



**PROTECCIÓN  
AMBIENTAL**  
¡VIVE LA TRANSFORMACIÓN!

# **PROGRAMA MUNICIPAL DE PROTECCIÓN AMBIENTAL**

**2024-2027**

## Contenido

Introducción.....	5
Marco conceptual.....	5
Marco jurídico.....	6
Misión.....	6
Visión.....	6
Alcance.....	6
Objetivo general.....	6
Objetivos específicos.....	6
Estrategia del programa municipal.....	7
Capitulo I. Caracterización Municipal.....	7
Delimitación y validación del área de estudio.....	7
Capitulo II. Diagnóstico.....	18
Trámites y servicios municipales en materia ambiental.....	19
Mantenimiento de árboles.....	19
Atención a denuncias ciudadanas en materia ambiental.....	20
Visto bueno en materia ambiental.....	20
Diagnóstico por temáticas.....	20
Aire.....	26
Suelo.....	37
Recursos Naturales.....	44
Sensibilización y educación ambiental.....	44
Normatividad local.....	45
Biodiversidad.....	46
Capitulo III. Estrategias.....	46
1. Estrategia de reforestaciones en zonas urbanas y rurales del municipio.....	46
Objetivo general.....	46
Objetivos específicos.....	46
Estrategias.....	46
Actividades.....	47
Indicador.....	47
Líneas de acción.....	47
Cronograma de actividades.....	48

2. Estrategia para el control y saneamiento de la plaga <i>Tillandsia recurvata</i> (heno motita) . . .	48
Objetivo general. ....	48
Objetivos específicos. ....	48
Estrategias. ....	48
Actividades. ....	49
Indicador. ....	49
Líneas de acción. ....	49
Cronograma de actividades. ....	50
3. Estrategia para el manejo integral de los residuos sólidos urbanos. ....	50
Objetivo general. ....	50
Objetivos específicos. ....	50
Estrategias. ....	51
Actividades. ....	51
Indicador. ....	51
Líneas de acción. ....	52
Cronograma de actividades. ....	53
4. Estrategia de problemática ocasionada por la plaga del picudo negro en palmas datileras. ....	53
Objetivo general. ....	53
Objetivos específicos. ....	53
Estrategias. ....	53
Actividades. ....	54
Indicador. ....	54
Líneas de acción. ....	54
Cronograma de actividades. ....	55
5. Estrategia de sensibilización y concientización en materia de educación ambiental y del desarrollo sustentable. ....	55
Objetivo. ....	55
Objetivo específico. ....	55
Estrategias. ....	55
Actividades. ....	56
Indicador. ....	56
Líneas de acción. ....	56
Cronograma de actividades. ....	57

6. Estrategia de Mitigación y Adaptación ante el Cambio climático.....	57
Objetivo general.....	57
Objetivo específico.....	57
Estrategias.....	57
Actividades.....	58
Indicador.....	58
Líneas de acción.....	58
Cronograma de actividades.....	59
Acciones que se implementarán para cumplimiento de estrategias.....	59
Capitulo IV. Anexos.....	60
Componente natural.....	60
Componente socioeconómico y cultural.....	85
De la población y aspectos demográficos.....	85
De los aspectos económicos.....	88
De la calidad del agua.....	94
Resultados de los parámetros medidos en campo.....	94
Indicadores de Calidad del Agua.....	95
De las actividades realizadas en la temática biodiversidad.....	97
Actividades de saneamiento, heno motita.....	97
Actividades de monitoreo, picudo negro.....	99
De los trámites y servicios municipales en materia ambiental.....	100
De la alineación del programa al Plan Municipal de Desarrollo 2024-2027.....	100
Plataforma Estratégica.....	100
Del monitoreo y evaluación del programa.....	101
Evaluación alineada a la Agenda Común.....	101

## Introducción.

El Programa Municipal de Protección Ambiental, está conformado por un total de 6 subprogramas, cuya implementación permitirá dar cumplimiento a cada una de las metas generales establecidas para la atención y seguimiento de diversos aspectos identificados como áreas de oportunidad en materia ambiental. La Administración Municipal de Tula de Allende, a través de la Dirección de Protección Ambiental, es responsable de dar cumplimiento a cada una de las actividades señaladas en el presente Programa, conforme a la planeación propuesta, su actualización dependerá de las necesidades detectadas durante la implementación.

La política sectorial de sostenibilidad tiene como propósito lograr un equilibrio entre el desarrollo económico, el desarrollo social y el cuidado del medio ambiente, por lo que el municipio de Tula de Allende, a través del *Acuerdo 6. Cuidado del Medio Ambiente del Plan Municipal de Desarrollo 2024-2027*, promueve la sostenibilidad ambiental mediante la protección y conservación de los recursos naturales, así como en la restauración medioambiental, la mitigación de los efectos del cambio climático, la fomentación de una gestión adecuada de residuos, y garantizar un uso responsable de los recursos; implementando acciones como la reforestación, el fortalecimiento de la educación ambiental y la regulación de actividades que impacten negativamente el entorno.

El presente Programa Municipal de Protección Ambiental, sus objetivos y líneas de acción derivan del diagnóstico ambiental elaborado y alineadas al Plan Municipal de Desarrollo 2024 – 2027. De igual manera, se proponen acciones en conjunto con las diferentes instituciones y órdenes de gobierno para poder permitir el cumplimiento de las metas y objetivos del Programa, tomando en cuenta los recursos financieros disponibles y las necesidades particulares de la población.

Con el fin de cumplir con los objetivos y metas planteadas, el Programa será evaluado con base a resultados e indicadores de cumplimiento, para seleccionar, perfeccionar y desarrollar correcciones; así como con sus respectivos informes que permitan medir los logros del Programa y ayuden a identificar e integrar necesidades adicionales.

La solución a los problemas ambientales implica una corresponsabilidad entre la sociedad y las autoridades, un esfuerzo compartido cuyas acciones se complementen entre sí para obtener los mecanismos más adecuados y audaces, en los cuales se mantenga un ritmo que permita resultados en el corto, mediano y largo plazo.

## Marco conceptual.

En este tema conceptual la dirección retoma los principios y lineamientos estratégicos para interpretar y aplicar la política ambiental del Municipio.

Acciones que se han hecho realidad, con el crecimiento poblacional en áreas de ecosistemas frágiles como son la alteración por impactos a los recursos naturales en sus componentes suelo, agua, aire, flora y fauna, para contrarrestar estas acciones se realizan los planes de trabajo propuestos.

El Programa Municipal para la Protección al Ambiente representa el sentir y las aspiraciones de la sociedad por el respeto a la naturaleza.

## **Marco jurídico.**

Corresponde al Municipio, en el ámbito de su competencia que le confiere la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y la Ley para la Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo, formular y conducir la Política Ambiental Municipal y que conforme a las atribuciones corresponderá a la Dirección de Protección Ambiental elaborar y aplicar los programas ecológicos municipales que deberán aplicarse en la conducción de dicha política.

## **Misión.**

Asegurar la sustentabilidad ambiental mediante la participación responsable de los habitantes de Tula de Allende en el cuidado, la protección, la preservación y el aprovechamiento racional de la riqueza natural del municipio, logrando así afianzar el desarrollo económico y social sin comprometer el patrimonio natural y la calidad de vida de las generaciones futuras.

## **Visión.**

Hacia el 2037, los habitantes de Tula de Allende vemos a un pueblo con un desarrollo sustentable en el que existe una cultura de respeto, conservación, preservación y restauración del medio ambiente, logrando los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la Restauración Ecológica del Área de Influencia de la Presa Endhó.

## **Alcance.**

El presente Programa, es aplicable en todo el territorio municipal, siendo la Dirección de Protección Ambiental de la Administración Municipal de Tula de Allende, Hidalgo la responsable de su implementación, seguimiento y actualización. Las estrategias y líneas de acción contenidas en él están enfocadas a promover la participación de los diferentes sectores y la población en general en el cuidado del medio ambiente y los recursos naturales presentes en el municipio; así como a establecer mecanismos de coordinación con otras dependencias para colaborar en la implementación de medidas regulatorias para aquellas actividades que, debido a sus características sean consideradas de competencia Estatal o Federal.

## **Objetivo general.**

Alcanzar a través de la elaboración y aplicación de instrumentos normativos y de programas, un desarrollo que permita la sustentabilidad del territorio con un enfoque metropolitano, con la corresponsabilidad entre los diferentes sectores, la sociedad y las autoridades.

## **Objetivos específicos.**

1. Preservar y restaurar el equilibrio ecológico y la protección al ambiente en el Municipio;
2. Regular y promover el manejo integral y sustentable de los recursos naturales básicamente en aquellos que han sido rebasados los límites de su ecosistema y conservar, proteger y aprovechar, en el ámbito de su competencia;
3. Regular y establecer el manejo integral de los residuos sólidos urbanos dentro del territorio Municipal;
4. Elaborar diseñar y promover la actualización del Reglamento Municipal para la Protección al Medio Ambiente de Tula de Allende, Hidalgo;
5. Elaborar, diseñar y promover el decreto del Ordenamiento Ecológico del Municipio; y

- Promover, gestionar y concertar la participación social, a través del impulso y fortalecimiento de acciones de sensibilización, concientización y la difusión de la educación ambiental.

### **Estrategia del programa municipal.**

Promover el desarrollo ordenado y sustentable, dentro de las políticas públicas que se implementen, que permitan por un lado la participación ciudadana y de los diferentes sectores productivos y de servicios; y por otra la protección y cuidado del medio ambiente.

## **Capítulo I. Caracterización Municipal.**

### **Delimitación y validación del área de estudio.**

Para la delimitación del área de estudio del presente instrumento se utilizará el límite municipal de Tula de Allende del marco geostadístico 2018 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

De acuerdo con el límite municipal del marco geostadístico, Tula de Allende cuenta con una superficie de 33,586 ha, lo que constituye el 1.61% del territorio estatal. Se localiza al suroeste del territorio hidalguense en el denominado Valle del Mezquital. Sus coordenadas extremas son 20°10'12.554"N, 99°31'7.862"O y 19°55'48.571"N, 99°15'16.432"O. Tiene una altitud que oscila entre 2100 y 2700 msnm, localizándose las zonas de mayor altitud al extremo norponiente del municipio. Colinda al norte con los municipios de Chapantongo, Tepetitlán y Tezontepec de Aldama, al este con los municipios de Tlaxcoapan, Atitalaquia y Atotonilco de Tula, al sur con el municipio de Tepeji del Río y al oeste con los municipios mexicanos de Soyaniquilpan de Juárez y Jilotepec.

Tula de Allende es además el municipio central de la zona metropolitana de Tula, integrada también por los municipios de Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Tlahuelilpan y Tlaxcoapan.



*Localización del municipio de Tula de Allende, Hidalgo. Tomado de GeoEcoSphera S.C.*

### **Contaminación de acuíferos.**

El acuífero Valle del Mezquital presenta límites máximos permisibles de concentraciones de sodio, arsénico, nitratos, sulfatos, trihalometanos y sustancias activas al azul de metileno (SAAM), que corresponde a jabones y detergentes (DOF, 2016b). Esto se debe posiblemente a la cantidad de población asentada dentro de los límites del acuífero; de acuerdo con datos vectoriales de (INEGI, 2018) el municipio de Tula de Allende comprende 46 localidades en el acuífero con 6, 401 habitantes.

No se detectaron concentraciones de ningún plaguicida ni de compuestos semivolátiles, volátiles, hormonas y fenoles. De los 224 compuestos emergentes analizados, fueron detectados 30, sin embargo, no exceden los límites máximos permisibles establecidos por la norma referida.

Mientras que en el acuífero Tepeji del Río las concentraciones de los diferentes iones y elementos no sobrepasan los límites máximos permisibles establecidos por la “Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud Ambiental. Sin embargo, la concentración de fluoruros rebasa el límite máximo permisible por la norma; y con respecto a los análisis bacteriológicos se detectaron coliformes totales en el agua de un manantial, por lo que es posible que se deba a una fuente de contaminación puntual, relacionada con la descarga de aguas negras (DOF, 2016a). De acuerdo con datos vectoriales (INEGIA, 2018) en este acuífero no se localizan localidades en el municipio de Tula de Allende.

### **Zonas de veda.**

#### **Valle del Mezquital.**

El acuífero Valle del Mezquital pertenece al Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México y es jurisdicción territorial de la Dirección Local en Hidalgo. Su territorio se encuentra parcialmente vedado mediante cuatro decretos de veda. Las porciones centro y norte del acuífero están sujetas a las disposiciones del “Decreto por el que se declara de utilidad pública el establecimiento del Distrito de Riego de Alfajayucan, Chilcuautla, Ixmiquilpan y Tasquillo, Hgo.”, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 13 de febrero de 1976; en la porción sureste y suroeste rige el “Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en la superficie comprendida dentro de los límites geopolíticos del Estado de México, que no quedaron en las vedas impuestas mediante Decretos Presidenciales de 7 de diciembre de 1949, 21 de julio de 1954, 10 de agosto de 1965 y 14 de abril de 1975 y Acuerdo Presidencial de 11 de julio de 1970”; publicado en el DOF el 10 de julio de 1978; ambas vedas se clasifican como tipo II en las que la capacidad de los mantos acuíferos sólo permite extracciones para usos domésticos. Una pequeña porción al sureste del acuífero se encuentra sujeta al “Decreto que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona conocida por Cuenca o Valle de México”, publicado en el DOF el 19 de agosto de 1954, y el “Decreto que establece por tiempo indefinido en la región inmediata a la población de Zumpango, Méx., veda para la construcción de alumbramientos de aguas subterráneas, sea mediante norias o pozos profundos”, publicado en el DOF el 22 de diciembre de 1949; estas vedas se clasifican como tipo I, en las que no es posible aumentar las extracciones sin peligro de abatir peligrosamente o agotar los mantos acuíferos.

La porción no vedada del acuífero Valle del Mezquital, clave 1310, se encuentra sujeta a las disposiciones del “Acuerdo General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento en las porciones no vedadas, no reglamentadas o no sujetas a reserva de los 175 acuíferos que se indican”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013. A través de este

acuerdo en dicha porción del acuífero no se permite la perforación de pozos, la construcción de obras de infraestructura o la instalación de cualquier otro mecanismo que tenga por objeto el alumbramiento o extracción de las aguas nacionales del subsuelo, sin contar con concesión o asignación otorgada por la Comisión Nacional del Agua, quien la otorgará conforme a lo establecido por la Ley de Aguas Nacionales, ni se permite el incremento de volúmenes autorizados o registrados previamente por la autoridad, sin la autorización previa de la Comisión Nacional del Agua, hasta en tanto se emita el instrumento jurídico que permita realizar la administración y uso sustentable de las aguas nacionales del subsuelo.

### De la biodiversidad.

El intento por cuantificar las especies presentes en el país sigue siendo una tarea complicada ya que existen regiones sin explorar o bien las revisiones de grupos han sido lentas comparadas con la destrucción de su hábitat (Rzedowski, 1991). Por lo tanto, los estudios regionales o estatales son de vital importancia para el incremento del conocimiento sobre la biodiversidad (Espejo-Serna *et al.*, 2004).

Para tener un panorama de la riqueza y distribución de especies en el municipio, se analizaron los datos del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

A partir de los datos obtenidos, se tiene que en el municipio un total de 444 especies, de las que 256 corresponden a especies florísticas, los 188 restantes corresponden a especies animales, distribuyéndose de la siguiente manera: cinco especies de anfibios, 10 especies de peces, 11 especies de mamíferos, 18 especies de reptiles y 114 especies de aves, resultando este último el grupo más diverso en el municipio.

Grupo	Especies
Anfibios	5
Aves	114
Invertebrados	30
Mamíferos	11
Peces	10
Plantas	256
Reptiles	18
Total	444

Tabla 1. Biodiversidad del municipio de Tula de Allende

Como se mencionó en el apartado de Ecosistemas, los tipos de vegetación presentes en el municipio corresponden al matorral xerófilo y submontano y, en menor medida, a bosque de encino.

En cuanto a especies florísticas, se tiene un total de 256 especies correspondientes a 62 familias, entre las cuales destacan por su número de especies la familia *Asteraceae*, la más diversa en el municipio con 106 especies, seguida de *Poaceae* con 60 especies, *Cactaceae* con 49, y *Fabaceae* con 29 especies. En el municipio se encuentran dos especies listadas en la 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, *Dasyllirion*

*acrotrichum* en la categoría de amenazada, e *Hymenocallis concinna*, catalogada como especie en peligro de extinción.

Familia	Especies	Familia	Especies
Acanthaceae	2	Loasaceae	1
Amaryllidaceae	1	Malvaceae	8
Anacardiaceae	2	Martyniaceae	3
Apiaceae	1	Montiaceae	1
Apocynaceae	2	Moraceae	1
Araceae	1	Nitrariaceae	1
Aristolochiaceae	1	Nyctaginaceae	3
Asparagaceae	6	Onagraceae	3

Tabla 2. Familias y número de especies de Flora registradas en Tula de Allende. Tomado de CONABIO (2019)

### Fauna.

De acuerdo con el SNIB, en el municipio se registra un total de 188 especies de fauna. El grupo más diverso es el de las aves con 36 familias y 114 especies; la familia *Anatidae* es la mejor representada, con un registro de 13 especies para el municipio. Entre las especies de aves de Tula de Allende encontramos a *Buteo lineatus* (aguililla pecho rojo), *Anas platyrhynchos* (pato de collar), *Bucephala albeola* (pato monja), *Spatula discors* (cerceta alas azules), *Ardea alba* (garza blanca), *Cathartes aura* (zopilote aura), *Falco columbarius* (halcón esmerejón), *Agelaius phoeniceus* (tordo sargento), *Mimus polyglottos* (centzontle norteño), *Chondestes grammacus* (gorrión arlequín), *Amazilia violiceps* (colibrí corona violeta), *Dryobates scalaris* (carpintero mexicano), entre otros; destacando *Buteo lineatus* (aguililla pecho rojo), *Falco peregrinus* (halcón peregrino) y *Tachybaptus dominicus* (zambullidor menor), encontrándose las tres especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Con respecto a los mamíferos, se registran 11 especies, cinco de la familia *Cricetidae*, dos de la familia *Heteromyidae*, y las familias *Cricetidae*, *Didelphidae*, *Felidae*, *Geomyidae* y *Sciuridae* cuentan con una especie cada una. Estas especies son *Baiomys taylori analogus*, *Peromyscus levipes* (ratón de campo), *Peromyscus gratus*, *Peromyscus difficilis saxicola*, *Reithrodontomys fulvescens toltecus*, *Didelphis virginiana californica*, *Felis silvestris*, *Cratogeomys fumosus tylorhinus* (tuza), *Heteromys irroratus alleni*, *Heteromys irroratus* (ratón de abazones), *Otospermophilus variegatus* (ardilla de pedregal).

El grupo de los reptiles está representado por, seis familias, de las que *Phrynosomatidae* es la más diversa con siete especies todas ellas del *Sceloporus*. Algunas especies de importancia son *Thamnophis melanogaster* (culebra de agua), *Thamnophis eques* (culebra de agua), *Abronia taeniata* (escorpión arborícola de bandas), *Barisia imbricata* (escorpión), *Salvadora bairdi* (culebra chata de Baird), *Tantilla rubra* (culebra cabeza-negra), *Sceloporus grammicus* (chintete de mezquite) y *Crotalus molossus* (cascabel de cola negra norteña); todas ellas en alguna categoría de riesgo según la NOM- 059-SEMARNAT-2010.

La diversidad de anfibios está compuesta por cinco especies pertenecientes a las familias *Hylidae*, *Ranidae* y *Scaphiropodidae*. Son dos las especies de anfibios que se encuentran registradas en la NOM- 059-SEMARNAT-2010, *Lithobates montezumae* (rana de Moctezuma) y *Lithobates megapoda* (rana leopardo patas grandes).

En cuanto a diversidad de peces, se encuentran en Tula de Allende un total de cinco familias y 10 especies, de las que destaca el mexcalpique (*Girardinichthys viviparus*), especie en peligro de extinción según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El grupo de los invertebrados es otro de los más numerosos en el municipio, con un total de 14 familias y 30 especies, entre las que se encuentran *Argiope trifasciata*, *Calligrapha barda*, *Chlosyne theona*, *Diabrotica undecimpunctata*, *Holomelina polyphron* y *Papilio polyxenes*.

Grupo	Familia	Especie	Nombre común
Anfibios	<i>Hylidae</i>	<i>Dryophytes eximius</i>	rana de árbol de montaña
		<i>Rheohyla miotympanum</i>	calate
		<i>Lithobates megapoda</i>	rana leopardo patas grandes
Grupo	Familia	Especie	Nombre común
	<i>Ranidae</i>	<i>Lithobates montezumae</i>	rana de Moctezuma
	<i>Scaphiopodidae</i>	<i>Spea multiplicata</i>	sapo de espuelas mexicano
Aves	<i>Accipitridae</i>	<i>Buteo jamaicensis</i>	aguililla cola roja
		<i>Buteo lineatus</i>	aguililla pecho rojo
	<i>Aegithalidae</i>	<i>Psaltriparus minimus</i>	sastrecillo
	<i>Anatidae</i>	<i>Anas acuta</i>	pato golondrino
		<i>Anas platyrhynchos</i>	pato de collar
		<i>Aythya affinis</i>	pato boludo menor
		<i>Aythya americana</i>	pato cabeza roja
		<i>Aythya collaris</i>	pato pico anillado
		<i>Bucephala albeola</i>	pato monja
		<i>Dendrocygna bicolor</i>	pijije canelo
		<i>Mareca americana</i>	pato chalcuán
		<i>Mareca strepera</i>	pato friso
		<i>Oxyura jamaicensis</i>	pato tepalcate
		<i>Spatula clypeata</i>	pato cucharón norteco
		<i>Spatula cyanoptera</i>	cerceta canela
		<i>Spatula discors</i>	cerceta alas azules
	<i>Ardeidae</i>	<i>Ardea alba</i>	garza blanca
		<i>Ardea alba egretta</i>	
		<i>Ardea herodias</i>	garza morena
		<i>Bubulcus ibis</i>	garza ganadera
<i>Egretta thula</i>		garceta pie-dorado	
<i>Nycticorax</i>		garza nocturna corona negra	
<i>Bombycillidae</i>	<i>Bombycilla cedrorum</i>	ampelis chinito	
<i>Cardinalidae</i>	<i>Passerina caerulea</i>	picogordo azul	
	<i>Pheucticus melanocephalus</i>	picogordo tigrillo	
<i>Cathartidae</i>	<i>Cathartes aura</i>	zopilote aura	
<i>Charadriidae</i>	<i>Charadrius vociferus</i>	chorlo tildío	
<i>Columbidae</i>	<i>Columba livia</i>	paloma doméstica	
	<i>Columbina inca</i>	tórtola cola larga	
	<i>Columbina passerina</i>	tórtola coquita	
	<i>Streptopelia decaocto</i>	paloma de collar turca	

		<i>Zenaida asiatica</i>	paloma alas blancas
		<i>Zenaida macroura</i>	huilota común
	<i>Falconidae</i>	<i>Falco columbarius</i>	halcón esmerejón
		<i>Falco peregrinus</i>	halcón peregrino
		<i>Falco sparverius</i>	cernícalo americano
	<i>Fringillidae</i>	<i>Haemorhous mexicanus</i>	pinzón mexicano
		<i>Spinus psaltria</i>	jilguerito dominico
	<i>Hirundinidae</i>	<i>Hirundo rustica</i>	golondrina tijereta
		<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	golondrina alas aserradas
		<i>Tachycineta bicolor</i>	golondrina bicolor
		<i>Tachycineta thalassina</i>	golondrina verdemar
<b>Grupo</b>	<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>
	<i>Icteridae</i>	<i>Agelaius phoeniceus</i>	tordo sargento
		<i>Euphagus cyanocephalus</i>	tordo ojo amarillo
		<i>Icterus abeillei</i>	bolsero dorsioscuro
		<i>Icterus parisorum</i>	bolsero tunero
		<i>Icterus spurius</i>	bolsero castaño
		<i>Icterus wagleri</i>	bolsero de Wagler
		<i>Molothrus aeneus</i>	tordo ojos rojos
		<i>Molothrus ater</i>	tordo cabeza café
		<i>Quiscalus mexicanus</i>	zanate mayor
	<i>Jacanidae</i>	<i>Jacana spinosa</i>	jacana norteña
	<i>Laniidae</i>	<i>Lanius ludovicianus</i>	alcaudón verdugo
	<i>Mimidae</i>	<i>Mimus polyglottos</i>	centzontle norteño
		<i>Toxostoma curvirostre</i>	cuicacoche pico curvo
	<i>Odontophoridae</i>	<i>Colinus virginianus</i>	codorniz cotuí
	<i>Pandionidae</i>	<i>Pandion haliaetus</i>	águila pescadora
	<i>Parulidae</i>	<i>Cardellina pusilla</i>	chipe corona negra
		<i>Geothlypis trichas</i>	mascarita común
		<i>Myioborus miniatus</i>	chipe de montaña
		<i>Oreothlypis celata</i>	chipe corona naranja
		<i>Oreothlypis ruficapilla</i>	chipe cabeza gris
		<i>Parkesia noveboracensis</i>	chipe charquero
		<i>Setophaga coronata</i>	chipe coronado
		<i>Setophaga coronata</i>	
	<i>Passerellidae</i>	<i>Setophaga nigrescens</i>	chipe negrogris
		<i>Chondestes grammacus</i>	gorrión arlequín
		<i>Melospiza lincolni</i>	gorrión de Lincoln
		<i>Melospiza melodia</i>	gorrión cantor
		<i>Melospiza fusca</i>	rascador viejita
		<i>Spizella pallida</i>	gorrión pálido
	<i>Spizella passerina</i>	gorrión cejas blancas	
	<i>Passeridae</i>	<i>Passer domesticus</i>	gorrión casero

	<i>Pelecanidae</i>	<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	pelicano blanco
	<i>Picidae</i>	<i>Dryobates scalaris</i>	carpintero mexicano
		<i>Melanerpes aurifrons</i>	carpintero cheje
		<i>Sphyrapicus varius</i>	carpintero moteado
	<i>Podicipedidae</i>	<i>Podiceps nigricollis</i>	zambullidor orejón
		<i>Podilymbus podiceps</i>	zambullidor pico grueso
		<i>Tachybaptus dominicus</i>	zambullidor menor
	<i>Poliophtidae</i>	<i>Poliophtila caerulea</i>	perlita azulgris
	<i>Ptiliognatidae</i>	<i>Phainopepla nitens</i>	capulinerio negro
		<i>Ptiliognys cinereus</i>	capulinerio gris
	<i>Rallidae</i>	<i>Fulica americana</i>	gallareta americana
		<i>Gallinula galeata</i>	gallineta frente roja
	<i>Recurvirostridae</i>	<i>Himantopus mexicanus</i>	candelero americano
<b>Grupo</b>	<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>
	<i>Regulidae</i>	<i>Regulus calendula</i>	reyezuelo de rojo
	<i>Scolopacidae</i>	<i>Actitis macularius</i>	playero alzacolita
		<i>Calidris minutilla</i>	playero chichicuilote
		<i>Limnodromus scolopaceus</i>	costurero pico largo
		<i>Tringa flavipes</i>	patamarilla menor
	<i>Sturnidae</i>	<i>Sturnus vulgaris</i>	estornino pinto
	<i>Threskiornithidae</i>	<i>Plegadis chihi</i>	ibis cara blanca
	<i>Trochilidae</i>	<i>Amazilia violiceps</i>	colibrí corona violeta
		<i>Archilochus alexandri</i>	colibrí barba negra
		<i>Cyanthus latirostris</i>	colibrí pico ancho
		<i>Lampornis clemenciae</i>	colibrí garganta azul
	<i>Troglodytidae</i>	<i>Campylorhynchus</i>	matraca del desierto
		<i>Catherpes mexicanus</i>	chivirín barranqueño
		<i>Cistothorus palustris</i>	chivirín pantanero
		<i>Salpinctes obsoletus</i>	chivirín saltarroca
		<i>Thryomanes bewickii</i>	chivirín cola oscura
		<i>Troglodytes aedon</i>	chivirín saltapared
	<i>Turdidae</i>	<i>Turdus migratorius</i>	mirlo primavera
		<i>Turdus rufopalliatus</i>	mirlo dorso canela
	<i>Tyrannidae</i>	<i>Campostoma imberbe</i>	mosquerito chillón
		<i>Empidonax fulvifrons</i>	mosquero pecho leonado
		<i>Empidonax wrightii</i>	mosquero gris
		<i>Myiarchus cinerascens</i>	papamoscas cenizo
		<i>Pyrocephalus rubinus</i>	mosquero cardenal
		<i>Sayornis nigricans</i>	papamoscas negro
		<i>Sayornis phoebe</i>	papamoscas fibí
		<i>Sayornis saya</i>	papamoscas llanero
		<i>Tyrannus vociferans</i>	tirano chibí

<b>Invertebrados</b>	<i>Apidae</i>	<i>Apis mellifera</i>	abeja
		<i>Bombus diligens</i>	abejón
		<i>Bombus fervidus</i>	
		<i>Bombus pensylvanicus</i>	
	<i>Araneidae</i>	<i>Argiope trifasciata</i>	
	<i>Cambaridae</i>	<i>Cambarellus montezumae</i>	
	<i>Chrysomelidae</i>	<i>Calligrapha barda</i>	
		<i>Calligrapha diversa</i>	
		<i>Diabrotica undecimpunctata</i>	
		<i>Diabrotica undecimpunctata</i>	
	<i>Coreidae</i>	<i>Thasus gigas</i>	chaca
	<i>Erebidae</i>	<i>Holomelina polyphron</i>	
		<i>Holomelina semirosea</i>	
	<i>Geotrupidae</i>	<i>Bolbocerastes serratus</i>	
<i>Hesperiidae</i>	<i>Copaeodes aurantiaca</i>		
	<i>Piruna cyclosticta</i>		
<b>Grupo</b>	<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>
		<i>Pyrgus communis</i>	ajedrezada communis
	<i>Lycaenidae</i>	<i>Cupido comyntas</i>	
	<i>Nymphalidae</i>	<i>Chlosyne lacinia</i>	parche lacinia
		<i>Chlosyne lacinia adjutrix</i>	
		<i>Chlosyne theona</i>	parche theona
		<i>Danaus gilippus</i>	reina
		<i>Dione moneta</i>	alalarga moneta
		<i>Euptoieta claudia</i>	alalarga claudia
	<i>Papilionidae</i>	<i>Papilio polyxenes</i>	corola polyxenes
	<i>Pentatomidae</i>	<i>Euthyrhynchus floridanus</i>	
	<i>Pieridae</i>	<i>Catasticta flisa</i>	mariposa del tejocote
		<i>Leptophobia aripa</i>	blanca aripa
		<i>Zerene cesonia</i>	
<i>Scarabaeidae</i>	<i>Euphoria basalis</i>		
<b>Mamíferos</b>	<i>Cricetidae</i>	<i>Baiomys taylori analogus</i>	
		<i>Peromyscus difficilis saxicola</i>	
		<i>Peromyscus gratus</i>	
		<i>Peromyscus levipes</i>	ratón de campo
		<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	
	<i>Didelphidae</i>	<i>Didelphis virginiana</i>	
	<i>Felidae</i>	<i>Felis silvestris</i>	
	<i>Geomyidae</i>	<i>Cratogeomys fumosus</i>	tuza
	<i>Heteromyidae</i>	<i>Heteromys irroratus</i>	ratón de abazones
		<i>Heteromys irroratus alleni</i>	
<i>Sciuridae</i>	<i>Otospermophilus variegatus</i>	ardilla de pedregal	
<i>Atherinopsidae</i>	<i>Atherinella crystallina</i>	plateadito del Presidio	
	<i>Chirostoma jordani</i>	charal	

<b>Peces</b>	<i>Centrarchidae</i>	<i>Micropterus salmoides</i>	lobina negra
	<i>Cyprinidae</i>	<i>Algansea tincella</i>	pupo de Valle
		<i>Ctenopharyngodon idella</i>	
		<i>Cyprinus carpio</i>	carpa común
		<i>Evarra eigenmanni</i>	carpa verde
		<i>Notropis sallaei</i>	carpita azteca
	<i>Goodeidae</i>	<i>Girardinichthys viviparus</i>	mexcalpique
<i>Mugilidae</i>	<i>Agonostomus monticola</i>	trucha de tierra caliente	
<b>Reptiles</b>	<i>Anguidae</i>	<i>Abronia taeniata</i>	escorpión arborícola de bandas
		<i>Barisia imbricata</i>	escorpión
	<i>Colubridae</i>	<i>Conopsis nasus</i>	culebra de tierra de la meseta mexicana
		<i>Masticophis mentovarius</i>	alicate
		<i>Salvadora bairdi</i>	culebra chata de Baird
		<i>Tantilla rubra</i>	culebra cabeza-negra
	<i>Natricidae</i>	<i>Thamnophis eques</i>	culebra de agua
		<i>Thamnophis melanogaster</i>	culebra de agua
		<i>Sceloporus grammicus</i>	chintete de mezquite
	<b>Grupo</b>	<b>Familia</b>	<b>Especie</b>
	<i>Phrynosomatidae</i>	<i>Sceloporus horridus</i>	chintete escamoso
		<i>Sceloporus minor</i>	
		<i>Sceloporus mucronatus</i>	chintete
		<i>Sceloporus spinosus</i>	lagartija escamosa espinosa
		<i>Sceloporus torquatus</i>	lagartija escamosa barrada
		<i>Sceloporus variabilis</i>	lagartija escamosa panza rosada
	<i>Teiidae</i>	<i>Aspidoscelis gularis</i>	huico pinto del noreste
		<i>Aspidoscelis scalaris</i>	huico manchado de la altiplanicie
	<i>Viperidae</i>	<i>Crotalus molossus</i>	casabel de cola negra norteña

Tabla 3. Fauna del municipio de Tula de Allende

### Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Existen 17 especies en el estado catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. De estas, 11 se encuentran en la categoría de protección especial (Pr); cuatro en la categoría de amenazadas (A) y dos en peligro de extinción (P). En cuanto a su distribución, nueve de estas 17 especies son endémicas para México.

Grupo	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Endemismo
<b>Aves</b>	<i>Accipitridae</i>	<i>Buteo lineatus</i>	aguililla pecho rojo	Pr	
<b>Anfibios</b>	<i>Ranidae</i>	<i>Lithobates megapoda</i>	rana leopardo patas grandes	Pr	Endémica
<b>Anfibios</b>	<i>Ranidae</i>	<i>Lithobates montezumae</i>	rana de Moctezuma	Pr	Endémica

Plantas	<i>Amaryllidaceae</i>	<i>Hymenocallis concinna</i>	barbas de gato	P	Endémica
Plantas	<i>Asparagaceae</i>	<i>Dasyllirion acrotrichum</i>		A	
Peces	<i>Goodeidae</i>	<i>Girardinichthys viviparus</i>	mexcalpique	P	Endémica
Aves	<i>Falconidae</i>	<i>Falco peregrinus</i>	halcón peregrino	Pr	
Aves	<i>Podicipedidae</i>	<i>Tachybaptus dominicus</i>	zambullidor menor	Pr	
Grupo	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Endemismo
Mamíferos	<i>Geomyidae</i>	<i>Cratogeomys fumosus tylosinus</i>	tuza	A	Endémica
Reptiles	<i>Anguidae</i>	<i>Abronia taeniata</i>	escorpión arborícola de bandas	Pr	Endémica
Reptiles	<i>Anguidae</i>	<i>Barisia imbricata</i>	escorpión	Pr	Endémica
Reptiles	<i>Colubridae</i>	<i>Salvadora bairdi</i>	culebra chata de Baird	Pr	Endémica
Reptiles	<i>Colubridae</i>	<i>Tantilla rubra</i>	culebra cabeza-negra	Pr	
Reptiles	<i>Natricidae</i>	<i>Thamnophis eques</i>	culebra de agua	A	
Reptiles	<i>Natricidae</i>	<i>Thamnophis melanogaster</i>	culebra de agua	A	Endémica
Reptiles	<i>Phrynosomatidae</i>	<i>Sceloporus grammicus</i>	chintete de mezquite	Pr	
Reptiles	<i>Viperidae</i>	<i>Crotalus molossus</i>	casabel de cola negra norteña	Pr	

Tabla 4. Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Tomado de GeoEcoSphera S.C. con base en la CONABIO (2019)

### Áreas naturales protegidas.

De acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, el término de área natural protegida se refiere a las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en dicha Ley. Las áreas naturales protegidas juegan un papel muy importante, tiene un sinnúmero de aspectos positivos, acogen una elevada riqueza biológica y son fuente

de riqueza material y no material, constituyendo reservas de capital natural, cultural y social, a la vez que ellas derivan medios de subsistencia y del bienestar de la población que las habita, sobre todo a través del pago de servicios ecosistemáticos y de oportunidades para la creación de empleo que ofrecen. Además, las ANP son importantes herramientas para hacer frente al cambio climático y mitigar sus efectos.

Asimismo, las Áreas Naturales Protegidas son una parte esencial de la respuesta global al cambio climático, en dos vertientes importantes:

1. Mitigación. En las Áreas Naturales Protegidas alrededor del mundo se encuentra almacenado el 15% de las reservas terrestres globales de carbono. Los ecosistemas naturales capturan al año más de 4.7 giga-toneladas de dióxido de carbono, lo cual mitiga y reduce las emisiones de gas de efecto invernadero generadas por la producción de energía, el transporte y la transformación del suelo.
2. Adaptación. Las Áreas Naturales Protegidas resguardan la integridad de los ecosistemas, moderan el efecto del clima local y atenúan los riesgos y los impactos de eventos extremos como las tormentas, las sequías y el incremento del nivel del mar. También mantienen servicios ecosistemáticos vitales que promueven la adaptación social a los cambios en el suministro de agua, las pesquerías, enfermedades y la productividad agrícola causados por el cambio climático.

Sin embargo, estas áreas sufren una amenaza constante, muchas veces por falta de gestión, control y seguridad o por falta de coherencia a la hora de establecer sus funciones. Muchas veces, los niveles de protección no se adecuan al ANP en cuestión y no se cumplen los objetivos de su creación. Por lo tanto, es importante la creación de estas áreas como su gestión de manera coordinada entre tomadores de decisiones y científicos. Cabe resaltar que las características de las áreas protegidas dependen de elementos como aspectos físicos, biodiversidad local, recursos hídricos disponibles, aspectos climáticos, recursos biofísicos del área y la división política y administrativa que corresponda (Gallina, Mandujano, y Delfin-Alfonso, 2007).

Dentro del municipio se encuentran dos áreas naturales protegidas, siendo una de carácter federal (Parque Nacional Tula, decretado por el presidente José López Portillo el 27 de mayo de 1981) y otra de competencia estatal y municipal (ANP “Cerro Grande”).

#### ***Parque Nacional Tula.***

Dicho Parque Nacional tiene una superficie de 95.05 ha; alberga la zona arqueológica de Tula, así como su museo de sitio; por otra parte, es un reservorio de vegetación de matorral xerófilo y mezquital; y cuenta con especies como mezquite (*Prosopis juliflora*), maguey pulquero (*Agave salmiana*), palma china, yuca o palma (*Yucca filifera*), nopal (*Opuntia imbricata*), espino, huizache (*Acacia constricta var. farnesiana*), garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*), entre otras.

#### ***Área Natural Protegida “Cerro Grande”.***

Cuenta con su certificado de Preservación con fecha 03/2014, mediante el cual se declara Área Natural Protegida, en la categoría de Zona de Preservación Ecológica de competencia Estatal y Municipal el área denominada “Cerro Grande” ubicado en la Comunidad de Santa María Macua, del Municipio de Tula de Allende, Estado de Hidalgo, que contempla una superficie de 138-91-87.60

hectáreas de los bienes comunales, que representa el 16.904% de la superficie total del núcleo agrario.

## **Capítulo II. Diagnóstico**

La contaminación atmosférica en el territorio municipal se ha venido presentando desde años atrás debido a la cercanía a la refinería “Miguel Hidalgo” y la termoeléctrica “Francisco Pérez Ríos”, quienes en la quema de sus procesos generan contaminantes como cenizas y humo.

Actualmente existen múltiples carencias dentro del territorio Municipal en materia ambiental, ello mismo ha permitido que se sigan desarrollando problemas tan graves de contaminación al aire, agua, suelo. Problemas tan característicos como la falta de cultura de respeto al medio ambiente, la falta de políticas ambientales que permitan la preservación y conservación del mismo han hecho que nuestro entorno se deteriore día a día descargando aguas residuales a cielo abierto, tiraderos de residuos sólidos urbanos clandestinos (micro), quema de residuos sólidos urbanos en calles, erosión de la tierra, crianza de animales en zonas para desarrollo urbano.

La historia y el desarrollo de la humanidad se hallan inexorablemente vinculados al estado del medio ambiente. No obstante, la economía y el concepto mismo de desarrollo han venido afirmando el sentido del mundo y sus sociedades en la producción. Con ello, la naturaleza ha sido convertida en la materia prima de un proceso económico y los recursos naturales se han vuelto simples objetos para la explotación del capital.

Lo anterior parece convenir con la crisis ambiental actual y los esquemas de desarrollo de ciudades como Tula de Allende, que han comprometido la estabilidad de los ecosistemas locales en favor de un crecimiento económico que ha devenido en un escenario que aún está lejos de ser sustentable.

Dentro de este contexto, el presente diagnóstico busca contemplar el ambiente desde una visión amplia de su problemática, integrando la información previamente generada para el Municipio, y considerando el entrelazado de las diferentes políticas sectoriales locales. En este sentido, se considera al sistema local como una unidad compleja, en la cual los recursos naturales aparecen en interacción con el desarrollo cultural, social y económico de los ciudadanos.

Cabe señalar que el desarrollo del diagnóstico implica un proceso participativo e incluyente, considerando a los habitantes, las autoridades de los tres niveles de gobierno, como los actores principales que interactúan a lo largo de su construcción. Conocer la situación actual de los factores ambientales, socioeconómicos y organizativos del municipio, y su relación con la problemática medioambiental, permitirá identificar acciones concretas para su atención.

Existen diversos problemas ambientales en el territorio municipal y que son denunciados ante la Dirección de Protección Ambiental, por ejemplo: la crianza de animales en traspatio de cualquier zona habitacional, aguas negras a cielo abierto, tiraderos clandestinos, ruidos, olores generados por diversas actividades de las personas en zonas habitacionales, fauna feral en vía pública; mediante la denuncia ciudadana se ha implementado un procedimiento administrativo el cual con fundamento en la Ley Ambiental del Estado y el Reglamento Municipal Ambiental se procede a iniciar el procedimiento administrativo con la finalidad de erradicar las denuncias y principalmente preservar el medio ambiente.

Elaborar un Plan de Manejo Integral para el Manejo de los Residuos Sólidos Urbanos para planear y organizar el manejo, su recolección, traslado y disposición, ello para reducir gastos, evitar tiraderos clandestinos y organizar los servicios de recolección y limpia del municipio.

En cuanto a la protección de fauna de las especies que habitan en nuestro municipio se ha implementado de la inspección y vigilancia proteger a aquellas especies de animales que puedan ser explotadas con fines de lucro, así como el maltrato ya sea por maltrato del hombre, o por el desarrollo urbano en los ecosistemas de estos.

Actualmente la población perteneciente al municipio carece de una cultura ecológica del cuidado del medio ambiente, incluso se le demerita la importancia que merece, sin percatarse del impacto ambiental y del daño al mismo, por ello se implementará el programa permanente de educación ambiental en los diferentes niveles educativos, sector privado, empresas, sociedad en general y a las propias instituciones gubernamentales, llevando a cabo talleres y/o conferencias sobre diversos temas del medio ambiente, en el que el Gobierno Municipal a través de la Dirección de Protección Ambiental, Educación y Cultura, Comisión de Agua Potable y Alcantarillado de Tula de Allende y Comunicación Social participarán de manera efectiva.

Conservar y preservar la flora del territorio Municipal es fundamental para el desarrollo de una ciudad armónica con el medio ambiente, hoy en día esta Dirección promueve la conservación de la misma mediante programas de educación ambiental, verificaciones en campo técnicamente sustentadas para la aplicación de derribos y podas de árboles de diferentes especies, así como trabajo coordinado con diversas áreas de la administración municipal para el cuidado y protección de áreas verdes y espacios públicos.

Mediante el programa permanente de reforestación, a través de los comités de juntas de mejoras, escuelas y sector privado, se pretende reforestar el municipio con árboles, arbustos y plantas de especies endémicas y de ornato, emitiendo un certificado de adopción del árbol o planta que coadyuve a su seguimiento y desarrollo.

## **Trámites y servicios municipales en materia ambiental.**

### **Mantenimiento de árboles.**

Los árboles son importantes para la preservación de la vida en la Tierra, sin embargo, están siendo destruidos a una velocidad alarmante mientras se realizan actividades para satisfacer nuestras necesidades, es por ello que la Dirección de Protección Ambiental regula previa autorización la tala y poda de árboles, la limpieza (deshierbe) de terrenos particulares o públicos y el desmonte.

### **Procedimiento del trámite.**

1. **Atención al público en general.** Se brinda atención a los ciudadanos que llegan a la oficina de Protección Ambiental en busca de orientación sobre los trámites de poda, tala, desmonte, limpieza y deshierbe donde se les proporciona el formato de solicitud correspondiente y se aclaran dudas que tengan respecto al trámite (se anexa en pág. 100).
2. **Recepción de solicitudes.** Se reciben los documentos proporcionados por la ciudadanía cuidando que cumplan con los requisitos para calendarización de visita de inspección.
3. **Visita de inspección.** En caso de que la solicitud esté completa y correctamente elaborada, se procede a realizar una visita de inspección, la cual consiste en:

- Corroborar los datos proporcionados en la solicitud recibida.
  - Elaboración de la ficha técnica describiendo las características de los árboles que se solicitan para el trabajo de mantenimiento de árboles que se quieren realizar.
  - **Toma de evidencia fotográfica** de los árboles que se solicitan para autorización de mantenimiento.
4. **Entrega de expediente.** El expediente completo se entrega a la directora de Protección Ambiental para revisión de información y firma del documento de autorización.
  5. **Vigencia de autorización.** La autorización emitida tiene una vigencia de 20 días hábiles a partir del día siguiente a la fecha de recepción del documento con derecho a tres renovaciones.

### **Atención a denuncias ciudadanas en materia ambiental.**

El procedimiento de atención a denuncias es el siguiente:

1. Recibir la denuncia, recabando los datos que permitan la obtención de información (nombre completo, domicilio, número telefónico, problemática a denunciar, señalar con la mayor precisión posible los datos que permitan localizar al presunto infractor) a fin de aplicar multas o sanciones correspondientes. Se puede solicitar que se guarde el secreto de identidad.
2. Se realiza la visita de inspección correspondiente, o en su caso, se remite a la instancia competente para su atención.

### **Visto bueno en materia ambiental.**

1. Atención al público en general.
2. Recepción de solicitudes y expediente.
3. Visita de inspección.
4. Elaboración de ficha técnica.
5. Toma de evidencia fotográfica.
6. Elaboración de visto bueno en materia ambiental con sus respectivas condicionantes.
7. Vigencia de autorización. La autorización emitida tiene una vigencia de un año.

### **Diagnóstico por temáticas.**

#### **Agua.**

##### **Agua superficial.**

La calidad del agua no es una característica absoluta, sino que depende del uso al que vaya a destinarse el líquido. Factores como los usos del suelo, la cantidad de agua utilizada por las poblaciones humanas, las industrias asentadas en la cuenca y el tratamiento que se le da antes de ser vertida en los cuerpos de agua influyen en la calidad del agua de los ríos y lagos.

La contaminación del agua por parte de la materia orgánica se evalúa por medio de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), que refleja la cantidad de este gas que se requiere para descomponer este tipo de desechos. El (DBO) es una medida de la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos en la estabilización de la materia orgánica biodegradable en un periodo de cinco días a 20°C. La zona centro del país es la que presenta un mayor número de sitios de monitoreo.

En el Río Tula se encontraron concentraciones de sulfatos que rebasan el criterio para protección de la vida acuática, concentraciones de nitratos en incremento, concentraciones altas de nitrógeno amoniacal (>0.05 mg/L para FAAP), elevado cloro residual (>0.011 mg/L para PVA) cantidad de coliformes fecales elevadas, concentraciones de grasas y aceites (SAAM, Fe, Pb, Mn), sólidos disueltos totales altos, demandas químicas y bioquímicas de oxígeno elevadas y disminución excesiva del oxígeno disuelto. El Río Tula desagua en la presa Endhó y a pesar del tamaño de esta presa no se cuenta con información precisa sobre su estado real actual, sin embargo, las personas de las localidades aledañas se quejan de la pestilencia constante, los brotes de enfermedad, plagas y de la pérdida de peces y otros animales.

El principal impacto de estas aguas contaminadas en la ecología del municipio es la pérdida de fauna dependiente de los cuerpos de agua principalmente los peces y los anfibios que se encuentran entre los grupos más amenazados a nivel mundial. En el municipio están presentes 13 especies de peces y anfibios protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010. De estas especies 11 se encuentran presentes solamente en México (endémicas) y ocho se encuentran dentro de la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Solo estos dos grupos representan el 26% de todas las especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el municipio. La desaparición de estas especies a causa de la contaminación de los cuerpos de agua reduciría un 8% la diversidad de peces y un 69% la diversidad de anfibios del municipio.

Grupo	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Endemismo	RED LIST (UICN)
Anfibios	<i>Ambystomatidae</i>	<i>Ambystoma bombypellum</i>	Ajolote de piel fina	Pr	Endémica	CR
Anfibios	<i>Ambystomatidae</i>	<i>Ambystoma velasci</i>	Ajolote del altiplano	Pr	Endémica	
Anfibios	<i>Plethodontidae</i>	<i>Chiropterotriton arboreus</i>	Salamandra pies planos arborícola	Pr	Endémica	CR
Anfibios	<i>Plethodontidae</i>	<i>Chiropterotriton chiropterus</i>	Salamandra pie plano	Pr	Endémica	CR
Anfibios	<i>Ranidae</i>	<i>Lithobates forreri</i>	Rana de Forrer	Pr		
Anfibios	<i>Ranidae</i>	<i>Lithobates megapoda</i>	Rana leopardo patas grandes	Pr	Endémica	VU
Anfibios	<i>Ranidae</i>	<i>Lithobates montezumae</i>	Rana de Moctezuma	Pr	Endémica	
Anfibios	<i>Hylidae</i>	<i>Charadrahyla taeniopus</i>	Rana de árbol jarocha	A	Endémica	VU
Anfibios	<i>Hylidae</i>	<i>Dryophytes plicatus</i>	Rana de árbol plegada	A	Endémica	
Anfibios	<i>Plethodontidae</i>	<i>Aquiloerycea cephalica</i>	Tlaconete regordete	A	Endémica	
Anfibios	<i>Plethodontidae</i>	<i>Isthmura bellii</i>	Tlaconete pinto	A	Endémica	VU
Peces	<i>Ictaluridae</i>	<i>Ictalurus mexicanus</i>	Bagre del Verde	A		VU
Peces	<i>Goodeidae</i>	<i>Girardinichthys viviparus</i>	Mexcalpique	P	Endémica	VU

Protegidas (Pr), Amenazadas (A) y en Peligro (P). RED LIST (UICN); Peligro crítico (CR) y Vulnerable (V).

Tabla 5. Especies de anfibios y peces de la Región de Tula presentes en la NOM-059- SEMARNAT-2010

Las proyecciones existentes de cambio climático para el área muestran que habrá un aumento en las temperaturas y una disminución sutil en la precipitación. Se prevé que esto en conjunto lleve a un aumento en las tasas de consumo de agua de la región y una reducción en los cuerpos de agua (PEACC-Hidalgo, 2011).

### Agua subterránea.

De acuerdo con los datos consultados de la CONAGUA en el año 2016 se contaba con un registro de 1,072 punto de monitoreo de calidad del agua subterránea. En el municipio se realizó un monitoreo en el manantial Damu que presentó alcalinidad total alta, conductividad permisible para riego agrícola, SDT permisibles para riego agrícola de cultivos sensibles, alta concentración de fluoruros, dureza total alta y excelente concentración de coliformes fecales. De acuerdo con los resultados de indicadores de monitoreo de calidad del agua, el agua del manantial se encuentra en semáforo azul (se encuentra dentro del rango de cumplimiento en SDT). Lesser-Carrillo y colaboradores (2011) determinaron que en el acuífero Valle del Mezquital las concentraciones de Na y SDT generalmente se encuentran por arriba del límite máximo permisible. La mitad de los sitios analizados presentan fluoruros por arriba de la norma y la mayoría superan el límite de la norma respecto al plomo. Los fosfatos y el boro también se presentan en concentraciones altas en muchas de las muestras. De 75 análisis bacteriológicos hechos en pozos de agua potable, 30 de ellos presentaron coliformes totales y en varios de estos pozos también se encontraron coliformes fecales. También indican que, debido a la contaminación directa por el agua de los canales, una recomendación general (que ya se lleva a cabo en muchos casos) es que los pozos de agua potable tengan ademe liso cementado en su porción superior, lo que se denomina en perforación “ademe sanitario” y que en esta zona debe de ser de alrededor de 50 m. Los pozos públicos de agua potable de esta zona presentan ademe sanitario y tienen una profundidad que alcanza el acuífero profundo, lo cual evita la contaminación directa por las aguas superficiales.

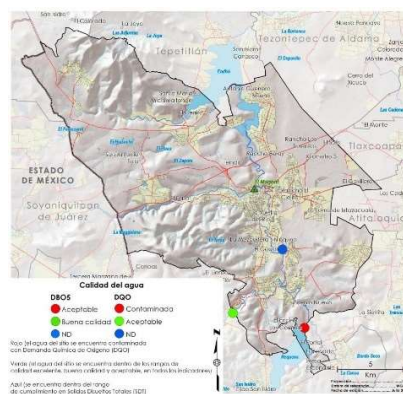


Ilustración 1. Calidad del agua en el municipio de Tula de Allende. Tomada de GeoEcoSphera S.C. con base en datos vectoriales de CONAGUA

### Disposición de aguas residuales.

El municipio no cuenta con plantas de tratamiento de aguas residuales de ningún tipo, únicamente se da tratamiento primario a través de 45 fosas sépticas de diversas capacidades que se encuentran ubicadas a lo largo y ancho del municipio. De este modo, las aguas residuales de la región no reciben tratamiento adecuado, agravando esta situación, el hecho de que la mayor parte de las descargas se efectúan directamente a los ríos, principalmente al Río Tula. Se tienen identificados 29 puntos de descarga, 19 de ellos hacia el Río Tula, causando contaminación indirecta a los suelos, al uso agrícola que se le da, generando altos niveles de salinidad en el sustrato, así como la incorporación de diferentes metales pesados.

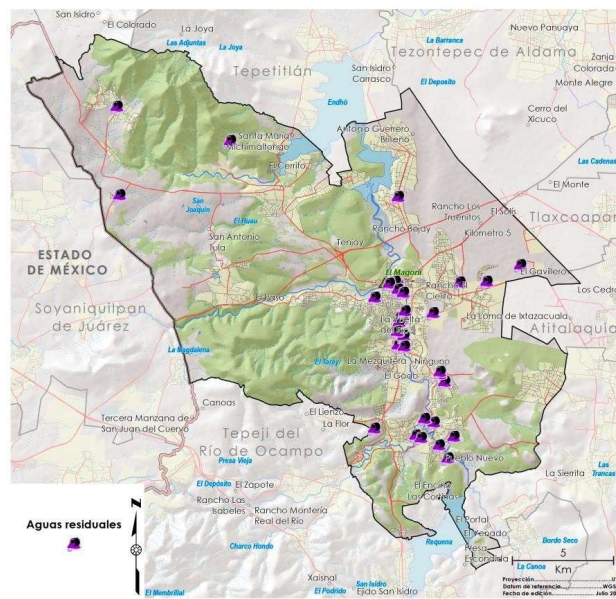


Ilustración 2. Puntos de descarga de las aguas residuales de Tula de Allende. Tomado de GeoEcoSphera S.C. con base a la CONAGUA

### Problemática identificada: calidad del agua.

La CONAGUA tiene registradas descargas de aguas residuales que vierten directa e indirectamente a los ríos Tepeji y Tula. Las descargas son principalmente de origen municipal correspondientes a las poblaciones de Tepeji del Río y Tula de Allende, así como de la industria textil, alimentos, refinación del petróleo, cemento y servicios; así mismo, se tiene la descarga del Emisor Central, el cual conduce parte de las aguas residuales y pluviales del Valle de México.

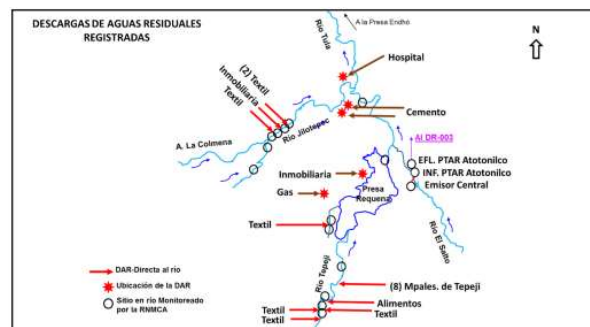


Ilustración 3. Ubicación de descargas de aguas residuales en los ríos Tepeji y Tula y afluentes. Tomada de (CONAGUA, 2012-2018)

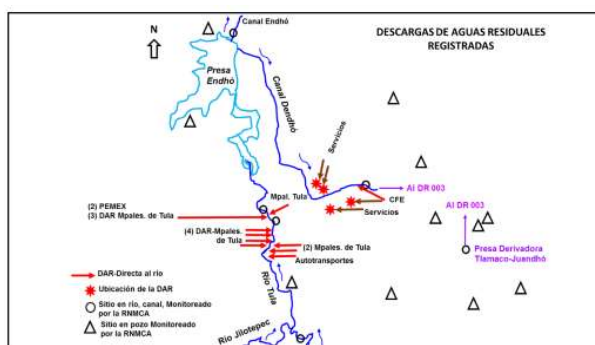


Ilustración 4. Ubicación descargas de aguas residuales en el río Tula y canal Dendhó. Tomado de (CONAGUA, 2012-2018)

### Calidad de las fuentes puntuales de contaminación.

En las tablas siguientes se presenta información de la calidad del agua de descargas registradas, la cual corresponde al periodo de 2015 a 2019. Los resultados muestran que las descargas presentan altas concentraciones de microorganismos patógenos (coliformes fecales) y materia orgánica biodegradable y no biodegradable (demanda bioquímica y química de oxígeno, respectivamente); así mismo, algunas de ellas presentan altas concentraciones de nutrientes (nitrógeno total, fósforo total) grasas y aceites.

No.	CLIENTE	Estadístico	CAUDAL L/s	Coliformes Fecales NMP/100 mL	DBO5 mg/l	DQO mg/l	Fósforo Total mg/l	Nitrógeno Total mg/L	Cianuros mg/l	Grasas y Aceites mg/l	Sólidos Sedimentables ml/L
1	ACABADOS Y MAQUILAS MEXICANAS, S. DE R.L. DE C.V.	MÍNIMO:	0.08	0	5.6	10.0	0.10	5.81	0.01	5.0	0.1
		MÁXIMO:	6.60	240	121.8	192.7	7.62	30.11	0.02	18.9	2.0
		MEDIANA:	1.95	3	46.8	83.7	1.37	7.51	0.01	5.0	0.1
		No. DATOS:	288	205	36	36	34	34	34	216	36
2	AUTOTRANSPORTES VALLE DEL MEZQUITAL S.A. DE C.V.	MÍNIMO:	0.03	3	5.2	10.0	0.42	2.12	0.01	3.0	0.1
		MÁXIMO:	1.24	>2400	196.8	655.1	20.99	92.58	0.02	413.1	0.5
		MEDIANA:	0.24	3	25.7	73.8	1.00	7.13	0.02	8.0	0.1
		No. DATOS:	262	176	44	42	44	44	44	176	44
3	GAS IMPERIAL S.A DE C.V.	MÍNIMO:	0.02			34.6					
		MÁXIMO:	0.11			238.7					
		MEDIANA:	0.08			101.8					
		No. DATOS:	16			16.0					
4	INMOBILIARIA HADAMEX, S.A.	MÍNIMO:	1.29	3	18.0	32.8	0.30	4.17	0.02	5.0	0.1
		MÁXIMO:	7.18	>2400	169.7	307.5	3.27	47.85	1.03	22.3	0.4
		MEDIANA:	2.34	28	99.0	194.6	0.30	17.03	0.12	5.1	0.2
		No. DATOS:	286	216	36	34	36	36	36	216	36
5	MEDICA AZUL S.A. DE C.V.	MÍNIMO:	0.04			10.0					
		MÁXIMO:	3.42			169.8					
		MEDIANA:	0.17			40.0					
		No. DATOS:	23			23					
6	PILGRIMS PRIDE S DE RL DE CV	MÍNIMO:	2.00	3	9.9	12.0	0.30	4.35	0.02	1.0	0.5
		MÁXIMO:	27.40	>2400	531.0	1622.5	28.56	230.92	0.03	110.7	34.0
		MEDIANA:	16.60	3	69.9	172.0	9.59	72.22	0.02	5.0	0.5
		No. DATOS:	825	618	103	104	103	103	103	618	103
7	PROMOTORA INMOBILIARIA HIDALGUENSE, S.A. DE C.V.	MÍNIMO:	0.07	4	13.9	10.0	1.52	8.73	0.03	6.9	0.1
		MÁXIMO:	1.62	1100	126.6	316.1	6.12	35.04	0.03	29.7	83.0
		MEDIANA:	0.75	75	59.3	89.2	3.68	23.68	0.03	18.2	0.1
		No. DATOS:	64	24	4	36	4	4	4	24	4
8	REGALOS ULTRAMAR, S.A. DE C.V.	MÍNIMO:	0.11	3	5.0	10.0	0.10	5.11	0.01	5.0	0.1
		MÁXIMO:	4.83	240	131.4	247.7	7.73	24.51	0.02	14.8	4.0
		MEDIANA:	1.96	3	30.4	55.5	1.43	7.43	0.01	5.0	0.1
		No. DATOS:	288	216	36	36	36	36	36	216	36
9	SALMITEX SA DE CV	MÍNIMO:	0.14	3	7.9	30.0	0.40	3.06	0.00	5.0	0.1
		MÁXIMO:	3.95	>2400	71.5	593.0	5.86	43.74	0.18	77.4	0.3
		MEDIANA:	0.61	3	26.4	77.6	3.58	13.27	0.02	8.7	0.2
		No. DATOS:	160	120	20	20	20	20	20	120	20
10	MUNICIPIO DE TULA DE ALLENDE	MÍNIMO:	2.56	240	212.0	583.4	3.05	41.26	0.08	6.2	2.0
		MÁXIMO:	3.54	>2400	340.0	701.6	3.43	55.96	1.02	14.9	2.0
		MEDIANA:	3.18	460	276.0	674.9	3.24	48.61	0.55	8.8	2.0
		No. DATOS:	25	20	2	3	2	2	2	20	2
11	MUNICIPIO DE TULA DE ALLENDE	MÍNIMO:	2.03	3	146.0	278.5	2.63	17.69	0.02	5.0	0.2
		MÁXIMO:	5.30	>2400	240.0	447.0	3.80	47.82	1.62	16.0	2.5
		MEDIANA:	3.57	460	171.5	308.2	3.18	33.20	0.24	12.9	0.8
		No. DATOS:	48	36	6	6	6	6	6	36	6

12	MUNICIPIO DE TULA DE ALLENDE	MÍNIMO:	1.73	7	100.0	230.4	1.00	17.58	0.02	9.8	0.4
		MÁXIMO:	2.65	460	115.2	240.1	1.00	24.19	0.02	22.6	0.6
		MEDIANA:	2.13	165	107.6	235.2	1.00	20.89	0.02	12.2	0.5
		No. DATOS:	16	12	2	2	2	2	2	12	2
13	MUNICIPIO DE TULA DE ALLENDE	MÍNIMO:	0.93	3	107.9	203.0	2.36	21.63	0.02	5.0	0.2
		MÁXIMO:	1.69	>2400	260.0	529.9	4.25	51.91	0.56	34.4	4.0
		MEDIANA:	1.15	460	150.1	269.7	3.58	35.48	0.31	15.4	0.9
		No. DATOS:	48	36	6	6	6	6	6	36	6
14	MUNICIPIO DE TULA DE ALLENDE	MÍNIMO:	0.84	11	133.0	255.2	1.07	11.42	0.02	7.0	0.5
		MÁXIMO:	1.37	>2400	255.0	740.9	7.32	53.02	1.11	16.7	2.0
		MEDIANA:	1.05	780	184.5	404.6	2.51	26.50	0.09	10.1	1.8
		No. DATOS:	48	36	6	6	6	6	6	36	6
15	MUNICIPIO DE TULA DE ALLENDE	MÍNIMO:	0.20	3	33.0	60.1	0.83	11.47	0.02	5.0	0.2
		MÁXIMO:	2.02	>2400	70.0	134.4	1.60	24.46	0.35	26.5	1.0
		MEDIANA:	1.60	460	54.9	99.4	1.22	17.21	0.07	5.0	0.4
		No. DATOS:	48	36	6	6	6	6	6	36	6
16	MUNICIPIO DE TULA DE ALLENDE	MÍNIMO:	14.49	14	16.0	31.3	0.48	3.35	0.02	5.0	0.2
		MÁXIMO:	100.28	>2400	140.0	286.0	3.15	12.64	0.06	30.0	1.0
		MEDIANA:	52.73	240	39.4	84.1	0.56	6.89	0.02	5.0	0.6
		No. DATOS:	48	36	6	6	6	6	6	36	6
17	MUNICIPIO DE TULA DE ALLENDE	MÍNIMO:	0.79	15	190.0	280.2	2.49	36.52	0.02	5.0	0.2
		MÁXIMO:	1.49	1100	446.0	980.1	4.14	66.18	0.79	35.0	2.0
		MEDIANA:	1.19	240	214.0	445.3	3.46	57.45	0.14	18.0	0.8
		No. DATOS:	48	36	6	6	6	6	6	36	6
18	MUNICIPIO DE TULA DE ALLENDE	MÍNIMO:	3.00	9	140.0	240.0	2.06	32.44	0.02	5.0	0.2
		MÁXIMO:	10.66	>2400	366.0	875.1	5.95	52.43	1.07	27.0	1.5
		MEDIANA:	5.91	240	246.5	464.4	3.47	39.57	0.70	12.6	0.8
		No. DATOS:	48	36	6	6	6	6	6	36	6
19	MUNICIPIO DE TULA DE ALLENDE	MÍNIMO:	2.21	4	130.0	284.9	1.50	25.11	0.02	5.0	1.0
		MÁXIMO:	3.77	150	130.0	284.9	1.50	25.11	0.02	5.0	1.0
		MEDIANA:	2.62	17	130.0	284.9	1.50	25.11	0.02	5.0	1.0
		No. DATOS:	8	6	1	1	1	1	1	6	1
20	MUNICIPIO DE TULA DE ALLENDE	MÍNIMO:	0.99	21	175.0	306.6	2.20	19.90	0.02	5.0	0.4
		MÁXIMO:	10.12	>2400	489.0	988.4	4.65	44.20	1.21	24.7	2.5
		MEDIANA:	6.97	460	323.3	582.7	2.81	32.21	0.35	10.4	1.0
		No. DATOS:	48	36	6	6	6	6	6	36	6
21	SERVICIOS	MÍNIMO:	0.02			25.0					
		MÁXIMO:	3.00			429.5					
		MEDIANA:	1.71			263.0					
		No. DATOS:	40			40					
22	SERVICIOS	MÍNIMO:	0.01			10.0					
		MÁXIMO:	3.00			297.7					
		MEDIANA:	1.52			82.0					
		No. DATOS:	40			40					
23	SERVICIOS	MÍNIMO:	0.01			17.7					
		MÁXIMO:	3.00			371.9					
		MEDIANA:	1.52			247.9					
		No. DATOS:	20			20					
24	SERVICIOS	MÍNIMO:	0.01			16.1					
		MÁXIMO:	3.00			407.4					
		MEDIANA:	1.52			260.5					
		No. DATOS:	20			20					
25	CEMENTO	MÍNIMO:	0.52	3	5.0	38.4	2.50	1.43	0.01	6.0	0.1
		MÁXIMO:	5.09	>2400	191.7	316.8	13.20	64.42	0.02	24.0	1.5
		MEDIANA:	2.53	3	30.4	100.8	2.65	14.64	0.02	10.0	0.1
		No. DATOS:	327	246	40	41	40	40	40	246	40
26	CEMENTO	MÍNIMO:	0.52	3	13.1	42.7	2.50	6.87	0.02	10.0	0.1
		MÁXIMO:	3.42	20	39.4	67.2	2.50	12.04	0.02	10.0	0.1
		MEDIANA:	2.20	3	27.2	45.1	2.50	10.48	0.02	10.0	0.1
		No. DATOS:	32	24	4	4	4	4	4	24	4
27	COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD	MÍNIMO:	2.00	460	2.0	53.0	0.73	4.52	0.01	5.0	0.1
		MÁXIMO:	280.00	>2400	262.0	401.6	8.70	40.79	0.07	337.4	7.0
		MEDIANA:	197.92	>2400	97.5	212.5	4.72	25.44	0.02	11.0	1.2
		No. DATOS:	210	180	30	30	30	30	30	180	30
28	COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD	MÍNIMO:	1.00	3	10.0	38.0	1.28	5.98	0.01	5.0	0.1
		MÁXIMO:	170.00	>2400	42.3	139.0	3.73	30.38	0.04	23.0	1.3
		MEDIANA:	1.00	>2400	29.2	69.5	3.24	22.37	0.02	5.1	0.2
		No. DATOS:	60	48	8	4	8	8	8	48	8
29	TEXTIL	MÍNIMO:	0.08	3	2.0	30.0	0.05	1.23	0.01	5.0	0.1
		MÁXIMO:	11.24	>2400	27.0	546.0	22.50	38.55	0.02	30.0	0.2
		MEDIANA:	2.38	30	5.2	49.0	1.23	11.78	0.01	10.0	0.2
		No. DATOS:	879	664	112	103	112	112	112	664	112
30	TEXTIL	MÍNIMO:	0.10	3	2.0	30.0	0.05	1.51	0.01	5.0	0.1
		MÁXIMO:	12.20	>2400	24.0	454.0	2.90	31.92	0.02	12.0	0.2
		MEDIANA:	0.23	30	6.5	51.5	1.44	9.90	0.01	10.0	0.2
		No. DATOS:	290	218	36	36	36	36	36	218	36
31	PEMEX	MÍNIMO:	185.00	40	35.8	66.1	1.00	2.42	0.02	2.5	0.1
		MÁXIMO:	316.00	1500	60.1	95.2	1.65	4.67	0.02	12.8	0.8
		MEDIANA:	271.79	350	47.6	81.2	1.01	3.61	0.02	6.7	0.1
		No. DATOS:	54	42	6	6	6	6	6	42	6
32	PEMEX	MÍNIMO:	107.00	3	8.0	26.0	0.10	0.69	0.00	4.1	0.1
		MÁXIMO:	623.00	750	85.1	190.4	5.55	18.88	0.03	13.1	0.9
		MEDIANA:	214.00	120	19.0	53.0	0.63	3.16	0.02	6.9	0.1
		No. DATOS:	282	216	36	30	36	36	36	216	36

Ilustración 5. Tabla de calidad del agua de descargas registradas. Tomada de (CONAGUA, 2012-2018)

Los resultados muestran que las descargas de aguas residuales presentan concentraciones de coliformes fecales mayores a 2,400 NMP/100 ML; así mismo, tienen valores de demanda bioquímica de oxígeno (5 días) y demanda química de oxígeno mayores a los 100 mg/L; también el nitrógeno total y las grasas y aceites presentan valores altos, de 40 a 230 mg/L, y de 23 a 413 mg/L, respectivamente.

### **Conclusiones de la problemática.**

El agua de los ríos Tepeji, Tula, El Salto y Jilotepec y el Canal Dendhó, así como de las presas Requena y Endhó presentan problemas de calidad del agua que son causados por materia orgánica (biodegradable y no biodegradable), microorganismos patógenos, sólidos disueltos totales, sólidos suspendidos totales, nitrógeno amoniacal, fósforo total, sustancias activas al azul de metileno, color verdadero y metales (p.e. cromo total, mercurio total y níquel total). Los niveles de contaminación que presentan las aguas de estos ríos causan que sus aguas resulten tóxicas para las pruebas con *V. fischeri* y *D. magna*.

Las descargas registradas y evaluadas presentan altas concentraciones de demanda química de oxígeno (DQO), coliformes fecales (CF), demanda bioquímica de oxígeno (5 días) (DBO )grasas y aceites (GyA), fósforo total (PT) y nitrógeno total (NT).

Los niveles de contaminación que presentan las aguas de los ríos son causados por las descargas de aguas residuales municipales y no municipales (descargas irregulares) que vierten directa e indirectamente a ellos, las cuales son vertidas sin un tratamiento previo, o bien el tratamiento no es suficiente para que el cuerpo receptor alcance niveles aceptables para el uso del recurso en el riego agrícola y el desarrollo de vida acuática.

Esta situación en la calidad de las aguas superficiales puede causar problemas en la salud pública de los agricultores y consumidores de los productos agrícolas que se cultiven con dichas aguas. Así mismo, pueden afectar las características fisicoquímicas de los suelos irrigados. Desde el punto de vista de ecosistemas, los niveles de contaminación presentes no permiten el desarrollo de las especies animales y vegetales característicos de este tipo de cuerpos de agua.

De los 31 pozos evaluados, 22 rebasan, al menos para un parámetro, el Límite Permissible (LP) establecido en la NOM-127-SSA1-1994(2000); así mismo, en 15 de ellos se rebasa el LP en al menos uno de cuatro metales pesados (arsénico, cadmio, cromo y mercurio).

### **Localidades de impacto.**

- Colonias ribereñas a la presa Endhó y río Tula

### **Aire.**

El crecimiento de la población en zonas urbanas trajo consigo el crecimiento de actividades económicas y productivas en zonas relativamente pequeñas, lo que agudizó problemas como el inadecuado suministro de agua y mala calidad del aire. La problemática de la contaminación del aire se ha convertido en una constante de importancia debido a los daños que ocasiona, como son: problemas de salud, afectaciones en bosque y ecosistemas acuáticos debido al fenómeno conocido como "lluvia ácida" (SEMARNAT, 2013).

Los contaminantes atmosféricos que inciden de manera importante en el calentamiento global y sobre la salud de la población son el dióxido de azufre ( $SO_2$ ), óxidos de nitrógeno (NOx), partículas

suspendidas con diámetro menor a 10 micrómetros ( $PM_{10}$ ), partículas suspendidas con diámetro menor a 2.5 micrómetros ( $PM_{2.5}$ ), ozono ( $O_3$ ), monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles (COV), dióxido de carbono ( $CO_2$ ) y amoníaco ( $NH_3$ ).

Los impactos ambientales, sociales y económicos de la contaminación atmosférica hacen necesario conocer no sólo las concentraciones de los principales contaminantes en el aire, sino también sus fuentes de origen y sus volúmenes de emisión. Todo ello permite el diseño y la implementación de acciones de política orientadas a reducir la presencia de los contaminantes en la atmósfera y minimizar así sus impactos sobre la salud de la población y ecosistemas.

El municipio pertenece a la cuenca atmosférica de Tula, la cual se ubica en el Valle del Mezquital y se divide a la mitad por la serranía de San Miguel que se ramifica a su vez en diferentes desniveles: al Norte, el Valle de Ixmiquilpan; al Sur, el Valle de Actopan; al Noroeste, una llanura que comprende la parte septentrional de los municipios de Ixmiquilpan y Cardonal. La cuenca atmosférica de Tula está formada por 12 municipios; se localiza al Suroeste de Hidalgo en una superficie de  $1,730km^2$ . En esta cuenca se encuentra uno de los corredores industriales más importantes del país atribuido a la generación de energía. Entre las industrias más significativas localizadas en esta cuenca, se pueden mencionar: la Refinería Miguel Hidalgo de Petróleos Mexicanos (PEMEX) y la Termoeléctrica Francisco Pérez Ríos de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), además de industria química, cementera, calera, metalúrgica, metalmeccánica, entre otras.

La cuenca atmosférica de Tula ha sido muy estudiada debido a las actividades industriales ahí desarrolladas y las cuales se ha demostrado tienen impacto en la Ciudad de México. En dicha cuenca se tiene vientos dominantes de noreste durante casi todo el año, con vientos débiles de 2.8 a 8.3 m/s de velocidad promedio. En la atmósfera libre donde los vientos del Oeste se intensifican significativamente durante el invierno y en verano, debido a que en esta región son dominados por los vientos alisios (vientos del este) y de intensidad moderada 16.7 a 18 m/s.

En el Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Hidalgo Proaire 2016-2024 se reportó que a nivel estatal la mayor cantidad de emisiones de  $SO_2$  fueron realizadas en el municipio de Tula de Allende en donde se encuentran ubicadas plantas de generación de energía eléctrica y un complejo petroquímico, las cuales durante su proceso emiten una cantidad significativa de este compuesto. Tal como se mencionó anteriormente, el 99% de las emisiones de la cuenca son generadas por las fuentes fijas (73% por generación de energía eléctrica y 26% por actividades de petróleo y petroquímica) ubicadas en el municipio.

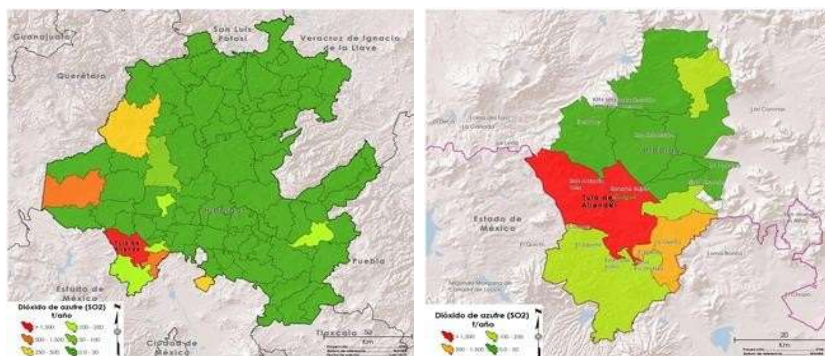


Ilustración 6. Emisiones de dióxido de azufre ( $SO_2$ ) toneladas por año para el estado de Hidalgo y cuenca atmosférica de Tula de Allende. Tomado de GeoEcoSphera S.C.

En cuanto a la distribución por municipio de las emisiones de CO, estas fueron relacionadas directamente con aquellas áreas que desarrollan una alta actividad vehicular, tal es el caso del municipio de Pachuca de Soto, el cual presentó las emisiones más altas. En segundo lugar, de emisiones de CO, se identificó al municipio de Tula de Allende. El municipio genera el 35% de las emisiones de CO de la cuenca, de las cuales el 58% son emitidas por las fuentes móviles y el 39% por fuentes industriales (industria del cemento, generación de energía eléctrica y petroquímica).

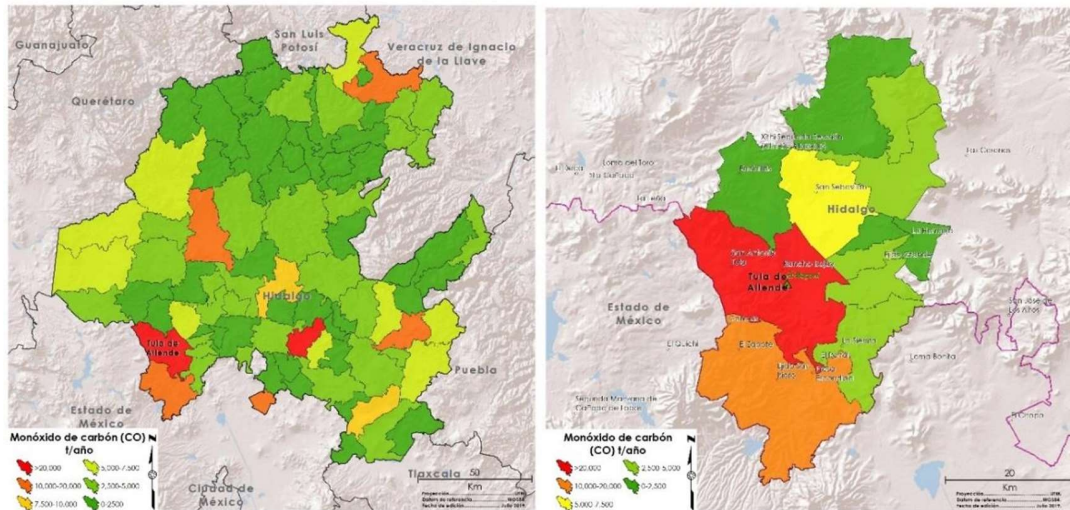


Ilustración 7. Emisiones de monóxido de carbono (CO) toneladas por año para el estado de Hidalgo y cuenca atmosférica de Tula de Allende.

Los municipios de Tula de Allende, Atotonilco de Tula y Tepeji del Río de Ocampo registraron las emisiones más altas de  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  de esta cuenca, siendo el municipio de Tula de Allende el que generó el 81 y 85% de las emisiones de  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  de la cuenca, provenientes sobre todo de las actividades de generación de energía eléctrica, petróleo y petroquímica.

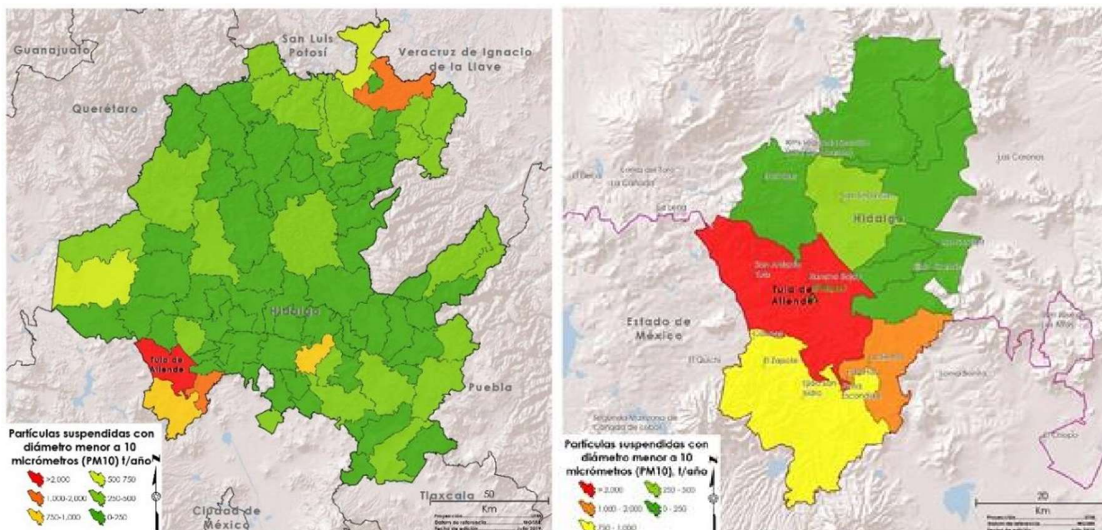


Ilustración 8. Emisiones de partículas suspendidas con diámetro menor a 10 micrómetros, toneladas por año para el estado de Hidalgo y cuenca atmosférica de Tula de Allende. Tomado de GeoEcoSphera S.C.

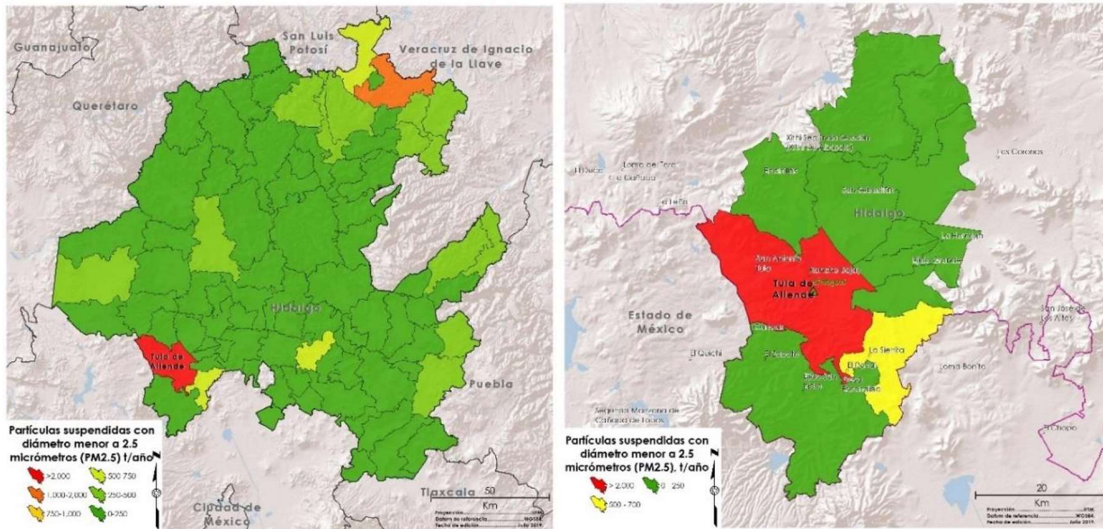


Ilustración 9. Emisiones de partículas suspendidas con diámetro menor a 2.5 micrómetros, toneladas por año para el estado de Hidalgo y cuenca atmosférica de Tula de Allende. Tomado de GeoEcoSphera S.C.

Adicionalmente, Tula de Allende es el municipio que generó en 2011 el 68% de las emisiones de NOx dentro de la cuenca, siendo el 91% de dichas emisiones generadas por procesos industriales (generación de energía eléctrica, industria del cemento, petróleo y petroquímica).

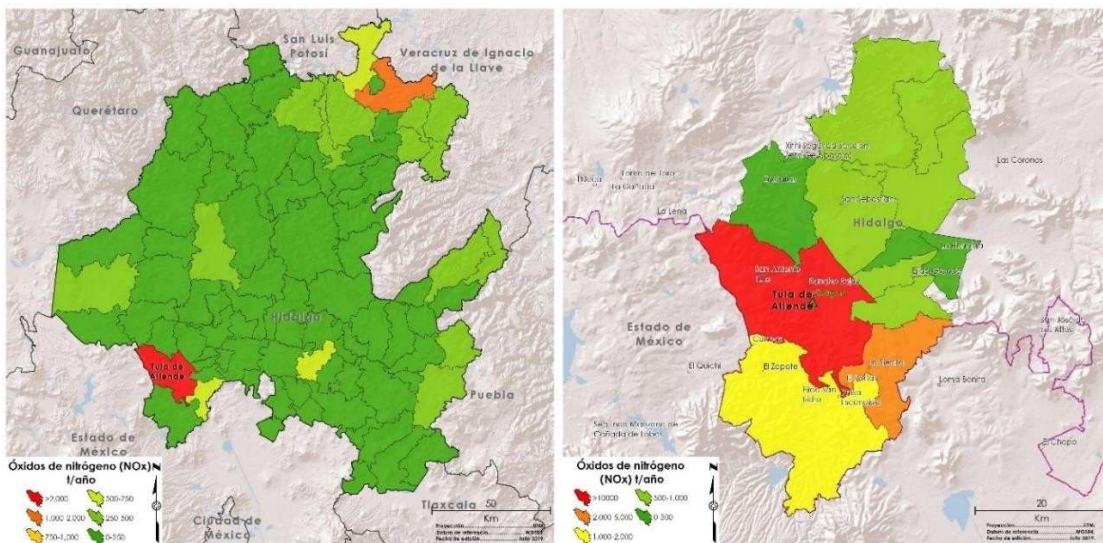
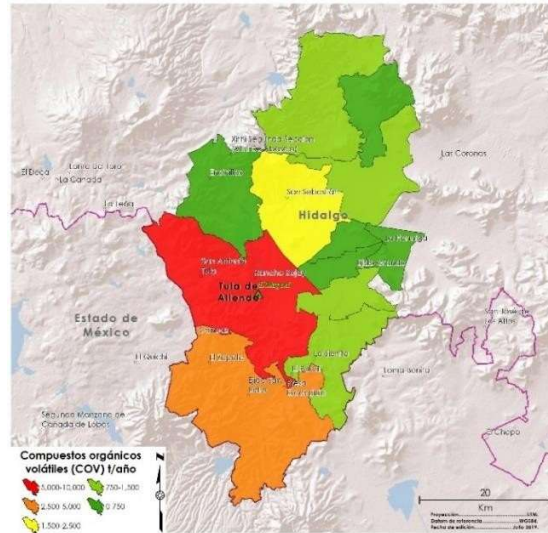
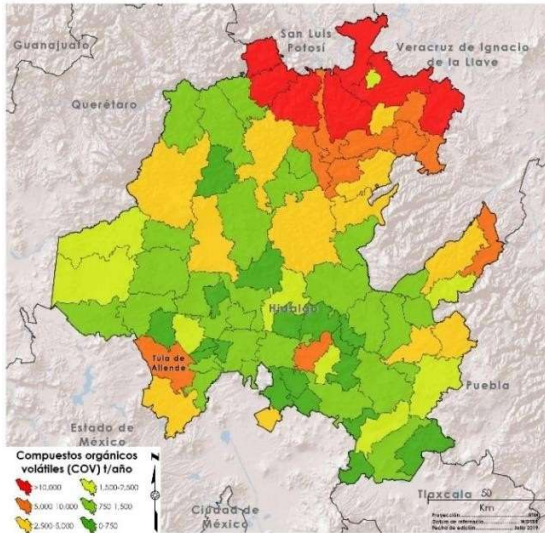


Ilustración 10. Emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx), toneladas por año para el estado de Hidalgo y cuenca atmosférica de Tula de Allende. Tomado de GeoEcoSphera S.C.

Respecto a los COV, este municipio es el que contribuye con un 42% a las emisiones de la cuenca, de los cuales el 67% son emitidos por las fuentes fijas (principalmente por las actividades de petróleo y petroquímica), el 20% por fuentes de área (combustión doméstica, uso doméstico de solvente y manejo y distribución de gas LP, entre otros). Por último, Tula de Allende es el municipio que generó la mayor cantidad de  $NH_3$  (27% del total de la cuenca), derivado principalmente de emisiones ganaderas (37% del total municipal) y generación de energía eléctrica (27% del total municipal).



**Compuestos orgánicos volátiles (COV) toneladas por año para el estado de Hidalgo y cuenta atmosférica de Tula de Allende.**

De acuerdo al Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Hidalgo 2013, las emisiones mayores de  $CO_2$  provienen de la categoría energía (19,851.26 Gg de  $CO_2$ ), la industria cementera ocupa el segundo lugar en importancia (2, 969.46 Gg de  $CO_2$ ), seguido por el transporte vial (2, 621.46 Gg de  $CO_2$ ).

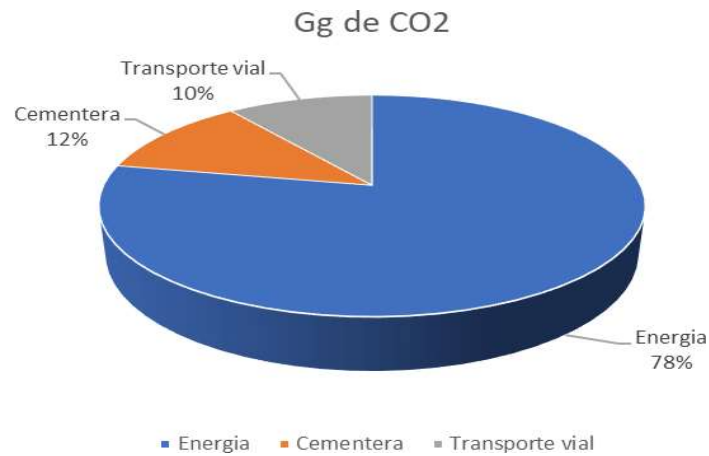


Ilustración 11. Principales productores de  $CO_2$  en el municipio de Tula de Allende. Tomado de PEACC, 2013.

De acuerdo con datos de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) consultados el 29 de julio del año 2019, en el municipio se encuentra una estación de monitoreo, Centro de Salud (CSA), presentando valores entre 0.02-0.045 ppm de Óxido nítrico (ON), Óxidos de nitrógeno ( $NO_x$ ) entre 0.013-0.062 ppm y Dióxido de azufre ( $SO_2$ ) máximo de 0.100 ppm; cumpliendo con los límites permisibles. Sobresalen como principales fuentes de emisión en la Región Tula – Tepeji, la industria del petróleo y petroquímica, generación de energía eléctrica e industria de cemento y cal (SEMARNAT, 2006).

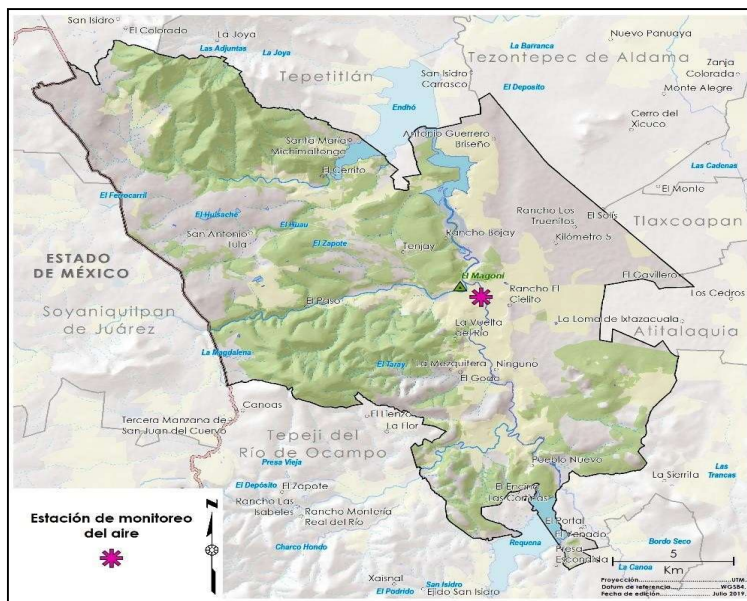


Ilustración 12. Estaciones de monitoreo del municipio de Tula de Allende. Tomado de SINAICA (2019).

A nivel nacional el 58.4% del bióxido de azufre ( $SO_2$ ) proviene de seis municipios; Carmen (Campeche), Tula de Allende (Hidalgo), Nava (Coahuila), Manzanillo (Colima), La Unión Isidoro Montes de Oca (Guerrero) y Salina Cruz (Oaxaca); en todos ellos, la mayor parte de las emisiones las generaron fuentes fijas, en particular las plantas de generación de electricidad y las refinerías de petróleo.

En cuanto a las  $PM_{10}$  los cinco municipios con mayores emisiones fueron Nava (Coahuila), Tula de Allende (Hidalgo), La Unión de Isidoro Montes de Oca (Guerrero), Ciudad Valles (San Luis Potosí) y Tuxpan (Veracruz) y con respecto a las  $PM_{2.5}$ , los cinco municipios que emitieron el mayor volumen a nivel nacional de este contaminante fueron Nava (Coahuila), La Unión de Isidoro Montes de Oca (Guerrero), Tula de Allende (Hidalgo), Tuxpan (Veracruz) y Othón P. Blanco (Quintana Roo). Ambos tipos de partículas fueron generados principalmente por las fuentes fijas y de área, destacando por su influencia los municipios en donde se localizan las centrales termo y carboeléctricas de la Comisión Federal de Electricidad.

**Problemática identificada: calidad del aire.**

**Tula de Allende, línea base 2022.**

**Generación de GEI Municipal.**

Tula de Allende produce todos los GEI; en una escala expresada en cuantiles por el nivel alcanzado resalta el óxido de nitrógeno seguidos del bióxido de carbono, óxido nítrico y el metano, todos los gases con grado de contaminación de “muy alto impacto ambiental”, por su parte la generación de dióxido de azufre está en el nivel de “alto impacto ambiental”. Las fuentes de GEI en Tula de Allende son diversos, mismo que son desglosados en las siguientes tablas y gráficos.

<b>GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI)</b>	<b>GRADO DE CONTAMINACIÓN (Cuantiles*)</b>	<b>TOTALES (t/Año)</b>
PM	92,38	21619,946
SO <sub>2</sub>	71,70	425511,558
CO <sub>2</sub>	89,25	435651,846
NO <sub>x</sub>	90,37	46242,673
CH <sub>4</sub>	80,33	930885,663
N <sub>2</sub> O	82,22	101049,222

*\*Nota: Los cuantiles son una medida estadística descriptiva de la información analizada, donde cada cuantil, representa el 25 por ciento hasta sumar cien.*

Fuente: Elaboración propia, con base en el Sistema de información de la Agenda Ambiental de Transversalidad del PEACCH-UAEH 2022.

*Ilustración 13. Tabla de Gases de Efecto Invernadero. Tomado de Agenda de intervención para incidir en la mitigación y adaptación del Cambio Climático*

### **Fuentes principales de la generación de GEI a nivel municipal.**

<b>FUENTES GENERADORAS DE GEI</b>	<b>GRADO DE CONTAMINACIÓN (CUANTILES)</b>
Puntual (Generación de energía eléctrica, industrias química, de cemento y cal, metalúrgica, automotriz, petróleo y petroquímica, textil y producción de bienes a base de minerales no metálicos)	93.76
Vehículos automotores	67.20
Fuentes naturales (biogénicas)	70.45
Fuentes por áreas productivas y de servicios	47.65
Agrícola (hectáreas con sustancias químicas, quema controlada, irrigadas con aguas negras y uso de maquinaria agrícola)	75.89
Aguas negras	80.09
Cabezas de ganado mayor, menor e industria avícola	74.46

*Tabla: Fuentes de generación de GEI. Tomado del Sistema de información de la Agenda Ambiental de Transversalidad del PEACCH-UAEH 2022.*

La actividad puntual referente a la generación de energía eléctrica, industrias y producción de bienes a base de minerales no metálicos es la principal fuente generadora de GEI, aunado a las aguas negras, la actividad agrícola y de ganado.

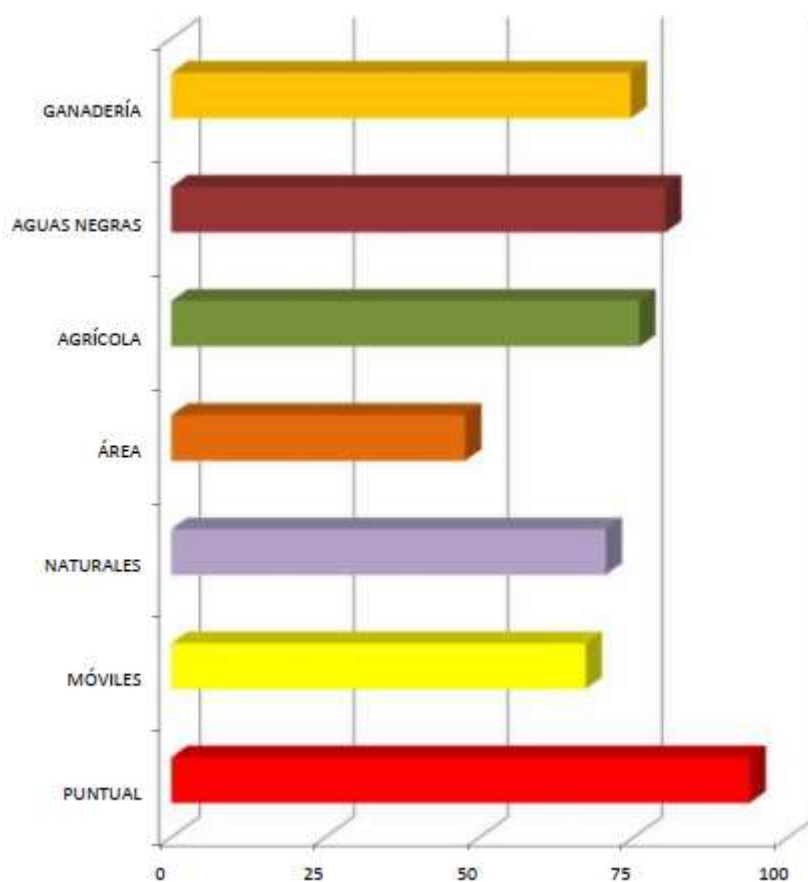


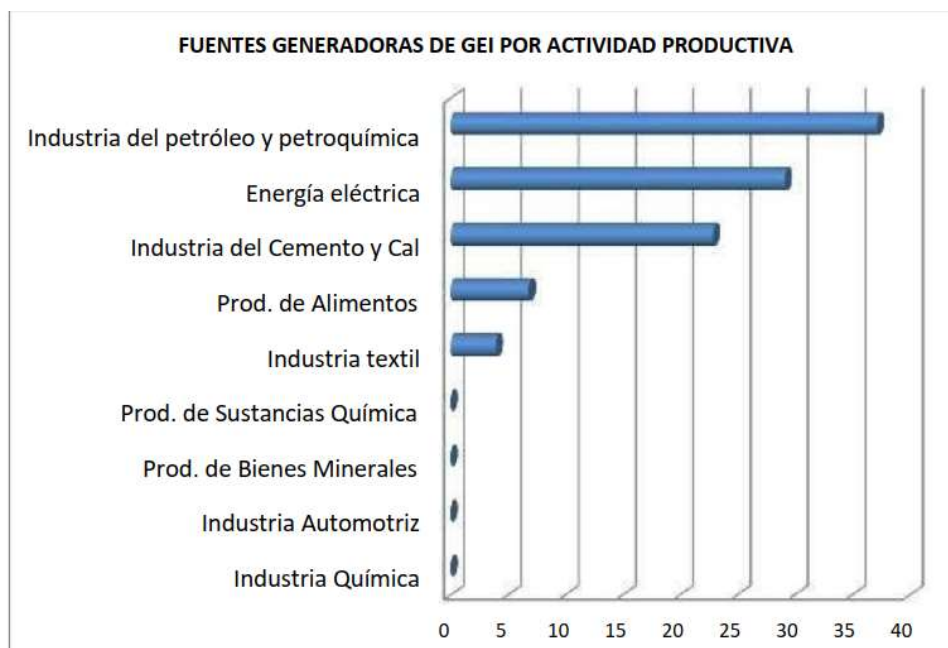
Ilustración 14. Fuentes generadoras de GEI en el Municipio de Tula de Allende. Tomado de Agenda Ambiental de Transversalidad del PEACCH-UAEH 2022.

**Fuentes de GEI en el Municipio por áreas productivas y de servicios.**

FUENTES GENERADORAS DE GEI POR ÁREAS PRODUCTIVAS Y DE SERVICIOS	PROPORCIÓN (CUANTILES)
Industria Química	0.00
Industria Automotriz	0.00
Prod. de Bienes Minerales	0.00
Prod. de Sustancias Química	0.00
Industria textil	3.97
Prod. de Alimentos	6.82
Industria del Cemento y Cal	22.89
Energía eléctrica	29.15
Industria del petróleo y petroquímica	37.18

Ilustración 15. Fuentes de GEI por área productiva. Tomado de Agenda Ambiental de Transversalidad del PEACCH-UAEH 2022.

Dentro de las actividades productivas los GEI son generados principalmente por la industria del petróleo y petroquímica, la energía eléctrica y la industria del cemento y cal. En Tula, la industria del petróleo y petroquímica se convierte en un problema que requiere atención inmediata.



**Fuentes de GEI en el Municipio según proporción de aportación de mayor a menor.**

<b>FUENTES GENERADORAS DE GEI EN LA AGRICULTURA</b>	<b>PROPORCIÓN (Cuantiles)</b>
Quema controlada	28.76
Uso de maquinaria agrícola	30.98
Has con sustancias químicos	32.17
Has irrigadas con aguas negras	35.30

*Ilustración 16. Fuentes generadoras de GEI en la agricultura. Tomado de Agenda Ambiental de Transversalidad del PEACCH-UAEH 2022.*

La actividad agrícola se posiciona en el tercer puesto en cuanto a emisiones de GEI se refiere. Ésta resulta en gran medida por el número de hectáreas que son irrigadas con aguas negras, lo cual lo posiciona como el contaminante más importante en este rubro, incluso superior al empleo de sustancias químicas (fertilizantes y pesticidas) y al uso de maquinaria agrícola.

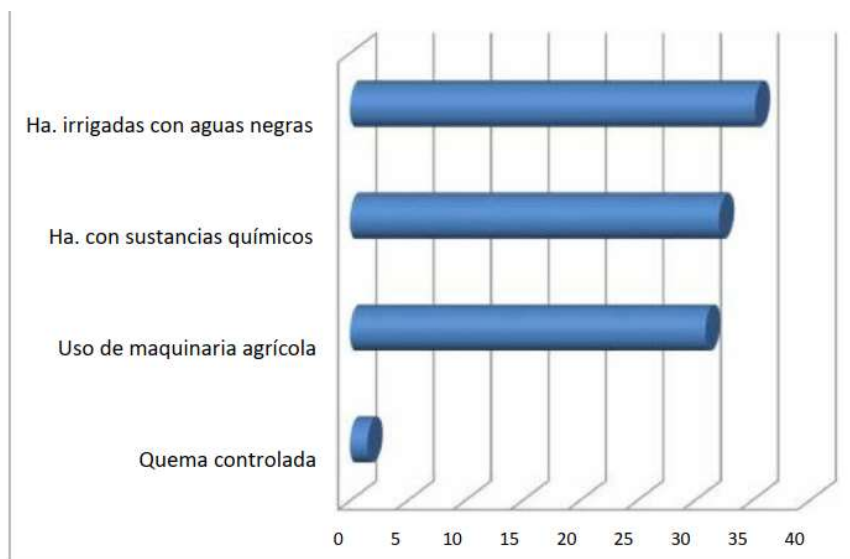


Ilustración 17. Tomado de Agenda Ambiental de Transversalidad del PEACCH-UAEH 2022

**Fuentes de GEI en el Municipio según proporción de aportación de mayor a menor.**

FUENTES GENERADORAS DE GEI EN LA GANADERÍA	PROPORCIÓN (Cuantiles)
Cabezas de ganado mayor	28.76
Cabezas de ganado menor	34.26
Industria avícola	36.98

Ilustración 18. Fuentes generadoras de GEI en la ganadería. Tomado de Agenda Ambiental de Transversalidad del PEACCH-UAEH 2022

En cuanto a la actividad ganadera, para este trabajo se agrupó el número de cabezas, sin distinción de su propósito (producción de carne o leche), lo mismo que en la industria avícola (producción de carne o huevo), esta última es la mayor emisora de GEI seguida por la producción de ganado menor y en menor medida el ganado mayor. En Tula de Allende, la industria avícola resulta la mayor generadora de GEI.

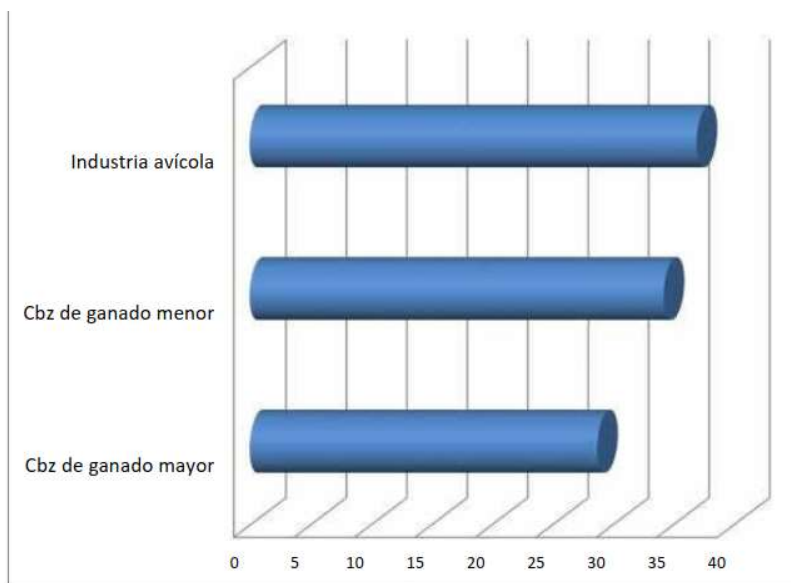


Ilustración 19. Tomado de Agenda Ambiental de Transversalidad del PEACCH-UAEH 2022

**Fuentes de GEI en el Municipio por vehículos automotores.**

FUENTES GENERADORAS DE GEI POR VEHÍCULOS AUTOMOTORES	PROPORCIÓN (CUANTILES)
Vehículos a gas LP	1.72
Motocicletas	2.65
Combis	7.43
Taxis	7.51
Camiones pesados a gasolina	8.16
Microbuses	8.25
Camiones >3 t diésel	9.68
Camiones ligeros a gasolina	12.02
Camiones <3 t diésel	12.59
Autos particulares.	14.93
Pick up	15.07

Ilustración 20. Fuentes generadoras de GEI por vehículos automotores. Tomado de Agenda Ambiental de Transversalidad del PEACCH-UAEH 2022

Los GEI generados por vehículos automotores de todo tipo, la proporción se considera baja, ya que se ubica en el primer cuantil. Destaca que son las pick up y los autos particulares, los principales productores de GEI.

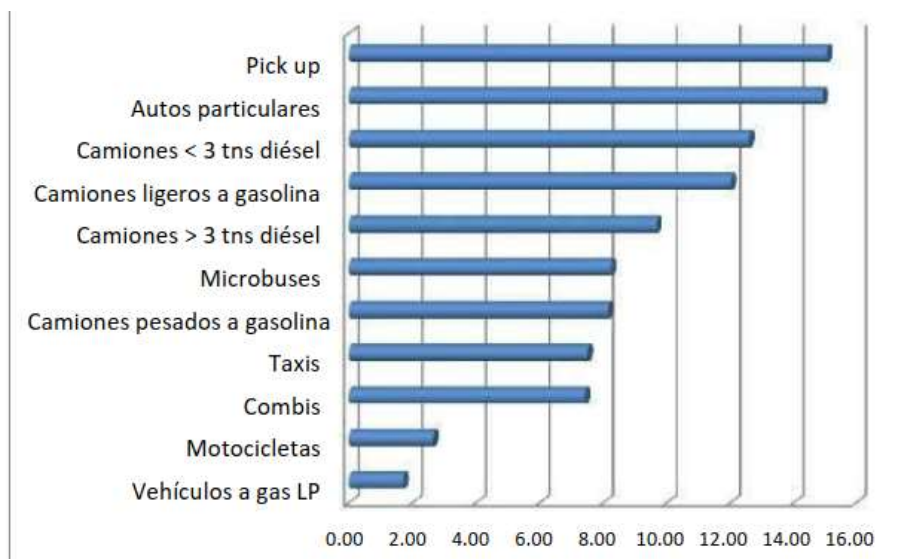


Ilustración 21. Tomado de Agenda Ambiental de Transversalidad del PEACCH-UAEH 2022.

El municipio de Tula de Allende tiene el nivel de GEI más alto de óxido de nitrógeno, carbono, óxido nítrico y de metano, todos ubicados en el nivel de “muy alto impacto ambiental”, su emisión está asociada a la existencia de la industria petroquímica, de electricidad y a la industria del cemento y cal. En corto plazo las emisiones de tales gases pueden alcanzar niveles críticos, por tanto, se requiere de su pronta atención.

### Suelo.

La contaminación del suelo provoca una reacción en cadena, alterando la biodiversidad del suelo, reduciendo la materia orgánica que contiene y su capacidad para actuar como filtro. También se contamina el agua almacenada en el suelo y el agua subterránea, provocando un desequilibrio de sus nutrientes. Entre los contaminantes del suelo más comunes se encuentran los metales pesados, los contaminantes orgánicos persistentes y los contaminantes emergentes, como los productos farmacéuticos y los destinados al cuidado personal (ONU, 2019).

La contaminación por agroquímicos está estrechamente relacionada con la producción en el municipio, destinando una superficie de 5,863 ha para agricultura de riego y 7,003 ha para agricultura de temporal. Con el fin de obtener altos rendimientos, se utilizan cantidades importantes de agroquímicos de una amplia gama de productos. Lo que contribuye significativamente en la contaminación de los suelos y del agua. La contaminación del suelo por agroquímicos presenta problemas colaterales, como: la contaminación del agua, así mismo, de acuíferos, de aguas superficiales y consecuentemente de fauna silvestre, así mismo pueden causar en la población diversas enfermedades, efectos agudos a corto plazo como intoxicaciones o malestares estomacales hasta efectos crónicos a largo plazo como cáncer.

El crecimiento de las localidades y de las zonas urbanas en general trae consigo un problema adicional, la generación de residuos y que sumada a la inadecuada disposición de éstos impide el aprovechamiento óptimo del suelo provocando su contaminación, debido a los compuestos químicos originados por la descomposición de los desechos.

Dicha expansión en estas localidades donde se concentra la población que demanda servicios, bienes, infraestructura, fuentes de empleo, industria, infraestructura de telecomunicaciones, entre otros, tiene como consecuencia la producción de desechos, conocidos como Residuos Sólidos Urbanos (RSU) que están compuestos por residuos orgánicos (papel, cartón, madera y en general materiales biodegradables) e inorgánicos (vidrio, plástico, metales y material inerte). El efecto ambiental más evidente del manejo inadecuado de los RSU lo constituye el deterioro estético de las localidades, así como del paisaje natural, tanto urbano como rural, sin embargo, entre los efectos ambientales más serios, está la contaminación del suelo, de los cuerpos de agua y la generación de gases que contribuyen al efecto invernadero.

De acuerdo con el Plan Estatal de Desarrollo (PED) 2016-2022, publicado en el Periódico Oficial del estado de Hidalgo en enero de 2017, diariamente se generan en la entidad 2 mil 804 toneladas de residuos sólidos, de los cuales solo se recicla 2.4% posicionándose entre los tres primeros municipios con mayor generación de residuos sólidos.

Otro problema ambiental grave está asociado a los residuos biológico – infecciosos, siendo la causa de este problema la falta de políticas adecuadas para su manejo, transporte y disposición.

Como se observa en la siguiente ilustración, los asentamientos humanos registran la mayor ganancia de superficie en el periodo de análisis, manteniendo un crecimiento sostenido con una tasa de 54.9 ha/año. Otros usos de suelo que presentan crecimiento en los últimos 25 años son la infraestructura, los bancos de materiales pétreos, las vialidades, la industria y los pastizales inducidos.

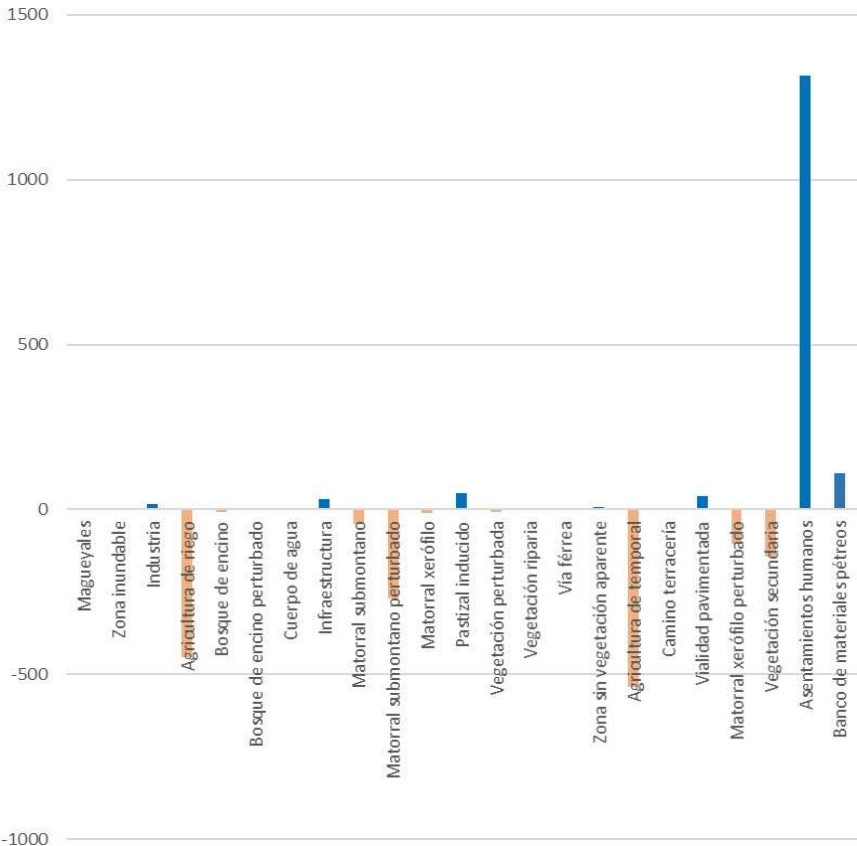


Ilustración 22. Ganancias y pérdidas por tipo de uso de suelo o vegetación 1995-2019. Tomado de GeoEcoSphera S.C.

En cuanto a la superficie de cambio de un tipo de cobertura a otra; los asentamientos humanos ganaron hectáreas provenientes principalmente de la vegetación secundaria (487.7 ha), la agricultura de riego (366.1 ha), la agricultura de temporal (225 ha) y el pastizal inducido (106.5 ha). La vegetación secundaria ganó hectáreas de agricultura de temporal (217.5 ha) y del matorral submontano perturbado (162.1 ha). El pastizal inducido obtuvo una ganancia principalmente de agricultura de temporal (164.7 ha). Los bancos de materiales pétreos ganaron de la vegetación secundaria 92.5 ha.

### **Tasa de deforestación.**

El municipio de Tula de Allende cuenta con cuatro ecosistemas (bosque de encino, matorral xerófilo, matorral submontano, vegetación riparia). El matorral submontano es el ecosistema que más se ha visto afectado por la deforestación perdiendo 44.152 hectáreas entre 1995 y 2019, el cambio de cobertura de estas hectáreas ha sido hacia asentamientos humanos, vialidades pavimentadas, vegetación secundaria, zonas sin vegetación aparente, pastizal inducido y matorral xerófilo. Los cambios en el matorral xerófilo han sido hacia asentamientos humanos, vegetación perturbada, pastizal inducido, matorral submontano y matorral xerófilo perturbado. El bosque de encino ha perdido hectáreas hacia el pastizal inducido y el bosque de encino perturbado.

Uso de suelo o tipo de vegetación	superficie 1995 (ha)	superficie 2019 (ha)	cambio (ha)	% de cambio	tasa de cambio anual (ha/año)
Bosque de encino	511.47	503.70	-7.77	-1.5	-0.3
Matorral submontano	1776.85	1732.70	-44.15	-2.5	-1.8
Matorral xerófilo	1573.92	1563.41	-10.51	-0.7	-0.4
Vegetación riparia	22.79	22.79	0.00	0.0	0.0

*Tabla 6. Tasa de deforestación. Tomada de GeoEcoSphera S.C.*

### **Problemáticas identificadas.**

#### **Calidad y causas de presión y degradación del suelo.**

##### **Erosión.**

Los impactos de la actividad agrícola sobre el suelo son de dos tipos: la erosión o pérdida de suelo y la contaminación, la primera es provocada cuando se hace uso del suelo sin tomar en cuenta sus propiedades físicas, la topografía del lugar y los recursos vegetales que sustenta.

En México, la erosión hídrica del suelo está presente en 22.72 millones de hectáreas, que representa el 11.9% del territorio nacional. Este fenómeno, que se origina por la acción del agua sobre una superficie desprovista de cobertura vegetal, es posiblemente el tipo de erosión más importante de todos, ya que es irreversible y de magnitud significativa. Se calcula que para tener un centímetro de suelo mineral en la capa superficial son necesarios entre 100 y 400 años, razón por lo que se considera como un recurso natural no renovable dentro de la escala de tiempo humana (Montes *et al.*, 2011; SEMARNAT, 2013).

El municipio de Tula de Allende presenta erosión hídrica del suelo de 0.5 a 5 ton/ha al año en zonas con pendiente, aunado a esto, en zonas con presencia de corrientes de agua perennes e intermitentes, la erosión puede llegar a ser hasta de 50-200 ton/ha al año.

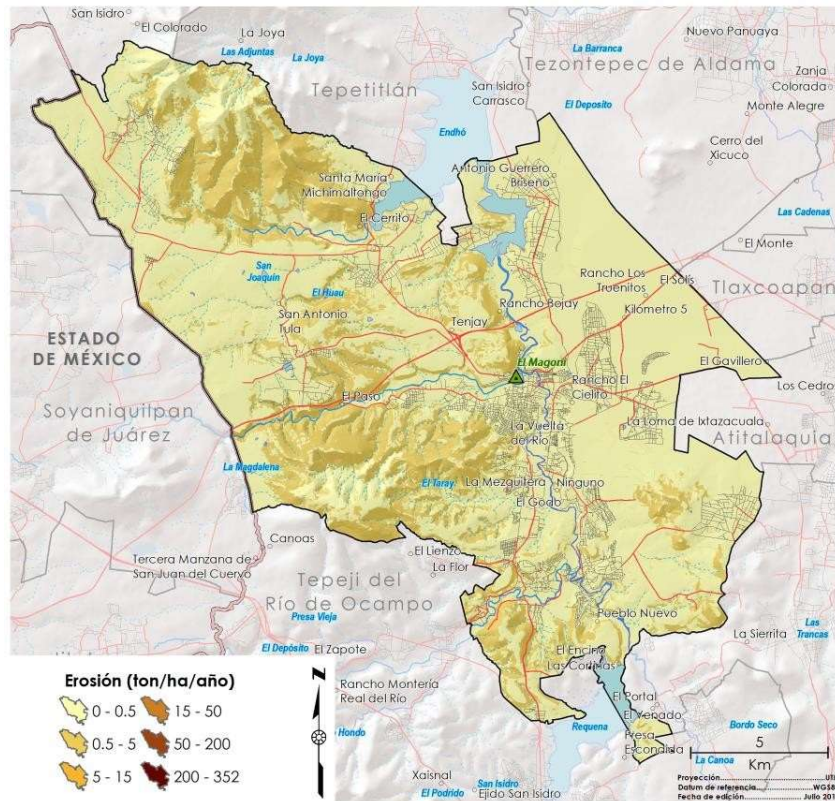


Ilustración 23. Erosión en el Municipio de Tula de Allende. Tomado de GeoEcoSphera S.C. con base en la fórmula universal de pérdida de suelos.

La erosión es particularmente severa cuando se deforestan suelos susceptibles como *Phaeozem*, el municipio de Tula de Allende comprende una superficie de este suelo de 21,875 ha que corresponden al 65.13% de la superficie del municipio. Las zonas con este tipo de suelo, con pendiente y con abundantes corrientes de agua, así como, con mayor cantidad de asentamientos humanos, presentan erosión entre 0.5 a 5 toneladas por hectárea al año.

La velocidad con la que el viento y el agua remueven el suelo depende de la cantidad de vegetación que lo cubra. En un bosque denso, el aire se mueve mucho más despacio y, además, las raíces retienen el suelo. Las plantas y los animales que viven en el subsuelo remueven la tierra y la mantienen porosa, de modo que el agua se infiltra en lugar de correr por la superficie provocando erosión. En el municipio otro factor que influye en la erosión hídrica del suelo es el tipo de vegetación, siendo que, los pastizales y matorrales, al encontrarse primordialmente en regiones áridas, son más susceptibles. Los tipos de vegetación que presentan erosión en el municipio son: matorral submontano perturbado, matorral submontano, matorral xerófilo perturbado, vegetación perturbada, vegetación secundaria, zona sin vegetación aparente, así como los bancos de materiales pétreos.

### Contaminación del suelo.

La contaminación del suelo es causada por los efectos negativos de los distintos sectores productivos y actividades humanas. Entre los diferentes tipos de contaminantes sobresale la disposición de residuos sólidos, los residuos de la minera, la cementera y la refinera, generando focos de infección y pasivos ambientales dispersos en todo el municipio, además de contaminar las aguas superficiales y con ello los suelos, a través del escurrimiento e infiltración de lixiviados.

Dichos contaminantes destruyen el poder de autodepuración del suelo por lo que afectan la regeneración biológica normal, al superar su capacidad, así como los ciclos biogeoquímicos y la función de biofiltro, provocando:

- Disminución en el crecimiento de los microorganismos benéficos del suelo, aumentando la fragilidad del sistema.
- Disminución del rendimiento de los cultivos.
- Cambios de las propiedades físicas y químicas del suelo.

### Minería.

Esta actividad económica es un factor de contaminantes debido a que durante la extracción de algunos minerales tales como puzolana, caliza, zinc, entre otros; se generan residuos, desde aquellos que se biodegradan con facilidad hasta residuos peligrosos, corrosivos, tóxicos e inflamables principalmente, que pueden provenir de los distintos procesos que se llevan a cabo para la obtención de la materia prima. Estos desechos peligrosos o de manejo especial son depositados o descargados sin ningún tratamiento, representando una fuente importante de contaminación.

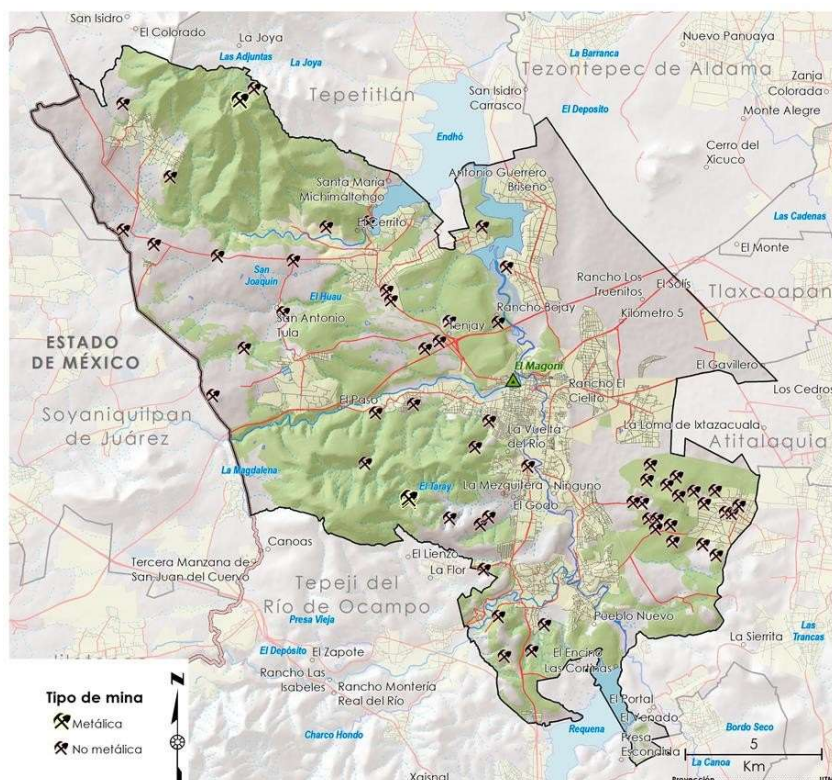


Ilustración 24. Minas y yacimientos localizados en Tula de Allende. Tomado de GeoinfoMex 2019, Recursos Digitales.

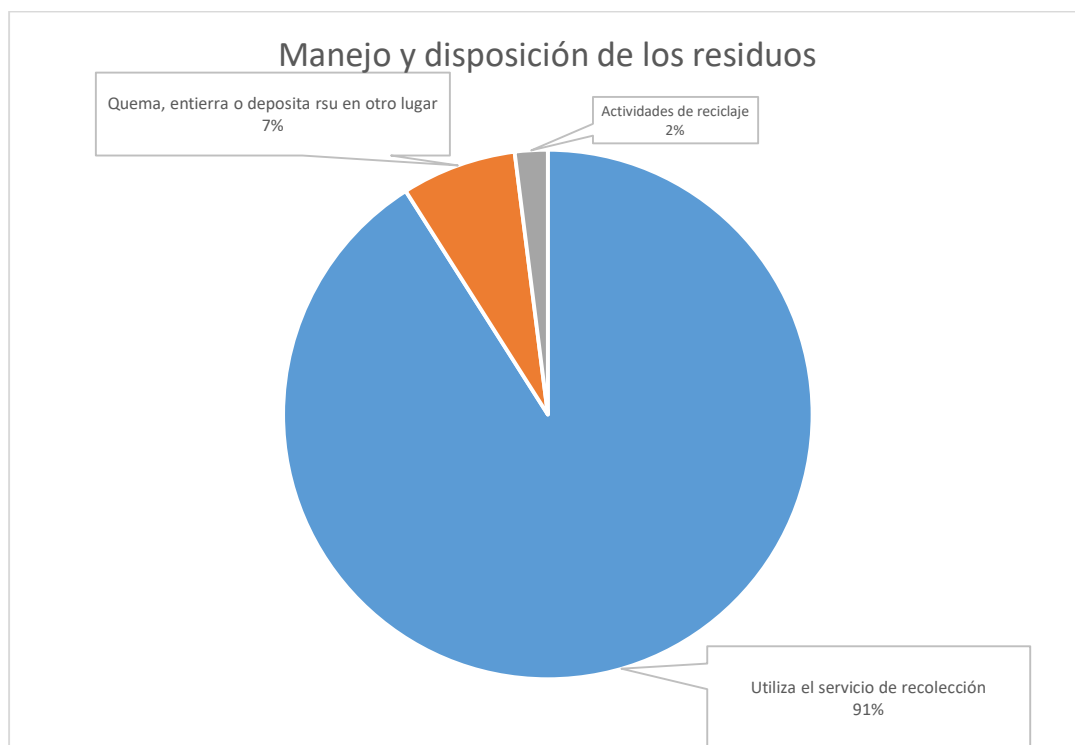
### **Disposición de residuos sólidos.**

En el Estado de Hidalgo existen 48 tiraderos a cielo abierto, mismos que carecen de infraestructura para la disposición final de los residuos sólidos, y únicamente 21 rellenos sanitarios son reconocidos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de Hidalgo (SEMARNATH), de los cuales 7 son regionales y 14 municipales. Se generan más de 2 mil toneladas de basura al día, por lo tanto, el 61% de los municipios del estado maneja de manera inadecuada sus residuos sólidos y solo el 2.4% de ellos se reciclan. Las zonas que generan más basura son Pachuca con el 24%, seguido de Tulancingo (12%) y Tula de Allende con 9%. Dichos tiraderos constituyen un foco de contaminación ambiental y un riesgo para la salud de la población.

En el municipio se realiza la disposición final de los residuos sólidos urbanos por convenio con la empresa Tecnosilicatos de México S.A. de C.V., perteneciendo a los catorce municipios a nivel regional (Tula de Allende, Atitalaquia, Tlaxcoapan, Tlahuelilpan, Atotonilco de Tula, Tepetitlán, Chapantongo, Mixquiahuala de Juárez, Ajacuba, Tecozautla, San Salvador, Actopan, Tezontepec de Aldama, Nopala de Villagran).

Sin embargo, debido a esta problemática se ha observado una mala disposición de ellos, ocasionado focos importantes de contaminación. Tan solo para la zona urbana con viviendas habitadas se estima que solo el 91% de las viviendas depositan sus desechos utilizando el servicio, mientras que 7% restante de las viviendas lo quema, entierra, o lo deposita en otros lugares. Por su parte menos del 2% se recicla.

En lo que respecta a las localidades fuera del área urbana se estima que el 13.2% de los residuos generados a nivel municipal son quemados o enterrados provocando contaminación de suelo y aire, pese a que la Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Hidalgo en el Artículo 44 fracción III, establece que está prohibida la quema a cielo abierto o en lugares no autorizados de cualquier tipo de residuos; sin embargo se requiere de acciones complementarias para erradicar esta práctica entre la población, la principal es aumentar la cobertura y eficiencia de los sistemas de recolección, además de campañas de concientización sobre los daños a la salud y al ambiente que se producen por la quema de residuos.



*Ilustración 25. Manejo y disposición de residuos. Elaboración propia*

En lo que respecta a la disposición de residuos de manejo especial (RME) se han reportado sitios contaminados cerca de las principales áreas industriales de la zona urbana, para los cuales se deben de plantear estrategias para su remediación, considerando que Tula de Allende (junto a Pachuca de Soto, Tulancingo de Bravo, Huejutla de Reyes, Ixmiquilpan y Mineral de la Reforma) se encuentra considerado como uno de los grandes generadores.

La SEMARNAT identificó que la región de Tula de Allende cuenta con 498 empresas generadoras de residuos peligrosos, de las cuales 14 producen hidrocarburos. De estas 498 empresas, 237 son microgeneradoras, 206 son pequeñas generadoras y 55 son grandes generadoras de material contaminante.

El estudio también reveló que el 45 por ciento de las empresas que generan residuos peligrosos son prestadoras de servicios, incluyendo laboratorios de análisis clínicos, centros de salud, consultorios e instituciones educativas.

Además, las industrias de la construcción y otros “servicios mercantiles generadores de residuos peligrosos” representan el 14 por ciento de las empresas.

## **Recursos Naturales.**

### ***Problemática identificada.***

#### **Sobreexplotación de recursos.**

##### ***Daño de la industria cementera en la región de Tula de Allende.***

En la región de Tula de Allende, seis cementeras generan residuos peligrosos. Tres de estas se ubican en Atotonilco de Tula y dos en Tula de Allende, todas con autorización de coprocesamiento. Sin embargo, existe una cementera en Tula de Allende que opera sin dicho permiso. Estos dos municipios son los principales afectados por estas actividades.

La SEMARNAT identificó tres polígonos con afectación ambiental debido a la erosión del suelo y la eliminación de fauna. Esto provocado por los bancos de materiales utilizados como materia prima por la industria cementera en la región de Tula de Allende.

Estas afectaciones abarcan un total de 145.69 hectáreas: 125.27 hectáreas en Atotonilco de Tula y 20.42 hectáreas en Tula de Allende. La SEMARNAT advirtió que la afectación podría aumentar debido a la explotación continua de las canteras.

Además, el consumo intenso de recursos materiales como la caliza y la arcilla puede generar una sobreexplotación.

##### ***Recuperación de espacios públicos.***

La administración a través de la Dirección de Protección Ambiental realizó recorridos para la identificación de los parques, jardines y demás espacios públicos que requieren de especial atención.

Con el trabajo coordinado con el Gobierno del Estado de Hidalgo y el Gobierno Municipal se llevaron a cabo la primera y segunda etapa de reforestaciones en el Boulevard Tula- Tlahuelilpan, sembrando 580 jacarandas y en el Boulevard Tula- Tepeji 72 grevilleas con la finalidad de contar con grandes productores de oxígeno, capaces de absorber el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), purificando de esta manera el aire contaminado y mejorar la calidad del suelo, dando puntual seguimiento y monitoreo en su crecimiento.

## **Sensibilización y educación ambiental.**

### ***Problemática identificada.***

#### **Falta de interés ciudadano.**

La Dirección de Protección Ambiental implementa el Programa de Educación Ambiental Municipal a través de la selección de instituciones escolares de diferente nivel educativo, así como la atención a oficios de solicitud para el diseño y ejecución de actividades estratégicas en materia ambiental, descritas a continuación.

##### ***Campaña de acopio de PET y Aluminio en instituciones educativas del Municipio de Tula de Allende.***

El plástico se produce a partir de recursos no renovables, como el petróleo y el gas natural. Estos recursos son limitados y su extracción y procesamiento tienen un impacto significativo en el medio ambiente. Al reciclar el plástico, podemos reducir la necesidad de extraer nuevos recursos, lo que nos permite conservar los valiosos recursos naturales de nuestro planeta. Además, el reciclaje de

plásticos también implica un menor consumo de energía en comparación con la producción del plástico virgen. Esto se debe a que el reciclaje requiere menos energía que la fabricación de plástico a partir de materias primas.

El reciclaje de plásticos no solo ayuda a preservar los recursos naturales, también ayuda a reducir la cantidad de residuos que llegan a los vertederos y los océanos. Al reciclar, podemos dar una segunda vida a los plásticos, evitando que terminen en lugares no deseados y causen daños ambientales.

Como parte del compromiso de la Administración con el fomento a la educación y cultura ambiental; en coordinación con la SEPH, a través de la Supervisión Escolar de Zona se seleccionan instituciones de manera anual para implementar campañas de acopio de PET y aluminio, dentro de todo el territorio que comprende el Municipio.

### **Normatividad local.**

#### ***Problemática identificada: actualización de normatividad.***

En México, las leyes y normas que regulan el aspecto ambiental son relativamente nuevas. Aunque antes de la década de 1970 había leyes que se referían al uso de recursos naturales, el derecho ambiental surgió hace apenas tres décadas, ya que las leyes anteriores no tomaban en consideración los aspectos relacionados con la conservación y la recuperación de los recursos naturales. Los primeros aspectos ambientales que se incorporaron a la legislación federal fueron relativos a la contaminación, cuando en 1971 se promulgó la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación. (Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública, 2006)

En los últimos treinta años, la política ambiental ha transitado de un enfoque sanitario como respuesta a la contaminación del aire en las grandes ciudades, a una orientación de protección del equilibrio ecológico. No obstante, la SEMARNAT reconoce que todas estas adecuaciones no han modificado las tendencias de degradación del ambiente y de los recursos naturales, debido principalmente a dos factores: un presupuesto escaso para el sector y que el tema ambiental continúa alejado de la toma de decisiones de política económica y de los sectores productivos. Por otro lado, la dependencia también reconoce que algunos de los programas y proyectos de desarrollo implementados en el país, especialmente las políticas agropecuarias y agrarias, han inducido procesos que favorecen la deforestación y el uso irracional del suelo. (Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública, 2006)

Existe un rezago normativo que integre plenamente el aspecto ambiental en los temas de desarrollo económico y social. Aunque el aprovechamiento de la vida silvestre y el manejo de residuos peligrosos desechados por la industria se encuentran regulados, existen vacíos legales que dificultan la gestión de la dependencia para regular o sancionar actividades. La ganadería, la pesca, la agricultura, las empresas de servicio, el crecimiento urbano, la generación de energía eléctrica, el sector carretero y la actividad petrolera continúan sin una regulación adecuada o no están contempladas por las políticas ambientales. (Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública, 2006)

La normatividad para el manejo de residuos sólidos está rezagada, sobre todo en el desecho de residuos sólidos urbanos de origen doméstico. De igual forma, no hay regulación adecuada para el manejo de residuos no peligrosos de origen industrial y para el tratamiento de sitios contaminados por residuos peligrosos. (Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública, 2006)

Es decir, la normatividad ambiental se ha restringido a regulaciones de carácter correctivo: obligaciones, restricciones y sanciones, pero no se ha enfocado al carácter preventivo de conservación del ambiente y a la sinergia del aspecto ambiental y del desarrollo económico y social. (Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública, 2006)

## **Biodiversidad.**

### **Problemáticas identificadas.**

#### **Enfermedades y plagas.**

##### ***Heno motita.***

La especie *Tillandsia recurvata*, mejor conocida como Heno motita causa la muerte lenta e ininterrumpida del tronco y ramas de la planta, árbol o cactácea donde se instala a través de la invasión masiva, compitiendo por la luz y oxígeno, dificultando la fotosíntesis, respiración y transpiración, con lo que impide el crecimiento de la especie hospedera, provocando en ocasiones, la muerte del árbol.

##### ***Picudo negro.***

Es una especie de coleóptero polífago de la familia *Curculionidae* originario de las zonas tropicales de América y actualmente distribuido mundialmente y considerado una plaga de cocoteros y palmeras, causa una picadura que inflama la zona anteriormente picada (no es venenoso), además transmisor del nemátodo *Bursaphelenchus cocophilus*, que provoca la enfermedad del "anillo rojo" en los cocoteros. Son bastantes comunes en las zonas tropicales de América del Sur.

## **Capítulo III. Estrategias**

### **1. Estrategia de reforestaciones en zonas urbanas y rurales del municipio.**

#### **Objetivo general.**

Instrumentar proyectos de protección, conservación y restauración de los ecosistemas del municipio con la corresponsabilidad de los diferentes sectores de la sociedad, ejidos y sociedad civil organizada y población en general a fin de construir y consolidar una imagen urbana y rural sustentable.

#### **Objetivos específicos.**

- I. Promover la participación de los diferentes sectores de la población, así como de las instancias gubernamentales con injerencia en la protección del medio ambiente, ejidos, instituciones educativas, comunidades y sociedad civil organizada en las actividades de protección, conservación y restauración de los ecosistemas del municipio.
- II. Operación de un programa de reforestación para zonas urbanas y rurales con la promoción de la participación de ejidos y comunidades, siendo seleccionadas a través del diagnóstico realizado y el padrón de parques y jardines que se quieren recuperar en coordinación con la Dirección de Servicios Municipales.

#### **Estrategias.**

- a) Contar con un vivero basto de especies forestales a través de la operación del vivero municipal y gestión ante instancias gubernamentales y privadas.

- b) Aplicar el programa de reforestación en coordinación con autoridades ejidales, delegaciones e instituciones educativas a fin de lograr la reforestación del municipio con árboles forestales.
- c) Realizar diagnóstico de las condiciones en las que se encuentran los parques y jardines municipales para su recuperación a través de trabajos de reforestación.

### Actividades.

1. Gestionar a través de campañas arboles de especie forestal o de ornato para parques y jardines.
2. Elaborar una paleta vegetal por comunidad seleccionada para aplicar el programa de reforestación.
3. Coadyuvar con Servicios Municipales para la creación del padrón de parques y jardines.
4. Coordinar el cuidado y mantenimiento de las especies creando conciencia y compromiso ambiental en las comunidades seleccionadas.

### Indicador.

Ficha del indicador	
Elementos	Características
<b>Nombre del indicador</b>	Porcentaje de árboles reforestado en el municipio
<b>Descripción del indicador</b>	Semáforo verde: mayor o igual a 50% Semáforo amarillo: mayor o igual a 25% y menor a 50% Semáforo rojo: menor a 25%
<b>Objetivo General del PMD asociado</b>	5.4 Planeación urbana y Ordenamiento Territorial 5.4.2 Ordenamiento Ecológico d) Implementar un programa de reforestación en zonas del territorio municipal que requieren especial atención. e) Elaborar e instrumentar proyectos específicos de restauración ecológica en los ecosistemas degradados del municipio.
<b>Base de cálculo y definición de variables</b>	Fórmula
	Definición de variables
	$PAR = (APR/AR) + 100$
	PAR: Porcentaje de árboles reforestados APR: Árboles programados para reforestar AR: Árboles reforestados
<b>Periodicidad</b>	Anual

### Líneas de acción.

#### Biodiversidad.

- Diseñar y ejecutar de campañas en materia ambiental que incluyan actividades de reforestación, donación de árboles y la sensibilización ambiental.
- Impulsar la creación de oasis urbanos o jardines polinizadores en instituciones educativas y comunidades interesadas.

## Cronograma de actividades.

### 1.Reforestaciones en zonas urbanas y rurales del municipio.

TEMÁTICAS: SUELO, AIRE, RECURSOS NATURALES, BIODIVERSIDAD

PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO	TRIMESTRE 1			TRIMESTRE 2			TRIMESTRE 3			TRIMESTRE 4			
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Fase 1: Selección de sitios			■										
Fase 2: Visita técnica			■										
Fase 3: Diseño de plantación (metodología)			■										
Fase 4: Técnicas de plantación (cepa)			■										
Fase 5: Selección de especies y reforestación			■										

## 2. Estrategia para el control y saneamiento de la plaga *Tillandsia recurvata* (heno motita).

### Objetivo general.

Establecer una estrategia municipal para el control y saneamiento del Heno Motita, con base en el diagnóstico realizado por la Dirección de Protección Ambiental para controlar la propagación de este en vía pública, siendo las comunidades más afectadas aquellas con las que se inicie el proceso.

### Objetivos específicos.

1. Elaborar una propuesta de trabajo que permita a la administración programar y presupuestar lo correspondiente para la ejecución de la estrategia.
2. Trabajar de manera coordinada con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Hidalgo y la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), autoridades responsables de las políticas públicas estatales en materia ambiental para el saneamiento y control de plagas epífitas en el arbolado municipal mediante capacitaciones.

### Estrategias.

- a) Elaborar una propuesta de trabajo para el control y saneamiento en las comunidades seleccionadas a través de campañas, difusión de comunicados informativos en redes sociales y reuniones con la ciudadanía interesada.

- b) Informar a la población sobre los pasos a seguir para el control y manejo de Heno Motita en coordinación con SEMARNATH y CONAFOR.
- c) Realizar actividades de prevención, control y manejo de Heno motita en las comunidades mayormente afectadas e identificadas en el diagnóstico.

### Actividades.

1. Realizar una reunión y/o mesa de trabajo por comunidad seleccionada para coordinar las operaciones de control y saneamiento.
2. Fomentar las actividades de capacitación para la población a través de la coordinación con SEMARNATH y CONAFOR según la cantidad de comunidades seleccionadas.
3. Sanear los árboles del municipio a través de la organización y operación de la metodología para el control de la plaga epifita en las comunidades seleccionadas.

### Indicador.

Ficha del indicador		
Elementos	Características	
<b>Nombre del indicador</b>	Porcentaje de control y saneamiento de heno motita	
<b>Descripción del indicador</b>	Semáforo verde: mayor o igual a 50% Semáforo amarillo: mayor o igual a 25% y menor a 50% Semáforo rojo: menor a 25%	
<b>Objetivo General del PMD asociado</b>	5.1 Medio Ambiente y Sustentabilidad	
<b>Base de cálculo y definición de variables</b>	Fórmula	Definición de variables
	$PCSHM = \frac{(CS/CCSHM)}{+ 100}$	PPE: Porcentaje de control y saneamiento de heno motita CS: Comunidades seleccionadas CCSHM: Comunidades con control y saneamiento de heno motita
<b>Periodicidad</b>	Trimestral	

### Líneas de acción.

#### Biodiversidad.

- Promover la metodología de control y saneamiento de heno motita en las comunidades más afectadas.

#### Sensibilización y educación ambiental.

- Sensibilización de la problemática con la ciudadanía en general.

## Cronograma de actividades.

### 2. Programa Municipal para el Control del Heno Motita.

TEMÁTICAS: EDUCACIÓN AMBIENTAL, BIODIVERSIDAD

PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO	TRIMESTRE 1			TRIMESTRE 2			TRIMESTRE 3			TRIMESTRE 4		
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Fase 1: Diagnóstico de afectación	■											
Fase 2: Selección de localidades		■										
Fase 3: Mesas de trabajo para coordinación de actividades		■										
Fase 4: Capacitación para control y saneamiento				■								
Fase 5: Actividades de saneamiento							■					

## 3. Estrategia para el manejo integral de los residuos sólidos urbanos.

### Objetivo general.

Lograr un adecuado Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos en el Municipio de Tula de Allende a través del establecimiento de directrices bajo las cuales el municipio de Tula de Allende alcance una disposición final adecuada de los residuos sólidos urbanos, a través de líneas estratégicas, acciones aplicables y medibles que involucren los diferentes sectores de la sociedad, desde los habitantes hasta las empresas y dependencias encargadas de las políticas públicas y regulación en la materia, a fin de lograr un manejo integral que incluya actividades de reducción en la fuente, almacenamiento, transporte y disposición final de los residuos que cumpla con los lineamientos y políticas en la materia.

### Objetivos específicos.

1. Buscar alternativas para la disposición final de residuos sólidos urbanos que cumplan con la política de valorización del 85% de los residuos, a fin de minimizar al máximo la disposición en relleno sanitario, tal como lo establecen las políticas públicas y normatividad en materia ambiental.

2. Trabajar de forma coordinada con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Hidalgo, autoridad responsable de las políticas públicas estatales en materia ambiental y normativa en materia de residuos.

### Estrategias.

- a) Brindar el servicio de disposición final en las comunidades que cumplan con la normativa ambiental establecida por el municipio.
- b) Elaboración del diagnóstico de generación, composición, recolección, manejo y disposición final de residuos.
- c) Elaborar campañas semestrales de acopio de residuos eléctricos y electrónicos para dar una disposición final adecuada y conforme la normatividad ambiental aplicable.

### Actividades.

1. Crear rutas de recolección de residuos sólidos urbanos que permitan la disposición final adecuada en las 73 localidades del Municipio.
2. Establecer un cronograma de actividades que permita seguir la metodología indicada en la normatividad aplicable para la elaboración del Estudio de generación y composición de residuos sólidos urbanos.
3. Coordinar reuniones y mesas de trabajo con las delegaciones, y autoridades ejidales para la difusión de actividades a realizar para la elaboración del Estudio de generación y composición de residuos sólidos urbanos.
4. Dar seguimiento a las actividades de separación y recolección de residuos sólidos urbanos a través de la normatividad vigente aplicable en coordinación con los actores involucrados.
5. Coadyuvar con empresas autorizadas para el manejo, acopio y reciclaje de Residuos de manejo especial (RME) para la disposición final de los residuos recolectados a través de las campañas de acopio semestrales.
6. Impartir cursos – talleres de Educación Ambiental a instituciones educativas de reciclaje, separación, tratamiento, manejo integral y disposición final de los Residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

### Indicador.

Ficha del indicador	
Elementos	Características
<b>Nombre del indicador</b>	Porcentaje de actualización del Programa para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos del Municipio de Tula de Allende
<b>Descripción del indicador</b>	Semáforo verde: mayor o igual a 50% Semáforo amarillo: mayor o igual a 25% y menor a 50% Semáforo rojo: menor a 25%
<b>Objetivo General del PMD asociado</b>	5.1 Medio Ambiente y Sustentabilidad 5.1.1. Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos
<b>Base de cálculo y definición de variables</b>	Fórmula
	Definición de variables
	$PAP = (ES/EE) + 100$ PAP: Porcentaje de actualización del programa ES: Etapas solicitadas EE: Etapas ejecutadas
<b>Periodicidad</b>	Trimestral

## **Líneas de acción.**

### ***Aire.***

- Inspeccionar y vigilar la quema de residuos sólidos urbanos a cielo abierto.

### ***Suelo.***

- Erradicar los tiraderos a clandestinos y a cielo abierto de residuos sólidos urbanos mediante el diseño y ejecución de campañas municipales de limpieza y la atención de denuncias ciudadanas.

### ***Agua.***

- Realizar acciones preventivas para evitar el bloqueo de alcantarillado por residuos sólidos urbanos en época de lluvias a través del organismo operativo responsable de la red de alcantarillado municipal.

### ***Sensibilización y educación ambiental.***

- Realizar acciones de sensibilización y concientización sobre el manejo integral de los residuos sólidos urbanos en coordinación con la Dirección Municipal de Comunicación Social.

### ***Normatividad ambiental.***

- Armonizar las estrategias del Programa de Protección al Ambiente con el marco normativo en materia ambiental vigente.

## Cronograma de actividades.

### 3. Manejo integral de los residuos sólidos urbanos.

TEMÁTICAS: SUELO, EDUCACIÓN AMBIENTAL,

PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO	TRIMESTRE 1			TRIMESTRE 2			TRIMESTRE 3			TRIMESTRE 4		
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Fase 1: Diagnóstico de situación de RSU	■											
Fase 2: Creación de rutas de recolección óptimas	■											
Fase 3: Ejecución de proyectos piloto "separación de producto PET y aluminio" en instituciones educativas de nivel básico				■					■			
Fase 4: Elaboración del estudio de generación y composición de RSU (2025)	■											
Fase 5: Elaboración del PMPGIRSU (2025)	■											

## 4. Estrategia de problemática ocasionada por la plaga del picudo negro en palmas datileras.

### Objetivo general.

Identificación de trampas existentes para capturar picudo negro, así como de palmeras secas en zonas públicas por la plaga para su derribo en el Municipio.

### Objetivos específicos.

Reportar el diagnóstico derivado de la afectación de palmeras datileras en el municipio de Tula de Allende, así como el seguimiento de empleo de método de trampeo para captación del picudo negro.

### Estrategias.

- Atender la problemática que representa la plaga del picudo negro en el municipio en coordinación con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Renovar las feromonas cada año de acuerdo a las recomendaciones del productor.
- Revisar las trampas ya instaladas cada trimestre con el fin de recolectar y contabilizar los insectos atrapados.

### Actividades.

1. Coordinar mesas de trabajo para dar a conocer la problemática del picudo negro a la población en general a través de dos campañas de difusión.
2. Adquirir las feromonas a través de la gestión con el Gobierno Estatal y Empresas.
3. Adecuar las trampas existentes mediante el monitoreo y cambio de feromonas, melaza, costales, entre otros.
4. Implementar 4 trampas nuevas en las localidades mayormente afectadas.
5. Realizar actividades de reforestación en los polígonos establecidos (meta de 150 palmas abanico reforestadas).

### Indicador.

Ficha del indicador	
Elementos	Características
Nombre del indicador	Porcentaje de programas ambientales ejecutados
Descripción del indicador	Semáforo verde: mayor o igual a 50% Semáforo amarillo: mayor o igual a 25% y menor a 50% Semáforo rojo: menor a 25%
Objetivo General del PMD asociado	5.1 Medio Ambiente y Sustentabilidad
Base de cálculo y definición de variables	Fórmula
	Definición de variables
Periodicidad	Trimestral

### Líneas de acción.

#### Sensibilización y educación ambiental.

- Promover el método de trampeo y sensibilización de la problemática con la ciudadanía en general.

## Cronograma de actividades.

PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO	TRIMESTRE 1			TRIMESTRE 2			TRIMESTRE 3			TRIMESTRE 4		
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Fase 1: Diagnóstico de la situación	■											
Fase 2: Gestión de feromonas e insumos	■											
Fase 3: Adecuación e instalación de trampas nuevas para su correcto funcionamiento				■			■			■		
Fase 4: Identificación de picudos negros							■			■		
Fase 5: Monitoreo de trampas				■			■			■		

## 5. Estrategia de sensibilización y concientización en materia de educación ambiental y del desarrollo sustentable.

### Objetivo.

Sensibilizar a la comunidad sobre la problemática ambiental actual y la importancia de su participación para la implementación de acciones encaminadas a mitigar los impactos ambientales y al logro del desarrollo sustentable.

### Objetivo específico.

Promover el programa de educación ambiental en las instituciones educativas (nivel preescolar, básico, medio superior y superior), así como en empresas y público en general a través de campañas de difusión y la impartición de cursos de interés en materia ambiental.

### Estrategias.

- Promover una cultura de reducción, reúso y reciclaje, principalmente de artículos de un solo uso como bolsas y unícel entre con los sectores industrial, comercial y de servicios.
- Brindar talleres de cuidado y conservación del medio ambiente en las instituciones educativas del municipio procurando cubrir todos los niveles.
- Participar en los cursos de verano organizados por las diferentes direcciones de la Administración Municipal a fin de impartir talleres ambientales.

- d) Celebración de las principales conmemoraciones de la agenda ambiental.
- e) Promover una cultura de separación en la fuente entre los sectores industrial, comercial y de servicios.

### Actividades.

1. Realizar un cronograma de actividades que permita impartir cursos de educación ambiental en diferentes sectores.
2. Coadyuvar con la Secretaría de Educación Pública y el Sector Privado de Educación, así como con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Hidalgo (SEMARNATH) para la coordinación y diseño de los talleres de educación ambiental en los sectores seleccionados.
3. Impartir cursos – talleres de educación ambiental cada trimestre con la finalidad de que a través de actividades de reciclaje se promueva la reducción de los artículos de un solo uso.

### Indicador.

Ficha del indicador		
Elementos	Características	
<b>Nombre del indicador</b>	Porcentaje de programas ambientales ejecutados	
<b>Descripción del indicador</b>	Semáforo verde: mayor o igual a 50% Semáforo amarillo: mayor o igual a 25% y menor a 50% Semáforo rojo: menor a 25%	
<b>Objetivo General del PMD asociado</b>	5.1 Medio Ambiente y Sustentabilidad	
<b>Base de cálculo y definición de variables</b>	Fórmula	Definición de variables
	$PEA = (CTP/CTE) + 100$	PEA: Porcentaje de educación ambiental CTP: Cursos – talleres programados CTE: Cursos – talleres ejecutados
<b>Periodicidad</b>	Trimestral	

### Líneas de acción.

#### Agua.

- Atender y dar seguimiento a las denuncias ciudadanas sobre la contaminación de cuerpos hídricos y coadyuvar con otras dependencias de ser requerido por las condiciones de la alteración ambiental.
- Promover el cuidado del agua mediante el fomento de la sensibilización y educación ambiental.
- Promover la normatividad ambiental a fin de evitar la alteración de los cuerpos de agua.

## Cronograma de actividades.

### 5. Promoción de educación ambiental y del desarrollo sustentable.

TEMÁTICAS: SUELO, AIRE, AGUA, EDUCACIÓN AMBIENTAL

PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO	TRIMESTRE 1			TRIMESTRE 2			TRIMESTRE 3			TRIMESTRE 4		
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Fase 1: Coordinación con las dependencias correspondientes	■											
Fase 2: Diseño de cursos - talleres en diferentes temáticas		■										
Fase 3: Gestión de insumos		■										
Fase 4: Selección de instituciones educativas		■										
Fase 5: Impartición de cursos - talleres de ed. amb.		■				■				■		

## 6. Estrategia de Mitigación y Adaptación ante el Cambio climático.

### Objetivo general.

Sensibilizar a la comunidad sobre los efectos del cambio climático, así como de las medidas de adaptación y mitigación para lograr el desarrollo sustentable y el equilibrio ecológico.

### Objetivo específico.

Promover acciones de adaptación y mitigación ante las consecuencias del cambio climático en las comunidades a través de las estrategias de protección al ambiente establecidas por la Dirección de Protección Ambiental.

### Estrategias.

- Generar un análisis de las políticas públicas que se propondrán para mitigar y adaptar la contaminación atmosférica y el cambio climático.
- Atención a poblaciones más vulnerables.
- Fomentar la participación activa y fortalecimiento de capacidades de la población objetivo para la adaptación ante el Cambio Climático.
- Coordinación entre actores y sectores mediante reuniones y/o mesas de trabajo.
- Monitoreo y evaluación del cumplimiento y efectividad de las acciones elegidas a través de los indicadores de cada estrategia establecida.

### Actividades.

1. Coadyuvar con la Coordinación jurídica Municipal para la revisión y análisis de las políticas públicas en materia ambiental referentes a través de una mesa de trabajo.
2. Identificar las poblaciones más vulnerables a través de los diagnósticos realizados en materia ambiental.
3. Diseñar campañas de difusión para fomentar la participación ciudadana en las actividades que buscan mitigar y adaptar las condiciones provocadas por el Cambio Climático.
4. Establecer una calendarización para llevar a cabo reuniones y/o mesas de trabajo entre los actores y sectores involucrados para la adaptación de condiciones ante el Cambio Climático.
5. Regular el cumplimiento de las actividades de adaptación y mitigación ante el Cambio Climático a través de los indicadores de cada estrategia de protección al ambiente.

### Indicador.

Ficha del indicador	
Elementos	Características
Nombre del indicador	Porcentaje de programas ambientales ejecutados
Descripción del indicador	Semáforo verde: mayor o igual a 50% Semáforo amarillo: mayor o igual a 25% y menor a 50% Semáforo rojo: menor a 25%
Objetivo General del PMD asociado	5.1 Medio Ambiente y Sustentabilidad
Base de cálculo y definición de variables	Fórmula
	Definición de variables
Periodicidad	Trimestral

### Líneas de acción.

#### Biodiversidad.

- Controlar y regular los trabajos de poda, tala, desmonte, limpieza y/o deshierbe de terrenos en el municipio.
- Promover el cuidado de la vida silvestre a través de la sensibilización en materia ambiental.

## Cronograma de actividades.

### 6. Mitigación y Adaptación ante el Cambio climático.

TEMÁTICAS: AIRE, AGUA, EDUCACIÓN AMBIENTAL

PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO	TRIMESTRE 1			TRIMESTRE 2			TRIMESTRE 3			TRIMESTRE 4		
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Fase 1: Análisis de la normatividad en materia ambiental aplicable	■											
Fase 2: Atención a poblaciones más vulnerables		■										
Fase 3: Campañas de sensibilización		■										

### Acciones que se implementarán para cumplimiento de estrategias.

1. Plan de ordenamiento e impacto ambiental.
2. Plan de inspección y vigilancia.
3. Proyecto de recursos naturales.
4. Plan de educación y cultura ambiental.
  - Programa de Educación, conciencia y compromiso ambiental.
    - Plan de separación y recolección de PET y reciclables en escuelas.
5. Programa de gestión y vinculación.
  - Tecnologías alternativas ambientales.
6. Programa Municipal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos.
  - Planteamiento para la separación y manejo de los residuos sólidos urbanos.
  - Aprovechamientos de reciclajes y composta.
  - Programa de botes de contenedores para residuos sólidos urbanos.
7. Programa de reforestación en zonas urbanas y rurales del Municipio.
  - Recuperación de espacios y jardines municipales.
    - Autonomía de vivero para jardines municipales y fiestas conmemorativas.
    - Reforestación de plantas de ornato sobre las principales avenidas con motivo de costumbres y tradiciones.

- Promover la implementación de jardines polinizadores en el sector educativo y espacios públicos.
8. Proyecto de limpieza en calles y espacios contaminados por mala disposición de residuos sólidos urbanos.
  9. Se sumarán todas las acciones que sumen a los objetivos de este Programa para cada estrategia.

## Capítulo IV. Anexos.

### Componente natural.

#### Del clima y sus elementos climáticos.

El clima es uno de los componentes ambientales más importantes en la adaptación, distribución y en gran parte en las actividades productivas del hombre ya que tanto el sector productivo como el de transformación e incluso el de servicios depende significativamente de los fenómenos meteorológicos. Por lo tanto, resulta importante evaluar las oportunidades o limitantes climáticas de una región determinada, es decir, describir en términos cuantitativos y cualitativos el comportamiento de los diversos elementos del clima, tales como la temperatura, precipitación, niebla, entre otros (Díaz-Padilla 2008).

De acuerdo con la carta climática del INEGI (2009), la cual se encuentra elaborada de acuerdo al sistema de clasificación de climas de Köppen modificado por Enriqueta García en 1990, en el municipio de Tula de Allende se presentan dos tipos de climas.

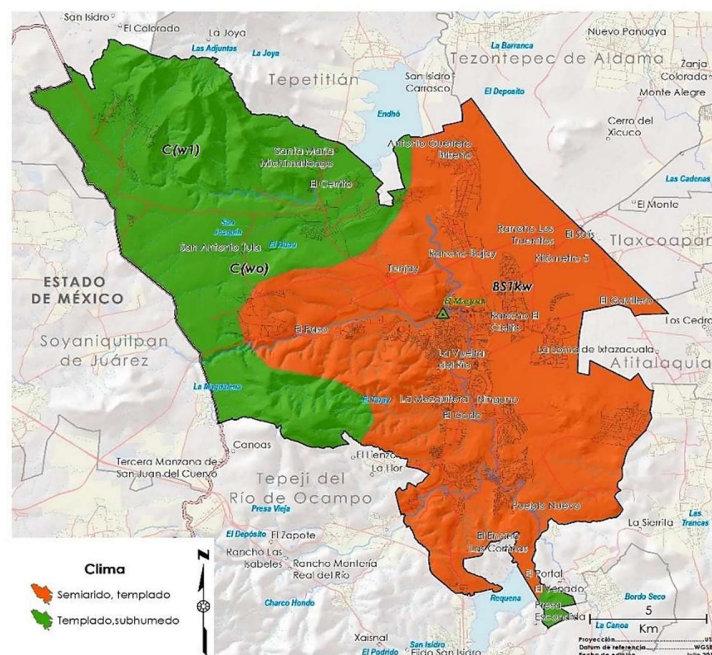


Ilustración 26. Climas de Tula de Allende. Tomado de GeoEcoSphera S.C. con base a INEGI



### Del uso de suelo y vegetación.

El análisis de la cobertura de usos de suelo y estado de la vegetación permite tener una visión sinóptica y cuantitativa de la condición de los recursos naturales y actividades antropogénicas en un territorio. Además, facilita la determinación de su dinámica espaciotemporal. La constante degradación de los sistemas naturales, derivada de la expansión de las manchas urbanas y la falta de planeación del uso del territorio ha llevado a la pérdida de la biodiversidad y de recursos naturales.

### Cambio de uso de suelo e indicadores.

#### *Tasa de cambio de uso de suelo – vegetación.*

Las tasas de cambio en vegetación y uso de suelo permiten identificar los cambios en la cobertura de un territorio a lo largo del tiempo. En el Municipio de Tula de Allende entre los años 1995 y 2019 las coberturas que presentaron las dinámicas más importantes de cambio fueron los asentamientos humanos con un crecimiento de 54.9 ha/año, lo que se traduce como un crecimiento del 37.2% durante el periodo de 24 años. Por otro lado, la superficie agrícola en el municipio disminuyó 446.69 ha para la agricultura de riego y 539.31 ha en la agricultura de temporal en ese periodo. Este cambio significa decremento de alrededor de un 7% para ambas coberturas.

La infraestructura porcentualmente ha sido el tipo de cobertura que más se ha desarrollado, teniendo un crecimiento del 166.9%. Así mismo, las vialidades pavimentadas han crecido un 63.8% y los bancos de materiales pétreos un 56.1%. En cuanto a la tasa de cambio anual para estas tres coberturas son los bancos de materiales pétreos los que más superficie han ganado con 4.6 ha por año, mientras que vialidades solo han ganado 1.7 ha/año y la infraestructura 1.3 ha/año.

Los ecosistemas presentan de igual manera tasas negativas, con una disminución de poco más de 280 ha en el periodo analizado.

Uso de suelo o tipo de vegetación	superficie 1995 (ha)	superficie 2019 (ha)	cambio (ha)	% de cambio	tasa de cambio anual (ha/año)
Magueyales	4.023	4.023	0.000	0.0	0.0
Zona inundable	3.100	3.100	0.000	0.0	0.0
Industria	131.094	146.551	15.458	11.8	0.6
Agricultura de riego	6309.598	5862.906	-446.692	-7.1	-18.6
Bosque de encino	511.466	503.701	-7.765	-1.5	-0.3
Bosque de encino perturbado	730.668	736.290	5.622	0.8	0.2
Cuerpo de agua	708.922	708.922	0.000	0.0	0.0
Infraestructura	18.225	48.638	30.414	166.9	1.3
Matorral submontano	1776.851	1732.699	-44.152	-2.5	-1.8
Matorral submontano	3417.784	3148.792	-268.992	-7.9	-11.2
Matorral xerófilo	1573.918	1563.413	-10.505	-0.7	-0.4
Pastizal inducido	1403.798	1454.431	50.633	3.6	2.1

Vegetación perturbada	299.662	290.650	-9.012	-3.0	-0.4
Vegetación riparia	22.789	22.789	0.000	0.0	0.0
Vía férrea	33.710	33.677	-0.033	-0.1	0.0
Zona sin vegetación aparente	67.712	73.566	5.854	8.6	0.2
Agricultura de temporal	7542.335	7003.024	-539.311	-7.2	-22.5
Camino terracería	9.646	9.175	-0.471	-4.9	0.0
Vialidad pavimentada	64.622	105.876	41.254	63.8	1.7
Matorral xerófilo perturbado	1184.397	1079.113	-105.285	-8.9	-4.4
Vegetación secundaria	4040.660	3898.008	-142.652	-3.5	-5.9
Asentamientos humanos	3536.720	4853.882	1317.162	37.2	54.9
Banco de materiales pétreos	195.323	304.899	109.575	56.1	4.6

Tabla 7. Superficies por uso de suelo y vegetación y tasa de cambio para los años 1995 y 2019.

### Hábitats particulares.

La identificación de zonas con hábitats particulares o prioritarios es de gran relevancia para la determinación de áreas prioritarias para la conservación a nivel municipal, estatal o nacional, en el municipio de Tula de Allende encontramos tres hábitats principales; matorral submontano, bosque de encino y matorral xerófilo. De estos hábitats en el municipio sobresale el matorral submontano, el cual representa el 13.43% de este tipo de hábitat en el estado de Hidalgo.

Ecosistema	Conservado (ha)	Perturbado (ha)	Total (ha)	% estatal	% nacional
<b>Matorral submontano</b>	1732.7	3148.8	4881.5	13.43%	0.212%
<b>Bosque de encino</b>	503.7	736.3	1240.0	2.14%	0.019%
<b>Matorral xerófilo</b>	1563.4	1079.1	2642.5	1.05%	0.005%

Tabla de hábitats. Tomado de GeoEcoSphera S.C.

### Del agua y ecosistemas acuáticos.

#### Hidrología superficial.

Tula de Allende se localiza en la Región Hidrológico-Administrativa XIII, Aguas del Valle de México, la cual tiene una superficie total de 18 mil 229 kilómetros cuadrados y está conformada por 105 municipios de tres entidades federativas (México, Hidalgo y Tlaxcala) y las 16 alcaldías del Distrito Federal. Esta región hidrológico-administrativa es la más poblada de las 13 existentes en el país. Al mismo tiempo, es la de menor extensión territorial y, por lo tanto, la de mayor densidad de población, al grado que este indicador equivale a casi 24 veces la densidad de población media nacional. En este contexto la presión existente sobre los recursos hídricos en esta región pudiera ser de las más complejas del territorio nacional, particularmente por la gran demanda del recurso para el desarrollo de las actividades humanas, así como por la complejidad del manejo y tratamiento

adecuado de aguas negras y grises. La región XIII, para fines de planeación, se divide en dos subregiones, Valle de México y Tula.

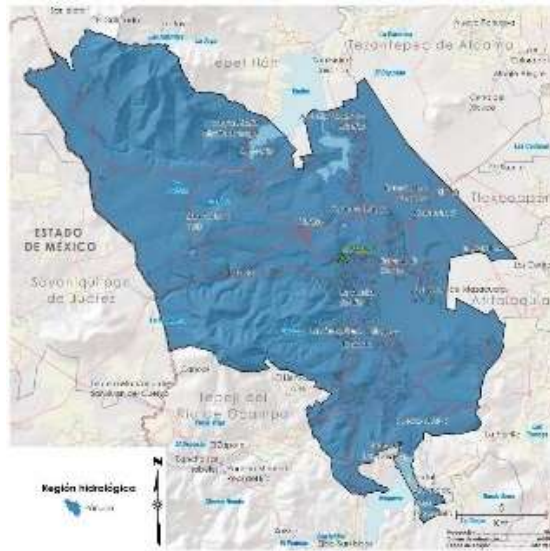


Ilustración 28. Ubicación de la región hidrológica. Tomada de CONAGUA (2019)29



Ilustración 29. Región hidrológico-administrativa en el municipio de Tula de Allende. Tomada de GeoEcoSphera S.C. con base en datos vectoriales de INEGI

Tula de Allende se localiza por completo en la región hidrológica 26, correspondiente al Río Pánuco y sus tributarios.

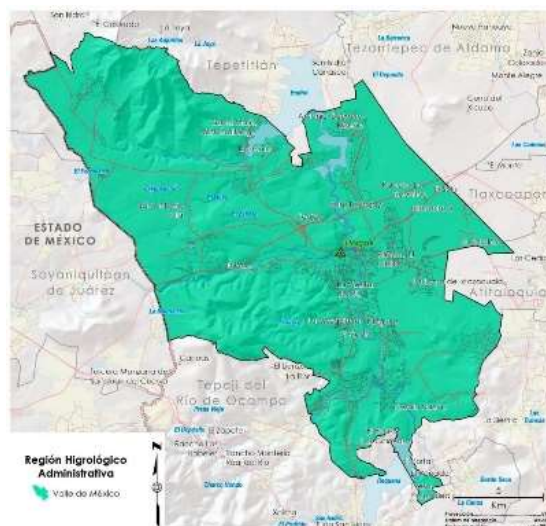


Ilustración 30. Región hidrológica en Valle de México. Tomada de GeoEcoSphera S.C. con base en datos vectoriales de INEGI

### **Cuentas hidrológicas.**

Desde el punto de vista hidrológico, todo el territorio del municipio se encuentra al interior de la cuenca hidrológica del Río Moctezuma (RH26-D).

El Río Moctezuma provee el mayor volumen de agua para la industria del centro del país, siendo además el principal abastecedor de la Ciudad de México; sin embargo, su cauce se encuentra muy contaminado por las descargas de aguas residuales de origen industrial, agropecuario y urbanas, provenientes de la zona conurbada del Valle de México.

Para efectos de planeación la cuenca se divide en las subregiones Valle de México y Tula. La subregión Valle de México está conformada por 69 municipios (50 del Estado de México, 15 de Hidalgo y cuatro de Tlaxcala) y las 16 delegaciones políticas de la Ciudad de México. Por su parte, la subregión Tula está conformada por 31 municipios (7 del Estado de México y 24 de Hidalgo).

Actualmente, la cuenca del río Moctezuma es la segunda cuenca prioritaria del país, después de la del Río Lerma, debido a su grado de contaminación por las descargas de aguas residuales y por las características socioeconómicas de la cuenca. En dicha zona se generan más de 1,400 millones de metros cúbicos anuales de aguas residuales industriales y municipales, que corresponden a más de 500 mil toneladas anuales de materia orgánica.

De acuerdo con datos de la Red Nacional de Monitoreo de la Calidad de Aguas Nacionales de CONAGUA 2015, en la cuenca Río Moctezuma se realizaron dos monitoreos, uno en la Presa Endhó y el segundo en el acuífero Valle del Mezquital, presentando el primero aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales y el segundo aguas no contaminadas. Como indicadores para evaluar los efectos de las descargas de los influentes domésticos e industriales sobre la calidad de las aguas de los cuerpos receptores se utiliza la demanda bioquímica de oxígeno medida transcurridos cinco días de reacción ( $DBO_5$ ) y la demanda química de oxígeno (DQO).

El inventario de fuentes de generación de aguas residuales municipales incluye 65 centros de población, ubicados en los 155 municipios que pertenecen a la cuenca y en su zona de influencia.

Las principales fuentes de generación de aguas residuales corresponden con los corredores, parques y ciudades industriales asentados dentro de la cuenca, así como a las actividades industriales específicas como la industria petrolera, producción de azúcar y minería que se desarrollan en la misma región.



Ilustración 31. Cuencas en el municipio de Tula de Allende. Tomada de GeoEcoSphera S.C. con base en datos vectoriales de INEGI

**Subcuencas.**

En el municipio confluyen cinco subcuencas, Río Tula con 24 mil 068.16 ha, Río Rosas con 5 mil 501.56 ha, la del Río El Salto con 1 mil 995.15 ha, Río Tlautla con el 5.88% (1976.34 ha) y la del Río Salado con el 0.13% (44.47 ha). De estas subcuencas, las de los ríos Tula y Tlautla presentan una mayor vulnerabilidad, ya que concentran concesiones de minas en explotación de minerales no metálicos, ocupando una superficie de 150 ha del territorio municipal.

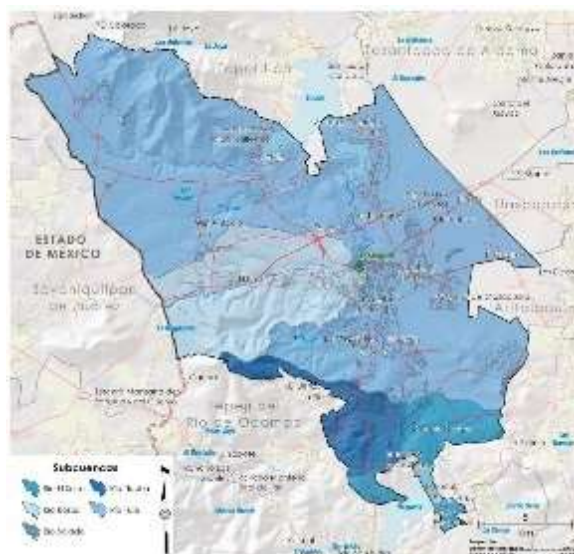


Ilustración 32. Subcuencas en el municipio de Tula de Allende. Tomada de GeoEcoSphera S.C. con base en datos vectoriales de INEGI

Nombre	Superficie (ha)	Porcentaje del estado (%)
Río El Salto	1995.15	5.94
Río Tula	24068.16	71.66
Río Salado	44.47	0.13
Río Tlautla	1976.34	5.88
Río Rosas	5501.56	16.38

*Elaboración propia con base en datos vectoriales de INEGI, 2010*

### **Zonas funcionales de las subcuencas.**

En los últimos años se ha incrementado considerablemente el uso de cuencas hidrográficas como unidades físico-naturales para el estudio y gestión de los recursos naturales en México y el mundo (Cotler H. y G. Caire, 2009). La cuenca como unidad de análisis permite una visión integral de los espacios naturales dado que interconecta todo el espacio geográfico que la constituye a través de los flujos hídricos, superficiales y subterráneos y los flujos de nutrientes, materia y energía (Walker *et al.*, 2006), utilizando como elemento integrador el agua, y bajo una visión de que todo lo que ocurre en el territorio de una cuenca repercute en la cantidad, calidad y temporalidad de sus recursos hídricos (Garrido A., *et al.*, 2010).

Como se mostró anteriormente, las cuencas a su vez se subdividen en unidades de orden, dimensiones y complejidad, bajo un esquema espacial anidado o jerárquico, con el objeto de focalizar esfuerzos y encauzar recursos hacia áreas “clave” de la cuenca (Garrido A., *et al.*, 2010). Las unidades más utilizadas para subdividir o segmentar a las cuencas en este esquema son las subcuencas y microcuencas (Walker *et al.*, 2006). No obstante, esta subdivisión en unidades jerárquicas no es la única ni la más adecuada clasificación del territorio de una cuenca. Otra alternativa consiste en la discretización en unidades espaciales a partir de la función hidrológica específica que desempeñan (Garrido A., *et al.*, 2010). Según Miller, reconoce tres diferentes zonas funcionales en una cuenca:

- Zona de colecta o captación (cuenca alta), donde las aguas se precipitan son captadas, infiltradas y posteriormente, concretadas transformándose en escorrentías de alta pendiente y bajo caudal.
- Zona de transporte (cuenca media), cuya capacidad variará en cantidad y duración dentro del sistema; esta zona consiste en el transporte y acumulación de agua en escurrimientos de mayor orden. En esta zona es donde se llevan a cabo la mayor parte de obras hidráulicas, como presas o desvíos mediante canales o acueductos hacia zonas con requerimientos hídricos.
- Zona de almacenamiento y descarga (cuenca baja). Se trata de un área de funciones mixtas pues además de almacenar también tiene una función de salida o de emisión hídrica de la cuenca hacia otra o hacia el mar, que típicamente se presentará en forma de un cuerpo de agua principal, es decir, un escurrimiento de primer orden o un cuerpo de agua para el caso de las cuencas.

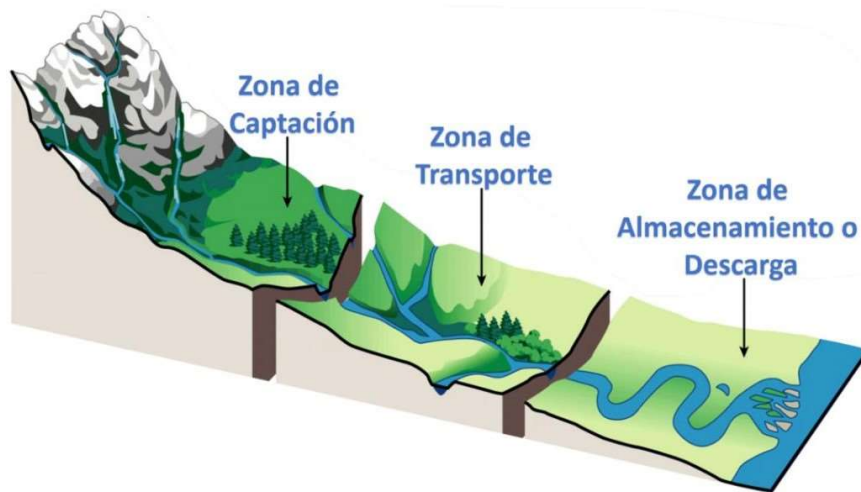


Ilustración 33. Zonas funcionales de una cuenca. Tomada de Miller, 1990

La identificación de las zonas funcionales de las cuencas de un territorio es de gran importancia si se busca mantener un adecuado funcionamiento ecohidrológico del mismo. En la funcionalidad hídrica de una cuenca intervienen muchos factores a diferentes escalas geográficas, y en diferentes niveles de interacción (Garrido *et al.*, 2010). Entre estos factores destacan la escorrentía (su temporalidad y cantidad), el régimen hídrico de los ríos, el arreglo, tamaño la estructura de la red de drenaje, el régimen de lluvias, las variables climáticas, la geomorfología y la morfodinámica de la cuenca, los tipos de suelo, el tipo de cobertura vegetal, el uso de tierras y el tamaño de la cuenca (Black, 1997). Más allá de la complejidad inherente a la delimitación funcional de una cuenca, se reconoce de manera pragmática que los efectos ambientales de las condiciones de estabilidad o perturbación en las partes altas de las cuencas (como la erosión de suelos o la contaminación hídrica por ejemplo) se transferirán hacia las zonas medias, y a su vez, dependiendo la intensidad y naturaleza de dichos efectos, llegarán hasta las partes altimétricamente más bajas del sistema hidrográfico superficial (Garrido *et al.*, 2010).

Las partes altimétricamente más altas de la cuenca, por lo tanto, se convierten en zonas estratégicas para el manejo integrado de todo el sistema hidrográfico, pues es allí donde se infiltra una gran cantidad del agua que se precipita en la cuenca y que alimenta a los flujos subterráneos (Black, 1996). Por otra parte, las zonas intermedias de las cuencas, por su carácter y posición media entre la cuenca alta y la cuenca baja, suelen ser áreas aptas para las obras hidráulicas pues la red de drenaje comienza a integrarse y robustecerse debido a la confluencia de afluentes de órdenes mayores; por esta característica, en estas zonas es frecuente que se construyan grandes embalses. Así, la cuenca media es una zona de mezcla y transición hidrológica hacia las zonas de almacenamiento y desembocadura del sistema.

Finalmente, la cuenca baja suele ser una zona donde las corrientes comienzan a disminuir su velocidad y erosividad, transformándose en áreas de mayor estabilidad y depósito de sedimentos (planicies aluviales). Constituye el área donde se almacena la mayor parte del agua que finalmente se desaloja hacia otra cuenca, el mar o a un cuerpo de agua interior (Garrido *et al.*, 2010).

Bajo esta visión se delimitaron dentro del territorio municipal las zonas funcionales de las 5 subcuencas que inciden dentro de su territorio, identificando la cuenca alta, que se asocia potencialmente a las zonas de colecta o captación a través de la infiltración e iniciación de la escorrentía, la cuenca media, como la zona de almacenamiento y transporte hídrico río abajo y la cuenca baja identificando directamente las zonas de almacenamiento o emisión del sistema hídrico superficial.

Para la delimitación de las zonas funcionales, se procedió a utilizar la metodología utilizada por Garrido *et al.*, (2009) para la delimitación de las zonas funcionales de las cuencas hidrográficas de México, pero ajustándola a la escala local y bajo una visión de análisis del comportamiento hídrico local a partir de las subcuencas que inciden en el municipio.

Para ello se procesaron y analizaron los datos sobre la altimetría y relieve de cada subcuenca a partir del modelo digital de elevación 1:50,000, así como también la configuración de la red hidrográfica de la misma escala (INEGI). Se realizó una revisión de los límites a partir de la interpretación geomorfológica de modelos sombreados del relieve, además de un análisis semiautomatizado de los modelos digitales.

Los criterios para la delimitación de las zonas funcionales se retomaron a partir de Garrido (2009), adecuándolos a la escala estatal, y se presentan a continuación:

- Zona de captación (cuenca alta); área aledaña a los parteaguas de cada subcuenca, en su porción altimétricamente más elevada. En esta zona se consideran los principales sistemas montañosos y lomeríos, y predomina la iniciación y confluencia de corrientes de primer y segundo orden, evidenciando procesos fluvio-erosivos, debido a una mayor energía del relieve por el mayor grado de inclinación de las pendientes.
- Zona de transporte (cuenca media): área transicional entre la cuenca alta y la cuenca baja del sistema hidrográfico. Corresponde a sistemas de lomeríos, colinas, valles y planicies intermontanas y porciones superiores de abanicos aluviales y rampas de piedemonte, con una energía del relieve media. Se observa una mayor integración de la red de drenaje con órdenes intermedios, esto es corrientes de segundo, tercero y cuarto orden (con excepción en las cuencas cerradas del norte cuyo orden oscila entre 1 y 2). La energía del relieve en esta zona es en promedio intermedia al igual que la pendiente.
- Zona de almacenamiento o descarga (cuenca baja): área de almacenamiento en la planicie aluvial de cada subcuenca o de emisión del sistema de drenaje hacia otra. Abarca la porción altimétricamente más baja. Incluye las áreas o principales zonas de inundación o almacenamiento de la cuenca, además del cauce principal (bancos laterales) antes de su salida. Comprende las áreas de planicies de inundación ordinaria y extraordinaria. Abarca las terrazas fluviales y los lechos ordinarios y extraordinarios de inundación, así como las áreas de abanicos coalescentes. Es un área con nula o mínima pendiente del relieve, mínima energía y se aprecian procesos deposicionales predominantemente. El límite extremo de esta zona funcional es también el límite de un cuerpo colector interno (en sistemas endorreicos) o la zona de emisión a la siguiente subcuenca (en sistemas exorreicos). Al interior del territorio estatal, en algunas cuencas, estas zonas son muy estrechas debido a la topografía del relieve y el espacio acotado de las zonas de inundación y salida.

En cuanto a la superficie ocupada dentro del territorio municipal por zona funcional, predominan las zonas medias, ocupando el 85.5% (28,704 ha), seguidas de las zonas bajas que cubren el 12.3% (4,120.7 ha) y finalmente las zonas altas que están acotadas al 2.2% (761 ha) de la superficie municipal.

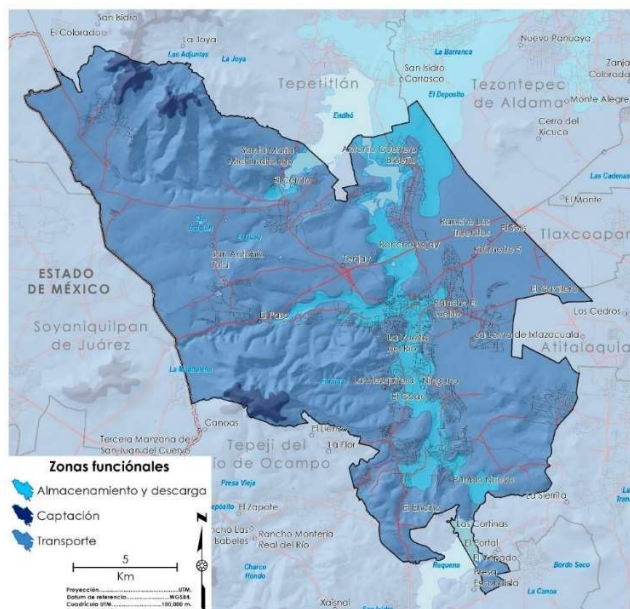


Ilustración 34. Zonas funcionales de las subcuencas de Tula de Allende, Hidalgo. Tomada de GeoEcoSphera S.C. con base en información del análisis de delimitación de zonas funcionales, 2017

Las zonas altas se extienden en los principales sistemas cerriles del municipio, como el Cerro Gordo, Cerro Blanco y Cerro Calavera.

Las zonas medias se distribuyen en gran parte de los lomeríos bajos y piedemontes de todo el municipio, ocupando casi todo el territorio municipal.

Finalmente, las zonas altimétricas bajas que ocupan la menor superficie del territorio municipal se distribuyen en las zonas más bajas principalmente a lo largo del corredor del Río Tula.

SUBCUENCA	CAPTACIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO
R. El Sal		1,715.2	279.8
R. Rosas	155.5	4,907.6	438.5
R. El Salado	0.0	44.5	0.0
R. Tlautla	153.1	1,583.7	239.6
R. Tula	452.4	20,453	3,162.8
<i>Total municipal</i>	761	28,704	4,120.7

Tabla 8. Superficie de zonas funcionales por subcuenca en el municipio de Tula. Tomada de GeoEcoSphera S.C. con base en información del análisis de delimitación de zonas funcionales, 2017

La delimitación que se obtuvo, si bien obedece a criterios de interpretación geomorfológica, muestra también una estratificación congruente con las características altimétricas de cada sistema

y en concreto, con el arreglo de la red hidrográfica. Estas zonas funcionales facilitaron el análisis, gestión y manejo del territorio del estado incorporando una visión de cuencas a las UGA y sus estrategias y acciones. Particularmente identificando los diversos factores y sus procesos territoriales que pueden estar influyendo en la funcionalidad hídrica de cada subcuenca.

#### **Microcuencas.**

Las cinco subcuencas que inciden dentro del territorio municipal están integradas a su vez por 14 microcuencas, de las cuales dos presentan vulnerabilidad alta, siendo de mayor importancia la microcuenca Tula de Allende, seguido por San Miguel Vindhó.

La microcuenca Tula de Allende, corre por el estado de Hidalgo, atraviesa la homónima ciudad en su recorrido; la microcuenca nace en el Valle de Tula y con la construcción de los sistemas de desagüe de la Ciudad de México y su zona metropolitana recibe aportaciones de los ríos del Valle de México que originalmente alimentaban a los lagos de Texcoco, Chalco, Xochimilco, Zumpango y Xaltocan.

NOMBRE	SUPERFICIE (HA)	PORCENTAJE DEL MUNICIPIO (%)
Bomintzha	3,690.49	10.99
Santa María Macua	9,614.96	28.63
General Pedro María Anaya	42.80	0.13
Santiago Oxthoc	962.39	2.87
Endhó	165.86	0.49
Teocalco	942.27	2.81
Santa Ana Ahuehuepan	7,536.24	22.44
Tula de Allende	6,017.72	17.92
Las Huertas	501.78	1.49
Atotonilco de Tula	37.23	0.11
Jilotepec de Molina Enríquez	112.83	0.34
San Miguel Vindhó	3,303.33	9.84
Tepeji de Ocampo	627.60	1.87
Melchor Ocampo (El Salto)	30.19	0.09

*Tabla 9. Microcuencas presentes en el municipio de Tula de Allende. Tomada de GeoEcoSphera S.C. con base en datos vectoriales de FIRCO*

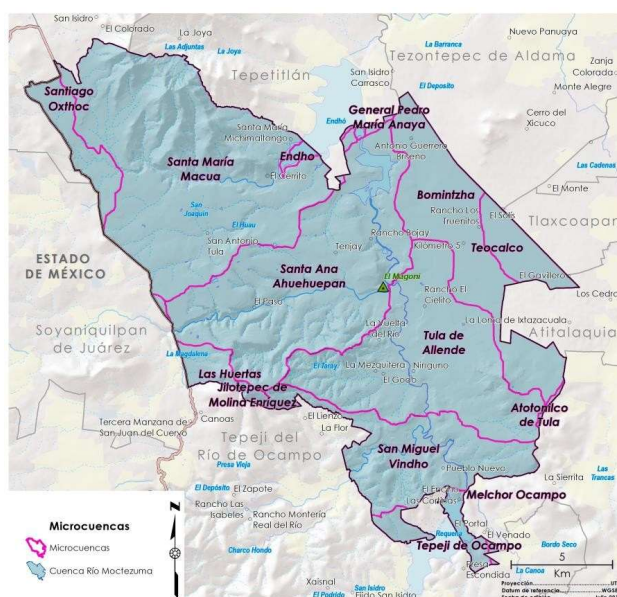


Ilustración 35. Microcuencas en el municipio de Tula de Allende. Tomado de GeoEcoSphera S.C. con base en datos vectoriales de FIRCO.

De acuerdo con datos de Comisión Nacional del Agua, Tula de Allende es una de las más contaminadas en el país y genera un escurrimiento anual de  $428.9 \text{ hm}^3$ . La contaminación de la microcuenca Tula de Allende se debe principalmente a las aguas residuales de la Ciudad de México y su zona metropolitana que vierte en el Río Tula, así como del corredor industrial de Tula de Allende en el Estado de Hidalgo.

### **Corrientes y cuerpos de agua.**

El principal afluente en el territorio municipal es el Río Tula, escurrimiento con una superficie de  $2,129 \text{ km}^2$  y  $330 \text{ km}$  de longitud. El río Tula es la corriente fluvial principal y nace en la sierra de la Catedral en el Estado de México, en el parteaguas de la Cuenca del Río Lerma. Inicia su recorrido hacia el norte cruzando la ciudad de Tula llegando a la presa Endhó, de ahí continúa hasta Mixquiahuala de Juárez, pasa por Tezontepec de Aldama y continúa hacia el Norte por el Valle del Mezquital. Las aguas de este Río se utilizan en el Distrito de Riego 03.

Las corrientes tributarias de este río son: Las Rosas, Manzanillas, El Sabino, Hacienda Vieja, Las Palmas, Tepetitlán, San Lorenzo, La Matanza y El Salado, mismas que a pesar de presentar niveles altos de contaminación, se utilizan para riego y abrevaderos.

El Río Rosas es la corriente más pequeña; nace al norte de San Agustín Buenavista a una altitud de  $2300 \text{ msnm}$ , pasa al sur de Xochitlán, San Andrés Nantzha, por el poblado de Tula de Allende y desemboca en el Río Tula. Se trata de una corriente perenne en la que confluyen varios arroyos intermitentes como son el Arroyo Grande, Colmena, Toreador, Tambora y Manzanilla.



## Hidrología subterránea.

### Acuíferos.

Las aguas subterráneas desempeñan un papel de creciente importancia en el crecimiento socioeconómico del municipio de Tula de Allende, gracias a sus características físicas que les permiten ser aprovechadas de manera versátil, las captaciones de agua subterránea se dividen en pozos, norias y manantiales.

Adicionalmente, a través de los manantiales se descarga un volumen de 91.9 millones de metros cúbicos anuales, los cuales se destinan para uso público-urbano, agrícola, industria y otros usos. (DOF, 2016a; DOF, 2016b).

De acuerdo con datos proporcionados por la (CONAGUA, 2018) se reconocen para el municipio dos acuíferos: Valle del Mezquital y Tepeji del Río, los cuales no presentan sobreexplotación.

Con base a los acuíferos reconocidos por la (CONAGUA, 2018) se estima una disponibilidad de agua subterránea de 30.85 hm<sup>3</sup>, del cual el 100% es aportado por el acuífero Valle del Mezquital. Este acuífero se ubica en la porción suroriental del Estado de Hidalgo, abarcando una superficie del territorio del municipio de Tula de Allende de 33, 312.03 ha, para el cual se registra una recarga media anual de 515 hm<sup>3</sup> y una extracción de 484.14 hm<sup>3</sup>.

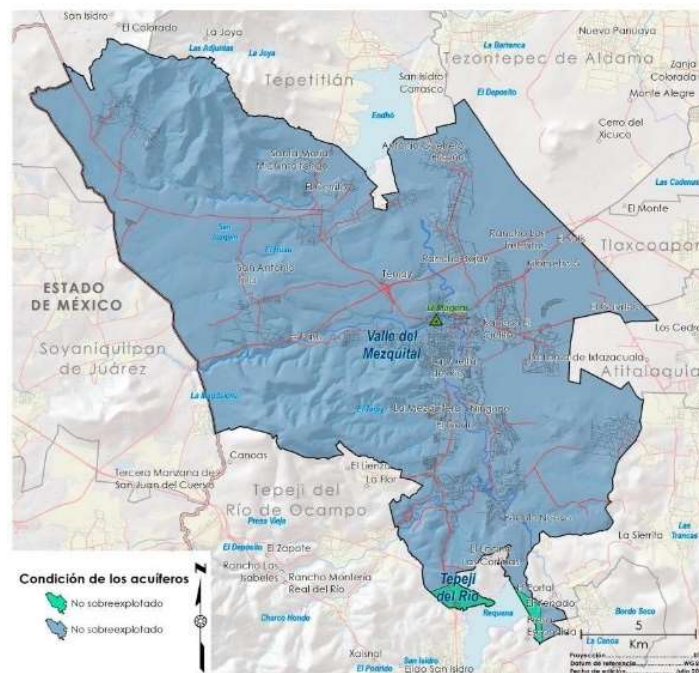


Ilustración 38. Condición de los acuíferos en el municipio de Tula de Allende. Tomado de GeoEcoSphera S.C. con base en datos vectoriales de CONAGUA

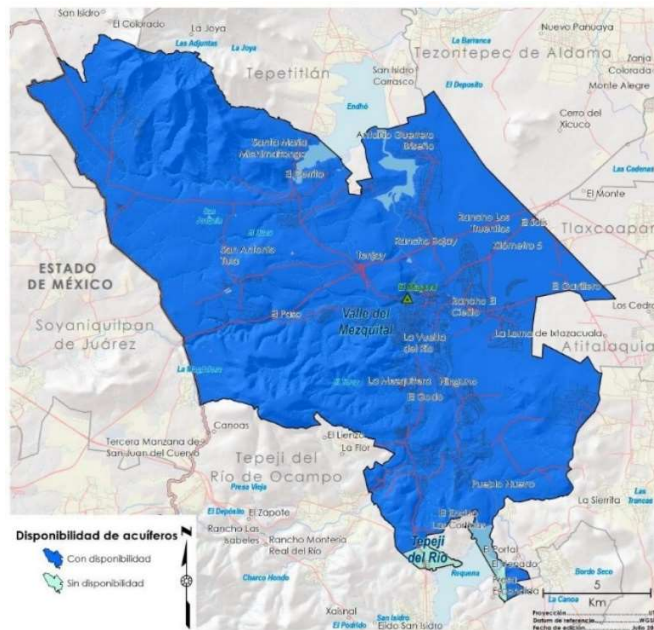


Ilustración 39. Disponibilidad de acuíferos en el municipio de Tula de Allende. Tomado de GeoEcoSphera S.C. con base en datos vectoriales de CONAGUA

En el Valle del Mezquital el subsuelo se encuentra constituido por aluviones intercalados con sedimentos lacustres y coladas de basalto. Muchos de los pozos atraviesan ambos horizontes acuíferos y presentan el nivel somero. Otras captaciones incluyen ademe liso y cementado en su parte superior, por lo que manifiestan exclusivamente el nivel del acuífero inferior o profundo. La recarga de estos horizontes acuíferos se lleva a cabo mediante flujo subterráneo procedente del sur y de infiltración sobre el valle del Mezquital, a partir de retornos de riego y pérdidas en canales. El agua subterránea fluye hacia el norte y descarga por drenado al río Tula y salidas subterráneas. Los grandes volúmenes utilizados para riego provocan que, en la parte norte del acuífero, el nivel se haya elevado sobre la superficie del terreno y provoque zonas de inundación que se desaguan a través de drenes artificiales (Lesser-Carrillo 2011).

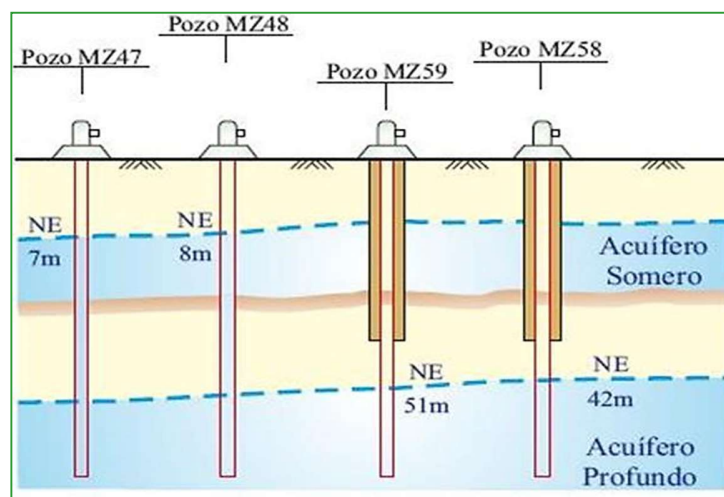


Ilustración 40. Esquema de diferenciación de los horizontes acuíferos del Valle del Mezquital. Fuente: Imagen tomada de (Lesser-Carrillo, 2011)

El acuífero del Valle del Mezquital es de tipo libre a semiconfinado, heterogéneo y anisótropo, constituido por materiales granulares porosos, rocas volcánicas fracturados y productos piroclásticos, que en conjunto presentan un espesor de más de 400 m conformados por una alternancia de tobas, sedimentos lacustres, conglomerados, aluviones y corrientes lávicas, principalmente basaltos y andesitas. Con base en la topografía irregular, la recarga se realiza por infiltración tanto de los canales de riego como de las zonas de captación.

La corriente superficial más representativa es el Río Tula que se encuentra altamente contaminado por los desechos provenientes del desagüe de la Ciudad de México, además de los 204 sitios de descarga siendo un 52% de ese volumen correspondiente al público-urbano y el resto al industrial (42%), de servicios (6%), agroindustrial (0.03%) y pecuario (0.01%).

Otro acuífero presente en la región (Tepeji del Río) registra una recarga media de 46.3 hm<sup>3</sup> y una extracción de 49.22 hm<sup>3</sup>, dando como resultado un déficit de 2.92 hm<sup>3</sup>, lo que significa que se extrae 106.3% del agua que logra infiltrarse (DOF, 2018).

El incremento de actividades agrícolas y de la población, exigirá cada vez mayor demanda de agua para cubrir las necesidades básicas de los habitantes e impulsar las actividades económicas en la región, por lo que, ante un posible aumento en la demanda de agua, se corre el riesgo de que la extracción de agua se incremente y rebase el volumen máximo que puede extraerse para mantener en condiciones sustentables el acuífero, generando la sobreexplotación del mismo y la disminución e incluso desaparición del caudal base hacia los ríos y de los manantiales, situación que pone en peligro el equilibrio del acuífero, la sustentabilidad ambiental y el abastecimiento para los habitantes de la región, impactando a las actividades productivas que dependen del agua y al medio ambiente.

Clave	Nombre	Sobreexplotado	Volumen concesionadoVCAS (hm <sup>3</sup> )	Disponibilidad de agua subterránea (hm <sup>3</sup> )	Extracción (hm <sup>3</sup> )	Recarga Media (hm <sup>3</sup> )	Déficit
1310	Valle del Mezquital	No	175	30.85	309.13	515	0
1316	Tepeji del Río	No	8.84	0	40.38	46.30	-2.92
Total			183.84	30.85	349.51	561.30	

*Tomado de GeoEcoSphera S.C. con base en datos del DOF*

### **Calidad y causas de presión y degradación del agua.**

En el municipio los principales cuerpos de agua muestran un promedio de 33% de calidad del agua (ICA), colocándose por debajo de los promedios nacionales y la región Golfo Norte y Centro, además de colocarse ligeramente arriba del Valle de México.

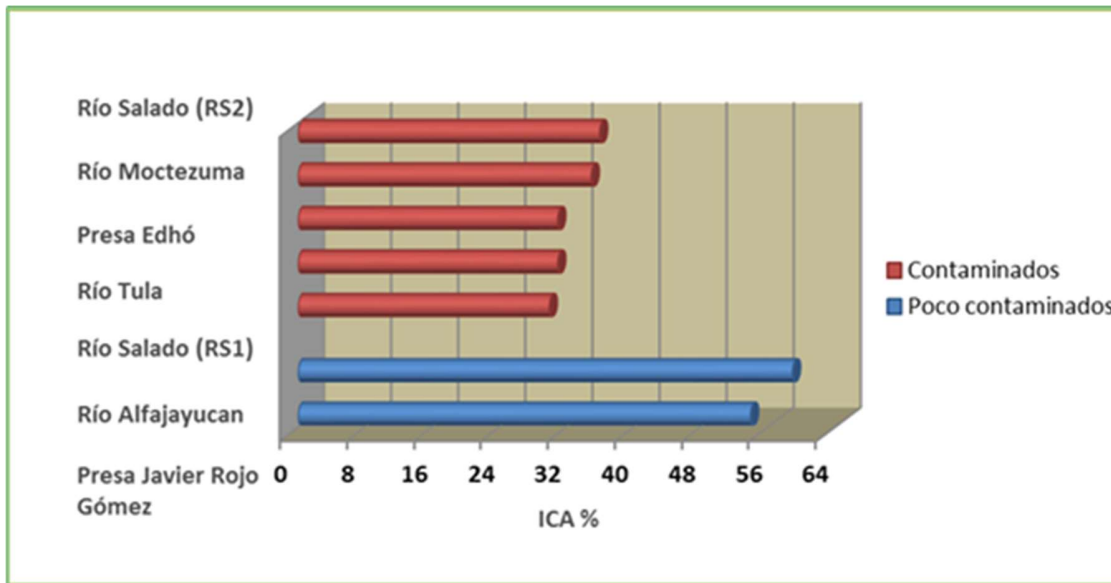


Ilustración 41. Grado de contaminación en los principales cuerpos de agua en el Valle del Mezquital. Tomado de elaboración propia a partir de datos del Consejo Estatal de Ecología (COEDE 2003).

En lo que respecta a embalses, la presa Endhó es la que mayor grado de contaminación registra en el acuífero Valle del Mezquital, ya que es donde se almacenan las aguas residuales sin tratamiento provenientes de la zona metropolitana del Valle de México y municipios de Hidalgo, lo que facilita la reproducción de maleza acuática y la proliferación de insectos hematogrficos que provoca problemas de salud a la población y la continuidad de la vida de los ecosistemas acuáticos (COEDE, 2003)



Ilustración 42. Distribución de las aguas residuales del Valle de México al Estado de Hidalgo. Tomado de Imagen tomada de CONAGUA

## De los suelos.

### Edafología.

El suelo es la parte exterior de la corteza terrestre, es la porción más visible del planeta, se trata de una superficie sumamente variada y multiforme, está constituido por una capa de material fragmentario no consolidado; es un sistema complejo, formado por la interacción continua y simultánea de la materia. En México existen 25 de las 30 unidades de suelo reconocidas por la FAO, Los leptosoles, regosoles y calcisoles son los suelos de mayor distribución nacional (60.7%), por lo general son suelos someros y con poco desarrollo, dificultando el aprovechamiento agrícola. Los suelos fértiles y más explotados son los phaeozems y vertisoles, estos ocupan el 18% de la superficie del país. En el territorio del municipio de Tula de Allende predominan tres tipos de suelo, el vertisol, el phaeozem y el leptosol, distribuidos los dos primeros en los valles aluviales y piedemontes, mientras que los leptosoles están restringidos hacia las zonas de lomeríos y sierras.

**Leptosol (LP):** Son suelos someros originados de material parental de varios tipos de roca continua o de materiales no consolidados con menos de 20% (en volumen) de tierra fina, conformados por unidades éútrico, por lo que se encuentran saturadas en bases al menos entre 20 y 100 cm desde la superficie del suelo. Pueden ser utilizados para tallar distintas artesanías. Se distribuyen en ambientes de tierras en altitud media o alta con topografía fuertemente disectada. Son fuertemente propensos a la erosión. Presente en dos porciones de territorio de Tula, uno a el sureste y otros al suroeste, ambos conforman una superficie de 1,049 ha aproximadamente. Lo que corresponde a zonas montañosas, colindando con los municipios de Tepeji y Atitalaquia.

**Phaeozem (PH):** Son un grupo de suelos oscuros ricos en materia orgánica originados a partir de material parental consolidado predominantemente básico, eólico, glaciario y otros. Presenta unidades calcárico (20-30 cm de profundidad), húmico (25 cm) y lúvico (100 cm). Texturalmente son suelos porosos, fértiles y excelentes para uso agrícola. En el territorio de Tula se presentan tanto en la zona norte, sur y centro, ocupando una superficie de 19,502 ha donde se localizan zonas montañosas, agrícolas y zonas urbanas. Los climas asociados en la entidad son templado subhúmedo con lluvias en verano, semiseco muy cálido y cálido. Colindando con los municipios de Soyaniquilpan, Tepeji, Atitalaquia, Tlaxcoapan, Tezontepec y Tepetitlán.

**Vertisol (VR):** Los vertisoles son suelos pesados arcilloso, originados por material parental compuesto de sedimentos que contienen elevada proporción de arcillas expandibles, o arcillas expandibles producidas por neoformación a partir de meteorización de rocas. Incluyen las unidades profundas en la estación seca. En Tula abarca una superficie de 7,578 ha donde parte de dicho territorio se usa principalmente para agricultura de riego y agricultura de temporal, se presenta al noroeste en el Ejido San Joaquín; en el centro, donde se encuentra la zona urbana; y una pequeña fracción del territorio ubicado cerca de la presa escondida.

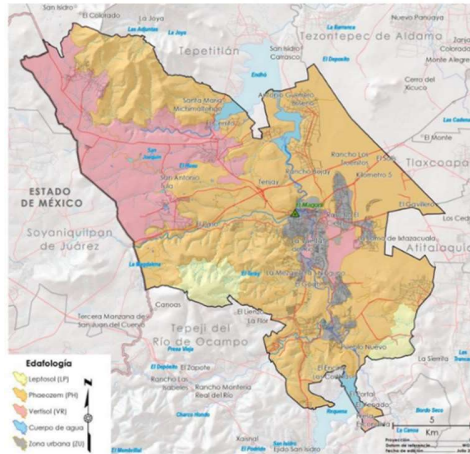


Ilustración 43. Tipos de suelos registrados en Tula de Allende. Fuente: GeoEcoSphera S.C. con base a la Base Referencial del Recurso Suelo de la FAO, 2008

<b>Leptosoles</b>	1648	5.30
<b>Phaeozem</b>	21875	70.34
<b>Vertisol</b>	7578	24.37

Tabla 9. Tipos de suelos presentes en el municipio de Tula. Tomado de GeoEcoSphera S.C. con datos de la Base Referencial del Recurso Suelo de la FAO, 2008

### Geología.

Debido a su posición geográfica, el municipio presenta nueve tipos diferentes de rocas, entre los que destacan las andesitas, el basalto, la caliza, el conglomerado polimíctico, la lutita arenisca, la margalutita y las tobas.

- Aluvión. Es aquel sedimento depositado por corrientes de agua, al ocurrir cambios bruscos de pendientes y velocidad de las aguas cuando éstas llegan a superficies relativamente llanas. Los suelos de los aluviones se caracterizan por tener una amplia variedad de texturas, se trata de suelos estratificados no consolidados que pueden estar parcialmente cementados debido al arrastre y depósito en las zonas bajas de las zonas montañosas. Son muy bien drenados, profundos generados sobre un suelo rocoso. En el municipio de Tula se encuentran dos porciones de aluviones que se ubican en la zona centro de la entidad.
- Andesita. Es una roca de grano fino volcánica, que se le encuentra como flujo de lava y ocasionalmente, como pequeñas inclusiones. Generalmente, de color marrón y muy común en las áreas volcánicas del Sur de América. Tiene entre 52% al 63% de sílice ( $SiO_2$ ). Su origen se debe al enfriamiento brusco de la lava expulsada en la superficie, presenta textura porfídica o afanítica. La andesita está conformada por minerales principales de plagioclasa (labradorita-andesita) y anfíbol, y por minerales accesorios de piroxeno, y biotita, suele ser raro el cuarzo y el olivino. Este tipo de material se le puede destinar como agregado para carreteras y como árido para materiales de construcción.
- Basalto. Es una roca ígnea básica de grano fino, formada por la erupción volcánica que se cristaliza en forma rápida, de color negruzco, verde oscuro, rojizo o marrón, debido a la oxidación de los minerales que se convierten en óxidos de hierro. Es rica en potasio y

fósforo, por esta razón, dichas zonas pueden ser utilizadas para la agricultura. Se encuentra en 17 fracciones de Tula con superficies pequeñas.

- Caliza. Se trata de una roca sedimentaria con más del 50% de carbonato de calcio. Por lo general es dura y compacta, por dicha razón es un material excelente para construir. Se localiza en seis pequeñas superficies, principalmente en la zona centro y este del municipio.
- Conglomerado polimíctico. Es una roca sedimentaria de grano grueso. Se compone de guijarros de materiales resistentes cementados por otros materiales más finos. Su porosidad es muy alta y pueden conformar acuíferos importantes. Solamente una porción mínima se localiza en el municipio.
- Lacustre. Este tipo de material se encuentra en espacios bajos, en donde hubo grandes cantidades de agua. Está conformado por arcillas, gravas y limos. Comprende 11 fragmentos del territorio que se encuentran dispersos en el municipio.
- Lutita-arenisca. Son rocas que contienen cantidades importantes de arcilla. Sin embargo, pueden ser limosas, arenosas o calcáreas. Las que contienen altos niveles de arcilla, son susceptibles a deslizarse. Son escasas en el municipio.
- Marga-lutita. Es una roca arcillosa compuesta por limo, arcilla y un 50% de carbonato de calcio ( $CaCO_3$ ), generalmente de colores grisáceos y poco coherentes. Es escasa en el municipio, puesto que existe un fragmento en la zona sur de la entidad.
- Toba. Es una roca formada por material volcánico, muy porosa y rica en vidrio. En ocasiones, presenta depósitos de materiales arcillosos, expansivos o arcillas inestables. En el municipio se encuentran tres tipos: toba pumicítica, toba riolítica y toba riolítica-riolítica, localizadas en nueve porciones del territorio, principalmente en el centro y norte del municipio.

La superficie de los diferentes tipos de rocas en el municipio y su representación en el territorio municipal se presentan en la Tabla 5.

TIPO DE ROCA	FRAGMENTOS	SUPERFICIE (HA)	%
Aluvión	2	251.92	0.77
Andesita	10	4161.824821	12.65
Basalto	13	8583.53031	26.09
Caliza	6	498.769	1.52
Conglomerado	1	1.48	0.00
Lacustre	11	10665.85	32.42
Lutita	1	186.45	0.57

Marga	1	148.97	0.45
Toba	9	8396.28	25.52

Tabla 10. Tipos de rocas en el municipio de Tula de Allende Tomado de GeoEcoSphera S.C. con base a INEGI

## De los ecosistemas

### Ecosistemas.

El municipio abarca una zona semidesértica con algunas zonas más templadas en las zonas con mayor altitud. La vegetación se compone principalmente de matorrales de tipo submontano y xerófilo, además de algunas zonas de bosque de encino asociado a juníferos y otras coníferas. En las riberas de los ríos del municipio se encuentra vegetación de galería. Estos ecosistemas son sensibles al cambio y debido al avance de la frontera agrícola y la extracción de material pétreo, se observa la sustitución de vegetación primaria por secundaria y la fragmentación del hábitat.

En el municipio se localizan tres cerros principales: el cerro Magoni en las inmediaciones de la ciudad de Tula, el cerro El Cielito al oeste y el cerro Moctezuma al norte, en los cuales se concentran las principales áreas de vegetación conservadas o en recuperación del municipio; bosque de encino, matorral submontano, matorral xerófilo, vegetación riparia y vegetación secundaria o en recuperación.

La vegetación *riparia* es aquella que se desarrolla en una zona entre los medios terrestre y acuático. Esta zona se caracteriza por una flora y una fauna cuya composición está fuertemente determinada por la intensidad luminosa, el contenido en agua y la granulometría del suelo (Granados-Sánchez *et al.*, 2006). La vegetación secundaria es aquella que se desarrolla después de un disturbio (natural o humano) como resultado del proceso de sucesión secundaria tras pasar por diversos estadios (Jiménez *et al.*, 2015).

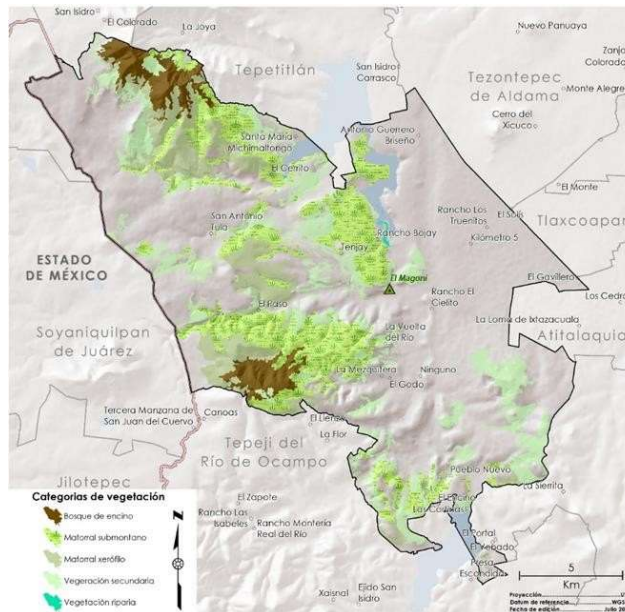


Ilustración 44. Categorías de vegetación de Tula de Allende. Tomado de GeoEcoSphera S.C.

### **Bosque de encino.**

Los *bosques de encino* pertenecen a la zona ecológica templada subhúmeda, son uno de los ecosistemas forestales más extensos de México, los cuales han estado sujetos a un largo historial de disturbios tanto por el cambio de uso de suelo para actividades agropecuarias, como para el aprovechamiento productivo maderable, situación que ha causado distintos problemas para su conservación en el ámbito nacional (Challenger, 1998; Calderón-Aguilera et al., 2012). Cubren aproximadamente 5.5% de la superficie total del país, encontrándose la mayor diversidad de especies del género *Quercus* L. en el intervalo altitudinal de 1,200 a 2,800 m (Rzedowski, 1978).

Son comunidades vegetales muy características de las zonas montañosas de México que guardan relaciones complejas con los pinares, con los cuales comparten afinidades ecológicas generales y los bosques mixtos de *Quercus* y *Pinus* son muy frecuentes en el país (Rzedowski, 2006).

Prosperan típicamente en condiciones de clima Cw de la clasificación de Köppen (1948), pero también se extienden hacia Cf, Cs, Cx', Af, Am, Aw y BS. La precipitación media anual varía de 350 mm (en Sonora, fide White, 1949: 237) a más de 2 000 mm en algunos lugares de la Planicie Costera del Golfo de México, pero la distribución de la gran mayoría de los encinares se halla entre las isoyetas de 600 y 1 200 mm. Las temperaturas medias anuales tienen una amplitud global de 1° a 26° C y más frecuentemente de 12 a 20° C. (Rzedowski, 2006) Se desarrolla en muy diversas condiciones ecológicas desde el nivel del mar hasta los 3000 m de altitud. Preferentemente se encuentra sobre la exposición norte y oeste, pero se le puede encontrar en otras. Este tipo de vegetación se ha observado en diferentes clases de roca madre, tanto ígneas, sedimentarias y metamórficas, en suelos profundos o someros como regosoles, leptosoles, cambisoles, andosoles, luvisoles, entre otros. (INEGI, 2014).

Se encuentran como una transición entre los bosques de coníferas y las selvas. El tamaño varía desde los 4 hasta los 30 m de altura desde abiertos a muy densos. En general, este tipo de comunidad se encuentra muy relacionada con los de pino, formando una serie de mosaicos complejos. Las especies más comunes de estas comunidades son encino laurelillo (*Quercus laurina*), encino nopis (*Q. magnoliifolia*), encino blanco (*Q. candicans*), roble (*Q. crassifolia*), encino quebracho (*Q. rugosa*), encino tesmolillo (*Q. crassipes*), encino cucharo (*Q. urbanii*), charrasquillo (*Q. microphylla*), encino colorado (*Q. castanea*), encino prieto (*Q. laeta*), laurelillo (*Q. mexicana*), *Q. glaucoides*, *Q. scytophylla* y en zona tropicales *Quercus oleoides*. Son árboles perennifolios o caducifolios con un periodo de floración y fructificación variable, pero generalmente la floración se da en la época seca del año de diciembre a marzo, y los frutos maduran entre junio y agosto (INEGI, 2014).

Este ecosistema se reconoce como hospederos de epifitas, que varían desde líquenes y musgos hasta fanerógamas de gran tamaño. La abundancia y diversidad de epifitas está correlacionada mayormente con el clima, sobre todo con la humedad atmosférica y sus variaciones a lo largo del año.

Con respecto a su aprovechamiento cabe observar que los encinares mexicanos son en general bastante explotados a escala local, pero muy poco a nivel industrial. Este hecho se debe principalmente a que la mayor parte de los bosques de *Quercus* de este país está formada por árboles bajos y con troncos más bien delgados (Rzedowski, 2006).

### **Funciones ecosistemático y servicios ambientales.**

La capacidad de este ecosistema para el desarrollo de las funciones ecosistemáticas y la generación de servicios ecosistemáticos es similar a la de los bosques de pino y oyamel. No obstante, se observa una reducción en su capacidad para la regulación climática y atmosférica, así como en la diversidad genética y su función recreativa, teniendo todos estos una valoración media.

En el municipio, este ecosistema presenta un estado de conservación regular, ya que de las 1,240 ha presentes en el municipio, 736 ha presentan un grado de perturbación importante. Algunas de las especies de encinos presentes en el municipio son *Quercus canbyi*, *Quercus desertycola*, *Quercus grisea*, *Quercus laeta*, *Quercus laxa*, *Quercus mexicana*



Ilustración 45. Estado de conservación del bosque de encino. Tomado de GeoEcoSphera S.C. con base a la cartografía de uso de suelo y vegetación actual

### **Matorral submontano.**

Los matorrales son las comunidades vegetales más abundantes en México, cubriendo casi el 40% de su superficie: 800,000 km<sup>2</sup> (Rzedowski, 1978).

El matorral submontano destaca como una franja de vegetación localizada en la parte media y en las faldas de las principales cadenas montañosas, con respecto a la heterogeneidad de su estructura (tres estratos principales) y su diversidad vegetal en la actualidad. La clasificación de la vegetación de México incluye al matorral submontano dentro del *matorral xerófilo* (Rzedowski, 1978).

Se presenta a altitudes de 1 500 a 1 700 m, desarrollándose principalmente en las laderas bajas de ambas vertientes de la Sierra Madre Oriental, es una comunidad arbustiva a veces muy densa, formada por especies inermes o a veces espinosas, caducifolias por un breve periodo del año, se desarrolla principalmente en climas seco estepario, desértico y templado Su temperatura media anual varía de 12° a 26° C alcanzando hasta 40°C en verano, la precipitación media anual oscila entre los 300 a 900 mm anuales de precipitación. Su área de distribución se extiende en los estados de Coahuila de Zaragoza, Nuevo León y Tamaulipas, San Luis Potosí, Querétaro e Hidalgo. Este tipo de vegetación se encuentra en laderas, cañadas y partes altas, sean planas o con pendiente, de las mesetas y lomeríos, el terreno es de superficie pedregoso y textura fina y es común encontrar plantas creciendo sobre rocas. Son suelos muy delgados, su espesor es menor de 10 cm, descansa sobre un estrato duro y continuo, y en Suelos poco desarrollados, constituidos por material suelto semejante a la roca. Crece sobre suelos someros que a veces presentan una capa superficial de hojarasca y comúnmente presentan afloramientos de roca madre, correspondiendo a los tipos de suelos Leptosoles y Regosoles. Sus principales componentes pueden ser los siguientes: *Helietta parvifolia* (barreta), *Neopringlea integrifolia* (corva de gallina), *Cordia boissieri* (anacahuita), *Pithecellobium pallens* (tenaza), *Acacia rigidula* (gavia), *Gochnatia hypoleuca* (ocotillo, olivo) *Karwinskia spp.* (limoncillo), *Capparis incana* (vara blanca), *Rhus virens* (lantrisco), *Flourensia*

*laurifolia*, *Mimosa leucaeneoides*, *Mortonia greggi* (afinador), *Zanthoxylum fagara*, etcétera. La fisonomía de esta comunidad la proporciona el estrato arbustivo superior, cuya altura varía entre 2.5 a 5.0 m y alcanza una cobertura hasta del 70%. Lo caracteriza *Helietta parvifolia* (Barreta), rutácea inerme que le da a la vegetación una estructura relativamente uniforme, pues normalmente es la única dominante, aunque en ocasiones *Acacia berlandieri* (Huajillo) es igual de importante. Las plantas prevaecientes del estrato arbustivo medio (0.5 a 2 m de alto) son: *Leucophyllum frutescens* y *Acacia rigidula*. Su cobertura varía de 50 a 80%. El estrato inferior, menor a 0.5 m de altura, es diverso tanto en especies como en cobertura; es notable en los claros de la vegetación, donde *Agave lechuguilla*, *Euphorbia antysiphilitica* (Candelilla) y las gramíneas amacolladas de los géneros *Bouteloua*, *Tridens* y *Aristida* son los elementos más importantes.

Este es el ecosistema con mayor distribución en el municipio, con una ocbertura total de 48832 ha, algunas de las especies presentes en este ecosistema son *Cylindropuntia imbricata*, *Cylindropuntia rosea*, *Echinocereus cinerascens tulensis*, *Ferocactus latispinus*, *Isolatocereus dumortieri*, *Mammillaria carnea*, *Marginatocereus marginatus*, *Myrtillocactus geometrizans*, *Opuntia cantabrigiensis*, *Opuntia ficus-indica*, *Opuntia fuliginosa*, *Opuntia hyptiacantha*, *Opuntia joconostle*, *Opuntia megacantha*, entre otras.

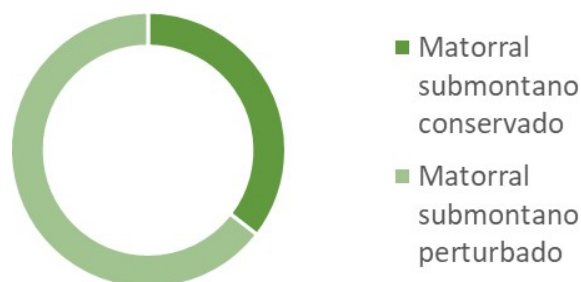


Ilustración 46. Estado de conservación del matorral submontano. Tomado de GeoEcoSphera S.C. con base en la cartografía de uso de suelo y vegetación actual.

### **Matorrales xerófilos.**

Los matorrales xerófilos se desarrollan principalmente en climas cálidos y semicálidos con precipitaciones entre los 450 y los 900 mm anuales. Esta comunidad vegetal es de tipo subperennifolio con una combinación de elementos espinosos y no espinosos (INEGI, 1986).

Se agrupan bajo este nombre varias comunidades arbustivas que se desarrollan de manera preferente en las porciones más secas del Valle de México. Se desarrollan en altitudes de 2250 a 2700 m, sobre suelos someros o profundos de laderas de cerros con precipitación media anual generalmente comprendida entre 400 y 700 mm y con temperatura de 12 a 16°C en promedio anual.

Es un matorral espinoso, abierto o denso, de 1 a 3 m de alto, a veces con eminencias arbóreas aisladas de *Schinus molle* o *Yucca filifera*. Gracias a *Opuntia* durante todo el año tiene aspecto verde, aunque la gran mayoría de sus componentes pierde las hojas o todas las partes aéreas en la época seca. Otras especies frecuentes y a veces muy abundantes son: *Eupatorium espinosarum*, *Eysenhardtia polystachya*, *Jatropha dioica*, *Brickellia veronicifolia* y *Gymnosperma glutinosum*.

El matorral de *Hechtia* está limitado en su distribución al extremo norte del Valle, donde prospera sobre algunas laderas de pendiente más bien pronunciada. Es un matorral espinoso, bajo y denso, comúnmente de 30 a 80 cm de alto, en el cual predominan fisonómicamente arbustos siempre

verdes con hojas en roseta, como *Hechtia podantha* y *Agave lechuguilla*. Otros componentes comunes son: *Jatropha dioica*, *Eupatorium espinosarum*, *Mimosa biuncifera* y *Painteria leptophylla*.

El matorral de *Eysenhardtianal* es un matorral alto (de 3 a 4 m), generalmente denso y mucho menos espinoso que los anteriores. La dominante, *Eysenhardtia polystachya*, así como la mayor parte de los componentes son de hoja caediza. Entre otros arbustos más o menos comunes pueden mencionarse *Montanoa tomentosa*, *Mimosa biuncifera* y *Opuntia spp.*

El matorral de *Senecio praecox* es característico de terrenos muy rocosos y pobres en suelo. Se trata de un matorral abierto, con fuerte desarrollo del estrato herbáceo. La especie dominante, de 2 a 3 m de alto, permanece sin hojas durante la temporada seca y proporciona a la comunidad un aspecto característico. Otro arbusto o arbolito abundante es *Schinus molle*, planta perennifolia. También pueden citarse como frecuentes *Dodonaea viscosa*, *Senna septemtrionalis*, *Montanoa tomentosa*, *Verbesina virgata* y *Wigandia urens*.

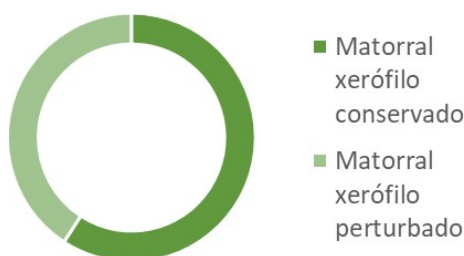


Ilustración 47. Estado de conservación del matorral xerófilo en el municipio de Tula de Allende. Tomado de GeoEcoSphera S.C. con base a la cartografía de uso de suelo y vegetación actual.

## Componente socioeconómico y cultural.

### De la población y aspectos demográficos.

#### Tamaño y distribución de la población.

De acuerdo con información del INEGI en su encuesta Intercensal 2015 (INEGI, 2016), así como el Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI, 2011) que sirvieron de base para el desarrollo de este apartado se identificó que el municipio de Tula de Allende contaba con una población de 103,919 habitantes en el 2010. Para el 2015 esta población alcanzó 109,093 habitantes, con un incremento de 4.74% respecto al censo del 2010.

La población municipal se ubica dentro de setenta y seis localidades, las cuales siete son mayores de 2,500. Conforme a los datos obtenidos en el Censo de Población y Vivienda 2010, ya que la Encuesta Intercensal 2015 no contiene información a nivel de localidad y la distribución de la población por tamaño de localidad es la siguiente:

Tamaño de localidad (Número de habitantes)	Población	% Población	Número de localidades	% Localidades
Menos de 100	617	0.59	30	39.47
100 a 499	4,268	4.11	18	23.68

500 a 1,499	15,827	15.23	16	21.05
1,500 a 2,499	9,344	8.99	5	6.58
2,500 a 4,999	9,960	9.58	3	3.95
5,000 a 9,999	7,988	7.69	1	1.32
10,000 y más	55,915	53.81	3	3.95
Total	103,919	100	76	100

Tabla 11. Distribución de la población por tamaño de localidad, 2010

Entre las localidades mayores a 10,000 habitantes se identifica a la cabecera municipal Tula de Allende, con una población del 28,577, El Llano con 14,599 habitantes, San Marcos con 12,779 habitantes, que representan el 58.81%. En el rango entre de 5,000 a 9,000 habitantes se identificó una localidad que representa el 7.69%, entre 2,500 a 4,999 habitantes tres localidades que representan el 9.58%, entre 1,500 a 2,499 cinco localidades que representan el 8.99%, entre 500 a 1,499 diez y seis localidades que representan el 15.23% y entre 100 a 499 diez y ocho localidades que representan el 4.11%. Finalmente se encuentran 30 localidades menores a 100 habitantes que representan el 0.59% de la población total del municipio.

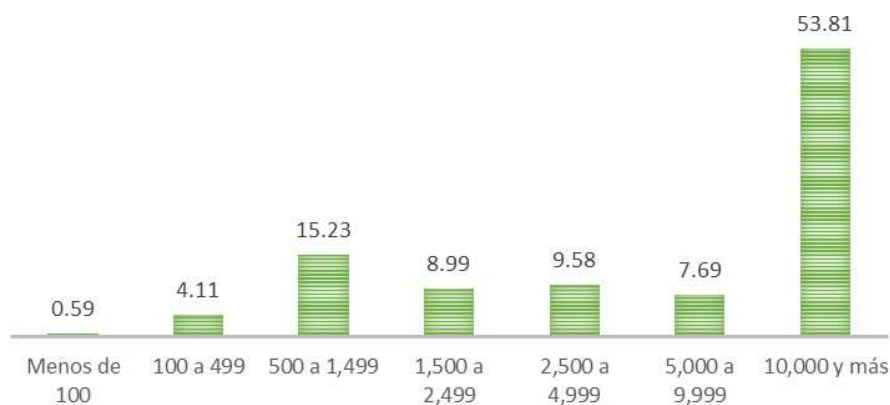


Ilustración 48. Tomado de SEDESOL. Unidad de Microrregiones. Datos Generales.

Clave	Nombre	Población [2]	%
30760001	Tula de Allende	28,577	27.5
130760008	El Llano	14,559	14.01
130760024	San Miguel Vindho	7,988	7.69
Total:		67,471	64.93

Tabla 12. Principales localidades del Municipio de Tula de Allende

### Incremento absoluto.

Los registros identificados en el municipio en los años 2010 y 2015; identifican unos 5,174 habitantes más al año censal, es decir, un incremento absoluto del 4.74% respecto a la población del año 2010 en el municipio.

### Densidad de población.

La densidad de la población (SEDESOL, 2004), es la relación entre el número de habitantes con respecto a la superficie municipal, permitiendo determinar el grado de ocupación sobre el territorio.

$$DP = \frac{(Pob)}{Sup}$$

Sup

Donde:

DP: Densidad de población

Pob: Población que se encuentra en la zona de estudio

Sup: Superficie de la zona de estudio en hectáreas

DP = 109,093 habitantes/33,622 ha = 3.24 hab./ha

De acuerdo a la información proporcionada por el INEGI<sup>1</sup> en su Encuesta Intercensal 2015 el Estado de Hidalgo registraba una población de 2,858,359 habitantes, en una superficie estatal de 2,084,645 hectáreas; el cual registra una densidad promedio de 1.37 habitantes/ hectárea; por lo tanto, la densidad identificada en el municipio supera aproximadamente dos veces más que el promedio estatal; y que esta a su vez corresponde a una densidad de población alta<sup>2</sup> en el estado de Hidalgo.

- Densidad de población muy alta (dos veces y más el promedio);
- Densidad de población alta (promedio hasta dos veces);
- Densidad de población media (promedio estatal o regional);
- Densidad de población baja (del promedio hasta la mitad);
- Densidad de población muy baja (menos de la mitad del promedio).

### Tasa de crecimiento.

La tasa de crecimiento anual del municipio corresponde al 1.0% respecto al periodo 2015-2010, este municipio presenta un decrecimiento del 0.8%; con respecto al periodo de 2000-2010 que fue del 1.8% (CONAPO, 2018).

Clave	Municipio	Población				Tasa de Crecimiento medio anual (%)		
		1990	2000	2010	2015	1990-2000	2000-2010	2010-2015
13076	Tula de Allende	73,713	86,840	103,919	109,093	1.7	1.8	1.0

Tabla 13. Tasa de crecimiento en el municipio de Tula de Allende, Hidalgo. Tomado de CONAPO. Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2015.

<sup>1</sup> INEGI. SIMBAD. Uso del Suelo. Superficie Estatal y Municipal. Estado de Hidalgo.

<sup>2</sup> SEMARNAT. (2004). INDICADORES DEL SUBSISTEMA SOCIAL Y URBANO-REGIONAL

## De los aspectos económicos.

### Población económicamente activa.

En el municipio en el 2010 (INEGI, 2011) contaba con una población económicamente activa (PEA) de 50.9% de la cual el 71.2% son hombres y el 28.8% son mujeres, mientras que la Encuesta Intercensal INEGI 2015 arrojó para el municipio una PEA de 49.7% compuesta por 65% de hombres y 35% de mujeres.

La población no económicamente activa (PNEA) es de 50.3% donde el 49.1% son personas dedicadas al hogar, el 32.1% corresponden a estudiantes, 8.1% a personas en otras actividades no económicas, 3.7% a personas con alguna limitación física o mental que se les impide trabajar y el 7% son jubilados y pensionados.

### Clasificación de actividades económicas.

#### Distribución de la población en sectores económicos.

En el 2010 de la población ocupada según sector de actividad el 53% se encuentra en el sector terciario, el 35% en el secundario y el 11% en el sector primario y con el 1% no especificado (INEGI, 2011).

Sector	Población	%
Primario	3,841	11%
Secundario	12,852	35%
Terciario	19,641	53%
No específico	520	1%

Tabla 14. Distribución de la población por sector en el municipio de Tula de Allende, Hidalgo.

Por lo que se refiere al sector secundario, 7,596 personas trabajan en la construcción; en el caso del sector terciario, la de mayor representación corresponde a comercios con 6,682, seguido con 4,539 por otros servicios excepto actividades de gobierno y 1,821 en servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas.

Sector	Denominación	Población
Primario	Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	3,841
Secundario	Minería	85
	Electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	523
	Construcción	4,648
	Industrias manufactureras	7,596
Terciario	Comercio al por mayor	521

	Comercio al por menor	6,682
	Transportes, correos y almacenamientos	1,271
	Información en medios masivos	258
	Servicios financieros y de seguros	400
	Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	120
	Servicios profesionales, científicos y técnicos	719
	Dirección de corporativos y empresas	24
	Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	896
	Servicios educativos	1.665
	Servicios de salud y de asistencia	1,210
	Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	228
	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	1,821
	Otros servicios excepto actividades de gobierno	4,539
	Actividades del Gobierno y de organismos internacionales y territoriales	950
No especificado	No especificado	520

### ***Unidades económicas.***

El municipio contaba en el año 2014 con 4,872 unidades económicas, lo que representa un incremento de 21.3% respecto al año del 2009.

Actividad Económica	UE 2014	UE 2009
Total municipal	4,872	3,834
Minería	3	4
Construcción	22	19
Industrias manufactureras	443	318
Comercio al por mayor	155	114
Comercio al por menor	2,204	1,835

Transportes, correos y almacenamiento	22	19
Información en medios masivos	22	28
Servicios financieros y de seguros	30	17
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	59	30
Servicios profesionales, científicos y técnicos	127	92
Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de	119	112
Servicios educativos	56	46
Servicios de salud y de asistencia social	214	161
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	62	35
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	624	434
Otros servicios excepto actividades gubernamentales	707	570

Tabla 15. Distribución de unidades económicas según sector de actividad en el municipio de Tula de Allende 2009-2014. Tomado de Sistema Automatizado de Información Censal (SAIC).

### Producción agrícola y ganadera.

Dentro de las superficies más relevantes en cuanto a producción registrada en el año 2018 en el municipio se encuentran las dedicadas a la producción de maíz blanco con el 12.49% y avena forrajera en verde. En el caso del maíz la superficie cultivada es de 4,200 ha, el valor de la producción de 110 millones 131 mil 450 pesos, lo que corresponde a 3,468.27 pesos/udm.

Cultivo	Tipo / Variedad	Superficie sembrada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Superficie siniestrada (ha)	Producción	Unidad de medida	Valor Producción (miles de pesos)
Avena forrajera en verde	Avena forrajera en verde s/clasificar	475	475	0	9,850	Ton	1,466.78
		576	386	190	16,730	Ton	1,405.32
Calabacita	Calabacita italiana (zucchini)	40	40	0	560	Ton	2,325.60
		75	75	0	825	Ton	3,630.00
Cebada forrajera en verde	Cebada forrajera en verde s/clasificar	264	264	0	6,213	Ton	814.33
		264	14	250	585	Ton	52.65
Coliflor	Coliflor s/clasificar	4	4	0	64.48	Ton	238.58
		9	9	0	212	Ton	614.8
Ejote	Ejote s/clasificar	77	77	0	1,155	Ton	4,583.48
Frijol	Frijol flor de mayo	270	270	0	244.4	Ton	2,221.12
		880	220	660	442.2	Ton	2,653.20

Frijol	Frijol negro jamapa	140	140	0	42	Ton	388.08
		470	0	470	0	Ton	0
Frijol	Frijol otros claros	163	163	0	70.5	Ton	642.18
		660	0	660	0	Ton	0
Frijol	Frijol otros negros	43	43	0	63	Ton	559.92
		85	85	0	170	Ton	1,020.00
Frijol	Frijol peruano	39	39	0	70.2	Ton	636.5
		245	245	0	467.9	Ton	2,900.98
Maíz grano	Maíz grano blanco	4,200	4,200	0	31,754	Ton	110,131.45
		4,270	2,130	2,140	20,056	Ton	551,542
Cultivo	Tipo / Variedad	Superficie sembrada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Superficie siniestrada (ha)	Producción	Unidad de medida	Valor Producción (miles de pesos)
Mano de león	Mano de león s/clasificar	17	17	0	53,550	Manojo	1,606.50
Nabo forrajero	Nabo forrajero s/clasificar	18.5	18.5	0	238.5	Ton	167.79
		15	15	0	215	Ton	195.32
Nube	Nube s/clasificar	14	14	0	15,400	Manojo	400.4
Pastos y praderas	Pastos y praderas rye grass	6	6	0	396	Ton	55.44
		34	34	0	2,450	Ton	313.6
Trigo grano	Trigo grano medio fuerte	80	80	0	104	Ton	332.8
		190	0	190	0	Ton	0
Trigo grano	Trigo grano suave	5	5	0	25.5	Ton	91.8
Triticale forrajero en verde	Triticale forrajero en verde s/clasificar	238	238	0	3,808	Ton	2,172.16

Zempoalxochitl	Zempoalxochitl s/clasificar	60	60	0	690	Ton	1,559.40
----------------	--------------------------------	----	----	---	-----	-----	----------

Tabla 16. Producción agrícola en el municipio de Tula de Allende 2010-2018. Tomada de SAGARPA. Producción anual: Cierre de la producción agrícola por estado. Anuario Agrícola, 2010-2018.

Los valores de las producciones de ganado en pie más relevantes registradas en el año 2018 son los siguientes:

- Bovino/Ganado en pie \$64,113.174/1,835.471=\$34.93 kg
- Caprino/Ganado en pie \$1,042.17/39.74=\$26.22 kg
- Ovino/Ganado en pie \$11,297.83/288.96= \$39.1 kg
- Porcino/Ganado en pie \$8435.58/341.09= \$24.73 kg

Especie / Producto	Años	Producción (Toneladas)	Precio (Pesos por kg)	Valor de la producción (Miles de pesos)	Peso (kg)
Ave / Ave en pie	2010	282.46	12.66	3,576.31	2.59
	2018	413.7	18.56	7680.295	2.59
Bovino / Ganado en pie	2010	1,519.3	18.39	27,939.51	416.70
	2018	1,835.5	34.93	64,113.17	443.67
	2010	65.0	22.54	1,464.46	35.94
Especie / Producto	Años	Producción (Toneladas)	Precio (Pesos por kg)	Valor de la producción (Miles de pesos)	Peso (kg)
Caprino / Ganado en pie	2018	39.7	26.22	1042.17	34.68
Ovino / Ganado en pie	2010	262.7	26.56	6,977.17	41.95
	2018	289.0	39.10	11297.84	42.00
Porcino / Ganado en pie	2010	329.8	19.39	6,396.64	103.23
	2018	341.1	24.73	8435.59	105.24

Tabla 17. Producción pecuaria de ganado o ave en pie en el municipio de Tula de Allende, 2010-2018. Tomado de SAGARPA. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Producción por Municipio 2010-2018.

Especie / Producto	Años	Producción (Toneladas)	Precio (Pesos por kg)	Valor de la producción (Miles de pesos)	Animales sacrificados	
					Cabezas	Peso (kg)
Ave / Carne	2010	196.01	25.60	5,017.36	108,981.00	1.80
	2018	295.34	28.30	8,356.98	159,156.00	1.86
Bovino / Carne	2010	807.61	32.83	26,517.08	3,646.00	221.51
	2018	958.59	69.52	66,642.61	4,137.00	231.71
Caprino / Carne	2010	32.07	47.53	1,524.33	1,808.00	17.74
	2018	19.89	55.83	1,110.54	1,146.00	17.36
Ovino / Carne	2010	131.01	56.37	7,384.58	6,262.00	20.92
	2018	145.47	79.61	11,580.64	6,880.00	21.14
Porcino / Carne	2010	238.42	31.14	7,424.25	3,195.00	74.62
	2018	248.05	40.15	9,958.51	3,241.00	76.53

Tabla 18. Producción pecuaria de carne, 2010-2018. Tomado de SAGARPA. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Producción por Municipio 2010-2016.

Referente a otros productos, los productos con mayor valor de producción corresponden a la leche / bovino, le sigue el huevo de ave y el más rentable corresponde a la miel de abeja.

Especie / Producto	Años	Producción	Precio	Valor de la
		(Toneladas)	(Pesos por kg o litro)	producción (Miles de pesos)
Abeja / Miel	2010	0.40	37.64	15.06
	2018	0.52	57.40	29.85
Ave / Huevo plato	2010	286.58	16.61	4,758.89
	2018	603.67	24.64	14,874.42
Bovino / Leche	2010	9,533.27	4.41	42,008.80
	2018	13,373.70	5.93	79,245.06

Caprino / Leche	2010	28.06	1.10	30.87
	2018	N/A	N/A	N/A

Tabla 19. Otros productos 2010-2018. Tomado de SAGARPA. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Producción por Municipio 2010-2016.

## De la calidad del agua.

### Resultados de los parámetros medidos en campo.

#### Turbiedad.

La turbiedad de las aguas del río Tepeji – Tula presentó valores extremos, estando estos entre 0.29 UTN y 71.7 UTN, con una mediana de 5.64 UTN. Los valores más bajos se presentan en el tramo en el que se encuentran las empresas de TEXTIL 2 y TEXTIL 3, mientras que los valores más altos se encuentran en el Emisor Central. También en la presa Requena se presentan valores extremos, desde 1.8 UTN a 22.1 UTN, con una mediana de 8.3 UTN.

#### Oxígeno disuelto.

En el río Tepeji – Tula, también el oxígeno disuelto presenta valores extremos, entre 1.0 mg/L y 7.5 mg/L, con una mediana de 4.5 mg/L. Los más bajos se presentan en el Emisor Central y a la altura de las empresas de PEMEX y CFE, y la ciudad de Tula. En la presa Requena se presentan concentraciones entre 3.8 mg/L y 6.7 mg/L, siendo la mediana 5.0 mg/L.

#### pH.

El pH de las aguas del río Tepeji – Tula presenta valores entre 6.4 y 8.6, con una mediana de 7.8, lo que las califica como aguas alcalinas. Los valores más altos se presentan a la altura de las empresas de TEXTIL 2, PEMEX y CFE. Los valores menores a 7.0 se presentan con menor frecuencia y a lo largo de todo el río. Por su parte la presa Requena presenta valores entre 7.0 y 8.8 con una mediana de 7.6, lo que indica que sus aguas son alcalinas.

#### Conductividad eléctrica.

La conductividad eléctrica de las aguas del río Tepeji – Tula presenta valores entre 113.4  $\mu S/cm$  y 5,115  $\mu S/cm$ , con una mediana de 759.3  $\mu S/cm$ . Valores mayores a 1,000  $\mu S/cm$  se presentan en el Emisor Central, y a la altura de las empresas de PEMEX y CFE, y de la ciudad de Tula. El valor más bajo se presenta en el río Tepeji aguas debajo de la presa Taxhimay. En la presa Requena se presentan valores entre 221.6  $\mu S/cm$  y 796  $\mu S/cm$ , con una mediana de 317.5  $\mu S/cm$ .

#### Color verdadero.

El color verdadero en las aguas del río Tepeji – Tula presenta valores en el intervalo de 5 Pt/Co y 250 Pt/Co, con una mediana de 40 Pt/Co, pero el 80% de los resultados están entre 20 Pt/Co y 40 Pt/Co. Los cinco valores extremos (mayores a 100 Pt/Co) se presentan en el Emisor Central y a la altura de las empresas TEXTIL 2 y CFE. En la presa Requena el color verdadero presenta valores entre 15 Pt/Co y 50 Pt/Co, con una mediana de 42.5 Pt/Co.

## Indicadores de Calidad del Agua.

### **Demanda bioquímica de oxígeno a los 5 días (DBO<sub>5</sub>)**

La DBO<sub>5</sub> presenta valores entre 2.2 y 236.5 mg/L, por lo que estos caen en los cinco intervalos del indicador, calificando así la calidad del agua entre **Excelente** y **Fuertemente Contaminada**, pero donde el 70% de los resultados caen en los intervalos de Aceptable y Contaminada. Los resultados con Excelente Calidad se presentan en los ríos Tepeji y Jilotepec, y el arroyo La Colmena; mientras que los resultados calificados como Fuertemente Contaminados se presentan en el Emisor Central y en el Río Tula a la altura de la ciudad de Tula y de las empresas de TEXTIL 2 y PEMEX. En la mayoría de los sitios se observa una tendencia creciente en las concentraciones de la DBO<sub>5</sub> y el Emisor Central es uno de los sitios en los que se presenta una tendencia a disminuir.

### **Demanda química de oxígeno (DQO)**

La DQO presenta valores entre 15.5 y 488.7 mg/L, con una mediana de 53.7 mg/L, por lo que estos caen en cuatro de los cinco intervalos del indicador, calificando así la calidad del agua entre Aceptable y Contaminada, pero el 74.4% de los resultados caen en los intervalos de **Contaminada** (40.8%) y **Aceptable** (33.6%). Los resultados con Excelente Calidad se presentan en los ríos Tepeji y Jilotepec, el arroyo La Colmena; mientras que los resultados calificados como Fuertemente Contaminados se presentan en el Emisor Central y en el Río Tula a la altura de la ciudad de Tula y de las empresas de TEXTIL 2 y PEMEX. En la mayoría de los sitios se observa una oscilación en las concentraciones de la DQO.

### **Sólidos suspendidos totales (SST).**

Los SST presentan valores entre 12 mg/L y 465 mg/L, con una mediana de 44 mg/L, abarcando los cinco intervalos del indicador, calificando de esta forma la calidad del agua entre **Excelente** (26.8%) y **Buena Calidad** (41.5%). Los resultados con Excelente Calidad se presentan en los ríos Tepeji y Jilotepec, y el arroyo La Colmena; mientras que los resultados calificados como Contaminados se presentan en el Emisor Central y en el río Tula a la altura de la ciudad de Tula y de las empresas de CFE y TEXTIL 1.

### **Coliformes fecales (CF)**

Los coliformes fecales presentan valores entre 90 NMP/100 mL y 24,000 NMP/100 mL, con una mediana de 24,000 NMP/100 mL, abarcando los cinco intervalos del indicador, calificando de esta forma la calidad del agua entre Excelente y Fuertemente Contaminada, pero el 88.2% de los resultados caen en los intervalos de **Contaminada** (23.5%) y **Fuertemente Contaminada** (64.7%). Los valores más bajos se presentan en los ríos Tepeji y Jilotepec y arroyo La Colmena.

### **Escherichia coli (E. coli).**

La *Escherichia coli* presenta valores entre 90 NMP/100 mL y 24,000 NMP/100 mL, con una mediana de 24,000 NMP/100 mL, abarcando los cinco intervalos del indicador, calificando de esta forma la calidad del agua entre Excelente y Fuertemente Contaminada, pero el 87.1% de los resultados caen en los intervalos de Contaminada (21%) y Fuertemente Contaminada (66.1%). Los valores más bajos se presentan en los ríos Tepeji y Jilotepec y arroyo La Colmena.

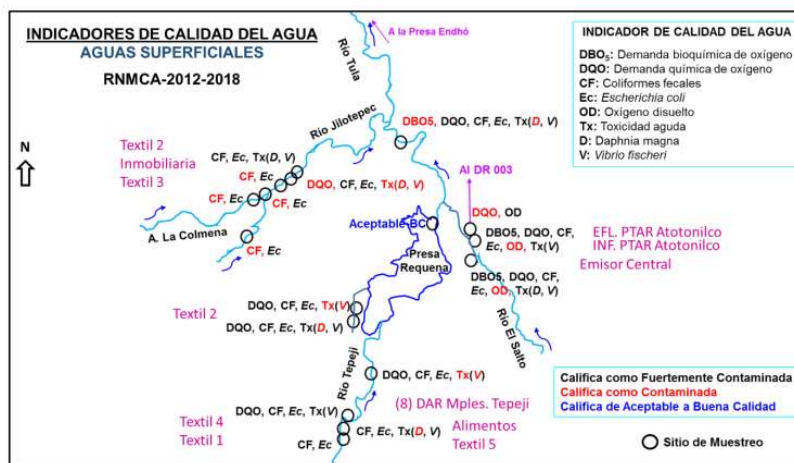
### **Toxicidad agua, Daphnia magna (D. magna)**

La toxicidad determinada con *D. magna* presenta resultados entre <1 UT y 6.6 UT, con una mediana de 1.0 UT, abarcando los cinco intervalos del indicador, calificando de esta forma la calidad del agua

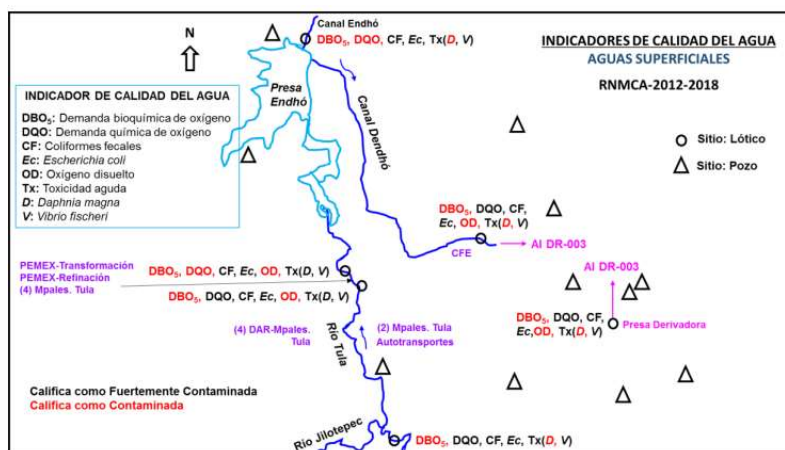
entre Excelente y Fuertemente Contaminada, pero el 77.1% de los resultados caen en el intervalo de **No Tóxica**; mientras que el 18.3% en el de Toxicidad Moderada; y el 2.3% cae en el de **Toxicidad Alta**, presentándose estos últimos en el río Tula a la altura de PEMEX y canal Denhó (descarga de CFE), y en el río Jilotepec.

### Toxicidad aguda, *Vibrio fischeri* (*V. fischeri*)

La toxicidad determinada con *V. fischeri* presenta resultados entre <1 UT y 41.3 UT, con una mediana de 1.0 UT, abarcando los cinco intervalos del indicador, calificando de esta forma la calidad del agua entre No Tóxica y Toxicidad Alta, pero el 68% de los resultados caen en el intervalo de **No Tóxica**, mientras que el 16,8% cae en el de **Toxicidad Alta**, presentándose estos en el Emisor Central y en el río Tula, a la altura de la refinería de PEMEX, el canal Dendhó (CFE), y la ciudad de Tula; así mismo, en el río Jilotepec.



Calificación con los indicadores de Calidad del Agua.



Calificación con los indicadores de Calidad del Agua.

Los resultados del diagnóstico con respecto a los indicadores muestran que los problemas de contaminación en los cuerpos de agua son los microorganismos patógenos, la materia orgánica biodegradable y no biodegradable, presentándose los mayores niveles en el río Tula y el Emisor Central, en los que además sus aguas presentan niveles altos de toxicidad.

## De las actividades realizadas en la temática biodiversidad.

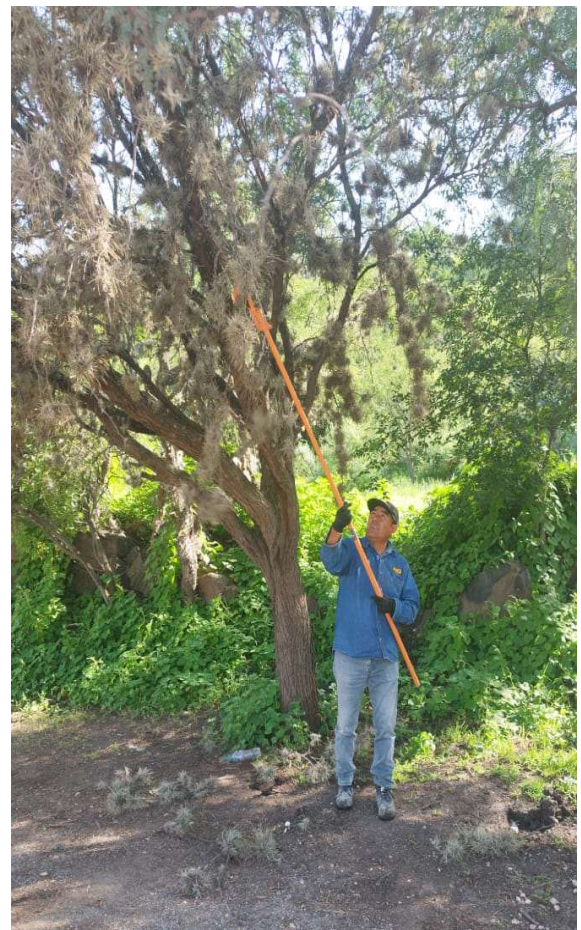
### Actividades de saneamiento, heno motita.

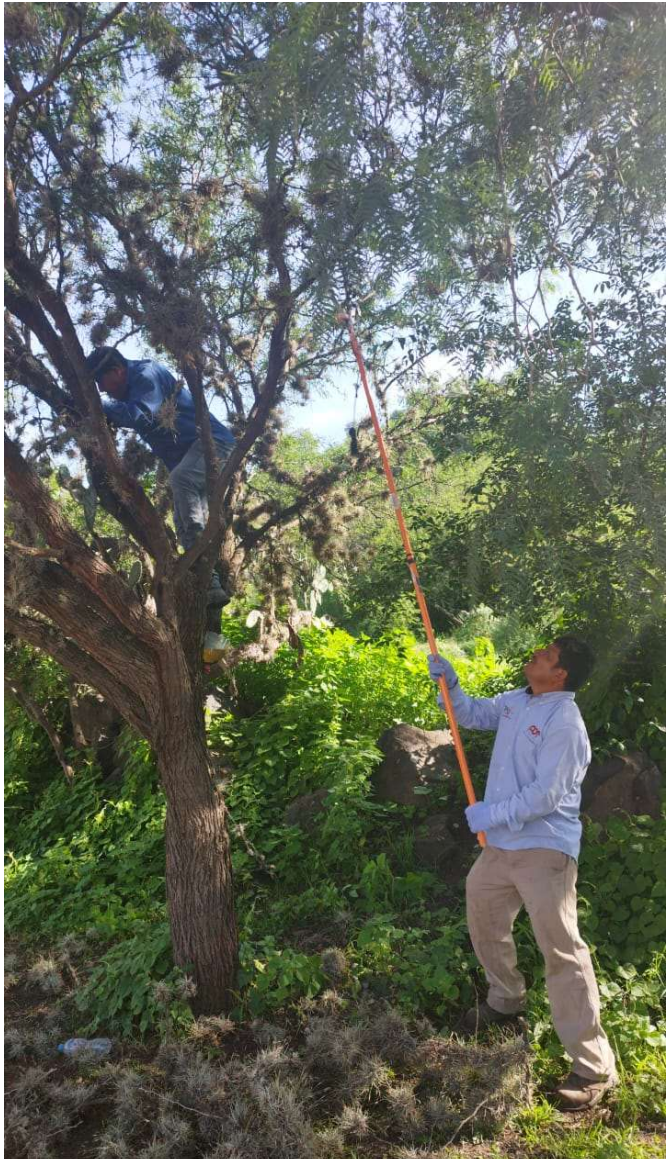
**20 de agosto de 2024.**

En seguimiento al trabajo con el Sistema Municipal DIF en beneficio del medio ambiente, se realizaron actividades de saneamiento en las instalaciones ubicadas en El Crestón, Nantzha, teniendo un resultado de 4 árboles de especie mezquite, pirul y huizache saneados según la metodología recomendada por SEMARNATH y CONAFOR, recaudando 10 costales de heno motita, como destino final fueron enterrados en una propiedad particular previamente autorizada, además, se realizó la poda en estos árboles para retirar las ramas secas.

Cabe mencionar que para esta actividad se tuvo la participación de 8 personas adscritas a la Dirección de Protección Ambiental.

Fecha	Lugar	Especie saneada	Cantidad de costales / bolsas	Cantidad de heno retirado en kg
20/08/24	SMDIF, El Crestón	Mezquite, pirul, huizache	10	100
		<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>100</b>





## Actividades de monitoreo, picudo negro.

Monitoreos 2024.

FECHA: 19/marzo/2024

LUGAR: Tula de Allende

NO. DE MUESTREO: 1

No.	UBICACIÓN DE LA TRAMPA	NO. HEMBRAS	NO. MACHOS	TOTAL DE PICUDOS	EDO. GARRAFÓN	EDO. FEROMONA	PENDIENTE
PLAZA DEL NACIONALISMO							
1	Vivero Municipal	NI	NI	4	BUENO	BUENO	NADA
SAN LORENZO							
1	Calle Eucalipto	NA	NA	NA	NUEVO	NUEVO	NA
TULA							
1	Av. Oriente 45-59	NA	NA	NA	NUEVO	NUEVO	NA
2	Calle Nte 1, Pte. 13 (detrás de la banca)	NI	NI	NI	CAMBIO	CAMBIO	NA
3	Calle Pte. 9 (frente a iglesia)	NA	NA	NA	NUEVO	NUEVO	NA

\*Actualización a fecha 19 de marzo de 2024

FECHA: 11/julio/2024

LUGAR: Tula de Allende

NO. DE MUESTREO: 2

No.	UBICACIÓN DE LA TRAMPA	NO. HEMBRAS	NO. MACHOS	TOTAL DE PICUDOS	EDO. GARRAFÓN	EDO. FEROMONA	PENDIENTE
EL CARMEN							
1	Iglesia	NI	NI	4	BIEN	CAMBIO	MELAZA
SAN MARCOS							
2	Purificadora de agua	--	--	--	BIEN	CAMBIO	MELAZA
3	Jardín (árbol al lado de banca)	--	--	--	BIEN	CAMBIO	MELAZA
4	Jardín (buganvilia)	INHABILITADA					MELAZA FEROMONA COSTAL GARRAFON
5	Veterinaria	NI	NI	2	BIEN	CAMBIO	MELAZA
TULA							
6	ICATHI	NI	NI	20	REGULAR	CAMBIO	MELAZA COSTAL
7	UHP Iglesia	NI	NI	7	BIEN	CAMBIO	MELAZA
PLAZA DEL NACIONALISMO							
8	Vivero Municipal	NI	NI	4	BUENO	CAMBIO	MELAZA
9	Frente a Desarrollo agropecuario	--	--	--	BUENO	BUENO	MELAZA
SAN LORENZO							
10	Calle Eucalipto	--	--	--	BUENO	CAMBIO	MELAZA



los efectos del cambio climático, fomentando una gestión adecuada de residuos, y que se garantice un uso responsable de los recursos para las generaciones presentes y futuras.

En el municipio de Tula de Allende, esta política implica implementar acciones como la reforestación, el manejo sostenible del agua, el fortalecimiento de la educación ambiental, y la regulación de actividades que impacten negativamente el entorno. Su objetivo es construir un municipio más limpio, resiliente y comprometido con el equilibrio ecológico.

1. Fomentar la protección ambiental mediante la implementación de programas de reforestación, gestión adecuada de residuos, y promoción de prácticas sostenibles que contribuyan al equilibrio ecológico y al bienestar de la población.
  - 1.1. Fomentar la protección y conservación de la biodiversidad de Tula de Allende que preserve los ecosistemas locales, promueva la sostenibilidad y asegure el bienestar de las futuras generaciones.
2. Fomentar la educación y concientización ambiental generando una ciudadanía más responsable, capacitada para tomar decisiones que beneficien al medio ambiente y promuevan la sostenibilidad.
  - 2.1. Implementar una cultura de respeto y cuidado por el medio ambiente, sensibilizando a la población sobre la importancia de la preservación de programas educativos ambientales en escuelas de todos los niveles, integrando el respeto al medio ambiente.
  - 2.2. Organizar talleres, conferencias y eventos de sensibilización comunitaria sobre temas ambientales como el reciclaje, la conservación de agua y el cambio climático.
3. Implementar acciones de protección forestal, programas de monitoreo y control de especies invasoras (heno motita y lirio acuático).
4. Fomentar la gestión integral de residuos sólidos mejorando la eficiencia en el reciclaje, reduciendo la contaminación y promoviendo un manejo más responsable de los desechos.
  - 4.1. Reducir la generación de residuos, promoviendo el reciclaje y mejorando la disposición final de los mismos mediante una gestión eficiente y responsable.
  - 4.2. Promoción de campañas de concientización sobre la reducción, reutilización y reciclaje de materiales.
  - 4.3. Implementación de programas de separación de residuos y reciclaje en todo el municipio.

## **Del monitoreo y evaluación del programa.**

### **Evaluación alineada a la Agenda Común.**

La Agenda Común es una herramienta que suma voluntades; facilita el trabajo colaborativo y fomenta la corresponsabilidad a través de compromisos concretos de corto y mediano plazo en por lo menos 10 temáticas ambientales: agua, aire, suelo (residuos sólidos urbanos), recursos naturales, biodiversidad, regulación de unidades económicas (evaluación de impacto ambiental de obra pública/obra privada), sensibilización y educación ambiental, normatividad ambiental (reglamentos), ordenamiento ecológico territorial, sustentabilidad y cambio climático, atendiendo así propuestas manifestadas por quienes viven y sufren de cerca la problemática ambiental, destacando la necesaria armonización de sus programas, así como sus acciones; promover e impulsar la vinculación y coordinación interinstitucional e intersectorial para revitalizar alianzas que favorezcan estructuras fuertes a fin de hacer cada vez más sólidas las instituciones públicas.

Por lo anterior, el monitoreo y evaluación del Programa Municipal de Protección al Ambiente se considera según el siguiente cronograma.

Temática	2025												2026												2027											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
Estrategia de reforestaciones en zonas urbanas y rurales del municipio.																																				
Estrategia para el control y saneamiento de la plaga Tillandsia recurvata (heno motita).																																				
Estrategia para el manejo integral de los residuos sólidos urbanos.																																				
Estrategia de problemática ocasionada por la plaga del picudo negro en palmas																																				
Estrategia de sensibilización y concientización en materia de educación ambiental y del desarrollo sustentable.																																				
Estrategia de Mitigación y Adaptación ante el Cambio climático.																																				

	PROGRAMADO
	EJECUTADO