PROGRAMA DE RECUPERACIÓN AMBIENTAL

Cerro el Tajo



ÍNDICE

l.	Introducción	2
II.	Objetivos de la zona de recuperación ambiental	3
III.	Justificación	3
IV.	Delimitación de la zona sujeta a recuperación ambiental	5
٧.	Diagnóstico ambiental	7
VI.	Coberturas del suelo	18
	Cobertura antigua del suelo en el año 1999	19
	Cobertura del suelo en el año 2016	
	Cambio de uso de suelo	
VII.	Biodiversidad	30
VIII.	. Incendios Forestales	43
IX.	Peligro por Inestabilidad de laderas	49
Χ.	Actividades de Restauración y Recuperación	72
XI.	Conclusiones	75
XII.	Bibliografía	77
XIII.	. Anexos	80



I. Introducción

Un Programa de Recuperación es el instrumento de ejecución de política pública para establecer zonas de recuperación ambiental, se fundamenta en el artículo 64 de la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y contienen información sobre el criterio bajo el cual se propone el establecimiento de la zona de recuperación ambiental; Los objetivos específicos de la zona de recuperación ambiental; Descripción detallada de las acciones a realizar para regenerar, recuperar o restablecer las condiciones naturales de la zona; Los responsables del manejo, las fuentes de financiamiento y los plazos para la ejecución del programa; y el manejo integral que se dará al área, una vez que se considere plenamente restaurada, priorizando siempre la conservación.

Para el caso del cerro El Tajo, cuya área de aplicación constituye 1,684.03 hectáreas, el criterio por el cual se propone como zona de recuperación ambiental se debea que forma parte de las zonas que circundan al **Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera** (APFyF), que es considerada actualmente como área natural protegida de carácter federal.

El cerro El Tajo colinda con la APFyF la Primavera en 3,302 metros y entre ambas hay continuidad del Bosque Mixto de Pino-Encino en 998.13 hectáreas, esto se encuentra documentado en el ordenamiento ecológico del municipio de Zapopan (2011), y esta continuidad también se observa al estudiar datos de 2017 con imágenes World View 3 y Sentinel mediante procesos de teledetección a cargo del Instituto de Información Estadística y Geográfica (IIEG).

El tema de límites territoriales entra en juego pues la delimitación propuesta por INEGI y la propia del Gobierno del Estado dividen casi a la mitad la zona de recuperación ambiental y se presentan diferencias significativas en los planes de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico y territorial, por lo que es prioritario armonizar seis instrumentos hoy discordantes entre sí, ¿cómo armonizar esto?

Los procesos de análisis realizados muestran la presencia significativa de laderas fuertemente inclinadas, cubiertas de vegetación natural cuyo equilibrio depende de no modificar la topografía y de conservar la cubierta vegetal actual, restaurando las zonas que la han perdido.

Las actividades de recuperación y restauración de la zona deberán incluir las relacionadas con la prevención y combate de incendios forestales, la recuperación y conservación del bosque de pino-encino, incluidas las tareas de combate de plagas y enfermedades forestales, la conservación de la topografía original del sitio, el conocimiento de la biodiversidad y su divulgación, todas estas actividades deberán ser vinculadas al programa de manejo del **Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera** a fin de lograr en el mediano plazo, 10 ó 20 años, la plena recuperación de las condiciones naturales del sitio y su destino para la conservación permanente de cerca de mil hectáreas de pino-encino que en la actualidad son de gran valor para la Zona Metropolitana de Guadalajara.



II. Objetivos de la zona de recuperación ambiental

Objetivo general

Conformar en el cerro el Tajo una zona de transición que resguarde al Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera de los impactos socioambientales del exterior.

Objetivos específicos

- 1. Evitar los cambios de uso de suelo forestal a urbano en la zona de recuperación ambiental;
- 2. Armonizar los usos de suelo urbano con los servicios ambientales en la zona de recuperación ambiental;
- 3. Contribuir a la continuidad del bosque de Pino-Encino en el cerro el Tajo, estableciendo la frontera forestal;
- 4. Contribuir a la conservación y estabilidad de las laderas del cerro el Tajo, evitando modificaciones en la topografía del lugar.

III. Justificación

La recuperación ambiental de las cerca de mil hectáreas de bosque de pino-encino colindantes con el APFyF Bosque la Primavera significa contribuir a garantizar los siguientes beneficios ambientales y sociales que aporta el APFFLP, entre los beneficios directos que brinda este bosque destacan los recursos hídricos, ya que cuenta con zonas de captación y escurrimientos permanentes o temporales de agua, esto se presenta en prácticamente toda la superficie del Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera y alimenta las cuencas y acuíferos del valle cañero de Tala – Ameca, el valle de Toluquilla y especialmente el acuífero del valle de Atemajac de donde se beneficia la ciudad.

Se calcula la captación media anual de agua de lluvia es de 240 millones de metros cúbicos, lo cual genera un potencial hídrico superficial y subterráneo que es aportado a tres cuencas hidrológicas de suma importancia para el estado de Jalisco. Asimismo, de las recargas de esta área dependen una importante superficie con infraestructura de riego, algunas industrias como los ingenios de Tala, Ameca y Bella Vista, así como un gran número de pozos, manantiales y norias de importancia vital para los pobladores del área de influencia inmediata del bosque.

Por lo concerniente a clima, el APFFLP favorece la región que lo rodea proporcionándole pocos días calurosos e inviernos benignos, lo que hace de Guadalajara y localidades circunvecinas lugares agradables. Esta masa arbolada presenta (durante el mes de mayo) una temperatura hasta 10° C menor a la de Guadalajara por lo que es catalogada como un pulmón 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 especies vegetales a sus alrededores, donde se pueden observar desde pinos y fresnos, hasta parotas y guamúchiles.

Así también, el Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera apoya en la regulación del ciclo hidrológico, reflejándose en la prevención de inundaciones, principalmente para las poblaciones existentes en la zona de influencia, provee de oxígeno, ayuda a controlar la degradación de suelos y a la regulación del clima regional, controla la desecación, provee de agua a las comunidades aledañas, en un número importante de fraccionamientos urbanos, a una importante superficie de riego, al sector agroindustrial como los ingenios cañeros de Tala, Ameca y Bella Vista, así como un gran número de pozos, manantiales y norias dedicadas a cultivos básicos, forrajeros y hortalizas con manejo de invernadero; además, favorece a la agricultura de temporal, la ganadería extensiva y en general a las actividades productivas de la región.

El Cerro El Tajo en su colindancia con el polígono de la Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera (APFFLP) conforman un continuo de lomeríos volcánicos (41<DV<100 m/km2), Basalto, basalto-brecha volcánica básica, brecha volcánica básica, riolita, riolita-toba básica, toba ácida, traquita y volcanoclástico, con un clima semicálido subhúmedo; Bosques de encino y de encino-pino y vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia; Pastizal inducido y agricultura de temporal anual y de temporal semipermanente, el tipo de suelo es Phaeozem, Litosol y Luvisol .

Los fundamentos legales correspondientes al decreto de esta zona de recuperación, se encuentran implícitos en la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LEEEPA), específicamente el Artículo 64 A, fracción II, que se refiere a la factibilidad de declarar como zona de recuperación ambiental a predios que circundan Áreas Naturales Protegidas y al artículo 64 B, fracción IV, que define los objetos de la declaratoria, destacando que las superficies territoriales no están sujetas a algún régimen de protección o de categoría y que los predios propuestos circunden con Áreas Naturales Protegidas.

El cerro El Tajo no cuenta con ningún decreto de protección y es parte del territorio que circunda al **Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera** (APFyF), por lo que su rescate y retorno a condiciones óptimas de funcionalidad ecosistémica, propiciaría entre otros beneficios, operar como una franja de amortiguamiento y protección contra los impactos externos que afectan a la zona protegida.

En contraparte a estos fenómenos y afectaciones que ya son evidentes en la superficie que se pretende recuperar ambientalmente, resulta necesario y de suma importancia alcanzar la declaratoria e implementar las medidas que el Programa de Recuperación Ambiental determine.

Bajo el sustento legal del marco regulatorio descrito, el presente Programa de Recuperación Ambiental considerará todos los componentes técnicos requeridos, así como el correspondiente Programa de Manejo y Aprovechamiento a fin de que el **Cerro El Tajo** sea destinado a la recuperación ambiental y posteriormente a la protección y conservación de sus condiciones naturales, restringiendo el cambio de uso de suelo a cualquier otra modalidad.



IV. Delimitación de la zona sujeta a recuperación ambiental

De acuerdo con el artículo 64 C de la LEEEPA, las declaratorias podrán comprender, de manera parcial o total, predios sujetos a cualquier régimen de propiedad, y expresarán la delimitación del área sujeta a recuperación ambiental, precisando superficie, coordenadas geográficas de cada vértice, ubicación y deslinde.

La zona de recuperación ambiental cerro El Tajo comprende en su totalidad una superficie de 1,684.02 hectáreas, al interior lo complementan 3 polígonos que identificaremos como: 1) Polígono Área Natural con 998.31 hectáreas, 2) Polígono Bugambilias con 279.78 hectáreas y 3) Polígono el Palomar con 405.93 hectáreas. Se anexa del cuadro de construcción para cada polígono.

De acuerdo con el Mapa General del Estado de Jalisco 2012, publicado en el Periódico Oficial El Estado de Jalisco del 27 de marzo de 2012, como el mapa oficial que establece los límites territoriales del Estado de Jalisco y en el cual queda comprendido el territorio del estado, se identifica que la zona en estudio y sus polígonos internos se ubican territorialmente en dos municipios, Zapopan y Tlajomulco de Zúñiga.

Tabla 1. Hectáreas p	or municipio de acuerdo	con cada polígono del cerro l	El Tajo
-----------------------------	-------------------------	-------------------------------	---------

Municipio	Polígono	Hectáreas
Tlaiomulao do 7úñiga	Área Natural	526.77
Tlajomulco de Zúñiga	Palomar	405.93
Zananan	Área Natural	471.54
Zapopan	Bugambilias	279.79
Total		1,684.02

Fuente: Elaboración IIEG 2017, con base en Mapa General del Estado de Jalisco 2012.

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 Área Natural Protegida Bosque la Primavera, que tiene la categoría de Área de Protección de Flora y Fauna, la colindancia que se observa al Este, Norte y Sur son prácticamente zonas urbanas consolidadas. Véase tabla 2.

Tabla 2. Colindancia de colonias y municipios con respecto al polígono del cerro El Tajo

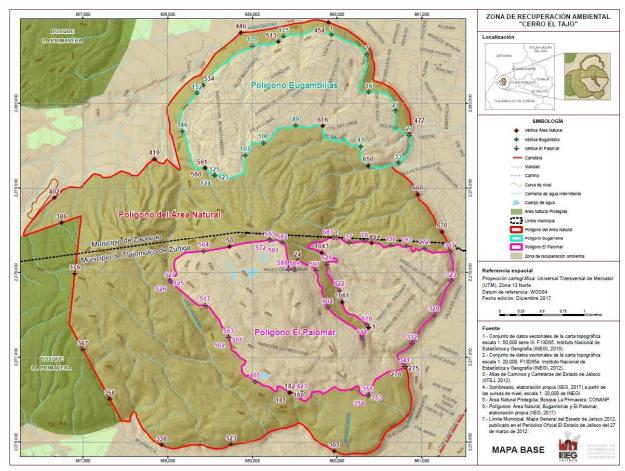
Municipio	Colonia	
	Bosques de Santa Anita	
	Condominio Campo de Golf Santa Anita	
	El Palomar	
	Foresta Santa Anita	
Tlaiomulas de 7úãiga	Lago Nogal	
Tlajomulco de Zúñiga	Los Gavilanes Poniente	
	Rancho San José del Tajo	
	Rinconada Santa Anita	
	San Martín del Tajo	
	Santa Isabel	



Municipio	Colonia	
	Bugambilias country	
Zananan	Cristal	
Zapopan	del Bosque	
	Santa Ana Tepetitlán	

Fuente: IIEG 2017.

Mapa 1. Mapa base de la zona de recuperación ambiental cerro El Tajo



Fuente: IIEG, 2017



V. Diagnóstico ambiental

Ordenamiento ecológico

De acuerdo con el *Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Jalisco (MOET)*, en el área de estudio existen 4 unidades de gestión ambiental (UGAs), de las cuales tres tienen uso predominante de asentamientos humanos, y una de área natural.

En el MOET se define al uso predominante como "el uso de suelo o actividad actual establecida con mayor grado de ocupación en la unidad territorial, cuyo desarrollo es congruente con las características y diagnóstico ambiental (aptitud territorial) y que se quiere incentivar en función de las metas estratégicas regionales".

En este sentido los asentamientos humanos se caracterizan por ser las áreas urbanas y reservas territoriales para el desarrollo urbano, mientras que las áreas naturales son áreas que deberán estar sujetas a régimen especial de protección en cualquiera de las modalidades de área natural protegida, incluyendo actividades de conservación y protección a los recursos naturales.

Además del uso predominante, el MOET señala usos compatibles, condicionados e incompatibles, así como una política territorial que condiciona los criterios de uso del suelo en las UGAs para aprovechamiento, protección, conservación o restauración.

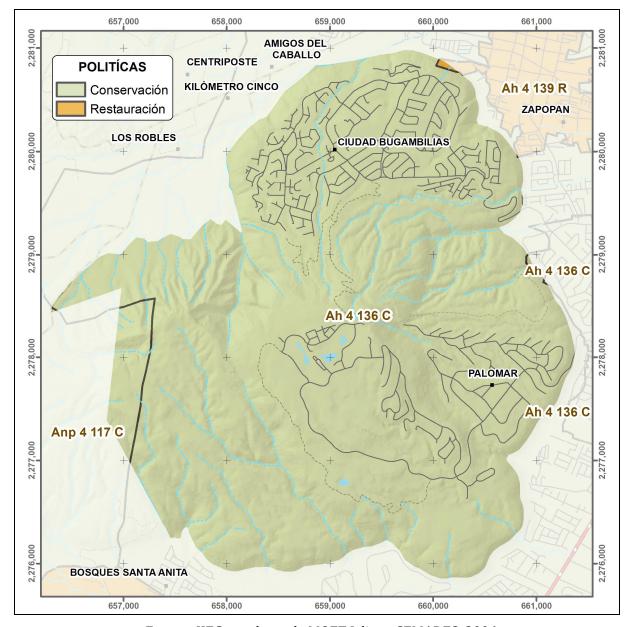
De esta manera, la UGA con mayor presencia en el área de estudio se identifica como Ah 4 136 C, presente en el 97% de la superficie territorial estudiada. Esta UGA, aun cuando es de uso predominante asentamiento humano, tiene una política de conservación, lo que significa que cumple con una función ecológica relevante, con lo que se pretende tener un uso condicionado del medio junto con el mantenimiento de los servicios ambientales.

La UGA no tiene usos compatibles, y permite usos condicionados de agricultura, flora y fauna y minería, lo que indica que pueden desarrollarse en apoyo a los usos predominantes, pero con una regulación estricta que evite el deterioro del ecosistema. Los criterios de regulación ecológica señalados corresponden con asentamientos humanos, agricultura, flora y fauna, infraestructura, áreas naturales, industria y pecuario.

Algunos criterios de regulación de la UGA Ah 4 136 C son los siguientes:

- An 6: Promover la participación de las comunidades locales en la planificación, protección v conservación de los recursos:
- An 18: Articular los espacios con especial valoración ambiental que deben configurar, como decisión social, las piezas de una red o sistema de corredores de vida silvestre y el mantenimiento de los ecosistemas representativos de la región con previsión de cautela y limitaciones de uso y recursos actuales que impidan su transformación y pérdida;
- Ah 2: Permitir la construcción de vivienda y espacios públicos en sitios sin presencia de riesgos naturales o aquellos que no hayan sido modificados por la actividad del hombre: terrenos que no hayan sido rellenados con materiales no consolidados, bancos de material y zonas con mantos freáticos sobreexplotados;
- Ff 17: Impulsar en las áreas silvestres programas de restauración de los ciclos naturales alterados por las actividades humanas.





Mapa 2. Unidades de Gestión Ambiental

Fuente: IIEG con datos de MOET Jalisco, SEMADES, 2006

Es importante mencionar, que la escala del MOET es 1: 250,000, lo que se identifica como una escala regional y que aunque se marcan criterios ecológicos, se debe de tomar en cuenta lo que indican los ordenamientos ecológicos locales, que están elaborados a escala 1:50,000 y que existen para ambos municipios con territorio en el área de estudio: Zapopan y Tlajomulco.

El *Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Zapopan*, publicado en mayo de 2011 en la Gaceta Municipal, cubre 840 hectáreas de las 1,684 ha del área de estudio. En el POEL



de Zapopan se contemplan, para la zona de estudio, 3 unidades pertenecientes al complejo Expansión Urbana en Zapopan:

Tabla 3. Unidades de gestión ambiental del POET Zapopan

Unidad	Cobertura	Política	Compatibilidad	Incompatibilidad
	dominante		_	
Cerro El Tajo	Bosque mixto de	Protección	Áreas verdes	Habitacional
	pino – encino		Áreas naturales	Industrial
IV-03-BQP-P			Ecoturismo	Comercial
				Servicios
				Agricultura de
				temporal
				Agricultura de
				riego
				Ganadería
				intensiva
				Ganadería
				extensiva
				Huertos
				Agroindustria
				Infraestructura
				agropecuaria
				Acuacutura
				Maderable
				No Maderable
				Canteras
				Ladrilleras
				Materiales para
- Di	B 1 1	- · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		construcción
Pie de monte	Pastizal inducido	Restauración	Áreas verdes	Habitacional
agrícola San			Agricultura de	Industrial
Nicolás			temporal	Comercial
III OA DI D			Agricultura de	Servicios
IV-04-PI-R			riego	Ganadería
			Ganadería	intensiva
			extensiva	Huertos
				Agroindustria Infraestructura
				agropecuaria Acuacultura
				Maderable
				No maderable
				Canteras
				Ladrilleras
				l -
				construcción

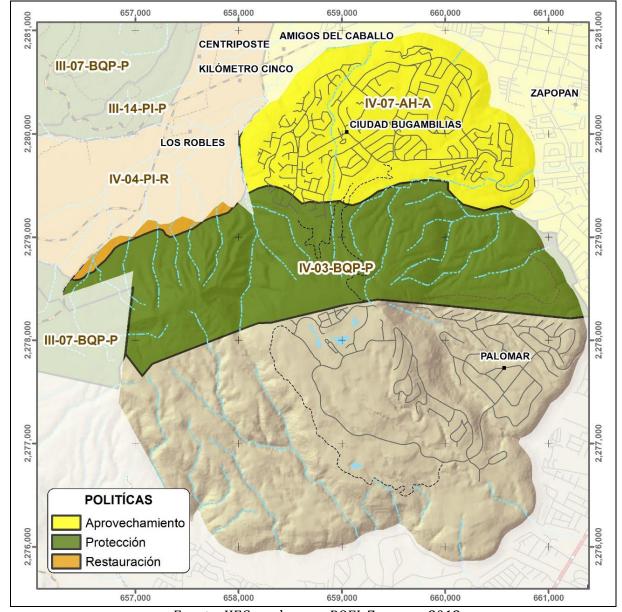


Unidad	Cobertura dominante	Política	Compatibilidad	Incompatibilidad
Ciudad	Asentamiento	Aprovechamiento	Habitacional	Acuacultura
Zapopan Santa	humano		Industrial	Canteras
Ana Tepetitlán			Comercial	Ladrilleras
– Bugambilias			Servicios	Materiales para
_			Áreas verdes	construcción
IV-07-AH-A			Agroindustria	
			Infraestructura	
			agropecuaria	

Fuente: IIEG con base en POEL Zapopan, 2012

Cada uso compatible o incompatible tiene criterios de promoción, regulación o restricción, encontrando que para la unidad Cerro El Tajo, que cubre el 58% del área de estudio, existen criterios de restricción para todos los usos a excepción de áreas verdes, áreas naturales y ecoturismo. La unidad Ciudad Zapopan Santa Ana Tepetitlán - Bugambilias cubre el 41% del área de estudio y tiene criterios de promoción para servicios y áreas verdes, de regulación para usos habitacionales, industriales, comerciales, agroindustria e infraestructura agropecuaria, así como criterios de restricción para el resto de los usos. El 1% restante se localiza en la unidad Pie de monte agrícola San Nicolás, en donde presenta criterios restrictivos para todos los usos a excepción de áreas verdes que tienen criterios de promoción y la ganadería extensiva que debe ser regulada.





Mapa 3. Unidades de gestión ambiental del POEL Zapopan

Fuente: IIEG con base en POEL Zapopan, 2012

El *Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Tlajomulco de Zúñiga* aprobado el 17 de noviembre de 2010 cubre 1,026 hectáreas del área de estudio, en 3 unidades: el 52% corresponde al Domo El Tajo I (III-01-ANP-AR), el 46% a El Palomar y Club de Golf Santa Anita (III-02-AH-AC), y finalmente el 2% restante a La Tijera y Los Gavilanes (III-03-In-AR), las cuales pertenecen al complejo Conurbación Guadalajara.



Tabla 4. Unidades de gestión ambiental del POEL Tlajomulco de Zúñiga

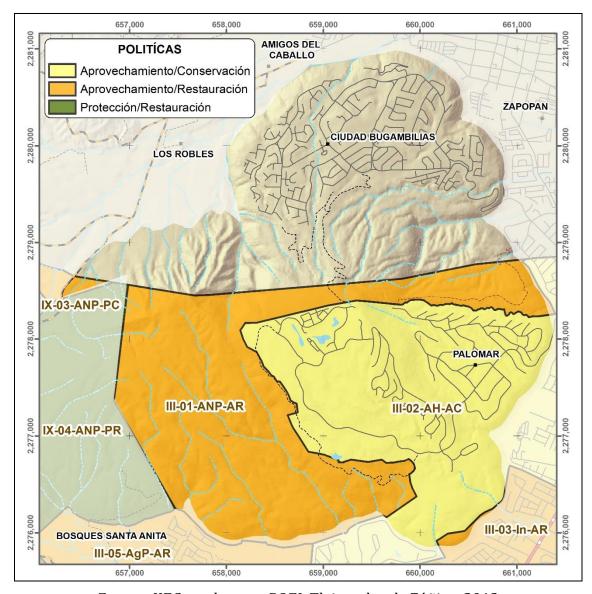
Unidad	Cobertura dominante	Política
Domo El Tajo I	Área Natural Protegida	Aprovechamiento /
		Restauración
III-01-ANP-AR		
El Palomar y Club de Golf Santa	Asentamiento humano	Aprovechamiento /
Anita		Conservación
III-02-AH-AC		
La Tijera y Los Gavilanes	Industrial	Aprovechamiento /
		Restauración
III-03-In-AR		

Fuente: IIEG con base en POEL Tlajomulco de Zúñiga, 2012

De acuerdo con el POEL, las políticas de aprovechamiento no deben de implicar cambios drásticos de uso de suelo que comprometan los recursos naturales por agotamiento o deterioro. La política de conservación tiene como criterio fundamental el no cambiar el uso actual del suelo y la política de restauración busca el mejoramiento y recuperación de los ecosistemas.

Este POEL no contempla los usos compatibles o condicionados, y tampoco cuenta con lineamientos y criterios por UGA con lo que se dificulta su instrumentación.





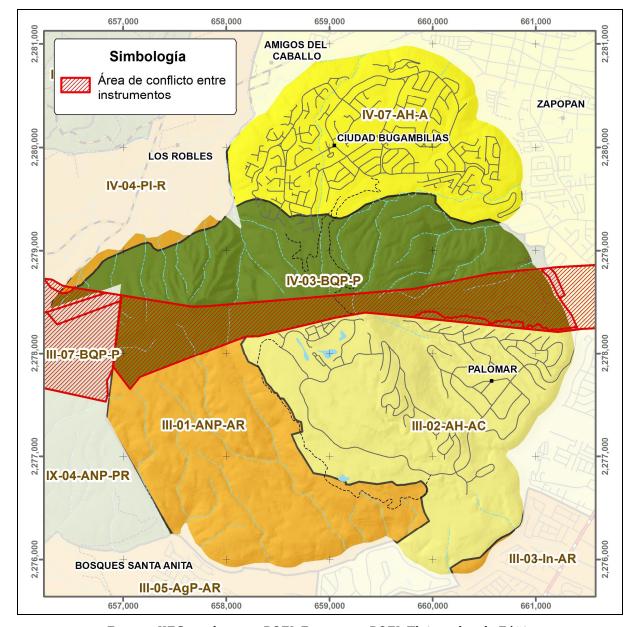
Mapa 4. Unidades de gestión ambiental del POEL Tlajomulco de Zúñiga

Fuente: IIEG con base en POEL Tlajomulco de Zúñiga, 2012

Por otro lado, es importante señalar que hay un área de conflicto entre programas de ordenamiento ecológico locales, ya que tanto el POEL de Zapopan como el de Tlajomulco de Zúñiga se sobreponen y tienen unidades de gestión ambiental en una zona donde los límites municipales están indefinidos.

En esta área converge la UGA IV-03-BQP-P de Zapopan con la III-01-ANP-AR, una con política de protección y la otra con política de aprovechamiento/restauración, con lo que se identifican políticas encontradas, sin embargo, en ambos casos se reconoce que estas zonas son de uso predominante bosque o de área natural, con lo que coinciden en que debe conservarse el espacio natural.





Mapa 5. Sobreposición entre ordenamientos ecológicos locales

Fuente: IIEG con base en POEL Zapopan y POEL Tlajomulco de Zúñiga

Instrumentos de planeación urbana

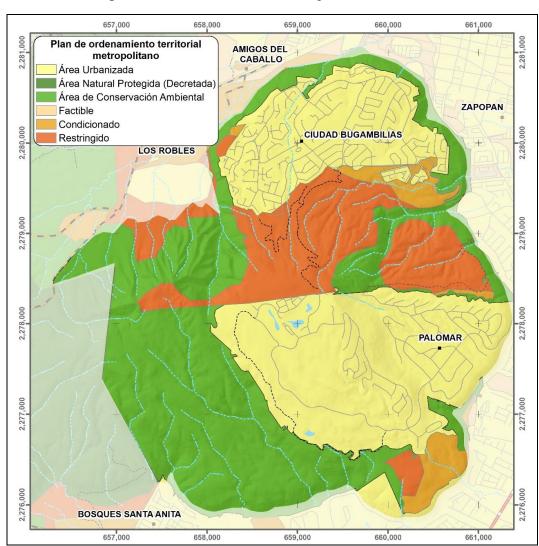
El *Plan de Ordenamiento Territorial Metropolitano* (POTmet) es un instrumento de planeación que incluye la totalidad de los 9 municipios que constituyen el Área Metropolitana de Guadalajara. En este ordenamiento, el área de estudio tiene zonas urbanizadas, como el Palomar, El Cielo Country Club y Bugambilias, pero para el resto del área contempla zonificación restringida para el crecimiento urbano en las partes altas, así



como áreas de conservación ambiental. Existen pequeños polígonos que se consideran como condicionados.

De acuerdo con el POTmet, las zonas restringidas son reservas dentro de áreas de aptitud territorial muy baja para desarrollo urbano, que podrán desarrollarse sólo en caso de que se llegaran a consumir las reservas clasificadas como factibles y condicionadas y conforme a los periodos de crecimiento definidos.

Las reservas condicionadas, se refieren a áreas que se identifican como de protección en ordenamientos ecológicos de distintos niveles y que tienen aptitud territorial baja para el desarrollo urbano, requieren que la dependencia municipal encargada del ordenamiento territorial emita un dictamen técnico favorable, así como de la viabilidad del proyecto de acuerdo a la evaluación de impacto ambiental y de cumplir con las medidas de mitigación pertinentes.



Mapa 6. Áreas de crecimiento, susceptibles a urbanización

Fuente: IIEG con base en Plan de Ordenamiento Territorial Metropolitano del AMG, IMEPLAN, 2016



El *Plan Parcial de Desarrollo Urbano del distrito 3 "El Palomar"*, Tlajomulco de Zúñiga, vigente desde el 03 de abril de 2012, se identifican principalmente la siguiente zonificación secundaria dentro del área de estudio:

- Áreas de conservación ecológica con actividades silvestres (generadoras de transferencia de derechos de desarrollo);
- Espacios verdes, abiertos y recreativos;
- Habitacional unifamiliar densidad mínima;
- Áreas de protección a cauces y escurrimientos;
- Reserva urbana de corto plazo habitacional plurifamiliar horizontal de densidad baja.

Por otro lado, el *Plan Parcial de Desarrollo Urbano del distrito 08 "Santa Ana Tepetitlán"*, Zapopan, vigentes desde 2012, incluye, principalmente, la siguiente zonificación secundaria para el área de estudio:

- Áreas de conservación ecológica con actividades silvestres;
- Áreas de conservación ecológica (generadoras de transferencia de derechos de desarrollo);
- Habitacional plurifamiliar horizontal densidad baja;
- Espacios verdes abiertos y recreativos;
- Uso mixto;
- Reserva urbana de corto plazo habitacional plurifamiliar horizontal de densidad baja;
- Reserva urbana especial de mediano plazo habitacional plurifamiliar horizontal de densidad baja con actividades silvestres.

Entre ambos PPDU, existe un espacio sin instrumentos de planeación, debido a la indefinición de los límites municipales.

De las 1532 ha que tienen PPDU, encontramos que:

Tabla 5. Superficie de la zona con planes de desarrollo urbano

Clasificación de área	Superficie (ha)
Área de conservación ecológica	485.2
Área de protección a cauces y escurrimientos	307.1
Reserva urbana de corto plazo	149.4
Reserva urbana de mediano plazo de control especial	147.2
Área urbanizada incorporada	441.5
Área urbanizada incorporada con áreas de protección al	2.3
patrimonio cultural o histórico	
Total	1,532.7



659,000 657,000 658,000 660,000 661,000 2,281,000 AMIGOS DEL CABALLO CENTRIPOSTÉ KILÓMETRO CINCO ZAPOPAN 2,280,000 CIUDAD BUGAMBILIAS LOS ROBLES 2,278,000 PALOMAR 2,277,000 2,276,000 2,276,000 **BOSQUES SANTA ANITA** 657,000 658,000 659,000 660,000 661,000 Simbología Clase Áreas de Reserva Urbana a corto plazo Áreas de Reserva Urbana a mediano plazo de control especial Zonificación Actividades Silvestres Espacios verdes abiertos y recreativos Actividades Silvestres, Espacios verdes Forestal abiertos y recreativos Habitacional Actividades Silvestres, Habitacional Mixto Comercial y de servicios Equipamiento

Mapa 7. Zonificación de PPDU de Zapopan y Tlajomulco

Fuente: IIEG con base en PPDU de Zapopan y Tlajomulco de Zúñiga, 2012



En conclusión y, de acuerdo al análisis de los instrumentos de planeación urbana y de los ordenamientos ecológicos, se encuentra que hay una urgente necesidad de homologar instrumentos tanto ecológicos como de planeación urbana, debido a los cambios en escala y de territorio municipal, dado que no existe continuidad en las unidades territoriales.

Por otro lado, entre el tema de ordenamiento ecológico y de planeación urbana existen discrepancias en algunas áreas, el primero promueve la conservación y la recuperación de los recursos naturales y servicios ecosistémicos, mientras que el segundo promueve reservas urbanas en algunas áreas.

En área de conservación ambiental propuesta en el POTmet, coinciden tanto los POEL como los PPDU en que debe ser un área destinada a conservarse, en estas zonas tanto la vegetación natural, importante recurso que debe de conservarse y recuperarse -evitando los cambios en el uso del suelo y a través de estrategias de recuperación-, las pendientes son los principales factores limitantes a la urbanización.

VI. Coberturas del suelo

Para el área de estudio se generaron dos capas de coberturas del suelo, una de la cobertura antigua en el año 1999 y otra de la cobertura en el año 2016. Ambas capas se generaron a partir de la fotointerpretación y digitalización manual de ortofotos digitales e imágenes de satélite.

Para ambas fechas se identificaron 5 clases, las cuales se describen en la Tabla 6.

Tabla 6. Clases de coberturas del suelo en el área de estudio

Clase	Descripción
Agricultura (Ag)	Son las áreas en donde se realizan actividades agrícolas.
Asentamientos humanos (Ah)	Son las zonas englobadas en los polígonos identificados por el INEGI como áreas urbanas en la carta topográfica F13D65 escala 1:50,000 del año 2003, así como vías de comunicación pavimentadas y áreas con construcciones identificadas.
Bosque (B)	Son las áreas donde se encuentra la vegetación de bosque de pino, bosque de encino, bosque de pino-encino y bosque de encino-pino.
Suelo desnudo (SD)	Son aquellas áreas que no presentan cobertura vegetal ni recubrimientos, así como áreas sin vegetación aparente.
Vegetación secundaria (VS)	Son las áreas donde, por la presencia de actividades antropogénicas se ha perdido la vegetación natural, pero que cuentan con presencia de pastos, arbustos y árboles característicos de zonas degradadas.

Fuente: IIEG, 2017.



Cobertura antigua del suelo en el 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 área de estudio 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 7).

Tabla 7. Coberturas del suelo en el área de estudio para el año 1999.

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

Fuente: IIEG, 2017.

Por otra parte, con base en la zonificación realizada pare el área de estudio, en el polígono correspondiente a la zona de recuperación ambiental, se contaba con 937.24 ha de bosque, correspondiente al 93.88% del total de la superficie, siguiéndole en proporción la vegetación secundaria con 3.94%. La cobertura de asentamientos humanos, para el año 1999, solamente ocupaba 1.67 hectáreas. En los polígonos de Bugambilias y Palomar, la clase de asentamientos humanos ocupaba el 60.34% y 80.91% respectivamente; mientras que el bosque cubría solo el 28.20% en Bugambilias y el 13.88% en Palomar (Tabla 8).

Tabla 8. Coberturas del suelo para cada zona del área de estudio en el año 1999

Clase	Superficie		
	ha	%	
Polígono Bugambilias	279.79	100	
Asentamientos humanos (Ah)	168.83	60.34	
Bosque (B)	78.89	28.20	
Suelo desnudo (SD)	7.48	2.67	

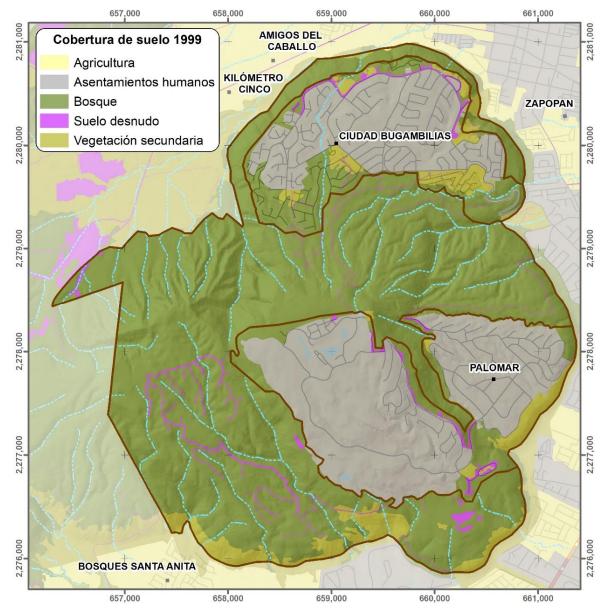


Vegetación secundaria (VS)	24.59	8.79
Polígono del Área Natural (Zona de recuperación ambiental)	998.31	100
Agricultura (Ag)	0.24	0.02
Asentamientos humanos (Ah)	1.67	0.17
Bosque (B)	937.24	93.88
Suelo desnudo (SD)	19.82	1.99
Vegetación secundaria (VS)	39.34	3.94
Polígono Palomar	405.93	100
Asentamientos humanos (Ah)	328.45	80.91
Bosque (B)	56.34	13.88
Suelo desnudo (SD)	5.62	1.39
Vegetación secundaria (VS)	15.52	3.82
Total general	1,684.03	

Fuente: IIEG, 2017.

En el Mapa 8 se muestra la distribución espacial de las 5 clases de coberturas identificadas en el año 1999 para el área de estudio, como se puede apreciar, las áreas con vegetación secundaria se distribuyen principalmente en las áreas circundantes a los asentamientos humanos o áreas agrícolas. Por otra parte, las áreas con suelo desnudo se presentan tanto en las áreas circundantes a los asentamientos humanos como dentro del macizo forestal.





Mapa 8. Coberturas del suelo del área de estudio en el año 1999

Fuente: IIEG, 2017.



Cobertura del suelo en el año 2016.

La cobertura del suelo para el año 2016 se obtuvieron a partir de un recorte de una imagen de satélite World View 2 de fecha del 11 de octubre de 2016, con resolución espacial de 0.5 metros en su formato pancromático y 2 metros en el formato multiespectral.

En la Tabla 9 se presenta la superficie ocupada por cada cobertura en el año 2016, en donde se puede apreciar que la mayor parte de la superficie del área de estudio se encuentra ocupada por bosque (57.91%), mientras que el 36.41% está ocupado por áreas de asentamientos humanos, el 4.23% por vegetación secundaria y el 1.45% por suelo desnudo.

Tabla 9. Coberturas del suelo en el área de estudio para el año 2016

Clase	Superfic	ie
Clase	ha	%
Asentamientos humanos (Ah)	613.23	36.41
Bosque (B)	975.24	57.91
Suelo desnudo (SD)	24.34	1.45
Vegetación secundaria (VS)	71.22	4.23
Total	1,684.03	100

Fuente: IIEG, 2017.

Con base en la zonificación realizada para el área de estudio, en el polígono correspondiente a la zona de recuperación ambiental, se cuenta con 903.09 hectáreas de bosque, que corresponden al 90.46% del total de la superficie, seguido de la vegetación secundaria con el 6.23% por otra parte, la cobertura de asentamientos humanos, ocupa 10.60 hectáreas. En los polígonos de Bugambilias y Palomar, la clase de asentamientos humanos ocupa el 87.79% y 87.95% respectivamente; mientras que la cobertura de bosque ocupa el 11.14% en Bugambilias y el 10.10% en Palomar (Tabla 10).

Tabla 10. Coberturas del suelo para cada zona del área de estudio para el año 2016.

Clase	Superficie	
Clase	ha	%
Polígono Bugambilias	279.79	100
Asentamientos humanos (Ah)	245.62	87.79
Bosque (B)	31.16	11.14
Suelo desnudo (SD)	1.26	0.45
Vegetación secundaria (VS)	1.74	0.62

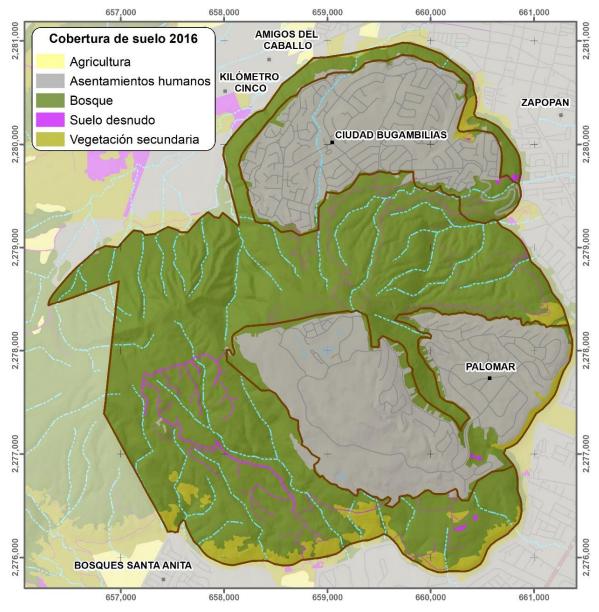


Clase	Superficie	
Clase	ha	%
Polígono del Área Natural (Zona de		
recuperación ambiental)	998.31	100
Asentamientos humanos (Ah)	10.60	1.06
Bosque (B)	903.09	90.46
Suelo desnudo (SD)	22.47	2.25
Vegetación secundaria (VS)	62.15	6.23
Polígono Palomar	405.93	100
Asentamientos humanos (Ah)	357.01	87.95
Bosque (B)	40.98	10.10
Suelo desnudo (SD)	0.61	0.15
Vegetación secundaria (VS)	7.33	1.81
Total general	1,684.03	

Fuente: IIEG, 2017.

En el Mapa 9 se presenta la distribución de las coberturas en el año 2016, en donde se puede apreciar el crecimiento de los asentamientos humanos sobre áreas que en el año 1999 estaban ocupadas por bosque. Asimismo, se puede apreciar que las áreas de vegetación secundaria se distribuyen en las áreas circundantes a los asentamientos humanos. Por otra parte, y al igual que en la cobertura del año 1999, el suelo desnudo se presenta tanto en áreas circundantes a los asentamientos humanos, como en áreas dentro de la cobertura del bosque.





Mapa 9. Coberturas del suelo del área de estudio en el año 2016.

Fuente: IIEG, 2017.

Cambio de uso de suelo

A partir de las 5 clases obtenidas para la cobertura de 1999 y la cobertura de 2016, se realizó un análisis para estimar los cambios de coberturas y uso de suelo en el área de estudio.



Cálculo de superficies de cambio de uso de suelo

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 (Tabla 11), de 1999 a 2016 se transformaron 144.568 hectáreas. Del total de las pérdidas, el 67.259% corresponde a pérdida del bosque, el 22.320% a pérdida de vegetación secundaria, el 20.257% a transformación de suelo desnudo y el 0.163% a pérdida de áreas agrícolas. Por otra parte, la cobertura que mayor ganancia de superficie tuvo fue la de asentamientos humanos, ya que, de las más de 144 hectáreas perdidas, el 79.046% se transformó a asentamientos humanos, el 16.633% a vegetación secundaria y el 4.342% a suelo desnudo. Cabe destacar que la cobertura agrícola se perdió en su totalidad, transformándose a suelo desnudo y vegetación secundaria. Por otra parte, la ganancia de superficie de las áreas de asentamientos humanos se dio por la transformación del bosque y de vegetación secundaria. Asimismo, el bosque remanente presentó procesos de degradación al transformarse 22.805 hectáreas de bosque a vegetación secundaria.

Tabla 11. Matriz de cambio 1999-2016 (valores de superficie en hectáreas).

	2016						T. 1.14000	D(.1:1. (II.)	Dórdida %
		Ag	Ah	В	SD	VS	Total 1999	Pérdida (Ha)	Pérdida %
	Ag	-	-	-	0.003	0.233	0.236	0.236	0.163
	Ah	-	498.958	-	-	-	498.958	-	-
1999	В	-	68.430	975.239	6.000	22.805	1,072.474	97.235	67.259
	SD	-	13.821	-	18.095	1.008	32.924	14.829	10.257
	VS	-	32.024	-	0.244	47.174	79.442	32.268	22.320
Total 2	016	-	613.233	975.239	24.342	71.220	1,684.034	144.568	100.000
Ganancia	a (Ha)	-	114.275	=	6.247	24.046	144.568		
Gananc	ia %	-	79.046	-	4.321	16.633	100.000		

Fuente: IIEG, 2017.

Con base en la zonificación realizada para el área de estudio, en el polígono de la zona de recuperación ambiental, de acuerdo a la matriz de cambio (Tabla 12), se tuvo una pérdida de 15.356 hectáreas de bosque, las cuales se transformaron a mayormente a asentamientos humanos (14.240 hectáreas). Las áreas de asentamientos humanos presentaron una ganancia de 28.558 hectáreas, que representan el 96.239% del total de la superficie transformada para este polígono.



Tabla 12. Matriz de cambio 1999-2016 para la zona de recuperación ambiental (valores de superficie en hectáreas)

			2	016		T. I. I 1000	BC JPJ (II.)	n/ July 07	
		Ag	Ah	В	SD	VS	Total 1999	Pérdida (Ha)	reraiaa %
	Ag	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ah	-	328.452	-	-	-	328.452	-	-
1999	В	-	14.240	40.982	0.518	0.598	56.338	15.356	51.749
	SD	-	5.529	-	0.094	-	5.623	5.529	18.632
	VS	-	8.789	-	-	6.729	15.518	8.789	29.619
Total	2016	-	357.010	40.982	0.612	7.327	405.931	29.674	100.000
Ganand	ia (Ha)	-	28.558	-	0.518	0.598	29.674		•
Ganancia %		-	96.239	-	1.746	2.015	100.000		

Fuente: IIEG, 2017.

Cálculo de la tasa de cambio

Para obtener la tasa de cambio del área de estudio, 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):

$$TC = \left[\left(\frac{S_2}{S_1} \right)^{(1/n)} - 1 \right] \times 100$$

Dónde:

TC = Tasa de cambio (%)

 S_1 = Superficie en el año inicial (ha)

 S_2 = Superficie en el año final (ha)

n = Número de años en el periodo de análisis

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 las tablas, Tabla 13 y Tabla 14 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, en el área de estudio, se pierden aproximadamente 5.72 ha de bosque al año, al tiempo que se ganan aproximadamente 6.72 de asentamientos humanos. Mientras que, para el polígono de la zona de recuperación ambiental, se pierden 2.01 hectáreas de bosque al año y se ganan 0.53 hectáreas de asentamientos humanos, con una tasa de cambio de 11.47; asimismo, se gana 1.34 hectáreas de vegetación secundaria, la cual es un indicador de la presencia de degradación en el polígono de recuperación ambiental.



Tabla 13. Superficie, cambio y tasa de cambio para el área de estudio de 1999-2016.

	1999		2016		Cambio		Cambio Ha	Tasa de
	На	%	На	%	На	%	por año	cambio
Ag	0.24	0.01	0.00	0.00	-0.24	-0.01	-0.01	-100.00
Ah	498.96	29.63	613.23	36.41	114.28	6.79	6.72	1.22
В	1,072.47	63.68	975.24	57.91	-97.23	-5.77	-5.72	-0.56
SD	32.92	1.96	24.34	1.45	-8.58	-0.51	-0.50	-1.76
VS	79.44	4.72	71.22	4.23	-8.22	-0.49	-0.48	-0.64
Total	1,684.03	100.00	1,684.03	100.00				

Fuente: IIEG, 2017.

Tabla 14. Superficie, cambio y tasa de cambio para el polígono de la zona de recuperación ambiental de 1999-2016

	1999)	201	6	Camb	Cambio		Cambio Ha Tasa de	
	На	%	На	%	На	%	por año	cambio	
Ag	0.24	0.02	0.00	0.00	-0.24	-0.02	-0.01	-100.00	
Ah	1.67	0.17	10.60	1.06	8.93	0.89	0.53	11.47	
В	937.24	93.88	903.09	90.46	-34.15	-3.42	-2.01	-0.22	
SD	19.82	1.99	22.47	2.25	2.65	0.27	0.16	0.74	
VS	39.34	3.94	62.15	6.23	22.81	2.28	1.34	2.73	
Total	998.31	100.00	998.31	100.00					

Fuente: IIEG, 2017.

Matriz de transición

Se elaboró una matriz de probabilidad de transición para cada cobertura, utilizando la formula presentada por Bocco, Mendoza y Masera (2001), la cual parte del supuesto de que la probabilidad de transición (Pij) de cada clase de la matriz es proporcional a la superficie remanente de la misma clase entre el año inicial y el año final del análisis. La fórmula utilizada fue la siguiente:

$$Pij = \left(\frac{Sif \ a\~no \ final}{Sj \ a\~no \ inicial}\right) \times 100$$

Dónde:

Pij = Probabilidad de transición

Sij = Superficie del elemento "ij" de la matriz de transición en el año final

Sj = Superficie de la clase "j" en el año inicial



En las tablas, **Tabla 15** y **Tabla 16** se presentan las matrices de probabilidad de transición del área de estudio y del polígono de la zona de recuperación ambiental, los valores **representan la** probabilidad en porcentaje de que una clase determinada en el año 1999 cambie a otra clase determinada en el año 2016. Con dichos valores de transición se elaboraron los esquemas en los que se muestra la probabilidad de cambio y permanencia de cada clase, el cual se presenta en la Figura 1.

Tabla 15. Matriz de transición en porcentaje entre los años 1999-2016 para el área de estudio.

			2016					
		Ag	Ah	В	SD	vs	Total	
	Ag	0.00			1.27	98.73	100.00	
	Ah		100.00				100.00	
1999	В		6.38	90.93	0.56	2.13	100.00	
	SD		41.98		54.96	3.06	100.00	
	VS		40.31		0.31	59.38	100.00	
	Total	0.00	188.67	90.93	57.10	163.30		

Fuente: IIEG, 2017.

Tabla 16. Matriz de transición en porcentaje entre los años 1999-2016 para el polígono de la zona de recuperación ambiental.

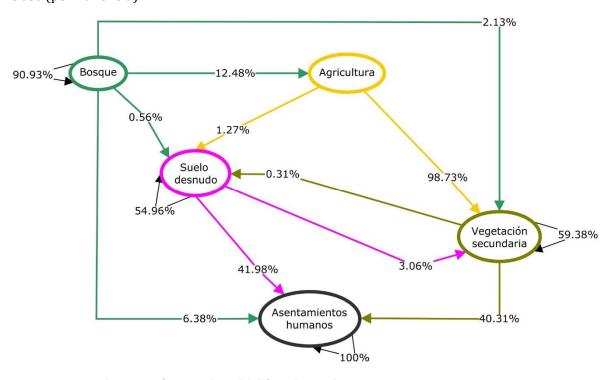
		2016					
		Ag	Ah	В	SD	VS	Total
	Ag	0.00					
	Ah		100.00				100.00
1999	В		25.28	72.74	0.92	1.06	100.00
1999	SD		98.33		1.67		100.00
	vs		56.64			43.36	100.00
	Total	0.00	280.24	72.74	2.59	44.42	

Fuente: IIEG, 2017.

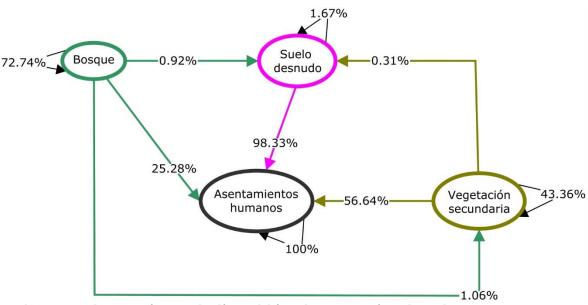


Figura 1. Esquema de transición de una clase de cobertura a otra.

Los valores sobre las flechas de colores representan el porcentaje de superficie que cambió de una clase a otra. Las flechas de color negro indican el porcentaje de superficie que se mantuvo en cada clase (permanencia).



a) Esquema de transición para el total del área de estudio.



b) Esquema de transición para el polígono del área de recuperación ambiental. Fuente: IIEG, 2017.



VII. Biodiversidad

Este tema es abordado por el organismo Público Descentralizado Bosque La Primavera, se aprecia mucho su colaboración técnica para la realización del tema de Biodiversidad en el cerro El Tajo.

Introducción

El Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera (APFFLP) posee una limitación legalmente constituida, sin embargo, la degradación de las áreas circundantes, así como las barreras físicas en sus límites derivadas de 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 y aumenta la tasa de extinciones locales (Bennett 1998), ya que generalmente áreas pequeñas de hábitat soportan menos especies (Shaffer 1981, Primack et ál. 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 ál.* 2001).

El cerro El Tajo forma parte del macizo forestal del Bosque La Primavera el cual abarca una extensión de 36,229 hectáreas, de las cuales únicamente 30,500 fueron decretadas como Área Natural Protegida (ANP).

Por ello es importante restablecer el enlace natural inmediato al APFFLP a fin de conservar la biodiversidad y mantener la función de los procesos ecológicos y evolutivos (depredación, competencia, parasitismo, dispersión, polinización, simbiosis, ciclo de nutrientes, perturbaciones naturales, etc.)

Vegetación

El macizo forestal del cerro El Tajo se compone principalmente de dos tipos de vegetación: bosque de encino-pino (*Quercus-Pinus*) y bosque de encino (*Quercus*).

De acuerdo al Listado de Flora publicado en el Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera se encuentran 961 especies, 11 son especies de encinos y 5 especies de pino, y una gran diversidad de especies de orquídeas (59 spp.), constituyendo el área de distribución del 80% de las especies orquídeas reportadas para el Estado, incluida una especie amenazada de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2010, la cual es *Cypripedium irapeanum*; (SEMARNAT, 2000).

La zona representa un reservorio de algunas especies de flora endémicas de la región de Nueva Galicia tales como *Mamillaria jaliscana* y *Agave guadalajarana*. En estudios recientes se identificó una nueva especie de Populos que está en proceso de descripción.

Las especies florísticas que se encuentran dentro del Bosque La Primavera y en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM059-SEMARNAT-2010; se citan a continuación:



Tabla 17. Especies florísticas del Bosque La Primavera

Familia	Nombre científico	Nombre común	Fv	Cr
Compositae	Cosmos landii var. achalconensis		Hi	*
Cactaceae	Mammillaria jaliscana	Biznaga	Hi	**
	Calcaratolobelia villaregalis		Hi	*
Campanulaceae	Lobelia jaliscensis		Hi	*
	Crotalaria mexicana		Hi	*
Magnoliaceae	Magnolia pugana	Magnolia	Ar	**
	Cedrela dugesii	Cedro rojo	Ar	Pr
Meliaceae	Agave guadalajarana	Agave chato	At	**
	Aristida jaliscana		Hi	*
Compositae	Zinnia violácea			A
Lauraceae	Litsea glaucescens			P
Orchidaceae	Cypripedium irapeanum			A

Especies endémicas de Jalisco FV: Forma de Vida. Especies endémicas del Occidente de Hi Hierba México. Tr Trepadora Sujeta a protección especial Ar árbol Pr Amenazada At Arbusto Α Р Protección especial Ep Epifita Hp Hemiparasita Pa Parasita

CR: Categorías de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental- Especies nativas de México de flora y fauna silvestre-Categoría de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio –Lista de especies en riesgo.

DOF Proyecto de modificación del anexo normativo III lista de especies en riesgo de la NOM 059 SEMARNAT-2010. 21 de diciembre 2015

Elaborado por: Raymundo Ramírez Delgadillo1, Leticia Hernández López1, Mollie Harker1, Jesús Jacqueline Reynoso Dueñas1, Jorge Alberto Pérez de la Rosa1, Marco Antonio Martínez Colín2, Armando Armenta Luna2, Miguel Cházaro Bazáñez3, Francisco Quintero Miranda2, Catalina Vázquez González2, María Guadalupe Horner Valencia4.

- 1 Herbario IBUG, Instituto de Botánica, Departamento de Botánica y Zoología. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara.
- 2 Dirección Ejecutiva del Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera.
- 3 Departamento de Geografía y Ordenación Territorial. Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades. Universidad de Guadalajara.
- 4 Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO)



Tabla 18. Hongos en el Bosque La Primavera

Orden	Familia	Especie	Características	NOM-059- SEMARNAT- 2010
	Morchellaceae	Morchella costata	Comestible	A
	Amanitaceae	Amanita muscaria	Alucinógeno, Micorrizógeno, Venenoso	A
	Hygrophoraceae	Hygrophorus russula	Comestible, Micorrizógeno	A
	Strophariaceae	Psilocybe caerulescens	Alucinógeno	A
	Strophariaceae	Psilocybe mexicana	Alucinógeno	A
		Boletus edulis	Comestible, Micorrizógeno	A
	Gomphidiaceae	Chroogomphus rutilus	Comestible, Micorrizógeno	A
Cantharellales	Cantharellaceae	Cantarellus cibarius	Comestible, Micorrizógeno	Pr

Pr: Sujeta a Protección Especial

A: Amenazada

CR: Categorías de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental- Especies nativas de México de flora y fauna silvestre-Categoría de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio –Lista de especies en riesgo.

Elaborado por: Olivia Rodríguez Alcantar, Laura Guzmán Dávalos, María Herrera Fonseca, María del Refugio Sánchez Jácome, Isela Álvarez, Ricardo Valenzuela y Jesús García.

Departamento de Botánica y Zoología de la Universidad de Guadalajara.

Tipos de vegetación

Bosque de Encino-Pino

Vegetación arbórea formada por la dominancia de encinos (*Quercus spp.*), sobre los pinos (*Pinus spp.*). Es un tipo de vegetación de afinidad templada y está relacionada con un clima frío y con una mayor variabilidad de temperaturas diarias respecto a otros tipos de vegetación del área de estudio. Las condiciones favorables para el Bosque mixto de *Quercus y Pinus* se observan por encima de los 1800 m s. n. m. Es un tipo de vegetación perennifolia o caducifolia formada por los árboles de 6 a 15 m de altura, que varía desde bosque completamente abierto hasta cerrado.

La composición florística del Bosque de Encino-Pino es similar al Bosque de *Quercus*. En el rango de alturas entre los 1800 a 1900 m. s. n. m. el estrato arbóreo está asociado con *Quercus magnolifolia, Quercus laeta, Quercus obtusata, Quercus resinosa y Pinus oocarpa*. En altitudes de 1900 a 2000 m. s. n. m hay otras asociaciones de *Quercus coccolobifolia, Quercus viminea, Pinus oocarpa, Clethra rosei y Agarista mexicana*. Por encima de los 2000 m se conjugan *Quercus magnoliifolia, Pinus douglasiana y Prunus serótina*. En el estrato arbustivo se puede mencionar *Calliandra anomala, Diphysa suberosa, Comarostaphylis glauscescens, Vaccinium stenophyllum, Agave guadalajarana*. Respecto al estrato herbáceo las familias con mejor representación son Asteraceae, Poaceae y Malvaceae. Dentro de las



microcuencas en estudio, este tipo de vegetación se le puede encontrar sin alteraciones significativas (dentro del ANP La Primavera), sin embargo, también se le encuentra formando asociación con Vegetación secundaria arbustiva.

Bosque de Encino

Este tipo de vegetación es una comunidad vegetal formada por diferentes especies de encinos o robles del género *Quercus*; estos bosques generalmente se encuentran como una transición entre los bosques de coníferas y las selvas, pueden alcanzar desde los 4 hasta los 30 m de altura más o menos abiertos o muy densos; se desarrollan en muy diversas condiciones ecológicas desde casi el nivel del mar hasta los 3000 m de altitud, salvo en las condiciones más áridas, y se les puede encontrar casi en todo el país. En general este tipo de comunidad se encuentra muy relacionada con los bosques de Pino (*Pinus spp.*), formando una serie de mosaicos difíciles de cartografiar dependiendo de la escala que se esté trabajando.

Por las características de los encinos, estos bosques han sido muy explotados con fines forestales para la extracción de madera para la elaboración de carbón y tablas para el uso doméstico, lo cual provoca que este tipo de vegetación tienda a fases secundarias las que a su vez sean incorporadas a la actividad agrícola y pecuaria.

En el área el Bosque de *Quercus* está representado en la zona norte y se distribuye mayoritariamente en el Bosque La Primavera y sus zonas aledañas. La composición del estrato arbóreo es distinta, predominan *Quercus candicans, Quercus castanea, Quercus coccolobifolia, Quercus magnoliifolia, Quercus resinosa, Quercus viminea, Cletra rosei, Agarista 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 Malvaceae.*

Matorral Subtropical

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipioa de Tlajomulco, este tipo de vegetación es muy común en esta zona, y se distribuye como un elemento de mosaico con otros tipos de uso del suelo, es frecuente la frontera con el Pastizal inducido, especialmente en las faldas de los lomeríos y cerros donde existe poca pendiente sin agricultura.

Fisonómicamente, en la zona de estudio este ecosistema se presenta a manera de una comunidad más o menos abierta, predominan arbustos de diferentes estaturas y algunos árboles bajos hasta de 3 m de alto. En ocasiones la comunidad se ve mucho más densa y llena de "maleza" formada por los arbustos espinosos lo que causa dificultades para el tránsito.



Las especies más comunes son Acacia farnesiana, Acacia pennatula, Eysenhardtia polystachya, Verbesina greenmannii, Verbesina sphaerocephala, Opuntia atropes, Opuntia fuliginosa y Lantana spp.

Vegetación secundaria

Es la vegetación que se desarrolla después de un disturbio, natural o humano, como resultado del proceso de sucesión secundaria, tras pasar por diversos estadios. Este tipo de vegetación se caracteriza por sobrevivir cambios en la estructura y composición vegetal, ya que las especies vegetales difieren en su respuesta a los disturbios; las especies umbrófilas pueden germinar, establecerse y crecer bajo sombra, mientras que las especies pioneras requieren de claros.

Vegetación ruderal

Esta clasificación de vegetación contempla los sitios que han sido urbanizados o han sufrido otro tipo de perturbaciones constantes que han propiciado el crecimiento de la vegetación espontánea como terrenos baldíos, potreros, solares abandonados, bancos de material, etc. Los lugares con presencia de este tipo de vegetación. Algunas de las especies que podemos encontrar en este tipo de vegetación son *Ricinus communis* y *Nicotiana glauca*, especies conocidas por su presencia en sitios degradados.

Localización de los tipos de vegetación

De manera general los Bosques se localizan en las cimas de las serranías o en los puntos más altos mientras que en los sitios en donde estos fueron talados, se localizan los Matorrales; se observa que la mayor parte de las áreas que presentan vegetación secundaria se localizan cerca o dentro de las zonas urbanas o próximas a zonas agrícolas.

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.

Tabla 19. Fauna	potencial	en el	cerro	EI.	Tajo

Grupo	# Especies	Porcentaje
Anfibios	5	5
Reptiles	11	11
Aves	71	70
Mamíferos	15	14

^{*}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.



Herpetofauna

En el caso de los anfibios, la representación comprende 5 especies de 3 y para reptiles 11 especies de 7 familias.

Tabla 20. Herpetofauna

Orden	Familia	Género	Especie	Nombre Común	NOM-059- SEMARNAT- 2010*
Anura	Hylidae	Hyla	arenicolor	Rana	-
		Hyla	eximia	Rana verde	-
	Brachycephalidae	Craugastor	hobartsmithi	Ranita de hojarasca	-
	Bufonidae	Ollotis	occidentalis	Sapo	-
		Rhinella	marina	Sapo gigante	-
Squamata	Polychrotidae	Anolis	nebulosus	Lagartija	-
	Phrynosomatidae	Sceloporus	albiventris	Roño	-
		Sceloporus	torquatus	Roño	-
	Teiidae	Aspidocelis	gularis	Corredor	-
	Colubridae	Leptodeira	maculata	Culebra ojo de gato	Pr
		Leptodeira	polysticta	Culebra ojo de gato	-
		Coluber	mentovarius	Chirrionera	-
		Pituophis	deppei	Alicante	A
	Viperidae	Crotalus	basiliscus	Víbora de cascabel	Pr
	Anguidae	Elegaria	kingii	Lagartija	Pr
	Scincidae	Pleistodon	collidephalus	Lagartija de cola azúl	-

^{*}Diario oficial de la federación, (21 de diciembre de 2015). 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.

Aves

En el sitio se encuentran 71 especies (6 con categoría de protección) pertenecientes a 28 familias de 111 órdenes.

Tabla 21. Aves

Orden	Familia	Género	Especie	Nombre Común	NOM-059- SEMARNAT -2010*
Accipitriformes	Cathartidae	Coragyps	atratus	Zopilote común	-
		Cathartes	aura	Zopilote aura	-



Orden	Familia	Género	Especie	Nombre Común	NOM-059- SEMARNAT -2010*
		Accipiter	striatus	Gavilán pecho rufo	Pr
	Accipitridae	Buteogallus	anthrainus	Aguililla negra menor	Pr
		Buteo	jamaicensis	Aguililla cola roja	-
Falconiformes	Falconidae	Caracara	cheriway	Caracara quebrantahueso s	-
		Falco	sparverius	Cernícalo americano	-
		Columbina	inca	Tórtola cola larga	-
		Columbina	passerina	Tórtola coquita	-
Columbiformes	Columbidae	Patagioenas	fasciata	Paloma de collar	-
		Zenaida	asiatica	Paloma ala blanca	-
		Zenaida	macroura	Paloma huilota	-
Psittaciformes	Psittacidae	Forpus	cyanopygius	Perico catarina	Pr
Cuculiformes	Cuculidae	Crtotophaga	sulcirostris	Garrapatero pijuy	-
Strigiformes	Tytonidae	Tyto	alba	Lechuza de campanario	-
	Strigidae	Crtotophaga sulcir Tyto alba Bubo virgin	virginianu	Búho cornudo	-
Caprimulgiforme s	Caprimulgida e	Caprimulgus	vociferus	Tapacamino cuerporruín	-
		Amazilia	beryllina	Colibrí berilo	-
		Amazilia	violiceps	Colibrí corona violeta	-
	Trochillidae	Cynanthus	latirostris	Colibrí pico ancho	-
Apodiformes		Hylocharis	leucotis	Zafiro oreja blanca	-
		Selasphorus	platycercus	Zumbador cola ancha	-
		Selasphorus	rufus	Zumbador rufo	-
		Selasphorus	sasin	Zumbador de Allen	-



Orden	Familia	Género	Especie	Nombre Común	NOM-059- SEMARNAT -2010*
Coraciiformes	Momotidae	Momotus	mexicanus	Momoto corona café	-
		Melanerpes	formicivorus	Carpintero bellotero	-
Piciformes	Picidae	Picoides	scalaris	Carpintero mexicano	-
		Picoides	arizone	Carpintero de Arizona	-
	Furnariidae	Lepidocolaptes	leucogaster	Trepatroncos escarchado	-
		Contopus	pertinax	Pibí tengo frío	-
		Contopus	sordidilus	Pibí occidental	-
	Tyrannidae	Empidonax	difficilis	Mosquero	-
		Pyrocephalus	rubinus	Mosquero cardenal	-
		Myiarchus	cinarescens	Papamoscas cenizo	-
		Myiarchus	tuberculifer	Copetón triste	-
		Pitangus	sulfuratus	Luis bienteveo	-
	Tyranninae	Tyrannus	vociferans	Tirano gritón	-
Passeriformes		Tyrannus	crassirostris	Tirano pico grueso	-
i assernormes		Tyrannus	verticalis	Tirano pálido	-
	Hirundinae	Hirundo	rustica	Golondrina tijereta	-
	Laniidae	Lanius	ludovicianus	Alcaudón verdugo	-
		Aphelocoma	ultramarina	Chara pecho gris	-
	Corvidae	Corvus	corax	Cuervo común	-
		Troglodytes	aedon	Chivirín saltapared	-
	Troglodytidae	Thryomanes	bewwickii	Chivirín cola oscura	-
		Campylorhynchu s	gularis	Matraca serrana	-
	Polioptilidae	Polioptila	caerulea	Perlita azul-gris	-



Orden	Familia	Género	Especie	Nombre Común	NOM-059- SEMARNAT -2010*
	T	Myadestes	occidentalis	Clarín jilguero	Pr
	Turdidae	Turdus	rufopalliatus	Mirlo dorso rufo	-
		Melanotis	caerulescens	Mulato azul	-
	Mimidae	Mimus	polyglottos	Centzontle norteño	-
		Toxostoma	curvirostre	Cuitlacoche pico curvo	-
	Ptilogonatidae	Ptilogonys	cinereus	Capulinero gris	-
		Mniotilta	varia	Chipe trepador	-
		Geothlypis	tolmiei	Chipe de Tolmie	Α
		Dendroica	coronata	Chipe coronado	-
	Parulidae	Dendroica	graciae	Chipe ceja amarilla	-
		Dendroica	nigrescens	Chipe negro-gris	-
		Wilsonia	pusilla	Chipe corona negra	-
		Myoborus	pictus	Chipe ala blanca	-
	Emberizidae	Melozone	fusca	Toquí pardo	-
		Spizella	passerina	Gorrión ceja blanca	-
		Ammodramus	savannarum	Gorrión chapulín	-
		Piranga	flava	Tángara encinera	-
		Piranga	ludoviciana	Tángara capucha roja	-
	Cardinalidae	Pheuticus	melanocephal a	Picogordo tigrillo	-
		Passerina	versicolor	Colorín morado	-
		Passerina	ciris	Colorín sietecolores	Pr
	Fringillidae	Carpodacus	mexicanus	Pinzón mexicano	-
		Spinus	psaltria	Jilguero dominico	-
	Passeridae	Passer	domesticus	Gorrión casero	-

^{*}Diario oficial de la federación, (21 de diciembre de 2015). 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.

Mamíferos

El sitio alberga a 15 especies de mamíferos, pertenecientes a 9 familias de cuatro órdenes.

Tabla 22. Mamíferos

Orden	Familia	Género	Especie	Nombre Común	Endemismo
	Didelphidae	Didelphis	virginiana	Tlacuache	-
Didelphimorphia	Sciuridae	Sciurus	aureogaster	Ardilla gris mexicana	-
		Peromyscus	spicilegus	Ratón espiguero	Endémica de México
Rodentia	Cricetidae	Sigmodon	mascotensis	Rata algodonera de Jalisco	Endémica de México
	Felidae	Lynx	rufus	Lince rojo	-
		Urocyon	cinereoargenteus	Zorra gris	-
	Canidae Canis	latrans	Coyore	-	
Carnivora	nivora Mephitidae Me	Conepatus	leuconotus	Zorrillo nariz de cerdo	-
		Mephitis	macroura	Zorrillo encapuchado	-
		Spilogale	angustifrons	Zorrillo manchado	-
		Bassariscus	astutus	Cacomixtle	-
	Procyonidae Nasua Procyon	Nasua	narica	Coatí	-
		Procyon	lotor	Mapache	-
Artiodactyla	Cervidae	Odocoileus	virginianus	Venado cola blanca	-
	Tayassuidae	Pecari	tajacu	Pecarí de collar	-



Imagen 1. Zorra gris (Urocyon cinereoargenteus),



Imagen 2. Venado cola blanca (Odocoileus virginianus).





Imagen 3. Zorrillo encapuchado (Mephitis macroura)



Imagen 4. Tlacuache (Didelphis virginiana),





Imagen 5. Coyote (Canis latrans),



Imagen 6. Mapache (Procyon lotor)





VIII. Incendios Forestales

Debido a su posición geográfica y fisiográfica, el área natural protegida (APFFLP) está sujeta a presiones e impactos ambientales principalmente por actividades antropogénicas; ello trasgrede la estabilidad poblacional de algunas especies que se encuentran amenazadas por los deterioros ocasionados por la vegetación introducida y por fenómenos como incendios y erosión, lo cual hace prioritario ejercer medidas de control de estos factores mediante la restauración del hábitat, incidiendo en la recuperación y mantenimiento de las especies no solo las que se encuentran dentro del polígono de protección sino además de las zonas adyacentes continuidad de su macizo forestal.

Tan solo en la zona forestal ubicada en El Palomar y Bugambilias de acuerdo con los registros históricos de incendios en la zona, del 2001 al 2017 se han presentado de 1 a 5 eventos por año, de igual forma los incendios hacia el interior del Polígono del Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera inician en las zonas forestales que colindan con el ANP.

El área de estudio se encuentra contigua al Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera (APFFLP), por lo que resulta importante abordar la situación de incendios forestales reconocidos ampliamente como uno de los factores de degradación en la zona.

Con base a lo señalado por Huerta M. e Ibarra J., 2014, La Primavera, presenta una tasa de incendios forestales que ha variado entre 0 y 60 incidentes por año en los últimos 15. Sin embargo, se carece de un programa para la prevención y mitigación de efectos, debido a la falta de información documentada sobre las posibles causas y consecuencias, así como de los procesos de cambio en la cobertura que ha sufrido.

En dicha publicación, se presentó un estudio en el que se realizó una sumatoria de áreas incendiadas del período comprendido de 1998 a 2012, a partir del empleo de coberturas y datos de las áreas afectadas por los incendios forestales.

La resultante muestra una amplia zona de APFFLP, con presencia histórica de incendios, incluyendo porciones del área de estudio que nos ocupa.



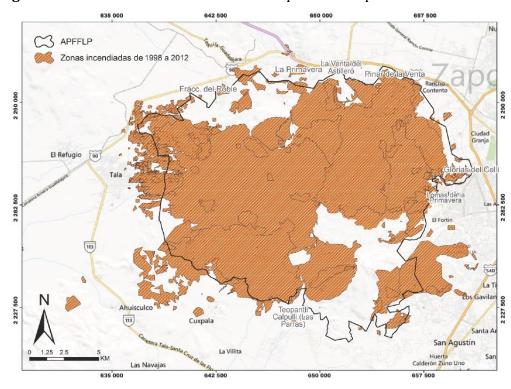


Figura 2. Sumatoria de áreas incendiadas del período comprendido de 1998 a 2012

Fuente: Huerta e Ibarra, 2014.

Registro de incendios Forestales

De acuerdo con datos proporcionados por la CONAFOR y la SEMADET en un periodo de 2005 a 2017 dentro del área de estudio se identificaron 18 incendios forestales, que afectaron un total de 214.96 ha.

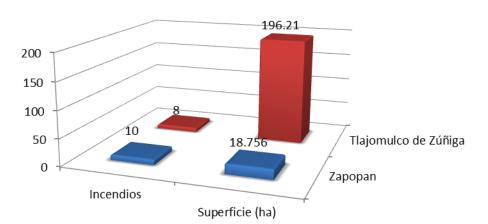


Gráfico 1. Número de incendios y superficie afectada dentro del área de estudio, por municipio

Fuente: Elaboración propia con datos de la CONAFOR y la SEMADET, 2017.



La mayor afectación se presentó en 2010, con la ocurrencia de un incendio que daño 130 ha, los años con mayor número de incendios fueron 2016 con 6 incendios que afectaron 21 ha y 2012 con 4 incendios que afectaron 1 ha.

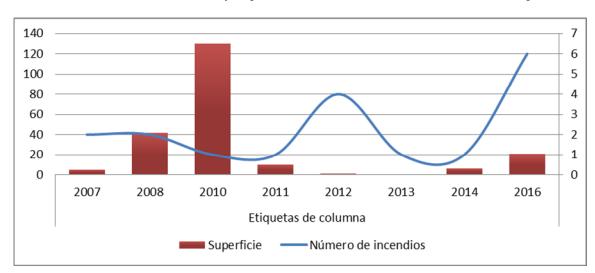
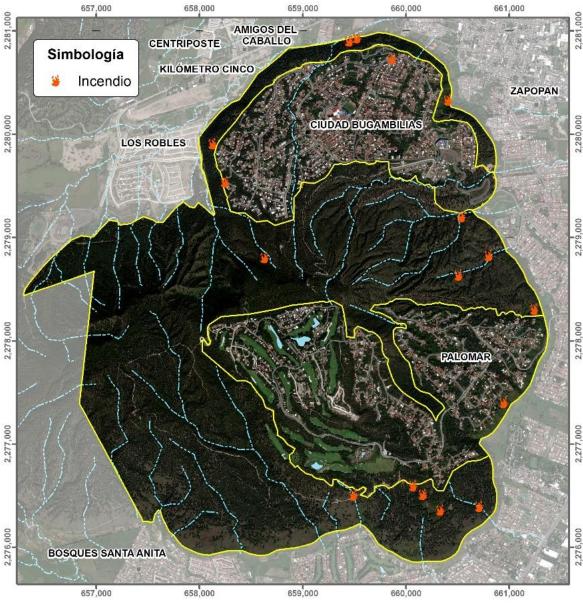


Gráfico 2. Número de incendios y superficie afectada dentro del área de estudio, por año

Fuente: Elaboración propia con datos de la CONAFOR y la SEMADET, 2017.





Mapa 10. Localización de incendios Forestales 2005-2017

Fuente: Elaboración propia con datos de la CONAFOR y la SEMADET, 2005-2017.

De acuerdo a su ubicación los incendios, ocurrieron principalmente cerca de centros de población y de acuerdo a los datos proporcionados por la CONAFOR y la SEMADET el 100% de las causas están relacionadas con actividades antropogénicas, siendo los fumadores la principal causa de 8 de los incendios, seguido por las fogatas con 6, los incendios provocados intencionalmente fueron 3 y se registra uno por quema de basurero.



Quema de basureros
6%
Intencional 17%
Fumadores 44%
Fogatas de paseantes 33%

Gráfico 3. Causas de los incendios forestales ocurridos en el área de estudio

Fuente: Elaboración propia con datos de la CONAFOR y la SEMADET, 2017.

Ecología del fuego

El papel del fuego en la vegetación es ambivalente, en algunos ecosistemas, los incendios naturales son esenciales para mantener la dinámica de los ecosistemas, la biodiversidad y la productividad. El fuego es también una herramienta importante y muy utilizada para alcanzar los objetivos de manejo de tierras. Sin embargo, cada año, los incendios destruyen millones de hectáreas de bosques y otros tipos de vegetación, provocando la pérdida de muchas vidas humanas y animales y causando un inmenso daño económico, tanto en términos de recursos destruidos como en costos de la extinción. También hay impactos en la sociedad y en el medio ambiente, por ejemplo, daños a la salud humana por el humo, la pérdida de la diversidad biológica, la emisión de dióxido de carbono (CO2) y otros gases de efecto invernadero, los daños a los valores recreativos y otros. (http://www.fao.org).

Con base a las coberturas observadas, el área de estudio se compone primordialmente con bosques que de acuerdo a lo señalado en http://www.bosquelaprimavera.com, en el APFFBLP, zona aledaña al área de estudio, se reconoce Bosque de encino-pino, Bosque de pino, Bosque de encino y Bosque Tropical caducifolio.

En este contexto, el régimen histórico de incendios, definido por Jardel, 2010, como la amplitud de la variación natural o histórica en la frecuencia, estacionalidad, intensidad, severidad y tamaño de los eventos de incendios y su sinergia con otros agentes de perturbación, a la que ha estado sometido un ecosistema por un período largo de tiempo (del orden de cientos de años), influyendo junto con otros factores ambientales en su composición, estructura, dinámica y funcionamiento. La amplitud implica no solo las condiciones promedio, sino su varianza y sus valores máximos y mínimos; los tipos de ecosistemas de la zona son agrupados en incendios frecuentes (Intervalo de retorno de



incendios de <35+ años), superficiales ligeros a intensos, de severidad baja a moderada en bosques.

Un aspecto que destacar sobre el régimen de incendios en la zona es el considerar las cargas de combustible, de acuerdo con Rodríguez s.f. en ecosistemas de Pinus con cargas totales de combustibles superficiales relativamente bajas, pueden hacer suponer erróneamente un moderado comportamiento del fuego. Si bien éste puede ser en efecto de poca intensidad y velocidad de propagación, sobre terrenos con poca pendiente y con vientos moderados, o por la noche, alcanzando velocidades de propagación de 5 m·min-1 y largos de llama de menos de 1 a 3 m, la conjugación de pendientes pronunciadas y vientos veloces puede producir velocidades de propagación superiores a 40 m·min-1 y largos de llama de 5 m o incluso mayores. Dadas las pendientes comunes, la presencia de pavesas rodantes no es rara.

Los incendios son generalmente superficiales. Sin embargo, en sitios con malpaís, la presencia de fracturas y de corredores bajo el piso rocoso en los que se acumulan combustibles, facilitan la presencia de incendios subterráneos. La falta de contacto entre las copas de los árboles adultos no permite la propagación de fuego aéreo, aunque en algunos individuos ocoteados o resinados las llamas pueden ascender y quemarlos parcialmente.

La acumulación de biomasa combustible en los ecosistemas terrestres es resultado de los procesos ecosistémicos de productividad primaria y descomposición, el combustible disponible depende de la humedad que contienen las partículas del complejo de combustibles, la cual está determinada por el estado del tiempo atmosférico (particularmente la humedad del aire, la precipitación y el tiempo transcurrido desde la última lluvia). La disponibilidad de combustible para los incendios está relacionada con la estacionalidad de los periodos de lluvia y sequía a lo largo del año. Jardel et al. 2014.

Consideraciones

Analizando estas consideraciones y debido a que en la zona de estudio existen ecosistemas agrupados con régimen de incendios forestales frecuentes los cuales no se han registrado en los últimos años provocando la acumulación de biomasa forestal, lo cual aumenta el riesgo de incendios en la zona, principalmente por encontrarse cercana a zonas urbanas, por lo que resulta indispensable aplicar una gestión preventiva del paisaje que debe incluir aspectos políticos, culturales, técnicos, sociales, financieros, organizativos, económicos y de mercado. (http.www.fao.org)

Resulta inminente la necesidad de continuar los estudios en la zona y sus alrededores, donde se incluyan medidas pertinentes para el manejo del fuego, considerando entre otras, el estado actual de la vegetación, la carga total de combustibles y de ser necesario el uso del fuego para la recuperación de los ciclos naturales del bosque.



IX. Peligro por Inestabilidad de laderas

A nivel mundial la frecuencia de los desastres de tipo hidrometeorológicos y geológico son cada vez más recurrente y de intensidades destructivas, en específico los relacionados con el clima están aumentando debido a que son amplificado por las interacciones del cambio climático, derivado de los registros es que en los últimos veinte años se ha calculado un promedio anual de 30,000 vidas y causado más de 4,000 millones de heridos o damnificados, según un informe publicado por el organismo especializado de la ONU en el año 2015.

En las últimas décadas, los fenómenos naturales en México han dejado daños con un costo promedio anual de 100 vidas humanas¹ y cerca de 700 millones de dólares. En el último año 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 pesos² Una de las causas principales está relacionada con el crecimiento urbano desordenado que ha ocupado zonas no aptas, este fenómeno trae como consecuencia un mayor número de población expuesta y más vulnerable, ya que la mayoría es población marginal, por lo que se incrementan potencialmente las posibilidades de la ocurrencia de desastres mayores, es por ello que el tema de la prevención ha tomado capital importancia.

Como resultado del análisis a los inventarios de peligros de los municipios de Zapopan y Tlajomulco de Zúñiga, es que se identifican la presencia de distintos tipos de amenazas (fenómenos perturbadores) asociado 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 Proyección Civil y Bomberos de Jalisco con número UEPCB/DG/6268/CSVA-4320/2017, donde especifica que de acuerdo al Atlas Estatal de Riesgo el polígono se localiza dentro de los polígonos de riesgo alto y medio a deslizamiento de laderas, motivo por el cual se propone realizar un estudio a detalle utilizando un modelo metodológico (Susceptibilidad de Laderas Inestables) propuesto por el Departamento de Geografía Física, Instituto de Geografía de la UNAM y publicado en el boletín de Investigaciones Geográficas, núm. 88.

El modelo involucra 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 en el polígono de estudio.

La inestabilidad de laderas es asociada frecuentemente a terrenos o relieves accidentados, sin embargo, es un proceso que depende internamente de los factores propios de la ladera como son, el tipo de roca y las condiciones estructurales del macizo rocoso, existen presiones externas que influyen en la inestabilidad como son los procesos



¹ Tomado del Atlas Nacional de México, CENAPRED, 2004.

² Tomado de El Universal, martes 30 de noviembre del 2010 (Gerardo Mejía).

naturales, la incidencia de lluvias extremas, actividades antrópicas como la construcción de asentamientos humanos en zona de pendientes que desestabilizan los taludes naturales y los sismos contribuyen acelerar los procesos de remoción de masa.

Un movimiento no tan común es 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, son deslizamientos 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 derrumbes, por otra parte los deslizamientos traslacionales tienen la característica que desliza la masa sobre una superficie aproximadamente plana y con muy poca componente de rotación; son más superficiales y generalmente controlados por discontinuidades o zonas más débiles del terreno.

El área de estudio del polígono cerro El Tajo presenta terrenos naturales con inclinaciones considerables en su pendiente, el grado de inestabilidad está íntimamente relacionado con el origen geológico y litológico de las masas de tierra que componen el área de estudio, en este contexto el problema de inestabilidad se puede definir como la pérdida de la capacidad del terreno natural para auto sustentarse, lo que deriva en reacomodos y colapsos del mismo.

Derivado de lo anterior y basados en el modelo metodológico para determinar el peligro a susceptibilidad de laderas inestables en el polígono de cerro El Tajo mediante análisis multicriterio que consistió en relacionar ocho variables territoriales como son: tipo de roca, tipo de suelo, uso de suelo, pendiente del terreno, la densidad de disección, profundidad de disección, geometría de la ladera y orientación de la ladera. Posteriormente, se determina una escala común de normalización para las variables en estudio y que está en función de la importancia determinada (por especialistas) para relacionar movimiento en las laderas.

Para la escala de normalización se consideraron dos parámetros de medida, el primero es el expresado por los porcentajes determinados para cada variable y el segundo es el valor correspondiente normalizado en función del máximo asignado para la variable, que a su vez se pondera por cada clase de la variable temática que ha sido evaluada desde el punto de vista del método multicriterio. Véase Tabla 23.

Tabla 23. Importancia de variables temáticas relacionadas con la susceptibilidad de laderas inestables.

Tema	%
Geología	26.7
Pendiente	25.5
Densidad de disección	11.9
Profundidad de disección	11
Geometría del relieve	8.9



Tema	%
Cobertura de suelo	6.4
Orientación de pendiente	5.9
Edafología	4.4
Total	100

Fuente: Elaboración IIEG 2017, con base en la metodología de "Susceptibilidad de Laderas Inestables", Instituto de Geografía de la UNAM. 2015.

Variables temáticas:

1) Geología

La geología presente en el polígono de estudio está representada en mayor medida por el grupo de roca denominadas 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. El material antes de solidificarse recibe el nombre genérico de magma (solución compleja de silicatos con agua y gases a elevada temperatura). Se forma a una profundidad de la superficie terrestre de entre 25 a 200 kilómetros, cuando emerge a la superficie se conoce como lava.

Dentro de las rocas Ígneas para el polígono del cerro El Tajo, identificamos la mayor superficie con 1,522.9 hectáreas de roca Vítrea (vidrios ígneos tales como la obsidiana y taquilita, son el resultado de un enfriamiento rápido de material fundido) que pertenece por su lugar de formación a las piroclástica, que están formadas por materiales fragmentados expulsados por los conductos volcánicos proyectados al aire y depositados en la superficie. Comprende fragmentos de diferentes tamaños y composición. Posteriormente, encontramos a la roca Toba con 143.4 hectáreas, se caracteriza por ser una roca de origen explosivo, formada por material volcánico suelto o consolidado, comprende fragmentos de diferentes composiciones mineralógicas y tamaños menores de 4 milímetros.

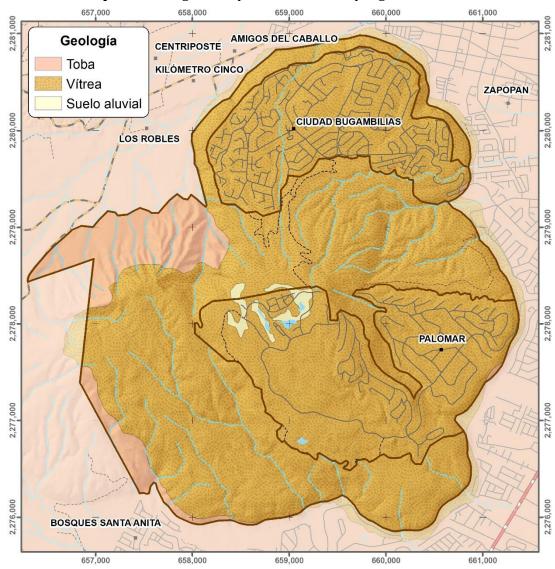
Dentro de las unidades geológicas predominantes ubicamos con 17.6 hectáreas de suelo Aluvial, es una masa de sedimentos detríticos que ha sido transportada y sedimentada por un flujo o aluvión, el suelo es normalmente compuesto por arenas, gravas y arcillas, es de un origen muy reciente (geológicamente hablando, menos de unos cuantos millones de años). Véase tabla 24 y Mapa 1.

Tabla 24. Asignación de peso a la variable geológica

Geología	%	Normalización
Aluvial	20	5.34
Vítrea	50	13.35
Toba	30	8.01

Fuente: Elaboración IIEG 2017, con base en la carta geológica 1: 50,000, INEGI 1971. Digitalizado por IIEG, 2016.



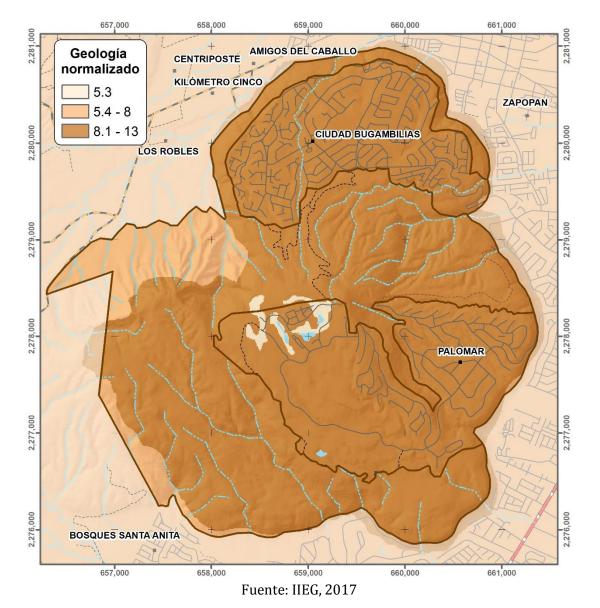


Mapa 11. Geología, roca predomínate en el polígono de estudio

Fuente: Elaboración IIEG 2017, con base en la carta geológica 1: 50,000, INEGI 1971. Digitalizado por IIEG, 2016.

Una vez identificada la geología (clase) se procede a asignar los pesos determinados para normalizar la variable en función de su porcentaje 26.7%, que se repartirá en tres clases y posteriormente se generará el mapa con valores normalizados. Véase Mapa 12.





Mapa 12 . Valores normalizados para la variable geológica

2) Pendiente

La pendiente de terreno para el polígono de estudio desde el punto de vista morfométrico se define como la inclinación de las laderas dentro de una cierta distancia y elevación, los valores de pendientes para este estudio estarán expresados en grados, donde la inclinación de la ladera está asociada principalmente con las unidades litológicas y condiciones ambientales como densidad de vegetación y grado de saturación. La Unión Geomorfológica Internacional recomienda elaborar mapas de pendientes a partir de los siguientes intervalos:



Tabla 25. Clasificación de ángulos de pendiente para mapas geomorfológico

Categoría	Ancho de clase	Termino de pendiente
0 – 2°	2°	Plano (planicie)
2° - 5°	3°	Ligeramente inclinado
5° - 15°	10°	Fuertemente inclinado
15° - 35°	20°	Muy inclinado
35° - 55°	20°	Empinado
55° - 90	35°	Vertical

Fuente: Unión Geomorfológica Internacional.

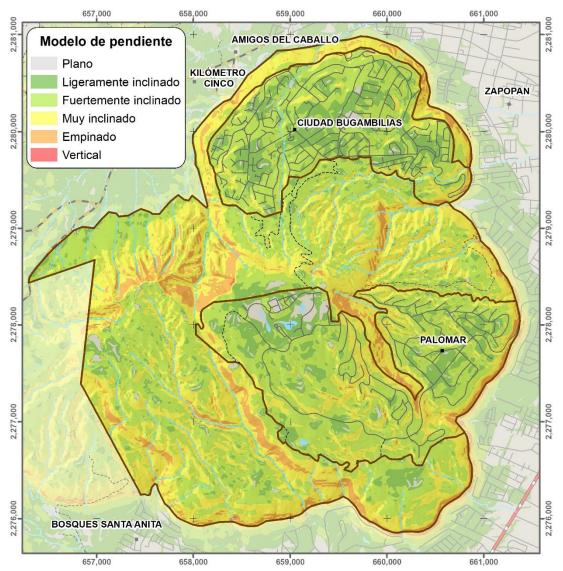
De acuerdo al mapa de pendiente realizado para el polígono de estudio identificamos que predominan pendientes fuertemente inclinado $(5^{\circ}-15^{\circ})$ con el 43.9 % del total del área de estudio equivalente a 740.4 hectáreas, posteriormente encontramos pendientes muy inclinadas $(15^{\circ}-35^{\circ})$ con el 33.7% equivalente 567.7 hectáreas, en tercer lugar, encontramos pendientes ligeramente inclinado $(2^{\circ}-5^{\circ})$ con un 13.9% equivalente a 235.4 hectáreas, por ultimo encontramos las pendientes empinado $(35^{\circ}-55^{\circ})$ con 6.1% equivalente a 103 hectáreas y pendientes planas $(0-2^{\circ})$ con 2.2% equivalente a 37.1 hectáreas. Véase tabla 26 y mapas 3.

Tabla 26. Asignación de peso a la variable pendiente

Pendiente	%	Normalización
0-2°	5	1.2
2°-5°	5	1.2
5°-15°	10	2.5
15°-35°	20	5.1
35°-55°	30	7.6
55°-90°	30	7.6

Fuente: Elaboración IIEG 2017, con base en el Modelo Digital de Elevación, INEGI 2015.



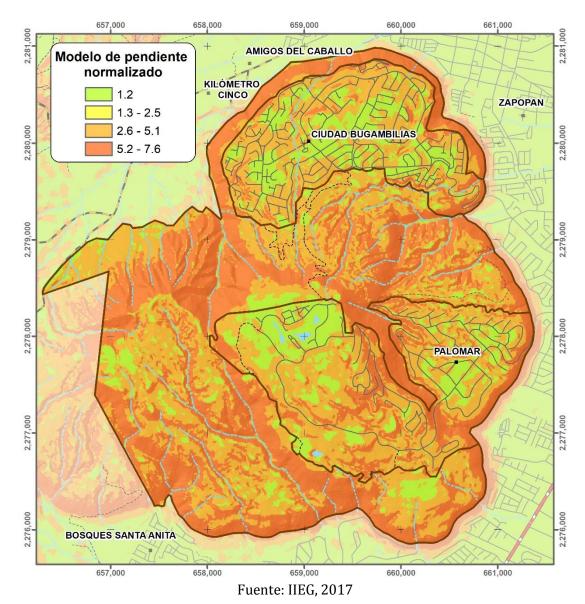


Mapa 13. Modelo de pendiente en el cerro El Tajo

Fuente: Elaboración IIEG 2017, con base en el Modelo Digital de Elevación, INEGI 2015.

A partir del mapa de pendiente se normalizan las categorías en función del valor asignado para la variable pendiente 25.5% (Tabla 26) del peso determinado para calcular la susceptibilidad de laderas inestable. Véase Mapa 14.





Mapa 14. Valores normalizados para la variable pendiente cerro El Tajo

3) Densidad de Disección

Un proceso importante dentro del estudio geomorfológico es determinar la densidad de disección que se relaciona directamente con los ríos y arroyos identificados en el terreno, estos rasgos hidrológicos tienen un papel fundamental en la dinámica del terreno, ya que facilitan la erosión y acumulación de material, el parámetro de densidad se obtiene dividiendo la longitud total de los rasgos hidrológicos (km) de determinada superficie entre el área de estudio (km²).

El mapa de densidad de disección nos indica las áreas donde las corrientes fluviales han ejercido mayor su acción erosiva, para el caso del polígono en estudio cerro el Tajo encontramos una red hidrológica de arroyos intermitentes con una longitud de 32.3



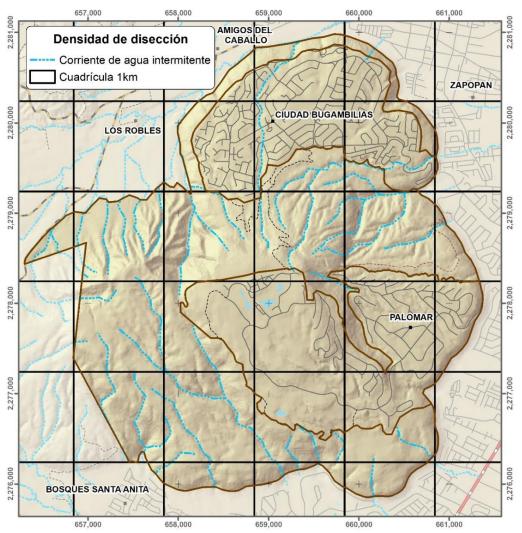
kilómetros, en donde localizamos algunos arroyos importantes como, El Salto, Los Gavilanes, Puentecitas y Arroyo Seco. Véase Tabla 27 y Mapa 5

Tabla 27. Asignación de peso a la variable densidad de disección

Densidad de disección	%	Normalización
Bajo	10	1.1
Medio	20	2.3
Alto	30	3.5
Muy Alto	40	4.7

Fuente: Elaboración IIEG 2017, con base en datos vectoriales 1: 20,000, INEGI 2015.

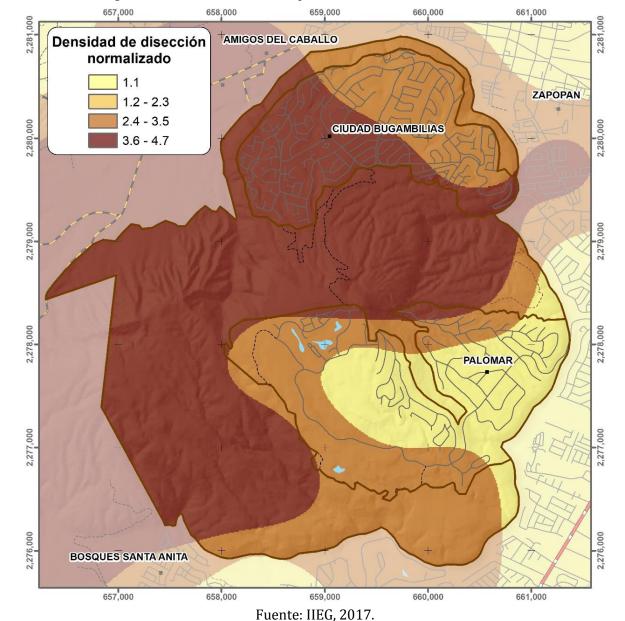
Mapa 15. Densidad de disección presentes en el polígono de estudio



Fuente: Elaboración IIEG 2017, con base en datos vectoriales 1: 20,000, INEGI 2015.



Con base en el mapa de densidad de disección se normalizan los valores obtenidos de acuerdo con el porcentaje establecido para esta variable temática con 11.9 % del peso determinado. Véase mapa 16.



Mapa 16. Valores normalizados para la variable densidad de disección

Profundidad de Disección

Otra forma de analizar el poder erosivo de las corrientes fluviales es a través de la elaboración de mapas de profundidad de erosión o disección del relieve, la finalidad de elaborar este mapa es mostrar el valor de corte vertical producido por las corrientes fluviales en el relieve, durante el proceso de erosión fluvial, los escurrimientos tienden a



concentrarse en los sitios donde las rocas presentan menor resistencia al proceso erosivo por distintas causas.

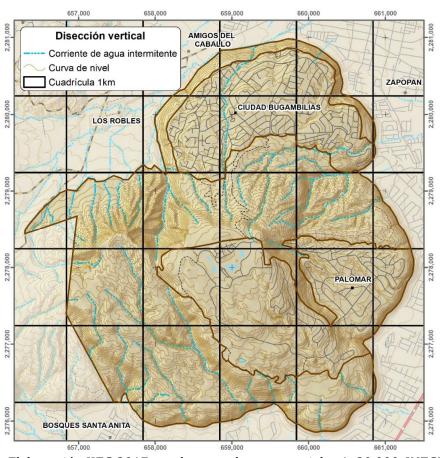
El mapa de profundidad de disección para el polígono de estudio se realizó con los 32.3 kilómetros de red hidrológica, identificando la diferencia de altura (curva de nivel) entre el cauce y el interfluvio, los parámetros obtenidos son la diferencia de elevación entre las curvas de nivel. Véase Tabla 28 y mapas 17.

Tabla 28. Asignación de peso a la variable disección vertical

Profundidad de disección	%	Normalización
Bajo	10	1.1
Medio	20	2.2
Alto	30	3.3
Muy Alto	40	4.4

Fuente: Elaboración IIEG 2017, con base en datos vectoriales 1: 20,000, INEGI 2015.

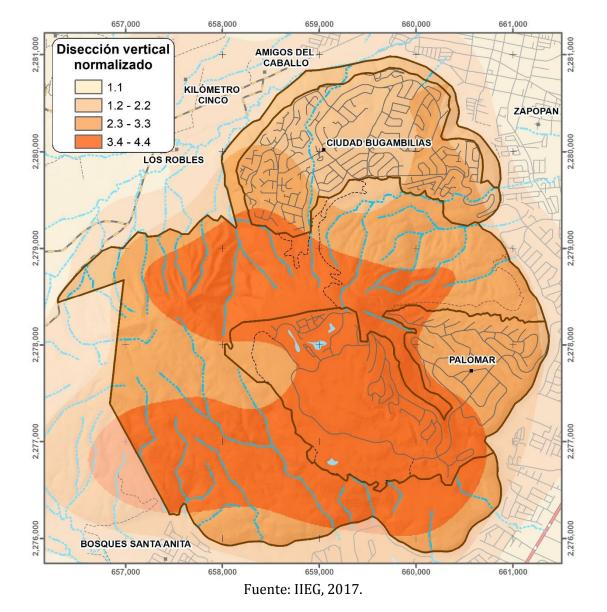
Mapa 17. Disección vertical presentes en el polígono de estudio



Fuente: Elaboración IIEG 2017, con base en datos vectoriales 1: 20,000, INEGI 2015.



A partir de estos parámetros se normalizan los valores obtenidos de acuerdo con el porcentaje establecido para esta variable temática con 11% del peso determinado. Véase Mapa 18.



Mapa 18. Valores normalizados para la variable disección vertical.

4) Geometría del Relieve

Es necesario clasificar la geometría de las laderas y taludes considerando el tipo de mecanismo actuante, determinar las fuerzas que pueden originar que una ladera se vuelva inestable, fuerzas motoras o actuante, y las fuerzas que se ejercen en el interior de la misma ladera. Las fuerzas motoras se originan por el peso propio del material térreo que conforma el cuerpo de una ladera y por el peso d cualquier construcción que se



coloque en la parte alta de la misma (infraestructura), aunado a lo anterior, la existencia de varios factores de tipo externo que se deben de considerar, entre los principales cabe destacar los procesos que se relaciona con la modificación de la geometría (erosión, socavación, incisión de un río excavación artificiales, etc.) y los factores antropogénicos.

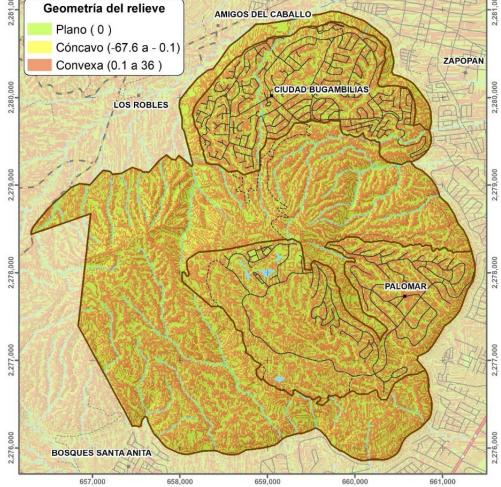
Tabla 29. Asignación de peso a la variable de geometría de laderas

Geometría del relieve	%	Normalización
Cóncava	60	5.34
Convexa	35	3.11
Plana	5	0.4

Fuente: Elaboración IIEG 2017, con base en el Modelo Digital de Elevación, INEGI 2015.

657,000 Geometría del relieve AMIGOS DEL CABALLO Plano (0) Cóncavo (-67.6 a - 0.1) Convexa (0.1 a 36)

Mapa 19. Geometría de relieve presentes en el polígono

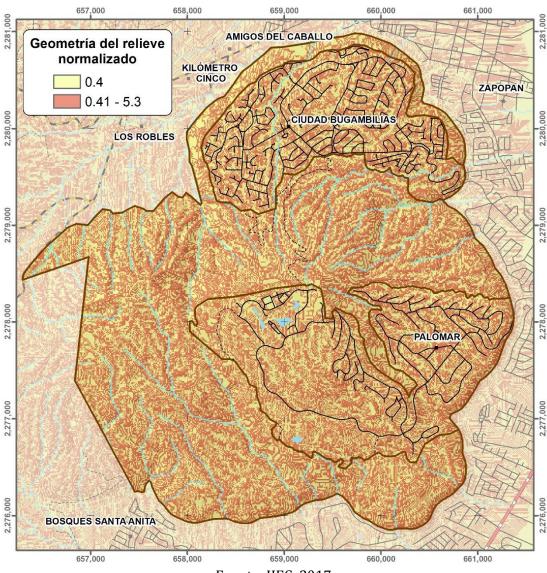


Fuente: Elaboración IIEG 2017, con base en el Modelo Digital de Elevación, INEGI 2015.



Para determinar el mapa de geometría de laderas en el polígono de estudio, se consideraron aspectos físicos como la curvatura de la pendiente, clasificándola en curvatura cóncava y curvatura convexa, cuando el perfil es paralelo a la pendiente e indica la dirección de la pendiente máxima, un perfil con valores negativos indica que la superficie es convexa y la corriente se desacelera. Un perfil con valores positivos indica que la superficie es cóncava y la corriente se acelera y por último clasificamos con valor de cero a los terrenos plano. Véase tabla 29 y mapa 19.

Tomando en cuenta la clasificación de geometría se normalizan los valores conforme al porcentaje correspondiente de 8.9% del peso asignado para calcular la susceptibilidad de laderas inestables. Véase mapas 20.



Mapa 20. Valores normalizados para la variable geometría del relieve.





5) Cobertura de Suelo

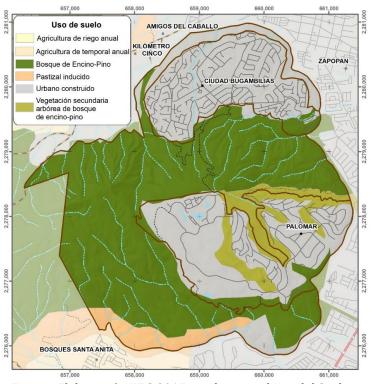
La vegetación natural incide positivamente en mantener la estabilidad superficial del terreno y evitar su degradación ya que las raíces cohesionan las partículas del suelo y disminuyen la disgregación de los niveles superficiales. La presencia de una cobertera vegetal también favorece el drenaje por la absorción del agua superficial del terreno, al tiempo que disminuye el efecto producido por la erosión hídrica. Como contribución negativa, está la producida por el efecto de cuña realizado por algunas raíces al desagregar el suelo, provocando los consiguientes efectos mecánicos en grietas y fracturas. Véase Tabla 30 y mapa21.

Tabla 30. Asignación de peso a la variable de uso de suelo.

Cobertura de suelo	%	Normalización
Urbano	5	0.32
Bosque	5	0.32
Pastizal	10	0.64
Zonas de erosión	65	4.6
Vegetación secundaría	15	0.9

Fuente: Elaboración IIEG 2017, con base en el Uso del Suelo y Vegetación, escala 1: 250,000, Serie VI, INEGI 2016.

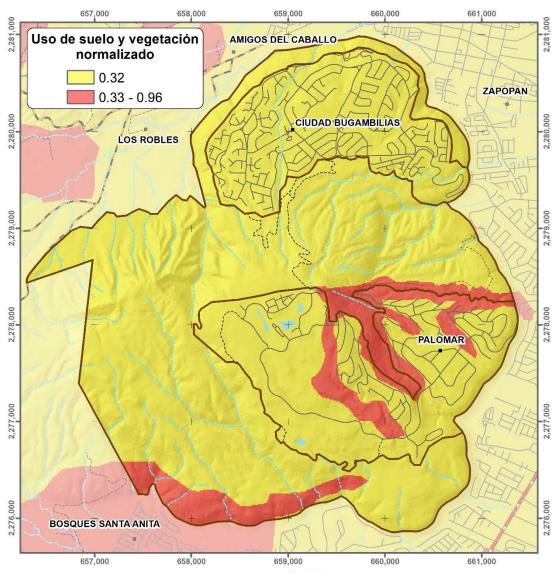
Mapa 21. Uso de suelo y vegetación presentes en el polígono de



Fuente: Elaboración IIEG 2017, con base en el Uso del Suelo y Vegetación, escala 1: 250,000, Serie VI, INEGI 2016.



La cobertura de suelo en el polígono de estudio se compone por el 50.8% de bosque de encino – pino equivalente a 856.4 hectáreas de la superficie total de estudio, el 38.4% corresponde a la cobertura de urbano construido equivalente a 647.1 hectáreas, posteriormente encontramos con el 7.1% la cobertura de vegetación secundaria arbórea de bosque de encino-pino equivalente a 120.5 hectáreas, por último encontramos solo con el 3.5% los pastizales inducidos equivalente a 59.7 hectáreas. Basados en esta cobertura es que se normalizan los valores considerando el porcentaje asignado a esta variable temática que es de 6.4% del peso fijado para calcular la susceptibilidad de laderas inestables. Véase Mapa 22.



Mapa 22. Valores normalizados para la variable uso de suelo y vegetación.

Fuente: IIEG, 2017.



6) Orientación de Pendiente

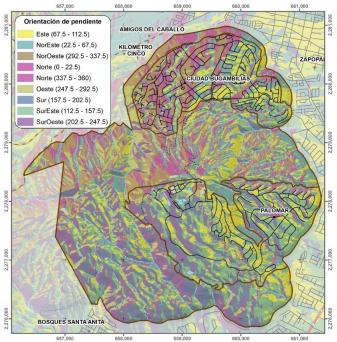
La orientación de la pendiente consiste en identificar la dirección de la pendiente sobre la cual, en caso de un desequilibrio gravitacional nos indicara la orientación de ruptura del terreno. La generación del mapa de orientación se determina asignando valores de azimut (0° a 360°) agrupando en ocho categorías: Este (67.5 - 112.5), NorEste (22.5 - 67.5), NorOeste (292.5 - 337.5), Norte (0 - 22.5), Oeste (247.5 - 292.5), Sur (157.5 - 202.5), SurEste (112.5 - 157.5), SurOeste (202.5 - 247.5) y NorOeste (292.5 - 337.5). Véase tabla 9 y mapa 23.

Tabla 31. Asignación de peso a la variable de orientación de pendiente

Orientación de pendiente	%	Normalización
Este	13	0.76
NorEste	13	0.76
NorOeste	12	0.7
Norte	13	0.76
Oeste	11	0.64
Sur	13	0.76
SurEste	13	0.76
Sur0este	12	0.7

Fuente: Elaboración IIEG 2017, con base en el Modelo Digital de Elevación, INEGI 2015.

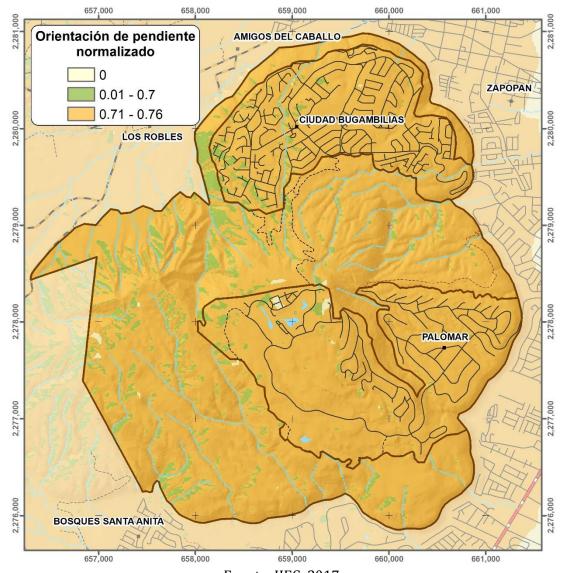
Mapa 23. Orientación de pendiente presentes en el polígono de estudio



Fuente: Elaboración IIEG 2017, con base en el Modelo Digital de Elevación, INEGI 2015.



A partir del mapa de orientación de pendiente se normalizan los valores asignados a la variable temática que es de 5.9 % del peso estipulado para calcular la susceptibilidad de laderas inestables. Véase mapas 24.



Mapa 24. Valores normalizados para la variable de orientación de pendiente.



7) Edafología

La edafología desde el punto de vista geotécnico se conceptualiza como el material sin consolidar que se encuentra sobre el lecho rocoso. Para la ingeniería civil es el material sobre el que se construye y excava, siendo sus propiedades determinantes para el tipo y características de la obra a construirse, el proceso de formación del suelo comienza con la desintegración de la roca madre que está expuesta en la superficie de la corteza terrestre a partir del rompimiento físico y químico ocasionado por las lluvias, el viento, la exposición al sol y la actividad mecánicobiológica de las raíces de las plantas.

En el polígono de estudio el tipo de suelo que presenta mayor superficie es el Regosol con el 94% que equivale a 1,587.6 hectáreas, estos suelos se caracterizan por tener poco desarrollo y no presentar capas muy diferenciadas entre sí. Son suelos claros o pobres en materia orgánica y son muy parecidos a la roca de la que se originan, frecuentemente están asociados a litosoles y con afloramientos de roca y tepetate. Son someros con fertilidad variable, la cual está condicionada a la profundidad y la pedregosidad.

El suelo Feozem se ubica solo con el 5.6% que equivale a 94.8 hectáreas de la superficie total, este tipo de suelo se caracteriza por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes. Son suelos de profundidad variable, cuando se encuentran en terrenos planos son profundos y se utilizan para la agricultura de riego y temporal con rendimientos altos; cuando se localizan sobre laderas o pendientes son menos profundos y presentan la limitante de rocas o cementaciones fuertes, bajo estas condiciones el rendimiento es menor y se erosionan con facilidad.

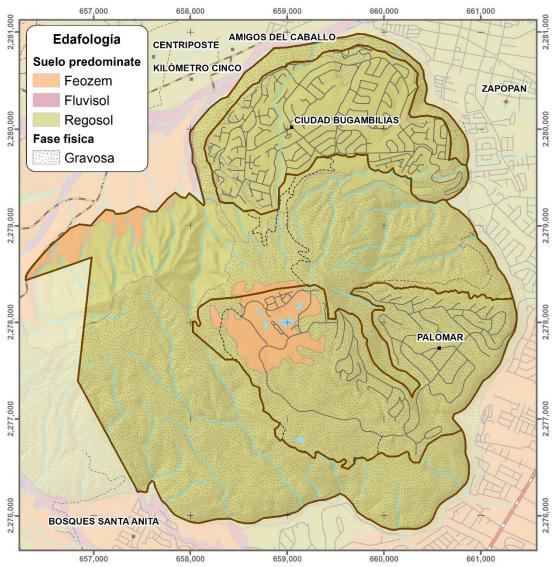
Por último, el suelo Fluvisol con 1.5 hectáreas, estos suelos están desarrollados sobre depósitos aluviales, se caracterizan por estar formados de materiales acarreados por agua y son suelos muy poco desarrollados, medianamente profundos y presentan generalmente estructura débil o suelta. Véase Tabla 32 y Mapa 25

Tabla 32 Asignación de peso a la variable de edafología

Edafología	%	Normalización
Feozem	20	0.88
Fluvisol	30	1.32
Regosol	50	2.2

Fuente: Elaboración IIEG 2017, con base en la carta edafología 1: 50,000, INEGI. 1973-74. Digitalizado por IIEG, 2016.



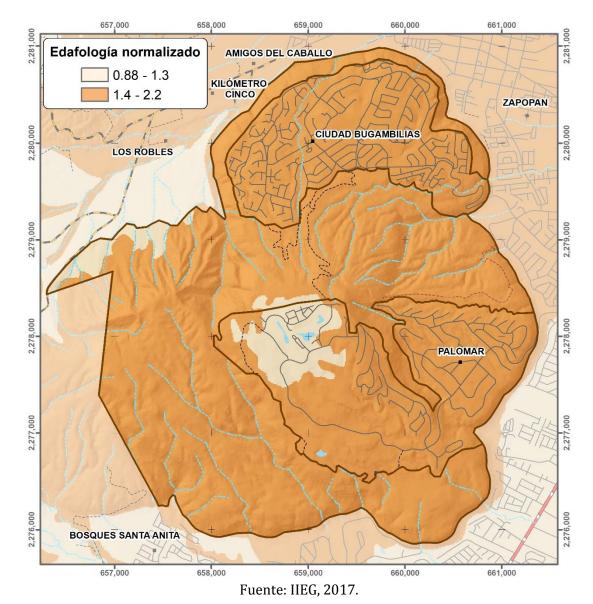


Mapa 25. Edafología presente en el polígono de estudio

Fuente: Elaboración IIEG 2017, con base en la carta edafología 1: 50,000, INEGI. 1973-74. Digitalizado por IIEG, 2016.

Con base en el mapa de edafología se normalizan los valores asignados a la variable temática con 4.4 % del peso estipulado para calcular la susceptibilidad de laderas inestables. Véase mapa 26.





Mapa 26. Valores normalizados para la variable de edafología

8) Peligro a laderas Inestables (Susceptibilidad)

En el caso probable que exista inestabilidad o movimiento de una masa de terreno deben de intervenir y modificarse de forma conjunta varios factores, estos factores se conceptualizan como constantes en el análisis por tener poca variabilidad a lo largo del tiempo, los factores que determinan el grado de peligro en el análisis multicriterio son: geología, pendiente del terreno, densidad de disección, profundidad de disección, geometría del relieve, cobertura de suelo, orientación de pendiente y edafología, estas variable o factores condicionarían el tipo de rotura y su mecanismo.

El mapa de peligro a laderas inestable (susceptibilidad) se concibe relacionando las variables normalizadas antes mencionadas en una suma de mapas algebraico donde la



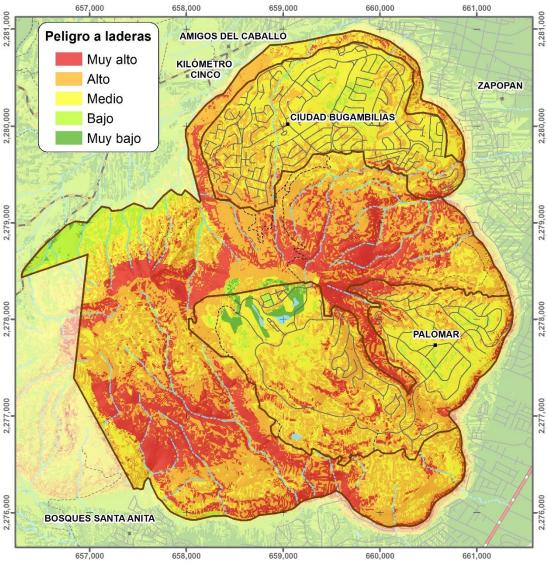
información procesada desde el punto de vista vectorial y asignando los valores ponderados para cada variable analizada utilizando el método multicriterio, procesada la información y utilizando el mismo espacio geográfico, obtenemos nuevas variables que tienen la cualidad de normalizarse en valores continuos y convertidas en formato raster, pues estas, por su estructura regular y su características inherentes son mucho más adecuado para plantear operaciones matemáticas.

La representación raster nos permite análisis de las variables mediante el método de "superposición de raster", en donde cada celda de cada una de las variables hace referencia a la misma posición geográfica, esto lo hace apta para la combinación aritmética en particular el operador de suma, esta operación tiene el enfoque de clasificar los valores de atributos según la adecuación numérica, para luego sumarlos y de esta manera determinar el grado de peligro a laderas inestable utilizando 5 rangos.

En el área de estudio del polígono del cerro El Tajo, identificamos zonas de peligro con intensidades muy alto 375.6 hectáreas (22.3% superficie total), intensidad alto 693.7 hectáreas (41.1% superficie total), intensidad medio 539.4 hectáreas (32% superficie total) e intensidades bajas 75.1 hectáreas (4.3% superficie total). Véase mapa 27.

De la misma manera, si analizamos el comportamiento de las intensidades identificadas solo en el polígono determinado como "Área Natural" con una superficie total de 998.3 hectáreas, en primer orden ubicamos las laderas con intensidad a peligro alto con 450.8 hectáreas equivalente al 45.1% de la superficie total, posteriormente encontramos intensidades muy alto con 329.9 hectáreas equivalente a 33%, intensidades a peligro medio con 178.8 hectáreas equivalente a 17.9% y a peligro bajo solo 3.8 hectáreas.





Mapa 27. Susceptibilidad a laderas inestable en el polígono de estudio

Fuente: IIEG, 2017.

X. Actividades de Restauración y Recuperación

Derivado de la caracterización del medio biótico y abiótico, de las visitas de campo y considerando el artículo 64 C de la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente que señala que para el caso de zonas que circunden con un área natural protegida, el programa de recuperación ambiental deberá considerar exclusivamente acciones compatibles con el decreto que establece el área natural protegida y con su programa de manejo o de aprovechamiento, considerando lo anterior se proponen las siguientes estrategias y acciones para recuperar y conservar la calidad de los servicios y bienes ambientales relacionados con el agua, el suelo y la flora, principalmente.

De las "Estrategias" señaladas en este apartado se derivarán los "Ejes Estratégicos" y posteriormente se diseñarán las "Acciones" correspondientes. A estas acciones se les asignará una clave alfa numérica, misma que aparecerá como medida de recuperación en cada predio, según sea el caso.

Ejes Estratégicos y Acciones:

A. Conservación de suelo y agua:

- 1. Obras de conservación suelo (Ejem: Presa de gaviones y barrera de piedra, etc.). **A1**
- 2. Escarificación de suelos. A2
- 3. Fertilización de suelos. A3
- 4. Incorporar coberturas vegetales. A4
- 5. Retiro de infraestructura abandonada, planchas de cemento o pisos artificiales. **A5**
- 6. Estabilización de suelos en pendientes cóncavas. A6

B. Protección de drenes naturales:

- 1. Identificar escurrimientos impactados. **B1**
- 2. Sanear escurrimientos. B2
- 3. Rectificar drenes modificados. B3
- 4. Recuperar cauces naturales. **B4**

C. Recuperación de topografía:

1. Rehabilitación de topografía natural (Ejem: Bermas, terrazas, contra taludes, etc.). **C1**

D. Rehabilitación de la flora y fauna original:

- 1. Retirar especies de flora de carácter invasivo (ejem. *Ricinus communis y Nicotiana glauca*). **D1**
- 2. Sustituir especies arbóreas que no corresponden a la vegetación de las ANP's contiguas. **D2**
- 3. Aplicar tratamientos preventivos y correctivos para controlar plagas y enfermedades en la vegetación de los predios de estudio. **D3**
- 4. Implementar programas de reforestación con especies propias del ecosistema original de los predios. **D4**
- 5. Implementar acciones que permitan la aparición y conservación del sotobosque. **D5**



- 6. Incrementar la diversidad de flora proveedora de alimentación para la fauna. **D6**
- 7. Controlar a las especies de fauna exótica, doméstica o catalogadas como problemáticas. **D7**

E. Limpieza de los predios que presenten residuos:

1. Recolección, Clasificación, Valorización y Disposición final de residuos. E1

Tabla 9. Asignación de acciones de recuperación ambiental para cada predio.

Id Predio	Acciones
1) Polígono Área Natural	A1, A2, A3, A4, A5, A6, B1, B2, B3, B4, C1, D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, E1
2) Polígono Bugambilias	B1, B2, B3, B4, A3, D3, D7, E1
3) Polígono el Palomar	B1, B2, B3, B4, A3, D3, D7, E1

Fuente: Elaboración propia.

Los responsables de llevar a cabo las acciones para la recuperación ambiental serían los que promuevan el decreto, es decir, en este caso recaería la responsabilidad en el Gobierno del Estado, quien con recursos propios de la partida que la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (SEMADET) asigne a la Dirección General de Áreas Naturales Protegidas y Sustentabilidad, se haría cargo de la implementación de las acciones establecidas en la tabla anterior.

Los plazos necesarios para ejecutar el Programa de Recuperación Ambiental, de acuerdo con cada Eje Estratégico, se señalan a continuación:

Tabla 10. Plazos para ejecutar el Programa de Recuperación Ambiental.

	Plazo			
Eje Estratégico	Corto	Mediano	Largo	Permanente
	1 año	3 años	5 años	
Conservación de suelos y superficies de	X	X	X	X
infiltración				
Protección de drenes intermitentes y	X			X
perennes				
Recuperación de topografía	X	X		X
Rehabilitación de la flora y fauna original		X	X	X
Limpieza de los predios que presenten	X			X
residuos				

Fuente: Elaboración propia.



Propuesta de Conservación y Manejo

Una vez que el Ejecutivo del Estado de Jalisco publica en el Diario Oficial la Declaratoria como Zona de Recuperación Ambiental, deben implementarse a la brevedad las acciones específicas propuestas para propiciar el retorno y rescate de las condiciones biológicas y ambientales originales, de tal manera que se fije el rumbo y se transite hacia el cumplimiento de los objetivos planteados.

En virtud del alcance y el tiempo de conclusión de algunas medidas, es difícil calendarizar la fecha en la que se defina que el o los predios están recuperados en su funcionalidad ecosistémica. En todo caso, se debe hablar del diseño y operación de un Programa de Conservación y Manejo, desde el momento mismo de la Declaratoria cuya responsabilidad podría recaer en alguna de las siguientes alternativas:

- a) Las áreas técnicas operativas de la SEMADET, coordinadas con los Ayuntamientos; operaría con recursos mixtos (Gobierno del Estado y Ayuntamientos). A partir de esta estrategia se diseñarían las acciones de recuperación, conservación y uso sustentable de la zona.
- b) Un Organismo de la Sociedad Civil con experiencia probada en temas de recuperación de áreas degradadas y en consecución de recursos, quien no tendría problema en interpretar y ejecutar las acciones de recuperación, conservación y uso sustentable de la zona. Lo anterior mediante acuerdos de Coordinación con la SEMADET y los municipios.

En atención a lo estipulado en la fracción VII del artículo 64 D de la LEEEPA, donde se requiere manifestar dentro del Programa de Recuperación Ambiental, *el manejo integral que se dará al área, una vez que se considere plenamente restaurada, priorizando siempre la conservación.*

Al respecto, se pretende que, llegado el momento de la recuperación ambiental de los predios, se lleven a cabo las medidas necesarias para mantener las condiciones ambientales de los mismos y de inmediato iniciar las gestiones correspondientes para incorporarlo al polígono decretado como Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera (APFFLP). De esta manera, se fortalecería el instrumento de protección y se acrecentarían las estrategias de gestión y aprovechamiento sustentable de los predios decretados.



XI. Conclusiones

En el cerro el Tajo se definieron tres polígonos, dos son urbanos, uno de ellos se nombra el Palomar y otra zona urbana representada con el polígono Bugambilias. El tercer polígono con 998 hectáreas se le ha llamado área natural protegida porque puede ser por sí esa categoría o incluyendo los primeros dos polígonos se puede considerar zona de recuperación ambiental porque implica incluir zonas urbanas y realizar en ellas tareas como identificar escurrimientos impactados, sanear escurrimientos, rectificar drenes modificados, recuperar cauces naturales.

En caso de separar los tres polígonos, con el polígono uno, se podría plantear un área natural protegida, con la categoría de área estatal de protección hidrológica, motivada en "proteger y restaurar zonas de especial importancia por su valor hidrológico y forestal, que constituyan fuentes de servicios" esto sustentado en los artículos 43 y 44 de la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Jalisco.

El cerro El Tajo colinda con el polígono del Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera (APFFLP) y conforman un continuo; desde el punto de vista de la geomorfología son un lomerío volcánico, con un clima semicálido subhúmedo y bosques de encino y de encino-pino. Esta continuidad ambiental da la oportunidad para que el cerro El Tajo se proteja y se declare zona de recuperación ambiental o área natural protegida estatal.

La importancia hidrológica y forestal y los servicios que presta el cerro el Tajo, empiezan con la presencia de los bosques localizados en los puntos más altos mientras que en los sitios en donde estos fueron talados, se localiza la vegetación secundaria, la ruderal, la agricultura y el suelo urbano; se observa que la mayor parte de las áreas que presentan vegetación secundaria se localizan cerca o dentro de las zonas urbanas o próximas a zonas agrícolas, en el cerro el Tajo el 25.5% del bosque del polígono uno se ha convertido de manera directa a urbano en los último 18 años (1999-2017). Mientras que apenas un 2% se ha cambiado por vegetación secundaria o suelos desmontados sin usarse de inmediato en urbano.

Uno de los principales servicios que presta el área a la conservación de la biodiversidad es proteger la presencia de diferentes especies de mamíferos como la zorra gris, coyotes, venados cola blanca, tlacuaches, zorrillos y mapaches, detectados en 2017 por la fototrampa El Palomar, esta presencia da cuenta de la continuidad de la biodiversidad del cerro El Tajo con el Bosque de la Primavera.

En la zona de estudio existe indefinición de límites municipales, así como diferencias significativas en seis instrumentos de planeación hoy discordantes entre sí, por lo que una tarea a realizar es la delimitación y demarcación de límites municipales a cargo del Congreso del Estado de Jalisco, lo cual debe permitir sin lugar a dudas que cada municipio delimite perfectamente el territorio sobre el que ejerce jurisdicción y se evite que las confusiones se aprovechen para intentar la urbanización.

El régimen de incendios forestales en el área de estudio, indica que estos deberían ser más frecuentes y menos severos, dado que esto no ha ocurrido en los últimos años la



acumulación de biomasa forestal podría presentar un incendio severo generando amplias zonas de suelo desnudo y como ocurre en estos sitios dar paso a la urbanización contraviniendo la legislación forestal vigente.

En el área de estudio se identifican zonas de peligro a remoción de masa, el 63% de la superficie presenta intensidades de peligro clasificables como muy alto y alto, por lo que no debería de removerse el suelo ni alterar la topografía natural del sitio a expensas de generar condiciones de riesgo y vulnerabilidad en colonias y asentamientos aguas abajo.

Sí se justifica la declaratoria de zona de recuperación ambiental o área natural protegida de carácter estatal porque:

- 1. EL polígono del cerro El Tajo aún presta el servicio de conservación de la biodiversidad y estabilidad de laderas.
- 2. Se encuentra documentada la amenaza a que está sometido el polígono 1, respecto a usos del suelo no compatibles con los servicios ambientales prioritarios para la ciudad.

El Decreto disminuye la presión a la que están siendo sometidos, pues se asegura jurídicamente que todos los actos y convenios relativos a la propiedad, posesión o cualquier otro derecho relacionado con bienes inmuebles ubicados en la zona de recuperación ambiental quedarán sujetas a lo previsto en la declaratoria, en este caso asegurar la conservación, protección, restauración y recuperación de las condiciones de la biodiversidad y de estabilidad de laderas en una zona considerada de alto riesgo geológico.



XII. Bibliografía

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/litologia/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.

Diario El Informador, diferentes fechas.

Diario oficial de la federación, (21 de diciembre de 2015). 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.

Gobierno del Estado de Jalisco. (2015). Estudio Técnico Justificativo Área Estatal de Protección Hidrológica Bosque Colomos-La Campana. Periódico Oficial, Número 12, sección IV.

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.

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. (2004). Guías para la Interpretación de Cartografía. Edafología. Aguascalientes, México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía - 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

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

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.

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.

Loeza-Corichi, A., C. Rivera-Duifhuis, C. F. Barrera-Sánchez, (2006). *Actualización del listado herpetofaunístico del Bosque La Primavera.*

Nacional Forestal. Guadalajara, Jal., México.

Plan Parcial de Desarrollo Urbano de Guadalajara.

Plan Parcial de Desarrollo Urbano de Zapopan.

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 Desarrollo Urbano de Guadalajara.

Programa de Desarrollo Urbano de Zapopan.

Reportes de monitoreo del Bosque La Primavera.



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.

Sistema de Consulta de Diversidad en Espacios Verdes Urbanos del Instituto de Información Estadística y Geográfica del Estado de Jalisco.

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.

Referencias

http://bosquelaprimavera.com/

http://www.fao.org.

http://incendios.semadet.jalisco.gob.mx/

https://glosarios.servidor-alicante.com/geologia/depositos-aluviales-aluviones



XIII. Anexos

- 1. Coordenadas de cada vértice
- 2. Cartografía temática

Índice de Figuras, Gráficos, Imágenes, Mapas y Tablas

Figura 1. Esquema de transición de una clase de cobertura a otra	29
Figura 2. Sumatoria de áreas incendiadas del período comprendido de 1998 a 201	
Gráfico 1. Número de incendios y superficie afectada dentro del área de estudio, p	or
municipio	
Gráfico 2. Número de incendios y superficie afectada dentro del área de estudio, p	or año
Gráfico 3. Causas de los incendios forestales ocurridos en el área de estudio	47
Imagen 1. Zorra gris (<i>Urocyon cinereoargenteus</i>),	40
Imagen 2. Venado cola blanca (Odocoileus virginianus)	40
Imagen 3. Zorrillo encapuchado (Mephitis macroura)	41
Imagen 4. Tlacuache (Didelphis virginiana),	41
Imagen 5. Coyote (Canis latrans),	42
Imagen 6. Mapache(Procyon lotor)	42
Mapa 1. Mapa base de la zona de recuperación ambiental cerro El Tajo	
Mapa 2. Unidades de Gestión Ambiental	
Mapa 3. Unidades de gestión ambiental del POET Zapopan	
Mapa 4. Unidades de gestión ambiental del POEL Tlajomulco de Zúñiga	
Mapa 5. Sobreposición entre ordenamientos ecológicos locales	
Mapa 6. Áreas de crecimiento, susceptibles a urbanización	
Mapa 7. Zonificación de PPDU de Zapopan y Tlajomulco	
Mapa 8. Coberturas del suelo del área de estudio en el año 1999	
Mapa 9. Coberturas del suelo del área de estudio en el año 2016	
Mapa 10. Localización de incendios Forestales 2005-2017	
Mapa 11. Geología, roca predomínate en el polígono de estudio	
Mapa 12 .Valores normalizados para la variable geológica	
Mapa 13. Modelo de pendiente en el cerro El Tajo	
Mapa 14. Valores normalizados para la variable pendiente cerro El Tajo	
Mapa 15. Densidad de disección presentes en el polígono de estudio	
Mapa 16. Valores normalizados para la variable densidad de disección	
Mapa 17. Disección vertical presentes en el polígono de estudio	
Mapa 18. Valores normalizados para la variable disección vertical	
Mapa 19. Geometría de relieve presentes en el polígono	
Mapa 20. Valores normalizados para la variable geometría del relieve	
Mapa 21. Uso de suelo y vegetación presentes en el polígono de	
Mapa 22. Valores normalizados para la variable uso de suelo y vegetación	64



Mapa 23. Orientación de pendiente presentes en el polígono de estudio	65
Mapa 24. Valores normalizados para la variable de orientación de pendiente	66
Mapa 25. Edafología presente en el polígono de estudio	68
Mapa 26. Valores normalizados para la variable de edafología	69
Mapa 27. Susceptibilidad a laderas inestable en el polígono de estudio	71
Tabla 1. Hectáreas por municipio de acuerdo a cada polígono del cerro El Tajo	5
Tabla 2. Colindancia de colonias y municipios con respecto al polígono del cerro El Tajo	o5
Tabla 3. Unidades de gestión ambiental del POET Zapopan	9
Tabla 4. Unidades de gestión ambiental del POEL Tlajomulco de Zúñiga	
Tabla 5. Superficie de la zona con PDU	
Tabla 6. Clases de coberturas del suelo en el área de estudio	
Tabla 7. Coberturas del suelo en el área de estudio para el año 1999	19
Tabla 8. Coberturas del suelo para cada zona del área de estudio en el año 1999	
Tabla 9. Coberturas del suelo en el área de estudio para el año 2016	22
Tabla 10. Coberturas del suelo para cada zona del área de estudio para el año 2016	22
Tabla 11. Matriz de cambio 1999-2016 (valores de superficie en hectáreas)	25
Tabla 12. Matriz de cambio 1999-2016 para la zona de recuperación ambiental (valore	es.
de superficie en hectáreas)	26
Tabla 13. Superficie, cambio y tasa de cambio para el área de estudio de 1999-2016	27
Tabla 14. Superficie, cambio y tasa de cambio para el polígono de la zona de recuperaci	ión
ambiental de 1999-2016	27
Tabla 15. Matriz de transición en porcentaje entre los años 1999-2016 para el área de	
estudio	
Tabla 16. Matriz de transición en porcentaje entre los años 1999-2016 para el polígono	
la zona de recuperación ambiental	28
Tabla 17. Especies florísticas del Bosque La Primavera	31
Tabla 18. Hongos en el Bosque La Primavera	32
Tabla 19. Fauna potencial en el cerro El Tajo	34
Tabla 20. Herpetofauna	35
Tabla 21. Aves	35
Tabla 22. Mamíferos	39
Tabla 23. Importancia de variables temáticas relacionadas con la susceptibilidad de	
laderas inestables	
Tabla 24. Asignación de peso a la variable geológica	51
Tabla 25. Clasificación de ángulos de pendiente para mapas geomorfológico	54
Tabla 26. Asignación de peso a la variable pendiente	
Tabla 27. Asignación de peso a la variable densidad de disección	
Tabla 28. Asignación de peso a la variable disección vertical	59
Tabla 29. Asignación de peso a la variable de geometría de laderas	
Tabla 30. Asignación de peso a la variable de uso de suelo	
Tabla 31. Asignación de peso a la variable de orientación de pendiente	
Tabla 32. Asignación de peso a la variable de edafología	67

