natural Protegida, bajo la categoría de Área Estatal de Protección Hidrológica (AEPH), cuya regulación está establecida en la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en su Capítulo I del Título Segundo, denominado De las categorías, declaratorias y ordenamiento de las áreas naturales protegidas.

Así mismo, es importante aclarar que, a lo largo del presente documento se entiende por “Cerro El Tajo” o “El Tajo”, al área sobre la cual se realizó el presente Estudio Técnico Justificativo y sobre la cual se propone el establecimiento de una Área Estatal de Protección Hidrológica. Dicho polígono se visualiza en la mayoría de los mapas del presente estudio, con la excepción de las imágenes que se tomaron de otros documentos y de los cuales se cita la fuente de información.

Las actividades de protección y conservación de la zona deberán incluir las relacionadas con la prevención y combate de incendios forestales, la prevención de ilícitos en materia ambiental a través de mecanismos de inspección, vigilancia y denuncia, la conservación del bosque de pino-encino y del relieve natural del sitio, la recuperación de las zonas degradadas, las tareas de combate de plagas y enfermedades forestales, así como el conocimiento de la biodiversidad y su divulgación. Todas estas actividades deberán ser vinculadas al programa de manejo del ANP Bosque la Primavera.

La finalidad del presente estudio es la fundamentación de la importancia del establecimiento de una Área Estatal de Protección Hidrológica en el Cerro El Tajo, así como la propuesta de su respectivo programa de manejo y conservación.

3. Antecedentes

En el Área Metropolitana de Guadalajara (AMG), desde hace varios años se ha venido consolidando un sistema metropolitano de Áreas Naturales Protegidas (ANP) y Bosques urbanos que prestan importantes servicios ecosistémicos para la ciudad; tal es el caso del Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera, la Formación Natural de Interés Estatal Barrancas de los Ríos Santiago y Verde, el Área Estatal de Protección Hidrológica Colomos-La Campana, el Área Municipal de Protección Hidrológica Barranca del Río Santiago, el Área Municipal de Protección Hidrológica Bosque el Nixticuil-San Esteban-El Diente, el Área Municipal de Protección Hidrológica Bosque los Colomos, el Área Municipal de Protección Hidrológica Arroyo La Campana-Colomos III, la Zona de Preservación Ecológica de los Centros de Población Parque Agua Azul y la Zona de Preservación Ecológica de los Centros de Población Parque González Gallo, así como la Red de Bosques Urbanos del AMG. De igual manera, se cuenta con dos Zonas de Recuperación Ambiental (El Tajo y El Bajío). Este sistema a su vez forma parte de un sistema de ANP y Otros Instrumentos de Conservación (OIC) a nivel estatal. El establecimiento de una AEPH en El Cerro El Tajo, fortalecerá tanto el sistema metropolitano de ANP y Bosques Urbanos como el sistema estatal de ANP y OIC.

El Bosque La Primavera se ubica en la región central del estado de Jalisco, en los municipios de Tlajomulco de Zúñiga, Zapopan, Tala y El Arenal. En 1980, un total de 30,500 hectáreas de este macizo montañoso fueron decretadas como Zona de Protección Forestal y Refugio de Fauna

Silvestre (DOF, 1980). En el año 2000, se modificó la categoría del decreto a la de Área de Protección de Flora y Fauna (DOF, 2000) decreto que se encuentra vigente. Esta declaratoria de carácter federal está justificada por la necesidad de “conservar los macizos forestales, acuíferos y aguas superficiales que en gran parte mantienen el equilibrio de las condiciones climáticas y proporcionan servicios ambientales de suma importancia para el AMG”, tales como la captación, filtración y escurrimiento de agua (siendo uno de los principales aportes de agua al AMG), y la captación de carbono.

Desde la declaratoria del APFFLP, su entorno inmediato ha cambiado significativamente, así como las dinámicas sociales en las áreas contiguas, lo cual obliga a generar nuevas estrategias para asegurar su protección y correcto manejo, incorporando la información generada y la experiencia del manejo de ésta área natural protegida. Tal es el caso del Cerro El Tajo, zona que colinda con el APFFLP y cuyo uso de suelo ha generado un amplio debate, especialmente en los procesos de urbanización del sitio.

Como parte de una estrategia estatal para proteger el Cerro del Tajo como una zona de recuperación ambiental debido a su importancia biológica, de conectividad y de provisión de servicios ecosistémicos, así como protección civil: El Gobierno del Estado de Jalisco, a través de su entonces gobernador Jorge Aristóteles Sandoval Díaz, decreta la Zona de Recuperación Ambiental “Cerro El Tajo” con una superficie de 1,684.03 hectáreas. Este decreto se publicó en el Periódico del Estado de Jalisco el 26 de enero de 2018. Este instrumento de protección es la base jurídica y técnica para la nueva declaratoria estatal de protección hidrológica.

En sus áreas circundantes han existido algunos instrumentos relevantes para la aplicación de políticas públicas ambientales, especialmente en lo que corresponde al ordenamiento territorial y al desarrollo urbano, mismos que sientan bases importantes para el establecimiento de una AEPH en la zona. Los instrumentos principales en este respecto son el Plan de Ordenamiento Territorial Metropolitano (POTmet) publicado 15 de julio de 2016, en el cual, se consideró lo establecido en el POEL Tlajomulco y Zapopan, y el Programa de Recuperación Ambiental Cerro El Tajo, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Jalisco el 29 de enero de 2018, este decreto permitió poner un freno a los impactos ambientales que se estaban detonando en esta zona.

4. Justificación

Con base en información obtenida de CONAGUA, el Cerro el Tajo se localiza en las regiones hidrológicas de Lerma-Santiago y del Río Ameca, cuyas cuencas y subcuencas abastecen los acuíferos de los Valles de Atemajac-Tesistán, Toluquilla y Etzatlán-Ahualulco, y de manera indirecta del Valle de Ameca, los cuales se encuentran en condiciones críticas en cuanto a disponibilidad de aguas subterráneas. Este macizo forestal se encuentra específicamente sobre el acuífero de Toluquilla, definido con la clave 1402 del Sistema de Información Geográfica para el Manejo de las Aguas Subterráneas (SIGMAS) de la CONAGUA, que colinda al norte con el acuífero Atemajac, al sur con Cajititlán, al este con Altos de Jalisco y al oeste con los acuíferos San Isidro y Arenal.

Actualmente el acuífero de Toluquilla se encuentra en un déficit de aproximadamente 75 hm³ al año. Según datos de la CONAGUA publicados en 2020, el volumen de agua extraído anualmente

del acuífero es de 122.35 hm³. En contraste, se tiene una recarga total de 49.1 hm³ anuales, de los cuales 39.3 hm³ corresponden a la recarga natural por precipitación, y los restantes a la recarga inducida por los excedentes del riego agrícola. De acuerdo con los resultados del censo realizado en 2003, se registró la existencia de un total de 1,226 aprovechamientos de aguas subterráneas, de los cuales 728 son pozos y los 498 restantes son norias. De acuerdo con su uso, el 66.5% se destina al uso agrícola, el 14.2% a público-urbano, el 8.6% para uso industrial, el 7.7 %, para uso doméstico-abrevadero y el 3% restante para servicios. La sobreexplotación actual del acuífero compromete la disponibilidad de reservas de agua subterránea ante futuros escenarios de cambio climático, con los cuales se ve afectada la disponibilidad de agua superficial, en un contexto en donde aproximadamente el 70% del suministro de agua al AMG depende de fuentes superficiales. Adicionalmente, la disminución en los niveles del acuífero contribuye a la potencial subsidencia del suelo a lo largo de su extensión.

Además de aportar beneficios directos relacionados con el mantenimiento del régimen de escurrimiento e infiltración del agua, y en general del ciclo hidrológico dentro de las 1,173.99 hectáreas de bosque de pino-encino, la protección del Cerro El Tajo contribuye a amortiguar los impactos del exterior que recibe el APFFLP, tales como incendios forestales que se generan en la periferia, deforestación y cambio de uso de suelo, y contaminación, todos ligados a la urbanización. De esta forma, la protección del Cerro El Tajo contribuye a garantizar los beneficios ecosistémicos y sociales que aporta el Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera al AMG.

Entre los beneficios directos que brinda APFFLP destacan los recursos hídricos, ya que cuenta con zonas de captación y escurrimientos permanentes o temporales de agua en prácticamente toda su superficie, los cuales alimentan los acuíferos del valle cañero de Tala – Ameca, el valle de Toluquilla y especialmente el acuífero del valle de Atemajac, de donde, como se ha mencionado, se beneficia el AMG. Se estima un volumen de precipitación anual de 375 hm³ en la superficie del APFFLP. De lo anterior, se estima una recarga vertical de 28.49 hm³ y una infiltración de 28.46 hm³ por año hacia el acuífero Atemajac. Considerando además la recarga por riego agrícola, se calcula una recarga total en el acuífero de aproximadamente 30 hm³ por año (Ávila y Flores et al. 2018). Se estimó que las dos microcuencas que se encuentran en el Tajo aportan 214.1 y 390 mm por año de agua infiltrada. Con base en la dirección del flujo del agua subterránea de la zona de El Tajo, se estima que alrededor de **312,442 habitantes en 155 colonias** se benefician del aprovechamiento del agua subterránea

Otro servicio ecosistémico importante es el control de la erosión y degradación de suelos, reflejándose en la prevención de inundaciones y otros fenómenos naturales como derrumbes, remoción de masas, deslizamientos y arrastres, principalmente para las poblaciones existentes en la zona de influencia. En un caso específico, en el polígono de Santa Anita Hill, se realizó un dictamen de valoración de riesgo, emitido por la Unidad Estatal de Protección Civil y Bomberos de Jalisco, a partir del cual se identificó que el área se encuentra dentro de los polígonos de riesgo alto y medio a deslizamiento de laderas.

El Cerro El Tajo, también provee de oxígeno y contribuye a la regulación del clima regional, ayudando a que se presenten pocos días calurosos e inviernos benignos, en el AMG. El macizo forestal, en su conjunto, presenta, durante el mes de mayo, una temperatura hasta 10 °C menor a la de Guadalajara por lo que se considera como un regulador térmico y proveedor de oxígeno para

la ciudad y como una importante área de amortiguamiento climático por la renovación de aire húmedo, particularmente durante la época de secas, cuando existe una mayor carga de contaminantes en la atmósfera. La condición de transición tropical- templada y la humedad aportada por el bosque, permite el establecimiento de la mayoría de las especies vegetales a sus alrededores, donde se pueden observar desde pinos (*Pinus sp.*) y encinos (*Quercus sp.*), hasta fresnos (*Fraxinus uhdei*), parótas (*Enterolobium cyclocarpum*) y guamúchiles (*Pithecellobium dulce*).

El presente Estudio Técnico Justificativo considera los componentes técnicos que fundamentan el valor del ecosistema y la necesidad de su protección, y contiene la propuesta de Programa de Manejo y Conservación en el cual se establecen criterios y acciones de protección, conservación, manejo, y restauración de los recursos naturales, a través de un conjunto de subprogramas y acciones, bajo la premisa del Desarrollo Sostenible y con la participación de los distintos sectores que tienen interés sobre el área.

5. Objetivo general

Proteger y conservar el macizo forestal del Cerro El Tajo para mantener los servicios ecosistémicos que proporciona al Área Metropolitana de Guadalajara (AMG), y generar una zona de amortiguamiento para el Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera.

5.1. Objetivos particulares

- Garantizar los servicios ecosistémicos a largo plazo.
- Evitar los cambios de uso de suelo forestal a urbano.
- Contribuir a la continuidad de los procesos biológicos del bosque de Pino-Encino en el Cerro El Tajo y el APFF La Primavera.
- Contribuir a la conservación y estabilidad de las laderas del Cerro El Tajo, evitando modificaciones en el relieve.
- Proteger y conservar la biodiversidad de los ecosistemas presentes tanto en el Cerro El Tajo como en el APFF La Primavera.
- Evitar la generación de riesgos geo-hidrológicos hacia la cuenca baja.

6. Ubicación y superficie de AEPH “El Tajo”

El Área Estatal de Protección Hidrológica (AEPH) “Cerro El Tajo” presenta una superficie exacta de 1,173.99 hectáreas. Se encuentra ubicada al sur del Municipio de Zapopan y al noroeste del Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, esto de acuerdo con el Mapa General del Estado de Jalisco 2012¹. El área protegida se encuentra rodeando a los fraccionamientos conocidos como

¹ Periódico Oficial El Estado de Jalisco del 27 de marzo de 2012.

Bugambilias, El Palomar y el Cielo.

La superficie del AEPH “Cerro El Tajo” se basa en la zonificación propuesta por el decreto de Zona de Recuperación Ambiental (ZRA) “Cerro El Tajo” publicado en el año 2018². La ZRA comprende en su totalidad una superficie de 1,684.03 hectáreas, teniendo dentro de este polígono dos áreas urbanas identificadas como: Área Urbana Bugambilias con 279.789 hectáreas y Área Urbana El Palomar- El Cielo con 405.932 hectáreas. Sin embargo para este caso se toma como área a proteger exclusivamente la zona ampliada de protección de la ZRA (ver tabla 1). En este sentido, el AEPH “Cerro del Tajo” presenta una superficie de 1,173.99 has lo cual significa un aumento de superficie protegida de **175.7 has** en comparación al decreto original.

Tabla 1. Superficie comparada por municipio de la ZRA y AEPH “Cerro El Tajo”

Fecha	Categoría de ANP	Municipio	Zonificación	Superficie (has)	Total Municipio	Total Área Natural	Total Urbano	Total
2018	ZRA	Tlajomulco de Zúñiga	Área Natural	526.77	932.7	998.32	685.72	1684.04
			El Palomar-Cielo	405.93				
		Zapopan	Área Natural	471.55	751.34			
			Bugambilias	279.79				
2023	AEPH	Tlajomulco de Zúñiga	Protección	637.03	637.03	1.173.99	0	1.173.99
		Zapopan		536.96	536.96			

Fuente: Elaboración Propia con base en Decreto de Zona de Recuperación Ambiental 2018.

El polígono en estudio se ubica en el siguiente cuadro geográfico, al Oeste -103.500423, al Este -103.451301, al Norte 20.621530 y al Sur 20.574772, y colinda al Oeste con el APFFLP, la colindancia que se observa al Este, Norte y Sur son prácticamente zonas urbanas consolidadas. El desarrollo de las coordenadas geográficas del polígono aquí referido fue realizado conforme a las coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator) Zona 13 N, Datum WGS84, expresadas en metros. El cuadro de construcción es parte integrante del presente instrumento como Anexo 1.

Tabla 2. Colindancia de colonias y municipios con respecto al Cerro El Tajo

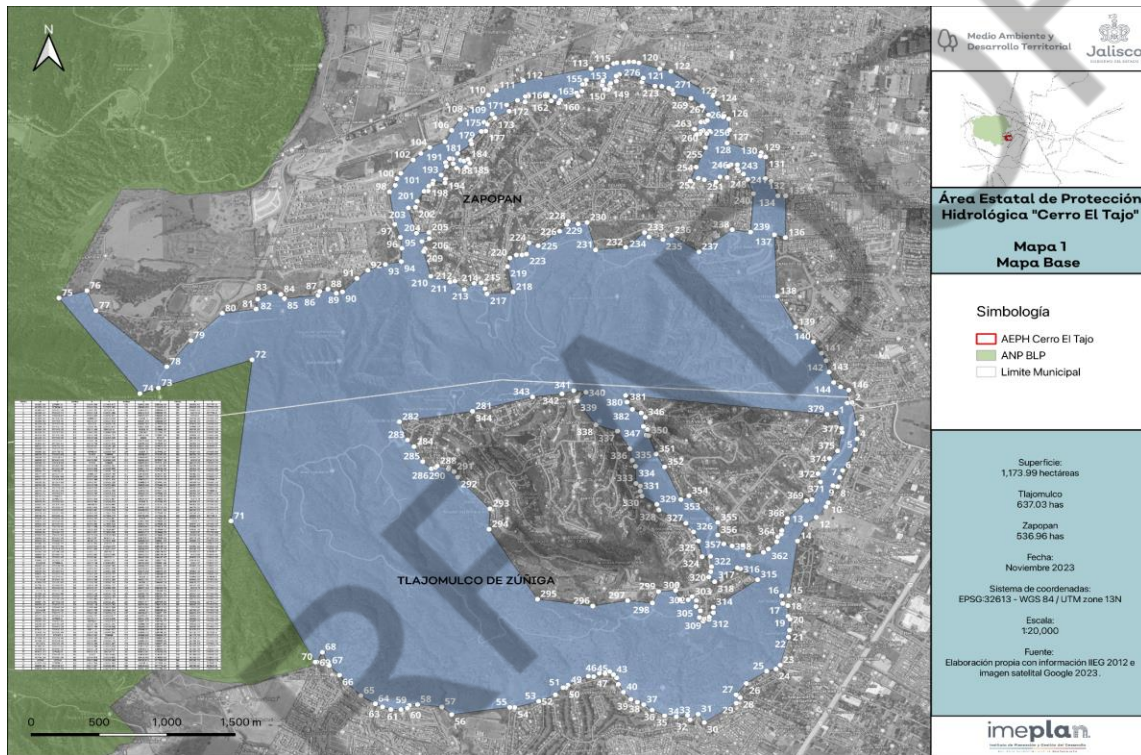
Municipio	Colonia
Tlajomulco de Zúñiga	Bosques de Santa Anita
	Condominio Campo de Golf Santa Anita
	El Palomar
	Foresta Santa Anita
	Lago Nogal
	Los Gavilanes Poniente

² Periódico Oficial El Estado de Jalisco del 26 de enero de 2018.

	Rancho San José del Tajo
	Rinconada Santa Anita
	San Martín del Tajo
	Santa Isabel
Zapopan	Bugambillas country
	Santa Ana Tepetitlán
	Los Robles

Fuente: IIEG 2017.

Mapa 1. Mapa base del Cerro El Tajo



Fuente: Elaboración propia con información IIEG 2012 e imagen satelital Google 2023.

6.1. Vías de acceso

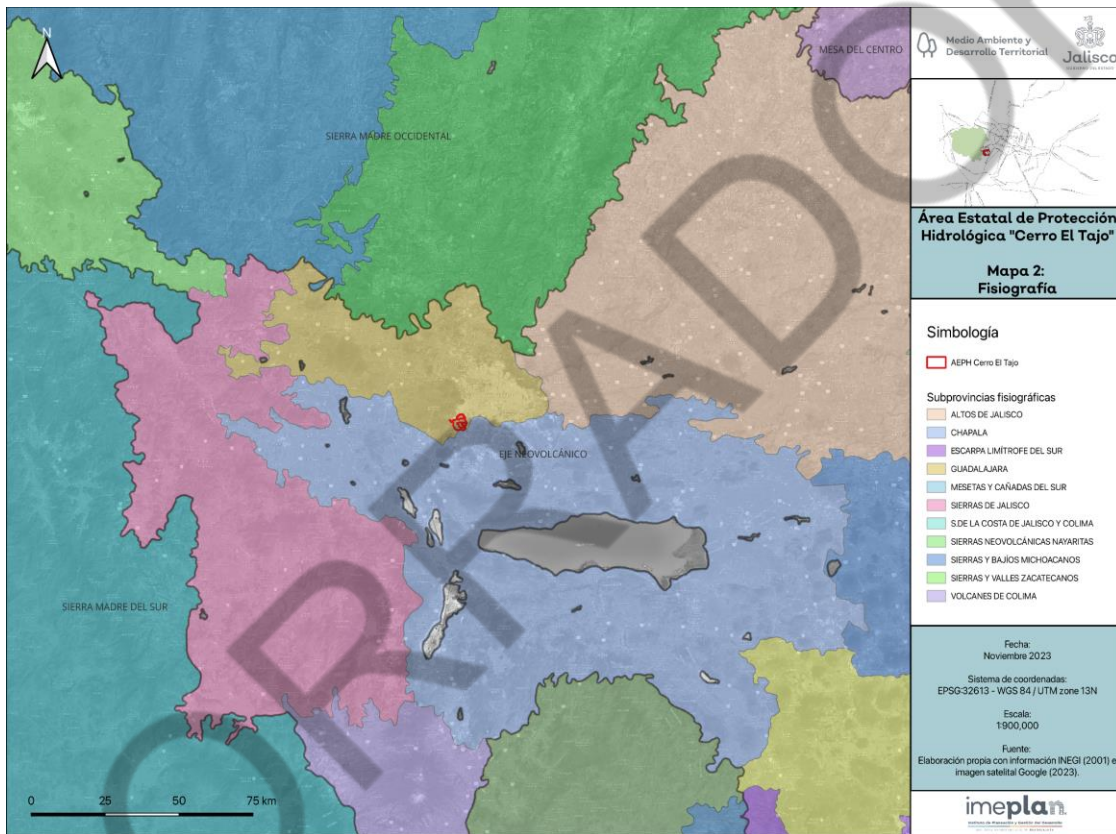
La principal vía de acceso al Cerro El Tajo es a través de la Avenida Adolfo López Mateos Sur, posteriormente se desprende la avenida conocida como Boulevard Bugambillas, así mismo existe un segundo ingreso por la Avenida Paseo del Palomar, la cual se desprende de la misma Avenida Adolfo López Mateos Sur.

7. Caracterización abiótica

7.1. Fisiografía

El Cerro El Tajo se ubica en la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico Transversal, la cual constituye un sistema montañoso situado aproximadamente a lo largo de los paralelos 19° y 20° N, que marca el extremo sur de la Altiplanicie Mexicana y la separa de la Depresión del Balsas. En cuanto a la fisiografía de la zona de estudio, está conformada por la subprovincia fisiográfica de Guadalajara (Mapa 2). La subprovincia Guadalajara se caracteriza por tener una gran complejidad en su panorama fisiográfico, teniendo principalmente sistemas de sierras, mesetas, lomeríos y llanos.

Mapa 2. Provincias y Subprovincias Fisiográficas del Cerro el Tajo



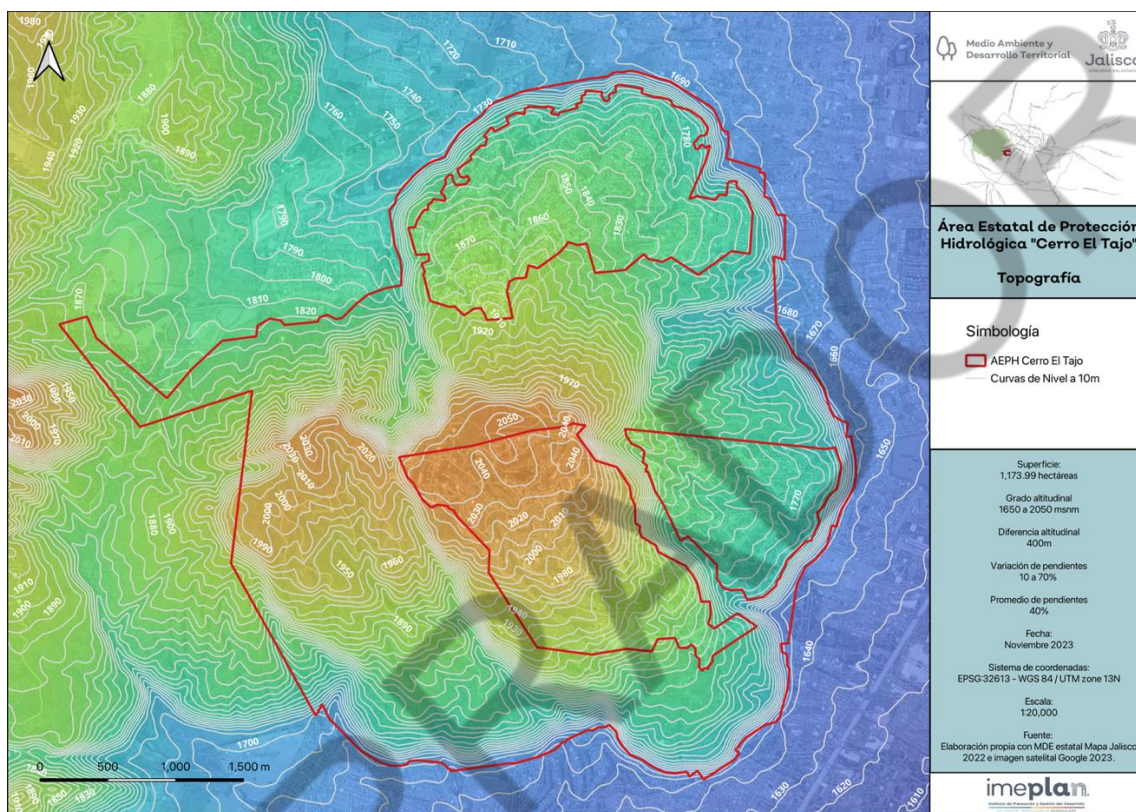
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INEGI 2001.

7.2. Topografía

La topografía que encontramos dentro del polígono presenta un gradiente altitudinal que va de los 1650 a los 2050 msnm, con curvas de nivel a cada 10 metros. La diferencia altitudinal es de 400 metros entre la parte más baja y la más alta del AEPH. Las pendientes que encontramos van desde el 10% hasta superiores al 70%, teniendo un promedio de pendientes del 40%. Es una zona que presenta inclinaciones y laderas pronunciadas incluyendo las partes urbanizadas que se encuentran inmersas dentro del perímetro decretado.

Tomando en cuenta que todas aquellas pendientes superiores al 30% son un riesgo eminente, la protección de la zona decretada debe contemplar la no urbanización ni cambio de uso de suelo dentro de su área. Este factor se detalla en el apartado de riesgos por deslaves de laderas más adelante.

Mapa 3. Topografía



Fuente: Modelo Digital de Elevaciones de Jalisco, Mapa Jalisco 2022.

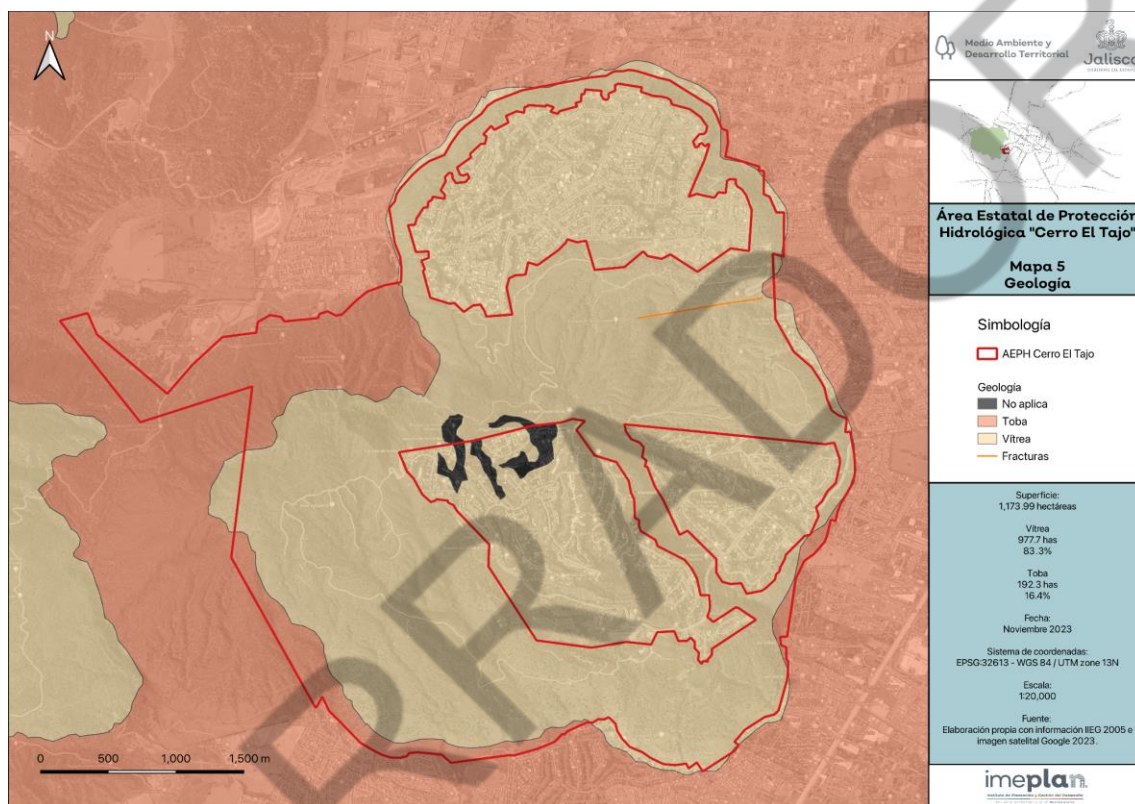
7.3. Geología

Las formaciones rocosas que podemos encontrar dentro del polígono del AEPH son dos: ambas son rocas ígneas que se *"originan a partir de material fundido en el interior de la corteza terrestre, el cual está sometido a temperatura y presión muy elevada"* (INEGI, 2005). La primera y más abundante es la roca **Vítrea** con una presencia de **83.3%** equivalente a 977.7 has de la superficie del área natural. esta roca es conocida comúnmente como piedra Pómez o Jal. Vidrio volcánico con multitud de poros o vacuolas en su interior, correspondientes a burbujas de gases que se alojaban en la lava. Esta textura se debe a la desgasificación sufrida por la lava al solidificarse. Es una piedra muy ligera y porosa que permite la infiltración y es utilizada en diferentes áreas de la construcción, cocina, cosméticos, etc. Es una piedra que se fractura fácilmente por su composición.

La segunda roca ígnea es la **Toba** la cual la encontramos en una extensión de 192.34 has equivalentes al **16.4%** del territorio analizado. *"Roca de origen explosivo, formada por material volcánico suelto o consolidado. Comprende fragmentos de diferente composición mineralógica y*

tamaños menores de 4 mm" (INEGI, 2005). Esta es una roca también porosa que debido a su fragilidad es ideal para el tallado. Por su composición se le puede dar forma fácilmente y es ideal para la cantería, más no es un buen material como base de construcción. Se fragmenta fácilmente. El resto de la superficie equivalente al 0.3 por ciento es roca no clasificada. La zona presenta una fractura casi al centro del área decretada. esta fractura podría representar un riesgo potencial el cual se describe en el apartado de riesgos geológicos.

Mapa 4. Geología



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INEGI 2004.

7.4. Edafología

Los suelos que encontramos en la superficie del AEPH propuesta son la base determinante para el análisis de muchos factores, como el riesgo, infiltración, escurrimiento, usos de suelo, etc. Asimismo esta clasificación permite definir políticas de uso y acciones de conservación en el territorio. La clasificación edafológica del área natural esta dividida en tres. En primer lugar encontramos suelos de tipo **Regosol**, el cual cubre el **95.7% de la superficie del ANP**. Este suelo *“del griego reghos: manto, cobija o capa de material suelto que cubre a la roca. Suelos ubicados en muy diversos tipos de clima, vegetación y relieve. Tienen poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen. En México constituyen el segundo tipo de suelo más importante por su extensión (19.2%). Muchas veces están asociados con Litosoles y con afloramientos de roca o*

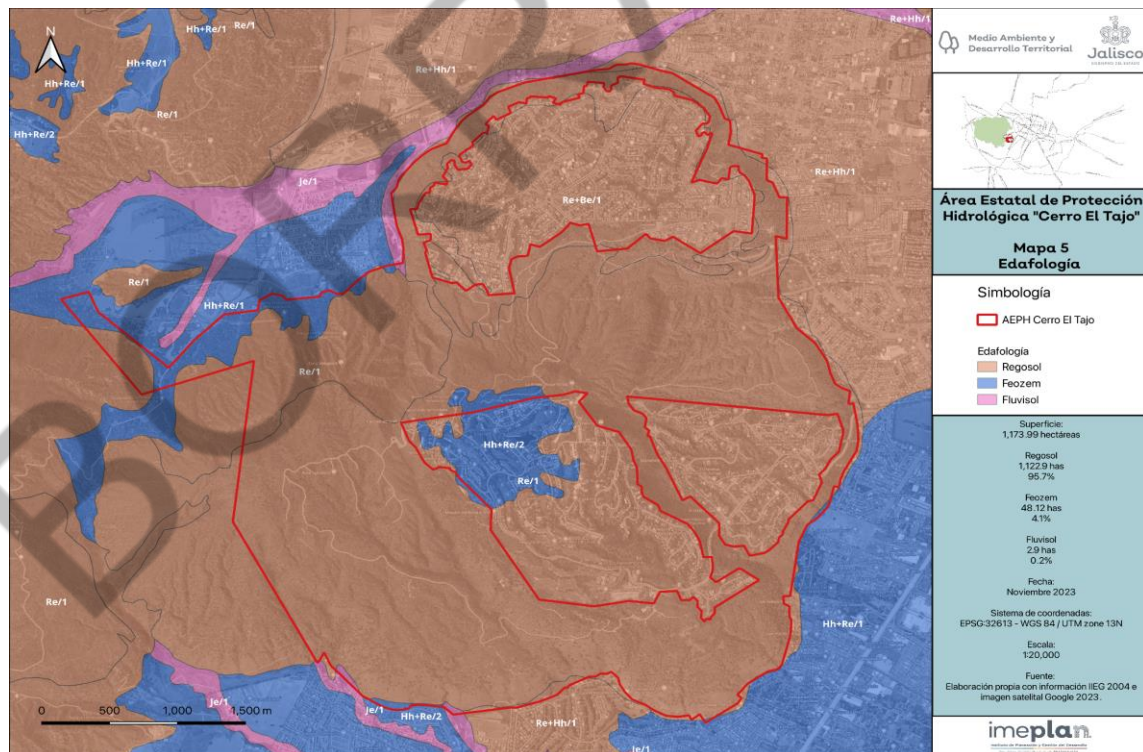
tepetate. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad” (INEGI, 2004).

En segundo lugar encontramos el **Feozem** el cual representa el **4.1% de la superficie del ANP** equivalente a 48.12 hectáreas. *“Del griego phaeo: pardo; y del ruso zemljá: tierra. Literalmente, tierra parda. Suelos que se pueden presentar en cualquier tipo de relieve y clima, excepto en regiones tropicales lluviosas o zonas muy desérticas. Es el cuarto tipo de suelo más abundante en el país. Se caracteriza por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes. Los Feozems son de profundidad muy variable. Cuando son profundos se encuentran generalmente en terrenos planos y se utilizan para la agricultura de riego o temporal, de granos, legumbres u hortalizas, con rendimientos altos. Los Feozems menos profundos, situados en laderas o pendientes, presentan como principal limitante la roca o alguna cementación muy fuerte en el suelo, tienen rendimientos más bajos y se erosionan con más facilidad”* (INEGI, 2004).

Finalmente encontramos el **Fluvisol**, el cual representa tan sólo el **0.2%** del territorio de la ANP equivalente a casi 3 hectáreas. como podemos concluir los suelos presentes son de baja productividad asociados a laderas y usos forestales.

El alto contenido en grano grueso y compacto en los tres tipos de suelo dificulta la infiltración y formación de materia orgánica profunda, dando como resultado una alta vulnerabilidad a la erosión y escurrimiento de agua pluvial. Las condiciones de retención de agua están dadas por la vegetación superficial que encontramos en todo el territorio.

Mapa 5. Edafología



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INEGI 2004.

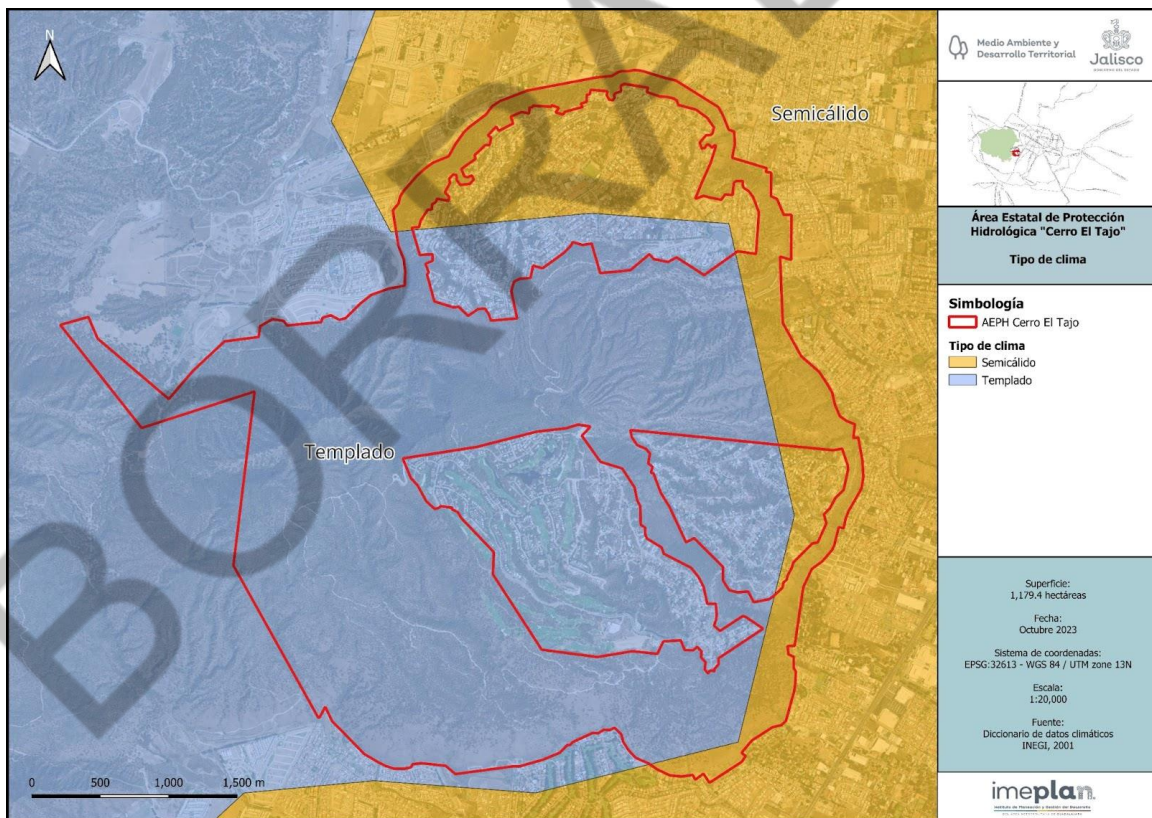
7.5. Clima

El Cerro El Tajo presenta 2 tipos de clima que pertenecen a los templados subhúmedos, utilizando la clasificación de Köppen modificado por Enriqueta García para la República Mexicana:

- Tipo de clima (A)C(w1)(w); la temperatura media anual es mayor de 18 °C, la temperatura del mes más frío está entre -3 °C y 18 °C y la temperatura del mes más caliente está sobre 6.5 °C. Se dice que es un clima semicálido subhúmedo porque presenta características intermedias entre los climas cálidos y templados, con lluvias en verano.
- El tipo de clima C(w2)(w) – Templado subhúmedo temperatura media anual entre 12 °C y 18 °C, temperatura del mes más frío entre -3 °C y 18 °C y temperatura del mes más caliente bajo 22 °C. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T mayor de 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2% del total anual.

El clima en El Tajo en su mayoría es de tipo templado subhúmedo con una humedad media y un régimen de lluvias en verano, siendo el mes con más precipitación entre mayo y octubre, con una temperatura media anual entre los 12°C y los 18°C; solo cerca de 200 has se ubican del este y parte del norte colindante con la zonas urbanizadas se clasifica con un clima semicálido con una temperatura media anual mayor a los 18°C.

Mapa 6. Clima



Fuente: Elaboración propia con información del Diccionario de Datos Climáticos, INEGI, 2023.

7.5.1. Precipitación y temperatura

Para conocer los promedios de precipitación y temperatura de la zona se consultaron los datos recabados desde 2019 a la fecha, por la estación de El Fortín de la Coordinación de Municipal de Protección Civil y Bomberos de Zapopan, ubicada al norte del AEPH Cerro El Tajo, a una distancia aproximada de 3km del centro del polígono.

Como se observa en la tabla siguiente los meses donde hay una mayor concentración de precipitación son julio y agosto, con lluvias que van de los 180 a los 320 mm; tomando la precipitación anual de los últimos 5 años se obtiene un promedio de 779.93 mm de lluvia al año en la zona de El Tajo.

Tabla 3. Precipitación 2019-2023 (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2019	15.24	1.27	0	0	2.29	165.35	245.11	182.37	160.02	81.53	77.22	7.62	938.02
2020	37.85	39.12	0.51	0	37.59	72.64	232.66	183.39	60.45	22.1	22.1	5.33	713.74
2021	0	0	0	0	0	84.58	327.91	192.79	210.57	43.69	1.27	0	860.81
2022	0	0	0	4.83	6.35	164.85	227.33	202.69	36.58	53.85	1.52	9.65	707.64
2023	0	0	1.78	0	3.3	38.61	275.34	207.77	90.17	62.48	N/A	N/A	679.45

Fuente: Elaboración propia con datos de la estación de El Fortín, Zapopan (2023).

En este mismo periodo de tiempo se observa en la tabla siguiente que la temperatura se mantiene en un rango promedio de entre los 16.5°C y los 23.5°C; siendo el mes más caluroso mayo y el más frío enero; la diferencia de temperatura promedio entre los temporales no es alta. Así mismo, el promedio de temperatura anual entre los años observados es de 20°C.

Tabla 4. Temperatura 2019-2023 (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO ANUAL
2019	16.2	18.7	20.7	20.7	24.1	22.9	20.3	21.4	20.6	19.8	18.4	16.3	20.0
2020	15.9	18.0	21.3	22.7	22.6	22.6	20.6	20.5	20.5	20.2	20.2	16.8	20.2
2021	16.8	18.2	20.9	22.4	22.0	20.0	19.8	20.2	19.7	19.7	17.7	18.5	19.6
2022	18.5	17.5	19.9	22.6	24.1	21.4	20.4	20.0	20.3	19.5	18.8	16.8	20.0
2023	16.4	18.4	20.7	22.0	23.1	25.2	21.8	21.2	21.8	19.9	N/A	N/A	21.1

Fuente: Elaboración propia con datos de la estación de El Fortín, Zapopan (2023).

8. Caracterización hidrológica

8.1. Hidrología superficial

El Cerro El Tajo se encuentra localizado regionalmente en la unidad RH12 denominada Lerma-Santiago, en la cuenca E, conocida como Río Santiago-Guadalajara y comprende parte de la

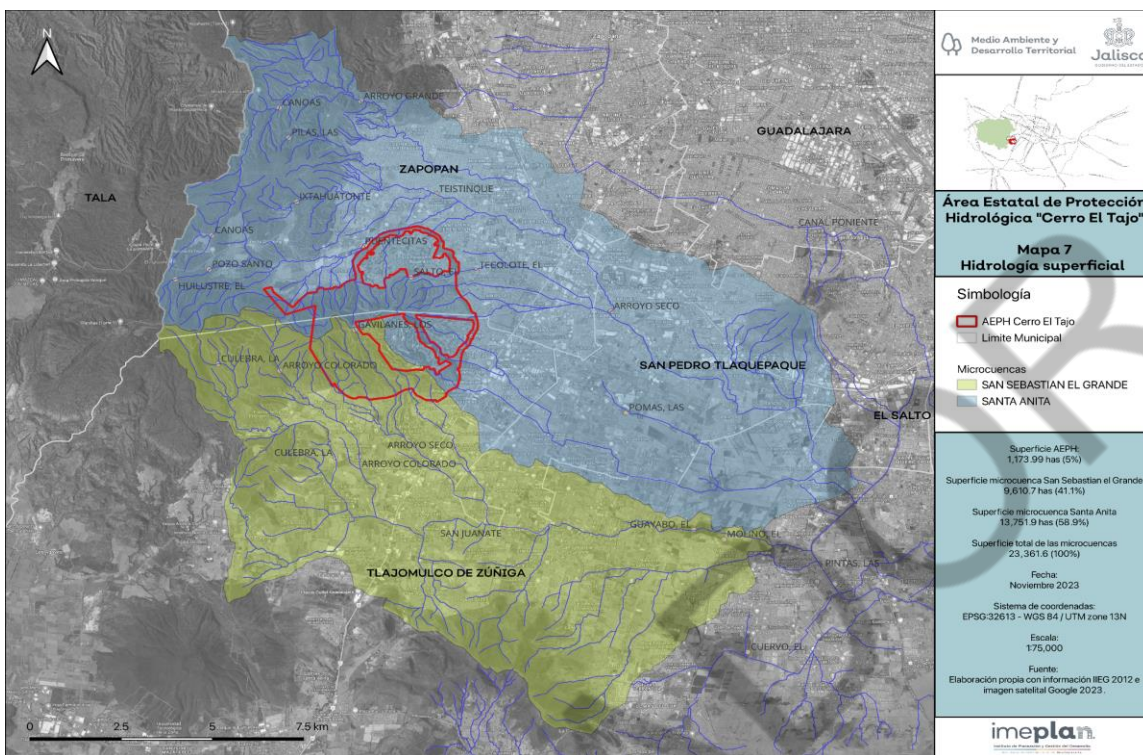
subcuenca B (R. Corona – R. Verde). Esta subcuenca presenta una geología compleja, relacionada con la evolución de la sierra La Primavera. Se encuentra sobre dos microcuencas denominadas San Sebastián el Grande con una superficie aproximada de 9,610.7 has y Santa Anita con una superficie de 13,750.9 has. La primera está ubicada al norte del Cerro El Tajo, mientras que la microcuenca Santa Anita se localiza al sur.

En relación a las dos microcuencas, el área natural protegida representa el 5% del total de la superficie, y dicha superficie es la que presenta mayor capacidad de generación y escurrimiento de agua a las microcuencas. El sistema hidrológico se compone de dos arroyos principales, el primero es el conocido como arroyo Teistingue o Seco que pertenece a la microcuenca de San Sebastián el Grande, el segundo se conoce como el arroyo El Guayabo perteneciente a la microcuenca de Santa Anita. Ambos sistemas riparios aportan sus aguas de temporal al Canal las Pintas el cual desemboca en el Río Santiago.

La Cuenca está comunicada con el río Grande de Santiago mediante la rectificación del arroyo El Ahogado. El origen de esta corriente tiene lugar en el sitio conocido como Cerro del Cuatro, ubicado a unos 7 km al sur del centro de la ciudad de Guadalajara. Esta corriente desciende de una altura de 1,600 msnm, sus aguas cruzan por el periférico, y aguas abajo recibe los excedentes de la presa Las Pintas y de los vasos que se ubican en el valle de Toluquilla.

Durante la época de lluvias se forma una gran cantidad de escurrimientos de sección reducida y corta longitud que son captados por pequeños bordos y por los tajos Las Pomas, El Guayabo, El Molino, El Mulato, El Cuervo, El Cuatro, San José y Magdaleno. El embalse superficial más importante de esta cuenca es la presa El Ahogado, la cual tiene capacidad para almacenar 6.0 hm³ en un área de 750 hectáreas; su longitud es de 5 km y su ancho de 1.5 km, con una altura máxima de 6 m.

Mapa 7. Hidrología superficial



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INEGI, SIATL.

8.2. Hidrología subterránea

La zona de El Tajo se localiza en un área prioritaria para el cuidado del recurso hídrico, su capacidad de infiltración lo convierte en un área estratégica para la planeación y gestión de este recurso. Es por ello que con el fin de justificar lo mencionado previamente se utilizó el Estudio de Hidrología Subterránea (EHS) en el AMG elaborado por IMEPLAN (2023), el cual a partir de los acuíferos de CONAGUA se delimita los Sistemas Hidrogeológicos del AMG determinando además el sistema piezométrico, las zonas de recarga y la vulnerabilidad a contaminación.

Este estudio fue elaborado por medio de una recopilación de información de las características hidrogeológicas y físicas (topográficas, orográficas e hidrológicas) del AMG, con el fin de tener más precisión para modelar los parámetros considerados en el entorno, posteriormente se hizo un análisis cartográfico de las distintas capas de información (topografía, hidrología, hidrogeología, pozos con datos de niveles piezométricos, edafología, etc.) para observar y estudiar las similitudes de las variables y así, señalar que áreas son las que presentan propiedades acuíferas; como resultado se delimitaron 6 sistemas hidrogeológicos (S.H), con propiedades de almacenamiento y transmisión de agua en una tasa aprovechable. De cada uno de estos sistemas como resultado de la revisión de datos y trabajo en campo se pudo digitalizar el nivel piezométrico, el cual sirvió para calibrar el modelo.

En la superficie del AMG hay zonas que no son parte de este sistema, debido a que no cumplen

con las características necesarias para ser consideradas como acuíferos, específicamente en cuanto a su capacidad y tasa para el aprovechamiento del agua.

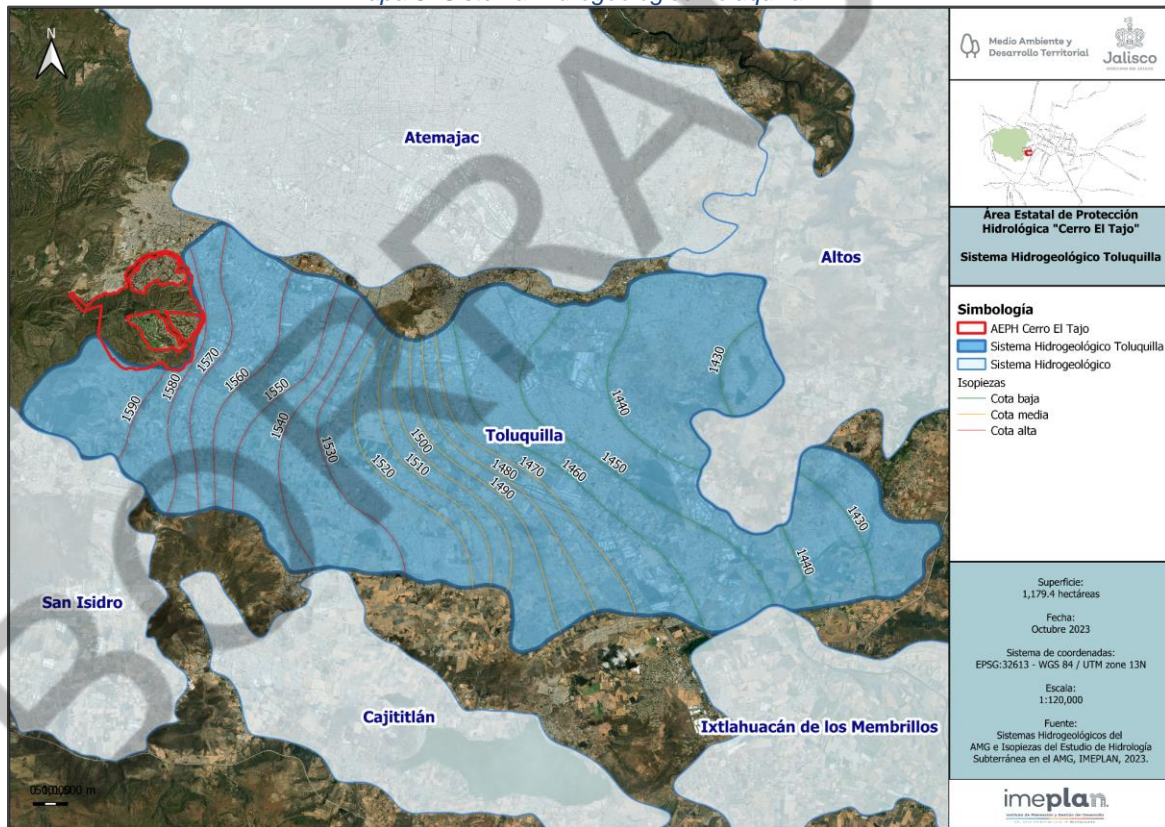
Con el propósito de justificar la importancia del área de estudio en términos de hidrología subterránea, se utilizó el estudio antes mencionado para caracterizar el área y exponer la importancia que presenta para la población del AMG.

8.2.1. Sistema hidrogeológico

De acuerdo con el Estudio de Hidrología Subterránea del AMG, la zona de El Tajo, es estratégico para el funcionamiento del Sistema Toluquilla, debido a esta área tiene una capacidad de recarga que se almacena y se aprovecha en el sistema Toluquilla.

El Sistema Hidrogeológico Toluquilla abarca la parte norte del municipio de Tlajomulco de Zúñiga, la zona sur de los municipios de San Pedro Tlaquepaque y Zapopan, casi la totalidad del municipio de El Salto y la porción nor-oeste de los municipios de Tonalá y Juanacatlán.

Mapa 8. Sistema Hidrogeológico Toluquilla



Fuente: Elaboración propia a partir del Estudio de Hidrología Subterránea en el AMG (EHS), IMEPLAN (2023).

8.2.2. Sistema piezométrico

La piezometría es uno de los elementos fundamentales para comprender los sistemas hidrogeológicos en una región. Esta se define como la cota o altitud en la que se encuentra el límite entre la capa freática³ y la zona vadosa⁴ en un sistema hidrogeológico. Para obtener este valor, se miden las profundidades del agua en pozos, en estado estático (i.e., sin extracción). La diferencia entre la altitud a la que se realizó la medición y la profundidad resulta en la altitud piezométrica.

El Sistema Hidrogeológico Toluquilla, se caracteriza por tener una elevación máxima del nivel piezométrico a 1,590 msnm y una mínima de 1,430 msnm, por lo que se identificó que el patrón de flujo del agua subterránea es de oeste a este, comenzando en el Bosque de la Primavera y terminando en las cercanías del Río Santiago.

A partir de las cotas de los niveles piezométricos identificados se determinó la línea del flujo que tiene el agua que se capta en la zona de El Tajo (ver mapa siguiente), por lo que en su trayecto se identifican un total de 66 pozos urbanos, 31 pozos corresponden al Sistema Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado (SIAPA); 14 a la Dirección General del Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de El Salto (SIMAPES); 11 del Sistema de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Tlajomulco de Zúñiga (SIAT) y 10 pozos de la Dirección de Agua Potable y Alcantarillado de San Pedro Tlaquepaque, de los cuales se estima se extraen 16,323,696 m³ anuales de agua SIAPA (2020), SIMAPES (2023) y Tlaquepaque (2023), lo que hace evidente el aprovechamiento del agua que se logra infiltrar en la zona de El Tajo.

Con base en la dirección del flujo del agua subterránea de la zona de El Tajo, se estima que alrededor de 312,442 habitantes en 155 colonias se benefician del aprovechamiento del agua subterránea, esto mediante el abastecimiento de agua a través de los pozos ubicados en la zona; así mismo, las colonias como Bugambilias, Valle de Bugambilias, Los Robles, Parque Industrial Guadalajara, La Loma, Club de Golf Atlas, Prados de El Verde y Lomas del Verde Ejidal, de acuerdo con información compartida por SIAPA (2022), SIMAPES (2021) y la Dirección de Agua y Drenaje del municipio de Zapopan (2021), son colonias con autoabastecimiento, es decir que cuentan con sus propias fuentes de abastecimiento la cual es a través de pozos profundos, por lo que su abastecimiento depende directamente del sistema hidrogeológico Toluquilla.

En lo referente a la capacidad de infiltración de las microcuencas, en el estudio realizado por Álvarez-Pérez (2020) acerca del modelaje del balance hídrico para el APFF La Primavera y su zona de influencia, se estimó que la Microcuenca Santa Anita tiene una capacidad de captación natural de agua de lluvia de 128 Mm³ año⁻¹, con una precipitación promedio anual de 931 mm. Por su parte la Microcuenca San Sebastián El Grande la capacidad de captación natural de agua de lluvia de esta microcuenca se calculó en 86.1 Mm³ año⁻¹; con una precipitación promedio anual de 896 mm.

Actualmente el acuífero de Toluquilla se encuentra en un déficit de aproximadamente 75 hm³ al año. Según datos de la CONAGUA publicados en 2020 el volumen de agua extraído anualmente es de 122.35 hm³ y se tiene una recarga total de 49.1 hm³ anuales, de los cuales 39.3 hm³

³ Acumulación de agua subterránea que se encuentra a una profundidad relativamente pequeña bajo el nivel del suelo.

⁴ Zona del subsuelo, por encima del nivel freático, caracterizada por la presencia en los poros de aire y/o agua.

corresponden a la recarga natural por precipitación y los restantes a la recarga inducida por los excedentes del riego agrícola. De acuerdo con los resultados del censo realizado en 2003, se registró la existencia de un total de 1,226 aprovechamientos de aguas subterráneas, de los cuales 728 son pozos y los 498 restantes son norias. Es importante señalar que al mencionado censo se debe agregar un mínimo de 6% de obras irregulares y algunos otros aprovechamientos regularizados. De acuerdo con su uso el 66.5% se destina al uso agrícola, el 14.2% a público-urbano, el 8.6% para uso industrial, el 7.7 %, para uso doméstico-abrevadero y el 3% restante para servicios. La sobreexplotación actual del acuífero de Toluquilla compromete la disponibilidad de reservas de agua subterránea ante futuros escenarios de cambio climático con los cuales se ve afectada la disponibilidad de agua superficial, de la cual dependen aproximadamente el 70% del suministro del AMG. Adicionalmente, las disminuciones en los niveles de saturación del acuífero contribuyen a la potencial subsidencia del suelo a lo largo de su extensión.

Mapa 9. Isopiezas y sentido del flujo del agua subterránea del Sistema Toluquilla



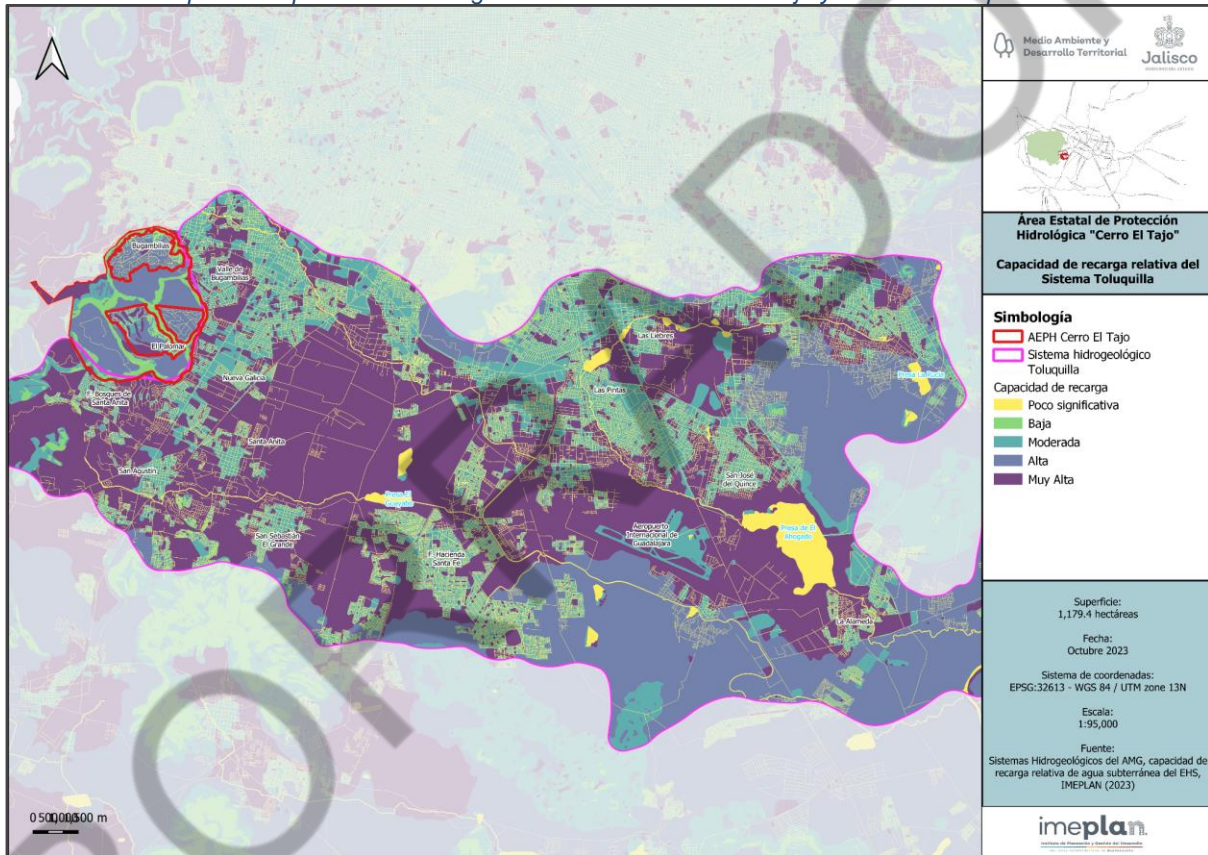
Fuente: Elaboración propia a partir de los Sistemas Hidrogeológicos del AMG, Sentido del flujo del agua subterránea e Isopiezas del Estudio de Hidrología Subterránea en el AMG, IMEPLAN (2023); Límite de colonias, INE (2021); Límite de manzanas, INEGI (2020); Pozos urbanos, SIAPA (2023), Sistemas municipales (2021 - 2023); Zonas con autoabastecimiento, SIAPA (2018), Sistemas municipales (2016-2021).

8.2.3. Zonas de recarga

Las zonas de recarga son entornos hidrogeológicos que se caracterizan por contar con una topografía, tipo de suelo y rocas específicas que permiten la filtración del agua de la lluvia al subsuelo. Así mismo, la recarga relativa presenta la cantidad de agua por unidad de superficie de tierra que penetra en la superficie del suelo y llega al nivel freático (Aller et al., 1987).

De acuerdo a los resultados del Estudio de Hidrología Subterránea del AMG, la zona de El Tajo tiene una capacidad de recarga relativa de muy alta a alta en el 67% de su superficie, lo cual va relacionado con sus características físicas, como la edafología y textura del suelo, así como bióticas, tipo de vegetación y cobertura.

Mapa 10. Capacidad de recarga relativa de la zona de El Tajo y Sistema Toluquilla



Fuente: Elaboración propia a partir de los Sistemas Hidrogeológicos del AMG, capacidad de recarga relativa de agua subterránea del Estudio de Hidrología Subterránea en el AMG, IMEPLAN (2023).

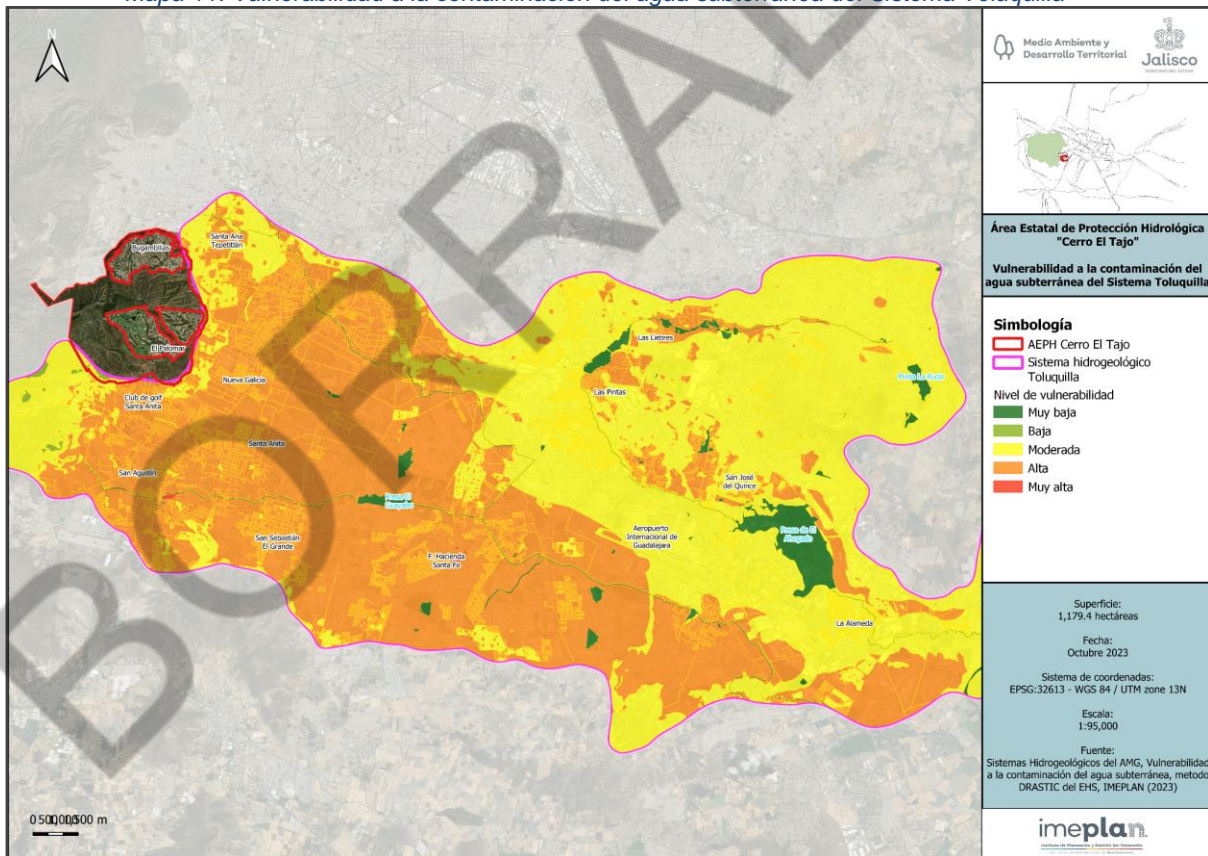
8.2.4. Vulnerabilidad del sistema hidrogeológico

La vulnerabilidad a la contaminación del agua subterránea de los sistemas hidrogeológicos del AMG del Estudio de Hidrología Subterránea (IMEPLAN, 2023), se obtuvo mediante el método DRASTIC, utilizando varios factores clave, como la profundidad del agua subterránea, recarga neta, litología, tipo de suelo, topografía, naturaleza de la zona no saturada y conductividad hidráulica de los S.H.

Según Foster & Chilton (2003), uno de los problemas más significativos relacionados con la calidad del agua subterránea en áreas urbanas es la contaminación antropogénica. Esta contaminación ocurre debido a la falta de protección de los sistemas hidrogeológicos vulnerables frente a descargas o derrames. Estas descargas y derrames pueden originarse por diversas actividades humanas, como vertidos o derrames de sustancias químicas, manejo inadecuado de residuos, descargas industriales, sistemas de saneamiento in situ, fugas en el alcantarillado, pérdidas en lagunas de aguas residuales, prácticas agrícolas, entre otras.

Como parte de los resultados del EHS, se observa que el 44% de la superficie del sistema hidrogeológico Toluquilla se encuentra con valores de alta vulnerabilidad a la contaminación del agua subterránea, como principales zonas con este valor se identifica las localidades de San Agustín, San Sebastián; colonias como Las Pintas, San José del Quince, Las Liebres, Santa Anita, Fraccionamiento Hacienda Santa Fe; y en las faldas del cerro de El Tajo como el club de golf Santa Anita, Nueva Galicia y Santa Ana Tepetitlán. Es por ello importante reconocer la necesidad de restringir y condicionar los usos y actividades (fuentes potenciales de contaminación), para evitar que contaminantes lleguen al subsuelo y por ende se garantice la calidad del agua que está siendo utilizada por la población.

Mapa 11. Vulnerabilidad a la contaminación del agua subterránea del Sistema Toluquilla



Fuente: Elaboración propia a partir de los Sistemas Hidrogeológicos del AMG, vulnerabilidad a la contaminación del agua subterránea, método DRASTIC del Estudio de Hidrología Subterránea en el AMG, IMEPLAN (2023).

A manera de conclusión es evidente que la zona de El Tajo se encuentra ubicada en una zona de relevancia ambiental para el cuidado y protección del recurso hídrico. Sus propiedades físicas y bióticas lo convierten en uno de los sitios principales donde se infiltra el agua y, como se mencionó anteriormente, una de las fuentes que proveen de agua a un porcentaje de la población del AMG.

El continuo crecimiento y desarrollo urbano en la zona de El Tajo provocan una presión importante para la capacidad de abastecimiento de agua potable para el desarrollo de las actividades cotidianas de la ciudad, esto sumado a la sobreexplotación actual de los acuíferos y a la falta de un monitoreo constante de su utilización, por lo que la prohibición y regulación de actividades son necesarias para asegurar el recurso hídrico y la calidad del mismo.

Es por ello que la zona de El Tajo, con base en los estudios y análisis expuestos en el presente documento, y que demuestran su importancia en el sistema hidrogeológico de Toluquilla, se debe convertir en prioridad para implementar medidas que coadyuven en su protección y recuperación.

9. Caracterización biótica

El Cerro El Tajo posee un estatus de protección legalmente constituido, sin embargo, la degradación de las áreas circundantes, así como las barreras físicas en sus límites, provocadas por la urbanización (fraccionamientos, construcción de vialidades, etc.) han propiciado el aislamiento progresivo de los remanentes de hábitat natural, generando un efecto negativo en la dinámica del ecosistema.

Cuando las áreas de hábitat natural disminuyen, consecuentemente se reduce el tamaño poblacional de especies silvestres y aumenta la tasa de extinciones locales (Bennett, 1998), ya que generalmente áreas pequeñas de hábitat soportan menos especies (Shaffer, 1981, Primack et al., 2001). De igual forma, el aislamiento puede inhibir el intercambio de individuos entre las poblaciones de los diferentes fragmentos (Hobbs, 1993; Bennett, 1998) dificultando la dispersión y migración de las especies que requieren de bosques continuos a diferentes altitudes, para poder realizar los movimientos espaciales y continuar con la dinámica propia de su población (Primack et al., 2001).

El Cerro El Tajo, al ser parte del macizo forestal del Bosque La Primavera, mantiene el enlace natural inmediato favoreciendo la conservación de la biodiversidad y manteniendo la función de los procesos ecológicos y evolutivos (depredación, competencia, parasitismo, dispersión, polinización, simbiosis, ciclo de nutrientes, perturbaciones naturales, etc.)

9.1. Servicios ambientales

Este tipo de ecosistemas son relevantes no solo por ser soporte de la biodiversidad que los habitan, sino que también son proveedores de servicios ambientales de los que se ven beneficiados los asentamientos humanos.

Estos servicios ambientales se agrupan en cuatro categorías generales: Soporte (hábitat, retención de suelo, conservación de la vegetación, entre otros); Provisión (fuentes de alimento y refugio para

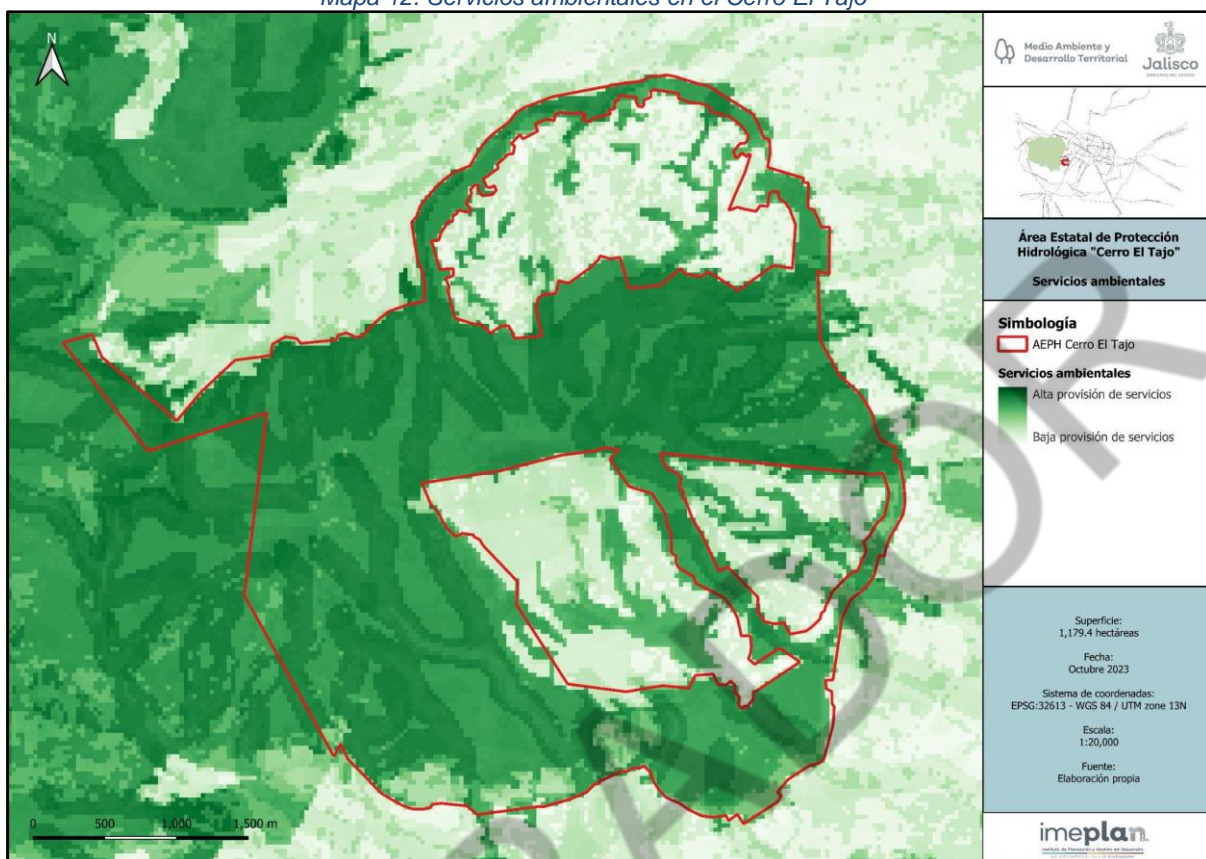
la fauna); Regulación (captación de CO₂, regulación del clima, mitigación de fenómenos extremos, entre otros) y Culturales (turismo, apreciación estética, inspiración, etc.).

Con el fin de territorializar los distintos servicios que proveen las zonas con alto valor ecosistémico-ambiental del Cerro El Tajo, se realizó un análisis multicriterio con el cual se identificaron características propias de la zona que proveen los servicios ambientales, para ello se utilizaron las siguientes variables: uso de suelo y vegetación, aptitud para la infiltración y densidad de registros de biodiversidad. Además se incluyeron en el análisis aquellas variables que pueden reducir la provisión de estos servicios, tales como hundimientos, riesgo de incendios y la probabilidad de presentar más de 30°C.

El resultado de este análisis es un gradiente de color donde las áreas de tonos fuertes son los que proveen de más servicios ambientales; el área de El Tajo presenta valores muy altos de provisión de servicios ambientales, al igual que toda la zona que corresponde al Bosque La Primavera.

Este resultado es derivado mayormente del tipo de cobertura que existe en el polígono de El Tajo, la cual es parte del Bosque de Encino presente en todo el sistema de montañas que conforman a La Primavera, el cual provee de soporte a las especies de flora y fauna que caracterizan este tipo de ecosistemas, además de que la presencia de arbolado evita la pérdida de suelo y fomenta la captación de agua pluvial; también el análisis refleja los servicios de provisión del este ecosistema, al ser fuente de alimento e incluso proveedor de materia prima; la regulación del clima y la captación de gases de efecto invernadero también son algunos de los beneficios derivados de este tipo de ecosistemas y; por último los servicios culturales de esta área, que corresponden al gusto de la población por espacios naturales no fragmentados donde se puedan hacer actividades de recreación y apreciación.

Mapa 12. Servicios ambientales en el Cerro El Tajo



Fuente: Elaboración propia con base en la capa de cobertura y uso de suelo de SEMADET (2020).

9.2. Conectividad

La conectividad ecológica de las distintas áreas naturales, es esencial para el mantenimiento de los recursos y servicios ecosistémicos. Esta se representa por medio de una red, la cual se integra por áreas núcleo, que son los espacios naturales en mejor estado de conservación y que poseen todos aquellos elementos para el desarrollo óptimo de las especies, caracterizándose por ser espacios con una cobertura vegetal forestal y estar más alejados de las áreas urbanizadas, además de los nodos intermedios, que son espacios de cobertura forestal, pero que por su tamaño no logran sostener poblaciones grandes de fauna, pero que son utilizados por las especies para el desarrollo de ciertas actividades; ambos componentes se conectan a través de corredores ecológicos, los cuales son vitales para conservar la diversidad biológica.

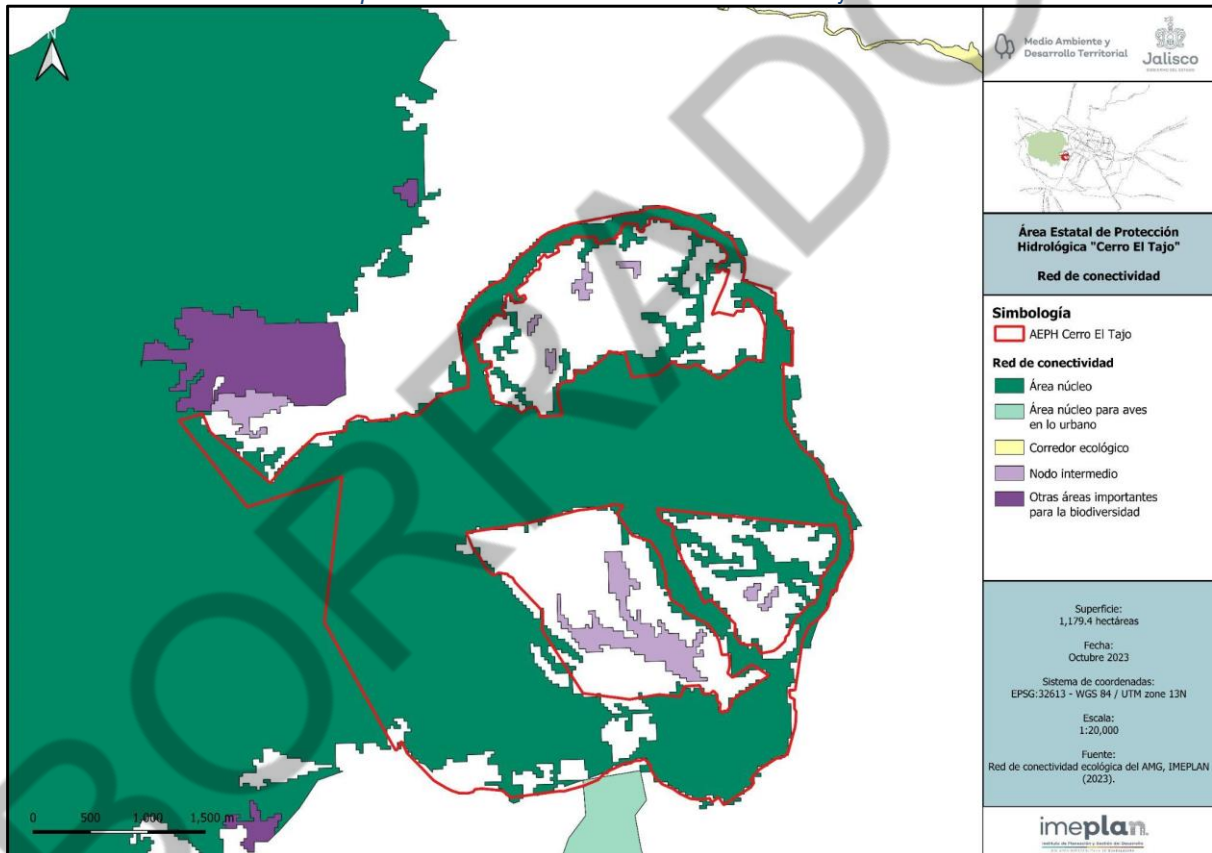
Con el fin de identificar al red antes descrita, el IMEPLAN realizó el estudio de conectividad ecológica en el AMG (IMEPLAN, 2023); para ello se hizo una recopilación de registros de flora y fauna y se seleccionaron 12 especies con distintos rangos y formas de desplazamiento (6 aves, 5 mamíferos y 1 anfibio); a las cuales se les corrieron modelos de hábitat idóneo y conectividad, considerando sus características particulares y 19 variables bioclimáticas, entre las cuales están rangos de temperatura, precipitaciones, estacionalidad, isothermalidad, entre otras . Dando como

resultado una serie de superficies prioritarias para la biodiversidad y conectividad.

La red de conectividad ecológica en el Cerro El Tajo se conforma por un área núcleo, la cual es la que conforma al ANP Bosque La Primavera y áreas aledañas a este sistema montañoso; un nodo intermedio correspondiente a los remanentes de vegetación boscosa de la zona, algunas áreas importantes para la biodiversidad en la porción noroeste del polígono y al sur; también se observa un corredor ecológico al norte del polígono; además de un área núcleo para las aves.

En el Cerro El Tajo casi el 95% de su superficie corresponde al área núcleo denominada Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera. Además tiene algunos nodos intermedios en los polígonos centrales que son los correspondientes a Bugambilias y el Palomar. Tomando en consideración lo descrito anteriormente, el Cerro de El Tajo forma parte de los sitios ambientalmente importantes en el AMG.

Mapa 13. Red de conectividad en el Cerro El Tajo



Fuente: Elaboración propia con base en el estudio de Conectividad Ecológica en el AMG, IMEPLAN (2023).

9.3. Vegetación

El Cerro el Tajo cuenta con dos tipos de vegetación natural: bosque de encino - galería y selva baja caducifolia, y un tipos de vegetación inducida clasificado como pastizal cultivado e inducido, lo que representa que existe una variedad considerable de ecosistemas donde además se presenta un

grado de perturbación extenso que ocasiona fragmentación del ecosistema.

El área representa un reservorio de diversas especies de flora endémica de la región tales como Mammillaria jaliscana y Agave guadalajarana. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, (2000).

Tabla 5. Distribución del uso de suelo y vegetación del Cerro el Tajo

Vegetación	Superficie (has)	%
Pastizales Cultivados e Inducidos	36.74	3.1
Bosque de Encino-Galería	1123.57	95.7
Selva Baja Caducifolia	13.68	1.2
Total	1173.99	100

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del mapa de cobertura SEMADET, 2020.

Mapa 14. Vegetación del Cerro El Tajo



Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del mapa de cobertura SEMADET, 2020.

9.3.1. Bosque de Encino - Galería

Este tipo de vegetación comprende una superficie de 1,124 hectáreas del Cerro El Tajo. Los

encinos (*Quercus spp.*) son los elementos dominantes. Las especies de encinos comunes a la zona son *Quercus resinosa* y *Q. magnoliifolia* y de forma más escasa el pino *Pinus oocarpa*. Conforman comunidades densas o semi abiertas, alcanzando alturas de 5 a 15 metros, dependiendo del lugar en que se hayan desarrollado. Son caducifolios en su mayoría por temporadas cortas y constituyen la transición entre comunidades templadas y tropicales. Se distribuyen en las grandes zonas montañosas, llegando hasta las serranías de menor altitud por encima de la selva baja caducifolia y sobre todo en laderas de los cerros.

Para la composición del estrato arbóreo predominan: *Quercus candicans*, *Quercus castanea*, *Quercus coccolobifolia*, *Quercus magnoliifolia*, *Quercus resinosa*, *Quercus viminea*, *Cletra rosei*, *Agarista mexicana var. mexicana*, *Arbutus glandulosa*, *Arbutus xalapensis*, *Ficus petiolaris.*, *Prunus ferruginea*, *Prunus serotina ssp. capuli*, *Casimiroa edulis*, *Bursera spp.*, *Liabum glabrum var. hypoleucum*, *Acacia angustissima* y *Lippia umbellata*.

Los elementos del estrato arbustivo son dispersos y alcanzan alturas de 1 a 3 m. Algunas plantas características para este estrato son: *Comarostaphylis glauscescens*, *Vaccinium stenophyllum*, *Opuntia jaliscana*, *Agave guadalajarana* y *Nolina parviflora*, entre otras. En el estrato herbáceo las familias con mejor representación son Asteraceae, Poaceae y Fabaceae.

Ilustración 1. Bosque de encino



Fuente: fotografía de Josué Díaz Vázquez 2018.

9.3.2. Selva Baja Caducifolia

La selva baja caducifolia se encuentra sólo en aproximadamente 14 hectáreas del polígono. Este tipo de vegetación se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos. Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura, normalmente de 4 a 10 m (eventualmente hasta 15 m). El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y

retoñan o germinan las especies herbáceas. Algunas especies conocidas que dominan este estrato son el papelillo o copal (*Bursera sp.*), guayabo (***Psidium guajava***) y guamúchiles (*Pithecellobium dulce*) que aunque no son típicas y únicas de la selva baja, si son de las más reconocibles en la zona.

Ilustración 2. Selva Baja Caducifolia



Fuente: fotografía de Josué Díaz Vázquez 2017.

9.3.3. Pastizales Cultivados e Inducidos

El pastizal inducido se encuentra en una superficie de aproximadamente 37 hectáreas del Cerro El Tajo y su presencia es explicada por la continua y persistente perturbación antropogénica. En forma similar que el matorral inducido, este es un ecosistema que se encuentra en estado de sucesión desviada. A diferencia de los espacios de matorral inducido, los pastizales experimentan una presión antropogénica mayor, debido a la presencia de desarrollos urbanos como lo es la zona de Bugambilias y El Palomar. La vegetación esta dominada por especies como pasto rosado (*Melinis repens*), Campanilla morada (*Ipomoea purpurea*) y algunas representantes de la familia Gramineae.

Ilustración 3. Pastizal



Fuente: fotografía de Josué Díaz Vázquez 2017.

9.4. Fauna

El conocimiento de la composición faunística en un sitio es fundamental, ya que estos organismos desempeñan un papel en los ecosistemas como dispersores de semillas de especies vegetales (Fleming, 1988; Mosandl y Kleinert, 1998; Sugden, 1983; Vander y Stephen, 2002; Wheelwright, 1983) polinizadores (Stoner, 2002), y la regulación de poblaciones en el caso de los depredadores (Nuñez et al., 2000).

En El Cerro El Tajo se estima la presencia de más de 100 especies de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), siendo el grupo de las aves el mejor representado en la zona, seguido por el de mamíferos. El análisis de la fauna presente en la zona se basó en la generación de un listado potencial, utilizando bibliografía específica para la zona, y muestreos en forma de transectos dentro de los polígonos forestales para el caso de aves y mediante colocación de cámaras trampa para el caso de mamíferos.

Tabla 6. Fauna potencial en el Cerro El Tajo

Grupo	Número de Especies	Porcentaje
Anfibios	5	5
Reptiles	11	11
Aves	71	70
Mamíferos	15	14
Total	102	100

9.4.1. Herpetofauna

En el caso de los anfibios, la representación comprende 5 especies de 3 familias y para reptiles 11 especies de 7 familias. Tres reptiles se encuentran en la categoría de protección y uno amenazado.

Tabla 7. Listado de anfibios y reptiles (Herpetofauna)

Orden	Familia	Género	Especie	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010*
Anura	Hylidae	<i>Dryophytes</i>	<i>arenicolor</i>	Ranita de cañón	-
		<i>Dryophytes</i>	<i>eximiuseximia</i>	Rana verde	-
	Craugastoridae	<i>Craugastor</i>	<i>hobartsmithi</i>	Ranita de hojarasca	-
	Bufonidae	<i>Incilius</i>	<i>occidentalis</i>	Sapo de los pinos	-
		<i>Rhinella</i>	<i>horribilis</i>	Sapo gigante	-
Squamata	Polychrotidae	<i>Anolis</i>	<i>nebulosus</i>	Lagartija	-
	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus</i>	<i>albiventris</i>	Roño	-
		<i>Sceloporus</i>	<i>torquatus</i>	Roño	-
	Teiidae	<i>Aspidozelis</i>	<i>gularis</i>	Corredor	-
	Colubridae	<i>Leptodeira</i>	<i>maculata</i>	Culebra ojo de gato	Pr
		<i>Leptodeira</i>	<i>polysticta</i>	Culebra ojo de gato	-
		<i>Coluber</i>	<i>mentovarius</i>	Chirrionera	-
		<i>Pituophis</i>	<i>deppei</i>	Cincuate	A
	Viperidae	<i>Crotalus</i>	<i>basiliscus</i>	Víbora de cascabel	Pr
	Anguidae	<i>Elgaria</i>	<i>kingii</i>	Lagartija	Pr
Scincidae	<i>Pleistodon</i>	<i>callicephalus</i>	Lagartija de cola azul	-	

Diario oficial de la federación, (14 de noviembre de 2019). Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, 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, publicada el 30 de diciembre de 2010.

9.4.2. Aves

En el área se encuentran 71 especies, 5 con categoría de protección y una amenazada, pertenecientes a 28 familias de 111 órdenes.

Tabla 8. Aves

Orden	Familia	Género	Especie	Nombre Común	NOM-059-SEMARN AT- 2010
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Coragyps</i>	<i>atratus</i>	Zopilote común	-
		<i>Cathartes</i>	<i>aura</i>	Zopilote aura	-
	Accipitridae	<i>Accipiter</i>	<i>striatus</i>	Gavilán pecho canela	Pr
		<i>Buteogallus</i>	<i>anthracinus</i>	Aguililla negra menor	Pr
		<i>Buteo</i>	<i>jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	-
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara</i>	<i>plancus subsp.</i>	Caracara quebrantahuesos	-
		<i>Falco</i>	<i>sparverius</i>	Cernícalo americano	-
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina</i>	<i>inca</i>	Tórtola cola larga	-
		<i>Columbina</i>	<i>passerina</i>	Tórtola coquita	-
		<i>Patagioenas</i>	<i>fasciata</i>	Paloma de collar	-
		<i>Zenaida</i>	<i>asiatica</i>	Paloma ala blanca	-
		<i>Zenaida</i>	<i>macroura</i>	Paloma huilota	-
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Forpus</i>	<i>cyanopygius</i>	Perico catarina	Pr
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga</i>	<i>sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	-
Strigiformes	Tytonidae	<i>Tyto</i>	<i>alba</i>	Lechuza de campanario	-
	Strigidae	<i>Bubo</i>	<i>virginianus</i>	Búho cornudo	-
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Caprimulgus</i>	<i>vociferus</i>	Tapacamino cuerporruín	-
Apodiformes	Trochilidae	<i>Saucerottia</i>	<i>beryllina</i>	Colibrí berilo	-
		<i>Ramosomyia</i>	<i>violiceps</i>	Colibrí corona violeta	-

		<i>Cyananthus</i>	<i>latirostris</i>	Colibrí pico ancho	-
		<i>Basilinna</i>	<i>leucotis</i>	Zafiro oreja blanca	-
		<i>Selasphorus</i>	<i>platycercus</i>	Zumbador cola ancha	-
		<i>Selasphorus</i>	<i>rufus</i>	Zumbador rufo	-
		<i>Selasphorus</i>	<i>sasin</i>	Zumbador de Allen	-
Coraciiformes	Momotidae	<i>Momotus</i>	<i>mexicanus</i>	Momoto corona café	-
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes</i>	<i>formicivorus</i>	Carpintero bellotero	-
		<i>Dryobates</i>	<i>scalaris</i>	Carpintero mexicano	-
		<i>Dryobates</i>	<i>arizone</i>	Carpintero de Arizona	-
Passeriformes	Furnariidae	<i>Lepidocolaptes</i>	<i>leucogaster</i>	Trepatroncos escarchado	-
	Tyrannidae	<i>Contopus</i>	<i>pertinax</i>	Pibí tengo frío	-
		<i>Contopus</i>	<i>sordidilus</i>	Pibí occidental	-
		<i>Empidonax</i>	<i>difficilis</i>	Mosquero	-
		<i>Pyrocephalus</i>	<i>rubinus</i>	Mosquero cardenal	-
		<i>Myiarchus</i>	<i>cinarescens</i>	Papamoscas cenizo	-
	Tyranninae	<i>Myiarchus</i>	<i>tuberculifer</i>	Copetón triste	-
		<i>Pitangus</i>	<i>sulfuratus</i>	Luis bienteveo	-
		<i>Tyrannus</i>	<i>vociferans</i>	Tirano gritón	-
		<i>Tyrannus</i>	<i>crassirostris</i>	Tirano pico grueso	-
		<i>Tyrannus</i>	<i>verticalis</i>	Tirano pálido	-
	Hirundinae	<i>Hirundo</i>	<i>rustica</i>	Golondrina tijereta	-
	Laniidae	<i>Lanius</i>	<i>ludovicianus</i>	Alcaudón verdugo	-
	Corvidae	<i>Aphelocoma</i>	<i>ultramarina</i>	Chara pecho gris	-

		<i>Corvus</i>	<i>corax</i>	Cuervo común	-
	Troglodytidae	<i>Troglodytes</i>	<i>aedon</i>	Chivirín saltapared	-
		<i>Thryomanes</i>	<i>bewickii</i>	Chivirín cola oscura	-
		<i>Campylorhynchus</i>	<i>gularis</i>	Matraca serrana	-
	Poliophtidae	<i>Poliophtila</i>	<i>caerulea</i>	Perlita azul-gris	-
	Turdidae	<i>Myadestes</i>	<i>occidentalis</i>	Clarín jilguero	Pr
		<i>Turdus</i>	<i>rufopalliatus</i>	Mirlo dorso rufo	-
	Mimidae	<i>Melanotis</i>	<i>caerulescens</i>	Mulato azul	-
		<i>Mimus</i>	<i>polyglottos</i>	Centzontle norteño	-
		<i>Toxostoma</i>	<i>curvirostre</i>	Cuitlacoche pico curvo	-
	Ptilonotidae	<i>Ptilonotus</i>	<i>cinereus</i>	Capulinerio gris	-
	Parulidae	<i>Mniotilta</i>	<i>varia</i>	Chipe trepador	-
		<i>Geothlypis</i>	<i>tolmiei</i>	Chipe de Tolmie	A
		<i>Setophaga</i>	<i>coronata</i>	Chipe coronado	-
		<i>Setophaga</i>	<i>graciae</i>	Chipe ceja amarilla	-
		<i>Dendroica</i>	<i>nigrescens</i>	Chipe negro-gris	-
		<i>Wilsonia</i>	<i>pusilla</i>	Chipe corona negra	-
		<i>Myoborus</i>	<i>pictus</i>	Chipe ala blanca	-
	Emberizidae	<i>Melospiza</i>	<i>fusca</i>	Toquí pardo	-
		<i>Spizella</i>	<i>passerina</i>	Gorrión ceja blanca	-
		<i>Ammodramus</i>	<i>savannarum</i>	Gorrión chapulín	-
	Cardinalidae	<i>Piranga</i>	<i>flava</i>	Tángara encinera	-

		<i>Piranga</i>	<i>ludoviciana</i>	Tángara capucha roja	-
		<i>Pheucticus</i>	<i>melanocephalus</i>	Picogordo tigrillo	-
		<i>Passerina</i>	<i>versicolor</i>	Colorín morado	-
		<i>Passerina</i>	<i>ciris</i>	Colorín sietecolores	Pr
	Fringillidae	<i>Haemorhous</i>	<i>mexicanus</i>	Pinzón mexicano	-
		<i>Spinus</i>	<i>psaltria</i>	Jilguero dominico	-
	Passeridae	<i>Passer</i>	<i>domesticus</i>	Gorrión casero	-

Diario oficial de la federación, (14 de noviembre de 2019). Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, 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, publicada el 30 de diciembre de 2010.

9.4.3. Mamíferos

El área alberga a 15 especies de mamíferos de los cuales dos son endémicos de México, pertenecientes a 9 familias de cuatro órdenes.

Tabla 9. Mamíferos

Orden	Familia	Género	Especie	Nombre Común	Endemismo
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis</i>	<i>virginiana</i>	Tlacuache	-
	Sciuridae	<i>Sciurus</i>	<i>aureogaster</i>	Ardilla gris mexicana	-
Rodentia	Cricetidae	<i>Peromyscus</i>	<i>spicilegus</i>	Ratón espiguero	Endémica de México
		<i>Sigmodon</i>	<i>mascotensis</i>	Rata algodónera de Jalisco	Endémica de México
Carnivora	Felidae	<i>Lynx</i>	<i>rufus</i>	Lince rojo	-
	Canidae	<i>Urocyon</i>	<i>cinereoargenteus</i>	Zorra gris	-
		<i>Canis</i>	<i>latrans</i>	Coyote	-

	Mephitidae	<i>Conepatus</i>	<i>leuconotus</i>	Zorrillo nariz de cerdo	-
		<i>Mephitis</i>	<i>macroura</i>	Zorrillo encapuchado	-
		<i>Spilogale</i>	<i>angustifrons</i>	Zorrillo manchado	-
	Procyonidae	<i>Bassariscus</i>	<i>astutus</i>	Cacomixtle	-
		<i>Nasua</i>	<i>narica</i>	Coatí	-
		<i>Procyon</i>	<i>lotor</i>	Mapache	-
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus</i>	<i>virginianus</i>	Venado cola blanca	-
	Tayassuidae	<i>Dicotyles</i>	<i>tajacu</i>	Pecarí de collar	-

9.5. Características paisajísticas

Los paisajes surgen de la combinación del relieve y otros elementos naturales con elementos ligados a la actividad humana como las construcciones ó la transformación del suelo. Estos elementos se pueden mezclar en diversas formas y proporciones, dando lugar a paisajes diferentes.

La mayor parte de los bosques están conformados por pinos y encinos en forma equilibrada. En las partes más altas y cumbres de las sierras van bosques de pino que pueden alcanzar los 25 metros de altura, y en las partes bajas, faldas y lomeríos están los bosques de encino que alcanzan unos 7 metros.

En El Cerro El Tajo se pueden observar dos unidades de paisaje, una unidad de paisaje con predominio antrópico el cual se encuentra una zona urbanizada presentado infraestructura de diferente índole denomina el Palomar y Bugambillas, y una segunda unidad de paisaje determinada por espacios de encino y áreas verdes.

10. Riesgos

Debido a su posición geográfica y fisiográfica, El Cerro El Tajo, como se ha mencionado anteriormente, está sujeta a presiones e impactos negativos relacionados con actividades antropogénicas, tales como cambio de uso de suelo, incendios forestales, introducción de especies invasoras, ruido, contaminación y erosión, todo esto disminuye la calidad de los servicios ambientales que él área brinda al AMG.

Otra consecuencia de éstos impactos negativos en el ecosistema es la fragmentación del paisaje, lo que provoca es el aislamiento de las poblaciones de flora y fauna, en particular de aquellas especies que tienen poca movilidad. Esto transgrede la estabilidad poblacional de algunas especies que se encuentran amenazadas.

10.1. Hundimientos

La subsidencia o hundimiento del terreno puede darse de manera gradual o de manera repentina, es causado principalmente por la remoción o desplazamiento de los materiales subyacentes. Entre las principales causas se encuentran la sobreexplotación de aguas subterráneas; el drenaje de suelos orgánicos; la minería subterránea; y la compactación o colapso natural del terreno (USGS, 2019).

Las características en la zona son las siguientes:

- Geología, gran parte del área de estudio corresponde a roca vítrea ígnea, en menor medida toba volcánica y algunos afloramientos de suelo aluvial. La toba por su origen explosivo, formada por material volcánico suelto, tiene una resistencia muy baja que la hace muy susceptible a hundimientos⁵.
- La edafología corresponde en su mayoría a regosoles, que son suelos jóvenes poco desarrollados y de material suelto, que tienden a ser colapsables; y feozem que son suelos susceptibles a erosión⁶.
- En el polígono se identifican 8 pozos de agua para diferentes usos con un volumen anual concesionado de 789,721 m³, obtenidos a través del REPDA de CONAGUA (2018).

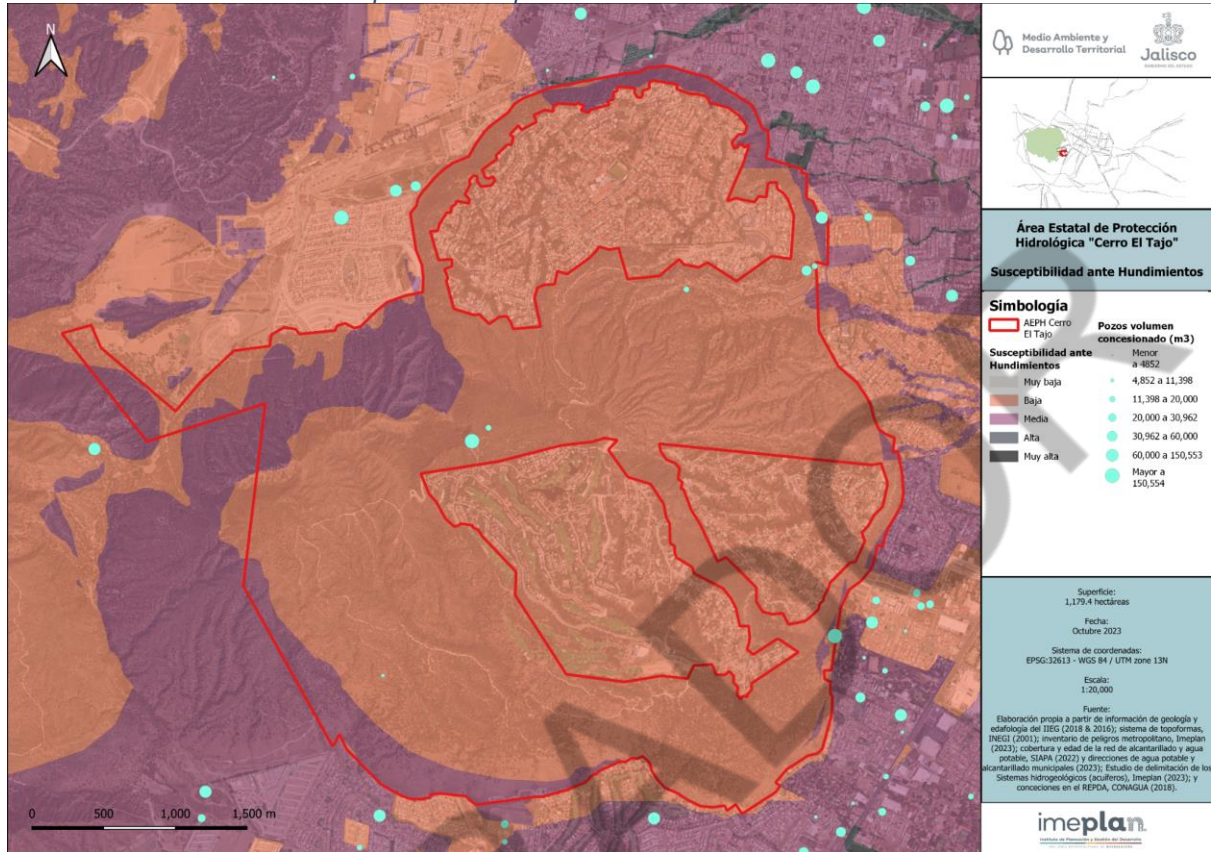
El análisis de susceptibilidad a hundimientos para la zona de El Tajo, se desarrolla a partir del análisis de factores naturales como las características edafológicas y geológicas del suelo y subsuelo respectivamente; la morfología (topografía) del terreno; factores antrópicos asociados a la extracción de agua de pozos en el AMG; la antigüedad de las redes de agua potable y alcantarillado; y condiciones detonantes como lo son zonas con rellenos en barrancos, cauces y bancos de material (ver Mapa “Susceptibilidad a Hundimientos”).

En la zona de estudio se identifican niveles bajos a medios de susceptibilidad, donde gran parte corresponde a valores bajos, y en menor medida en valores medios de susceptibilidad. Los valores medios se concentran al norponiente del Palomar y al sur de Los Robles.

⁵ La Clasificación del nivel de susceptibilidad se desarrolla de acuerdo con la Guía para la interpretación Geología (INEGI, 2005) y la Guía de contenido mínimo para la elaboración del Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED, 2016).

⁶ Determinación del nivel de susceptibilidad a partir de la Guía para la interpretación Edafología (INEGI, 2018) y de las consideraciones de susceptibilidad definidas en el Atlas Estatal de Riesgo (Gobierno del Estado de Jalisco et al., 2007).

Mapa 15. Susceptibilidad a Hundimientos



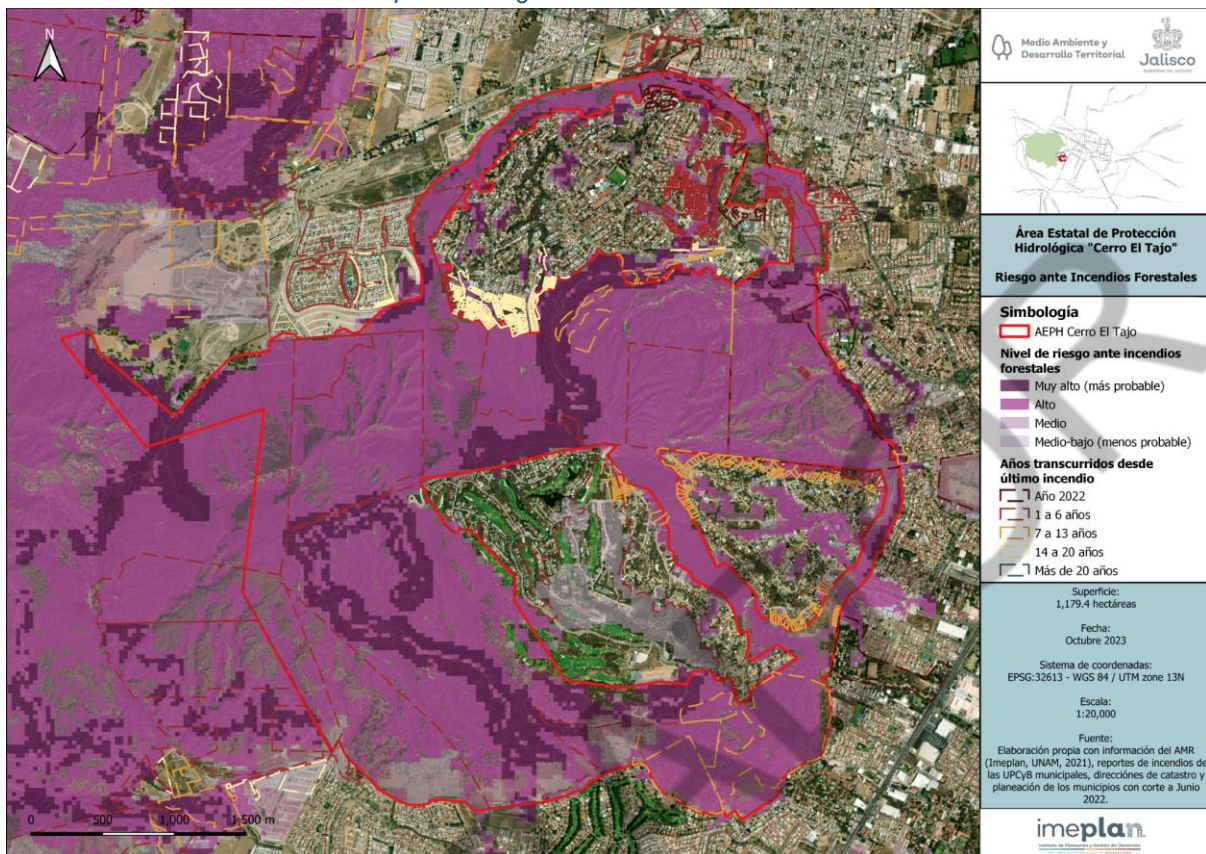
Fuente: Elaboración propia a partir de las capas de geología y edafología del IIEG (2018 & 2016); el sistema de topografías de INEGI (2001); el inventario de peligros metropolitanos, Imeplan (2023); información de cobertura y edades de las redes de alcantarillado y agua potable del SIAPA (2022) y de las direcciones de agua potable y alcantarillado municipales (2023); el Estudio de delimitación de los Sistemas hidrogeológicos (acuíferos) de Imeplan (2023).

10.2. Incendios forestales

Los incendios forestales son clasificados dentro de los fenómenos químico-tecnológicos debido a su origen antrópico. A partir del Mapa de Riesgo a Incendios Forestales del Atlas Metropolitano de Riesgos (IMEPLAN-UNAM, 2021), se estima el riesgo a partir de cuatro dimensiones: la susceptibilidad de la vegetación ante incendios; la determinación del estado fenológico de la vegetación a través de NDVI (2021); la distancia euclidiana a vialidades para determinar la influencia humana (incluyendo vialidades rurales y en áreas forestales); la clasificación de susceptibilidad y recuperabilidad de la vegetación, con base en criterios de CONABIO; y el Índice Estandarizado de Precipitación (SPI) (marzo 2021) para la evaluación del estrés hídrico, como factor detonante.

Bajo las condiciones actuales el nivel de riesgo en la zona El Tajo es predominantemente alta con algunas zonas en riesgo muy alto, principalmente debido a la presión urbana de El Palomar y la zona de Bugambilias.

Mapa 16. Riesgo ante Incendios Forestales



Fuente: Elaboración propia con información del AMR (Imeplan, UNAM, 2021), reportes de incendios de las UPCyB municipales, direcciones de catastro y planeación de los municipios con corte a Junio 2022.

Otro factor son los incendios forestales; en términos generales, se reconoce que las principales causas no son naturales, sino culturales, y la más grave tiene que ver con quemas agropecuarias, en la preparación de terrenos y para el rebrote de pastizales para la ganadería (SEMADET y SADER 2020).

Bajo este contexto, El Cerro El Tajo año tras año se ve afectado por la presencia de incendios forestales que atenta con la biodiversidad que habita en ellas y los recursos naturales. Además representa un gran riesgo para la población, ya que en el polígono se localizan dos zonas habitacionales denominadas "El Palomar" y "Bugambilias", que conforme a los datos proporcionados por la Dirección de Manejo de Fuego, podemos observar en el mapa histórico de incendios que en el 2019 se presentó un incendio que afectó una superficie de 1535.82 ha de las cuales 502.22 se encuentran dentro de El Cerro el Tajo, el reporte emitido menciona la actividad agrícola como causa probable del incendio y el inicio de este mismo tuvo lugar dentro del polígono propuesto como ANP, es importante resaltar con este incendio en particular el riesgo ante el cual estuvieron expuesta las viviendas y las personas que en ellas habitan.

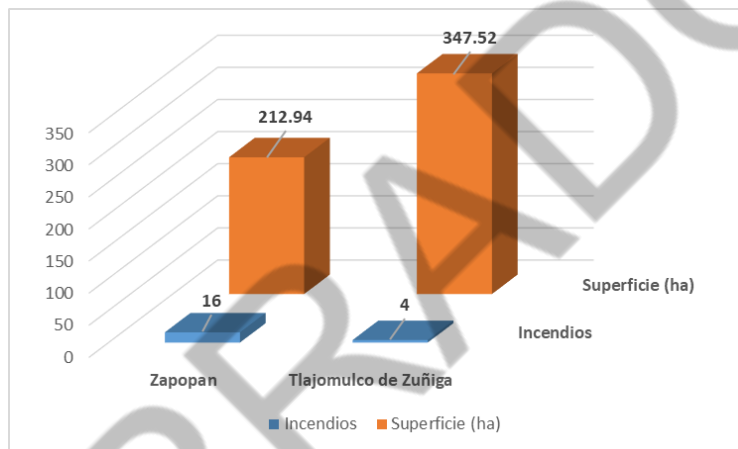
Hasta junio de 2022 se contabilizan 117 predios con registro de incendio forestal en el área de estudio, con una superficie total de 915.71 ha, para más detalle ver la siguiente tabla.

Tabla 10. Número de predios incendiados dentro del polígono de estudio

Tiempo transcurrido desde el último incendio	Número de predios	Superficie (ha)
Año 2022	3	101.95
1 a 6 años	61	720.43
7 a 13 años	38	89.98
14 a 20 años	14	0.33
Más de 20 años	1	3.02

Fuente: Elaboración propia a partir de la información reportada por las Unidades de Protección Civil y Bomberos de los municipios metropolitanos, áreas de catastro y/o planeación de los municipios metropolitanos con corte a Junio 2022.

Gráfica 1. Número de incendios y superficie afectada dentro del Cerro El Tajo, por municipio

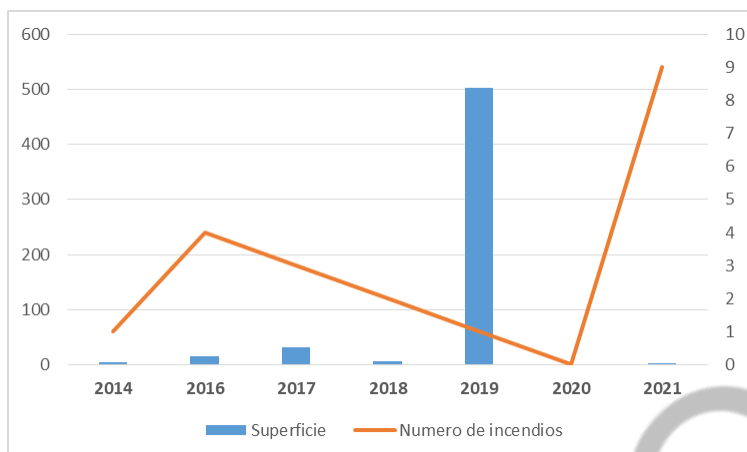


Fuente: Elaboración propia con datos SEMADET, 2021.

La mayor afectación por incendio se presentó en 2019, este incendio se originó en la zona agropecuaria - urbana con una afectación de 1,535 hectáreas de las cuales 1,000 hectáreas de bosque de encino se vieron afectadas dentro del Área de Protección de Flora y Fauna la Primavera y cerca de 502 hectáreas dentro del Cerro el Tajo. Los años con mayor número de incendios fueron el 2021, con 9 incendios que iniciaron en Cerro el Tajo, y el 2012 con 4 incendios.

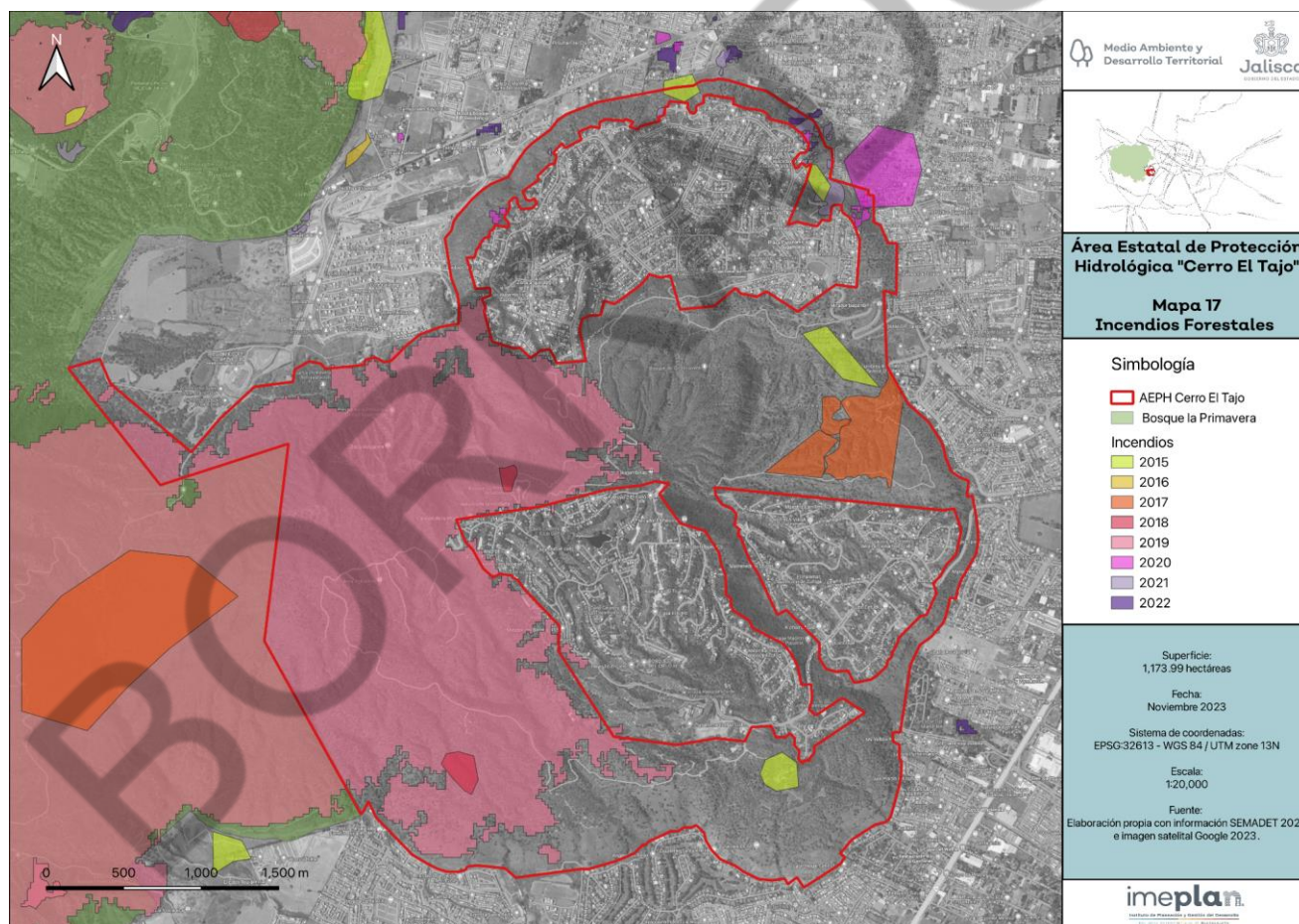
Gráfica 2..

Gráfica 2. Número de incendios y superficie afectada dentro del área de estudio, por año



Fuente: Elaboración propia, con datos de SEMADET 2021.

Mapa 17. Incendios forestales y superficie afectada por año



Fuente: Elaboración propia con información SEMADET 2023.

10.3. Inestabilidad de laderas

A nivel mundial, los desastres de tipo hidrometeorológico y geológico son cada vez más recurrentes y de mayor intensidad, debido principalmente al fenómeno del cambio climático.

En las últimas décadas, los fenómenos naturales en México han dejado daños con un costo promedio anual de 100 vidas humanas y cerca de 700 millones de dólares (Atlas Nacional de México, CENAPRED 2004). En el 2010, de acuerdo con los datos de la Secretaría de Gobernación hubo 42 declaraciones de desastres en 748 municipios de 14 entidades y los daños ascendieron a 45 mil 300 millones de pesos (El Universal 30 de noviembre de 2010). Una de las causas principales de éstos desastres es el crecimiento urbano desordenado que ha ocupado zonas no aptas para los asentamientos humanos, teniendo como consecuencia un mayor número de población expuesta y mayor vulnerabilidad, ya que la mayoría es población marginal.

Una condición importante que aumenta el riesgo de éstos desastres naturales en zonas no aptas para el crecimiento urbano es la inestabilidad de laderas, misma que es asociada frecuentemente a terrenos o relieves accidentados, y depende de factores como el tipo de roca y las condiciones estructurales del macizo rocoso. Estos factores dependen del origen geológico y litológico de las masas de tierra.

El problema de inestabilidad se puede definir como la pérdida de la capacidad del terreno natural para auto sustentarse, y puede derivar en reacomodos y colapsos del mismo.

Existen presiones externas que influyen en la inestabilidad de los taludes naturales y contribuyen a acelerar los procesos de remoción de masa, como son, los incendios forestales, la incidencia de lluvias, actividades antrópicas como asentamientos humanos en zona de pendientes, los sismos, entre otros.

Un movimiento posible, puede ser causado por fallamiento de cizalle a lo largo de una o varias superficies de ruptura del terreno, generando deslizamiento y a su vez remoción de masa.

Existen dos tipos de deslizamiento, el deslizamiento rotacional y el deslizamiento traslacional; dentro del deslizamiento rotacional existe un subtipo de deslizamiento en bloque que tiene la característica de que la masa deslizada (roca o suelo cementado) se desplaza en una sola unidad y generalmente se denomina derrumbe, por otra parte el deslizamiento traslacional tiene la característica que la masa de desliza sobre una superficie aproximadamente plana y con muy poco componente de rotación y además es más superficial y generalmente controlado por discontinuidades o zonas más débiles del terreno.

Como resultado del análisis a los inventarios de riesgos de los municipios de Zapopan y Tlajomulco de Zúñiga se identifica la presencia de distintos tipos de amenazas asociadas a las condiciones geológico - geomorfológicas, topográficas - geomorfológicas e hidroclimatológicas. Derivado del dictamen de valoración del riesgo en el polígono de zonificación del predio Santa Anita Hill, emitido por la Unidad Estatal de Protección Civil y Bomberos de Jalisco con número UEPCB/DG/6268/CSVA-4320/2017, se especifica que, de acuerdo con el Atlas Estatal de Riesgo, dicho polígono se localiza dentro de los polígonos de riesgo alto y medio a deslizamiento de laderas. Por lo anterior, es necesario realizar un estudio a detalle en todo el Cerro El Tajo, utilizando un modelo metodológico denominado "Susceptibilidad de Laderas Inestables" propuesto por el

Departamento de Geografía Física, del Instituto de Geografía de la UNAM y publicado en el boletín de Investigaciones Geográficas, núm. 88. El modelo incluye la elaboración de un inventario de peligro o proceso de remoción de masa, así como de la cartografía temática empleada como insumo para la aplicación del análisis de proximidad, superposición, multicriterio y peso de evidencia, esto con la finalidad de obtener el mapa de susceptibilidad a laderas inestables.

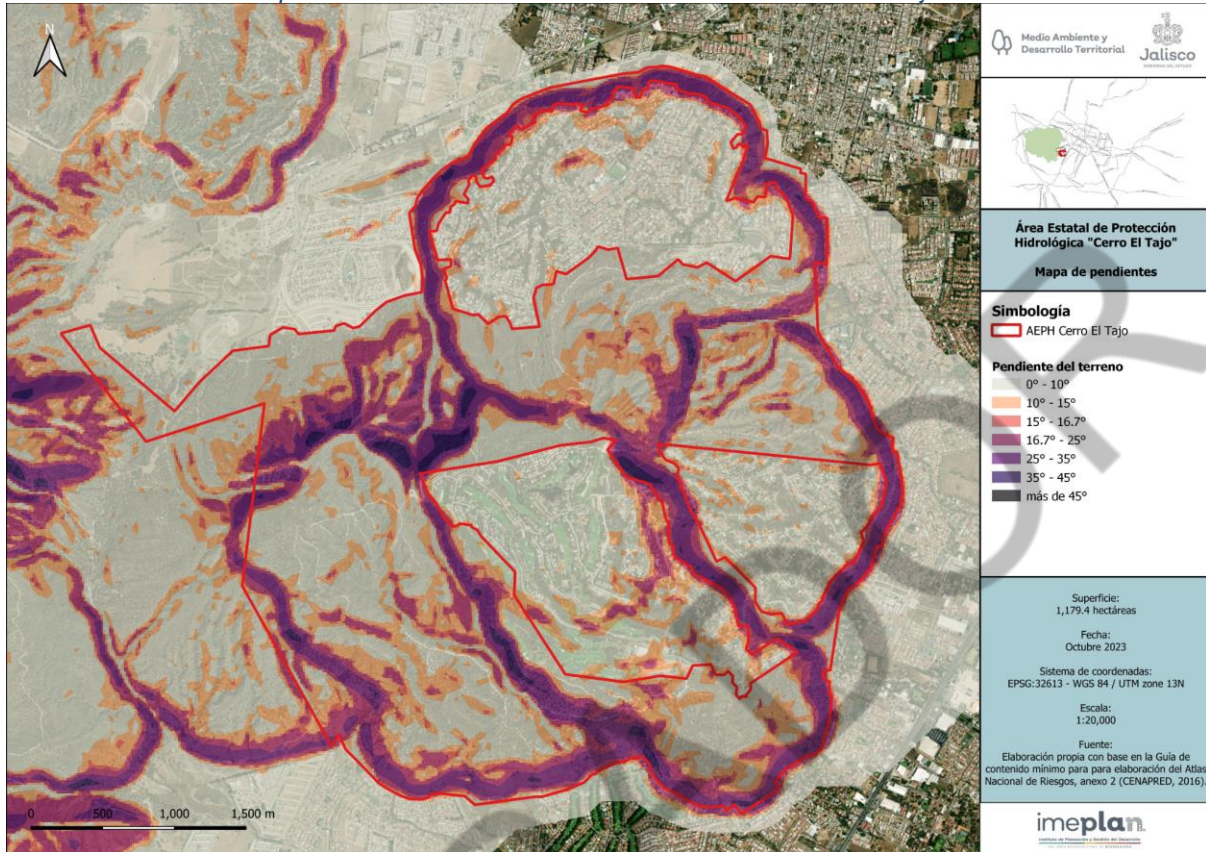
La susceptibilidad a inestabilidad de laderas es un componente del riesgo que evalúa las condiciones intrínsecas del territorio para identificar las superficies con mayor propensión al desarrollo de procesos de remoción en masa (caídos, derrumbes o flujos).

El análisis de susceptibilidad a inestabilidad de laderas se desarrolla con base en la Guía de contenido mínimo para la elaboración del Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED, 2016), donde se evalúan los factores topográficos, geotécnicos, morfológicos y ambientales, destacando dentro de estos grandes grupos, tres elementos que tienen mayor peso: la pendiente, la composición del suelo y, la vegetación y uso de suelo. De acuerdo con CENAPRED las zonas con pendientes menores a 6° se consideran libres de inestabilidad. No obstante, las pendientes mayores a 6° y menores a 10° aún presentan procesos de erosión que pueden impactar de forma negativa, sin embargo, no se consideran una amenaza para el desarrollo urbano, cómo los procesos de remoción en masa que pueden ocurrir en pendientes mayores a 10°, dando lugar a deslizamientos rotacionales, flujos o aluviones, deslizamientos masivos de roca y de suelo arenoso o gravoso.

Basados en el modelo metodológico descrito en el párrafo anterior se realizó un análisis multicriterio que consistió en relacionar ocho variables territoriales como son tipo de roca, tipo de suelo, uso de suelo, pendiente del terreno, densidad de disección, profundidad de disección, geometría de la ladera y orientación de la ladera.

Dentro del polígono de El Tajo las pendientes menores a 10° se extienden en aproximadamente el 54% del territorio, estas zonas están inmersas y a su vez rodeadas por superficies con pendientes mayores a los 10° que en suma equivalen al 46% restante. El 23.8% de la superficie corresponde a pendientes superiores a los 16.7° (equivalentes a pendientes del 30%) que por criterio de SEDATU no son urbanizables y son aquellas donde existe mayor probabilidad de procesos de remoción en masa (ver mapa de pendientes en el área de estudio de El Tajo).

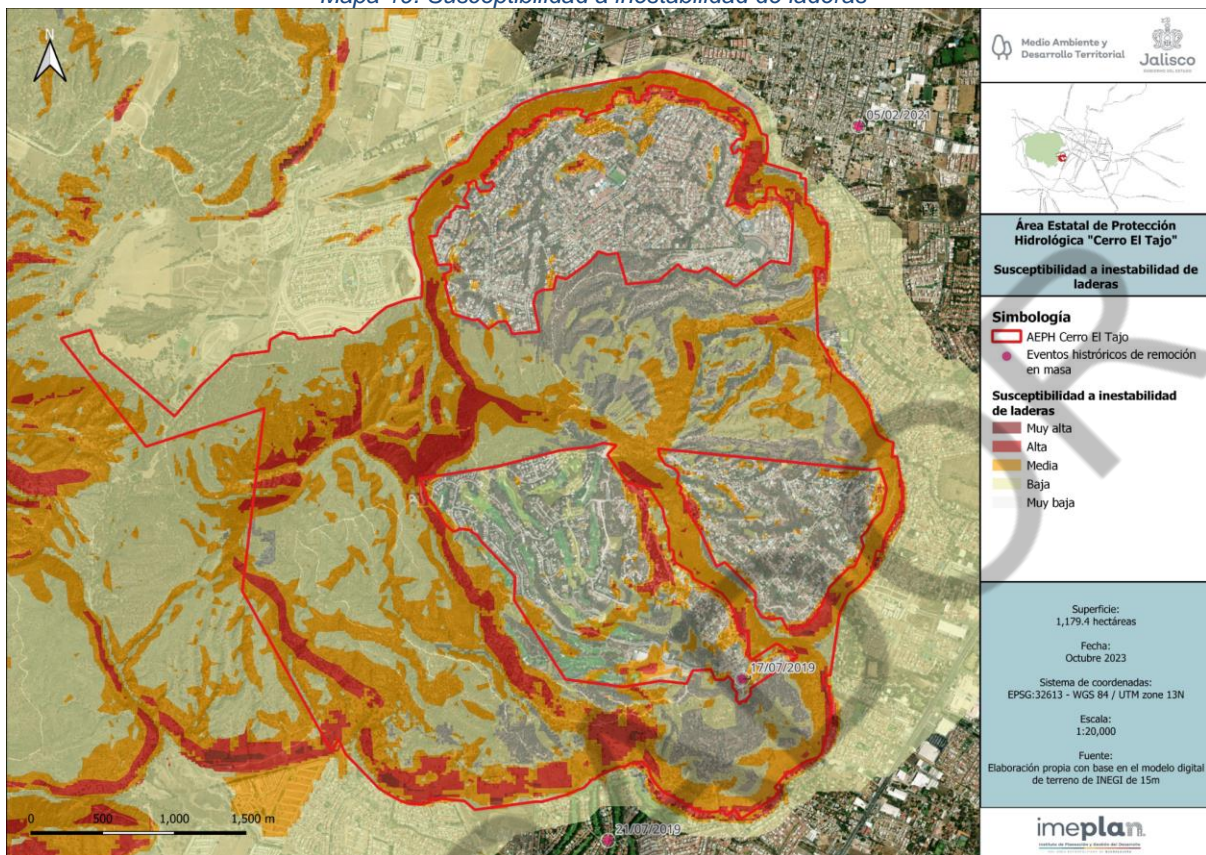
Mapa 18. Pendientes del terreno en el área de estudio de El Tajo



Fuente: elaboración propia, con base en el modelo digital de terreno de 15 m. de INEGI.

En cuanto a la susceptibilidad a la inestabilidad de las laderas, el 38% tienen condiciones de susceptibilidad media a muy alta, coincidiendo en gran medida con las superficies con pendientes mayores a los 10°, que es uno de los factores determinantes de mayor peso para determinar si una ladera es o no susceptible a estos procesos.

Mapa 19. Susceptibilidad a inestabilidad de laderas



Fuente: elaboración propia con base en el Modelo Digital de Terreno de 15 metros de INEGI, la cobertura de uso de suelo y vegetación de SEMADET (2020), la capa de litología escala 1:50,000 de IIEG, y la Guía de contenido mínimo para para elaboración del Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED, 2016).

Algunos de los factores detonantes de los procesos de remoción en masa están asociados con las precipitaciones y los flujos de agua, con los sismos generados por el movimiento de placas tectónicas en la zona de subducción de Cocos y Pacífico, o por fallas geológicas, como las fallas normales regionales de la zona Bosque La Primavera - Cerro La Col (Servicio Geológico Mexicano, 2005), por lo que la conservación de las laderas y los pies de montaña (o de cerro) reducen los procesos de inestabilidad de laderas originados por las cargas adicionales en laderas y el desmonte.

En este sentido para describir el área de estudio, se divide en cuatro grandes zonas:

- Zona Norte, en ella se encuentra la segunda sección del fraccionamiento Bugambillas, donde se han desarrollado viviendas al margen de las laderas cuyas pendientes son mayores a los 16.7°; las viviendas al borde de ladera aumentan el riesgo de colapso. De la cima (2,042 msnm) a las primeras edificaciones hay una distancia aproximada de 1.4 km y una diferencia de altura de 180 metros. La zona no construida, tiene terreno accidentado por los múltiples afluentes del Arroyo Seco, que pasan por pendientes mayores a los 10° en la cima, hasta menores a los 10° en las áreas verdes colindantes con Bugambillas. Los

flujos de agua transportados de sur a norte y noreste por los cauces son otro factor detonante de procesos de remoción que pueden conducir grandes volúmenes de tierra hacia Bugambilias. A la fecha, los registros oficiales integrados en el IPM no documentan procesos de remoción en masa.

- Zona Este, en ella se localiza el fraccionamiento El Palomar, el cual se ha extendido en la parte media y alta del terreno, donde las pendientes rondan los 10° a 15°. Las viviendas se distribuyen pendiente arriba y abajo hacia laderas con más de 16.7° de inclinación (donde se conserva la mayor cantidad de vegetación). La distancia más corta entre la parte alta y la superficie donde se encuentra El Palomar (ambas con edificaciones) es de 251 m, con diferencia de altura de 100 m. A la fecha, los registros oficiales integrados en el IPM no documentan procesos de remoción en masa.
- Zona Centro-Sur, tiene un proceso de urbanización mayor, predominantemente desarrollado en la parte alta de la zona de El Tajo, el nombre de la urbanización es fraccionamiento El Cielo. Hasta el año 2022 se ha registrado de forma oficial un evento de remoción en masa dentro de la zona y uno más en el fraccionamiento Santa Anita (Club de Golf) (pendiente abajo y al sur de la zona de estudio), ambos sucedieron en julio de 2019. La menor distancia entre el Club de Golf El Cielo y el sitio con impacto de masas de tierra en Santa Anita (Club de Golf) es de 1,896 m., el punto alto de referencia para la medición se encuentra a 1896 msnm y el punto de impacto a 1,648 msnm, teniendo una diferencia de 248 m., pasando por terreno con pendiente superior a los 10°.
- Zona Oeste, corresponde al área no urbanizada, pero fuertemente impactada por los incendios que han ido en detrimento de la cobertura vegetal y que han aumentado los niveles de susceptibilidad a los procesos de remoción en masa, y están fuertemente vinculados con las inundaciones y flujos de lodo en los asentamientos ubicados tanto al norte como al sur. La superficie con pendiente hacia el norte, dirige los flujos de lodo, rumbo al arroyo Puentecitas, que posteriormente se une al arroyo Seco. La superficie con pendiente hacia el sur, está vinculada con las fuertes avenidas de agua y material geológico que se desplazaron por el arroyo La Culebra y que dejó muertos, daños a viviendas, y afectaciones al menaje e infraestructura vial en septiembre de 2019 en Santa Anita y sus alrededores (ZonaDocs, 2020).

Entre cada zona se localizan superficies con el mayor grado de pendiente y el mayor nivel de susceptibilidad a inestabilidad de laderas; que con el aumento de flujos, el incremento la erosión hídrica, y la pérdida de vegetación, es posible que gradualmente incremente la susceptibilidad a inestabilidad de laderas y con ello el riesgo para quienes viven tanto al sur como al norte de la zona.

Un elemento adicional a considerar, es la expansión urbana hacia la primavera, que reduce la superficie que amortigua y da tiempo de reacción a la población, ante esta situación, es necesario plantear acciones que prevengan nuevos eventos de caídos, derrumbes o flujos de material hacia los asentamientos, así como restringir el desarrollo, en zonas con alta probabilidad de movimientos en masa.

Adicionalmente, es necesario tener en cuenta que, así como los factores detonantes antes mencionados, las actividades que reducen la vegetación o la cambian por otra con menor capacidad para cohesionar el suelo, son consideradas condicionantes de los deslizamientos de laderas. Por

lo que, teniendo en cuenta todo lo anterior, las zonas con valores de susceptibilidad a inestabilidad de ladera bajo y muy bajo que se encuentran al pie de los cerros, debido a la corta distancia a zonas con susceptibilidad media a alta, se consideran superficies a definir cómo áreas de transición donde sea conservada, mejorada y protegida la vegetación para evitar afectaciones por la caída, flujo o deslave de material terroso o roca de los cerros.

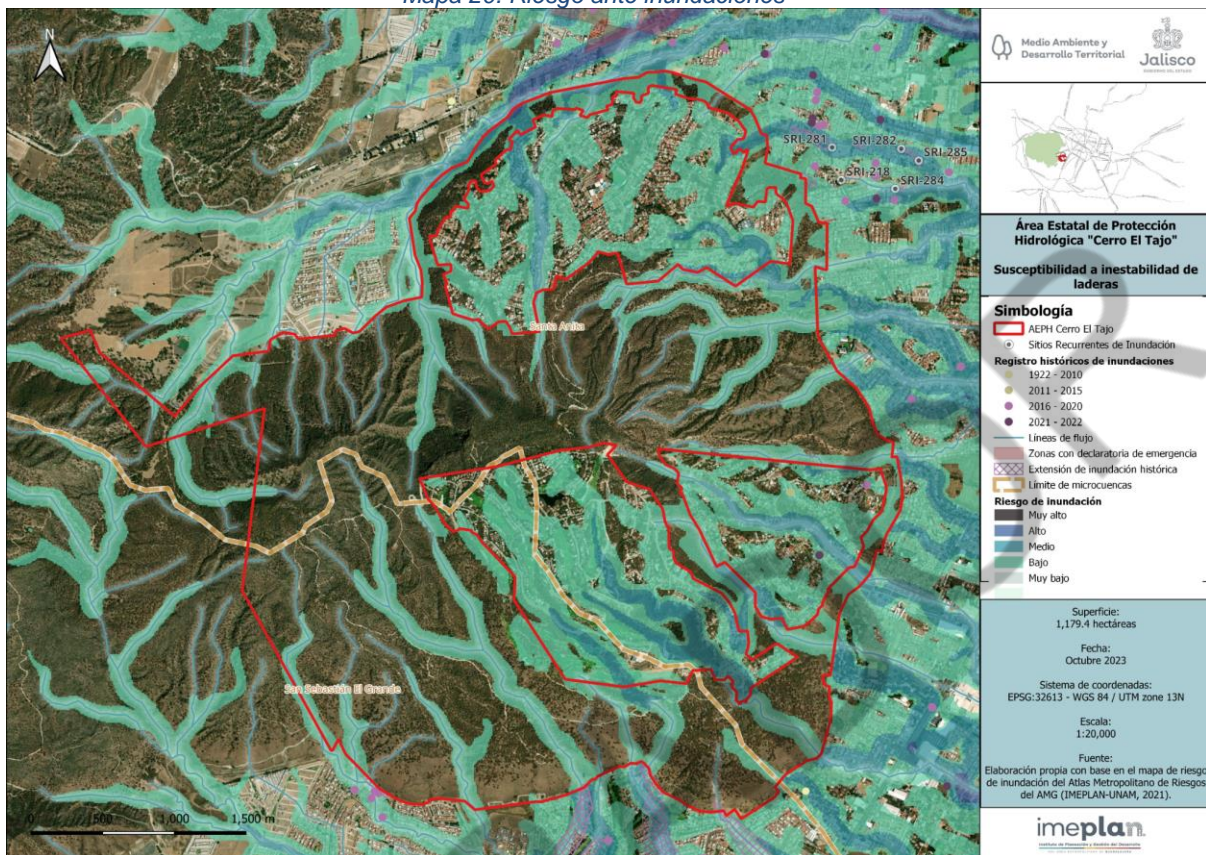
10.4. Inundaciones

El riesgo a inundaciones se refiere a la probabilidad de que se susciten inundaciones derivadas de la interacción de una lluvia sobre el territorio. Este riesgo está determinado en el Atlas Metropolitano de Riesgos del Área Metropolitana de Guadalajara (IMEPLAN-UNAM, 2021), donde el nivel de riesgo es resultado del efecto combinado de:

- La vulnerabilidad física del terreno derivada de las pendientes y los tipos de suelos (clasificados por su capacidad de infiltración/escorrimento), que generan una mayor susceptibilidad a que se produzcan inundaciones derivadas de las lluvias moderadas e intensas; y
- Lo que se conoce como peligro por lluvias, que corresponde a la distribución en el AMG de la probabilidad de precipitación cuya intensidad se encuentre en el percentil 95 (lluvias superiores a los 40 mm/día).

La zona de estudio de El Tajo, se localiza en una de las elevaciones de la Sierra la Primavera, y se ubica entre dos microcuencas: Santa Anita y San Sebastián. Como fue mencionando en el apartado de Susceptibilidad a inestabilidad de laderas, ha sido fuertemente intervenida por la construcción de los fraccionamientos Bugambilias, El Palomar y El Cielo; así mismo, ha perdido vegetación y sufrido fuertes procesos de erosión debido a la ocurrencia de incendios forestales (cuyo origen no es natural) (ver apartado de incendios forestales). El aumento de la urbanización y pérdida de vegetación, son condiciones que modifican los factores de rugosidad e infiltración de la zona. Las condiciones actuales de urbanización y vegetación son similares a las empleadas en el análisis de la susceptibilidad física ante inundaciones, que es uno de los dos factores analizados en la construcción del riesgo de inundación del Atlas Metropolitano de Riesgos del AMG del 2021 (en adelante AMR 2021), por lo que se considera que los resultados prevalecen (ver mapa de riesgo ante inundaciones).

Mapa 20. Riesgo ante inundaciones



Fuente: Atlas Metropolitano de Riesgos (IMEPLAN - UNAM, 2021).

Bajo las condiciones estimadas en el AMR 2021, se observa cómo el nivel de riesgo es mayor en las zonas urbanizadas que en las no urbanizadas, y así mismo, es posible identificar el incremento del nivel de riesgo de inundación cuando un cauce natural ingresa en las superficies urbanizadas. Con las alteraciones a las condiciones físicas de los cauces, y de las superficies en El Tajo, es que se han suscitado las fuertes inundaciones y flujos de lodos que han impactado en Zapopan y Tlajomulco Zúñiga, destacando las consecuencias de los eventos sucedidos en el año 2019, donde fueron afectados al sur, los fraccionamientos Santa Anita (Club de Golf), La Rioja, Provenza Residencial y av. López Mateos (Imeplan, 2023). Y al norte las viviendas próximas al arroyo Garabatos, del cual se sabe que llegó a colapsar las bardas de contención del cauce por los flujos de agua y lodo (Meganoticias, 2019). Adicionalmente, la dirección de los flujos permite identificar las zonas correlacionadas con El Tajo, donde se han suscitado inundaciones, mismas donde se identifican sitios recurrentes de inundación y declaratorias de emergencia, por ejemplo: Santa Ana Tepatlán, El Briseño y Bugambillas primera sección.

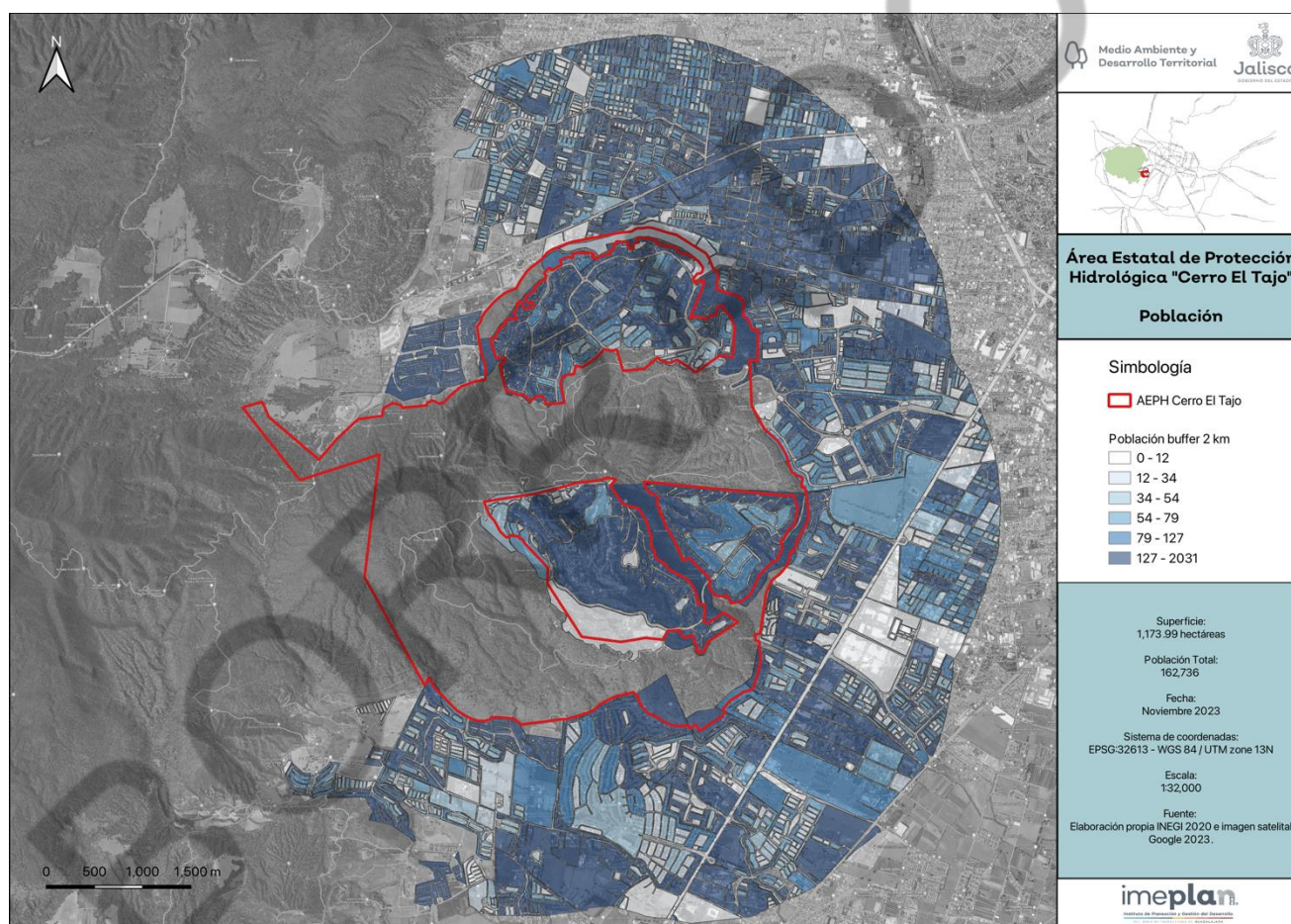
11. Caracterización del medio social y construido

11.1. Población

Para analizar la población que tiene una relación directa con el decreto de AEPH, se creó un buffer de 2 kilómetros sobre el censo de población y vivienda 2020 de INEGI. Si bien este es un dato estimativo con relación a la influencia del bosque, nos permite conocer quienes se ven beneficiados o impactados de manera directa e inmediata de los servicios ecosistémicos prestados o de los impactos negativos que se den en la zona.

Dentro del polígono de área natural no se encuentra nadie viviendo, sin embargo, en el radio de influencia de 2km habitan 162,736 personas. La mayoría de los habitantes los encontramos en el centro y norte de la zona cuantificada.

Mapa 21. Población



Fuente: INEGI, 2020.

11.2. Marginación

Tomando en cuenta los datos del censo de población de INEGI 2020 y sacando los datos con un buffer de 2km, podemos observar que en el índice de marginación los valores que encontramos en

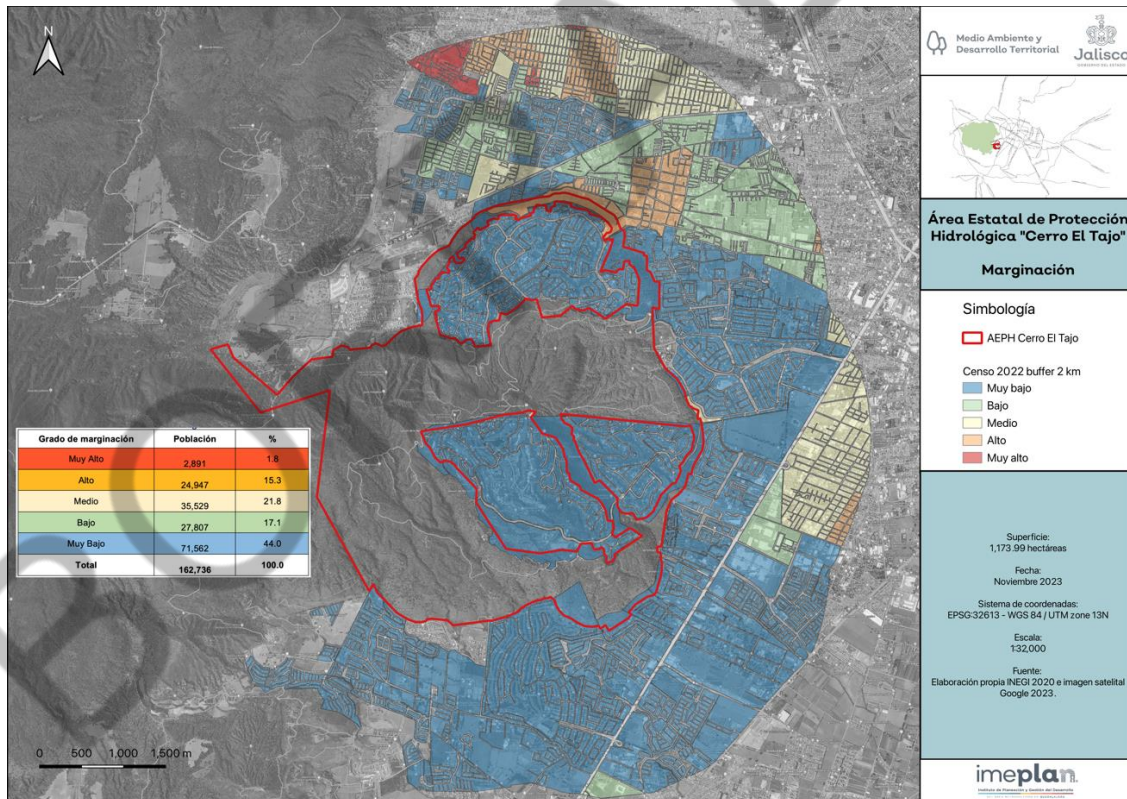
el radio de influencia directa del AEPH van de los 111.18 a los 127.59. Esto quiere decir que el grado de marginación se encuentra entre el muy bajo al muy alto como se muestra en la siguiente tabla. Se puede observar cómo en esta zona de influencia directa la mayoría de la población se encuentra en un grado de marginación muy bajo, principalmente localizados en la cuenca alta y media. Las zonas con mayor grado de marginación se encuentran al norte del área protegida.

Tabla 11. Grado de marginación

Grado de marginación	Población	%
Muy Alto	2,891	1.8
Alto	24,947	15.3
Medio	35,529	21.8
Bajo	27,807	17.1
Muy Bajo	71,562	44.0
Total	162,736	100.0

Fuente: elaboración propia con datos INEGI, 2020.

Mapa 22. Marginación



Fuente: INEGI 2020

11.3. Cambio de cobertura del suelo

11.3.1. Año 1999

La cobertura antigua se obtuvo a partir de la Ortofoto Digital F13D65E de INEGI, escala 1:75,000 de fecha de abril de 1999 con resolución espacial de 1.5 metros.

De acuerdo a los resultados de la identificación de coberturas del suelo, en el año 1999 el total del Cerro El Tajo contaba con más de 1,072 hectáreas de bosque, equivalente al 63.68% del total de la superficie, mientras que el 29.63% correspondía a asentamientos humanos, el 4.72% a vegetación secundaria, el 1.96% a suelo desnudo y solo el 0.01% correspondía a agricultura.

Tabla 12. Coberturas del suelo en el cerro el Tajo año 1999

Clase	Superficie	
	ha	%
Bosque (B)	1,072.47	63.68
Asentamientos humanos (Ah)	498.96	29.63
Vegetación secundaria (VS)	79.44	4.72
Suelo desnudo (SD)	32.92	1.96
Agricultura (Ag)	0.24	0.01
Total	1,684.03	100

Fuente: IIEG, 2017.

11.3.2. Año 2020

La cobertura del suelo para el año 2020 se obtuvo a partir del Mapa de cobertura del suelo del estado de Jalisco escala 1:75,000, generado a partir de la segmentación y clasificación de imágenes Sentinel 2 con resolución espacial de 10 metros por pixel y unidad mínima mapeable de 1 ha.

En la Tabla 22 se presenta la superficie ocupada por cada cobertura en el año 2020, en donde se puede apreciar que la mayor parte de la superficie del área de estudio se encuentra ocupada por bosque 59%, mientras que el 37% está ocupado por áreas de asentamientos humanos, el 1.9% por vegetación secundaria y menos del 1% por suelo desnudo.

Tabla 13. Coberturas del suelo en el Cerro El Tajo para el año 2020

Clase	Superficie	
	ha	%
Bosque (B)	998.97	59.32
Asentamientos humanos (Ah)	636.44	37.79
Vegetación secundaria (VS)	33.16	1.96
Suelo desnudo (SD)	15.46	0.9
Total	1,684.03	100

Fuente: SEMADET - FIPRODEFO, 2022.

11.3.3. Análisis del cambio de uso de suelo

A partir de las 5 clases obtenidas para la cobertura de 1999 y la cobertura de 2020, se realizó un análisis para estimar los cambios de coberturas y uso de suelo en el Cerro El Tajo.

Los cálculos de superficies y cambios de uso de suelo entre las dos fechas se realizaron mediante un sistema de información geográfica, en el cual se combinaron las capas vectoriales de ambas temporalidades. De esta combinación se obtuvieron los polígonos de cambio, donde cada polígono tiene atributos de transición de una temporalidad a otra y el proceso ocurrido. Derivado de este resultado se obtuvo la matriz de cambio.

De acuerdo con la matriz de cambio, de 1999 a 2020 se transformaron 274.96 hectáreas. Del total de la transformación, 73.5 ha. corresponde a la pérdida del bosque, 46.8 ha. a la pérdida de vegetación secundaria, 17.49 ha a transformación de suelo desnudo y 0.24 ha a la pérdida de áreas agrícolas. De la superficie transformada, la única cobertura que reportó ganancia fue la de asentamientos humanos, ya que incrementó su superficie en más de 137.48 ha. Cabe destacar que la cobertura agrícola se perdió en su totalidad y la ganancia de superficie de las áreas de asentamientos humanos se dio ganado terreno al bosque y las áreas con vegetación secundaria. Asimismo, el bosque remanente presentó procesos de degradación al transformarse en vegetación secundaria.

11.3.4. Cálculo de la tasa de cambio

Para obtener la tasa de cambio del Cerro El Tajo, primeramente, fue necesario calcular la superficie en hectáreas de cada cobertura para cada año de análisis, así como la diferencia entre la superficie del año final y la del año inicial. Posteriormente se calculó la tasa de cambio utilizando la fórmula propuesta por FAO (1996).

Esta tasa expresa el cambio en porcentaje de la superficie al inicio de cada año, si en la TC el valor es positivo, indica que hay un aumento de superficie, mientras que, si el valor es negativo, entonces indica la pérdida de superficie. En la Tabla 24, se presentan los resultados del cálculo de la tasa de cambio (TC), así como la superficie total de cambio y el cambio por año. Cabe destacar que, de acuerdo al análisis, de 1999 a 2020 en el Cerro El Tajo se perdieron aproximadamente 4.32 ha. de bosque al año, al tiempo que se ganaron aproximadamente 8.08 de asentamientos humanos, lo cual es un indicador de degradación.

Tabla 14. Superficie, cambio y tasa de cambio para el cerro el tajo de 1999-2020

Clase	1999 ha.	%	2020 ha.	%	Cambio ha.	Cambio ha. por año
Ag	0.24	0.01	0.00	0.00	-0.24	-0.01
Ah	498.96	29.63	636.44	37.79	137.48	8.08
B	1,072.47	63.68	998.97	59.32	-73.5	-4.32
SD	32.92	1.96	15.46	0.9	-17.49	-1.02
VS	79.44	4.72	33.16	1.96	-46.28	-2.72

Total	1,684.03	100.00	1,684.03	100.00		
-------	----------	--------	----------	--------	--	--

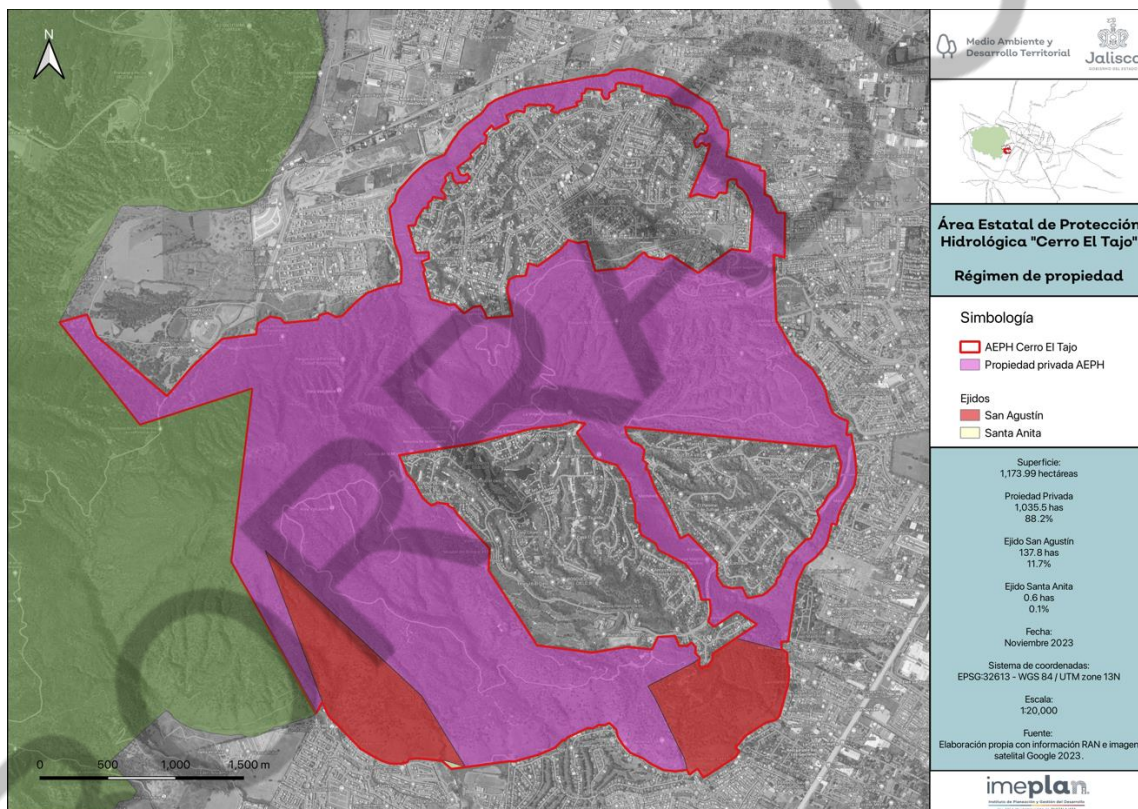
Fuente: IIEG, 2017 y SEMADET - FIPRODEFO, 2022.

11.4. Régimen y situación jurídica de la tenencia de la tierra

Con base en la información obtenida del Registro Agrario Nacional (RAN), dentro del Cerro el Tajo aún se localizan una superficie correspondientes al ejido Santa Anita el cual comprende una superficie de 0.6 has (0.1%) y el ejido San Agustín con una superficie de 137.8 hectáreas (11.7%). El resto del territorio es propiedad privada con una superficie total de 1,035.5 has equivalente al 88.2% del total del decreto.

Asimismo, se localizan dos colonias o zonas urbanas que son rodeadas por el polígono del AEPH denominadas “El Palomar-El Cielo” y “Bugambilias”, las cuales contienen propiedad privada.

Mapa 23. Régimen de propiedad



Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida del RAN.

12. Instrumentos de ordenamiento y planeación urbana territorial

En éste apartado se describen todos los instrumentos territoriales vinculantes al Cerro El Tajo desglosando la política territorial, ambiental y urbana vigentes.

12.1. El Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Jalisco (MOET)

Fue publicado en el Periódico Oficial “El Estado de Jalisco” de fecha 27 de julio de 2006, mismo que se encuentra actualmente vigente; tiene como objetivo armonizar el desarrollo social y económico con la integridad y estabilidad de los ecosistemas, bajo un plan socialmente concertado, donde se contemple un modelo de uso del suelo que regule y promueva las actividades productivas con un manejo racional de los recursos mediante un instrumento que permita tener una visión integral de las estructuras y procesos que definen la dinámica territorial, a fin de resolver, prevenir y minimizar conflictos ambientales.

El modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Jalisco, contempla la división del Estado en 12 regiones administrativas y la definición de 198 Unidades de Gestión Ambiental (UGA). El polígono que conforman el Cerro el Tajo se localiza en la Región Centro y se ubica sobre 3 UGA (Anp4117C, Ah4136C y Ah4139R).

La zona comprendida del Cerro El Tajo cuenta con un 99% de superficie con política territorial de conservación, y el uso de suelo predominante está destinado a Área Natural Protegida y asentamientos humanos y tiene una alta fragilidad ambiental y el restante presenta una política territorial de restauración y su uso de predominante es asentamientos humanos.

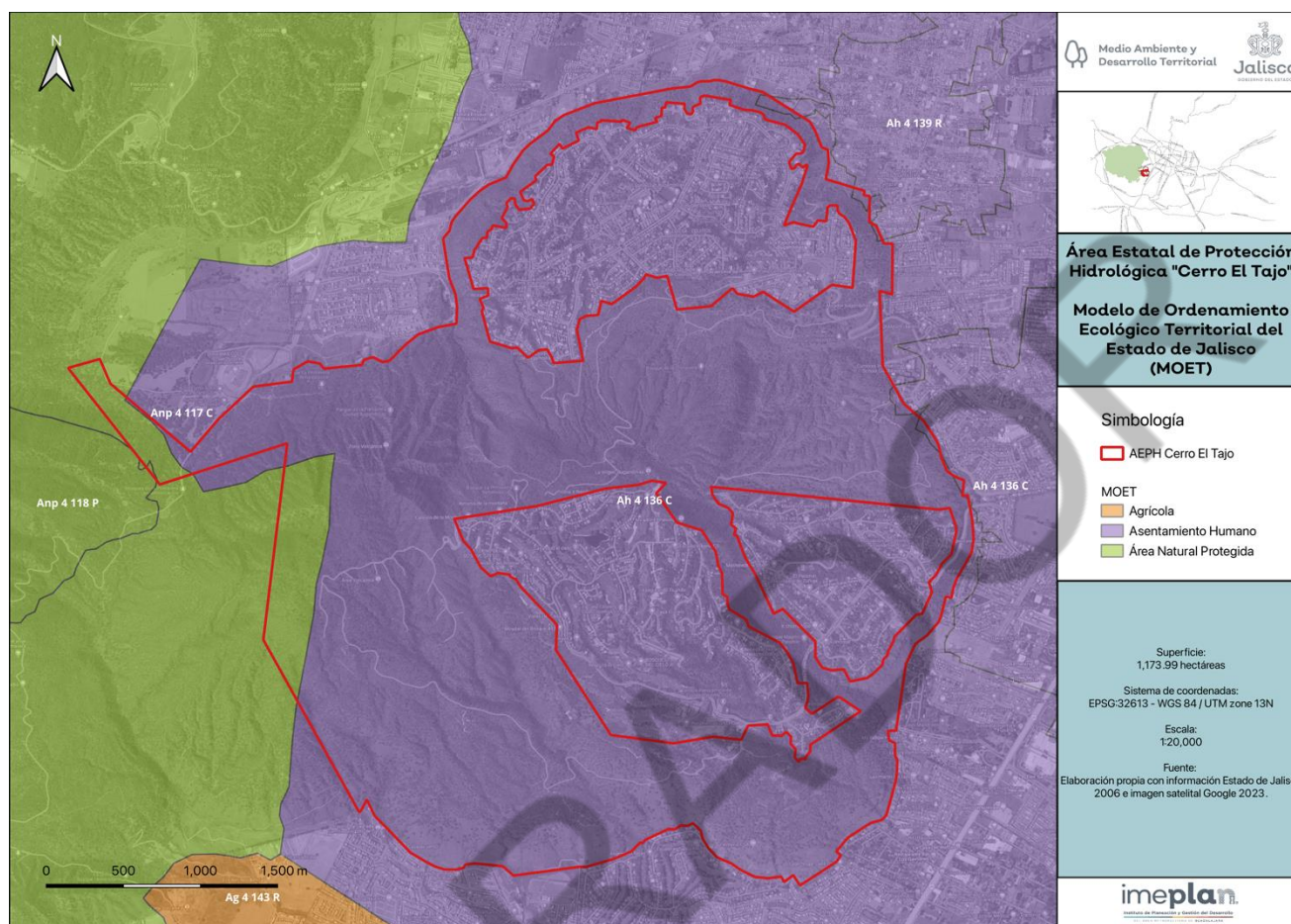
En el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Jalisco, se pueden consultar los criterios de regulación ecológica que aplican a cada una de las unidades de gestión ambiental correspondiente a su uso de suelo y política territorial.

Tabla 15. Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Jalisco

REGIÓN	UGA	CLAVE DE USO PREDOMINANTE ANTE	CLAVE DE FRAGILIDAD	NÚMERO DE UGA	FRAGILIDAD	POÍTICA	USO DE SUELO PREDOMINANTE	USO COMPATIBLE	USO CONDICIONADO	USO INCOMPATIBLE	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA
11	Anp 4 117 C	Anp	4	117	ALTA	CONSERVACION	ÁREA NATURAL PROTEGIDA	FLORA Y FAUNA	TURISMO, ASENTAMIENTOS HUMANOS, INFRAESTRUCTURA, FORESTAL Y PECUARIO	INDUSTRIA Y MINERIA	An 2,7,8,9,11,12,14,17 Ff 6,10,11,15,16,18,24 Tu 8,9,11 Ah 12,13 If 1,6,23,25 Fo 3 P 1,16 Mi 3
12	Ah 4 136 C	Ah	4	136	ALTA	CONSERVACION	ASENTAMIENTOS HUMANOS		AGRICULTURA, FLORA Y FAUNA Y MINERIA		Ah 1,2,6,8,9,10,11,13,14,15, 17,21,22,23,32 Ag 5,11,12,25,26 Ff 17 If 15 An 6,18 In 2,3,4,5,7,9,14,18,20 If 5,8,9,21,22 P 20
12	Ah 4 139 R	Ah	4	139	ALTA	RESTAURACION	ASENTAMIENTOS HUMANOS				Ah 8,9,10,11,12,13,14,16,17,24 If 8,14,15

Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Jalisco, 2006.

Mapa 24. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Jalisco



Fuente: Elaboración propia a partir del OETJ.

12.2. Plan de Ordenamiento Territorial Metropolitano del AMG (POTmet)

Es necesario mencionar que desde la publicación del Plan de Ordenamiento Territorial Metropolitano del Área Metropolitana de Guadalajara (en adelante, POTmet) en las gacetas municipales de Tlajomulco y Zapopan los días 4 y 15 de julio de 2016 respectivamente, se reconoció al documento como parte de los instrumentos de referencia obligada en el proceso de formulación, aprobación, aplicación y cumplimiento de los programas y planes de desarrollo urbano, en los términos del Código Urbano para el Estado de Jalisco, artículos 78. A fracción II, 81 y 102.

Las estrategias del Plan de Ordenamiento Territorial Metropolitano del Área Metropolitana de Guadalajara (capítulo 7) se redactaron para compatibilizar la política ambiental con la de desarrollo urbano, como lo requiere la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (artículo 23), lo anterior siempre dentro del alcance legal del instrumento. Entre los criterios se encuentran: "la protección de las áreas de valor ambiental, así como la priorización de las áreas de conservación sobre las áreas de crecimiento urbano hoy definidas o la localización de las mismas en zonas de riesgo, protección o conservación" (IMEPLAN, 2016). En este sentido, hay tres estrategias

específicas que dan sustento al establecimiento del Cerro el Tajo.

Tabla 16. Estrategias del establecimiento del Cerro el Tajo

Estrategia	Propósito	Qué aspecto del POTMet instrumenta el establecimiento de un AEPH en El Tajo
Estrategia 7.2 Sustentabilidad Ambiental	Se plantean como respuesta a los impactos negativos de la urbanización a los ecosistemas, identificando las áreas de alto valor ambiental y agrícola para protegerlas y conservarlas.	<p>Estrategia 7.2.2, de la consolidación de un sistema verde periurbano. En el POTmet se detectó las inconsistencias entre los instrumentos de planeación ambiental y urbanos, para lo cual propone armonizarlos a través de esta estrategia.</p> <p>Por aplicación del mapa 7.5 A, se determina que el AEPH en El Tajo tiene una vocación de conservación ecológica y una política de conservación ambiental.</p>
Estrategia 7.3 Crecimiento Ordenado y Consolidación Urbana	Fomentar una ciudad compacta en respuesta al fenómeno de expansión descontrolada que ha experimentado la ciudad desde hace décadas.	<p>Política 7.3.1, de conservación, mejoramiento y crecimiento, asegurando que se oriente fuera de “zonas vulnerables y de patrimonio ambiental”.</p> <p>Por aplicación del mapa 7.7, de zonificación primaria metropolitana, se establece que el uso de suelo primario aplicable a los predios y lotes comprendidos dentro del AEPH Cerro El Tajo, incluidas las reservas urbanas que se calificaron como restringidas, tendrá usos y destinos compatibles de conservación.</p> <p>Política 7.3.3 Estrategia para armonización de límites municipales. Entre los elementos de esta estrategia se encuentra la propuesta de zonificación.</p> <p>Por aplicación de mapa 7.9, el POTmet propuso que la zonificación urbana en el traslape que ocurre entre los municipios de Tlajomulco y Zapopan, dentro del AEPH Cerro El Tajo, sería de “Actividades Silvestres”.</p>

Fuente: Elaboración propia a partir del Plan de Ordenamiento Territorial Metropolitano del Área Metropolitana de Guadalajara.

En consecuencia, de lo anterior, el establecimiento de una ANP para el cerro El Tajo, para áreas de conservación ambiental, es congruente con la política metropolitana de ordenamiento territorial. Las áreas de conservación ambiental son áreas que, por su valor ecológico o productivo, deben conservar sus actividades, limitando y condicionando al menor impacto posible las actividades diferentes a la vocación asignada. Dentro de las actividades a las que se destina este tipo de zonas son los espacios verdes y turísticos, para usos agropecuarios, de conservación ecológica y forestal.

Los porcentajes de ocupación y la zonificación del Cerro El Tajo se encuentran en la tabla y mapa 18 siguientes (IMEPLAN, 2016).

La zonificación de crecimiento se encuentra restringida exclusivamente para infraestructura

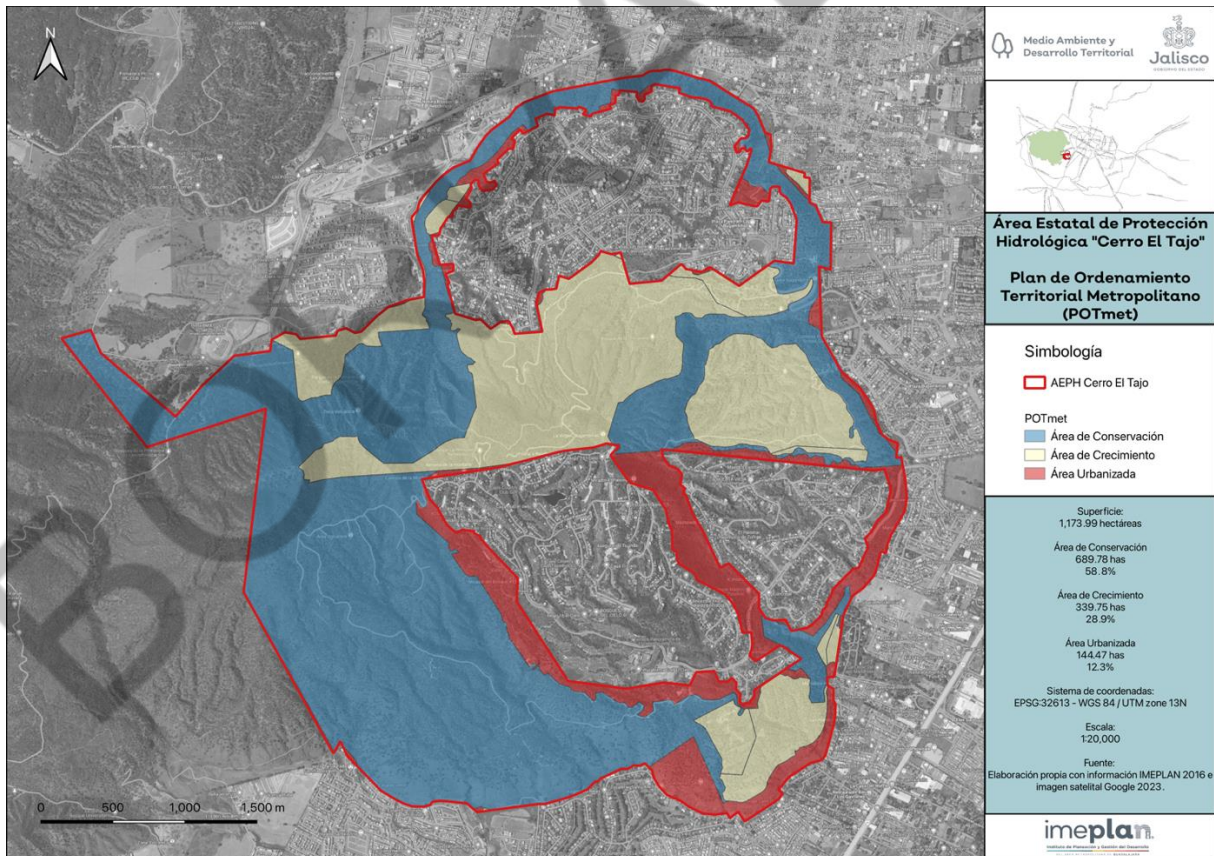
y condicionada a cumplir con las manifestaciones ambientales de carácter estatal y federal. Por otro lado, la zona urbanizada responde a los planes parciales existentes en donde las zonas que están urbanizadas dentro del perímetro del tajo solo podrán ser destinadas a áreas verdes. El Plan de Ordenamiento Territorial es un instrumento de observancia obligatoria el cual debe de ser congruente con los demás instrumentos de planeación. Si bien representa zonas de crecimiento y urbanizadas, el límite territorial para desarrollo de vivienda no integra el área que se está protegiendo.

Tabla 17. Zonificación POTMet

Zonificación	Superficie (has)	%
Área de Conservación	689.78	58.8
Área de Crecimiento	339.75	28.9
Área Urbanizada	144.47	12.3
Total	1173.99	100.0

Fuente: Elaboración propia a partir de POTMet (IMEPLAN, 2016).

Mapa 25. Zonificación POTmet



Fuente: Elaboración propia IMEPLAN 2016.

12.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Zapopan

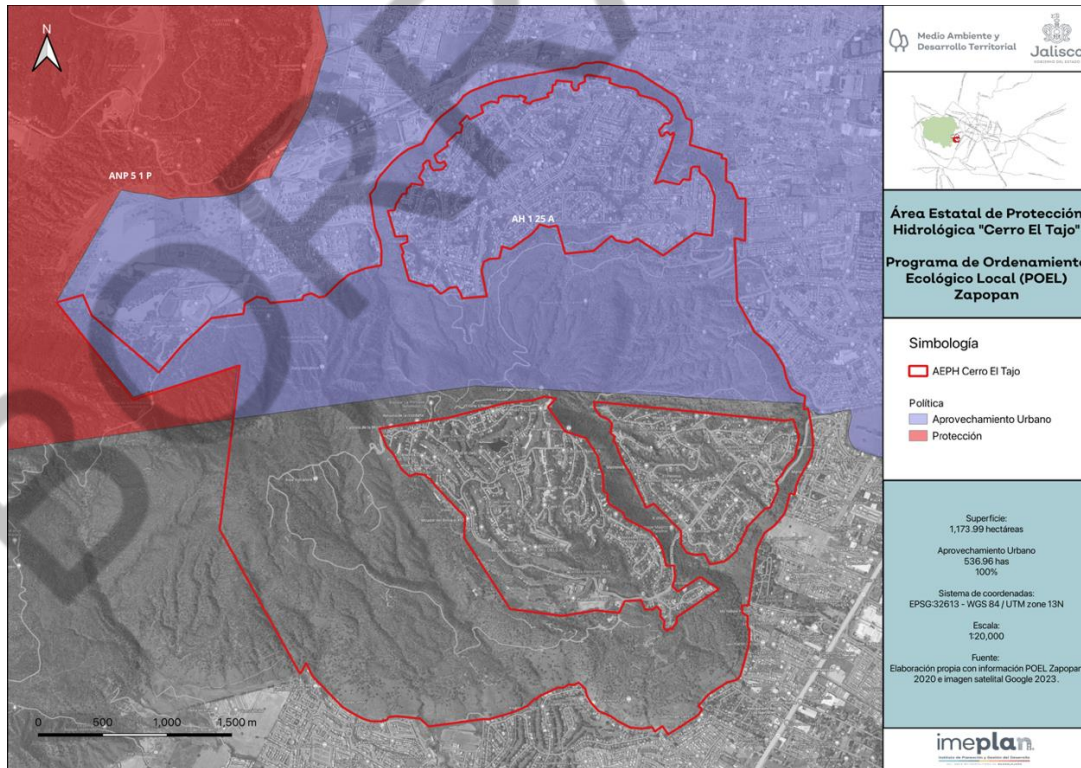
El Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Zapopan, publicado en julio de 2020 en la Gaceta Municipal, cubre 536.96 de las 1,173.99 has del Cerro El Tajo. La zona se encuentra en la unidad de gestión ambiental 25, con un uso predominante de asentamiento humano y compatibilidad con área natural protegida y conservación. En este sentido, tanto el plan parcial de desarrollo urbano como el programa municipal de desarrollo urbano, serna los instrumentos que definan la política específica de uso de suelo.

Tabla 18. Unidades de gestión ambiental del POEL Zapopan

Unidad de UGA	Nombre de UGA	Clave de UGA	Política Ambiental	Uso Predominante	Compatibilidad	Incompatibilidad	Criterios de regulación
25	Centro de Poblaciones	Ah 25 A	Aprovechamiento Urbano	Asentamiento humano	Agrícola, Área Natural Protegida, Conservación, Industrial y Pecuario		Las estrategias descritas en los 12 PDU publicados el 28 de septiembre de 2012 en la Gaceta Municipal de Zapopan Volumen XIX No. 140, Segunda Época, correspondientes al Distrito Urbano ZPN1 Zapopan Centro, Distrito Urbano ZPN-2 Arroyo Hondo, Distrito Urbano ZPN-3 Los Robles, Distrito Urbano ZPN-4 La Tuzanía, Distrito Urbano ZPN-5 Vallarta-Patria, Distrito Urbano ZPN-6 Las Águilas, Distrito Urbano ZPN-7 El Colli, Distrito Urbano ZPN-8 Santa Ana Tepetitlán, Distrito Urbano ZPN-9 Base Aérea – El Bajío, Distrito Urbano ZPN-10 Copala, Distrito Urbano ZPN-11 Testistán y Distrito Urbano ZPN-12 El Nixticui

Fuente: Elaboración propia con base en POEL Zapopan, 2020.

Mapa 26. Unidades de gestión ambiental del POEL Zapopan



Fuente: Elaboración propia a partir del POEL Zapopan, 2020.

12.4. Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Tlajomulco de Zúñiga

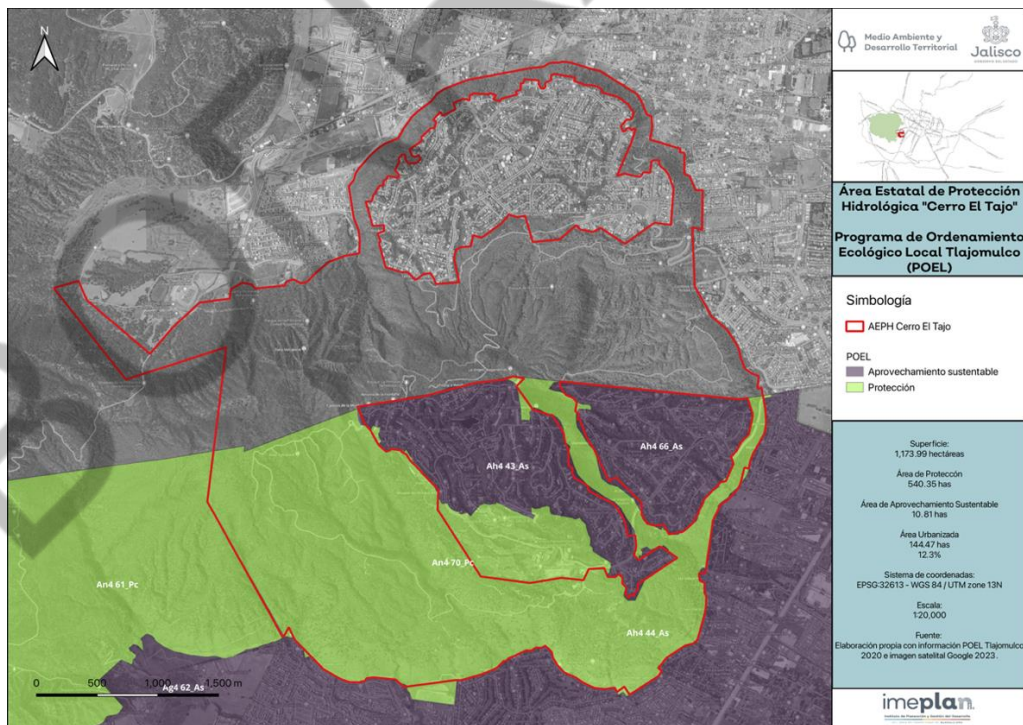
El Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Tlajomulco de Zúñiga fue publicado en la Gaceta Municipal Volumen XI, Publicación XVIII el 17 de noviembre de 2020, cubre 551.45 hectáreas del Cerro el Tajo. De acuerdo con el POEL, en las políticas de preservación se establecen medidas para mantener las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitats naturales, así como conservar las poblaciones viables de especies en su entorno natural y los componentes de la biodiversidad. Como se puede observar en las políticas el asentamiento humano esta como incompatible o restringido a áreas verdes naturales.

Tabla 19. Unidades de gestión ambiental del POEL Tlajomulco de Zúñiga

UGA	CLAVE DE USO PREDOMINANTE	NÚMERO DE UGA	POÍTICA	USO DE SUELO PREDOMINANTE	USO CONDICIONADO	USO INCOMPATIBLE	CRITERIOS
Ah4 43 AS	Ah	43	APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE	ASENTAMIENTOS HUMANOS	ASENTAMIENTOS HUMANOS	ACUACUETURA, AGRICULTURA, ÁREA NATURAL, GANADERÍA, INDUSTRIA, INFRAESTRUCTURA, MINERIA, TURISMO	ACC3, AS13, DUS, D04, D06, D08, D11, M03, M04, M05, P42, P44, P47
Ah4 66 AS	Ah	66	APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE	ASENTAMIENTOS HUMANOS	ASENTAMIENTOS HUMANOS	ACUACUETURA, AGRICULTURA, ÁREA NATURAL, GANADERÍA, INDUSTRIA, INFRAESTRUCTURA, MINERIA	An1, An2, An3, An4, An5, An7, An10, An11, An12, An13, An14, An20, An21, An22, An23, An26, An27, An29, An30, An32, An33, An34, An39, An40, An44, An50, An52, An53, An55, An56, An57, An58, An59, Tu3, Tu5, Tu6, Tu8, Tu30
An4 70 PC	AN	70	PROTECCIÓN	ÁREA NATURAL	TURISMO SUSTENTABLE	ACUACUETURA, AGRICULTURA, ASENTAMIENTO HUMANO, GANADERÍA, INDUSTRIA, INFRAESTRUCTURA, MINERIA	An1, An3, An4, An5, An7, An8, An9, An10, An11, An18, An20, An21, An22, An23, An26, An27, An29, An30, An32, An33, An34, An39, An40, An44, An50, An52, An53, An55, An56, An57, An58, An59, Tu3, Tu5, Tu6, Tu8, Tu30

Fuente: Elaboración propia a partir del POEL Tlajomulco de Zúñiga 2020.

Mapa 27. Unidades de gestión ambiental del POEL Tlajomulco de Zúñiga



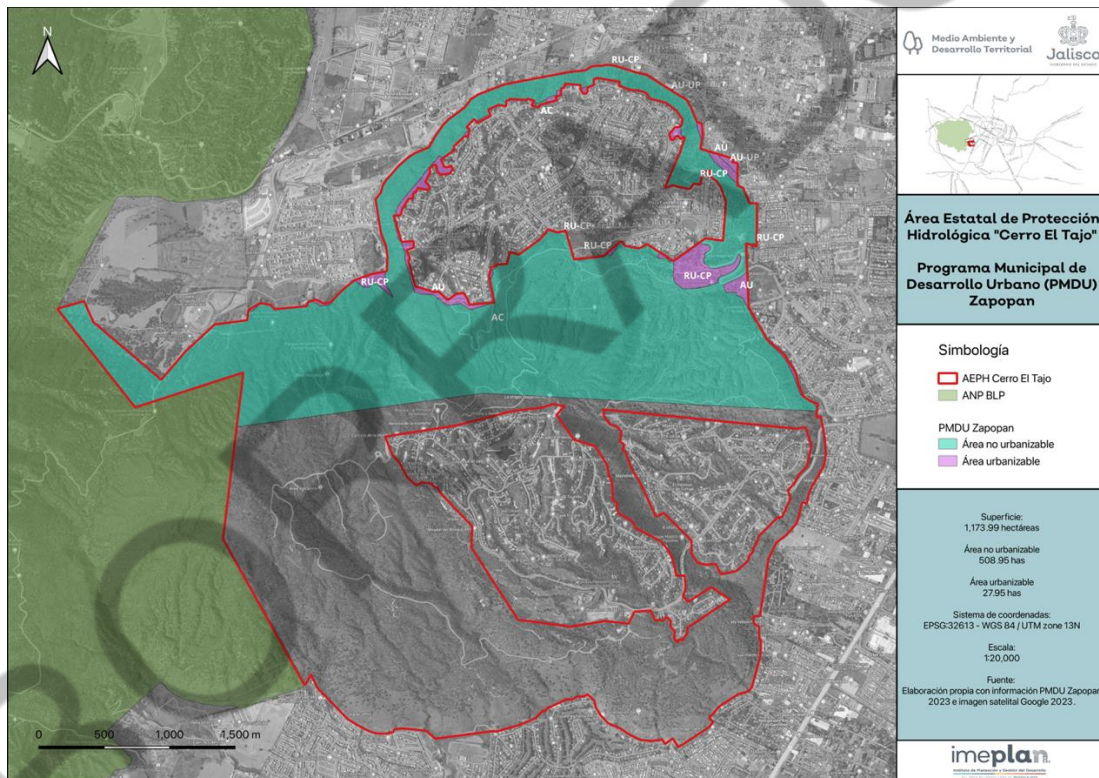
Fuente: Elaboración propia a partir del POEL Tlajomulco de Zúñiga, 2020.

12.5. Programa Municipal de Desarrollo Urbano Zapopan

El Programa Municipal de Desarrollo Urbano (PMDU) de Zapopan vigente fue publicado en la Gaceta H. Ayuntamiento de Zapopan, Segunda Época, Volumen XXX, Número 140, Tomo I y II, con fecha del 02 de junio de 2023, e inscrito en el Registro Público de la Propiedad y de Comercio el 04 de julio del 2023.

El PMDU clasifica al decreto en dos zonificaciones primarias. La primera correspondiente al 94.8% equivalente a 508.95 hectáreas, se encuentran en una zonificación clasificada como área no urbanizable. Mientras que el resto está clasificado como área urbanizable correspondiente al 5.2% y equivalente a 27.95 hectáreas. Estas áreas son catalogadas de esta forma como parte de los derechos adquiridos para urbanizar, no obstante, deberán ser destinadas a área verde natural dentro de los palanes parciales.

Mapa 28. PMDU Zapopan



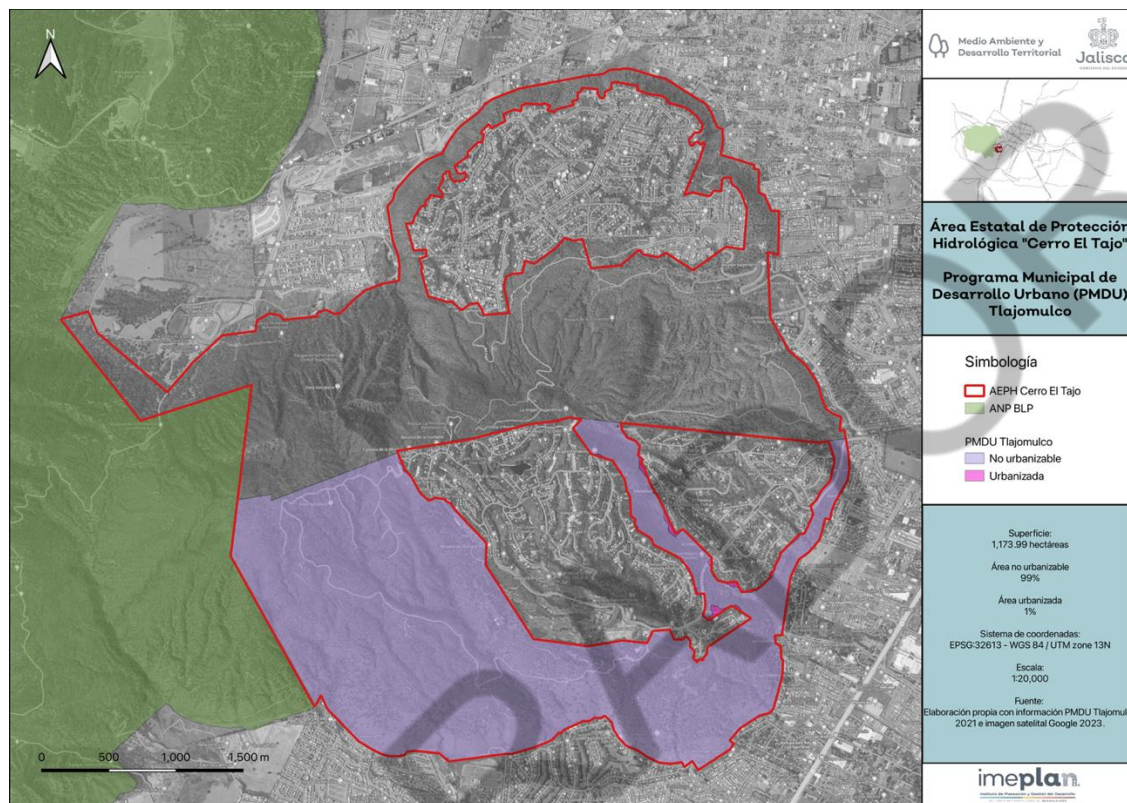
Fuente: elaboración propia con información PMDU Zapopan 2023.

12.6. Programa Municipal de Desarrollo Urbano Tlajomulco de Zúñiga

El PMDU del municipio de Tlajomulco, es un instrumento que esta en proceso de publicación. Este instrumento fue puesto a consulta pública en enero del 2021. En dicho instrumento encontramos una zonificación primaria donde el 99% de la superficie del AEPH se encuentra clasificada como

de no urbanizable. El otro 1% son áreas que corresponden a zona urbanizadas con destino a espacios verdes naturales.

Mapa 29. PMDU Tlajomulco

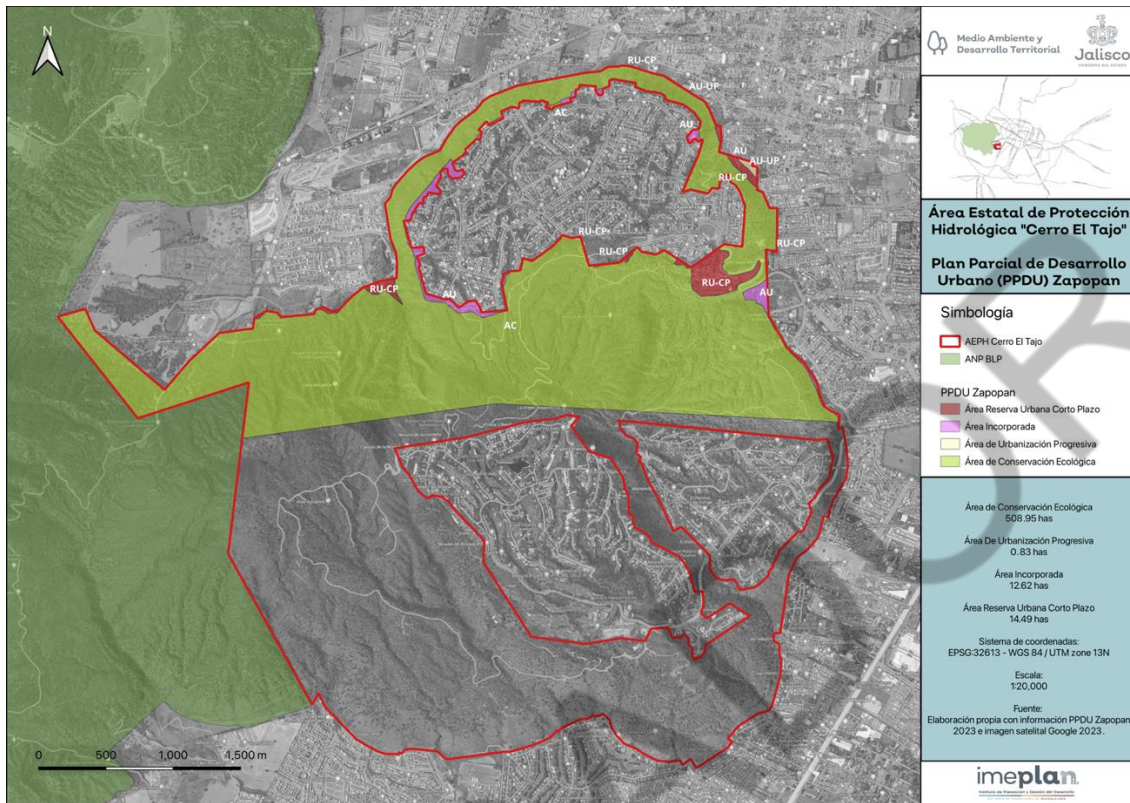


Fuente: PMDU de Tlajomulco en consulta pública 2021.

12.7. Plan Parcial de Desarrollo Urbano de Zapopan

Dentro de los planes parciales de Zapopan publicados el Área De Conservación Ecológica es la que predomina con una superficie estimada de 509 hectáreas, seguida de una reserva urbana a corto plazo con casi 15 has. El Área De Urbanización Progresiva y Área Incorporada, son las menos con un total de casi 14 has. Todas las zonas clasificadas como urbano responden a los planes y programas vigentes, sen embargo el total se la superficie catalogada como urbanizable, deberá ser considerada como área verde o espacio abierto, nada para vivienda, ni otro tipo de uso que no sea suelo natural.

Mapa 30. PPDU Zapopan



Fuente: Planes parciales de desarrollo urbano de Zapopan 2023

13. Pronóstico

13.1. Dinámicas y tendencias socio ambientales

De acuerdo a la información del presente estudio, se identifica la siguiente problemática social y ambiental del Cerro El Tajo, la cual se pretende revertir o en su caso evitar una vez decretada esta área, siendo las siguientes:

- Deforestación de áreas boscosas
- Incendios Forestales
- Riesgo por inestabilidad de laderas
- Disminución de la captación e infiltración de agua
- Contaminación por descargas de aguas residuales urbanas y residuos sólidos urbanos
- Disminución de fauna

El factor que se ha identificado a lo largo del presente estudio como agente generador de cambio y que contribuye de manera más intensa sobre la problemática ambiental es el cambio de uso de suelo para el establecimiento de asentamientos humanos, como es el caso de las colonias de El

Palomar-Cielo y Bugambilias, ya que esta actividad fragmenta el ecosistema, modificándolo de manera permanente e intensificando la problemática mencionada anteriormente e impactando negativamente en los servicios ecosistémicos que presta el Cerro El Tajo.

Para generar cambios importantes en las tendencias ambientales del área, se requerirá del diseño de estrategias integrales de manejo sustentable de recursos naturales, así como seguir promoviendo el apoyo y ampliación de los programas que buscan la conservación de los recursos naturales y el mejoramiento del bienestar humano.

13.2. Elementos clave para generar una propuesta de manejo

La elaboración de la propuesta de manejo y conservación del Cerro El Tajo, considera principalmente las amenazas a los ecosistemas y por lo tanto a los servicios ecosistémicos que la zona provee, siendo estos los servicios tangibles o intangibles que son necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y para que proporcionen beneficios al ser humano (LGEEPA).

De acuerdo con la línea base desarrollada en el presente estudio y al análisis de la información existente del Cerro El Tajo, se pueden identificar los siguientes servicios ambientales y sus potenciales amenazas:

Tabla 20. Prestación de servicios ambientales y amenazas en el Cerro El Tajo

Tipo de servicio	Servicios Amenazados	Amenazas actuales
Servicio base	Formación de suelo	Crecimiento poblacional Deforestación Incendios forestales Fragmentación de bosque Cambio climático Cambio de uso de suelo Pérdida de suelo
	Provisión de Hábitat para las especies dentro del polígono	
	Biomasa	
	Producción de Oxígeno	
Servicio de suministro	Suministro de agua subterránea de buena calidad	
Servicio de regulación	Regulación en la cantidad de agua escurrida e infiltrada	
	Regulación del microclima de la región	
	Regulación de la calidad y cantidad de agua de la región	
	Regulación de la emisión de los Gases de Efecto Invernadero (GEI)	
	Regulación de la calidad del aire especialmente en partículas menores a 10 micras, ozono, etc.	
Servicios culturales	Provisión de áreas de recreación y ecoturismo	
	Zonas de uso educativo y para la investigación de los ecosistemas	
	Zonas de inspiración y calidad de vida para las colonias circundantes	

Fuente: Elaboración Propia, 2022.

Aunado a lo anterior, para la elaboración de la propuesta de Programa de Manejo y Conservación de esta Área Natural se tomaron en cuenta los distintos instrumentos de ordenamiento territorial y desarrollo urbano vigentes, la fundamentación definida en la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y

Protección al Ambiente (LEEEPA) y en su Reglamento en materia de Áreas Naturales Protegidas y de Instrumentos para la Conservación, así como el marco programático de la política pública ambiental del Estado de Jalisco, específicamente lo que corresponde a la Estrategia Estatal sobre Biodiversidad, el Programa Estatal de Manejo del Fuego y el Programa Estatal de Áreas Naturales Protegidas y Otros Instrumentos de Conservación.

13.3. Prospección de posibles riesgos, elementos vulnerables y áreas de oportunidad

Como ya se ha visto en este estudio, dentro del Cerro El Tajo, los principales efectos de la deforestación son los siguientes: la disminución de la recarga de agua hacia los acuíferos, la transformación del paisaje y la fragmentación del APFFLP y su área de influencia, lo que genera parches o islas de bosques separadas entre sí por áreas con usos antrópicos.

Como consecuencia de la fragmentación se produce una reducción y pérdida del hábitat natural, disminuyendo de manera progresiva la diversidad biológica y los procesos ecológicos y el ciclo del agua.

De acuerdo con la CEA, las fuentes de los sistemas intermunicipales de agua potable y alcantarillado, los cuales abastecen a la AMG, no logran solventar al 100% los requerimientos de la urbe. Según la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento, la ciudad necesita 12.5 m³/seg. y sólo obtiene 9.00 m³/seg, situación que se traduce en déficit (CEA, 2011).

Sumado a ello y teniendo como antecedente que existe una amplia tasa de transformación del suelo forestal a suelos ocupados por asentamientos humanos, se realizó un análisis de tendencia de crecimiento de la mancha urbana hacia el polígono del Cerro El Tajo. Este análisis se basa en el modelo SLEUTH y el Modelo de predicción de desarrollo urbano, propuesto por el Banco Interamericano de Desarrollo. Ambos modelos utilizan capas de características naturales y antrópicas de un área para predecir el crecimiento de áreas urbanas en escenarios futuros.

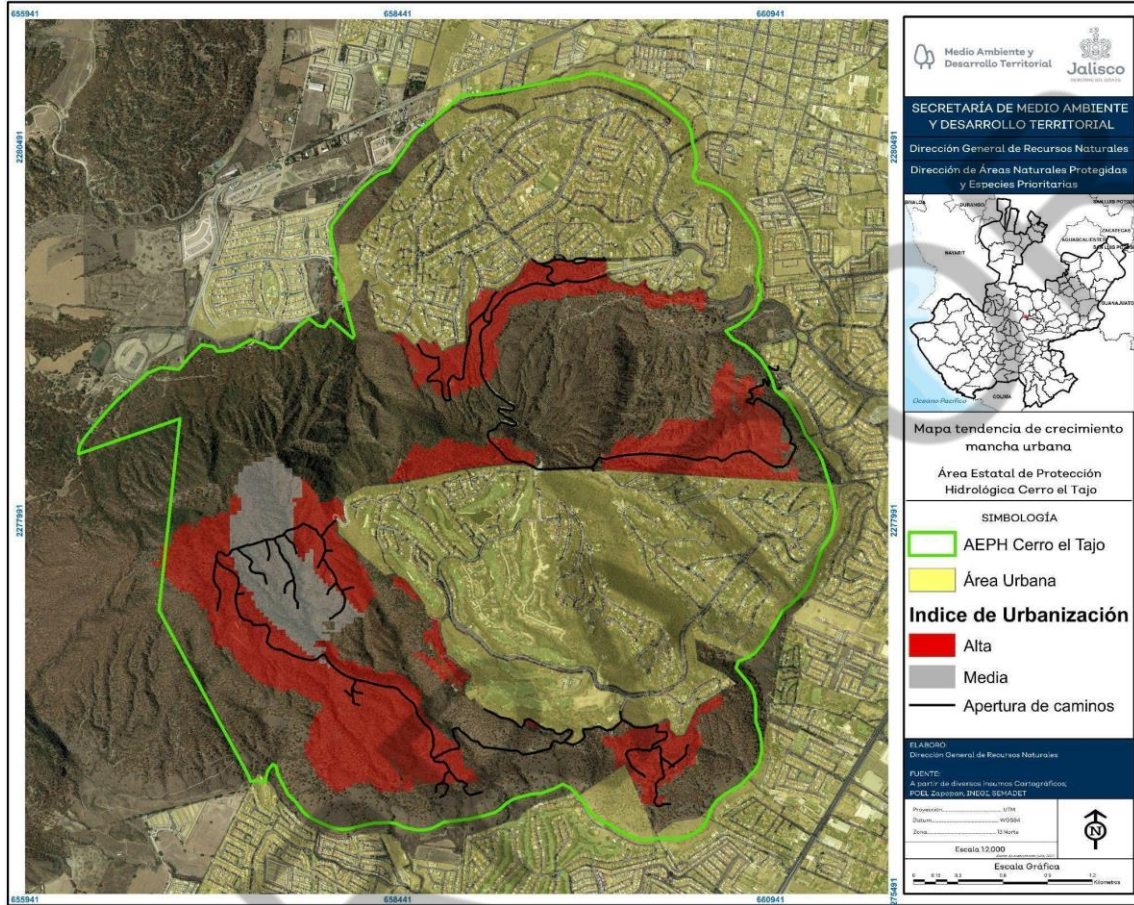
Los elementos y características existentes en cada sitio funcionan como atractores o limitantes de crecimiento, para ello se tomaron como base capas de información de uso de suelo, topografía, red vial y polígonos del área urbana existente. A partir de estas capas se realizó un análisis para categorizar en 5 clases la probabilidad de urbanización del área de estudio. Partiendo de la base lógica de que las zonas con pendientes que tienden a lo plano, cuentan con infraestructura vial y están en cercanía con las áreas urbanas ya existentes y presentan una mayor probabilidad de ser urbanizadas, y por el contrario, las más lejanas, menos accesibles y con pendientes mayores al 25% es menos probable que se vean transformadas.

El proceso consistió en la reclasificación de las 4 capas de entrada a unas de 5 categorías, con valores del 1 al 5, asignando el valor 1 a las zonas con probabilidad más baja y 5 las de probabilidad más alta. Una vez reclasificadas las capas, se realizó un álgebra de mapas, que consiste en traslapar las capas seleccionadas para el análisis y hacer la suma del valor asignado a cada polígono para de esta manera obtener el potencial o la probabilidad de urbanización.

El resultado fue una capa raster con valores del 1 al 20 siendo 1 la menor probabilidad y 20 la

mayor. Esta capa se clasificó en 3 categorías, se descartaron las zonas que presentaron baja probabilidad y solo se representa la probabilidad media y alta (Mapa 21).

Mapa 31. Tendencia de crecimiento de la mancha urbana hacia el Cerro El Tajo



Fuente: Elaboración SEMADET, 2022.

13.4. Prospección ante el cambio climático

Entre los riesgos más relevantes que se identifican en la región, se encuentran los incendios forestales, la contaminación hídrica y del aire y los riesgos hidrometeorológicos y geomorfológicos. Según datos tomados del Atlas Nacional de Riesgos del año del 2017, la zona de estudio presenta un índice alto de inundación en el municipio de Zapopan y un índice mediano en la zona correspondiente al municipio de Tlajomulco de Zúñiga.

Se espera que el Cambio Climático modifique el ciclo hidrológico, por lo que es necesario integrar esta importante variable en los ejercicios de planeación y gestión de los recursos hídricos. Propiciar una mayor capacidad de absorción y almacenamiento de agua, se convierte entonces en un factor clave para la adaptación al Cambio Climático (Steenbergen and Tuinhof, 2009) por lo cual, las estrategias de gestión de los recursos hídricos específicamente las encaminadas a contar con una

reserva de agua subterránea, son determinantes para afrontar futuras crisis hídricas. Lo anterior tiene especial relevancia en una zona urbana como el AMG, que, como ya se ha mencionado, es altamente dependiente de las fuentes de agua superficial, las cuales se han vuelto más vulnerables.

14. Conclusiones

- Como menciona el decreto original de zona de recuperación ambiental, la zonificación interna que se cataloga como área de protección es la que se integra en esta declaratoria de área estatal de protección hidrológica.
- La principal justificación para la declaración de protección hidrológica radica en la función ecosistémica de producción de agua la cual se infiltra o escurre al acuífero de Toluquilla, beneficiando de manera directa a más de 312,442 habitantes en 155 colonias.
- La segunda justificación más importante es el tema de riesgos por deslaves, ya que cualquier movimiento de tierra que se realice dentro del AEPH tendrá efectos en la cuenca baja, poniendo en riesgo la vida y patrimonio de los más de 16mil habitantes que tiene influencia directa en el entorno urbano.
- Finalmente, y no menos importante esta su importancia como patrimonio biológico y ambiental, ya que el cerro del Tajo es parte importante de todo el sistema verde periurbano. Es una zona fundamental para la conectividad biológica de la AMG.
- Con el fin de poder ser más claros y contundentes, para este caso solo se propone la creación de una única zonificación que sería una zona núcleo. El resto se dejan fuera con la intención de que los instrumentos territoriales vigentes sean los encargados de regular el uso de suelo en las zonas urbanas.

Capítulo 2. Programa para el Manejo y Conservación del Área Estatal de Protección Hidrológica “Cerro El Tajo”

15. Introducción

La propuesta de programa de manejo y conservación se desprende de lo contenido en el Estudio Técnico Justificativo, incluyendo los mapas, análisis y datos que dan soporte técnico a las zonificaciones y acciones aquí planteadas.

En el ETJ podemos encontrar todos aquellos datos técnicos que dan pie a la declaratoria, pero que también definen las necesidades de acción determinantes para cumplir con los objetivos planteados. La conservación del Cerro El Tajo es fundamental para poder mantener un equilibrio entre la actividad urbana y los recursos naturales que dan soporte a la ciudad.

Los servicios de aprovisionamiento de agua superficial y subterránea, el tema de gestión integral del riesgo y la conectividad biológica, son los pilares fundamentales de este decreto, por lo que su plan de manejo es fundamental para poder cumplir con los objetivos decretados.

16. Datos Generales

Nombre del área natural protegida:

Cerro El Tajo

Categoría:

Área Estatal de Protección Hidrológica

Institución encargada:

Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Estado de Jalisco

17. Ubicación

El Cerro El Tajo se ubica en el siguiente cuadro geográfico, al Oeste -103.500423, al Este -103.451301, al Norte 20.621530 y al Sur 20.574772, y colinda al Oeste con el APFFLP, la colindancia que se observa al Este, Norte y Sur son prácticamente zonas urbanas consolidadas.

El desarrollo de las coordenadas geográficas del polígono aquí referido fue realizado conforme a las coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator) Zona 13 N, Datum WGS84, expresadas en metros y es parte integrante del presente instrumento como Anexo 1.

La ubicación, coordenadas, linderos, municipios donde se encuentra y superficie, se pueden observar en el capítulo de ubicación y superficies del ETJ. El Área Estatal de Protección Hidrológica

cuenta con una superficie de 1,173.99 hectáreas, conformado de pura vegetación forestal.

18. Objetivos del programa

Conservar el patrimonio natural, los procesos ambientales, los servicios ecosistémicos y prevenir el riesgo por cambio de uso de suelo dentro del decreto del Cerro El Tajo.

18.1. Objetivos particulares

- I. Conservar los sitios de importancia para la recarga de acuíferos.
- II. Promover un manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas, acorde a sus usos y costumbres.
- III. Restaurar zonas amenazadas, deterioradas o en proceso de deterioro.
- IV. Generar conocimientos y tecnologías para el aprovechamiento sustentable.
- V. Proteger las especies que habitan en el área, particularmente las que se encuentran enlistadas en la NOM 059 SEMARNAT 2010.
- VI. Proteger sitios de interés y valor escénico, histórico, cultural o arqueológico.
- VII. Propiciar la Gestión Integral del Riesgo para evitar pérdidas materiales y humanas por deslaves e incendios forestales.
- VIII. Generar acciones para prevenir el riesgo.
- IX. Promover la conectividad biológica urbana.

19. Zonificación y delimitación de unidades de manejo

En el Área Estatal de Protección Hidrológica Cerro el Tajo, se establece una zonificación siguiendo lo establecido en el Artículo 20 del Reglamento de LEEPA en materia de áreas naturales protegidas y de instrumentos de conservación.

La propuesta de zonificación distingue una sola: Zona núcleo.

19.1. Zona núcleo

Tendrá como principal objetivo la preservación de los ecosistemas a mediano y largo plazo.

Esta es una zona de uso restringido y son aquellas superficies en buen estado de conservación en las que se busca mantener las condiciones actuales de los ecosistemas e incluso mejorarlas, en las que se podrán realizar excepcionalmente actividades de aprovechamiento que no modifiquen los ecosistemas y que se encuentren sujetas a estrictas medidas de control.

Así mismo esta superficie funciona como una zona de amortiguamiento del Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera. Su función principal es 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 a largo plazo.

19.2. Criterios de zonificación

El Área Estatal de Protección Hidrológica (AEPH) “Cerro El Tajo” presenta una superficie de 1,173.99 hectáreas. Se encuentra ubicada al sur del Municipio de Zapopan y al noroeste del Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, esto de acuerdo con el Mapa General del Estado de Jalisco 2012. El área protegida se encuentra rodeando a los fraccionamientos conocidos como Bugambilias, El Palomar y el Cielo. Cuenta con una sola zonificación de uso restringido, la cual abarca el total de la superficie del decreto.

El criterio para la zonificación núcleo está basado principalmente en la cobertura de vegetación forestal y la argumentación técnica descrita en el estudio técnico justificativo, enfocado en los servicios ecosistémicos que presta. El 100% de la superficie de la zona núcleo está conformado por vegetación forestal principalmente dominada por encino.

Por otro lado, no se considera una zonificación urbana porque dicha zona fue excluida del decreto en virtud de que existen otros instrumentos que regulan sus actividades, usos de suelo y densidades, especialmente aquellos de índole urbano y ecológico.

Así mismo no se incluye una zonificación de amortiguamiento debido a que el propio decreto y la zonificación núcleo de uso restringido funcionan como un área de amortiguamiento para el decreto federal de Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera.

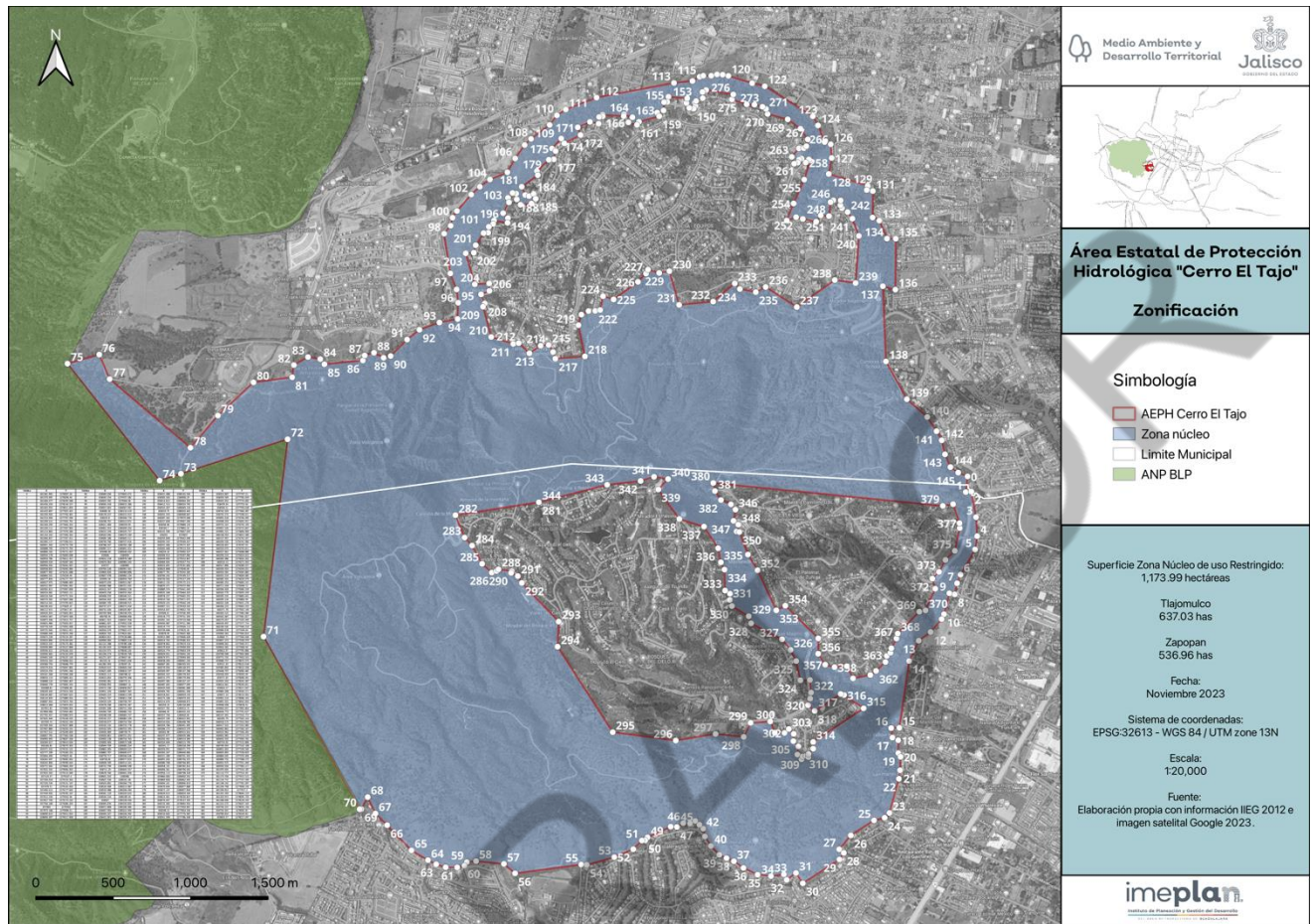
Las actividades y usos permitidos se describen en el plan de manejo, donde se da prioridad a uso encaminados al cumplimiento de los objetivos planteados. La preservación de los servicios ecosistémicos, así como la mitigación del riesgo, se convierten en elementos fundamentales para la definición de estrategias y acciones específicas.

Tabla 21. Zonificación AEPH

Fecha	Categoría de ANP	Municipio	Zonificación	Superficie (has)	Uso	Total
2023	AEPH	Tlajomulco de Zúñiga	Zona Núcleo	637.03	Restringido	1,173.99
		Zapopan		536.96		

Fuente: elaboración propia.

Mapa 32. Zonificación AEPH "Cerro El Tajo"



Fuente: elaboración propia 2023.

19.3. Programas de manejo (acciones a corto, mediano y largo plazo)

El presente programa de manejo y conservación contempla los subprogramas de conservación; protección y vigilancia; aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; restauración; cambio climático; fomento a la investigación; educación ambiental; desarrollo comunitario y equidad de género, dentro de los cuales se establecen componentes para el logro de estos. Los alcances del Programa de Manejo y Conservación se han establecido con relación a los períodos en que las acciones deberán desarrollarse, identificados como: corto plazo (C), refiriéndose a un periodo entre uno y tres años; mediano plazo (M), refiriéndose a un periodo de cuatro a seis años, largo plazo (L), refiriéndose a un periodo de seis a diez años y permanente (P), refiriéndose a las acciones que se deberán operar por plazos indefinidos, debiendo ajustarse o modificarse una vez realizada la evaluación del cumplimiento de las actividades y los objetivos del AEPH Cerro El Tajo.

Para la realización de obras o actividades dentro del Área Estatal de Protección Hidrológica "Cerro el Tajo", se deberá someter forzosamente a evaluación en materia de impacto ambiental estatal y contar con autorización por escrito de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial o en

su caso cuando corresponda ante las autoridades federales competentes.

El Programa de manejo está compuesto de **5 estrategias y 50 acciones** que permitirán cumplir con los objetivos del decreto y de este programa.

19.3.1. Subprograma de Gestión Integral del Riesgo

Este programa está enfocado en disminuir el riesgo y la vulnerabilidad de los habitantes que están en el radio de influencia del área estatal de protección hidrológica. Con esta estrategia, objetivos, acciones e involucrados se pretende reconocer el riesgo que conlleva los cambios de uso de suelo dentro del área natural, y con ello plasmar las acciones necesarias para prevenir pérdidas materiales y humanas, dadas por incendios forestales o fenómenos hidrogeológicos. Esta estrategia cuenta con 2 objetivos específicos y 7 acciones.

Tabla 22. Subprograma Gestión Integral del Riesgo

Subprograma	Estrategia	Objetivo	No.	Acción	Plazo	Involucrados
Gestión Integral del Riesgo	Asegurar la gestión integral del riesgo para protección de los habitantes cercanos al AEPH	Reducir los impactos negativos de los incendios forestales sobre los ecosistemas y la población aledaña	R1	Elaborar y operar un programa de manejo del fuego en congruencia con el programa establecido para el Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera	C	SEMADET, Municipios, PCyB, CONAFOR
			R2	Fomentar la participación de las asociaciones de colonos en el apoyo logístico a las autoridades encargadas en el manejo del fuego	C	SEMADET, Municipios, PCyB, CONAFOR
			R3	Mantener los caminos y líneas cortafuego en buen estado	P	SEMADET, Municipios
			R4	Crear protocolos de prevención y acción ante incendios forestales para los colonos	C	SEMADET, Municipios, PCyB, CONAFOR
		Reducir el riesgo y la vulnerabilidad ante deslaves e inundaciones sobre los habitantes de las colonias aledañas	R5	Contar con un protocolo de acciones específicas para retención y recuperación de suelos	M	SEMADET, Municipios, PCyB, CONAFOR
			R6	Posterior a un incendio forestal en la cuenca alta, realizar acciones de limpieza de causes y obras de retención de agua para disminuir escurrimientos	P	SEMADET, Municipios, PCyB, CONAFOR

			R7	Programa anual de limpieza y retención de agua en causes antes de cada temporal de lluvias	P	SEMADET, Municipios, PCyB, CONAFOR
--	--	--	----	--	---	------------------------------------

Fuente: elaboración propia 2023.

19.3.2. Subprograma de Conservación y Restauración

Se definen acciones que le permitan al ecosistema dar continuidad a las interacciones bióticas que se desarrollan tanto en el Cerro El Tajo como en el APFFLP, de manera que continúe el flujo de energía que aún existe en este bosque y que los servicios ecosistémicos que prestan sean preservados. Las acciones también están encaminadas a restaurar las pérdidas ocasionadas por procesos de degradación ya sean naturales o antropogénicos. Cuenta con 4 objetivos específicos y 13 acciones.

Tabla 23. Subprograma de Conservación y Restauración

Subprograma	Estrategia	Objetivo	No.	Acción	Plazo	Involucrados
Conservación y Restauración	Conservación de los servicios ecosistémicos a través de la protección de la biodiversidad	Conservar la biodiversidad	C1	Realizar un inventario de flora y fauna cada 6 años	L	SEMADET, Municipios
			C2	Revisar los criterios de conectividad biológica en los instrumentos de planeación territoriales y urbanos, para que siempre se contemple el AEPH	P	SEMADET, Academia, IMEPLAN
			C3	Crear un programa de reforestación y restauración anual	M	SEMADET
			C4	Contar con un programa de reforestación posterior a incendios forestales y acordes al programa de manejo del fuego del APFF La Primavera	M	SEMADET, BLP
		Mantener sana la biodiversidad	C5	Identificar y definir el manejo de especies exóticas e invasivas de fauna	M	SEMADET, SEMARNAT
			C6	Implementar acciones de sanidad forestal, especialmente en control de muérdago.	C	SEMADET, CONAFOR

		C7	Crear un comité de fauna con los vecinos para modificación de reglamentos internos con relación a las mascotas	C	SEMADET, Municipios
	Asegurar la infiltración del agua	C8	Implementar mecanismos para la captación e infiltración de agua	M	SEMADET, SGIA, CEA
		C9	Instalar una estación de monitoreo climático	M	SEMADET, SGIA, CEA, Academia
		C10	Contar con un sistema de medición de infiltración y escurrimiento de agua pluvial	M	SEMADET, SGIA, CEA
		C11	Desarrollar un programa de monitoreo de los distintos usos del agua, especialmente en pozos de las colonias aledañas	M	SEMADET, SGIA, CEA
	Evitar la pérdida de vegetación forestal	C12	Cualquier acción implique manejo de tierra o remoción de vegetación por temas de prevención o instalación de infraestructura deberá contar con autorización estatal y federal	P	SEMADET, SEMARNAT
		C13	Implementar un sistema de monitoreo de cambio de uso de suelo anual	M	SEMADET, SEMARNAT

Fuente: elaboración propia 2023.

19.3.3. Subprograma de protección y vigilancia

En este subprograma se definen mecanismos de vigilancia y prevención de los ilícitos ambientales que inciden en los daños a los ecosistemas y en la pérdida de biodiversidad del Cerro El Tajo. Tiene como principal objetivo el cumplimiento de la normatividad ambiental y urbana vigente, buscando el involucramiento de los tres niveles de gobierno, la academia y la sociedad civil. La aplicación de la normatividad tiene que venir acompañada de protocolos de acción ciudadana y un acompañamiento permanente de las autoridades competentes. La estrategia se divide en 2 objetivos específicos y 6 acciones.

Tabla 24. Subprograma de protección y vigilancia

Subprograma	Estrategia	Objetivo	No.	Acción	Plazo	Involucrados
Protección y vigilancia	Asegurar la protección del AEPH a través de un esquema de vigilancia y cumplimiento de la ley	Prevenir ilícitos ambientales	P1	Desarrollar una agenda de recorridos de inspección y vigilancia de policía estatal y/o municipal	C	SEMADET, SGG, Municipios
			P2	Instalar un grupo de trabajo de vigilancia en coordinación con las asociaciones de colonos	M	SEMADET, PROEPA, PROFEPA, Municipios
			P3	Fomentar la formación y capacitación de brigadas de vigilancia participativa	M	SEMADET, PROEPA, Municipios
			P4	Establecer un protocolo de actuación ciudadana ante ilícitos ambientales en el área	C	PROEPA, PROFEPA
		Cumplir con la normatividad ambiental vigente	P5	Vigilar que toda acción tenga autorización estatal y federal	P	PROEPA, PROFEPA
			P6	Vigilancia permanente del cumplimiento de los instrumentos territoriales vigentes	P	SEMADET, PROEPA, PROFEPA, PRODEUR, Municipios, IMEPLAN

Fuente: elaboración propia, 2023.

19.3.4. Subprograma de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales

Este Subprograma está enfocado los posibles usos y actividades que se pueden realizar dentro del AEPH. Aquí se desarrollan las acciones que permitan continuar con las actividades de aprovechamiento, de manera que se respete la integridad, funciones y las capacidades de carga de los ecosistemas, a fin de lograr la sustentabilidad del Cerro El Tajo. El Uso, aprovechamiento, y disfrute de los recursos naturales dentro del AEPH tiene que ser sustentable y enfocados a mantener los servicios ecosistémicos. En esta estrategia encontramos 3 objetivos y 16 acciones. Una parte importante de los usos permitidos están enfocados a la educación ambiental, al aprovechamiento del espacio natural para promover la conciencia y acción en pro del medio ambiente. Pero así mismo la protección uso y disfrute del área natural deberá presentar un enfoque de género, que no solo busque la protección de los recursos naturales, sino que también sea socialmente responsable buscando la equidad.

Tabla 25. Subprograma de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales

Subprograma	Estrategia	Objetivo	No.	Acción	Plazo	Involucrados
Aprovechamiento sustentable de los recursos naturales	El Uso, aprovechamiento, y disfrute de los recursos naturales dentro del AEPH tiene que ser sustentable y enfocados a mantener los servicios ecosistémicos	Aprovechar de manera sustentable los recursos paisajísticos del área	A1	Identificar rutas de senderos y establecer señalización sobre las rutas oficiales de senderos	C	SEMADET, BLP
			A2	Instalar señalética que sea comprensible para los usuarios del área	M	SEMADET
			A3	Elaborar un reglamento de uso público y recreación dentro del Cerro El Tajo	M	SEMADET
			A4	Dar a conocer a la población en general los tipos de servicios que proporciona el área protegida y su importancia en la calidad de vida	C	SEMADET
			A5	Identificar y ubicar los sitios con potencial paisajístico y de recreo	M	SEMADET
			A6	Crear un reglamento de usos recreativos dentro del AEPH	M	SEMADET
			A7	Realizar un estudio de capacidad de carga para visitantes	M	SEMADET, SEMARNAT
			A8	Involucrar a los dueños y vecinos en las actividades de carácter turístico que puedan integrarse como un beneficio económico	C	SEMADET, Municipios
		Implementar y promover la educación y concientización ambiental	A9	Establecer espacios de participación para generar conocimiento sobre la educación ambiental y la importancia de la conservación de los ecosistemas	M	SEMADET, Academia
			A10	Conformar comités locales que implementen proyectos comunitarios con la participación organizada,	M	SEMADET, Academia

			sistemática y voluntaria de sus integrantes			
			A11	Realizar charlas de educación ambiental sobre el impacto de los residuos sólidos urbanos, fauna doméstica, descarga de agua residual, escombros e incendios sobre el ecosistema	M	SEMADET, Academia
			A12	Educación de cómo funciona una cuenca, causas y efectos	M	SEMADET, Academia
			A13	Diseñar y elaborar el material de difusión de la riqueza biológica del área natural y su cuidado (guías, folletos, trípticos, carteles, calcomanías, entre otros)	M	SEMADET, Academia
		Incrementar la participación equitativa de hombres, mujeres, jóvenes y niños en las actividades del ANP	A14	Incentivar la integración de grupos de hombres, mujeres, jóvenes y niños para la aplicación de las acciones del presente programa	P	SEMADET, SISEMH
			A15	Generar oportunidades equitativas sobre el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas entre hombres y mujeres	P	SEMADET, SISEMH
			A16	Programa de seguridad para mujeres dentro del AEPH	M	SEMADET, SISEMH

Fuente: elaboración propia, 2023.

19.3.5. Subprograma de cambio climático y fomento a la investigación

Las medidas de adaptación y mitigación ante el cambio climático como estrategia para promover la investigación y la protección del Cerro el Tajo. En esta zona se definen acciones de mitigación y adaptación ante el cambio climático y establecen proyectos de investigación científica que incrementen el conocimiento para la toma de decisiones en el uso y manejo de los recursos naturales. Esta estrategia se compone de 3 objetivos

específicos y 8 acciones.

Tabla 26. Subprograma de cambio climático y fomento a la investigación

Subprograma	Estrategia	Objetivo	No.	Acción	Plazo	Involucrados
Cambio climático y fomento a la investigación	Las medidas de adaptación y mitigación ante el cambio climático como estrategia para promover la investigación y la protección del Cerro el Tajo	Contribuir en la reducción de los impactos negativos de las variaciones climáticas a través del incremento y conservación de reservorios de CO2	11	Realizar un estudio de cálculos de captura de carbono	M	SEMADET, Academia
		Contribuir en la reducción de los impactos negativos de las variaciones climáticas a través de la adaptación ante los fenómenos hidrometeorológicos	12	Implementar un sistema de monitoreo que permita generar información sobre la dinámica hidrogeológica de la zona	L	SEMADET, Academia
			13	Todos los programas, proyectos y protocolos que se realicen dentro del AEPH tendrán que contemplar escenarios de cambio climático	P	SEMADET, Academia
			14	Programa de prevención de desastres naturales con escenarios de cambio climático	L	SEMADET, Academia, SEMARNAT
			15	Mantener actualizado el atlas de riesgo y elaborar un inventario de peligro por remoción de masa	M	SEMADET, PCyB, IMEPLAN
			Fomentar la investigación científica en el área y su zona de influencia	16	Promover la participación científica en proyectos de investigación, evaluación, recuperación y conservación de los recursos naturales	M
		17		Coordinar acciones para el desarrollo de proyectos de investigación en materia de servicios ambientales en áreas urbanas y agua subterránea	M	SEMADET, Academia

			18	Desarrollar proyectos de investigación de los temas de identificación y de servicios ecosistémicos, riesgos ambientales, cambio climático	M	SEMADET, Academia
--	--	--	----	---	---	-------------------

Fuente: elaboración propia, 2023.

20. Arreglo institucional y gobernanza

La Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (SEMADET), será la encargada de la administración y vigilancia del Área Natural Protegida a través de sus áreas correspondientes, o de la coordinación que establezca con otras dependencias del Ejecutivo Estatal, Federal o Municipal.

De igual manera la SEMADET podrá celebrar acuerdos de coordinación para la administración y manejo del Área Estatal de Protección Hidrológica a una institución académica, organismo público, asociación civil u orden de gobierno que demuestre que cuenta con capacidad técnica, financiera y de gestión ambiental para instrumentar el programa de conservación y manejo.

La ejecución del programa de manejo y conservación del Área Estatal de Protección Hidrológica Cerro El Tajo se deberá realizar en coordinación con los Gobiernos Municipales de Zapopan y de Tlajomulco de Zúñiga, y el Organismo Público Descentralizado Bosque La Primavera así como la representación de los dueños y poseedores de los predios dentro del área protegida, involucrando a representantes de organismos de la sociedad civil e instituciones académicas que se interesen en impulsar la conservación del Cerro El Tajo. Con ello, se propicia el ejercicio de la gobernanza ambiental que busca integrar a los actores involucrados en los procesos de administración del área, a través de procesos de participación ciudadana.

21. Fuentes de financiamiento

El Área Estatal de Protección Hidrológica, requiere contar un diagnóstico de las necesidades detalladas de recursos financieros para ejecutar el presente Programa, de manera que se contribuya en la planificación y priorización de las acciones y la gestión de recursos financieros.

El Gobierno del Estado de Jalisco mediante su presupuesto de egresos deberá asignar un presupuesto base para realizar las acciones prioritarias manifestadas en el programa de manejo para su conservación.

De igual manera, se requiere la gestión de recursos financieros externos de programas provenientes de las distintas dependencias federales, estatales y municipales que, de acuerdo a sus atribuciones puedan colaborar en la realización de las actividades contempladas en el presente programa así como el cumplimiento del objetivo del decreto del AEPH Cerro El Tajo.

Por último, se deberá investigar los distintos programas internacionales así como las relaciones con instituciones de cooperación internacional para gestionar recursos complementarios para el manejo del área.

BORRADOR

22. Bibliografía

- Álvarez-Pérez A., R. Villavicencio G., J.A. Ruiz-Corral, A.L. Santiago-Pérez. 2020. Efecto del cambio climático a partir de los escenarios RCP 4.5 y 8.5 del año 2050 en el balance hídrico del Área Natural Protegida La Primavera, Jalisco, México. Áreas Naturales Protegidas Scripta, 2020. Vol. 6 (1): 53-74. http://areas-naturales-protegidas.org/scripta/Volumen11/ARTICULO_4.pdf
- Aparicio Mijares, Francisco Javier. (1992). Fundamentos de Hidrología de Superficie. México: Limusa.
- Capítulo 3, Factores que intervienen en la inestabilidad del terreno http://www.habitatge.gva.es/estatico/areas/urbanismo_ordenacion/infadm/publicaciones/pdf/itologia/48_54factor.pdf
- CENAPRED. (2004). Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgo. México: Centro Nacional de Prevención de Desastre, 1 edición 2004.
- CENAPRED. (2016, diciembre 21). Guía de Contenido Mínimo para la Elaboración del Atlas Nacional de Riesgos. Diario Oficial de la Federación, Tomo DCCLIX, No. 15.
- CONABIO. (2020). Registros del Sistema Nacional de Información sobre la Biodiversidad. <https://www.snib.mx/>
- CONAGUA. (2018). Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) - Información de Pozos de extracción [Base de datos con información de los pozos de extracción de agua en el municipio, con identificador e información de profundidad, volumen de extracción, entre otros datos.]. Comisión Nacional del Agua.
- CONAGUA. (2020). Actualización de la Disponibilidad Media Anual de Agua en el Acuífero Toluquilla (1402), Estado de Jalisco. https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/jalisco/DR_1402.pdf
- CONAGUA. (2020b). Datos vectoriales de la disponibilidad de los acuíferos en escala 1:250000. Recuperado en junio de 2021 del Sistema Nacional de Aguas: <http://sina.conagua.gob.mx/sina/>
- Diario oficial de la federación, (14 de noviembre de 2019). Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, 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, publicada el 30 de diciembre de 2010.
- Flores A., Mauro Alberto (2001). Identificación y localización de los cauces que han sido tapados con los trabajos de urbanización para la elaboración del mapa de zonas potenciales de hundimientos en la zona metropolitana de Guadalajara. Tesis de Maestría en Ingeniería Civil, Universidad de Guadalajara.
- Galindo S., J. A. e I. Alcántara-Ayala (2015), "Inestabilidad de laderas e infraestructura vial: análisis de susceptibilidad en la Sierra Nororiental de Puebla, México", Investigaciones Geográficas, Boletín, núm. 88, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 122-145,

dx.doi.org/10.14350/rig.43790.

- García, E. - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1998). Climas (clasificación de Koppen, modificado por García). Escala 1:1000000. México.
- Gobierno del Estado de Jalisco. (2015). Estudio Técnico Justificativo Área Estatal de Protección Hidrológica Bosque Colomos-La Campana. Periódico Oficial, Número 12, sección IV.
- <https://glosarios.servidor-alicante.com/geologia/depositos-aluviales-aluviones>
- Huerta M. F. M y J.L. Ibarra M., 2014. Incendios en el Bosque La Primavera (Jalisco, México): un acercamiento a sus posibles causas y consecuencias.
- IIEG, 2019. Diagnósticos municipales. Disponible en: <http://iieg.gob.mx/contenido/Municipios/> INEGI, 1981. Guías para la interpretación de la cartografía. Topografía.
- IIEG. (2018a). Edafología – IIEG. Instituto de Información Estadística y Geografía de Jalisco. https://iieg.gob.mx/ns/?page_id=1227
- IIEG. (2018b). Geología – IIEG. Instituto de Información Estadística y Geografía de Jalisco. https://iieg.gob.mx/ns/?page_id=1224
- IMEPLA. (2012). Plan Parcial de Desarrollo Urbano de Zapopan. Distrito Urbano ZPN-08 “Santa Ana Tepetitlan”.
- Imeplan. (26 de octubre de 2023). SIGmetro. Obtenido de Inventario de Peligros Metropolitano: <https://sigmetro.imeplan.mx/mapa>
- INEGI, 2001. Clasificación fisiográfica. Continuo Nacional Fisiográfico 1:1000000.
- INEGI, 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Chapala, Jalisco. Clave geoestadística 14030.
- INEGI, 2010. Principales resultados por localidad (ITER). INEGI, 2015. Panorama sociodemográfico de Jalisco. México. INEGI, 2015. Encuesta Intercensal. México.
- INEGI, 2017. Carta de uso de suelo y vegetación serie VI. Comunicado de prensa núm. 535/17 México.
- INEGI, 2020. Censo de Población y Vivienda. INEGI, 2020. Marco Geoestadístico Nacional.
- INEGI. (1971a). Conjunto de datos de la carta Edafológica escala 1:50,000. México: Digitalizado por el Instituto de Información Estadística y Geográfica IIEG en 2016.
- INEGI. (1971b). Conjunto de datos de la carta Geológica escala 1:50,000. México: Digitalizado por el Instituto de Información Estadística y Geográfica IIEG en 2016.
- INEGI. (2001, May 9). Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional serie I. Sistema topofomas. INEGI - Mapas. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825267582>
- INEGI. (2004). Guía para la interpretación de cartografía: edafología (Primera ed.). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

- INEGI. (2004). Guías para la Interpretación de Cartografía. Edafología. Aguascalientes, México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía - INEGI.
- INEGI. (2005). Guía para la Interpretación de Cartografía: geológica. INEGI.
- INEGI. (2005). Guía para la interpretación de la Cartografía. Uso del Suelo y Vegetación. Aguascalientes, México: INEGI
- INEGI. (2010). Conjunto de Datos Vectoriales de la Red Hidrográfica Escala 1:50 000. Edición 2.0. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía - INEGI.
- INEGI. (2014). Conjunto de Datos Vectoriales de la Cartografía Geoestadística Urbana para la Planeación de la Encuesta Intercensal 2015. Cartografía Correspondiente al Cierre de los Censos Económicos 2014. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía - INEGI.
- INEGI. (2016). Conjunto de Datos Vectoriales de la Cartografía de Uso del Suelo y Vegetación, escala 1: 250,000, Serie VI, México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía – INEGI
- Instituto de Información Estadística y Geografía. [IIEG]. (2015). Conjunto de Datos Edafológicos, Escala 1:50,000. INEGI (1971-1973). Digitalizado por IIEG en 2015-2016. Obtenido de Instituto de Información Estadística y Geográfica: <https://iieg.gob.mx/https://iieg.gob.mx/>
- Instituto de Información Estadística y Geográfica del Estado de Jalisco. (2016). Edafología. <https://datos.jalisco.gob.mx/dataset/conjunto-de-datos-vectoriales-edafologicos-150000-jalisco>
- Instituto de Planeación y Gestión del Desarrollo del Área Metropolitana de Guadalajara (IMEPLAN), UNAM. (2021). Atlas Metropolitano de Riesgos. AMG. Informe Técnico. <https://www.imeplan.mx>
- Jardel-Peláez, E.J. 2010. Planificación del Manejo del Fuego. Universidad de Guadalajara-Fundación Manantlán para la Biodiversidad de Occidente-Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. Autlán, Jalisco, México.
- Jardel, E.J., D. Pérez-Salicrup, E. Alvarado y J.E. Morfín-Ríos. 2014. Principios y criterios para el manejo del fuego en ecosistemas forestales: guía de campo. Comisión
- Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Jalisco. Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- Ley General del Equilibrio Ecológico. 1988. Diario Oficial de la Federación. Actualización 2015.
- Loeza-Corichi, A., C. Rivera-Duifhuis, C. F. Barrera-Sánchez, (2006). Actualización del listado herpetofaunístico del Bosque La Primavera.
- Meganoticias. (5 de agosto de 2019). Meganoticias. Obtenido de <https://www.meganoticias.mx/guadalajara/noticia/reconstruyen-barda-de-arroyo-desbordado/89818>

- Priego, A., Bocco, G., Mendoza, M., & Garrido, A. (2010). Propuesta para la generación semiautomatizada de unidades de paisajes. Morelia: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Programa de aprovechamiento del Área Natural Protegida Municipal de Protección Hidrológica Parque Colomos, del municipio de Guadalajara, Jalisco.
- Programa de aprovechamiento del Área Natural Protegida Municipal de Protección Hidrológica Arroyo La Campana-Colomos III, del municipio de Zapopan, Jalisco.
- Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Zapopan, Jalisco. Gaceta Municipal Vol XXVII No. 40 Segunda Época, 23 de Julio de 2020.
- Programa de Ordenamiento Ecológico Local para el Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco. Volumen XI, Publicación XVIII, 17 de noviembre del 2020.
- Registro Agrario Nacional (2022). Capa vectorial Núcleos Agrarios certificados.
- Reyna Bustos Óscar Reyna, (2010). Aves del bosque La Primavera, Guía Ilustrada. Guadalajara, Jalisco. Editorial Pandora, S.A. de C.V.
- Reyna Bustos Óscar Reyna, Ahumada Carrillo Iván Trinidad y Vázquez Huízar Octavio, (2007). Anfibios y Reptiles del bosque La Primavera, Guía Ilustrada. Guadalajara, Jalisco. Editorial Pandora, S.A. de C.V.
- Rodríguez T. D.A. Ecología del fuego en el ecosistema de Pinus hartwegii Lindl. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Estado de México.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, (2000). Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera. México, D.F.
- SEMADET. (2020). Uso de suelo y vegetación. Jalisco: Geomática. <https://datos.jalisco.gob.mx/dataset/mapa-coberturas-del-suelo-estado-de-jalisco-al-2016>
- Servicio Geológico Mexicano. (2005). Estudio de peligros por hundimiento en la zona de Nextipac, municipio de Zapopan, Jalisco. Pachuca, Hidalgo: SGM y SEDATU.
- Sistema de Consulta de Diversidad en Espacios Verdes Urbanos del Instituto de Información Estadística y Geográfica del Estado de Jalisco.
- SPP. 1972. carta geológicas escala 1:50,000. Leyenda. México. SPP. 1972. carta geológicas escala 1:50,000. Leyenda. México. SPP. 1983. cartas edafológicas escala 1:50,000. Leyenda. México. SPP. 1983. cartas edafológicas escala 1:50,000. Leyenda. México.
- USGS. (2019, March 2). Land Subsidence | U.S. Geological Survey. USGS.gov. Retrieved June 5, 2023, from <https://www.usgs.gov/mission-areas/water-resources/science/land-subsidence#overview>
- Zalapa Hernández Silvia S, Godínez Navarro Edgar G. y Guerrero Vázquez Sergio, (2013). Mamíferos del bosque La Primavera, Guía Ilustrada. Guadalajara, Jalisco. Editorial Pandora, S.A. de C.V. <http://bosquelaprimavera.com/> <http://www.fao.org> <http://incendios.semadet.jalisco.gob.mx/>

- ZonaDocs. (26 de septiembre de 2020). ZonaDocs periodismo en resistencia. Obtenido de <https://www.zonadocs.mx/2020/09/26/a-un-ano-de-las-muertes-ocasionadas-por-las-inundaciones-en-bosques-de-santa-anita-aun-no-hay-justicia-ni-un-alto-a-las-inmobiliarias-responsables/>

23. Anexo 1

Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
0	661381.993	2278397.26	96	658084.036	2279603.672
1	661370.495	2278296.44	97	658043.534	2279707.282
2	661406.477	2278299.588	98	658003.392	2279964.06
3	661436.254	2278134.217	99	658045.418	2280015.286
4	661443.953	2278011.829	100	658057.663	2280067.091
5	661429.897	2277925.425	101	658085.92	2280110.419
6	661336.926	2277763.491	102	658178.227	2280215.913
7	661314.404	2277707.596	103	658233.8	2280266.776
8	661299.515	2277635.791	104	658298.791	2280313.872
9	661264.293	2277643.252	105	658411.469	2280359.93
10	661230.111	2277507.963	106	658461.553	2280449.254
11	661214.863	2277476.583	107	658522.549	2280535.757
12	661143.242	2277393.262	108	658563.946	2280575.339
13	661066.857	2277337.411	109	658684.188	2280665.511
14	661005.117	2277206.011	110	658730.766	2280727.616
15	660941.343	2276774.739	111	658788.347	2280765.188
16	660888.793	2276772.793	112	658987.217	2280841.421
17	660896.165	2276711.437	113	659486.69	2280936.433
18	660934.178	2276694.698	114	659606	2280949
19	660934.786	2276611.417	115	659652.218	2280976.589
20	660949.424	2276587.546	116	659676.062	2280983.243
21	660946.332	2276501.037	117	659727	2280983
22	660938.833	2276445.983	118	659764.228	2280991.561
23	660877.992	2276225.688	119	659800.826	2280989.898
24	660846.331	2276194.49	120	659837.978	2280982.134
25	660777.834	2276177.737	121	659991.64	2280934.769
26	660627.975	2276080.669	122	660073.059	2280915.067
27	660552.997	2275991.002	123	660382.988	2280721.035
28	660582.812	2275967.838	124	660416.347	2280662.228
29	660554.681	2275925.111	125	660459.258	2280555.063
30	660318.504	2275771.554	126	660498.559	2280540.521
31	660274.362	2275837.948	127	660504.442	2280452.199
32	660214.341	2275793.815	128	660485.705	2280348.915
33	660196.432	2275829.25	129	660737.077	2280273.034
34	660112.915	2275817.65	130	660731.026	2280245.807
35	660026.654	2275826.825	131	660769.984	2280238.933
36	659935.067	2275870.568	132	660768.34	2280068.006
37	659873.448	2275913.757	133	660811.923	2280047.958
38	659825.989	2275933.657	134	660861.607	2279932.028
39	659778.549	2275955.008	135	660918.265	2279931.593
40	659725.043	2276012.421	136	660916.079	2279602.472
41	659686.448	2276074.248	137	660834.765	2279624.681
42	659675.228	2276124.287	138	660854.821	2279138.886

43	659650.806	2276149.645	139	660990.083	2278895.518
44	659623.543	2276174.382	140	661121.588	2278780.268
45	659590.084	2276157.868	141	661181.819	2278688.687
46	659546.615	2276160.215	142	661214.971	2278630.235
47	659505.665	2276135.078	143	661236.574	2278539.769
48	659465.339	2276137.129	144	661271.207	2278457.46
49	659316.163	2276068.012	145	661321.61	2278421.636
50	659300.754	2276048.779	146	661381.993	2278397.26
51	659279.618	2276047.892	147	659629.615	2280820.344
52	659224.239	2275991.546	148	659621.609	2280810.337
53	659101.568	2275940.208	149	659625.111	2280788.32
54	658924.119	2275890.412	150	659613.602	2280770.306
55	658888.124	2275892.407	151	659585.081	2280775.31
56	658460.778	2275835.533	152	659566.993	2280807.16
57	658388.82	2275896.68	153	659572.196	2280836.857
58	658209.443	2275914.558	154	659451.104	2280847.365
59	658149.687	2275907.623	155	659443.223	2280813.339
60	658134.859	2275884.916	156	659422.707	2280812.338
61	658087.954	2275873.764	157	659419.329	2280758.797
62	658013.068	2275874.655	158	659378.298	2280745.287
63	657951.83	2275894.403	159	659391.308	2280721.269
64	657899.096	2275920.665	160	659260.709	2280685.742
65	657792.457	2275983.973	161	659248.199	2280665.727
66	657635.444	2276146.533	162	659193.157	2280682.239
67	657559.74	2276222.144	163	659218.677	2280714.764
68	657509.503	2276327.898	164	659164.135	2280733.778
69	657467.884	2276250.191	165	659162.505	2280722.195
70	657457.515	2276249.604	166	659026.484	2280730.75
71	656837.791	2277363.538	167	659026.861	2280721.251
72	656993.043	2278637.318	168	659003.138	2280716.765
73	656304.017	2278414.634	169	659000.469	2280673.508
74	656166.85	2278370.303	170	658944.709	2280685.254
75	655571.552	2279125.131	171	658865.283	2280650.215
76	655777.299	2279183.232	172	658883.797	2280600.677
77	655844.499	2279025.46	173	658778.717	2280546.636
78	656365.697	2278582.002	174	658758.82	2280577.819
79	656542.896	2278789.624	175	658698.769	2280513.241
80	656772.942	2279004.209	176	658722.799	2280496.598
81	657022.332	2279036.925	177	658711.29	2280443.557
82	657033.563	2279116.049	178	658678.766	2280441.056
83	657124.47	2279167.6	179	658601.332	2280368
84	657204.018	2279154.342	180	658607.336	2280341.48
85	657230.534	2279121.197	181	658503.892	2280266.776
86	657478.51	2279145.456	182	658526.498	2280213.087
87	657490.413	2279177.663	183	658550.988	2280206.494
88	657549.926	2279195.167	184	658581.129	2280220.623
89	657612.239	2279162.96	185	658594.316	2280189.54
90	657657.749	2279174.162	186	658567	2280158.456
91	657764.168	2279280.293	187	658495.876	2280150.835
92	657844	2279344	188	658471.868	2280185.484
93	657973.168	2279390.51	189	658467.956	2280222.492
94	658090.619	2279412.914	190	658444.337	2280226.392
95	658094.397	2279517.958	191	658415.001	2280195.413

Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
192	658421.488	2280165.546	288	658353.807	2277797.31
193	658383.563	2280096.29	289	658439.309	2277785.659
194	658414.815	2280064.269	290	658435.452	2277774.682
195	658412.313	2280033.745	291	658478.24	2277753.64
196	658325.267	2280049.124	292	658504.51	2277709.628
197	658319.75	2280026.443	293	658742.029	2277460.387
198	658291.553	2280008.667	294	658735.272	2277298.611
199	658287.262	2279970.048	295	659091.618	2276746.495
200	658257.838	2279967.596	296	659498.204	2276692.451
201	658206.96	2279889.133	297	659755.167	2276735.193
202	658194.7	2279841.32	298	659937.192	2276715.847
203	658142.596	2279837.029	299	659981.521	2276806.969
204	658201	2279637	300	660108.354	2276815.589
205	658293.848	2279642.448	301	660137.907	2276742.937
206	658295.332	2279594.427	302	660200.556	2276741.984
207	658241.406	2279572.347	303	660228.607	2276767.03
208	658265.468	2279513.254	304	660259.973	2276735.811
209	658254.16	2279492.527	305	660257.661	2276688.886
210	658306.912	2279297.082	306	660290.214	2276654.623
211	658449.092	2279252.847	307	660283.386	2276602.202
212	658484.645	2279257.751	308	660310.13	2276571.433
213	658553.691	2279191.836	309	660317.896	2276589.557
214	658625.808	2279240.89	310	660339.454	2276594.021
215	658677.791	2279245.283	311	660354.581	2276585.883
216	658706.242	2279199.517	312	660355.214	2276604.685
217	658720.926	2279157.249	313	660385.505	2276639.979
218	658912.155	2279172.213	314	660385.252	2276683.231
219	658870.371	2279372.994	315	660711.018	2276900.15
220	658889.374	2279441.649	316	660584.458	2276986.339
221	658935.348	2279464.329	317	660562.779	2276993.339
222	658978.257	2279465.555	318	660395.535	2276883.641
223	659010.746	2279471.072	319	660395.134	2276883.99
224	659029.225	2279560.109	320	660352.328	2276921.276
225	659097.315	2279539.243	321	660366.223	2276963.255
226	659254.637	2279652.726	322	660371.78	2277002.149
227	659306.61	2279706.369	323	660364.522	2277084.084
228	659318.775	2279731.594	324	660302.687	2277081.827
229	659391.243	2279710.048	325	660276.057	2277205.949
230	659456.987	2279721.384	326	660239.497	2277277.714
231	659519.774	2279504.113	327	660184.545	2277346.319
232	659739.698	2279525.26	328	659984.678	2277449.44
233	659878.99	2279642.486	329	659969.363	2277494.814
234	659912.089	2279606.628	330	659860.71	2277560.936
235	660014.765	2279586.332	331	659847.273	2277599.979
236	660078.862	2279619.518	332	659848.362	2277640.471
237	660279.818	2279490.059	333	659816.581	2277660.46
238	660524.774	2279664.378	334	659812.97	2277795.866
239	660659.051	2279645.195	335	659789.048	2277842.806
240	660679.971	2279949.303	336	659771.732	2277933.553
241	660638.203	2280061.103	337	659680.757	2278073.375
242	660607.381	2280103.555	338	659521.33	2278122.618
243	660570.936	2280128.072	339	659385.892	2278313.358
244	660560.997	2280147.288	340	659448.707	2278380.485
245	660562.322	2280178.432	341	659358.059	2278395.09

246	660515.275	2280179.094	342	659271.63	2278368.361
247	660497.385	2280167.167	343	659055.502	2278343.387
248	660487.445	2280077.049	344	658614.461	2278230.821
249	660433.938	2280081.688	345	659854.57	2278217.047
250	660404.782	2280041.268	346	659883.268	2278183.271
251	660318.641	2280059.159	347	659871.14	2278110.562
252	660275.208	2280070.432	348	659902.219	2278086.343
253	660214.676	2280048.872	349	659891.022	2278042.003
254	660259.19	2280158.849	350	659908.938	2278038.42
255	660327.781	2280312.72	351	659964.027	2277892.804
256	660366.35	2280435.531	352	660026.773	2277791.627
257	660357.736	2280442.82	353	660147.391	2277532.772
258	660337.194	2280422.941	354	660205.79	2277563.154
259	660310.026	2280448.784	355	660418.172	2277352.003
260	660294.786	2280441.495	356	660417.553	2277252.983
261	660286.172	2280422.279	357	660462.862	2277182.107
262	660262.98	2280415.652	358	660522.962	2277166.292
263	660247.077	2280459.386	359	660601.981	2277172.174
264	660293.461	2280514.384	360	660642.333	2277093.765
265	660324.604	2280515.709	361	660754.02	2277115.896
266	660341.17	2280528.299	362	660790.954	2277142.198
267	660350.951	2280571.773	363	660851.603	2277199.569
268	660303.267	2280640.806	364	660859.893	2277238.859
269	660221.289	2280701.435	365	660884.045	2277259.406
270	660091.026	2280736.225	366	660889.732	2277288.573
271	660080.708	2280768.805	367	660922.972	2277351.449
272	660058.191	2280782.816	368	660930.956	2277383.217
273	660006.361	2280796.032	369	661070.692	2277524.187
274	659956.113	2280798.328	370	661110.777	2277532.69
275	659860.666	2280830.352	371	661173.766	2277672.515
276	659869.858	2280862.493	372	661154.715	2277737.599
277	659694.241	2280890.819	373	661198.165	2277781.097
278	659670.646	2280877.888	374	661239.708	2277858.156
279	659672.147	2280837.858	375	661299.813	2277917.2
280	659629.615	2280820.344	376	661331.593	2278064.123
281	658614.461	2278230.821	377	661329.972	2278095.729
282	658076.047	2278147.205	378	661288.606	2278218.243
283	658135.383	2278002.953	379	661222.275	2278207.105
284	658183.813	2277950.967	380	659740.237	2278355.156
285	658248.22	2277833.236	381	659750.567	2278302.81
286	658310.662	2277776.387	382	659789.814	2278244.82
287	658341.499	2277786.438	383	659854.57	2278217.047