



PROGRAMA DE GESTIÓN DEL COMITÉ DE CUENCA DEL RÍO SEDEÑO



El comité de Cuenca del Río Sedeño es un órgano auxiliar del Consejo de Cuenca de los Ríos Tuxpan al Jamapa

Programa de Gestión del Comité de Cuenca del Río Sedeño

Xalapa, Ver., junio de 2015

Contenidos

- Presentación 5**
- I Introducción..... 6**
- II Marco de referencia..... 8**
 - 2.1 Localización, delimitación y descripción biofísica de la cuenca..... 8
 - 2.2 Entorno social y económico..... 34
 - 2.3 Quehacer gubernamental y de la sociedad organizada, espacios de gestión e instrumentos de política pública..... 64
- III Diagnóstico de los recursos hídricos y elementos asociados en la cuenca..... 68**
 - 3.1 Situación actual del recurso agua 68
 - 3.2 Agua potable, alcantarillado y saneamiento 94
- IV Programa de gestión de la cuenca..... 108**
 - 4.1 Objetivo 109
 - 4.2 Líneas estratégicas 109
 - 4.3 Programas y proyectos..... 109
 - 4.4. Alineación con el Programa Nacional Hídrico 145
 - 4.5. Posibles sinergias con la academia y la sociedad civil 165
 - 4.5. Montos requeridos 166
 - 4.6. Posibles fuentes de financiamiento..... 167
 - 4.7. Calendario de actividades 167
- Bibliografía..... 170**

Índice de tablas

Tabla 1. Municipios involucrados en la Cuenca del Río Sedeño (INEGI, límites municipales versión 3.11).	11
Tabla 2. Unidades climáticas.	14
Tabla 3. Superficie territorial de la vegetación y uso del suelo.	27
Tabla 4. Distribución poblacional, índice de masculinidad y densidad en AOE	34
Tabla 5. Distribución poblacional por tamaño de localidad en el AOE.....	35
Tabla 6. Naturaleza urbana-rural de localidades y municipios.	38
Tabla 7. Población inmigrante.	39
Tabla 8. Porcentaje de viviendas con disponibilidad de sanitario, según municipio.	42
Tabla 9. Porcentaje de viviendas con disponibilidad de energía eléctrica.	43
Tabla 10. Promedio escolar por municipio.	47
Tabla 11. Infraestructura de salud por tipo de unidad médica y atención.....	48
Tabla 12. Grado de marginación municipal 2000-2010.....	50
Tabla 13. Índice de desarrollo humano municipal 2000 y 2005.....	51
Tabla 14. Unidades de producción rural por tipo de propiedad según municipio.	53
Tabla 15. Propiedad social según parcelación y municipio.	54
Tabla 16. Especialización sectorial.....	56
Tabla 17. Productividad municipal en cultivos cíclicos.	58
Tabla 18. Productividad municipal en cultivos perennes	59
Tabla 19. Inventario ganadero y aves de corral regional.	60
Tabla 20. Ingreso per cápita diario de la población ocupada. 2000.....	61
Tabla 21. Lista de microcuencas delimitadas dentro del área de estudio.	73
Tabla 22. Manantiales ubicados en el municipio de Acajete, Ver.	91
Tabla 23. Cobertura de servicios de agua potable, drenaje y saneamiento en el municipio de Banderilla.....	99
Tabla 24. Fuentes de abastecimiento en el municipio de Banderilla.	100
Tabla 25. Capacidad de potabilización del municipio de Banderilla.....	100
Tabla 26. Capacidad de saneamiento del municipio de Banderilla.	100
Tabla 27. Usuarios de agua potable y contratos de alcantarillado en el municipio de Banderilla.	101
Tabla 28. Problemáticas y alternativas de servicios de agua potable y saneamiento en el municipio de Banderilla.	101
Tabla 29. Proyectos futuros de drenaje sanitario en Banderilla.....	103
Tabla 30. Proyectos futuros de agua potable en Banderilla.	105

Tabla 31. Proyectos futuros de agua potable en Banderilla.106

Tabla 32. Coberturas de agua potable y saneamiento en Acajete, Rafael Lucio y Tlalnelhuayocan.107

Tabla 33. Alineación del objetivo 1 del programa de gestión con el PNH 2014-2018.151

Tabla 34. Alineación del objetivo 2 del programa de gestión con el PNH 2014-2018.157

Tabla 35. Alineación del objetivo 3 del programa de gestión con el PNH 2014-2018.160

Tabla 36. Alineación del objetivo 4 del programa de gestión con el PNH 2014-2018.162

Tabla 37. Alineación del objetivo 5 del programa de gestión con el PNH 2014-2018.163

Índice de figuras

Figura 1. Cuenca (Hidrográfica) del Río Sedeño. Fuente: Pronatura (2010).10

Figura 2. Localización de la cuenca del río Sedeño.13

Figura 3. Mapa climático y distribución de las estaciones climatológicas.16

Figura 4. Temperatura media anual.17

Figura 5. Precipitación anual media.18

Figura 6. Ángulo de inclinación de las pendientes.21

Figura 7. Geología.22

Figura 8. Distribución de los tipos de suelo.23

Figura 9. Distribución territorial de los distintos tipos de vegetación y usos del suelo.25

Figura 10. Porcentaje de viviendas por municipio con disponibilidad de los tres servicios públicos.44

Figura 11. Porcentajes de algunos déficits educativos municipales.45

Figura 12. Porcentajes en rezago educativo por municipio 2000-2005.47

Figura 13. Subcuencas de la cuenca del Río Sedeño. Área de estudio (rojo punteado): cuenca del Río Sedeño.71

Figura 14. Microcuencas delimitadas dentro del Área de Estudio.74

Figura 15. Red de drenaje superficial, manantiales e infraestructura hidráulica.81

Figura 16. Zonas de funcionamiento hidrológico dentro del área de Ordenamiento Ecológico del Río Sedeño.82

Figura 17. Cerro Gordo, zona de captación de agua que actualmente está a punto de desaparecer por los aprovechamientos de extracción de grava volcánica, cerca de la población San Antonio (Paso del Toro).84

Figura 18. Unidades geológicas que no permiten la acumulación de aguas subterráneas (depósitos) dentro del área de Ordenamiento Ecológico del Río Sedeño.90

Figura 19. Calidad del Agua en la Cuenca del Rio Sedeño (Nacimiento Sedeño – Descarga Banderilla).115

Presentación

El Comité de Cuenca del Río Sedeño es un grupo ciudadano integrado por vecinos de los municipios de Xalapa y Banderilla, organizados en las agrupaciones “Desarrollo Sustentable del Río Sedeño, Lucas Martín, A.C. y “Frente Común por Banderilla, A.C.”. En la 45ª. reunión ordinaria de la Comisión de Operación y Vigilancia (COVI) del Consejo de Cuenca de los Ríos Tuxpan al Jamapa, ocurrida el 25 de febrero de 2011, fue reconocido como grupo auxiliar de dicho Consejo.

En el presente documento se expone el avance del Programa de Gestión de la Cuenca del Río Sedeño, trabajo realizado por el Comité de Cuenca del Río Sedeño con apoyo de la Coordinación para la Sustentabilidad de la Universidad Veracruzana (CoSustentaUV).

La información básica fue tomada de las siguientes fuentes: *Programa de ordenamiento de la zona metropolitana de Xalapa*¹, *Programa de ordenamiento ecológico territorial de la cuenca del río Sedeño*^{2,3}, estudios del Consejo del Sistema Veracruzano del Agua⁴, Comisión Municipal de Agua y Saneamiento de Banderilla⁵, datos de Instituto Nacional de Estadística y Geografía⁶ y *Estudio previo justificativo de la ANP Quetzalapan-Sedeño*⁷.

-
- ¹ Gobierno del Estado de Veracruz. 2003. Actualización del programa de ordenamiento urbano de la zona conurbada Xalapa-Banderilla-Emiliano Zapata-Tlalnelhuayocan, Ver. Secretaría de Desarrollo Regional. Xalapa, Ver.
- ² Planeación, Desarrollo y Recuperación Ambiental (Pladeyra). 1994. Programa de ordenamiento ecológico territorial de la cuenca del río Sedeño. Secretaría de Desarrollo Regional, Gobierno del Estado de Veracruz.
- ³ Pronatura. 2010. Programa de ordenamiento ecológico territorial de la cuenca del río Sedeño, Veracruz, México. Etapa de caracterización. Gobierno del Estado de Veracruz. Xalapa, Ver.
- ⁴ Consejo del Sistema Veracruzano del Agua (CSVA). 2006. Diagnóstico de la calidad del agua en la subcuenca del río Sedeño. Veracruz, Ver. *Ídem*. 2007. Balance hidráulico de la subcuenca del río Sedeño. Veracruz, Ver. *Ídem*. 2007. Plan maestro de saneamiento de la subcuenca del río Sedeño. Veracruz, Ver.
- ⁵ CMAS Banderilla. 2015. Ficha informativa sobre situación del servicio de agua potable y saneamiento. Documento compartido en abril de 2015 con el Comité de Cuenca del Río Sedeño.
- ⁶ Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi). 2000. XII Censo General de Población y Vivienda; *Ídem*. 2010. México en Cifras.
- ⁷ Pronatura. 2013. Estudio previo justificativo para el establecimiento del Área Natural Protegida (ANP) “Parque Lineal Quetzalapan-Sedeño”. Xalapa, Ver.

I Introducción

Antes de la Colonia, el Sedeño, según el Códice Mendocino, se llamaba Quetzalapan (río de los quetzales), y la actual Banderilla, Tlalquetzalan (lugar de quetzales); ambos nombres hacían referencia a la abundancia de quetzales cuyas plumas servían como tributo para el imperio azteca.

Desde entonces y hasta la fecha, el río Sedeño ha sido fuente de abastecimiento de agua para los municipios por donde atraviesa. De su cuenca han sido extraídos recursos, entre los que destacan madera para la construcción en Xalapa y Veracruz. En las tierras desmontadas se desarrolló la agricultura, la ganadería y, en la parte baja, la caña de azúcar.

En los últimos 40 años el río se ha deteriorado por el crecimiento urbano desordenado que ha disminuido su cauce debido a la deforestación del Cofre de Perote donde nace, la sobreexplotación de sus afluentes, los cambios de uso del suelo y la contaminación urbana y rural por descargas residuales, agropecuarias y basura. La pérdida de la cubierta forestal ha provocado además el cambio local del clima al disminuir en 1.2 mm la precipitación media anual durante los últimos 50 años⁸, a causa del caldeoamiento del suelo que impide la retención de nubes portadoras de humedad y lluvia horizontal (fenómeno conocido localmente como “chipi- chipi”). Esta declinación del río Sedeño y los otrora abundantes manantiales en la arena que dieran nombre a la ciudad de Xalapa, propician que una cuarta parte de la creciente población metropolitana padezca desabasto de agua.

Ante este escenario y motivados por recuperar y mantener los valores del río, ciudadanos de Xalapa y Banderilla formaron grupos de gestión ante autoridades, más tarde asociaciones civiles y, actualmente, un Comité de Cuenca reconocido por la autoridad (Conagua), mediante el cual organizan y gestionan sus esfuerzos para buscar el rescate y la sustentabilidad del río Sedeño.

A la fecha, este empeño ciudadano ha logrado:

Retomar la actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Cuenca del Río Sedeño⁹, que ha guiado técnicamente sus propuestas a pesar de no haber sido decretado por la autoridad.

⁸ Entrevista a Juan Cervantes Pérez, profesor e investigador de la Universidad Veracruzana. En: Desarrollo Sustentable del Río Sedeño, Lucas Martín, A.C. 2009. Una plática por el río Sedeño. Video. 83 min. Realizado por recursos del PACMyC, Dirección de Culturas Populares. Xalapa, Ver.

⁹ Pladeyra (1994). Programa de ordenamiento... *Op. cit.*

Ahora el Comité propone su actualización, consulta pública y, finalmente, su decreto para regular la gestión de los recursos en la cuenca. También logró, con el gobierno estatal, la realización de estudios básicos hidrológicos sobre la delimitación, disponibilidad y calidad del agua, concretados en una propuesta de plan maestro de saneamiento para la cuenca¹⁰.

Igualmente para la gobernanza y gestión del agua, en 2005 pudieron suscribir, con autoridades e instituciones estatales y federales y 5 municipios, el *Convenio intermunicipal para el rescate y sustentabilidad de la cuenca del río Sedeño*¹¹, publicado en la Gaceta Oficial del Gobierno del Estado de Veracruz el 4 de noviembre del mismo año y teniendo como testigos a los entonces Gobernador del Estado y Presidente de la Legislatura Estatal.

Esta gestión ciudadana ha logrado comprometer la inversión institucional, incluyendo un importante proceso de saneamiento de descargas urbanas que comprende el ordenamiento y conducción de aguas servidas hasta la Planta Quetzalapan-Sedeño de Banderilla y hacia las plantas del Programa Integral de Saneamiento de Xalapa. Igualmente se impulsó la canalización de aguas pluviales para la recarga del caudal del río.

También, en colaboración con autoridades de los tres órdenes de gobierno, los ciudadanos han sostenido una acción permanente de reforestación, limpieza y mantenimiento de un tramo del cauce que actualmente se pretende que sea decretado como área natural protegida (ANP).

Asimismo, con la Universidad Veracruzana han establecido una acción permanente de Educación Ambiental (“Niños vigilantes del agua”) y participan en la formación de una Red de Agricultura Urbana y Periurbana de Xalapa, de la cual forman parte como Núcleo Sedeño. Permanentemente se ha contado con apoyo de maestros y alumnos de la UV para diferentes actividades como elaboración de proyectos, reforestación, conservación de suelos, etc.

También han propuesto la preservación de espacios como Áreas Naturales Protegidas, tales como La Martinica en el municipio de Banderilla (decretada como ANP el 16 de junio de 2010)¹² y el Parque Lineal

¹⁰ CSVA. 2007. Plan maestro... *Op. cit.*

¹¹ Gobierno del Estado de Veracruz, LX Legislatura del Estado de Veracruz. 2005. Convenio de coordinación intermunicipal para el rescate y sustentabilidad de la cuenca del río Sedeño. Xalapa, Ver., 17 de octubre de 2005.

¹² Gobierno del Estado de Veracruz. 2010. Decreto como ANP estatal del predio La Martinica. Gaceta Oficial, 16 de junio de 2010, Xalapa, Ver.

Quetzalapan-Sedeño, próximo a decretarse como ANP. Ambas áreas constituyen la perspectiva de conformar un futuro corredor biológico aportador de servicios ambientales (agua, clima, biodiversidad y convivencia), integrando esta área como un eslabón del interés gubernamental, manifiesto en el reciente Decreto del 5 de enero de 2015¹³, que forme parte de la reserva archipiélago para la sustentabilidad de la ciudad.

II Marco de referencia

2.1 Localización, delimitación y descripción biofísica de la cuenca

El río Sedeño es una corriente de aportación al río Actopan, ubicada en la vertiente oriental de la República Mexicana, en el centro del estado de Veracruz. Nace al pie del volcán Cofre de Perote o Naucampantépetl a 3,140 msnm, en manantiales ubicados en el municipio de Acajete y termina en la parte sur del municipio de Xalapa a 400 msnm. La cuenca de este río tiene una superficie de 32 057.33 ha y el recorrido lineal de su cauce es de 40 Km¹⁴.

El área de la cuenca del río Sedeño presenta cierta disponibilidad en su balance hidráulico general¹⁵; sin embargo, esta varía a lo largo de su cauce por la estacionalidad de las lluvias, la disminución en la recarga, la deforestación del Cofre de Perote y la precipitación media anual (1.2 mm³ menor cada año desde los últimos 50 años para esta región)¹⁶.

En términos biogeográficos la zona, que se encuentra en la parte central del Estado de Veracruz, tiene un clima cuya temperatura media anual es de 18°C, zonas templadas con heladas cuyo trazo está formado por especies que se distribuyen ampliamente sobre las montañas en un cambio constante entre los bosques de pino, encino y bosques de niebla.

¹³ Gobierno del Estado de Veracruz. 2015. Decreto por el que se declara Área Natural Protegida en la categoría de Corredor Biológico Multifuncional y se denomina Archipiélago de Bosques y Selvas de la región capital del Estado de Veracruz, un total de 7 polígonos ubicados en la zona establecida como reserva ecológica restrictiva en la Actualización del programa de ordenamiento urbano de la zona conurbada Xalapa-Banderilla-Coatepec-Emiliano Zapata-Tlalnelhuayocan. Gaceta Oficial, 5 de enero de 2015. Xalapa, Ver.

¹⁴ Pronatura. 2010. Programa de ordenamiento... *Op. cit.*

¹⁵ CSVA. 2007. Balance hidráulico... *Op. cit.*

¹⁶ Entrevista a Juan Cervantes Pérez... *Op. cit.*

2.1.1 Delimitación de la cuenca

Un pendiente surgido por la discrepancia entre las publicaciones consultadas, respecto a la delimitación más precisa de la cuenca, fue resuelto en análisis conjunto entre este Comité de Cuenca, la CoSustentaUV y la Conagua¹⁷, optándose por considerar la delimitación propuesta por Pronatura¹⁸:

Para el caso específico de la delimitación del AOE (Área de Ordenamiento Ecológico) de la Cuenca del Río Sedeño, se tomaron en cuenta principalmente a) Criterio de cuenca, para lo cual se tomó en cuenta la problemática en relación con el recurso agua, por lo que el límite de cuenca es ponderado como de alta importancia y b) Criterio de límite político-administrativo, donde se tomaron los límites municipales, se incorporaron a la propuesta de AOE los municipios con mayor presencia en cuanto a superficie, los cuales se incorporaron de forma completa, con el fin de contar con un mayor involucramiento por parte de los Ayuntamientos.

Metodología

Para poder llegar a definir el AOE fue necesario antes contar con mapas topográficos digitales (curvas de nivel e hidrografía principalmente), en este caso con las cartas clave E14B26, E14B27, E14B36 y E14B37 (de INEGI a escala 1:50 000), con esto se identificaron y trazaron los parteaguas de esta cuenca exorreica. La superficie resultante es de 17 470.67 hectáreas con las características que muestra la [Figura 1]:

¹⁷ Reunión de trabajo entre Comité de Cuenca, Conagua y Universidad Veracruzana, 27 de mayo de 2015.

¹⁸ Pronatura. 2010. Programa de ordenamiento... *Op. cit.*



Figura 1. Cuenca (Hidrográfica) del Río Sedeño. Fuente: Pronatura (2010).

Es importante mencionar que en esta delimitación de cuenca, se encuentran incorporadas una porción importante del municipio de Rafael Lucio y otra de Jilotepec (parte norte), en la que el parteaguas no está bien definido, o no se debe tomar como tal; lo primero al menos para el municipio de Rafael Lucio (zona de cultivos). Para el caso de Jilotepec la porción que se incorpora se encuentra en el área de malpaís (basalto pumítico), lo que nos lleva a identificar una zona de flujo hídrico subterráneo. Por estas razones se decide incorporar un poco más allá del criterio estricto de cuenca.

Posteriormente se procedió a identificar los municipios involucrados total o parcialmente en ella. Los municipios que comparten la cuenca se muestran en la [Tabla 1].

Tabla 1. Municipios involucrados en la Cuenca del Río Sedeño (INEGI, límites municipales versión 3.11).

Municipio*	Dentro de la cuenca		Fuera de la cuenca (ha)	Superficie total municipal (ha)
	Hectáreas (ha)	Porcentaje		
Acajete	5,554.87	56.86	4,214.47	9,769.34
Banderilla	1,987.59	100.00	-	1,987.59
Emiliano Zapata	83.78	0.20	41,496.82	41,580.60
Jilotepec	4,230.84	75.34	1,385.14	5,615.99
Las Vigas de Ramírez	257.71	2.59	9,709.88	9,967.60
Naolinco	36.19	0.33	10,844.20	10,880.38
Rafael Lucio	1,153.87	100.00	-	1,153.87
Tlacolulan	479.11	3.59	12,879.21	13,358.32
Tlalnelhuayocan	254.24	6.90	3,431.56	3,685.80
Xalapa	3,432.46	27.64	8,987.06	12,419.52
<i>Totales</i>	<i>17,470.67</i>	<i>-</i>	<i>92,948.33</i>	<i>110,419.00</i>

Como se puede observar en la tabla anterior, los municipios con el total de su territorio en la cuenca son Banderilla y Rafael Lucio; los municipios de Jilotepec, Acajete y Xalapa cuentan con más del 27% de su superficie dentro. Los restantes 5 municipios tienen menos del 7%, es más, Naolinco y Emiliano Zapata con menos del 4% de sus territorios.

Por lo tanto, la delimitación del AOE se hizo finalmente partiendo del criterio de la mayor cantidad de superficie del municipio dentro de la cuenca, incorporándose por lo tanto los territorios completos de Acajete, Banderilla, Jilotepec, Rafael Lucio y Xalapa, y sólo su porción de la cuenca de los restantes municipios.

El AOE tiene una superficie de 32 057.33 hectáreas. Se ubica en la cadena montañosa de la Sierra Madre Oriental, en la ladera oriental del volcán Cofre de Perote. La distancia desde el punto más alto del Cofre y el AOE es de 6 km. La altitud máxima dentro del AOE es de 3,140 msnm a poco más de un kilómetro al

suroeste de donde nace el río principal. La altitud mínima es de 620 msnm y se ubica en la porción más baja de la cuenca y del área de estudio, es decir, en la intersección del río Sedeño con el río Naolinco, siendo ambos parte de la cuenca del Actopan. Sus coordenadas extremas son: 19° 29' 13" y 19° 38' 25" de latitud norte, 96° 46' 54" y 97° 06' 19" de longitud oeste.

En ese sentido, los municipios considerados dentro del área de estudio para este programa de gestión, y para la futura propuesta de ratificación del Convenio Intermunicipal, son: Acajete, Rafael Lucio, Tlalnahuayocan, Banderilla, Jilotepec y Xalapa. En el caso de Tlalnahuayocan se decidió mantenerlo como firmante del Convenio suscrito en octubre de 2005¹⁹ por su importancia de recarga hídrica y por sus descargas residuales no controladas. También se acordó agregar a Jilotepec por su cobertura hidrológica subterránea y superficial. Así, el área de referencia de la cuenca del río Sedeño para el presente programa se señala en la Figura 2.

¹⁹ Gobierno del Estado de Veracruz, LX Legislatura del Estado de Veracruz. 2005. Convenio de coordinación... *Op. cit.*

2.1.2 Clima

A continuación se presentan datos más detallados de las características climáticas de la cuenca, contenidos en el estudio de caracterización del programa de ordenamiento ecológico²¹.

Las diferentes unidades climáticas del área de estudio se pueden observar en la Tabla 2 y Figura 3, que muestra un esquema de los tipos climáticos. La leyenda se encuentra en claves, mismas que se pueden relacionar con la tabla siguiente para conocer sus características específicas; también contiene la ubicación de las estaciones climatológicas de los diagramas ombrotérmicos mencionados anteriormente.

Tabla 2. Unidades climáticas²².

Clave	Clima	Temperatura	Precipitación
Cb'(m)(f)	Semifrío húmedo	Verano fresco largo, temperatura media anual entre 5 y 12 °C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente bajo 22°C.	Precipitación en el mes más seco menor a 40 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual.
C(f)	Templado húmedo	Temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C.	Precipitación en el mes más seco mayor de 40 mm; lluvias todo el año y porcentaje de lluvia invernal mayor al 18% del total anual.
(A)C(m)(f)	Semicálido húmedo del grupo C	Temperatura media anual mayor a 18°C, temperatura del mes más frío menor a 18°C, temperatura del mes más caliente mayor a 22°C.	Precipitación anual mayor a 500 mm y precipitación del mes más seco mayor a 40 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual.
(A)C(fm)	Semicálido húmedo del grupo C	Temperatura media anual mayor a 18°C, temperatura del mes más frío menor a 18°C, temperatura del mes más caliente mayor a 22°C.	Precipitación del mes más seco mayor a 40 mm; lluvias entre verano e invierno y porcentaje de lluvia invernal menor al 18% del total anual.

²¹ Pronatura. 2010. Programa de ordenamiento... *Op. cit.*

²² *Ibidem.*

Clave	Clima	Temperatura	Precipitación
(A)C(w2)	Semicálido subhúmedo del grupo C	Temperatura media anual mayor a 18°C, temperatura del mes más frío menor a 18°C, temperatura del mes más caliente mayor a 22°C.	Precipitación del mes más seco menor a 40 mm; lluvias de verano con índice P/T mayor a 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.
(A)C(w1)	Semicálido subhúmedo del grupo C	Temperatura media anual mayor a 18°C, temperatura del mes más frío menor a 18°C, temperatura del mes más caliente mayor a 22°C.	Precipitación del mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% anual.

La fuente de la base geográfica de las estaciones climatológicas es el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua²³. Se eligieron ocho estaciones climatológicas, dos de ellas dentro del área de ordenamiento (La Concepción, municipio Jilotepec y Las Ánimas, municipio Xalapa) y seis en las cercanías para tener mayor claridad de la distribución del fenómeno (Figura 3). En las Figuras Figura 4 y Figura 5 se muestran la temperatura anual media y la precipitación anual media, respectivamente.

²³ Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). 1996. Estaciones climatológicas. Tomado del Extractor Rápido de Información Climatológica (ERIC). México.

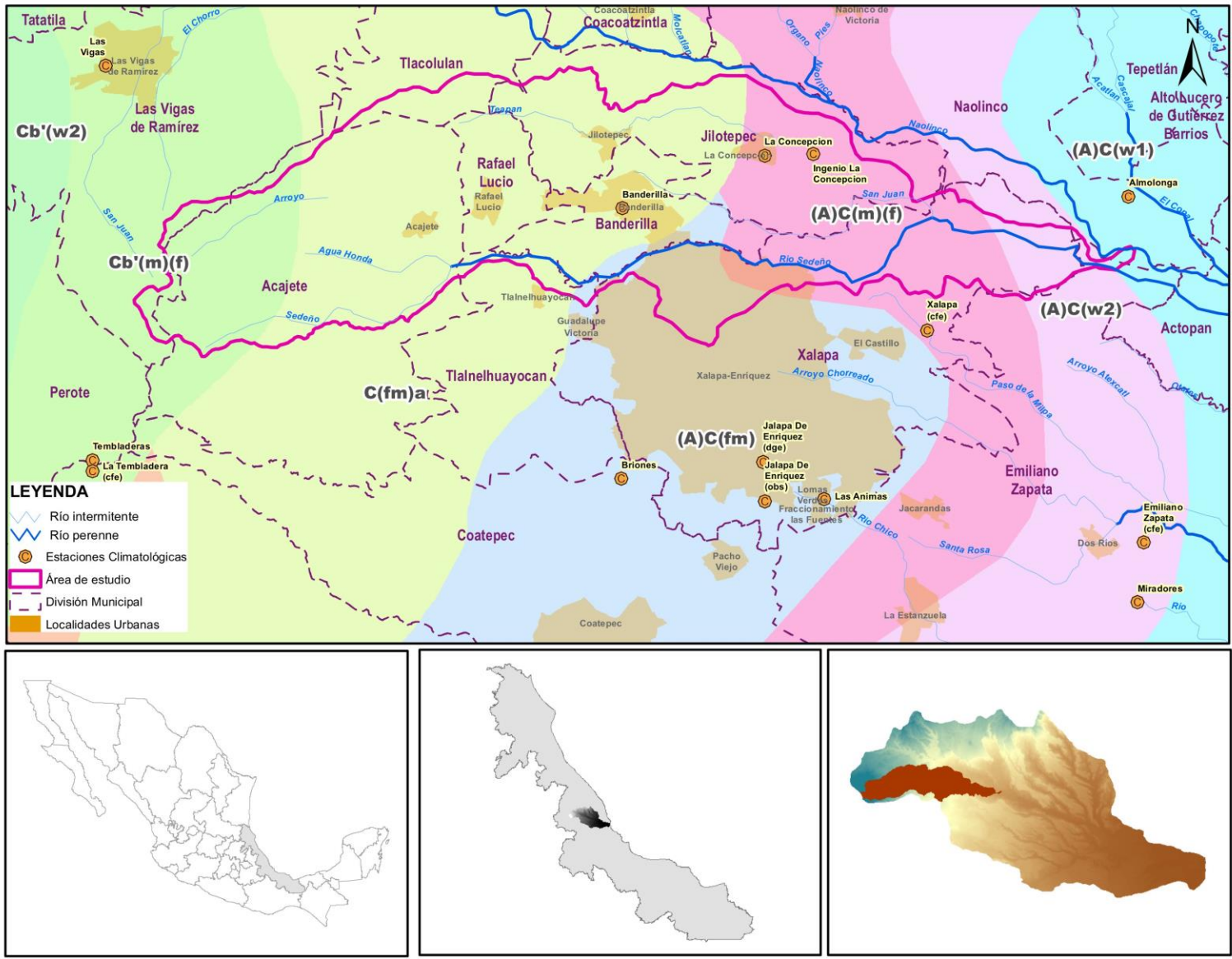


Figura 3. Mapa climático y distribución de las estaciones climatológicas²⁴.

²⁴ Elaboración de la Comisión Nacional del Agua (2015), con base en datos de Inegi.

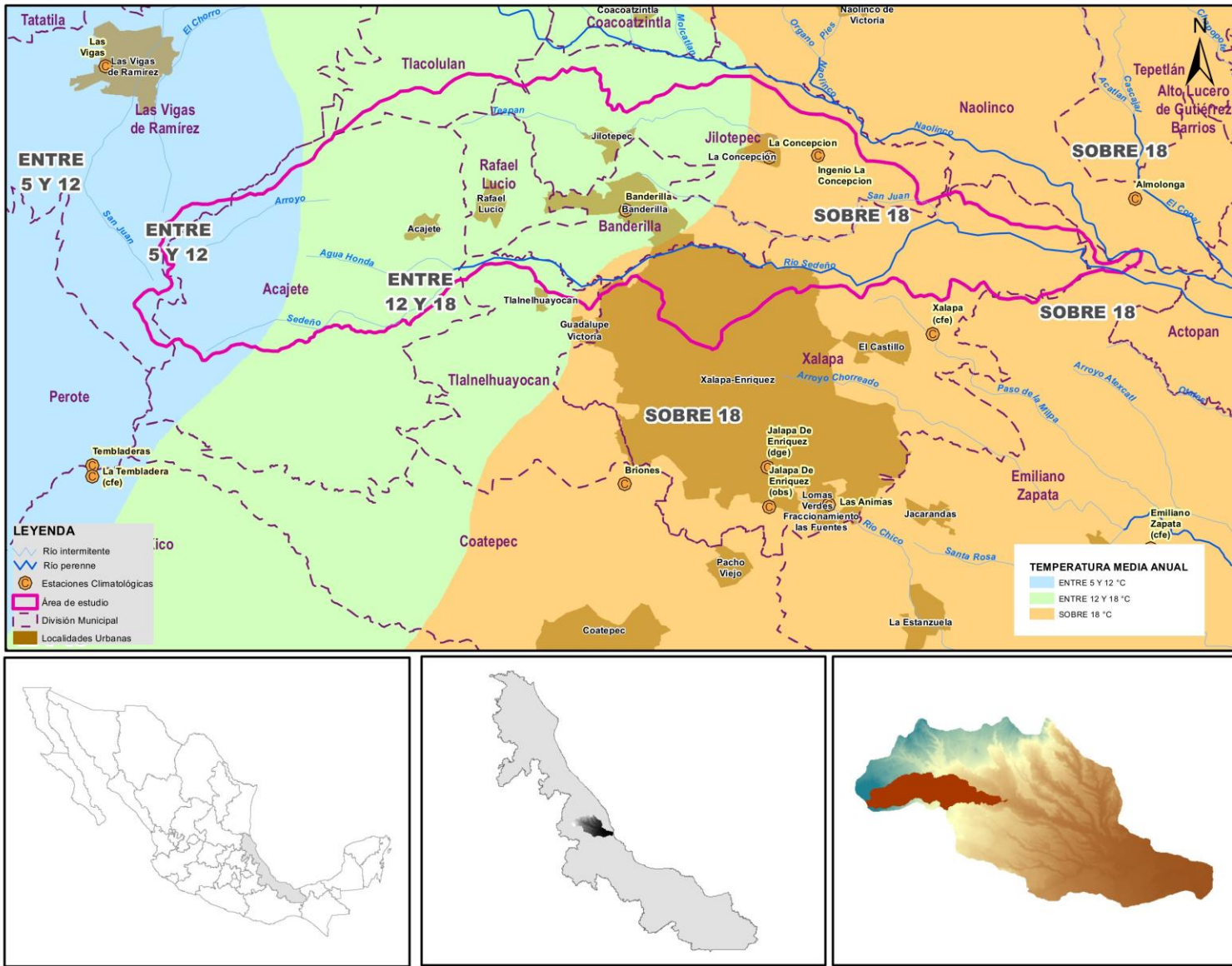


Figura 4. Temperatura media anual²⁵.

²⁵ Elaboración de la Comisión Nacional del Agua (2015), con base en datos de Inegi.

2.1.3 Relieve

Desde el punto de vista del índice de pendientes, las fuertes, muy fuertes y abruptas (20% del área total) serán en las que se deba poner mucha atención al evaluar el deterioro del recurso suelo y las aptitudes del terreno, ya que son zonas que se degradan fácilmente y requieren un manejo adecuado (Figura 6).

2.1.4 Fisiografía

Las provincias fisiográficas, según la definición de INEGI²⁷, son unidades con relativa homogeneidad morfológica, génesis geológica y roca distintiva; a su vez se dividen en subprovincias, mismas que presentan predominantemente las geoformas típicas para la provincia en general, aunque asociadas con otras diferentes y que le son distintivas por no aparecer en forma significativa en el resto de la misma provincia.

Fisiográficamente la zona de estudio se localiza en la provincia del Eje Neovolcánico y en las subprovincias Sierra de Chiconquiaco y Lagos y Volcanes de Anáhuac.

La provincia fisiográfica Eje Neovolcánico se caracteriza por ser una enorme formación de rocas volcánicas, acumulada en numerosas y sucesivas etapas volcánicas, desde mediados del Terciario (aprox. 35 millones de años) hasta el presente. La integran sierras volcánicas, coladas lávicas, conos dispersos, amplios escudo-volcanes de basalto, depósitos de arenas y cenizas. Presenta volcanes que se extienden de Oeste a Este.

La mayor parte de la subprovincia de Chiconquiaco se encuentra dentro de Veracruz, donde ocupa una superficie de 669 921 hectáreas. Localmente se puede identificar que en esta subprovincia se encuentran en su totalidad los municipios de Banderilla, Xalapa y Jilotepec, así como las fracciones de Emiliano Zapata y Naolinco, y en buena proporción los de Tlacolulan, Rafael Lucio y Tlalnelhuayocan.

La subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac cubre una superficie de 210 352 hectáreas. Se encuentra en esta unidad el Cofre de Perote y las laderas orientales del Pico de Orizaba, aunque se localizan algunas

²⁷ Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi). s.f. Mapa de Fisiografía. Fecha de consulta: 23 de julio de 2009.

llanuras, lomeríos y mesetas²⁸. Localmente abarca casi en su totalidad al municipio de Acajete y una porción de Las Vigas de Ramírez²⁹.

2.1.5 Geología

El área de la cuenca, al ser parte del sistema montañoso del Eje Neovolcánico, presenta en su totalidad rocas de origen volcánico, aunque con diferentes compuestos y procesos, lo que da como resultado una variedad de tipos de roca de dos periodos diferentes, el Terciario Superior (Ts) y el Cuaternario reciente (Q), es decir, hace menos de 10,000 años. La distribución de cada una de las unidades litológicas se observa en la Figura 7.

2.1.6 Edafología

Los tipos de suelo que se desarrollan en el área de trabajo, son los siguientes: Andosol húmico, Andosol ócrico, Phaeozem háplico, Luvisol órtico, Leptosol y Fluvisol. La Figura 8 presenta la distribución de estos seis tipos en el área.

Como es evidente, la predominancia de suelo está dada por el Andosol húmico, ocupando el 60% de la zona, seguido del Phaeozem háplico en un 26% y del Leptosol, con poco menos del 8%; mientras que el Andosol ócrico, Luvisol órtico y Fluvisol, representan en conjunto casi el 6% del área.

Cabe hacer mención que la porción que corresponde a urbes ha disminuido notoriamente la superficie de suelo, ya que no es posible considerar el desarrollo edáfico cuando las condiciones de interacción con elementos bióticos y abióticos se ven interrumpidos por la misma infraestructura. Esto permite observar la relación directa entre la modificación del ambiente natural y la disminución de los recursos que la integran, para este caso, el suelo, que no se consideró para este mapa, en casi el 20% del área de estudio.

²⁸ *Ídem*. 2009. Mapa de Fisiografía. México, D.F.

²⁹ *Ibidem*.

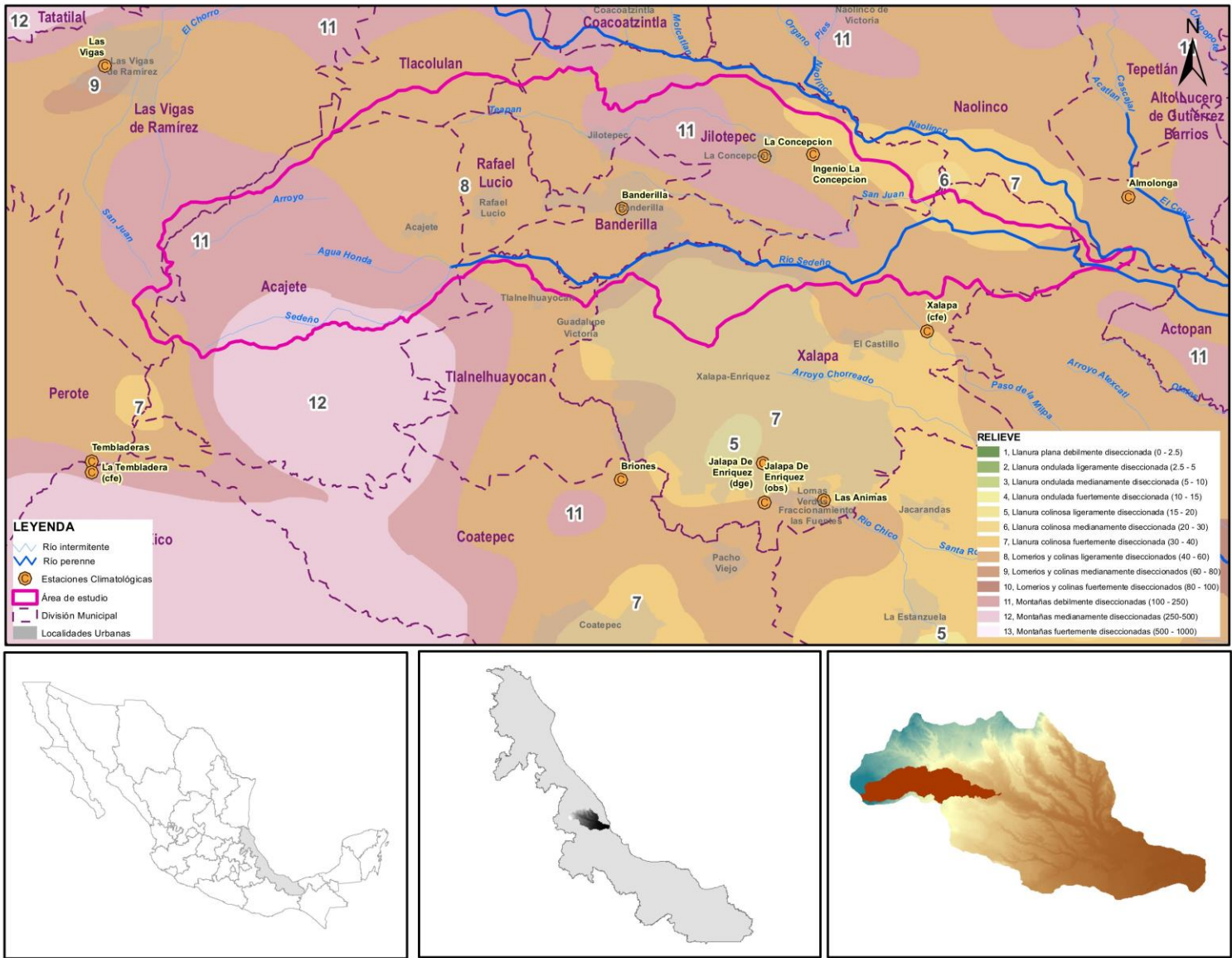


Figura 6. Ángulo de inclinación de las pendientes³⁰.

³⁰ Elaboración de la Comisión Nacional del Agua (2015), con base en datos de Inegi.

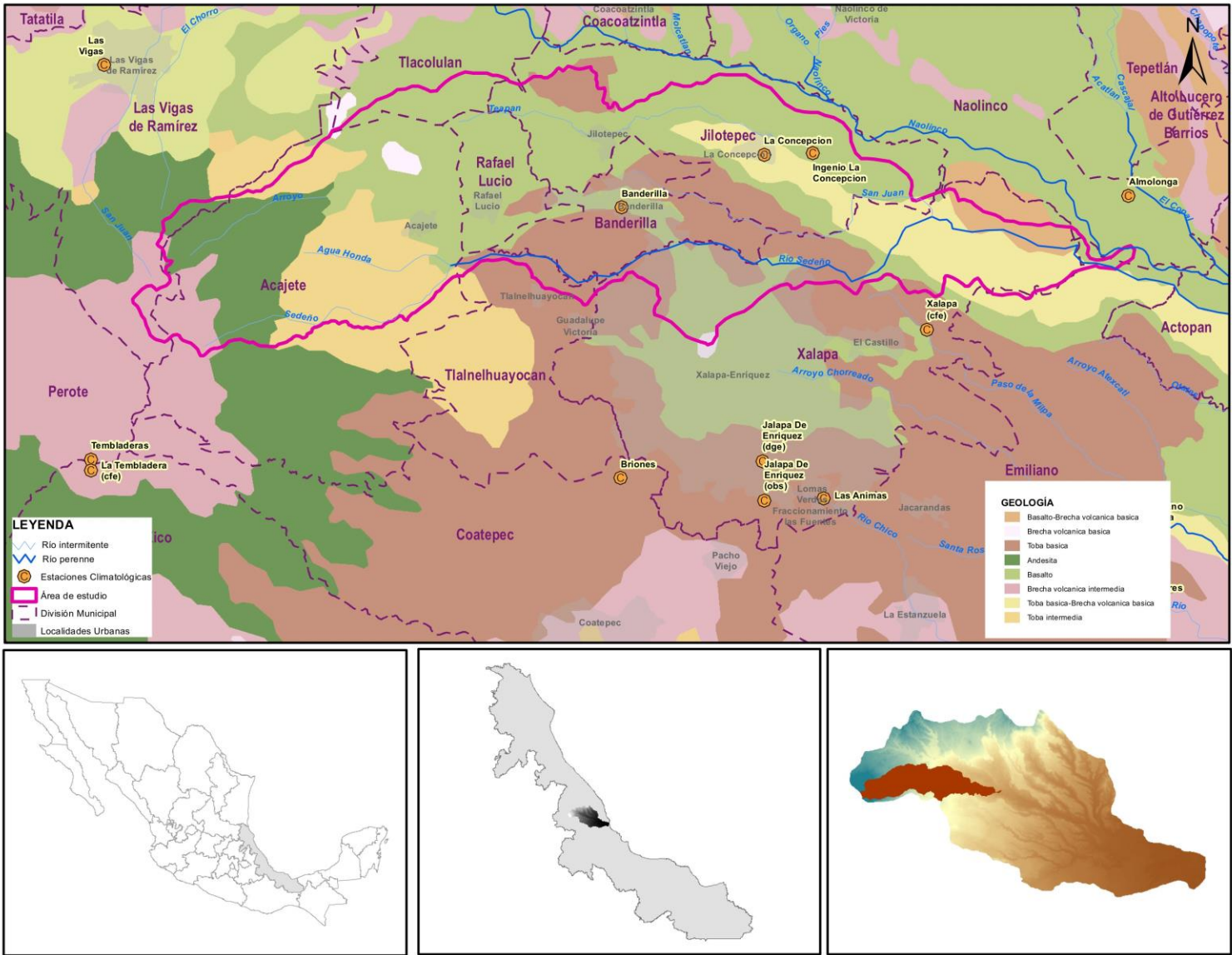


Figura 7. Geología³¹.

³¹ Elaboración de la Comisión Nacional del Agua (2015), con base en datos de Inegi.

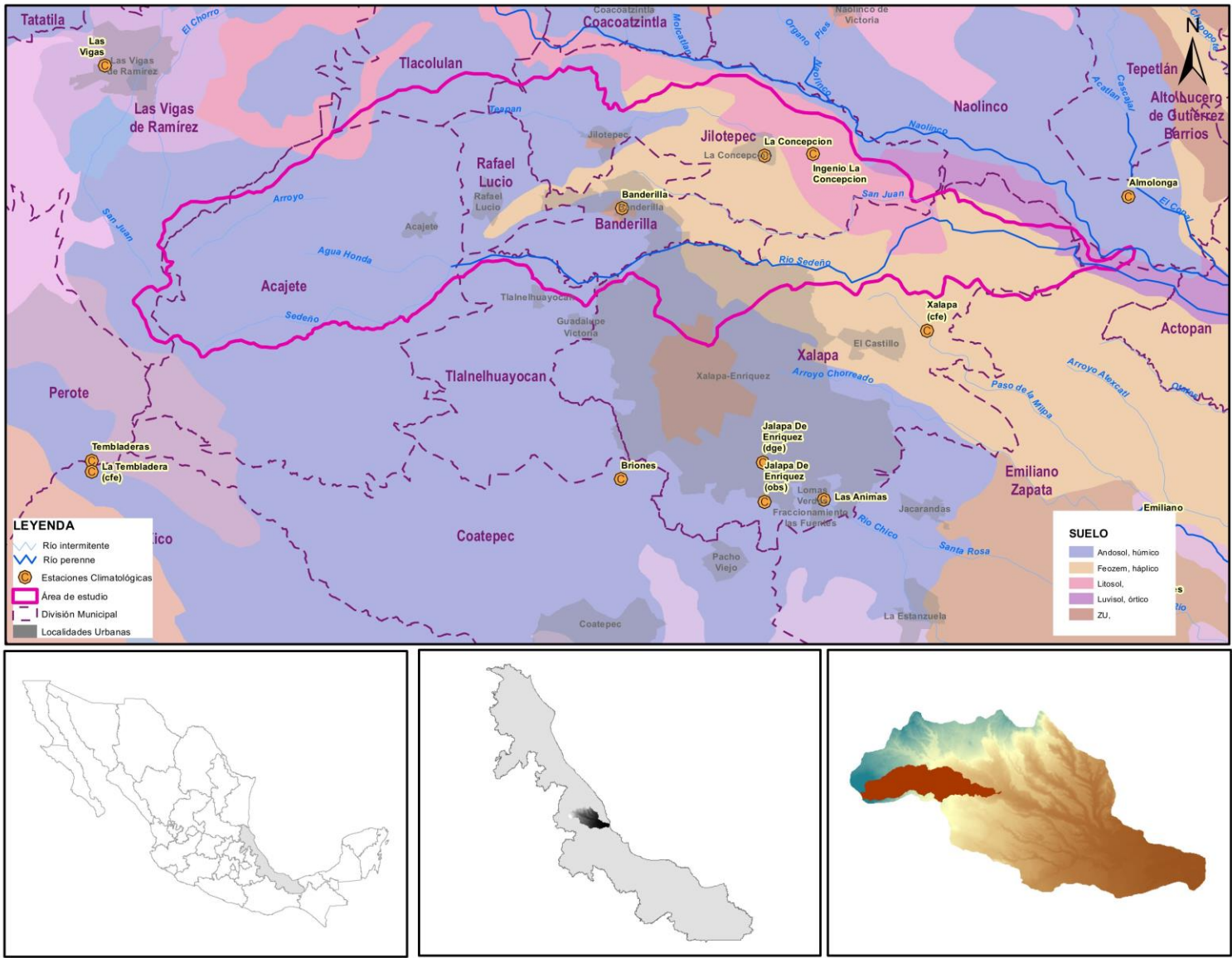


Figura 8. Distribución de los tipos de suelo³².

³² Elaboración de la Comisión Nacional del Agua (2015), con base en datos de Inegi.

2.1.7 Vegetación y uso del suelo

En el área de estudio se encuentran en total 22 tipos de vegetación y usos del suelo, los cuales pueden clasificarse en: vegetación primaria (5 tipos), vegetación secundaria (8 tipos), vegetación cultural (7 tipos) y otros usos del suelo (2 tipos). Su distribución se muestra en la Figura 9.

Dentro de la vegetación primaria, que ocupa una superficie total del 17.63%, aún es posible encontrar macizos forestales representativos del bosque de pinos, bosques mixtos y el bosque mesófilo de montaña, mientras que el bosque de encinos y la selva baja caducifolia, poseen una baja superficie (menos del 1%). Todos ellos se encuentran distribuidos en la porción suroeste, oeste y noroeste, precisamente en donde el relieve forma unas profundas barrancas, es prácticamente difícil acceder y por tanto, establecer otros usos del suelo. Asimismo, los suelos en donde se desarrollan son del tipo andosol y subtipo húmico y ócrico, generalmente ricos en nutrientes.

Estas matrices y fragmentos bien representados de vegetación primaria, propia de los climas Templado-húmedo y Semifrío húmedo, conforman una de las zonas de mayor relevancia hidrológico-forestal en el área. Empero, los aprovechamientos forestales que se han realizado (constatado durante el trabajo de campo), en donde existen pendientes con fuertes inclinaciones, pueden estar propiciando la degradación del suelo, al no haber cubierta forestal que minimice el arrastre de los suelos; por ello es importante considerar la ejecución de obras de conservación de suelos para detener la erosión sobre sitios que potencialmente pueden ser reforestados (con fines silvícolas) o restaurados ecológicamente en el corto o mediano plazo.

Por su parte, la vegetación secundaria ocupa el 23.40%, la cual es producto de alteraciones antropogénicas y/o naturales de las comunidades prístinas y conforman actualmente comunidades sucesionales o aclareadas en distintos grados de maduración. Por lo que respecta al bosque de pinos, en él se realizan aprovechamientos forestales que han propiciado el aclareo de los mismos, o bien algunas áreas en donde se ha practicado la agricultura y ganadería, actualmente han dejado de trabajarse y se ha disparado el proceso sucesional. Tales zonas se distribuyen en toda el área de estudio y tienen una superficie mayor que la vegetación primaria, lo que denota el nivel de perturbación de estas últimas a través del tiempo; estas zonas son más accesibles que aquellas en donde está la vegetación primaria, poseen de suaves a fuertes pendientes y disección vertical, y se desarrollan en prácticamente todos los climas.

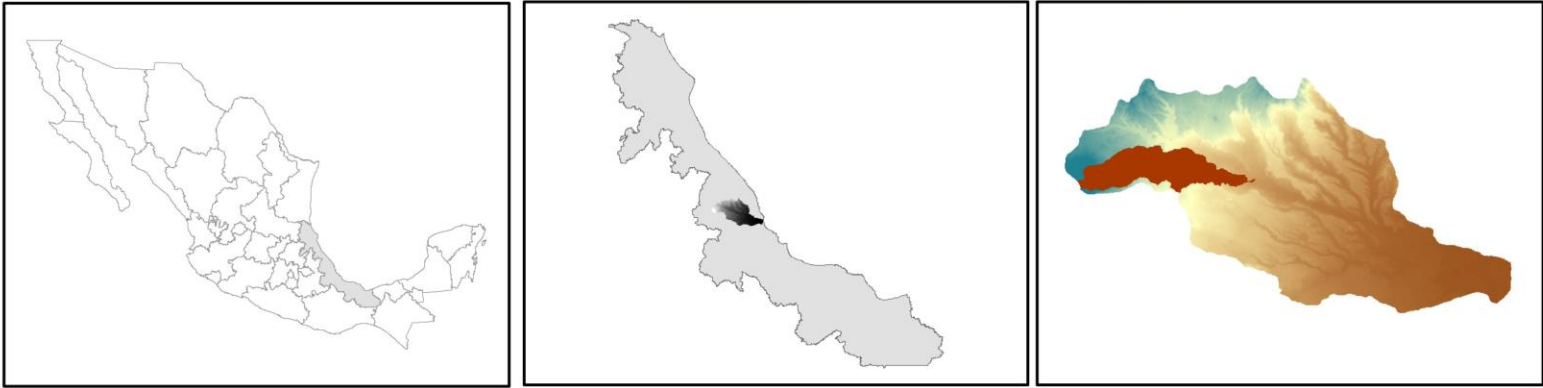
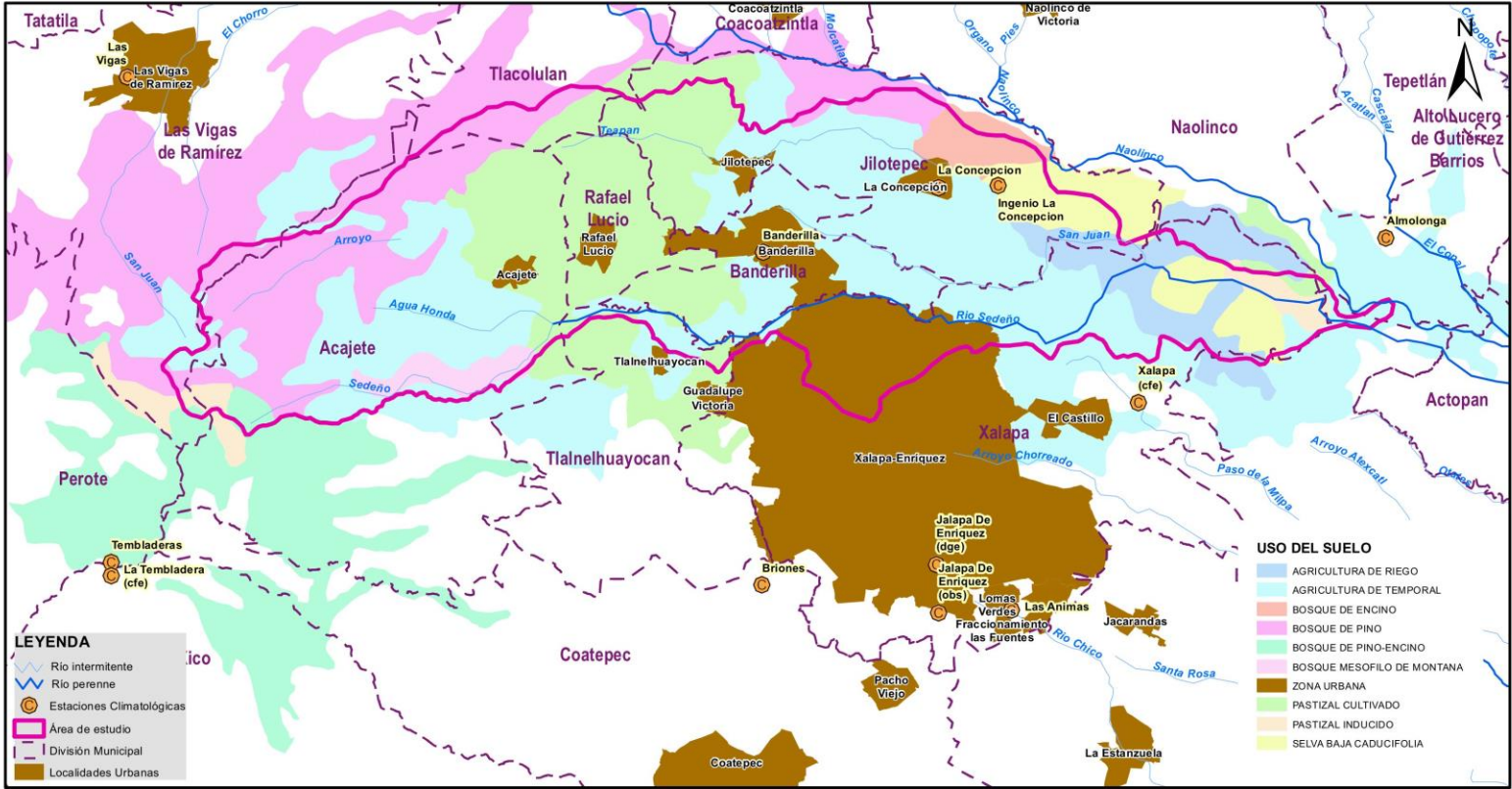


Figura 9. Distribución territorial de los distintos tipos de vegetación y usos del suelo.

La vegetación cultural es producto de las distintas actividades económicas del hombre; para el caso, son los cultivos anuales (maíz, frijol, papa), cultivos subperennes (caña), cultivos perennes (cafetales) y pastizales (potreros). Ocupan la mayor superficie dentro del área de estudio, con 13 055 hectáreas, equivalentes al 40% y se encuentran de igual forma distribuidos en toda el área pero en pendientes suaves a medianas y lomeríos y colinas; a excepción de las zonas cafetaleras de tipo rusticano, que se localizan en las laderas de fuerte pendiente.

En su caso, el cultivo de caña presenta una serie de parches que se encuentran interconectados a la matriz principal y otros que se encuentran dispersos tanto en el municipio de Xalapa, como Jilotepec, la ganadería y por tanto, los pastizales, se distribuyen en toda el área, preferentemente en lomeríos y colinas con pendientes medianas. Por su parte, los cafetales son hoy en día, uno de los paisajes humanizados (vegetación cultural) de gran interés para la conservación de la biodiversidad de una región. Se ha comprobado después de algunos estudios enfocados a determinar los grados de biodiversidad, que los cafetales albergan números de especies comparables a la diversidad registrada en bosques y selvas con buen estado de conservación^{33,34}. Estos agroecosistemas, por su distribución dentro del área de estudio, en donde comparten en los territorios aledaños a ellos con fragmentos de bosque mesófilo y encinares aclareados con elementos de selva baja, constituyen una fuente potencial de producción de semillas de árboles para la reforestación y enriquecimiento de acahuals, así como de la sombra de los mismos cafetales. En sí, estos cafetales bajo sombra, constituyen sitios de refugio de la fauna, ya que se distribuyen en una faja de transición entre los climas semicálido húmedo y templado húmedo. Probablemente esta condición favorezca el incremento de los niveles de riqueza entre las especies.

Con el avance de la superficie destinada a la producción de caña en la zona norte y este, todo el componente faunístico encuentra en los mencionados cafetales los sitios que les permiten desarrollar sus ciclos de vida. La importancia del agroecosistema cafetalero, radica en la permanencia de los árboles de sombra que mantienen, que en la mayoría de los casos, representan el estrato arbóreo de la vegetación primaria existente en dicha zona. Debido a las condiciones micro climáticas requeridas por las plantas de café arábigo y sus variedades, ha permitido que se conserven hasta hoy en día, áreas con una cubierta forestal de tamaños considerables, las cuales muchas veces se confunden con los bosques primarios al

³³ Toledo, V. M. 1989. La diversidad biológica de México. Ciencia y Desarrollo 14 (81): 17 – 30.

³⁴ Manson, H. R., A Contreras-Hernández y F. López-Barrera. 2008. Estudios de la biodiversidad en cafetales. Capítulo 1 (Págs. 1 – 14). En: Manson, Hernández-Ortiz, Gallina y Mehlreter. Agro ecosistemas cafetaleros de Veracruz. Biodiversidad, Manejo y Conservación. Instituto de Ecología A. C., Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT.

momento de realizar la fotointerpretación de las imágenes aéreas.

Finalmente en otros usos del suelo se ha considerado al suelo desnudo y al área urbana, encontrándose en 5 833 hectáreas del área de estudio, igual al 18%. El suelo desnudo corresponde a zonas de extracción de suelo para la construcción, en donde evidentemente no hay cubierta vegetal; se sitúan dos zonas al norte del municipio de Acajete y otras en Xalapa. El área urbana tiene en la ciudad de Xalapa (situada al sureste del área de estudio), la mayor superficie, pues solo esta abarca alrededor del 15% de toda el área de estudio.

Tabla 3. Superficie territorial de la vegetación y uso del suelo.

Tipo de Vegetación	Núm. de Fragmentos	Hectáreas	Porcentaje (%)
Vegetación primaria			
Bosque de pino	9	1,314.98	4.11
Bosque mixto de pino-encino (incluye encino-pino)	15	1,788.41	5.58
Bosque de Encino	10	155.23	0.48
Bosque mesófilo de montaña (BMM)	25	2,347.61	7.33
Selva baja caducifolia	1	40.64	0.13
Subtotal	60	5,646.86	17.63
Vegetación secundaria			
Bosque de pino aclareado	23	721.99	2.25
Bosque de pino achaparrado	2	290.17	0.91
Bosque mixto de pino-encino (incluye encino-pino) aclareado	14	747.93	2.34
Bosque de encino aclareado	7	265.72	0.83
Bosque de encino aclareado con elementos de selva baja caducifolia	2	1,142.46	3.57
Acahual de bosque mesófilo de montaña	51	4,158.27	12.98
Acahual de selva baja caducifolia	3	96.43	0.30
Matorral de <i>Baccharis conferta</i>	4	71.68	0.22
Subtotal	106	7,494.64	23.40
Vegetación cultural			
Cafetal de tipo rusticano	5	974.04	3.04

Tipo de Vegetación	Núm. de Fragmentos	Hectáreas	Porcentaje (%)
Cafetal de tipo policultivo tradicional	17	4,024.69	12.57
Cafetal a sol	2	81.72	0.26
Pastizal con árboles en alta densidad	44	943.66	2.95
Pastizal con árboles en baja densidad	81	1,993.05	6.22
Agricultura de cultivos anuales	29	2,907.99	9.08
Cultivo de Caña	26	2,129.89	6.65
Subtotal	35	5,833.13	18.21
TOTAL	405	32,029.66	100

2.1.8 Fauna

Desde tiempos precolombinos, la fauna silvestre siempre fue objeto de múltiples usos por parte de las distintas etnias que poblaron la región mesoamericana del continente. Existen datos de la cantidad de plumas de quetzales que los aztecas requerían de la zona de Xalapa y Banderilla; incluso al río Sedeño se le conocía como el río de Quetzales y la hoy población de Banderilla tenía un connotativo del “Lugar donde abundan los Quetzales”³⁵. Otro referente histórico de la presencia de fauna silvestre de importancia ecológica es la del jaguar. Actualmente, en la parte posterior de donde hoy se localiza el Parque Juárez en la ciudad de Xalapa, se encontraba un arroyo denominado Tecuanapan, que significa “Arroyo del Tigre”. Desafortunadamente los quetzales, junto con el jaguar y la ardilla voladora, se encuentran localmente extintos del área de estudio³⁶.

2.1.8.1 Anfibios y reptiles

De acuerdo con los registros publicados, en el bosque mesófilo de montaña de la región de Xalapa existen 38 especies de anfibios y reptiles³⁷. La importancia ecológica de este grupo es la regulación de las

³⁵ Williams-Linera, G. 2007. El Bosque de niebla del centro de Veracruz: Ecología, historia y destino en tiempos de fragmentación y cambio climático. INECOL-CONABIO.

³⁶ Aguilar-Rodríguez, S. H. 2009. Comunicación Personal.

³⁷ González-Romero, A. y R. Murrieta-Galindo. 2008. Anfibios y reptiles (Capítulo 10). Págs. 135 - 147. En: Manson, Hernández-Ortiz, Gallina y Mehlreter. Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz. Biodiversidad, Manejo y Conservación.

poblaciones de insectos que pueden convertirse en plagas para los agroecosistemas establecidos en la zona de estudio y convertirse en riesgo para la salud de la población asentada en el interior de la misma. Información obtenida de los distintos programas de manejo de las ANP del área de estudio, reportado para el bosque de niebla las siguientes especies: tlaconete (*Bolitoglossa platydactyla*, *Chiropterotriton lavae*), sapo marino (*Bufo marinus*), rana arborícola (*Hyla picta*), rana arborícola (*Hyla myotimpanum*), rana arbórea (*Hyla euphorbiacea*), rana palustre (*Rana vaillanti*), rana leopardo (*Rana berlandieri*), dormilona (*Ninia diademata*), escorpión (*Barisia imbricata*), escamoso variable (*Sceloporus variabilis*), chipoyo o perrillo (*Anolis sericeus*), falso coralillo (*Lampropeltis triangulum*, *Pliocercus elapoides*) y culebrilla del bosque (*Rhadinaea forbesi*), sapo rugoso (*Bufo cristatus*), sapito hojarasquero (*Eleutherodactylus rodophis*), culebra ranera (*Drymobius margaritiferus*), culebra real (*Drimarchon corais*), culebrilla cintilla (*Coniophanes fissidens*), lagartijera (*Coniophanes imperialis*) y falsa nauyaca (*Leptodeira annulata*), culebra de jardín (*Ninia sebae* y *Olologon staufferi*).

Entre las especies de anfibios que se han reportado en esta región, particularmente en fincas cafetaleras bajo sombra, se encuentran las siguientes: *Hyalinobatrachium fleischmanni*, *Craugastor berkenbuschii*, *Craugastor loki*, *Craugastor mexicanus*, *Craugastor pygmaeus*, *Craugastor rhodopis*, mientras que algunos reptiles son: *Norops sericeus*, *Norops schiedii*, *Coniophanes fissidens*, *Drymobius margaritiferus*, *Atropoides nummifer*³⁸.

Actualmente, entre las especies de fauna más amenazadas destacan varias especies de salamandras (*Thorius pennatulus*) y ranas arborícolas (*Hyla berlandieri*, *Hyla taeniopus*) que habitan en vegetación específica de los árboles del bosque de montaña, principalmente en La Martinica, en Banderilla³⁹.

Las alteraciones en los ecosistemas que constituyen hábitats de anfibios y reptiles repercuten directamente en las tasas de crecimiento de los individuos, la capacidad reproductiva, fluctuación en los períodos reproductivos, cambios en el ámbito hogareño, los patrones de actividad y uso del micro hábitat, incrementa el estrés de los organismos y provoca mayor riesgo de ser atacados por patógenos, al disminuir su capacidad inmunológica. Otro factor que pone en riesgo a las especies de anfibios y reptiles es el uso indiscriminado de agroquímicos, los cuales se desplazan a través del aire hacia el interior de los

Instituto de Ecología A. C. – INE SEMARNAT.

³⁸ *Ibidem*.

³⁹ Coordinación General de Medio Ambiente (CGMA). 2009. Áreas Naturales Protegidas del Estado de Veracruz. Secretaría de Desarrollo Social y Medio Ambiente. Gobierno del Estado de Veracruz.

ecosistemas o agro ecosistemas bajo sombra. Uno de los efectos más notables de los agentes contaminantes sobre este grupo faunístico, en casos de altas concentraciones, es que impiden la fertilización de los huevos, así como la mortandad de larvas y en estadios juveniles⁴⁰.

2.1.8.2 Aves

En el monitoreo que se llevó a cabo a partir del año 1991 a 2004 en el ANP Cerro del Macuiltépetl⁴¹, se registraron 204 especies de aves, de las cuales 101 de ellas son especies migratorias neotropicales. Asimismo, se han registrado poblaciones de aves endémicas o de distribución restringida como: *Cyanolyca nana*, *Melanotis caerulescens*, *Geothlypis nelsoni*, *Icterus graduacauda*, *Calothorax lucifer*, *Atthis heloisa*, *Ergaticus ruber*, *Pipilo ocai* y *Oriturus superciliosus* y 4 especies de aves enlistadas en alguna categoría de riesgo a nivel global: *Dendrortyx barbatus*, *Cyanolyca nana*, *Charadrius melodus* y *Dendroica chrysoparia*. Se presentan 63 especies restringidas al bosque mesófilo de montaña. Posee además, cerca del 34% de las especies en alguna categoría de riesgo listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001. Se considera G-133 por la presencia de *Charadrius melodus*, *Dendrortyx barbatus*, *Dendroica chrysoparia* y *Cyanolyca nana*⁴².

Además la región se considera como un sitio de paso para aves migratorias, entre las que se han registrado las siguientes: el chipe coroninegro (*Wilsonia pusilla*), la lindatarde (*Seiurus aurocapillus*), el carpintero chupasavia (*Sphirapicus varius*), el pavito (*Sethophaga ruticilla*), el gavilán matojero (*Accipiter striatus*) y el gavilán pollero (*Accipiter cooperi*). Las rapaces destacan en este grupo y se han llegado a contar, desde el mirador de la torre del Parque Ecológico Macuiltépetl, a más de 51,000 individuos emigrando. La mayor parte de estas rapaces migratorias pertenecen a las siguientes especies: zopilote aura (*Cathartes aura*), gavilán alas anchas (*Buteo platypterus*), aguililla cuaresmera (*Buteo*

⁴⁰ Urbina-Cardona, J. N. y V. H. Reynoso. 2005. Recambio de anfibios y reptiles en el gradiente potrero-borde-interior en los Tuxtlas, Veracruz, México (Capítulo 15). En: Halffter, G., P. Koleff, J. Soberón y A. Melic. Sobre Biodiversidad Biológica: El significado de las biodiversidades Alfa, Beta y Gamma. Sociedad Entomológica Aragonesa-CONABIO-CONACYT-Diversitas México.

⁴¹ Aguilar-Rodríguez, S. H., J. E. Montejo-Díaz, H. Cano-Herrera, O. G. Cruz-Carretero y E. Ruelas-Isunza. 2004. Aves del Parque Ecológico Macuiltépetl, Xalapa, Veracruz, México. Orn. Neot. En Prensa.

⁴² Planeación, Desarrollo y Recuperación Ambiental (Pladeyra). 2003. Estudios de paisajes hidrológicos y balance hídrico de la cuenca Lerma-Chapala. Instituto Nacional de Ecología.

swainsoni) y lilis o cernícalos (*Falco sparverius*)⁴³. Para el ANP Cerro de la Galaxia son las siguientes: aguililla caminera (*Buteo magnirostris*), gavián pajarero (*Accipiter striatus*), paloma doméstica (*Columba livia*), tecolotito común (*Glaucidium brasilianum*), búho café o cárabo (*Strix virgata*), colibrí coroniazul (*Amazilia cyanocephala*), momoto coroniazul (*Momotus momota*), luis grande (*Pitangus sulfuratus*), primavera (*Turdus grayi*) y chipe de wilson (*Wilsonia pusilla*)⁴⁴.

Así también, en las zonas cafetaleras del centro de Veracruz (incluyendo Xalapa) se ha registrado una alta diversidad de especies, muchas de ellas presentes también en el bosque mesófilo primario, y pocas de exclusividad para este agroecosistema. En un estudio en donde se determinó la riqueza de aves de diversos gradientes cafetaleros y de perturbación, se concluyó que los cafetales de sombra no son equivalentes al bosque, pero son importantes reservorios de una proporción importante de la diversidad de aves⁴⁵. En este trabajo, se reportaron algunas especies que guardan mayor exclusividad por el cafetal, como son: *Chondrohierax uncinatus*, *Coragyps atratus*, *Buteogallus anthracinus*, *Coccyzus americanus*, *Columbina inca*, *Colibri thalassinus*, *Sporophila torqueola* (*Ibid*).

En estudios efectuados en los bosques mixtos de pino-encino y su transición con el bosque mesófilo de montaña, particularmente en el municipio de Acajete (localidades Pata Mole, Barranquillas, Colexta, El Juzgadillo, Plan de Sedeño), reporta la presencia de las siguientes especies: jilguero pinero rayado (*Carduelis pinus*), gorrión de Lincoln (*Melospiza lincolnii*), junco ojilumbre mexicano (*Junco phaenotus*), gorrión americano amarillo (*Sicalis luteola*), carpodaco doméstico (*Carpodacus mexicanus*), tordo cantor (*Dives dives*), entre otros⁴⁶. Un estudio de impacto ambiental desarrollado en el bosque de pinos y pino-encino en localidades de Villa Aldama hasta Acajete, señala la presencia de especies como: empidonax amarillento (*Empidonax flavescens*), mosquero negro (*Sayornis nigricans*), papamoscas (*Myiarchus tuberculifer*), entre otros⁴⁷.

⁴³ Aguilar-Rodríguez *et al.* 2004. *Op. cit.*

⁴⁴ CGMA. 2009. *Op. cit.*

⁴⁵ Manson *et al.* 2008. *Op. cit.*

⁴⁶ Martínez H. A., Ramírez, L. E. A. y M. H. Fuentes. 2006. Estudio preliminar de la Cuenca del Río Sedeño. Comité Intermunicipal Acajete-Rafael Lucio-Banderilla-Jilotepec-Xalapa. Coordinación General de Medio Ambiente.

⁴⁷ ASAME. 2008. Manifiesto de Impacto Ambiental de la Autopista Perote – Banderilla, Etapa I, Tramo Cruz Blanca – Potrero de García del km 111 + 581 al 126 + 680 en el Estado de Veracruz. Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

2.1.8.3 Mamíferos

El bosque mesófilo de montaña y el bosque de encinos son los ecosistemas que albergan 10 especies de mamíferos endémicos, seguido por los bosques de pino-encino y pino con, 10 especies. De acuerdo con algunos estudios⁴⁸, en el bosque mesófilo de montaña en México habitan 16 especies exclusivas de dicho tipo de vegetación, mientras que en este mismo ecosistema se han reportado 133 especies distintas observadas en más de un tipo de vegetación.

Respecto al área de estudio, entre los mamíferos más frecuentes de observar, especialmente dentro del ecosistema de bosque mesófilo de montaña en las ANP, están las siguientes: el tlacuache (*Didelphis marsupiales*, *Didelphis virginiana*), el toche (*Dasyus novemcinctus*) la rata (*Sigmodon hispidus*), el ratón (*Peromyscus sp.*), la tuza (*Orthogeomys hispidus*), la ardilla (*Sciurus aureogaster*), el cacomixtle (*Basariscus astutus*), murciélagos insectívoros como *Molossus ater* y *Tadarida brasiliensis* (que es migratorio), murciélagos frugívoros (*Artibeus spp.*) y murciélagos nectívoros (*Glossophaga soricina*), ratas comunes (*Rattus norvegicus*), los conejos (*Sylvilagus floridanus*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), comadreja (*Mustela frenata*).

Los cafetales de sombra pueden mantener mucha de la estructura (especies) y las funciones (servicios ambientales) de los ecosistemas boscosos que reemplazan. Sin embargo, estos efectos positivos para la conservación han estado evaluados mucho más para ciertos grupos taxonómicos que para otros. En México, las mejores zonas para la producción del café se localizan donde se establecía el bosque mesófilo, el cual es el ecosistema con el promedio más alto de especies de mamíferos del país⁴⁹.

Un estudio de la mastofauna de sistemas cafetaleros del centro de Veracruz (ubicados en la zona de Huatusco y seis en la zona Coatepec-Xalapa) reportó que las especies de mayor distribución fueron: los ratones *Peromyscus aztecus*, *Oryzomys alfaroi* y *Oligoryzomys fulvescens*; y entre las raras estuvieron: el ratón tlacuache (*Marmosa mexicana*) y los ratones “meteorito de Xalapa” (*Microtus quasiater*) y *Reithrodonthomys mexicanus*. Las especies de mamíferos medianos mejor representadas en los cafetales son: tlacuache (*Didelphis marsupialis*), armadillo (*Dasyus novemcinctus*), conejo (*Sylvilagus floridanus*) y zorra (*Urocyon cinereoargenteus*). Entre las especies raras están el chupamiel o brazofuerte (*Tamandua*

⁴⁸ Flores-Villela, V. O., Pérez G., Vogt R. C. y M. Palma. 1987. Clave para los géneros y las especies de anfibios y reptiles de la región de los Tuxtlas. UNAM, México, D. F.

⁴⁹ Gallina y Mehlreter. Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz. Biodiversidad, Manejo y Conservación. Instituto de Ecología A. C., INE, Semarnat.

mexicana), el grisón (*Galictis vittata*) y el yagouarondi (*Puma yagouarondi*)⁵⁰.

La mastofauna presente en las comunidades de Bosque de Pinos y Pino-Encino, en el municipio de Acajete (localidades Pata Mole, Barranquillas, Colexta, El Juzgadillo, Plan de Sedeño), se representa con las siguientes especies no exclusivas pero de especial interés por encontrarse en categoría de riesgo según la NOM-059-ECOL-2001: musaraña (*Sorex macrodon*, *Sorex saussurei*), *Plecotus mexicanus*, *Sylvilagus cunicularius*, ardillón (*Spermophilus perotensis*), *Sciurus deppei*, *Perognathus flavus*, *Dipodomys phillipsii*, *Mephitis macroura*⁵¹.

El incremento de la fragmentación del Bosque Mesófilo de Montaña en la región central del estado de Veracruz puede estar afectando a la fauna de dicho ecosistema. En el caso de los pequeños mamíferos, de las 17 especies reportadas para la zona⁵², sólo se capturaron 9 especies, que corresponde al 53 % del total reportado para este grupo faunístico. Esta afirmación se basa en las especies encontradas, que en su mayoría corresponden a especies capturadas en los bordes o cercano a los mismos. Quizás de continuar el ritmo de fragmentación en el bosque mesófilo, se puedan llegar a extinguir algunas especies que ya han sido catalogadas con categoría de riesgo en la NOM-059-ECOL-2001, tal es el caso de *Olygoryzomys fulvescens*, *Cryptotis mexicana* y *Microtus quasiater*, todas ellas son especies endémicas.

Uno de los factores que más ha impactado en las poblaciones de algunas especies es la destrucción del hábitat, tal es el caso del chivizcoyo (*Dendrotyx barbatus*), especie en peligro y endémica de la región de Xalapa, de acuerdo con Martínez-Gómez⁵³. La importancia de conservar los bosques de niebla y cafetales, radica en que en ellos la fauna encuentra refugios, sitios de anidación y alimentación.

⁵⁰ *Ibidem*.

⁵¹ Martínez *et al.* 2006. *Op. cit.*

⁵² Ruan Tejeda, I., Manson, R. H. y L. I. Iñiguez Dávalos. 2008. Respuesta al borde en poblaciones de pequeños mamíferos en remanentes de bosque mesófilo de montaña del centro de Veracruz. En: Lorenzo, C., Espinoza, E. y J. Ortega (eds.). Avances en el estudio de los mamíferos de México. Publicaciones Especiales. Vol. II. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. México, D. F.

⁵³ Martínez-Gómez, J. E. 1996. La ornitofauna veracruzana: Una revisión bibliográfica. *La Ciencia y el Hombre* 22: 19 – 48.

2.2 Entorno social y económico

2.2.1 Población y su distribución

De acuerdo con el Censo 2010 de Inegi⁵⁴, en los municipios que conforman el AOE habitan 636 574 personas (8% de la población estatal), distribuidas en 460 localidades. Su índice de masculinidad es de 89.65 hombres por cada 100 mujeres, ligeramente inferior a la estatal que es de 92.85. La densidad poblacional para el conjunto del área es de 347.83 habitantes por km², muy superior a la estatal que es de 99 habitantes por km².

Tabla 4. Distribución poblacional, índice de masculinidad y densidad en AOE⁵⁵

Municipio	Población total	Porcentaje de población	Índice de Masculinidad	Densidad (hab. km ²)
Acajete	8 223	1.29	104.55	90.88
Banderilla	21 546	3.38	89.20	29.73
Emiliano Zapata	61 718	9.70	96.44	156.32
Jilotepec	15 313	2.41	93.54	211.51
Las Vigas de Ramírez	17 958	2.82	98.02	179.42
Naolinco	20 255	3.18	94.87	186.17
Rafael Lucio	7 023	1.10	94.11	284.56
Tlacolulan	10 299	1.62	101.55	74.98
Tlalnahuayocan	16 311	2.56	94.85	279.30
Xalapa	457 928	71.94	87.40	3 866.00
AOE	636 574	100.00	89.65	347.83

⁵⁴ Inegi. 2010. Censo de población... *Op. cit*

⁵⁵ *Ibidem.*

2.2.1.1 *Por municipio*

Como es natural esperar, cada municipio presenta particularidades propias en cada uno de los indicadores señalados (Tabla 4). Atendiendo a la distribución poblacional municipal Xalapa concentra 73% de la población del área de estudio, y junto con el de Emiliano Zapata en donde reside otro 9%, suman 82%. El municipio con menor proporción es el de Rafael Lucio con apenas 1% del total.

2.2.1.2 *Densidad poblacional*

La densidad poblacional es un indicador que revela de cierta manera la presión que se ejerce sobre recursos de distintos tipos en un territorio. Así, la densidad poblacional se encuentra relacionada con la magnitud de la demanda de multitud de servicios, a la vez que con la generación de residuos. En este renglón el municipio de Xalapa es, con mucho, quien presenta la mayor densidad poblacional del área, seguido de Banderilla y Rafael Lucio, todos ellos con resultados mayores a la densidad del AOE. Por su parte, Acajete y Tlacolulan son los municipios con menor densidad de población. Este par de municipios son los únicos del área de estudio cuya densidad es menor a la del estado de Veracruz que es de 99 habitantes por km² (Tabla 4).

2.2.1.3 *Por localidades*

La distribución de la población de acuerdo con el tamaño de las localidades se presenta en la siguiente tabla. El tamaño de la localidad se establece según el número de habitantes, y los rangos de población suelen ser convencionales de acuerdo con las características del área de estudio. En este caso se ha determinado agregarlas de acuerdo con 8 dimensiones (

Tabla 5).

Tabla 5. Distribución poblacional por tamaño de localidad en el AOE⁵⁶.

Tamaño de localidad por número de habitantes	Número de localidades	Número de habitantes	Por ciento de localidades	Por ciento de población
Menores a 100	272	6 042	57.87	0.95

⁵⁶ *Ibidem.*

Tamaño de localidad por número de habitantes	Número de localidades	Número de habitantes	Porcentaje de localidades	Porcentaje de población
de 100 a 499	115	29 103	24.47	4.57
de 500 a 999	40	28 949	8.51	4.55
de 1,000 a 2,499	26	39 842	5.53	6.26
de 2,500 a 4,999	7	26 325	1.49	4.14
de 5,000 a 9,999	8	61 909	1.70	9.73
de 10,000 a 14,999	0	0	0.00	0.00
Más de 15,000	2	444 404	0.43	69.81
Total AOE	470	636 574	100	100

Con excepción del municipio de Xalapa, el resto de los municipios presentan un índice de masculinidad superior a la del área. En este aspecto particularmente destacan los municipios de Acajete y Tlacolulan, cuyo índice revela que existen un poco más de 100 hombres por igual número de mujeres. Xalapa y Banderilla son los municipios que presentan los índices más bajos del área, 86.7 y 90.7 respectivamente.

Con excepción del municipio de Xalapa, el resto de los municipios presentan un índice de masculinidad superior a la del área. En este aspecto particularmente destacan los municipios de Acajete y Tlacolulan, cuyo índice revela que existen un poco más de 100 hombres por igual número de mujeres. Xalapa y Banderilla son los municipios que presentan los índices más bajos del área, 86.7 y 90.7 respectivamente.

Lo anterior es una distribución de la población atendiendo al registro oficial de localidades. Sin embargo, existe otra particularidad al respecto. Fuera de las delimitaciones político-administrativas municipales, destaca el hecho de que gran parte del territorio es considerado oficialmente como una zona metropolitana (ZM). La ZM Xalapa está conformada por los municipios de Banderilla, Coatepec, Emiliano Zapata, Xalapa, Jilotepec, Rafael Lucio y Tlalnahuayocan. En esta ZM se ha generado una conurbación física de las siguientes localidades: Banderilla, Xalapa, El Castillo, Colonia Santa Bárbara, Lomas Verdes, Jilotepec, Tlalnahuayocan, Jacarandas y Guadalupe Victoria⁵⁷, lo que significa, entre otras circunstancias, que la aglomeración de habitantes es aún mayor que la indicada.

⁵⁷ Consejo Nacional de Población (Conapo). 2012. Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2010. Secretaría de Desarrollo Social, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México, D. F.

2.2.1.4 Población urbana-rural

Para distinguir a la población urbana de la rural existen diversas propuestas. Para el desarrollo de este estudio hemos optado por la de Luis Unikel⁵⁸ elaborada en 1975; esta propuesta distingue cuatro diferentes tipos de asentamientos: rurales, mixtos rurales, mixtos urbanos y urbanos. Es decir, a criterio de este investigador la distinción entre lo urbano y lo rural sugiere un continuo con estadios de transición (o intermedios) entre ambos polos. Si bien a final de cuentas la propuesta asume un criterio poblacional de discriminación, no es menos cierto que se llega a él considerando una serie de variables que es necesario atender en la medida en que el criterio poblacional, en estricto, no es suficiente para establecer una supuesta frontera entre lo rural y lo urbano. Así, Unikel establece lo que será un criterio recurrente en la investigación social: localidades rurales identificadas con un número de población menor a los 5 000 habitantes; localidades mixtas rurales, con población entre los 5 000 y los 9 999 habitantes; localidades mixtas urbanas, discriminadas poblacionalmente por contener por lo menos a 10 000 habitantes, pero no más de 14 999; y, finalmente, localidades urbanas, cuya población tiene como límite mínimo a los 15 000 habitantes.

La clasificación alude a localidades. Para aplicarla a los municipios se tomó como criterio la condición de que al menos el 50% de los habitantes se encuentren en los rangos de población correspondientes. Tal aplicación no está exenta de cierta dificultad debido a la distribución que podría encontrarse. Por ejemplo, distribuciones similares entre dos, tres o las cuatro categorías en un municipio determinado. Atendiendo a ello y teniendo presente la manera en que se distribuye la población en algunos municipios del AOE se incorporó una categoría más: rural en transición. A través de ella se designa a municipios que presentan más del 50% de población en localidades rurales, pero en donde, a su vez, existen localidades de carácter mixto rural que agrupan a porcentajes significativos de sus habitantes. En esta circunstancia, rural en transición denota una perspectiva de conversión del carácter municipal rural hacia la siguiente categoría, hacia lo mixto rural.

Una vez que se ha estimado la proporción de población municipal que vive en determinada condición (entre lo rural y lo urbano), nos es posible caracterizar al municipio mismo. En la tabla 5 se presentan las estimaciones correspondientes.

De los 10 municipios objeto de estudio, 5 son eminentemente rurales: Acajete, Emiliano Zapata, Jilotepec,

⁵⁸ Unikel, L. 1975. El desarrollo urbano de México. El Colegio de México. Distrito Federal, México.

Rafael Lucio y Tlacolulan. Tlalnahuayocan y Naolinco son municipios rurales en transición, esto es, con una importante proporción de la población en localidades mixtas rurales. Las Vigas es el único municipio del área de estudio con característica de mixto rural. Xalapa y Banderilla son, atendiendo al criterio mencionado, los municipios del área de estudio con características urbanas, con más del 90% de su población residente en localidades mayores a 15 000 habitantes. Desde la perspectiva que se aborda, el AOE puede caracterizarse como urbana con presencia rural.

Tabla 6. Naturaleza urbana-rural de localidades y municipios⁵⁹.

Municipio	Tasa bruta de natalidad			Tasa bruta de mortalidad		
	1990	2005	2013	1990	2005	2013
Acajete	41.3	32.8	27.97	7.9	6.9	5.23
Banderilla	20.4	22.2	22.05	3.6	4.0	4.97
Emiliano Zapata	29.4	25.4	18.73	5.5	5.0	5.80
Jilotepec	33.4	24	18.22	6.9	4.2	6.53
Las Vigas de Ramírez	43.7	43	28.46	9.4	6.3	6.18
Naolinco	27.3	25.4	19.21	5.7	5.0	6.71
Rafael Lucio	39.2	34.4	27.48	4.4	5.4	5.55
Tlacolulan	37.7	37.2	26.80	5.9	5.3	6.41
Tlalnahuayocan	44.7	25.8	22.68	6.0	3.4	3.49
Xalapa	27.4	21.1	18.77	5.8	4.6	5.48

2.2.1.5 Migración

En estos 10 municipios viven personas de todos los estados de la república. Sin embargo, la mayor inmigración acumulada (por lugar de nacimiento) tiene origen en entidades colindantes o cercanas a Veracruz y al área. Del total de habitantes con esta condición (44 355), la gran mayoría nació en el Distrito Federal, equivalente a 34%, y le siguen los originarios del vecino estado de Puebla con 24%.

⁵⁹ Inegi. 2010. México en Cifras.

Ahora bien, en la tabla 6.5 se presentan algunas otras características de este tipo de migrantes. De acuerdo con esta información, el 89% reside en el municipio de Xalapa, el 5% en Emiliano Zapata, el 3% en Banderilla, y menos del uno por ciento en cada uno de los restantes municipios. Asimismo, representan el 10% de la población total del municipio de Xalapa, el 7% del de Banderilla, y el 5% en Emiliano Zapata, en el resto de municipios representan menos del 3% de la población total respectiva.

Tabla 7. Población inmigrante⁶⁰.

Municipio	No nativos	Porcentaje	Proporción de su población total
Acajete	111	0.25	1.48
Banderilla	1,199	2.70	7.30
Emiliano Zapata	2,209	4.98	4.96
Jilotepec	281	0.63	2.16
Las Vigas de Ramírez	292	0.66	2.06
Naolinco	311	0.70	1.72
Rafael Lucio	110	0.25	2.06
Tlacolulan	42	0.09	0.47
Tlalnelhuayocan	289	0.65	2.52
Xalapa	39,511	89.08	10.12

2.2.1.6 Crecimiento poblacional

La tasa de crecimiento poblacional es el ritmo o velocidad de cambio en el número de individuos que componen una población en un periodo determinado. El cambio es positivo cuando la población se incrementa, pero también puede ser negativo en el caso de que la población decrezca. Esta tasa de crecimiento, al tener como base de su estimación a la población total en dos puntos de tiempo, involucra al conjunto de componentes demográficos vistos con anterioridad: natalidad, mortalidad y saldos migratorios.

⁶⁰ Ídem. 2000. XII Censo General... Op. cit.

Se puede observar que en el municipio que proporcionalmente crece más es el de Tlaxiahuacán, con tasa de crecimiento prácticamente al doble del promedio de la región, en tanto que Jilotepec es el que crece menos. El municipio de Banderilla es el único que presenta una tasa de crecimiento negativa, es decir, es el único cuyo número de pobladores se ve reducido con el paso del tiempo. Al respecto se debe tener presente que en la segunda mitad de la década de los noventa este municipio se desprendió de parte de su territorio y la población asentada en él, a favor del municipio de Xalapa, lo que significó que, entre el conteo de 1995 y el censo de 2000, el número de habitantes se redujera prácticamente a la mitad. Este hecho es el que explica la tasa negativa de crecimiento en este municipio.

2.2.1.7 Crecimiento social

La tasa de crecimiento social (TCS) revela el crecimiento o decrecimiento de la población debido a factores no relacionados con la tasa de crecimiento natural, sino con los flujos migratorios (emigración-inmigración). El resultado puede ser positivo o negativo indicando con ello si el municipio atrae o expulsa población, respectivamente.

De acuerdo con las estimaciones realizadas, con excepción de los municipios de Banderilla, Tlaxiahuacán y Xalapa, el resto son municipios que ya desde 1995 presentaban características de ser expulsores de población, situación que la mayoría de ellos repiten en 2000 y 2005.

El municipio de Banderilla presenta signos de ser un territorio de atracción de población en los años extremos de la estimación; es uno de los tres únicos municipios que en 2005 presentan tasa positiva. Su TCS del año 2000 se encuentra determinada por la separación ya mencionada de territorio y población. La estimación para el municipio de Xalapa indica que atrajo población en los dos primeros años de referencia, pero para 2005 muestra signos de ser también un expulsor de pobladores.

2.2.1.8 Hablantes de lengua indígena

De acuerdo con los registros censales de 1990 y 2000, así como con el conteo 2005 la presencia indígena en la región es poco significativa en relación con la población. Para 2005 la población mayor a 5 años hablante de alguna lengua indígena (HLI) fue de 2,483, lo que equivale a medio punto porcentual de la población del área en ese grupo de edad; en ese mismo registro fueron contabilizadas 5 595 personas en hogares indígenas, esto es, personas que forman parte de los hogares donde el jefe (a) de familia o cónyuge habla(n) alguna lengua indígena, este subconjunto de habitantes representan 1% de la población total de la misma.

2.2.2 Condiciones de la vivienda

La vivienda es el lugar donde se habita y es marco para la reproducción familiar; las características de sus elementos constructivos, y la conexión con la red de servicios y equipamientos públicos informan acerca de la calidad de las mismas, es decir, del relativo confort del que sus moradores disfrutan o carecen. En este apartado se abordan las condiciones de la vivienda enfocándose tanto a sus elementos constructivos (materiales en pisos y disposición de sanitario), como al acceso a servicios públicos básicos (agua, drenaje y energía eléctrica), con la intención de aproximarse a la detección de problemas relacionados con la calidad de vida de la población objetivo de estudio. La fuente de información es el conteo 2005 y se excluyen de la representación en gráfica o tabla las viviendas sin información.

2.2.2.1 Piso de la vivienda

De acuerdo con la citada fuente, una primera distinción del elemento constructivo piso de la vivienda se establece si es de algún tipo de material elaborado, o si los moradores de ellas realizan sus tareas domésticas teniendo como piso la propia tierra. Al respecto existe una diferencia más o menos clara entre un grupo de municipios que presentan proporciones alrededor de 90% de viviendas con piso diferente de tierra, y aquellos otros cuyas proporciones oscilan entre 70 y 80%. Tlacolulan, Acajete y Tlalnahuayocan forman este último grupo de municipios en donde la carencia es más abultada, superior en todos los casos a 20% de viviendas

2.2.2.2 Disponibilidad de sanitario en la vivienda

La disponibilidad de sanitario en las viviendas se presenta en la Tabla 8. Sin descartar las diferencias evidentes, este es un elemento de la vivienda distribuido más uniformemente que el indicador anterior, pues la proporción entre la proporción máxima y la mínima es de un poco menos de 7 puntos porcentuales. Nuevamente es en el municipio de Tlacolulan en donde se observan las mayores carencias.

Tabla 8. Porcentaje de viviendas con disponibilidad de sanitario, según municipio⁶¹.

Municipio	Viviendas con sanitario (%)
Acajete	94.44
Banderilla	96.36
Emiliano Zapata	94.34
Jilotepec	95.83
Las Vigas de Ramírez	97.88
Naolinco	97.94
Rafael Lucio	95.49
Tlacolulan	72.55
Tlalnahuayocan	94.30
Xalapa	93.77

2.2.2.3 Agua

La falta de disposición de agua entubada de la red pública es severa entre las viviendas del municipio de Tlacolulan, pues 64% de las mismas no tienen acceso a este tipo de servicio. En Acajete, Jilotepec y Las Vigas quedan fuera del abasto de agua a través de la red municipal alrededor de 30% de las viviendas, y en Rafael Lucio representan 18%. Si bien menos severos, también se presentan problemas de provisión del servicio en el resto de los municipios.

2.2.2.4 Drenaje

El más elevado porcentaje de viviendas sin drenaje de entre los municipios de estudio se encuentra en Acajete (43%). La carencia comprende alrededor de 25% de las viviendas de Tlacolulan y Las Vigas. El resto de los municipios presentan porcentajes menores a 9% de sus viviendas sin este servicio.

Por las implicaciones ambientales que representa, es importante señalar que la disposición de drenaje en la vivienda si bien es un componente destacado de la misma para generar condiciones salubres a sus residentes, no necesariamente implica lo mismo para el entorno. Esto depende al menos de dos

⁶¹ *Ídem*. 2010. Censo de población... *Op. cit.*

condiciones: una de ellas es el tipo de conexión para la descarga de los drenajes particulares; la otra tiene que ver con el tratamiento, o la falta del mismo, de las aguas residuales de las localidades.

Atendiendo a la primer condición es pertinente tener en cuenta que de las 138 000 viviendas registradas con disponibilidad de drenaje, aproximadamente 36 000 (26%) no tienen conexión con redes municipales; se encuentran conectadas, preferentemente a fosas sépticas (30 000), pero también a ríos o a barrancas.

2.2.2.5 Energía eléctrica

De los servicios públicos básicos la disposición de energía eléctrica es el que presenta menor variabilidad entre los municipios. Entre la cobertura máxima (en el municipio de Naolinco) y la mínima (en el de Banderilla) la diferencia es de 7 puntos porcentuales (Tabla 9).

Tabla 9. Porcentaje de viviendas con disponibilidad de energía eléctrica⁶².

Municipio	Porciento de viviendas
Acajete	98.84
Banderilla	98.35
Emiliano Zapata	96.63
Jilotepec	97.40
Las Vigas de Ramírez	97.50
Naolinco	98.50
Rafael Lucio	98.35
Tlacolulan	96.22
Tlalnelhuayocan	97.19
Xalapa	94.23

Una vez analizados los servicios públicos de manera independiente, se pueden abordar de manera integral, esto es, el número o porcentaje de viviendas que cuentan con los tres servicios básicos tratados (agua,

⁶² *Ibidem.*

drenaje y energía eléctrica). Tratándose de la disposición de agua se consideraron sólo aquellas viviendas que la obtienen de la red pública (dentro de la vivienda, o fuera de ella pero dentro del terreno) y la disposición de drenaje fue considerada solo en las viviendas que se encuentran conectadas, igualmente, a la red municipal.

En la Figura 10 se muestran los resultados. Es interesante la forma en que se refleja el desarrollo municipal, pues no se trata solo de que las viviendas dispongan de los servicios de cualquier manera , sino de que estos se encuentren respaldados por un entorno de redes locales para su acceso.

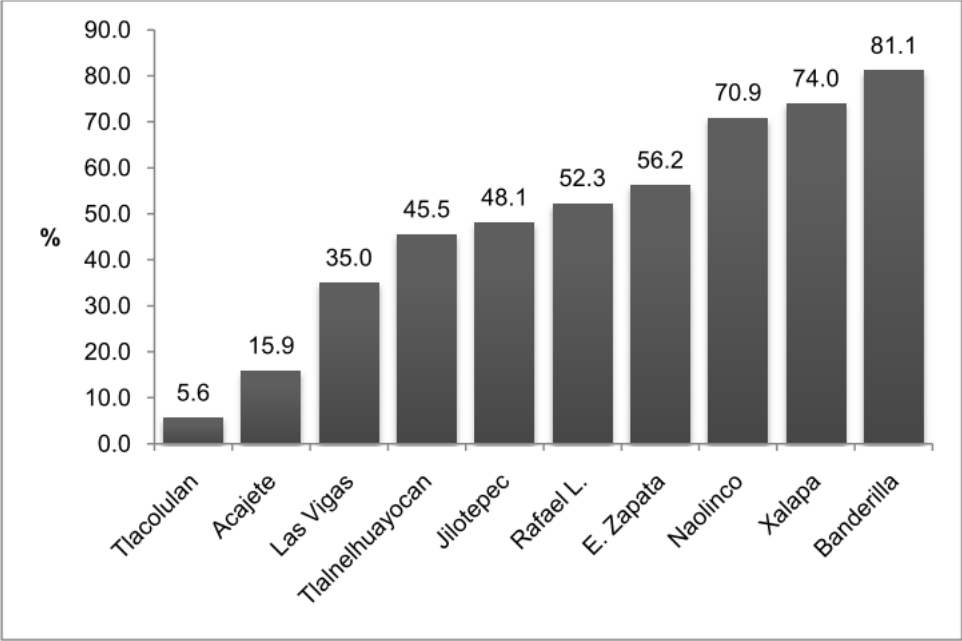


Figura 10. Porcentaje de viviendas por municipio con disponibilidad de los tres servicios públicos⁶³.

Las diferencias municipales en este aspecto son enormes e indican desigualdades severas. Solo 6% de las viviendas del municipio de Tlacolulan cuentan con los servicios señalados, mientras que en el de Banderilla es un 81%. De hecho, se puede decir que Tlacolulan y Acajete son municipios con coberturas muy bajas; Las Vigas, Tlalnahuayocan, Jilotepec, Rafael Lucio y Emiliano Zapata tienen coberturas medias, y Naolinco, Xalapa y Banderilla son municipios con coberturas altas comparativamente.

⁶³ Pronatura. 2010. Caracterización... *Op. cit.*

2.2.3 Indicadores educativos básicos

La importancia de la educación radica en que es el vehículo a través del cual el individuo puede desarrollarse plenamente en el plano cultural, social y productivo. Es el pilar esencial para el desarrollo de una mayor igualdad de oportunidades entre los individuos, así como la condición para generar mayor bienestar en las sociedades. La educación universal es un derecho humano fundamental y la educación básica en nuestro país, por mandato constitucional de 1993, incluye los estudios de primaria y secundaria. Lamentablemente los resultados en su cumplimiento no son satisfactorios.

En este apartado se han seleccionado algunos indicadores que dan cuenta de ciertos déficits educativos entre los municipios del área y se analiza enseguida lo que se denomina rezago educativo.

Según el Censo 2005, 3 900 niños entre 6 y 14 años de edad, que equivale a 4% de ese grupo de edad, no asistían a la escuela primaria, 25 000 de 15 años y más (de un universo de 398 000) no tenían ningún tipo de escolaridad y existían 26 000 analfabetas.

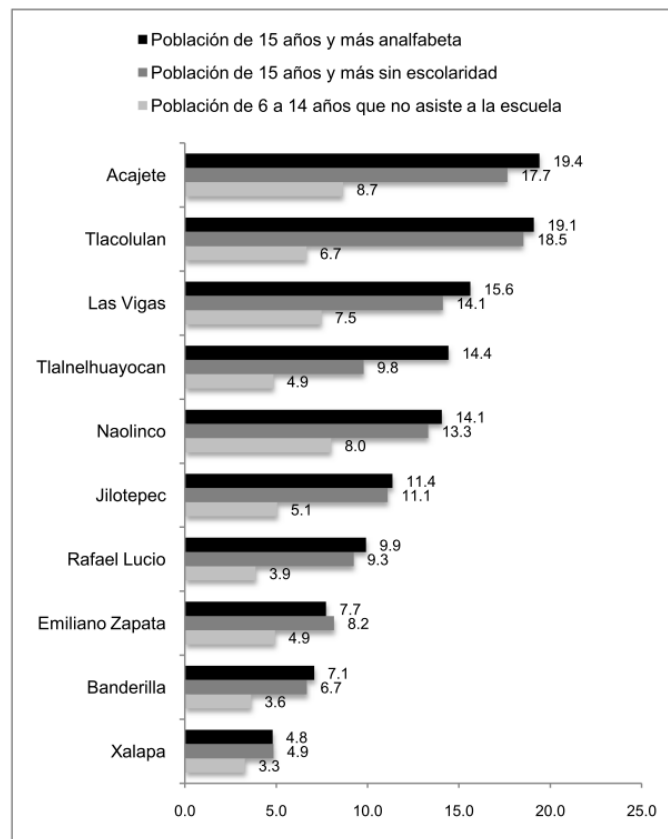


Figura 11. Porcentajes de algunos déficits educativos municipales⁶⁴.

⁶⁴ Ibídem.

2.2.3.1 Rezago educativo

El rezago educativo es la condición en que se encuentra la población de 15 años y más que no ha culminado el ciclo de educación básica que, como se indicó, incluye hasta los estudios de secundaria completa.

El rezago educativo y las condiciones para abatirlo pueden ser más o menos severos de acuerdo con el nivel de escolaridad de las personas en esta situación. En este caso es útil una categorización del rezago en función de ese nivel. Así, se encontrarán en rezago catalogado como extremo aquellas personas sin escolaridad formal, en rezago alto quienes no han concluido la primaria, en rezago medio los que tienen terminada su primaria o tienen estudios técnicos con antecedente de primaria terminada y, finalmente, se encuentran catalogados con rezago bajo aquellos que tienen 1 o 2 años cursados y aprobados de secundaria.

Considerando el rezago educativo extremo y alto prácticamente todos los municipios tendrán que desarrollar políticas mucho más agresivas para abatirlo, pues suman, en el mejor de los casos 46% en Xalapa, y en el peor, 67% en Tlacolulan.

Si la educación es base para un mejor futuro en todos los aspectos (cultural, económico, social, ambiental, etc.), la inversión de recursos de distinta índole en ella, como se ve, no debería escatimarse. Parte de este problema se refleja en el grado escolar promedio de los municipios, bajos en la mayoría de municipios y muy dispares entre sí. Sin menoscabo del problema del rezago educativo, Xalapa tiene como promedio de escolaridad 9.9 años, en tanto que en Tlacolulan es de 4.9 años.

Entre 2000 y 2005 las personas en esta situación disminuyeron proporcionalmente en todos los municipios (Figura 12), aunque en números absolutos aumentaron ligeramente en los municipios de Tlalnahuayocan, Las Vigas y Tlacolulan. Curiosamente en el municipio de Tlalnahuayocan donde en números absolutos creció más el rezago educativo, fue el municipio en donde proporcionalmente alcanzó la mejor puntuación en el periodo: 12.1% menos en 2005 con relación a 2000.

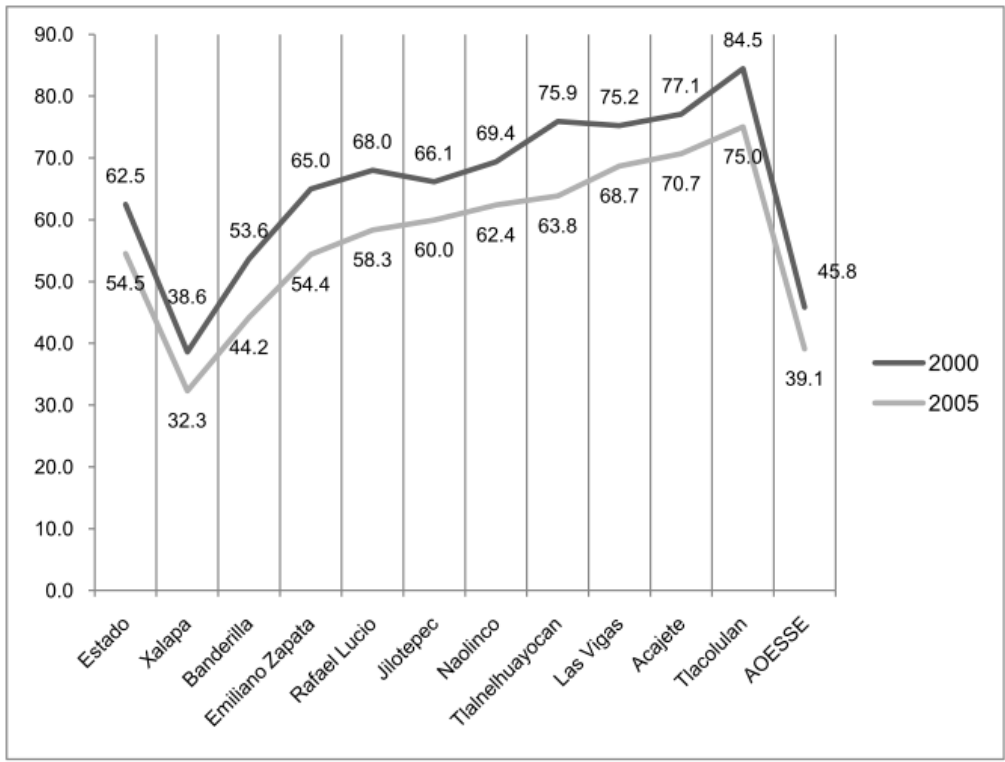


Figura 12. Porcentajes en rezago educativo por municipio 2000-2005⁶⁵.

Tabla 10. Promedio escolar por municipio⁶⁶.

Municipio	Promedio de escolaridad
Xalapa	9.89
Banderilla	8.29
Emiliano Zapata	7.22
Rafael Lucio	6.74
Jilotepec	6.60
Naolinco	6.34
Tlalnahuayocan	6.22
Las Vigas de Ramírez	5.80
Acajete	5.36
Tlacolulan	4.97

⁶⁵ *Ibidem.*

⁶⁶ *Ibidem.*

2.2.4 Cobertura e infraestructura de servicios de salud

La cobertura de servicios de salud se establece a partir de la condición de derechohabiencia de la población en las instituciones de los sistemas de salud federal o estatal. De acuerdo con la clasificación de INEGI la derechohabiencia incluye a quienes reciben atención médica en el IMSS, ISSSTE, PEMEX, SEDENA y SEMAR; a quienes la reciben a través del Seguro Popular, así como de los gobiernos estatales y otro tipo de instituciones de salud pública; son derechohabientes también aquellas personas que cuentan con un seguro para acceder a los servicios médicos de instituciones privadas.

Bajo estos criterios, el registro del Censo 2005 del Inegi⁶⁷ señala que del total de la población en el área de estudio 42% son derechohabientes, en tanto que 56% se encuentra fuera de cualquier tipo de cobertura de salud en los términos en que se ha descrito; numéricamente son 237 000 derechohabientes y 315 000 no derechohabientes. De los derechohabientes, 78% reciben atención médica en el IMSS y 17% en el ISSSTE, el restante 4% lo hace a través de otras instituciones o modalidades.

Ahora bien, como en todas las variables que hasta ahora se han analizado, el de cobertura de servicios de salud presenta igualmente diferencias muy importantes entre los municipios de estudio. En principio se observa un enorme déficit generalizado al conjunto de los municipios. El de mayor cobertura, Xalapa, alcanza aproximadamente a 50% de su población. En tanto, en Tlacolulan y Acajete, la derechohabiencia es ínfima, 7 y 9% de su población respectivamente, es decir, apenas una de cada diez personas tiene acceso a servicios de salud en alguna de las vertientes señaladas.

Tabla 11. Infraestructura de salud por tipo de unidad médica y atención⁶⁸.

Municipio	Tipo de Unidades Médicas (U.M.)	Nº de U.M.	Tipo de atención
Acajete	U.M. Servicios de Salud	N. D.	Consulta externa
Banderilla	U.M. Servicios de Salud	1	Consulta externa
	IMSS	1	
Emiliano Zapata	Secretaría de Salud	9	Consulta externa

⁶⁷ *Ibidem.*

⁶⁸ *Ibidem.*

	IMSS	1	
	ISSSTE	1	
Xalapa	<i>Públicas:</i> IMSS, ISSSTE, PEMEX, SDN, SSA, DIF. <i>Privadas:</i> Clínica hospital de especialidades “Mons. Rafael Guízar y Valencia”, Sanatorio San Francisco, Clínica del American Hospital, Clínica de especialidades “Las Palmas”, Vital Clínica Hospital. <i>Otras:</i> Cruz Roja Mexicana, Centro Médico de Xalapa.	S/I	Consulta externa, hospitalización general y hospitalización especializada; se ofrecen además laboratorios de análisis clínicos, rayos X, atención obstétrica, ginecológica y pediátrica
Naolinco	U.M. Secretaría de Salud	7	Consulta externa y hospitalización general
	Cruz Roja	1	
Jilotepec	U.M. Secretaría de Salud	1	Consulta externa
	IMSS	1	
Las Vigas	U.M. Secretaría de Salud	1	Consulta externa
Rafael Lucio	U.M. Secretaría de Salud	1	Consulta externa
Tlacolulan	U.M. Secretaría de Salud	1	Consulta externa
Tlalnahuayocan	U.M. Secretaría de Salud	2	Consulta externa, vacunación y partos
	Centro de Salud (Servicios Coordinados Pública)	1	

Como se puede ver, la atención que se presta en la mayoría de los municipios corresponde a la de consulta externa; solo existe infraestructura para la hospitalización en los municipios de Naolinco y Xalapa y, en este último, servicios especializados y de laboratorios.

Evidentemente la capital del Estado tiene la mayor y más variada infraestructura de salud. Por lo mismo, juega el papel de proveedora de estos servicios no tan solo a los municipios del área de estudio, sino a los del resto del Estado, particularmente en algunas de sus especialidades.

2.2.5 Marginación y bienestar social

En la Tabla 12 se presentan los grados de marginación municipal que se estimaron para 2000 y 2005. Se observa que 5 municipios se mantuvieron sin cambio con respecto al grado de marginación: Acajete, Xalapa, Jilotepec, Naolinco y Rafael Lucio; 5 tuvieron modificaciones positivas: Banderilla, Emiliano Zapata, Las Vigas, Tlacolulan y Tlalnahuayocan.

Tabla 12. Grado de marginación municipal 2000-2010⁶⁹.

Municipio	Marginación 2000	Marginación 2005	Marginación 2010
Acajete	Alto	Alto	Medio
Banderilla	Bajo	Muy bajo	Muy bajo
Emiliano Zapata	Medio	Bajo	Bajo
Xalapa	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
Jilotepec	Medio	Medio	Medio
Naolinco	Medio	Medio	Medio
Las Vigas	Alto	Medio	Medio
Rafael Lucio	Medio	Medio	Medio
Tlacolulan	Muy alto	Alto	Alto
Tlalnahuayocan	Alto	Medio	Medio

2.2.5.1 Índice de desarrollo humano

En la base de la estimación del índice de desarrollo humano (IDH) se encuentra la idea de que la reducción de la pobreza y la expansión del desarrollo de las personas son elementos claves para lograr mayor libertad para los individuos, entendida esta como la condición para que las personas amplíen sus posibilidades de elegir entre distintos tipos de vida, sobre la base del desarrollo de capacidades que se les permita. Estas capacidades comprenden principalmente la mejora de tres componentes: salud, educación y oportunidades de ingreso. Es a través de estas dimensiones que el PNUD mide los logros promedio de un

⁶⁹ Conapo. 2012. *Op. cit.*

país en cuanto a su desarrollo humano que se expresa en el IDH.

De acuerdo con la metodología del PNUD, el valor del índice es clasificado en 3 estratos: alto, medio y bajo. En la Tabla 13 se presenta el comparativo 2000-2005 del lugar nacional ocupado por cada municipio del área de estudio de acuerdo con el valor del IDH, en el cual se observa que, para 2005, 3 municipios fueron clasificados con IDH alto: Xalapa, Banderilla y Emiliano Zapata; y el resto de ellos con IDH medio.

Tabla 13. Índice de desarrollo humano municipal 2000 y 2005⁷⁰.

Nombre del municipio	Clasificación según el IDH 2000	Valor del índice 2000	Clasificación según el IDH 2005	Valor del índice 2005	Grado DH 2005
Xalapa	55	0.8355	33	0.8887	Alto
Banderilla	190	0.8052	209	0.8420	Alto
Emiliano Zapata	700	0.7557	445	0.8135	Alto
Rafael Lucio	966	0.7348	756	0.7884	Medio
Naolinco	802	0.7488	835	0.7835	Medio
Jilotepec	701	0.7557	879	0.7792	Medio
Tlalnahuayocan	1421	0.6992	1201	0.7587	Medio
Las Vigas	1118	0.7226	1240	0.7562	Medio
Acajete	1659	0.6764	1647	0.7295	Medio
Tlacolulan	2047	0.6297	2066	0.6874	Medio

Un dato relevante que se puede apreciar en la comparación es la modificación del lugar ocupado. Así, existen municipios que avanzaron lugares entre 2000 y 2005: Emiliano Zapata pasó del lugar 700 en 2000 al 445 en 2005, avanzando 255 lugares en la escala nacional; Tlalnahuayocan avanzó 220, Rafael Lucio 210, Xalapa 22 y Acajete 12. Sin embargo, Jilotepec retrocedió 178 lugares, al pasar del lugar 701 en 2000, al lugar 879 en 2005, Las Vigas retrocedió 122 lugares, Naolinco 33, y Tlacolulan y Banderilla retrocedieron 19 lugares.

⁷⁰ Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). 2008. Índice de desarrollo humano por municipio.

2.2.6 Caracterización del sistema económico

Este apartado busca ofrecer un panorama de las características económicas más sobresalientes del área de estudio, en consonancia con los requerimientos de la propuesta técnica. Así, a través de distintas fuentes de información censal y bibliográfica se analiza la composición de la población económicamente activa ocupada y el perfil sectorial de cada municipio, su coeficiente de localización (especialización relativa), y el ingreso per cápita de esa población. Asimismo se describen las actividades agropecuarias en términos de superficies, principales cultivos (cíclicos y perennes) y su productividad relativa, e inventarios ganaderos.

El panorama así dispuesto permite identificar los principales sistemas productivos regionales y la dinámica económica de la región.

2.2.6.1 Identificación de los principales sistemas productivos

El análisis de la estructura productiva y laboral de la región permite reconocer que en cuanto a las actividades secundarias (manufactureras) difícilmente se podría identificar sistemas productivos relativamente importantes y consolidados. Dentro de las actividades terciarias, los servicios integrados en el área—particularmente en su municipio central, Xalapa— destacan en el territorio veracruzano por su gran infraestructura educativa (pública y privada), de investigación y difusión de la cultura. Con respecto a las actividades primarias se pueden observar la existencia de cuando menos tres sistemas productivos. El primero de ellos es el relacionado con la producción de maíz. En la región son sembradas alrededor de 7 000 hectáreas del grano en lo que aparenta ser producción para el autoconsumo preferentemente. Un segundo sistema productivo es el ligado con la actividad ganadera y los derivados de la leche. El tercer sistema productivo es el integrado por las actividades cafetaleras. En la región se siembran aproximadamente 9 500 hectáreas. Tales sistemas productivos agropecuarios predominantemente son de baja tecnificación e intensivos en la ocupación de mano de obra.

2.2.6.2 Descripción de las Unidades de Producción Rural (UPR)

En la medida en que hasta el momento la información del VIII Censo Agropecuario 2008 se encuentra agregada estatalmente, resulta imposible describir las características de las UPR municipalmente. Como

resultado de ese censo se sabe, por ejemplo, que en el estado existen 630 000 unidades de producción rural, y se puede adentrar en sus particularidades; pero no hay manera de saber cómo se distribuyen por delimitación municipal. Por tal motivo, no queda más remedio que referirse a la información del VII Censo Agropecuario y Forestal de 1991⁷¹ para tener al menos una idea en torno a esas unidades de producción.

La unidad de producción rural es el conjunto formado por: los terrenos con y sin actividad agropecuaria, ubicados en un mismo municipio; los animales que posean o críen por su carne, leche, huevo, piel, miel o para el trabajo; y los instrumentos de producción disponibles para desarrollar las actividades agrícolas, ganaderas o forestales⁷².

Según información del Censo Agropecuario de 1991⁷³, en el área de estudio existían aproximadamente 15 000 UPR con una superficie de 79 000 hectáreas, divididas según el tipo de tenencia en ejidales, con 38% de la superficie, y privadas, con 62% de la misma. Cuatro municipios registran mayor superficie ejidal que privada: Emiliano Zapata, Xalapa, Jilotepec y Las Vigas. Los municipios con mayor cantidad de unidades productivas fueron los de Emiliano Zapata (32% del total), Naolinco (15%) y Jilotepec (10%); y aquellos con mayor superficie los de Emiliano Zapata, Tlacolulan y Naolinco. Como promedio (Ha/UPR) en el AOE la extensión de las unidades productivas fue de 5.3 hectáreas; menores a ese promedio se encuentran en los municipios de Jilotepec, Rafael Lucio, Naolinco, Xalapa y Tlalnelhuayocan (Tabla 14).

Tabla 14. Unidades de producción rural por tipo de propiedad según municipio.

Municipio	Núm. UPR	Superficie total (ha)	Superficie Ejidal (ha)	Superficie Privada (ha)	Superficie promedio de las UPR (ha)
Acajete	974	6,865.15	696.69	6,168.47	7.05
Banderilla	306	1,827.28	262.29	1,564.99	5.97
Emiliano Zapata	4,735	33,688.89	17,312.56	16,348.33	7.11
Xalapa	1,453	5,261.40	3,688.39	1,573.01	3.62
Jilotepec	1,566	3,808.69	1,957.64	1,851.05	2.43

⁷¹ Inegi. 1991. Censo Agropecuario y Forestal. En: Pronatura. 2010. Programa de ordenamiento... *Op. cit.*

⁷² *Ibidem.*

⁷³ *Ibidem.*

Municipio	Núm. UPR	Superficie total (ha)	Superficie Ejidal (ha)	Superficie Privada (ha)	Superficie promedio de las UPR (ha)
Naolinco	2,218	7,595.45	1,150.58	6,442.87	3.42
Las Vigas	1,266	6,923.21	3,024.33	2,700.39	5.47
Rafael Lucio	450	1,327.62	218.24	1,109.38	2.95
Tlacolulan	1,287	9,095.42	209.51	8,885.91	7.07
Tlalnahuayocan	683	2,658.21	1,212.36	1,445.85	3.89
AOE	14,938	79,051.32	29,732.59	48,090.25	5.29

2.2.6.3 Superficie de ejidos y comunidades agrarias

La propiedad social es uno de los tres tipos de propiedad que jurídicamente existen en el país y comprende los ejidos, colonias agrícolas, ganaderas y sociedades mercantiles de participación con acciones⁷⁴. En 2001 se registraron en el área de estudio 52 propiedades sociales pertenecientes a los municipios de Emiliano Zapata (27), Xalapa (12), Jilotepec (5), Naolinco (4) y Las Vigas (4); el resto de las delimitaciones municipales no tienen registro, aunque sí áreas de propiedad social.

Del total de la superficie en el área 71% se encuentra parcelada y 29% no parcelada. De esta última 88% es de uso común. Las particularidades por parcelación en cada municipio se presentan en la *Tabla 15*.

Tabla 15. Propiedad social según parcelación y municipio⁷⁵.

Municipio	Superficie en hectáreas de propiedad social			
	Total	Parcelada	No parcelada	No parcelada de uso común
Emiliano Zapata	22,510	14,542	7,855	7,331
Las Vigas	6,269	4,214	2,055	1,811
Xalapa	4,620	3,635	985	522

⁷⁴ Instituto Nacional para el Desarrollo de Capacidades del Sector Rural A. C. (INCA Rural). 2009. La certidumbre en la tenencia de la tierra: condición para el desarrollo rural sustentable. Telesesión 21. Panel: Importancia de la certidumbre en la tenencia de la tierra.

⁷⁵ Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi). 2001. VIII Censo Ejidal. En: Pronatura. 2010. Programa de ordenamiento... *Op. cit.*

Municipio	Superficie en hectáreas de propiedad social			
	Total	Parcelada	No parcelada	No parcelada de uso común
Jilotepec	3,097	2,631	466	409
Naolinco	1,931	1,843	88	70
Acajete	1,518	1,058	460	415
Tlalnelhuayocan	1,504	1,443	61	0
Banderilla	562	300	0	0
Tlacolulan	311	238	73	70
Rafael Lucio	242	238	4	0

2.2.6.4 Población económicamente activa por sector

La fuerza laboral de un territorio se mide a través de la parte de la población que tiene doce años o más y que desempeña una actividad económica (ocupado) o que se encuentra disponible para trabajar (desocupado).

Los resultados del Censo 2000 en el área de estudio registraron 213 000 personas con esta característica, de las que 182 000 estaban como ocupados. Sectorialmente se distribuyen de la siguiente manera: 66% en las actividades terciarias, 19% en las secundarias y 12% en las primarias.

Como es de esperarse, el peso proporcional del municipio de Xalapa en el área se ve reflejado también en la distribución de la PEA regional; en él se agrupa 76% de la misma; particularmente, concentra 26% de los ocupados en el sector primario, 73% del secundario, y 86% del terciario.

Si bien el área de estudio tomada en su conjunto puede caracterizarse como orientada preponderantemente hacia el sector terciario de la economía, vistos los municipios de manera particular se puede destacar que sólo 4 de los 10 analizados presentan también esta característica (Tlalnelhuayocan, Rafael Lucio, Xalapa y Banderilla); en los 6 restantes (Tlacolulan, Las Vigas, Naolinco, Jilotepec, Emiliano Zapata y Acajete) la población ocupada se encuentra mayoritariamente en el sector primario.

2.2.6.5 Especialización económica

La estimación de la especialización económica es una de las herramientas utilizadas en el análisis

regional. Su objetivo es caracterizar la estructura territorial de una magnitud, que en este caso es el empleo. El índice de especialización (IE) muestra la participación que un sector tiene en una unidad territorial menor (en este caso los municipios) con relación a la participación de esa actividad a escala de una unidad territorial mayor (en este caso el área de estudio). Partiendo de que la especialización sectorial media para el AOE es igual a uno, un municipio se especializará en un sector si la aportación de este, respecto al total del municipio respectivo, es mayor que la aportación de ese sector en el AOE, siendo en este caso el citado índice mayor que la unidad. Si este es menor que uno, indica que el municipio no está especializado en dicho sector.

Los resultados obtenidos para el área de estudio muestran que esta se especializa (en relación a la estructura estatal) en las actividades terciarias, y que tiene una estructura muy similar a la que presenta el estado en relación con las actividades secundarias. En la Tabla 16 se presenta con signo positivo aquellos sectores de actividad que en cada municipio son considerados con especialización relativa; Acajete, Emiliano Zapata, Jilotepec, Naolinco, Las Vigas, Rafael Lucio, Tlacolulan y Tlaxiahuacan la presentan en el sector primario; Banderilla, Jilotepec, Naolinco, Las Vigas, Rafael Lucio y Tlaxiahuacan en el sector secundario; sólo Xalapa muestra especialización relativa en las actividades terciarias.

Tabla 16. Especialización sectorial.

Municipio	Primario	Secundario	Terciario
Acajete	+	-	-
Banderilla	-	+	-
Emiliano Zapata	+	-	-
Xalapa	-	-	+
Jilotepec	+	+	-
Naolinco	+	+	-
Las Vigas	+	+	-
Rafael Lucio	+	+	-
Tlacolulan	+	-	-
Tlaxiahuacan	+	+	-

2.2.6.6 Agricultura

De acuerdo con el Anuario 2007⁷⁶, en los municipios del área de estudio se dedican a la agricultura un poco más de 23 000 hectáreas considerando ambos ciclos, primavera-verano y otoño-invierno, de las que 8 750 se ocupan en cultivos cíclicos, básicamente maíz, y 14 800 en cultivos perennes, predominantemente de café y caña de azúcar. Aproximadamente la mitad de esta superficie se encuentra en el municipio de Emiliano Zapata. La agricultura de riego sólo se encuentra registrada en los municipios de Emiliano Zapata, Xalapa, Jilotepec y Naolinco, utilizada preferentemente para los cultivos de caña y el café.

2.2.6.7 Cultivos cíclicos

De las aproximadamente 9 000 hectáreas, en el municipio de Emiliano Zapata se encuentra el equivalente a 40% (3 520 ha), Las Vigas contribuye al total con 19% y Tlacolulan con 16%; el resto de los municipios lo hace con menos de 6% cada uno, y en Banderilla la superficie cultivada es completamente marginal.

Cultivos cíclicos bajo riego sólo se encuentran en el municipio de Emiliano Zapata. En esta modalidad se encuentran registradas aproximadamente 700 hectáreas con siembra de jitomate. Esta cantidad equivale a 8% de la superficie de cultivos en el área de estudio, y a 20% de la superficie en el municipio citado.

La productividad de los cultivos cíclicos se estimó considerando la relación entre el valor de la producción y las hectáreas cosechadas bajo régimen temporal. Esta relación arroja un resultado de \$8,880.00 pesos por hectárea como promedio para el área de estudio. Resulta natural que la productividad pueda variar entre los distintos municipios debido a diferencias (fertilidad de suelos, régimen de lluvia, tipo de semilla utilizada, etc.) en el proceso siembra-cosecha del principal producto cultivado: el maíz; también pueden deberse a la combinación específica de productos sembrados: sólo maíz, maíz-frijol, maíz-papa, etc.

Bajo esta consideración, entonces, se comprende que en el área existan municipios que ubican su productividad por debajo de la media estimada, y algunos otros que la sitúan por encima de ella. En la primera situación tenemos a 8 de los 10 municipios, siendo el municipio de Tlalnahuayocan el que presenta la menor productividad con \$3,034.00 pesos, en tanto que Emiliano Zapata y Rafael Lucio son los únicos que ubican su productividad por encima de la media con \$13,217.00 y \$10,320.00 pesos por

⁷⁶ *Ídem*. 2007. VIII Censo Agrícola Ganadero y Forestal. Datos por entidad federativa. En. Pronatura. 2010. Programa de ordenamiento... *Op. cit.*

hectárea respectivamente.

Tabla 17. Productividad municipal en cultivos cíclicos.

Municipio	Productividad (\$/ha)
Emiliano Zapata	13,217
Rafael Lucio	10,320
Acajete	6,575
Naolinco	5,753
Las Vigas	5,350
Tlacolulan	4,735
Banderilla	4,560
Xalapa	3,679
Jilotepec	3,600
Tlalnahuayocan	3,034
AOE	8,880

No resulta extraño que sea el municipio de Emiliano Zapata el que aparezca como el gran generador de valor de la producción agrícola en cultivos cíclicos, pues aparte de tener la mayor superficie laborada, obtiene la mejor productividad entre los 10 municipios considerados. Un porcentaje cercano a 70% del valor generado por concepto de cultivos cíclicos en la región tiene origen, precisamente, en este municipio.

2.2.6.8 Cultivos perennes

De la superficie dedicada a cultivos perennes (14 800 ha), 99% se encuentra en Emiliano Zapata, Xalapa, Jilotepec y Naolinco. Para todo fin práctico, entonces, se puede decir que en el resto de los municipios la agricultura se reduce a cultivos anuales (básicamente maíz). Ahora bien, el equivalente a 54% de la superficie de cultivos perennes se encuentra en el municipio de Emiliano Zapata, 19% en el de Xalapa, 14% en el de Jilotepec, y 13% en el municipio de Naolinco. El restante uno por ciento se distribuye entre los municipios de Acajete, Tlalnahuayocan, Banderilla y Las Vigas. Los municipios de Rafael Lucio y Tlacolulan no tienen registro de cultivos perennes.

La productividad de cultivos perennes se estimó estableciendo la relación entre el valor de la producción y

la superficie sembrada. Como promedio para la región el resultado es de \$10,500.00 pesos por hectárea. Por debajo de esa media se ubica la productividad de los municipios de Acajete, Banderilla y Emiliano Zapata. Por encima de ella se encuentran los municipios de Tlalnahuayocan, Naolinco, Las Vigas, Jilotepec y Xalapa.

Tabla 18. Productividad municipal en cultivos perennes

Municipio	Productividad (\$/ha)
Tlalnahuayocan	63.277
Naolinco	21.526
Las Vigas	20.863
Jilotepec	14.691
Xalapa	10.988
Acajete	9.600
Banderilla	7.677
Emiliano Zapata	6.282
AOE	10,520

En cuanto a la participación municipal en la conformación del valor de la producción de perennes en el área de ordenamiento ecológico, nuevamente es el municipio de Emiliano Zapata quien genera la mayor proporción, 33%, seguido de Naolinco con 27%, y con porcentajes similares los municipios de Xalapa y Jilotepec, 20% (cifras aproximadas)⁷⁷.

2.2.6.9 Ganadería

Según la misma fuente de información⁷⁸, la superficie dedicada a la ganadería es de aproximadamente 37 000 hectáreas. De ellas, 53% se encuentran en el municipio de Emiliano Zapata, que en números absolutos corresponde a 19 700 ha. Con porcentajes muy similares entre ellos se encuentran los municipios de Xalapa y Naolinco, 11%, que equivalen aproximadamente a un poco más de 4 000 hectáreas. Con menos de 10% de la superficie total se encuentra cada uno del resto de los municipios.

⁷⁷ *Ibidem.*

⁷⁸ *Ibidem.*

El inventario ganadero para el área de estudio incluye diferentes tipos de ganado y aves.

Tabla 19. Inventario ganadero y aves de corral regional⁷⁹.

Tipo de ganado y aves	Característica	Número de cabezas	Porcentajes por tipo	Total de cabezas
Bovino	Doble propósito	13,390	38	35,243
Leche		21,853	62	
Porcino	Tecnificado	30,194	48	62,846
Rural		32,652	52	
Ovino	s/d	17,284	100	17,284
Caprino	s/d	8,893	100	8,893
Équido	s/d	4,900	100	4,900
Gallináceas	Carne	494,650	86	575,095
Doble propósito		80,445	14	
Guajolotes	s/d	5,590	100	5,590

2.2.6.10 Bovinos

De las 35 243 mil cabezas de ganado bovino, un poco más de 70% se encuentra en tres municipios: Emiliano Zapata (34%), Acajete (19%) y Naolinco (18%). Porcentajes significativamente menores se encuentran en el resto de los municipios⁸⁰.

2.2.6.11 Porcinos

El Anuario 2007⁸¹ registró aproximadamente 63 000 porcinos en el área de estudio. Tan sólo en el

⁷⁹ Gobierno de Estado de Veracruz, Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesca, Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable (OEIDRUS). 2007. Anuario estadístico de la producción agrícola por municipio y producto.

⁸⁰ *Ibidem*.

⁸¹ *Ibidem*.

municipio de Emiliano Zapata se concentra 45% de las existencias (28 000), con la característica de que mayoritariamente son criados tecnificadamente. Le sigue en orden de importancia el municipio de Xalapa con 12%, que equivale a 7 250 unidades. Las existencias son gradualmente menores en el resto de los municipios.

2.2.6.12 Ingreso per cápita

Para realizar la estimación del ingreso per cápita de la población ocupada se tomaron como variables a la población ocupada por municipio, y su distribución según ingreso por trabajo medido en salarios mínimos (sm), ambas del año 2000. Se toma como fuente de información ese año por la razón de que en el Censo 2005 esta variable no fue levantada. Ahora bien, en tanto que el ingreso por trabajo de la población ocupada se presenta en rangos de salarios mínimos, convencionalmente a estos les fueron asignados valores específicos en salarios mínimos. Estos valores fueron convertidos a pesos (del año 2000) de conformidad con el salario mínimo vigente en ese entonces en el área.

El ingreso global de la población ocupada se encuentra determinada, evidentemente, por la proporción en que esta se distribuya en los diferentes rangos de ingreso. Pero además, existe un elemento que presiona a la baja el ingreso global, representado por los ocupados que no perciben ningún ingreso monetario por su trabajo.

La Tabla 20 muestra el resultado de la estimación. En consecuencia con el dato anterior, en el municipio de Tlacolulan se observa el menor ingreso, mismo que progresivamente aumenta hasta el del municipio de Xalapa, estableciendo un rango (diferencia entre el más alto y el más bajo) muy amplio de 77 pesos 77.3 unidades⁸².

Tabla 20. Ingreso per cápita diario de la población ocupada. 2000.

Municipio	Ingreso per cápita (pesos año 2000)
Tlacolulan	23.4
Acajete	37.3

⁸² *Ibidem*.

Municipio	Ingreso per cápita (pesos año 2000)
Las Vigas	44.9
Naolinco	47.4
Jilotepec	47.5
Tlalnelhuayocan	47.9
Rafael Lucio	49.0
Emiliano Zapata	59.0
Banderilla	77.2
Xalapa	100.6

Al final de cuentas, y tal como ya se anotó, lo que el ingreso estimado nos sugiere es que existen diferentes distribuciones de los ocupados en los grupos de ingreso, lo que a su vez encuentra una explicación en el hecho de que las estructuras ocupacionales son esencialmente distintas. Profesionistas, técnicos, administrativos, oficinistas, directivos, funcionarios y comerciantes con presencia numérica notable en los estratos más altos de ingresos, en los municipios de mayor per cápita, frente a trabajadores agropecuarios, ayudantes, peones, trabajadores domésticos y artesanos que son mayoritarios en los municipios de menor per cápita.

2.2.6.13 Dinámica económica de la región

En términos generales la economía del área de estudio ha venido experimentando un proceso de terciarización de sus actividades productivas.

Entre 1970 y el año 2000 se observa en el área una recomposición en la distribución sectorial de la población ocupada, caracterizada por una disminución en las actividades primarias, a favor de las secundarias y, preferentemente, por las terciarias. Aunque en todos los municipios se puede constatar esta situación, de manera más patente estos cambios se observan en los municipios de Tlalnelhuayocan y Rafael Lucio, que modificaron en 63 y 51% la participación de la ocupación en el sector primario, es decir, en 1970 de cada 100 ocupados 86 y 71, respectivamente, lo hacían en ese sector, en tanto que para el año 2000 apenas un poco más de 20 trabajadores de cada 100 ocupados se encontraban trabajando en actividades primarias en cada uno de esos municipios.

Datos de los Censos Económicos de 1988 y 2004 indican que los establecimientos manufactureros crecieron a más del doble en ese periodo, pasando de 885 a 2 228, aunque el personal ocupado en ellos revela que mientras en 1988 se ocupaban en promedio 5.6 personas por establecimiento, en 2004 el promedio es de 3.4. Lo que nos indica que el crecimiento de este sector se basó fundamentalmente en industrias pequeñas y microindustrias. En efecto, una lectura más desagregada de la información deja ver que la gran mayoría de ellas se dedican a la elaboración de alimentos básicos (pan, tortillas), a la fabricación de muebles de madera, así como talleres diversos, mayoritariamente de herrería. Aunque en número considerablemente menor, se instalaron en ese lapso algunas maquiladoras de textiles.

La actividad comercial en ese mismo lapso duplicó el número de establecimientos y casi triplicó la ocupación. Los primeros pasaron de 4 500 a 9 000 aproximadamente, en tanto que el personal ocupado pasó de cerca de 13 000 a 31 000; mientras que el personal de la actividad catalogada como de servicios privados no financieros (inmobiliarios, técnicos y profesionales, de apoyo a los negocios, de esparcimiento, culturales, de alojamiento, preparación de alimentos, etc.) pasó de 11 000 a 26 000.

No debe perderse de vista que es el municipio de Xalapa (particularmente la capital) el que, por su jerarquía administrativa estatal y magnitud poblacional, juega un papel preponderante en la definición de la orientación sectorial aludida (terciarización económica), así como en la dinámica de crecimiento. De hecho, si bien existen cambios relativamente importantes en la distribución sectorial en el resto de los municipios (cambios observables entre los años 70's y la actualidad) también es cierto que estos no han tenido la profundidad necesaria como para operar una transformación cualitativa en su perfil sectorial o de especialización.

Por otro lado, las recurrentes crisis (económicas, financieras y administrativas) por las que periódicamente ha atravesado la cafecultura, la transformó en una actividad poco atractiva para los pequeños productores quienes, junto a los jornaleros que tradicionalmente encontraban en ella una fuente de empleo, han pasado a engrosar las corrientes migratorias en la región.

Habrá que señalar, igualmente, que la dinámica de crecimiento económico ha resultado a todas luces insuficiente para brindar ocupación formal a la creciente incorporación de personas al mercado laboral (en la ciudad y el campo). Indicadores de ello ha sido la multiplicación de lo que se ha dado en llamar economía informal (señaladamente el ambulante); así como la tendencia a emigrar del área, lo que en la gran mayoría de los casos implica salir a la búsqueda de oportunidades laborales no encontradas en la región.

2.3 Quehacer gubernamental y de la sociedad organizada, espacios de gestión e instrumentos de política pública

Con la finalidad de establecer las diversas intervenciones del sector institucional y autoridades de los tres órdenes de gobierno, así como de la sociedad civil organizada en el proceso de rescate del río Sedeño, se mencionan a continuación las experiencias en torno a los diversos instrumentos, políticas y espacios de gestión y participación ciudadana en el marco legal del sector agua y medioambiente.

El documento central de las tareas de rescate es el *Programa de ordenamiento ecológico territorial* (POET), instrumento de política para regular intervenciones en torno al uso de los recursos en este caso de la cuenca del río Sedeño. Al respecto, el proceso aún no concluye hasta su publicación y establecimiento como ley, sin embargo presenta avances:

Una primera versión realizada por Pladeyra⁸³ a iniciativa de la entonces Coordinación General de Medio Ambiente del Gobierno de Veracruz, no publicada, permitió a los ciudadanos organizados de Xalapa y Banderilla⁸⁴ proponer a la LV Legislatura convocar a autoridades de los tres órdenes de gobierno (5 municipios de la cuenca alta y media incluyendo a Xalapa). También permitió “construir” con la legislatura un convenio⁸⁵ (referido en forma de un anexo técnico dentro del POET) en el que se manifiesta la voluntad y compromiso de los firmantes en torno a una serie de tareas sustantivas establecidas como políticas del POET⁸⁶, sentando así las bases de gobernabilidad con un mecanismo inédito de gestión que agrupaba a los integrantes del convenio en torno a un proceso colegiado permanente de diagnóstico, programación, ejecución y seguimiento sobre el programa comprometido, elaborado en campo, con los actores locales y con la presencia y compromiso de los alcaldes.

De este proceso surgieron los estudios y el plan maestro del CSVA⁸⁷, que han orientado técnicamente el saneamiento y la recuperación hídrica de la cuenca, destacando la construcción y operación de la planta de

⁸³ Pladeyra. 1994. *Op. cit.*

⁸⁴ En Xalapa, Desarrollo Sustentable del Río Sedeño, Lucas Martín, A. C.; en Banderilla, Frente Común por Banderilla, A. C.

⁸⁵ Gobierno del Estado de Veracruz. 2005. Convenio de coordinación... *Op. cit.*

⁸⁶ Pladeyra. 1994. *Op. cit.*

⁸⁷ CSVA. 2007. Plan maestro... *Op. cit.*

tratamiento de aguas residuales de Banderilla (PTAR Quetzalapan-Sedeño), denominada así a instancias de los ciudadanos y a la que estos dan seguimiento en su operación en torno al acatamiento aún no logrado cabalmente de cumplir la NOM-001-ECOL-1996 en materia de calidad de efluentes tratados.

Asimismo, de la ejecución del convenio y su grupo de seguimiento, encabezado por la Legislatura local y la Secretaría de Medioambiente Estatal, se inició la actualización del POET en 2010 con la primera etapa de caracterización⁸⁸ (fundamento de este programa de gestión) y que se encuentra detenido, esperando a que la conclusión del POET de la región capital Xalapa (también detenido) permita un marco de referencia indispensable para el ordenamiento de la cuenca.

De este importante espacio de gestión, creado por la dinámica del convenio referido, derivó asimismo el acercamiento para mantener, durante cerca de siete años (2005 a 2012), un ejercicio permanente de conservación y mantenimiento anual por parte de la administración municipal de Xalapa. Esto permitió establecer también un programa sistemático de reforestación del andador marginal con especies del bosque de niebla, individuos hoy plenamente establecidos y que aseguran la continuidad de los servicios ambientales en el área conurbada norte de la metrópoli xalapeña. Estas tareas se han venido realizando a partir de 2010 en otro espacio de la gestión coordinada, a través de programas anuales de empleo temporal (PET), participando indistintamente la Semarnat y la Conagua.

En este marco de coordinación para la gobernanza, también fue posible la gestión de declaratorias del H. Cabildo de Xalapa para proteger como áreas verdes predios colindantes al cauce. En uno de ellos opera una propuesta de rescate ribereño de cafetal con sombras productivas no convencionales (ver proyecto 4.3.5 Proyecto: Restauración del ecosistema ribereño del río Sedeño por medio de sistemas agroforestales). Esta área es enriquecida con la infraestructura de un andador marginal⁸⁹ visibilizador de sus valores y cuya belleza escénica y paisajística se ha incrementado con el puente colgante (construido durante la administración municipal 2008-2010 y hoy deteriorado por vandalismo urbano). Otro de estos predios fue objeto de una tesis profesional⁹⁰ con una propuesta pedagógica para niños y reforestación incluida.

⁸⁸ Pronatura. 2010. Programa de ordenamiento... *Op. cit.*

⁸⁹ Xalapa, Ver. Administración Municipal 1995 – 1997.

⁹⁰ Ortiz Sánchez I. 2012. Acciones de educación ambiental para la recuperación y protección del Río Sedeño en el Fraccionamiento Lucas Martín del municipio de Xalapa, Veracruz. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver.

Ese mismo marco ha permitido una intensa actividad respaldada por la Universidad Veracruzana en materia de agricultura urbana (Huerto UV) y actualmente la Red de Agricultura Urbana y Periurbana (RAUP), para la sana convivencia con el ambiente y calidad de vida apoyado en lombricompostaje con desechos de la separación doméstica, azotea verde y jardín de niños (*kínder verde* Cri-cri) con huerta orgánica y huertas individuales, las cuales integran el Núcleo Sedeño integrante de la referida RAUP y otras dos tesis sobre evaluación de lombricompostas⁹¹ y cambios de hábitos alimentarios por huerta orgánica familiar⁹². En la misma dinámica el apoyo de la facultad de Biología permitió también formar, mediante talleres de educación ambiental, un primer grupo de niños y jóvenes “Vigilantes del Río” y la llegada frecuente de grupos diversos de alumnos universitarios a participar en acciones de “Rescate” del río con prácticas de reforestación, conservación de suelos y fijación de taludes.

Con la Facultad de Arquitectura se estableció un convenio para la prestación de servicio social y prácticas profesionales; también se llevó a cabo el Workshop 2012 en la ribera del río, con participación de especialistas y estudiantes de la Universidad de Chiba, Japón.

Igualmente, se trabaja con la Facultad de Ingeniería Química en el diseño y establecimiento de un módulo de lombricompostaje de excretas porcinas evitando descargas al río y apoyando la fertilización orgánica (ver proyecto 4.3.4 Proyecto: Aplicación de lombricompostaje para el tratamiento de heces porcinas en la localidad de Plan de Sedeño).

En tiempos recientes, la relación con la Universidad Veracruzana ha alcanzado mayoría de edad y se ha llegado a establecer un grupo de trabajo, inicialmente en apoyo a la elaboración del presente *Programa de gestión de la cuenca del río Sedeño*, que constituye una síntesis cualitativa de las diversas áreas de cooperación con este Comité de Cuenca, cuya perspectiva se establece en un documento de intención firmado entre las partes y que podría constituir un ejercicio de Red para el Desarrollo Sustentable de este espacio geográfico, al que precisamente se está denominando *Red de colaboración para la gestión Integrada y sustentable de la Cuenca del Río Sedeño*.

Asimismo, en el espacio de gestión del convenio y los Consejos Consultivos para el Desarrollo

⁹¹ Fernández Lara, M. R. 2011. Lombricompostaje urbano comunitario, una opción para el aprovechamiento de desechos orgánicos cambiando la noción de los residuos desde la acción ciudadana. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver.

⁹² Serrano Luna, A. 2015. Cambios de hábitos alimentarios por huerta orgánica familiar. Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver.

Sustentable (Semarnat) y de Cuenca de los ríos Tuxpan al Jamapa (Conagua), donde los ciudadanos participan como consejeros, en el primer caso, y como Grupo auxiliar, Comité de Cuenca del Río Sedeño en el segundo⁹³, ha sido posible impulsar desde ahí recomendaciones para el saneamiento de la cuenca⁹⁴ con el sector institucional del agua (Conagua, CAEV y CMAS) y la preservación de espacios naturales estratégicos⁹⁵. Sumado a este esfuerzo coordinado con la Secretaría de Medioambiente Estatal, se ha podido lograr el decreto de ANP estatales para La Martinica⁹⁶, Parque Lineal Quetzalapan-Sedeño (en proceso) con la estratégica declaratoria de la Zona Federal⁹⁷ y estudio previo justificativo (EPJ)⁹⁸ por parte de la Conagua y la protección del orden municipal con Banderilla⁹⁹ y actualmente en curso como declaratoria estatal para el área de recarga del manantial El Palenquillo.

De igual manera, con la Dirección Regional de Culturas Populares e Indígenas (SEP) sede Xalapa, fue posible iniciar, a través del Programa de Apoyo a las Culturas Municipales y Comunitarias (PACMYC), un video promocional¹⁰⁰ que permitió documentar la experiencia de “rescate del río Sedeño” y ampliar la difusión al respecto entre autoridades y sociedad.

Igualmente, con recursos del Fondo Conmemorativo de los Centenarios en 2010, se llevaron a cabo recorridos escolares y comunitarios sobre un “Sendero Interpretativo” a través del andador marginal ya referido, incluyendo historia natural, biodiversidad, esplendor y deterioro, así como la acción ciudadana para la restauración del área en curso. El medio seleccionado fue una narración teatral realizada por

⁹³ COVI del Consejo de Cuenca de los Ríos Tuxpan al Jamapa. 2011. *Op. cit.*

⁹⁴ Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), Consejo Consultivo para el Desarrollo Sustentable Región Sursureste. 2006. Recomendación saneamiento de la cuenca del río Sedeño, Gen. 2005-2007. CCDS/RSSE/IVSE/R/05/06, 27-28/10/2006.

⁹⁵ *Ídem.* 20a. Sesión, recomendación saneamiento de la cuenca del río Sedeño. 27-28/10/2006. Gen. 2011-2014, CCDS 64-12, 10/10/14.

⁹⁶ Gobierno del Estado de Veracruz. 2010. Decreto como ANP estatal del predio La Martinica... *Op. cit.*

⁹⁷ Comisión Nacional del Agua (Conagua), Gerencia Golfo Centro. Delimitación del cauce federal del río Sedeño, en el tramo que comprende desde el Puente Sedeño sobre el Blvd. Xalapa-Banderilla hasta la Col. El Moral en la margen derecha del municipio de Xalapa. OF. B00.00.R10.07.01.-1247 del 10 de diciembre.

⁹⁸ Pronatura. 2013. Estudio previo... *Op. cit.*

⁹⁹ Ayuntamiento de Banderilla. 2014. Decreto como Parque Ecológico Municipal El Palenquillo, Banderilla, Ver. 18 de enero de 2014.

¹⁰⁰ Desarrollo Sustentable del Río Sedeño, Lucas Martín, A.C. 2009. Una plática por el río Sedeño. Video. 83 min. Realizado por recursos del PACMyC, Dirección de Culturas Populares. Xalapa, Ver.

artistas populares, llevando a los grupos invitados a caminar, cantar y bailar en torno al tema con la invitación final a sumarse al esfuerzo ciudadano por esta causa. Esta experiencia permitió consolidar un guión para el sendero interpretativo y dejar una propuesta viable para el recorrido lúdico del Parque Lineal Quetzalapan-Sedeño, ANP actualmente en proceso de declaratoria por parte del Gobierno Estatal. Esta experiencia también quedó plasmada en un video¹⁰¹ que apoya la difusión y promoción de las acciones en torno al tema.

En una sinergia similar se produjo con la Universidad Veracruzana un video informativo¹⁰² de los avances del proceso de “rescate” con motivo de la presentación del tema en una reunión internacional sobre experiencias de agricultura urbana en la región latinoamericana organizado por la Facultad de Biología de esa institución.

III Diagnóstico de los recursos hídricos y elementos asociados en la cuenca

3.1 Situación actual del recurso agua

En nuestro planeta hay aproximadamente 1.35 millones de kilómetros cúbicos de agua, de los que el 97.4% está en el océano y el resto en la Tierra y en la atmósfera. Del 2.6% que no está en el mar, el 0.6% está en el subsuelo y el 0.14% en la atmósfera, ríos, lagos y humedad del suelo, el resto está en los glaciares y en los polos del planeta. En general, de toda el agua que llueve y escurre por la superficie de nuestro planeta (tan sólo el 0.74%, equivalente a 9 990 km³ aproximadamente), un 85% se utiliza en la agricultura, el 5% en la industria, 5% para usos domésticos y el resto en usos diversos.

Más de la mitad del territorio, localizado en el centro y norte de México, dispone del 19% del agua que escurre anualmente, que debe satisfacer las necesidades del vital líquido para dos terceras partes de la población del Sureste del territorio, que comprende menos de la cuarta parte de superficie nacional,

¹⁰¹ Desarrollo Sustentable del río Sedeño, Lucas Martín, A.C. 2010. Voces del Sedeño. Recorrido teatral y video que recoge la experiencia para su difusión. 10 min. Realizado con recursos del Fondo para la Conmemoración de los Bicentenarios. Xalapa, Ver.

¹⁰² Universidad Veracruzana, Depto. De Medios Audiovisuales de la Facultad de Ciencias Biológica y Agrícolas. 2012. Rescate del Río Sedeño. 8 min. Xalapa, Ver.

escurre el 76% de agua y habita el 24% de la población y muy poca industria.

En altitudes superiores a los 2000 metros sobre el nivel del mar, se asienta más de una cuarta parte de la población y sólo se dispone del 4% del agua que escurre. En contraste, por debajo de los 500 metros de altitud, se dispone del 50% del escurrimiento para un 50% de la población.

El análisis de los procesos de captación de agua, escorrentías, percolación y en general, de los flujos hídricos, debe contemplar diversos aspectos de la zona geográfica en donde se presentan; dichas áreas, actualmente se les denominan Cuencas hidrográficas. Entre los principales factores que se analizan para reconocer el comportamiento de una cuenca hidrográfica se encuentran los siguientes: clima, relieve, roca, suelos, afluentes, caudal y régimen de los ríos, sitios de presas, cauces, etc.

3.1.1 Generalidades de una cuenca hidrográfica

Una cuenca hidrográfica es una depresión de la superficie terrestre donde el agua de la lluvia cae y, posteriormente, va formando escorrentías que van arrastrando partículas de tierras y otros materiales hacia los distintos cuerpos de agua, como son los arroyos, los ríos, lagos, lagunas y mares; otra parte de esta agua se infiltra hacia los mantos subterráneos y otra parte de ella, retorna a la atmósfera en forma de vapor^{103,104}. Las cuencas constituyen sistemas complejos, son sistemas dinámicos, interrelacionados por procesos de retroalimentación, autoorganizados, adaptativos y dependientes de su historia.

3.1.2 Cuenca del río Sedeño

Un aspecto que marcamos puntualmente es que en el año 2007 se elaboró el Balance Hidráulico del Río

¹⁰³ Barragán, L. E., Ortiz, E. J. y O. J. Toledo. 2007. Patrimonios de la Cuenca del Río Tepalcatepec. Colegio de Michoacán, Morelia. Cotler, H. 2007. El manejo Integral de las cuencas en México. Introducción a la Segunda Edición. INE-SEMARNAT. En: Pronatura. 2010. Programa de ordenamiento... *Op. cit.*

¹⁰⁴ Cotler, H. 2007. El manejo Integral de las cuencas en México. Introducción a la Segunda Edición. INE-SEMARNAT. 348 págs. En: Pronatura. 2010. Programa de ordenamiento... *Op. cit.*

Sedeño por el Consejo del Sistema Veracruzano del Agua¹⁰⁵. Sin embargo, la información ahí presentada, con base en modelos de aprovechamientos mínimos y máximos de volúmenes de agua, concluye que, a pesar de que en los modelos no existe sobreexplotación del recurso en la cuenca, en la realidad sí se están sustrayendo mayores volúmenes que no permiten una recarga adecuada de los cauces de los que se extrae el agua para Xalapa y Banderilla. Los datos que manejan en esta contribución entran en controversia en el mismo documento.

Se debe mencionar también que, antes de este balance hidráulico, el mismo Consejo del Sistema Veracruzano del Agua (CSVA) hizo un estudio en el año 2006 que le llamó: Diagnóstico de la Calidad del Agua en la Subcuenca del Río Sedeño¹⁰⁶. En estos dos estudios (el del 2006 y el del 2007) se maneja como área de análisis a lo que le llaman subcuenca del río Sedeño, que involucra a todas las microcuencas de 2 ríos principales, el Sedeño y el Naolinco, tal como lo muestra la Figura 13.

Por lo tanto, la subcuenca estrictamente del río Sedeño es la que ellos mismos aproximadamente delimitan y que muestran en la misma imagen con punteado color amarillo bajo rojo, por lo que se entra en controversia desde ahí. Esto se menciona con la intención de identificar las diferencias de nuestra área de trabajo con la del CSVA, ya que ambos manejamos la cuenca del Río Sedeño, pero con una superficie muy diferente.

Otro aspecto que se menciona en el apartado del estudio de calidad de agua del río Sedeño¹⁰⁷, específicamente la demanda de oxígeno disuelto (DBO5), es que esta se registró en óptimas condiciones en el río de la población de Plan de Sedeño, iniciando la pérdida de su calidad a la altura de la población de Mazatepec, ambas pertenecientes al municipio de Acajete. En este aspecto, durante los recorridos de campo que se realizaron en el mes de agosto de 2010, se pudo corroborar la contaminación con aguas grises provenientes de la cabecera municipal de Acajete, las cuales fluyen a través de una corriente intermitente, que se origina en la porción Sureste de la población de Joya Chica. Por la cercanía de su origen a un asentamiento humano y su paso por la cabecera municipal, se está utilizando como una vía de descarga de aguas residuales, que se unen al cauce del Río Sedeño al Oeste de la población de Xoteapan, municipio de Rafael Lucio. En esta unión, las corrientes de agua intermitentes que se originan en la población de Puenteillas, se utilizan como vertederos de aguas residuales sin previo tratamiento.

¹⁰⁵ CSVA. 2007. Balance Hidráulico... *Op. cit.*

¹⁰⁶ CSVA. 2006. Diagnóstico de... *Op. cit.*

¹⁰⁷ *Ibidem.*

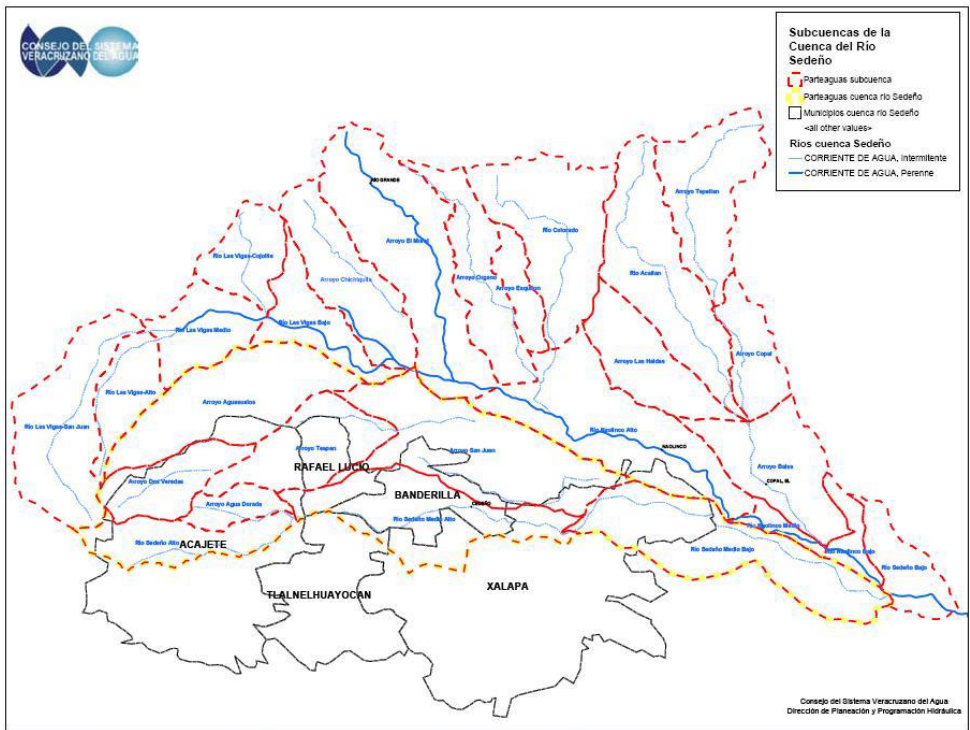


Figura 13. Subcuencas de la cuenca del Río Sedeño. Área de estudio (rojo punteado): cuenca del Río Sedeño¹⁰⁸.

Es en las cuencas en donde se capta el agua de lluvia que utilizamos para usos humanos y en general para todas las formas de vida de un territorio. La importancia de estas es porque en ellas se producen, además del agua que utilizamos, otros beneficios como la regulación climática regional, la prevención de sequías e inundaciones, la generación de energía eléctrica, diversos recursos naturales para uso humano e industrial, así como áreas de recreación y belleza escénica que no sólo es aprovechada por los seres humanos, sino por todos los organismos vivos. Por lo tanto, todo lo que se hace en una cuenca alta o media alta, repercute directa o indirectamente en los procesos cotidianos de la vida humana y, sobre todo, en las partes bajas de la misma, en donde finalmente se depositan las toneladas de suelos que son acarreadas por el agua y afecta notablemente la productividad de los diferentes cuerpos de agua del que hacen uso algunas poblaciones humanas^{109, 110, 111}.

¹⁰⁸ CSVA. 2006. Diagnóstico de... *Op. cit.*

¹⁰⁹ González-Toro, C. 2007. ¿Qué es una cuenca hidrográfica? USDA-NRCS, Área del Caribe, San Juan Puerto Rico, BF-05/01.

¹¹⁰ Batista-Silva, J. L. 2004. Transformar el uso de la tierra en las cuencas hidrográficas para reducir el aporte de sedimentos a Bahías, Estuarios y Desembocaduras de los Ríos. *Mapping* 93: 32 – 39.

¹¹¹ Manson, R. H. 2004. Los servicios hidrológicos y la conservación de los bosques en México. *Madera y Bosques* 10: 3 – 20.

El agua pluvial juega un papel muy importante en el balance hidrológico de las cuencas y en el abastecimiento y suministro de agua para las ciudades y poblaciones rurales. Todos los organismos vivos dependemos de ello. Existen dos tipos de precipitaciones, una más notoria, denominada como precipitación vertical, que se presenta en forma de aguaceros o lluvias y otra, conocida como precipitación horizontal, comúnmente denominada niebla.

Esta última de suma importancia por la contribución al mantenimiento de la humedad ambiental y para la germinación de semillas de la flora nativa y su posterior supervivencia y crecimiento. También, el aporte continuo de agua al suelo, favorece el enriquecimiento de los manantiales en las partes medias de las microcuencas.

3.1.3 Región Hidrológica, Cuencas, Subcuencas y Microcuencas

De acuerdo con información cartográfica de la Comisión Nacional del Agua (Conagua), la zona central del Estado de Veracruz se encuentra inmersa dentro de la Región Hidrológica no. 28 Papaloapan y está formada a su vez por dos cuencas: una que lleva el mismo nombre que la región (Papaloapan) y la otra, Río Jamapa y Otros; en esta última se encuentra ubicada espacialmente el área de estudio que, a su vez, se encuentra inmersa dentro de las Subcuencas de Xalapa, Acatlán e Ídolos, según la Comisión Nacional para la Biodiversidad (Conabio)¹¹².

La cuenca hidrográfica del Río Sedeño tiene sus orígenes en la parte oriental del Cofre de Perote, en las inmediaciones de la congregación de El Paisano, municipio de las Vigas de Ramírez, a una altitud de 3140 msnm. A partir de esta localidad, las escorrentías superficiales fluyen de dirección Oeste a Este, hacia la falla conocida como Depresión de Almolonga, en donde une sus cauces con los del Río Naolinco.

Cabe mencionar que en el apartado de delimitación del Área de Ordenamiento se comenta paso a paso cómo se definió el área de trabajo del sistema natural, por lo que debemos recordar que esta área no obedece completa y totalmente a un límite natural, ya que contempla algunas porciones de pequeñas

¹¹² Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). 1998. Subcuencas hidrológicas. Extraído de Boletín Hidrológico (1970). Subcuencas hidrológicas en Mapas de regiones hidrológicas. Escala más común 1:1 000 000. Secretaría de Recursos Hidráulicos, Jefatura de Irrigación y control de Ríos, Dirección de Hidrología. México. Fecha de publicación 11-05-2001.

cuenclas como lo es la cuencla media del río Pixquiac, entre otras que veremos más adelante.

Para el caso de la delimitación de las microcuencas de nuestra área de trabajo se tomó de referencia las creadas por el Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO). Se decide generar nuevas microcuencas al no ser posible identificar los criterios de delimitación y falta de precisión a la escala de este estudio. Las microcuencas FIRCO que tienen mayor relevancia por la superficie tributaria que ocupan dentro del área de estudio son las microcuencas de Jilotepec, La Concepción, Banderilla, Rancho Viejo, Xalapa y El Castillo; el resto ocupan menos de la mitad de la superficie territorial.

Se delimitaron 14 microcuencas en el área de estudio (Figura 14); en la Tabla 21 se muestran con sus respectivas superficies tributarias.

Tabla 21. Lista de microcuencas delimitadas dentro del área de estudio¹¹³.

Nombre de Microcuencla	Superficie tributaria (ha)
Cuencla Alta del Río Sordo	197.11
Palo Blanco	216.52
Cuencla media de la vertiente Norte del Río Atopa	429.26
Cuencla Alta del Coyolar	637.40
Ciénega del Venado	830.0722
Cuencla Alta del Río Sedeño	1,160.24
Cuencla Media de la Vertiente Sur del Río Naolinco	1,718.38
La Joya	2,279.14
Cuencla Media del Río Pixquiac	2,230.22
Cuencla Media del Río Sordo	2,772.28
Cuencla Media del Río Sedeño	2,972.11
Cuencla Baja del Río Sedeño	3,358.85
Cuencla Alta del Río Paso Hondo	5,228.79
Rafael Lucio	7,926.89

¹¹³ *Ibidem.*

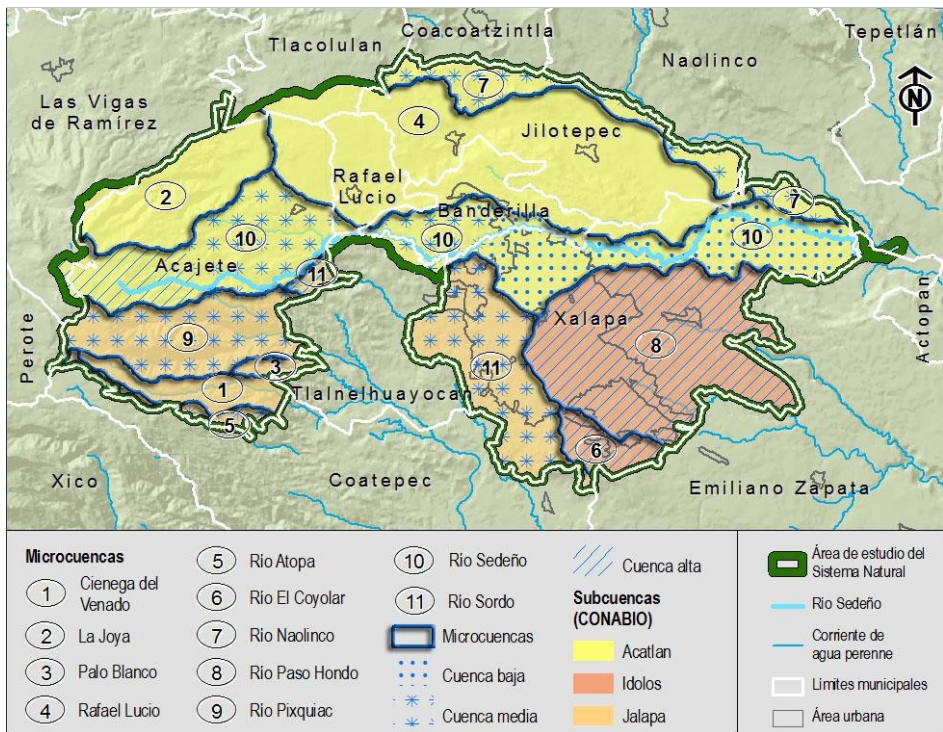


Figura 14. Microcuencas delimitadas dentro del Área de Estudio¹¹⁴.

Como se puede observar en la tabla e imagen anterior, las microcuencas con mayores superficies tributarias (mayores de 1 000 ha) dentro del área de estudio son las siguientes: Rafael Lucio, Cuenca Alta del Río Paso Hondo, Cuenca Alta, Media y Baja del Río Sedeño, Cuencas Medias de los Río Pixquiatic y Sordo, Cuenca la Joya y finalmente, la Cuenca Media de la Vertiente Sur del Río Naolinco.

Las microcuencas delimitadas en el presente estudio se encuentran establecidas dentro de tres tipos climáticos, entre los que se encuentra el Semifrío húmedo, Templado húmedo y Semicálido húmedo y subhúmedo (el Semicálido subhúmedo con dos variantes). En estas unidades, las precipitaciones promedio se presentan de la siguiente manera: para el clima Semifrío-húmedo el promedio anual de precipitación es de 132 mm (Estación La Tembladera); para el clima Templado-húmedo de 335.1 mm (Estación Naolinco) y finalmente para el clima Semicálido húmedo, es de 113.2 mm (Estación Las Ánimas).

De acuerdo con la importancia de las microcuencas por la producción de recursos hídricos y por su presencia de zonas de cabecera, encontramos a las siguientes: Cuenca Alta del Río Sedeño, Cuenca Media del Río Pixquiatic, Cuenca del Río Ciénega del Venado, La Joya y parte de Palo Blanco. Precisamente de estas microcuencas localizadas en la porción Oeste de la zona de estudio es de donde proviene buena parte

¹¹⁴ Pronatura. 2010. Programa de ordenamiento... *Op. cit.*

del agua que se utiliza en las ciudades de Xalapa y Banderilla¹¹⁵, caso cuenca media del Pixquiac, estrictamente la cuenca del río Sedeño, en sus porciones baja, media y alta. La precipitación registrada en esta zona es de las más elevadas, con promedios anuales de 1 500 a 2 000 mm (ver capítulo de 2.1.1 Delimitación de la cuenca

Un pendiente surgido por la discrepancia entre las publicaciones consultadas, respecto a la delimitación más precisa de la cuenca, fue resuelto en análisis conjunto entre este Comité de Cuenca, la CoSustentaUV y la Conagua, optándose por considerar la delimitación propuesta por Pronatura:

Para el caso específico de la delimitación del AOE (Área de Ordenamiento Ecológico) de la Cuenca del Río Sedeño, se tomaron en cuenta principalmente a) Criterio de cuenca, para lo cual se tomó en cuenta la problemática en relación con el recurso agua, por lo que el límite de cuenca es ponderado como de alta importancia y b) Criterio de límite político-administrativo, donde se tomaron los límites municipales, se incorporaron a la propuesta de AOE los municipios con mayor presencia en cuanto a superficie, los cuales se incorporaron de forma completa, con el fin de contar con un mayor involucramiento por parte de los Ayuntamientos.

Metodología

Para poder llegar a definir el AOE fue necesario antes contar con mapas topográficos digitales (curvas de nivel e hidrografía principalmente), en este caso con las cartas clave E14B26, E14B27, E14B36 y E14B37 (de INEGI a escala 1:50 000), con esto se identificaron y trazaron los parteaguas de esta cuenca exorreica. La superficie resultante es de 17 470.67 hectáreas con las características que muestra la [Figura 1]:

¹¹⁵ Paré, L., Fuentes, T., Garcia-Coll, I., Gerez, P., Muñoz-Castro, M. y G. Vidriales. 2008. Gestión de la Cuenca del Río Pixquiac y su interacción con la zona conurbada de Xalapa: Esfuerzos desde la sociedad civil. En: Soares, Vargas y Nuño (Eds.). La gestión de los recursos hídricos: realidades y perspectivas. IMTA-UDG.



Figura 1. Cuenca (Hidrográfica) del Río Sedeño. Fuente: Pronatura (2010).

Es importante mencionar que en esta delimitación de cuenca, se encuentran incorporadas una porción importante del municipio de Rafael Lucio y otra de Jilotepec (parte norte), en la que el parteaguas no está bien definido, o no se debe tomar como tal; lo primero al menos para el municipio de Rafael Lucio (zona de cultivos). Para el caso de Jilotepec la porción que se incorpora se encuentra en el área de malpaís (basalto pumítico), lo que nos lleva a identificar una zona de flujo hídrico subterráneo. Por estas razones se decide incorporar un poco más allá del criterio estricto de cuenca.

Posteriormente se procedió a identificar los municipios involucrados total o parcialmente en ella. Los municipios que comparten la cuenca se muestran en la [Tabla 1].

Tabla 1. Municipios involucrados en la Cuenca del Río Sedeño (INEGI, límites municipales versión 3.11).

Municipio*	Dentro de la cuenca		Fuera de la cuenca (ha)	Superficie total municipal (ha)
	Hectáreas (ha)	Porcentaje		
Acajete	5,554.87	56.86	4,214.47	9,769.34
Banderilla	1,987.59	100.00	-	1,987.59
Emiliano Zapata	83.78	0.20	41,496.82	41,580.60
Jilotepec	4,230.84	75.34	1,385.14	5,615.99
Las Vigas de Ramírez	257.71	2.59	9,709.88	9,967.60
Naolinco	36.19	0.33	10,844.20	10,880.38
Rafael Lucio	1,153.87	100.00	-	1,153.87
Tlacolulan	479.11	3.59	12,879.21	13,358.32
Tlalnelhuayocan	254.24	6.90	3,431.56	3,685.80
Xalapa	3,432.46	27.64	8,987.06	12,419.52
<i>Totales</i>	<i>17,470.67</i>	<i>-</i>	<i>92,948.33</i>	<i>110,419.00</i>

Como se puede observar en la tabla anterior, los municipios con el total de su territorio en la cuenca son Banderilla y Rafael Lucio; los municipios de Jilotepec, Acajete y Xalapa cuentan con más del 27% de su superficie dentro. Los restantes 5 municipios tienen menos del 7%, es más, Naolinco y Emiliano Zapata con menos del 4% de sus territorios.

Por lo tanto, la delimitación del AOE se hizo finalmente partiendo del criterio de la mayor cantidad de superficie del municipio dentro de la cuenca, incorporándose por lo tanto los territorios completos de Acajete, Banderilla, Jilotepec, Rafael Lucio y Xalapa, y sólo su porción de la cuenca de los restantes municipios.

El AOE tiene una superficie de 32 057.33 hectáreas. Se ubica en la cadena montañosa de la Sierra Madre Oriental, en la ladera oriental del volcán Cofre de Perote. La distancia desde el punto más alto del Cofre y el AOE es de 6 km. La altitud máxima dentro del AOE es de 3,140 msnm a poco más de un kilómetro al

suroeste de donde nace el río principal. La altitud mínima es de 620 msnm y se ubica en la porción más baja de la cuenca y del área de estudio, es decir, en la intersección del río Sedeño con el río Naolinco, siendo ambos parte de la cuenca del Actopan. Sus coordenadas extremas son: 19° 29' 13" y 19° 38' 25" de latitud norte, 96° 46' 54" y 97° 06' 19" de longitud oeste.

En ese sentido, los municipios considerados dentro del área de estudio para este programa de gestión, y para la futura propuesta de ratificación del Convenio Intermunicipal, son: Acajete, Rafael Lucio, Tlalnahuayocan, Banderilla, Jilotepec y Xalapa. En el caso de Tlalnahuayocan se decidió mantenerlo como firmante del Convenio suscrito en octubre de 2005 por su importancia de recarga hídrica y por sus descargas residuales no controladas. También se acordó agregar a Jilotepec por su cobertura hidrológica subterránea y superficial. Así, el área de referencia de la cuenca del río Sedeño para el presente programa se señala en la Figura 2.

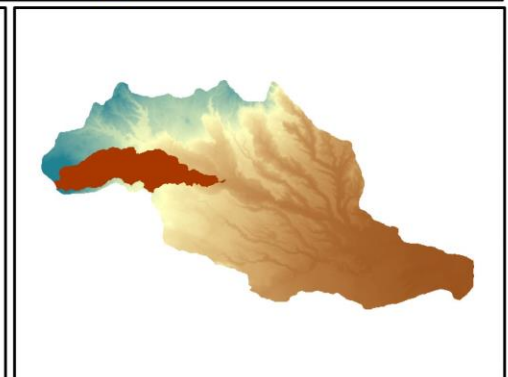
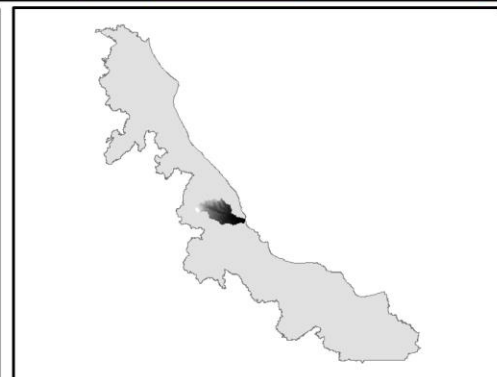
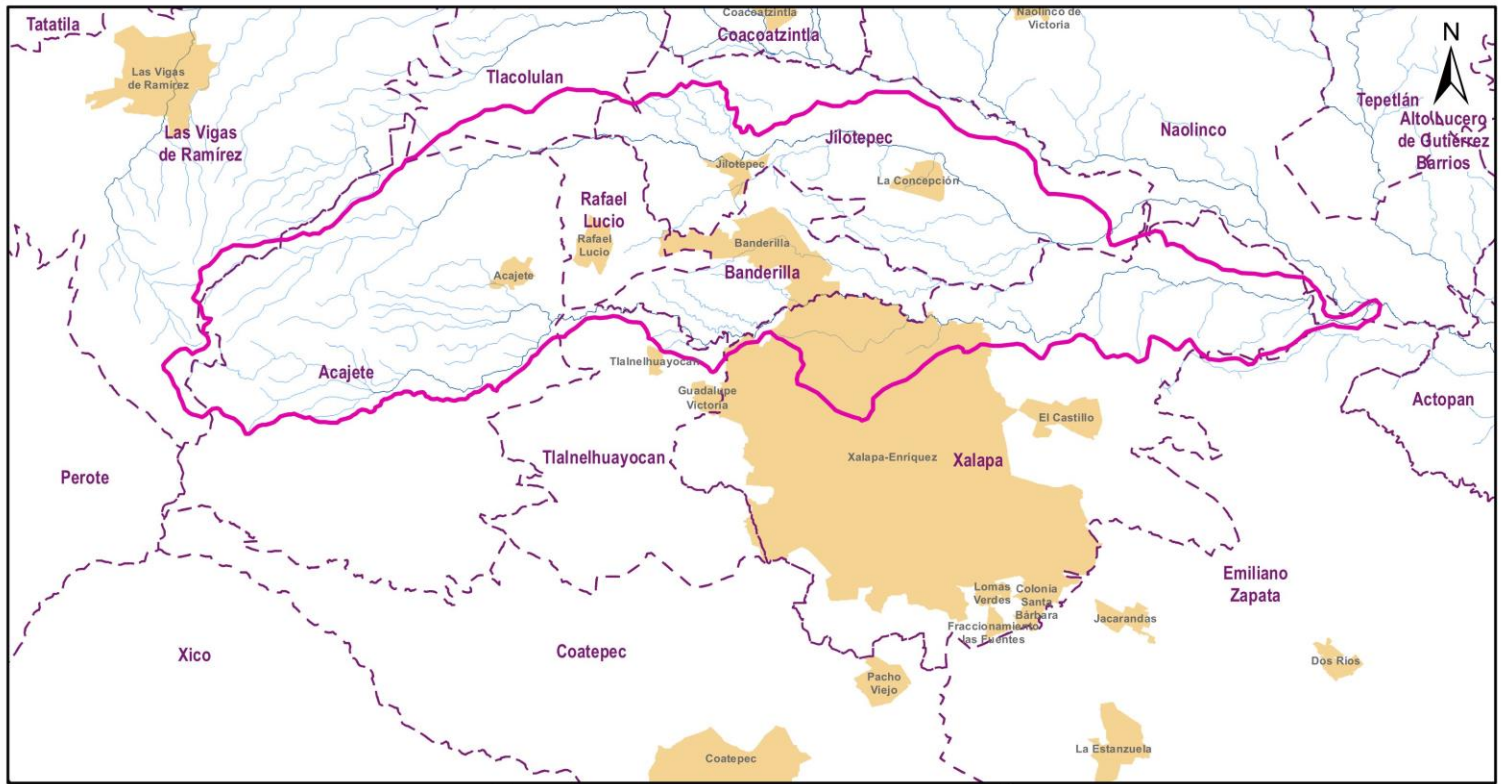
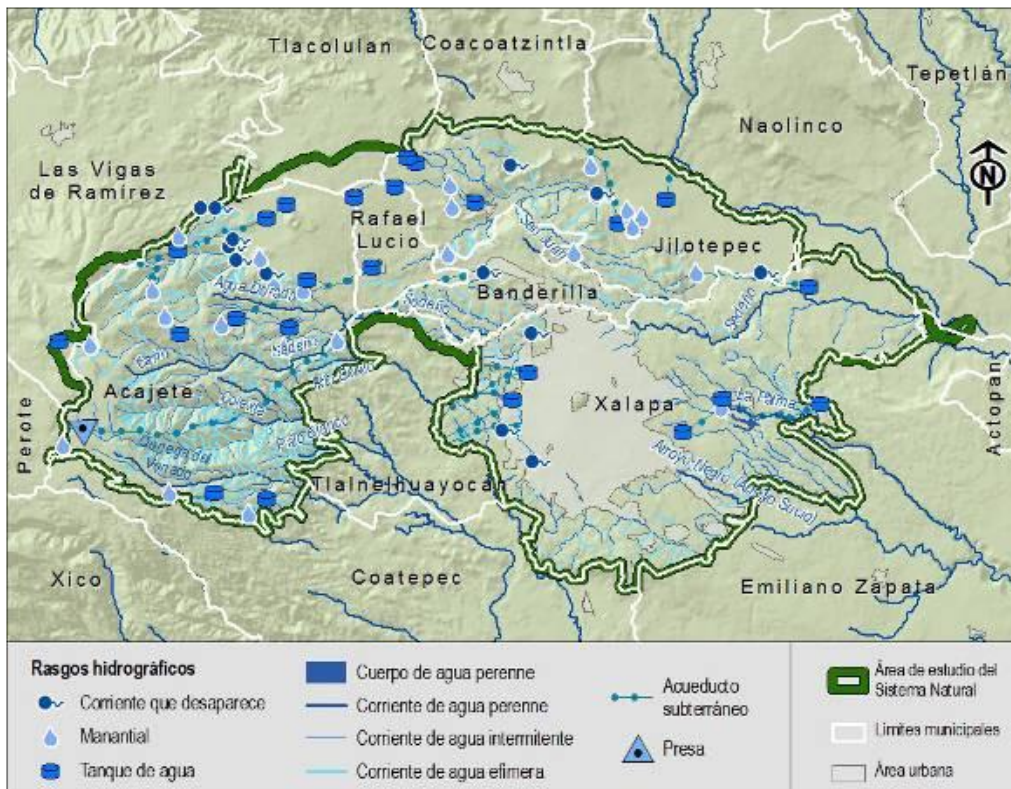


Figura 2. Localización de la cuenca del río Sedeño.

2.1.2 Clima en este documento).

Uno de los atributos de esta porción del área que le confiere una función estratégica en cuanto a la producción de agua, servicios ambientales y protección a la biodiversidad, lo constituye el relieve. En esta parte del sistema montañoso, es donde existen áreas con pendientes abruptas y muy inclinadas, con una cobertura vegetal que favorece el mantenimiento de alto grado de humedad, como se muestra en el mapa del Grado de Humedecimiento.

Como se aprecia en la Figura 15, el mayor número de corrientes efímeras, intermitentes y perennes se presentan en la zona montañosa, esto nos lo confirma el mapa de *disección horizontal del relieve* (mapa generado para este estudio) y fluyen en una dirección Oeste-Centro-Sur. Otra zona en donde también existen varias corrientes, en su mayoría intermitentes, es la porción Este, en donde se localizan las microcuencas altas de los ríos Paso Hondo y Río Coyolar. Otra característica relevante dentro de toda el área de estudio, es la presencia de toda una red subterránea de conducción de agua, que proviene en su mayoría de las porciones Oeste, Suroeste, Norte, siendo menos notoria esta infraestructura en la parte Este y Sureste.



La red superficial de agua consta de las siguientes categorías:

- Corrientes perennes, representadas por escorrentías que conducen agua durante todo el año y poseen una longitud de escurrimiento de 395.66 Km. Entre los principales cauces se encuentran los ríos Agua Dorada, Arroyo Sucio, San Juan, Sedeño, Sordo, así como otras corrientes cercanas a las poblaciones de Ciénega del Venado, Colexta, La Palma, El Caño, dentro del municipio de Acajete.
- Corrientes intermitentes, representadas por escorrentías que llevan agua principalmente durante la época de lluvias. Cuentan con una longitud de escurrimiento de 1 538.96 Km. Entre los principales cauces de aguas intermitentes, se encuentran los Arroyos Atopa, Teapan, Ojo Zarco, Arroyo Limpio, Pixquiac, Vega del Pixquiac y finalmente el Yepostente.
- Corrientes efímeras, representadas por escorrentías que forman su cauce exclusivamente durante los momentos de lluvia, las cuales desaparecen a las pocas horas de terminar de llover.

3.1.3.1 Zonificación hidrológica funcional

Las cuencas hidrográficas están constituidas por tres zonas funcionales, de acuerdo al comportamiento hídrico que cada una posee¹¹⁷, estas zonas son: de cabecera, de captación-transporte y finalmente la de emisión. Por lo que respecta a nuestra área de estudio, lo referente a zona de emisión no se encuentra en el sentido estricto, ya que esta zona se caracteriza por ser predominantemente plana, de depósitos de cuenca arriba y escurrimientos meandriformes principalmente, situación que en nuestra área de trabajo no se da y que podemos confirmar en algún mapa hidrográfico, de inclinación de las laderas o modelo de elevación,

¹¹⁶ Pronatura. 2010. Programa de ordenamiento... *Op. cit.*

¹¹⁷ Cotler, H. y A. Priego. 2004. El análisis del paisaje como base para el manejo integrado de cuencas: El Caso de la Cuenca Lerma-Chapala. Págs. 79 – 89. En: Cotler, H. 2004. —El manejo integral de cuencas en México. Estudios y reflexiones para orientar la política ambiental. Instituto Nacional de Ecología. En: Pronatura. 2010. Programa de ordenamiento... *Op. cit.*

entre otros confeccionados en este estudio.

Lo más manejado por diferentes autores son las 3 zonas mencionadas anteriormente, pero en esta área de trabajo se presenta un caso especial, en el cual una porción de territorio no encaja conceptualmente en ninguna de estas 3 zonas, es el caso del área de malpaís, en donde la escorrentía superficial se infiltra en el derrame volcánico que cruza en dirección Norte-Este dentro del área de estudio, por su funcionamiento se le denominó zona de infiltración. Así tenemos entonces la zona de cabecera, la zona de captación-transporte y la zona de infiltración.

El mapa resultante del proceso anterior se presenta esquemáticamente en la Figura 16.



Figura 16. Zonas de funcionamiento hidrológico dentro del área de Ordenamiento Ecológico del Río Sedeño¹¹⁸.

A continuación, se describen cada una de ellas:

¹¹⁸ Pronatura. 2010. Programa de ordenamiento... *Op. cit.*

Zona de Cabecera: En esta zona se lleva a cabo la intercepción de las nubes y de las neblinas provenientes del Golfo de México, dicha intercepción la lleva a cabo el macizo montañoso del Cofre de Perote y sus faldas. Es a través de los distintos árboles que se desarrollan en estos sitios, que el vapor húmedo transportado por los vientos, se transforma en agua líquida, iniciando así el proceso denominado captación del agua pluvial. En otras palabras, es aquí en donde se inician los cursos de agua por lo que la conservación de esta zona es de vital importancia para el resto de la cuenca, en todos los aspectos, tanto ecológicos como sociales y económicos¹¹⁹. Por ser sitios con relieves pronunciados, convierte a estas zonas de alta fragilidad ecológica, por lo que debe regularse estrictamente las actividades productivas y extractivas de los recursos naturales.

Dentro de nuestra área de estudio, dicha zona se localiza en el rango altitudinal comprendido entre los 1800 y 3140 msnm y comprende básicamente el área basal de la zona de captación, que en caso es el Cofre de Perote. Las áreas que conforman la zona de cabecera, se encuentran espacialmente más representadas en superficie, en la porción Oeste del área de estudio, donde forman parte alta media-alta de las siguientes cuencas: Río Sedeño, Río Atopa, Río Pixquiac. En estos sitios los coeficientes de escurrimiento (comprendidos como los flujos de agua superficial después de una lluvia) varían entre los siguientes valores: de 5 – 10 % en las partes altas del Río Sedeño, media alta del Río Pixquiac, vertiente Norte del Río Atopa y de 10 – 20 % para las zonas medias. Aunque es posible también encontrar zonas de cabecera en la porción central del área de estudio, estas forman delgadas franjas en la porción Norte y centro, mientras que en la porción Sureste y Este, alcanzan a presentarse en pequeñas elevaciones que se erigen sobre terrenos en donde el relieve pronunciado comienza a tender hacia superficies más planas. Es justamente en donde se presentan valores mayores en cuanto a coeficientes de escurrimientos, con valores del 20 al 30% con respecto a las zonas de cabecera ubicadas en la parte media alta del sistema montañoso del Cofre de Perote. Sin embargo, actualmente la zona de cabecera localizada en la porción Noreste, en la elevación denominada Cerro Gordo, cerca de la población de San Antonio (Paso del Toro), Municipio de Xalapa, Ver., está siendo aprovechada para la extracción de materiales para construcción como lo es la grava volcánica. Esta actividad reduce notablemente la capacidad de captación de humedad en la zona en que se encuentra asentada, como se puede apreciar en la Figura 17.

¹¹⁹ *Ibidem.*



Figura 17. Cerro Gordo, zona de captación de agua que actualmente está a punto de desaparecer por los aprovechamientos de extracción de grava volcánica, cerca de la población San Antonio (Paso del Toro).

Los principales tipos de vegetación dentro de la Zona de Cabecera son los bosques de pinos principalmente y, en menor medida, los bosques mixtos (Pino-Encino) en las partes de mayor altitud, mientras que en las zonas centrales es el bosque mesófilo la vegetación predominante y muy poco representada la selva baja en el extremo Este de la zona de estudio.

Es en esta zona en la que se empiezan a formar las corrientes de agua que adquieren su carácter permanente, aunque con volúmenes de agua no tan abundantes en comparación con los caudales que se presentan en la zona de captación transporte. Las corrientes efímeras (las que se forman exclusivamente en el momento de las lluvias) son las mejor representadas en esta zona en relación a las corrientes intermitentes y perennes. También por esta área se encuentra establecida toda una infraestructura de captación, almacenamiento y conducción de agua pluvial, así como el aprovechamiento de manantiales. La infraestructura consta de una presa (actualmente seca), tanques recolectores de agua y líneas de conducción superficial y subterránea que en su mayoría llega para los usos que demanda la población urbana de la ciudad de Xalapa (cuenca del Pixquiac) y otras cuencas hacia otros centros de población con menor densidad de población, como lo es Banderilla, Acajete y Rafael Lucio, entre otras menores.

Es muy importante mencionar que esta zona funcional se debe considerar como prioritaria para su conservación y/o restauración ecológica, según lo amerite, por supuesto, considerando otros indicadores como los socioeconómicos¹²⁰.

¹²⁰ *Ibidem.*

Zona de Captación-Transporte: En este tipo de zonas es por donde fluyen las escorrentías, de acuerdo a la pendiente gobernadora, hacia los puntos topográficamente bajos y que representan la salida hacia otras escorrentías de mayor orden. Estas zonas son las que mejor representadas se encuentran -en cuanto a ocupación de superficie- dentro de nuestra área de estudio. Por lo que se refiere a los coeficientes de escurrimientos, los más predominantes son los que presentan valores que se encuentran en el rango de 20 – 30 %, seguido de los que poseen coeficientes de 5 – 10 % y finalmente con menor representación territorial, los que están dentro del rango de 10 – 20 % ubicados en la porción Noreste.

Es importante mencionar que, en una pequeña porción correspondiente a la Cuenca Media Alta del Río Pixquiac, se presentan en mayor abundancia escurrimientos intermitentes y efímeros en relación a la porción correspondiente a la Cuenca Alta del Río Sedeño. Los dos factores que influyen en esta abundancia relativa de escorrentías son el accidentado relieve y su exposición Norte, lo que ocasiona que, en determinados períodos del año, esta zona reciba poca o nula incidencia de la radiación solar, lo que favorece mayormente la retención de agua en el suelo y subsuelo de esta zona. Caso contrario se presenta en la Porción Alta de la Cuenca el Río Sedeño, en donde se registran los mayores valores de incidencia solar, debido a la exposición Sur de sus laderas y lomeríos.

Zona de Emisión: Son sitios en donde todas las escorrentías superficiales que fueron captadas en las zonas altas de cabecera, con recorrido por las zonas de captación-transporte, llegan a su punto final. En esta zona la pendiente es suave, lo que ocasiona que los escurrimientos sean meandriformes y favorece la acumulación de sedimentos provenientes de la zona de cabecera y captación-transporte. Generalmente es el destino final es el océano, cuando se trata de cuencas exorreicas. Esta zona por lo tanto no se presenta en el área de trabajo.

Zona de Infiltración: Esta no es una zona funcional usada por los autores mencionados anteriormente, en este caso en particular, y como se mencionó en la metodología, se considera como tal al área de malpaís, en donde las escorrentías superficiales se infiltran en un tramo de aproximadamente 10 km de longitud y reaparecen en un sitio denominado el Descabezadero, fuera ya del área de estudio. Por lo tanto, esta zona estará siempre muy en relación con el tipo de roca, como en este caso el basalto pumítico (ver mapa geológico) u otras rocas como las carbonatadas.

De acuerdo con estudios sobre la calidad de agua realizados en el Río Sedeño, en el sitio en donde se infiltran las corrientes hacia el subsuelo volcánico o malpaís y en la zona de emisión de las mismas, El

Descabezadero, se reportó una excelente calidad de agua, de acuerdo con los comentarios del entonces Coordinador General de Medio Ambiente del Estado de Veracruz, Alonso Domínguez Ferrández¹²¹: “Se tiene la fortuna, -refiriéndose al río Sedeño- de que luego de que ese río es contaminado por Banderilla y Xalapa, entre otros municipios, al pasar sus aguas por un filtro natural subterráneo de piedra, que mide alrededor de 10 kilómetros al salir en El Descabezadero el agua brota limpia, para formar parte del río Actopan”.

Sin embargo, refirió que esas condiciones de limpieza sólo duran aproximadamente 4.5 kilómetros, pues a partir de ese punto el río recibe descargas residuales de diversos poblados cercanos. Esta función de filtración y purificación de las aguas servidas, que provienen desde el municipio de Acajete y que se intensifican con las descargas de los municipios de Banderilla y Xalapa, que se realiza en el malpaís, debe considerarse como otra posibilidad de tratamiento de aguas residuales a bajo costo en tiempos futuros. Sobre todo, considerando todas las aguas residuales que provienen de los municipios de Tlacolulan, Naolinco y Coacoazintla, además de las mismas generadas en Banderilla y Xalapa.

3.1.4 Beneficios de una cuenca hidrográfica y la importancia de su conservación

La cuenca es el depósito y almacén de los patrimonios culturales de la población humana que la habita. Constituye la base territorial, su espacio, su tiempo y proporciona a sus moradores la posibilidad de explorar su pasado, extraer de él los materiales para reconfigurar su presente y diseñar su futuro, en un mundo globalizado y sujeto a límites biofísicos¹²².

Las comunidades rurales, semiurbanas y urbanas encuentran en las cuencas su memoria colectiva, la revaloración de sus características espirituales, así como el acceso a bienes y servicios ambientales que en estos espacios se producen. Casi todo lo que nos rodean en la actualidad, proviene de los bosques y selvas que aún se mantienen en el área de estudio.

El nivel de desarrollo económico de un país se refleja en el volumen de agua dulce que este consume. Los países en desarrollo dedican casi toda el agua disponible a la agricultura, mientras que los países desarrollados utilizan mayor cantidad de agua para fines domésticos e industriales y menos para la

¹²¹ Diario ESTO, Organización Editorial Mexicana. Entrevista periodística. 13 de mayo 2008.

¹²² Barragán et al. 2007. Patrimonios... *Op. cit.*

agricultura. En todo el mundo la demanda de agua dulce per cápita se está elevando considerablemente a medida que los países se desarrollan económicamente. La extracción de agua ha aumentado en las tres categorías principales del uso para satisfacer la creciente demanda industrial, la creciente demanda doméstica, incluidos los servicios municipales, y la creciente dependencia del riego para la producción de alimentos. Por lo que respecta al uso del agua superficiales para fines agropecuarios, para el municipio de Xalapa disminuyó de 3 153 248.92 m³ a 3 105 568.92 m³, un 2%, entre los años 2006 a 2007.

El nivel de uso del agua también pone de manifiesto el grado de urbanización de un país. Con la urbanización, el uso de agua aumenta notablemente. A medida que el mundo se vuelve predominantemente urbano y la agricultura depende cada vez más del riego, será difícil para las ciudades satisfacer la demanda creciente de agua. En los países en desarrollo el rápido crecimiento urbano suele ejercer tremenda presión en las fuentes de abastecimiento de agua y sus sistemas de distribución, son casi siempre inadecuados. En el caso del área de estudio, el crecimiento de los núcleos urbanos asentados dentro de la misma, demanda mayores volúmenes de agua y las dependencias encargadas de suministrarla, tienen una gran tarea por delante para garantizar el suministro a la población para las próximas generaciones. También, debe existir la preocupación de regresar las aguas tratadas a los cauces naturales con parámetros de calidad aceptable que garanticen el desarrollo de la vida acuática en los arroyos y ríos¹²³.

Ante esta perspectiva global, los gobiernos del país (nacional, estatal y municipal) deben llevar a la práctica las recomendaciones internacionales sobre el rescate a las cuencas hidrográficas para evitar conflictos derivados de la distribución del recurso agua¹²⁴.

3.1.4.1 Geohidrología

De acuerdo con información obtenida del Inegi¹²⁵, el área de estudio consta de dos unidades que caracterizan su geohidrología, una de ellas la constituye material consolidado con posibilidades bajas y, la otra, material no consolidado con posibilidades bajas. A continuación se trata el comportamiento del agua

¹²³ Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y La Alimentación (FAO). 2009. La agricultura: esencial para hacer frente al cambio climático. Disponible en: <http://www.fao.org/news/story/es/item/20243/icode/>. Fecha de consulta: 17 de julio de 2009.

¹²⁴ Pronatura. 2010. Programa de ordenamiento... *Op. cit.*

¹²⁵ Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi). 2002. Carta Geológica. Escala 1:250 000. México.

en diferentes condiciones geológicas.

Material consolidado con posibilidades bajas: Está constituido por rocas ígneas extrusivas cuya edad es del Terciario Superior predominantemente. En conjunto presentan características litológicas de baja permeabilidad primaria y secundaria, fracturamiento escaso, topografía escarpada, montañosa y de lomerío; alto contenido arcilloso, buena cementación y perfecta mitificación. En estas unidades no se observan aprovechamientos hidrológicos importantes. De manera general, estas unidades constituyen barreras hidrológicas impermeables y confinantes¹²⁶.

Material no consolidado con posibilidades bajas: Unidad representada por depósitos del Cuaternario, formado por tobas básicas y en mucha menor proporción suelo aluvial. El aluvial, formado por arena, limo y arcilla, de permeabilidad alta y espesor reducido. El palustre está compuesto por arcilla, limo, escasa arena de grano fino y considerable contenido de materia orgánica en descomposición¹²⁷.

3.1.4.2 Aguas subterráneas

Debido a las características geológicas (rocas ígneas extrusivas del Terciario Superior) del área de estudio, en ella existen pocas posibilidades de encontrar depósitos de aguas subterráneas. El presentarse en una proporción considerable la unidad “material consolidado con posibilidades bajas” (alrededor del 70 % de toda el área de estudio, con un aproximado de 224.04 Km), le confiere un alto grado de impermeabilidad a la zona de estudio, con excepción del basalto del malpaís. Esta baja permeabilidad se debe a la dureza de los sustratos geológicos que predominan en la zona, principalmente, andesitas, basaltos y brecha volcánica básica. Las precipitaciones pluviales que se registran en estos sitios, originan escurrimientos superficiales después de que los sustratos orgánicos se saturan de humedad, originando con ello, la alta presencia de corrientes efímeras después de ocurrir una precipitación. Aunado a la impermeabilidad del sustrato geológico.

De acuerdo con los estudios sobre aguas subterráneas realizados por la Conagua¹²⁸, dentro del área de estudio se encuentran localizados dos acuíferos, ambos subexplotados; son los siguientes: Xalapa-

¹²⁶ Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi). 1988. Carta de Aguas Superficiales, Escala 1:250,000. México.

¹²⁷ *Ibidem*.

¹²⁸ Comisión Nacional del Agua. 2009. Tabla maestra de acuíferos. Cierre al 31 de diciembre de 2009. Subdirección General Técnica. Gerencia de Aguas Subterráneas.

Coatepec y Valle de Actopan. De estos, sólo el último cuenta con una disponibilidad publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 31 de enero de 2003. Los volúmenes de agua extraídos del Valle de Actopan son 23.9 hm³ y su capacidad de Recarga es de 400.4 hm³. Por lo que respecta al acuífero de Xalapa-Coatepec, no se cuenta con datos de extracción ni con autorizaciones de aprovechamientos publicadas en el Diario Oficial de la Federación y, por supuesto, esto no quiere decir que no se esté extrayendo el recurso.

Un aspecto importante es la presencia de empresas dedicadas a la venta de agua embotellada. No conocemos los volúmenes de aprovechamiento de aguas subterráneas o superficiales de las que hacen uso, pero es recomendable conocer de manera detallada dichos aprovechamientos¹²⁹.

Por lo que respecta a la unidad “material no consolidado con posibilidades bajas”, ocupa 30% del total del área de estudio, con 96.54 Km. y, se caracteriza por la presencia de depósitos del Cuaternario predominando la Toba Básica, que circunda la porción en donde se encuentra establecida la zona conurbada de Xalapa-Banderilla y la porción central cercana a Jilotepec.

¹²⁹ Pronatura. 2010. Programa de ordenamiento... *Op. cit.*



Figura 18. Unidades geológicas que no permiten la acumulación de aguas subterráneas (depósitos) dentro del área de Ordenamiento Ecológico del Río Sedeño¹³⁰.

3.1.4.3 Número de manantiales

Se registraron 29 manantiales, la mayor parte distribuidos espacialmente en el territorio del municipio de Acajete con trece, seguido por Xalapa con diez y finalmente Jilotepec con seis. La distribución de manantiales, coincide con lo observado por Williams-Linera¹³¹, quien señala que es el bosque mesófilo de montaña el ecosistema que mayor número de manantiales posee. Los manantiales registrados (Figura 15) se obtuvieron principalmente de las cartas topográficas de INEGI, así como de información proporcionada por el ayuntamiento de Xalapa y trabajo de campo.

A pesar de que en el centro de la población de Xalapa (cuyo nombre náhuatl significa “Manantiales sobre

¹³⁰ Pronatura. 2010. Programa de ordenamiento... *Op. cit.*

¹³¹ Williams-Linera. 2007. El bosque... *Op. cit.*

la arena”) se ha mencionado la existencia de 33 manantiales, no contamos con los archivos digitales para insertarlos en el mapa base del presente estudio. Debido a esto, sólo se mencionan los más conocidos: Manantiales del Parque Tecajetes, Manantial Tecuanapa (Interior de Instalaciones de CDI), Manantiales de Xallitic, Manantiales de la Calle Sexta de Juárez, Monumento a la Madre, Manantial de la Calle Alfaro (Instalaciones Administrativas de CMAS), por mencionar algunos.

En cuanto a la calidad de agua de los mismos, sólo se cuenta con los resultados elaborados en los meses de marzo y mayo de 2009 en el Manantial de El Castillo.

El Ayuntamiento de Acajete proporcionó una lista de manantiales (Tabla 22), los cuales desafortunadamente no se tienen georreferenciados, pero se considera de importancia el mencionarlos. Estos son de uso doméstico, con excepción de El Chorrito, que es para uso ganadero.

Tabla 22. Manantiales ubicados en el municipio de Acajete, Ver.

Manantial	Ubicación	Pulgadas de extracción
La Cuesta	Puentecillas	3
El Pedregal	Joya Chica	2
Arroyo Colorado	Acajete	2
7 Arroyos	El Quemado	3
El Chorrito	Puentecillas	1
El Cerro	Mazatepec	2
Tepostente	Matepec	2
La Peña del Cuervo	Puentecillas	3
Los Berros	Puentecillas	2
Sin Nombre	Encinal	2
Poza Azul	Rincón de la Joya	2
Las Hoyitas	Rincón de la Joya	2
El Ingeniero	Rincón de la Joya	1 ½
La Cieneguilla	El Zapotal	2
Sin nombre	El Zapotal	2
El Canoas	Acocota	1 ½
La Cieneguita	Acocota	5
Las Hortencias	Joya Chica	1

Manantial	Ubicación	Pulgadas de extracción
Las Dominguescas	Joya Chica	1
El Tule	Joya Chica	1
El Ilite	Palo Blanco	½
Sin nombre	Palo Blanco	1
La Lajilla	Tierra Prieta	2
El Barrilillo	Saucal	½
Colexta	Colexta	1
Colexta	Colexta	2
Mesa de la Yerba	Mesa de la Yerba	1 ½
Colexta	Colexta	1 ½
El Sauco	Rincon de la Joya	2
La Barranca del Fraile	Acocota	1 ½
El Cartuchal	Rincon de Sedeño	2
Sin nombre	Cuesta del Vaquero	1
El Capulín	Acocota	2

La Universidad Veracruzana, a iniciativa de los ciudadanos agrupados en el Frente Común por Banderilla, A.C., identificó 30 manantiales en el ámbito geográfico de ese municipio publicados en el Compendio Ilustrado Manantiales de Banderilla¹³².

3.1.5 Perspectivas de conservación

A pesar de que el recurso agua es una de las mayores riquezas con las que cuenta el estado de Veracruz, esta no ha sido valorada en la dimensión que merece. En este Estado, por donde fluye el 33% del total nacional de escurrimientos con un promedio aproximado de 121 mil millones de metros cúbicos¹³³ y con una precipitación promedio anual de 1 484 mm, existen grandes rezagos en esta materia. Es conocido que,

¹³² Universidad Veracruzana, Alumnos Ingeniería Química y Frente Común por Banderilla, A. C. 2005. Rescate de Manantiales en Banderilla, Banderilla, Ver.

¹³³ CSVA. 2006. Diagnóstico de la calidad... *Op. cit.*

durante los meses de marzo a mayo, los centros de población sufran por la falta de suministro de agua y durante los meses de junio-septiembre, el agua se convierte en unos de los principales motivos de las inundaciones. Ante esta situación, pocas veces nos preguntamos por qué suceden estos fenómenos meteorológicos.

Entre los principales reguladores de la fuerza erosiva del agua está la vegetación. Esta es la encargada de interceptar las gotas de agua provenientes de la atmósfera, canalizarla hacia el suelo y subsuelo para su posterior retención y redistribución a diferentes cuerpos de agua, como son los arroyos, ríos, lagos y lagunas. En el área de estudio, a pesar de que existen extensiones boscosas y selváticas que favorecen la producción de los recursos hídricos, que suministran parte de los requerimientos de los centros de población urbana, estos se encuentran en riesgo por causas diversas, por lo que debe garantizarse su conservación y/o protección.

Otro factor que pone en riesgo la producción y provisión de los recursos hídricos a los núcleos urbanos, semiurbanos y rurales, es el crecimiento irregular de los mismos asentamientos humanos, el edificar sus casas habitaciones en sitios donde la vocación natural es hidrológica – forestal.

Al remover la vegetación natural en los sitios de mayor altitud topográfica y en cabeceras de cuenca, se pone en riesgo la producción y el suministro del recurso hídrico en los centros urbanos emplazados en las áreas bajas de la zona de estudio, así como también la pérdida de suelos fértiles. En resumen, de continuar con este ritmo de transformación del bosques y selvas a unidades productivas y edificación de casa habitacionales, nos colocaremos ante una crisis socio-ambiental que pueden culminar en un estado de desertificación de una región que siempre se ha caracterizado por su humedad.

En necesario elaborar programas de desarrollo social para fomentar el cuidado de los recursos naturales. Mientras la población rural, no tenga satisfecha sus necesidades básicas estarán ejerciendo presión del medio que la rodea. Por otro lado, el crecimiento irregular de la mancha urbana de la ciudad de Xalapa ha impactado las fuentes de abastecimiento del municipio de Emiliano Zapata, creando inconformidad de los pobladores del citado municipio¹³⁴. Ante esta situación ambiental cada vez más recurrente dentro del área de estudio, se hace necesaria la implementación de instrumentos jurídicos para regular los usos del suelo en el área de estudio y evitar la aparición y agudización de conflictos sociales en torno al agua¹³⁵.

¹³⁴ Paré, L. 2009. Conflictos sociales en torno al agua en Veracruz. *La Palabra y el Hombre*. 8: 32 -37.

¹³⁵ Pronatura. 2010. Programa de ordenamiento... *Op. cit.*

3.2 Agua potable, alcantarillado y saneamiento

La información que se consigna a continuación proviene del ámbito geográfico del *Programa de ordenamiento metropolitano de Xalapa*¹³⁶. El principal consumidor de agua para servicio público urbano en la cuenca es la cabecera municipal de Banderilla, como se describe más adelante en el apartado correspondiente a ese municipio.

3.2.1 Xalapa

3.2.1.1 Agua potable

El agua potable de la ciudad de Xalapa procede de diversas tomas que permiten abastecer a la ciudad en su totalidad¹³⁷, aunque la cobertura actual es aproximada al 81% debido a que, como política de crecimiento, se evita dar cobertura inmediata a los asentamientos irregulares hasta que obtienen sus documentos de regularización. Su principal fuente de abastecimiento proviene del acueducto Huitzilapan, alimentado por manantiales que surgen localidades de los municipios de Quimixtlán y Chilchotla, en el Estado de Puebla. Esta fuente puede aportar a la localidad la cantidad de 1 590 litros por segundo (l/s). Su línea de conducción llega a la planta potabilizadora localizada en Lomas de San Roque, en el límite Este del Barrio 7. Esta tiene capacidad instalada para tratar 1 060 l/s, a través de dos módulos que se hallan en funcionamiento; aún con esto, el proyecto original incluye un módulo más para recibir 500 l/s, el cual todavía no ha sido adquirido. Con las bombas ya instaladas se obtiene un superávit de 240 l/s que al momento no se están utilizando, pues son el excedente que se considera para dar cobertura a la zona de desarrollo y al futuro Centro de Gobierno. Además, de ser necesario incrementar el abasto, se puede implementar la bomba que aún no se instala para aumentar 500 l/s, que sirvan para cubrir la demanda esperada a medio y largo plazo.

Sesenta litros por segundo se utilizan dentro de la planta potabilizadora para el lavado de los módulos y la extracción de lodos; cada uno de los módulos consume 30 l/s. Otra fuente de abastecimiento es la

¹³⁶ Gobierno del Estado de Veracruz. 2003. Actualización del programa... *Op. cit.*

¹³⁷ *Ibidem.*

proveniente del Plan de Sedeño que ofrece 6 l/s, la cual ha sido concesionada a Banderilla. Este sistema otorga un gasto de 80 l/s, pero en época de estiaje no se obtiene nada de él; por ello, el organismo operador del agua en Banderilla tiene otras tomas como la línea de conducción Xaltepec, proveniente de los manantiales del Cofre de Perote; esta línea posee 4 pulgadas de diámetro y conduce también 80 l/s. Cuando el estiaje recrudece, la población acude al apoyo de pozos profundos. El gasto que esta ciudad requiere es de 60 a 80 l por segundo para cubrir sus necesidades. Según reporte oficial de las autoridades de Banderilla, la localidad también cuenta con la fuente de abastecimiento superficial Xochiapa Jardín que surte hasta 30 l/s; se menciona que las fuentes de abasto son abundadas por los escurrimientos y vaguadas que coinciden con sus trayectos, pero, al correr en su cauce natural, también son receptoras de descargas contaminantes de los asentamientos colindantes. Así, la conducción del sistema de abasto es totalmente por gravedad y se requiere de modo prioritario interponer las medidas necesarias y suficientes que permitan la potabilización del agua para el consumo doméstico. En cuanto al almacenamiento, se tienen tres tanques reguladores con las siguientes capacidades: 78, 274 y 384 metros cúbicos.

Otra fuente de abastecimiento para Xalapa son los manantiales del Cofre de Perote, los cuales proporcionan entre 120 y 180 l/s dependiendo de la época¹³⁸. El problema de este sistema es que, en la ruta de la línea de conducción, existen gran cantidad de tomas clandestinas que merman su captación, por lo que en realidad de este medio se obtienen menos de 60 l/s. Esta línea es importante porque abastece a la parte alta de Xalapa, en donde se localizan el Cerro Macuiltépetl y las colonias Federal, Aguacatal, Progreso Macuiltépetl, Laureles, Misión San Carlos, correspondientes al Barrio 14 y parte del 18. Para compensar este déficit se ha implementado un bombeo directo desde la planta potabilizadora, para lo que se ocupan dos bombas verticales que impulsan de 50 a 60 l/s. Anteriormente Xalapa contaba con la captación de la línea y tanque Cinco Palos, sistema que fue concesionado a Coatepec, al que le brinda un rendimiento de 20 a 30 l/s. La localidad de Coatepec requiere de 300 a 500 l/s y para completar su abastecimiento han sido implementadas otras fuentes, como la línea Texolo y el sistema que procede desde el arroyo del Cerro de la Cubeta. La siguiente fuente de abasto para Xalapa es la de Xocoyolapan, la cual llega a la ciudad hasta alcanzar al tanque superficial Loma Sol (que funciona como distribuidor), con el que se surte a los asentamientos de Coapexpan, Arroyo Blanco, 3 de Mayo, Benito Juárez, parte de la Colonia Salud y J.J. Panes. De este tanque se bombea agua al tanque Loma Sol 2, que tiene la función de abastecer a la colonia Porvenir Cerro Colorado. La toma que se hace del medio y alto Pixquiatic otorga

¹³⁸ *Ibidem.*

hasta 80 l/s. Entra por Coapexpan y llega al tanque Zona Media y de ahí el agua es bombeada hacia el tanque superficial Guerrero. Este recipiente también es apoyado con bombeo de la planta potabilizadora. El tanque Guerrero es el que distribuye líquido al Centro Urbano de la ciudad y a las colonias Emiliano Zapata y SIPEH Ánimas entre otras; su destino final es Inmecafé, pero contribuye también a alimentar el tanque superficial localizado en la calle de Bach. El tanque Bach, que se apoya por el Guerrero y Beethoven, distribuye agua potable a la Colonia El Olmo y a Las Trancas, Bugambilias, a la Central de Abastos y a la localidad Paso Ladrillo, las cuales, excepto la colonia El Olmo, se localizan en el municipio de Emiliano Zapata.

Las demasías del Xocoyolapan y la planta potabilizadora alimentan al tanque localizado en Niño Perdido (Barrio 23). Este se encarga de distribuir el agua a la Reserva Territorial y pasa al tanque de Nuevo Xalapa (Barrio 26), prosigue hacia Lomas Verdes, Santa Rosa y Las Margaritas (Barrio 34) y su punto final es la Reserva.

De los manantiales de Agua Santa hay una conducción para abastecer a los tanques del FOVISSSTE con un rendimiento de 30 l/s; aunque su uso es intermitente por el procedimiento temporal del bombeo. Para el abastecimiento del fraccionamiento Las Ánimas se utiliza el líquido de la laguna de El Castillo. Se obtienen por bombeo hasta 60 l/s, usando cuatro bombas verticales. Se impulsan 50 l/s hacia una estación de rebombeo denominada Rebombeo Ánimas, la cual distribuye agua a todo Araucarias y al tanque superficial Beethoven.

La parte baja de Xalapa, localizada al Norte de la localidad y que comprende los Barrios 4, 6, 16 y 17, obtiene agua de la planta potabilizadora que la envía al tanque superficial Toluca. También puede recibir agua de los manantiales del Cofre, dependiendo de las necesidades y de la época. Este sistema atiende a las colonias 21 de Marzo, Revolución, La Lagunilla, Rafael Lucio y la parte alta de la colonia Carolino Anaya.

El tanque superficial localizado en la vialidad Encanto atiende a diversas colonias asentadas entre las vialidades Camino Antiguo a Naolinco y Camino Antiguo al Sumidero. Entre las colonias beneficiadas están Jardines de Xalapa, todas las secciones del Sumidero, El Coyol y Predio de la Virgen, entre otras.

El tanque superficial Ferrocarrilero (Barrio 15) abastece de la línea del ferrocarril hacia el Norte (o parte baja de la ciudad), donde se ubican las colonias Vasconcelos, Culturas Mexicanas, El Naranjal, Revolución, parte baja de la colonia Carolino Anaya, El Moral, Obrero Mundial, hasta Lucas Martín. El tanque Pancho Villa (Barrio 17) abastece a la colonia Pancho Villa y a todas las secciones de la colonia

Casablanca.

Dentro de la perspectiva de mejoramiento del servicio a Xalapa, ha sido planteado el Proyecto Acuaférico. Tiene por intención aprovechar el superávit de agua que existe actualmente y de este modo prevenir futuras complicaciones en cuanto al abastecimiento. Al aprovechar las demasías, se puede conducir este líquido a las zonas de Reserva; para ello se planea implementar una línea de conducción de 24” de diámetro, que iniciaría en la planta potabilizadora e iría paralela a la línea de conducción que alimenta a la Reserva Territorial.

Se requerirían entonces nuevos tanques elevados, los cuales se planea localizar en el fraccionamiento Las Margaritas, en la Reserva Territorial y un tercero en el fraccionamiento residencial campestre El Porvenir (hacia el Este de la Central de Abastos). Estos tanques se encontrarían en serie, lo que implica un flujo de agua constante, y no como tanques de captación, pues es como se encuentran actualmente la mayoría de los que integran el sistema. Además de que su función ha sido mantener con servicio a la ciudad, se evitaría también el constante rebombeo o la apertura de válvulas; de este modo es viable dar abasto a las bolsas de suelo de reserva.

Con la construcción del Acuaférico también se puede abastecer a Las Ánimas, de modo que el bombeo El Castillo y el Rebombeo Ánimas quedarían como apoyo, o podrían ser utilizados, por medio de gravedad, para otras localidades como El Lencero, Dos Ríos y Miradores del Mar. Estas últimas poblaciones se abastecen actualmente, en parte, de la Laguna de Miradores, de pozos profundos y manantiales. El municipio de Tlalnahuayocan se abastecerá próximamente de los Manantiales del Cofre de Perote. Actualmente el abastecimiento es de pozos y pequeñas tomas, aunque según manifiesta la Comisión Municipal de Agua y Saneamiento de Xalapa, las líneas de conducción que atraviesan este territorio son mermadas durante su trayecto¹³⁹.

A la fecha existen muy pocos casos de pago por cuota fija, ya que tanto el catastro mismo como los medidores de la ciudad se encuentran casi por completo actualizados. Esto se debe en gran parte a que se ha determinado, como política de la Comisión, que para otorgar la toma domiciliaria se instale previamente el medidor. La Comisión Municipal de Agua y Saneamiento de Xalapa tiene en planes la instalación de odómetros en los tanques de captación y distribución, para conocer el gasto exacto de la población. En la actualidad se realizan monitoreos que son de gran precisión y veracidad, por medio de lo

¹³⁹ *Ibidem.*

cual se sabe que las necesidades de la localidad son de 1,600 l/s.

3.2.1.2 Saneamiento

Los alcantarillados, tanto sanitario como pluvial, son una infraestructura complementaria del Agua Potable, aunque desafortunadamente este es uno de los rubros menos atendidos en las localidades. La mayoría de los predios descargan a la red sanitaria, aunque esta no se ha consolidado por estar incompleta, es decir, faltan colectores y emisores que conduzcan los residuos a plantas de tratamiento. Actualmente, el 55 por ciento de la ciudad cuenta con red que descarga a colector, aunque ninguno de ellos llega a planta de tratamiento.

Las descargas en general se hacen a cuerpos de agua o a resumideros. Las plantas que tienen los fraccionamientos no funcionan debido, en ocasiones, a falta de mantenimiento o a que cuentan con red incompleta. Las zonas de crecimiento no controlado de la parte Norte de la localidad de Xalapa no cuentan con alcantarillado sanitario, por lo cual hay descargas incluso a la vía pública, situación que debe remediarse lo más pronto posible por las condiciones de insalubridad que esta acción produce.

La Comisión del Agua cuenta con un levantamiento de este sistema, mismo que se encuentra incompleto debido a la poca accesibilidad de la red para ser registrada. Esto es, las tapas de los registros (único medio posible para hacer el reconocimiento de la ruta y existencia de la red) se encuentran sellados o han quedado debajo de las nuevas carpetas viales. La falta de información al respecto puede deberse también a que la zona tenga descargas a resumidero, hecho muy común en la región debido a la gran cantidad de oquedades en los mantos rocosos del subsuelo.

La Comisión cuenta con un Plan Maestro para la zona que pretende poner en marcha. Para ello se requiere, además de una fuerte inversión, la colaboración de la población en el sentido de que separe las aguas pluviales de las residuales; esto es, que el líquido de lluvia no sea vertido al drenaje sanitario porque esta es la primera causa de desperfectos en la red. El Plan depende en gran medida de esto, de lo contrario, el proceso de mejoramiento es entorpecido, sobre todo, en épocas de lluvia.

La estrategia de la Comisión consiste, en un primer momento, en la terminación de la red de drenaje, lo que presupone la instalación de los colectores (de 20" a 24") y emisores (de más de 24") que son necesarios para tal fin. Previo estudio, se localizarán las zonas específicas para la instalación de las plantas de tratamiento, que deben corresponder a la cantidad de cuencas hidrológicas hacia las cuales la red de la ciudad descarga.

Por lo tanto, se trata de tres plantas: una en El Castillo, otra en El Lencero y la tercera en el Río Carneros. Las dimensiones del predio en donde han de ser alojadas dependerán del tipo de saneamiento que se pretenda realizar. Hay que considerar, además del costo de construcción, el costo de mantenimiento que cada planta requerirá; para ello, la Comisión recomienda implementar plantas de tratamiento en las que el mantenimiento sea casi nulo, debido a que es también uno de los motivos por los que se ha optado canalizar las descargas hacia los cuerpos de agua sin tratamiento alguno. Entre las más económicas se encuentran las plantas de lodos activados, y la planta de lagunas de oxidación; sin embargo, esta última tiene la desventaja de que produce un gran impacto ambiental¹⁴⁰.

3.2.2 Banderilla

En el caso del municipio de Banderilla el servicio es prestado por la Comisión Municipal de Agua Potable, Drenaje y Alcantarillado de Banderilla, organismo descentralizado del municipio (paramunicipal) con personalidad jurídica y patrimonio propio, creado por decreto en el año 2005. Atiende las localidades Banderilla (cabecera municipal), La Haciendita, Xaltepec y Piletas (municipio de Rafael Lucio). Ese organismo proporcionó al Comité información sobre la cobertura de sus servicios (Tabla 23), fuentes de abastecimiento (Tabla 24), capacidad de potabilización (Tabla 25) y saneamiento (Tabla 26), usuarios y contratos (

Tabla 27) ¹⁴¹.

Tabla 23. Cobertura de servicios de agua potable, drenaje y saneamiento en el municipio de Banderilla.

Servicio	Cobertura
Municipal	98 %

¹⁴⁰ *Ibidem.*

¹⁴¹ CMAS Banderilla. 2015. Ficha informativa... *Op. cit.*

Servicio de agua potable	98 %
Drenaje sanitario	92 %
Saneamiento	92 %

Tabla 24. Fuentes de abastecimiento en el municipio de Banderilla.

Fuentes de abastecimiento superficiales	La Haciendita (9 lps) Xochiapa (55 lps) Las Águilas Plan de Sedeño (13 lps)
Fuentes de abastecimiento subterráneas (suministro por bombeo)	Pozo Xaltepec (4 lps; en proceso)
Volumen producido	81 lps (6,998,400 l/día)
Rebombeo	2 (Villa Montaña y la Haciendita)

Tabla 25. Capacidad de potabilización del municipio de Banderilla.

Infraestructura de Potabilización	Planta potabilizadora ODIS ASVERSA
Capacidad instalada	60 lps
Caudal medio tratado	133,344.28 m ³ /año
Horas de operación	720 h/año con 3-4 meses de turbiedades

Tabla 26. Capacidad de saneamiento del municipio de Banderilla.

Plantas de tratamiento de aguas residuales	Capacidad	Tipo de proceso
--	-----------	-----------------

Sedeño	60 lps	Lodos activados
Tabacal	-	Decantaciones
Magueyitos	-	Decantaciones
La Haciendita	-	Zeolitas

Tabla 27. Usuarios de agua potable y contratos de alcantarillado en el municipio de Banderilla.

Tipo de conexión	Agua potable	Alcantarillado
Domésticas	7,027 usuarios	5,179 contratos
Comerciales	5,491 usuarios	-
Industriales	618 usuarios	-
Servicios	32 usuarios	-
Instituciones públicas	21 usuarios	-
Cobertura de medición	99% (6,974 usuarios)	-
Eficiencia de medición	30 %	-

Igualmente, el organismo operador del agua en Banderilla proporcionó su análisis de problemáticas y alternativas (Tabla 28)¹⁴².

Tabla 28. Problemáticas y alternativas de servicios de agua potable y saneamiento en el municipio de Banderilla.

Ámbito	Problemática	Alternativas
--------	--------------	--------------

¹⁴² *Ibidem.*

<p>Agua potable</p>	<p>Falta de abastecimiento confiable para el abastecimiento de la localidades atendidas.</p> <p>Mala calidad del agua.</p> <p>Deficiencia en el servicio de agua potable en puntos críticos, Altas presiones en la red de distribución.</p> <p>Falta de regularización.</p> <p>Rehabilitación de redes secundarias y tomas, que actualmente tienen diámetros de 1 ½” en el 39 % de la red.</p>	<p>Encontrar fuentes alternas de abastecimiento confiables.</p> <p>Adecuar la infraestructura de potabilización y rehabilitar captaciones.</p> <p>Elaboración del plan maestro de agua y sectorización de red.</p> <p>Implementar programa para el uso eficiente del agua y así disminuir pérdidas por fugas.</p>
<p>Alcantarillado sanitario</p>	<p>Desconocimiento del sistema de drenaje sanitario.</p> <p>Existen drenajes combinado con pluviales que saturan la infraestructura y generan serios problemas a los ciudadanos.</p> <p>Infraestructura a canal abierto de drenaje sanitario en diferentes áreas de la ciudad.</p>	<p>Elaborar catastro y plan maestro de drenaje sanitario y pluvial.</p> <p>Urge desarrollar infraestructura nueva que permita separar dichos servicios.</p>
<p>Alcantarillado pluvial</p>	<p>Se tiene una enorme cuenca hidrológica de más de 900 ha que aporta un enorme volumen de agua y hace insuficiente la escasa infraestructura pluvial o combinada de la ciudad, afectando gravemente la carretera nacional y a los ciudadanos del municipio.</p>	<p>Realizar un plan maestro de la problemática pluvial, incorporando a los municipios conurbados y la construcción de la segunda etapa del colector pluvial y otras obras complementarias</p>
<p>Tratamiento de aguas residuales</p>	<p>Falta terminar dos obras de infraestructura sanitaria que permitan aportar el 98 % del agua residual de la ciudad.</p> <p>Ampliar la cobertura de saneamiento en Xaltepec y El Boquerón.</p>	<p>Contempladas en la inversión 2014.</p> <p>Se requiere elaborar proyectos e iniciar obras de drenaje y saneamiento en esas microcuencas.</p>
<p>Comercial y administrativa</p>	<p>No se cuenta con los títulos de concesión originales y actualizados.</p> <p>Faltan escrituras de bienes muebles, así como de bienes inmuebles.</p>	<p>Solicitar ante las instancias correspondientes copia certificada de los títulos de concesión, así como hacer el trámite necesario para actualizarlos.</p> <p>Solicitar a las instituciones correspondientes copia certificada de escrituras.</p>

3.2.2.1 Drenaje sanitario

La ciudad cuenta con una red de recolección de aguas residuales obsoleta y deficiente en la cual históricamente se han aprovechado los canales pluviales para descargar agua residuales y en muchos casos están desarrollados por viviendas y predios particulares creando graves afectaciones.

De igual forma y buscando aumentar la alimentación de las plantas de tratamiento se requieren terminar los colectores y subcolectores del río Sedeño que permitirán el saneamiento de los cuerpos de aguas que atraviesan la ciudad y asegurar los volúmenes de aguas con los que se diseñó la planta de tratamiento.

Las inversiones requeridas se estiman en \$5'878,326.00.¹⁴³

Tabla 29. Proyectos futuros de drenaje sanitario en Banderilla.¹⁴⁴

Proyecto	Costo total	Beneficiarios	Justificación	Objetivos
Elaboración de proyecto de drenaje sanitario y saneamiento del Boquerón.	\$ 800,000.00	-	Derivado de las acciones realizadas por el Gobierno Federal y el Municipio de Banderilla, se realizó la obra del colector sanitario y pluvial, misma que quedó inconclusa, quedando pendiente la construcción de 120 m de colector y emisor.	Permitir incorporar la totalidad de las descargas de la zona Noreste de la ciudad a la PTAR, que son más de 500 descargas residuales y concluir esta importante obra, dándole continuidad a la inversión Federal.
-	\$ 2,800,000.00	-	Incorporar una importante área de la zona marginal del río sedeño, de la localidad de Banderilla a las aportaciones de las aguas residuales de	Tratar el 100% de las aguas residuales que genera la población de y ser la primera población que trata totalmente sus aguas en el

¹⁴³ *Ibidem.*

¹⁴⁴ *Ibidem.*

			Banderilla, con una longitud de 930 m de colector marginal y sus respectivas redes de atarjeas.	Estado de Veracruz.
Construcción del sistema de Drenaje Sanitario de la localidad de Xaltepec.	\$ 14,000,000.00	1,250 habitantes	La recolección de las aguas residuales en el lugar donde se asientan 176 familias, mismas que a la fecha realizan sus descargas a fosas sépticas, las cuales actualmente son aportadas al subsuelo y consecuentemente contaminan los mantos freáticos.	Proteger cuatro microcuencas que allí existen, dicha acción recolectará las aguas residuales en un 95%, así mismo mejorar la calidad de vida de la población asentada en ese lugar, considerada la localidad más grande del municipio de Banderilla.
TOTAL	\$ 17,600,000.00			

3.2.2.2 Drenaje pluvial

Uno de los grandes retos de la ciudad es y será el diseño y construcción de la infraestructura de drenaje pluvial.

Las condiciones topográficas, el desarrollo anárquico y desordenado, así como las cada vez más intensas precipitaciones pluviales, obligan a implementar una planeación adecuada y la construcción de una infraestructura de drenaje pluvial que permita evitar o mitigar serios problemas que afectan la vida y seguridad de los ciudadanos, su patrimonio y que aseguren la gobernanza de esta zona metropolitana en lo general y del municipio en lo particular.

Se cuenta con una importante red de recolección de aguas residuales, que se encuentra integrada por más de 3.2 Km de tuberías en diámetros desde 1.60 m hasta 2.20 m.

3.2.2.3 Agua potable

Tabla 30. Proyectos futuros de agua potable en Banderilla.¹⁴⁵

Proyecto	Costo total	Beneficiarios	Justificación	Objetivos
Construcción de circuitos primarios y creación de sectores hidráulicos.	\$ 452,000.00	-	Por la severa problemática que representa el estiaje a la población de Banderilla y a la comunidad de piletas, que trae por consecuencia la drástica reducción de las fuentes de captación que han alcanzado apenas 7.5 lps.	Evitar que el agua que se surte desde la población de Banderilla a Xaltepec haga un recorrido demasiado largo y con pendientes desfavorables, que ocasionan pérdidas de la presión.
Búsqueda de fuentes alternativas de abastecimiento de agua - incremento de eficiencia física	\$ 492,000.00	-	Por la severa problemática que representa el estiaje a la población de Banderilla y a la comunidad de piletas, que trae por consecuencia la drástica reducción de las fuentes de captación que han alcanzado apenas 7.5 lps.	Evitar que el agua que se surte desde la población de Banderilla a Xaltepec haga un recorrido demasiado largo y con pendientes desfavorables, que ocasionan pérdidas de la presión.
Plan maestro agua y drenaje	\$ 2,700,000.00	-	Debido a que la ciudad ha tenido un crecimiento desordenado, esto mismo ha ocasionado serias deficiencias en la prestación de los servicios públicos y al desequilibrio de los mismos. De esta manera, el plan maestro de agua y drenaje permitirá conocer e identificar el catastro de las instalaciones de agua y drenaje, el balance hidráulico, la sectorización y la planeación.	Previendo de esta manera el crecimiento ordenado de la ciudad, evitando a futuro asentamientos irregulares.

¹⁴⁵ *Ibidem.*

3.2.2.4 Saneamiento

La infraestructura de saneamiento en la ciudad de Banderilla es uno de los rubros más significativos de crecimiento y eficiencia, en donde se ha logrado alcanzar hasta un 95 % en cobertura este año 2014.

Durante este periodo 2014-2017 se logró participar y obtener el estímulo federal para la operación y equipamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales “Quetzalapan-Sedeño”, con lo cual se beneficiará para el tratamiento de más de 5 184 m³/día de agua residual provenientes de las descargas de 22, 286 habitantes, lo que convertirá a la ciudad de Banderilla en uno de los líderes estatales en la materia.

El equipamiento del laboratorio de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) obtenido por el programa PROTAR permitirá actuar con certeza y poder tomar decisiones para la correcta operación, y así garantizar una óptima calidad de agua en la descarga hacia el río.

Tabla 31. Proyectos futuros de agua potable en Banderilla.¹⁴⁶

Proyecto	Costo total	Beneficiarios	Justificación	Objetivos
Incentivos para la operación de la PTAR	\$ 1,132,185.60	-	Considerando que a la fecha la Comisión no cuenta con los recursos económicos suficientes, es necesario el apoyo del programa de incentivos mismos que a la fecha no se cuentan.	Seguir operando la planta de aguas residuales optimizando los recursos con los que se tienen a la fecha, sin descuidar el buen funcionamiento y operatividad de la misma y así seguir cumpliendo con los parámetros establecidos dentro de la normatividad vigente.

¹⁴⁶ ID. CMAS-Banderilla Abril 2015

3.2.3 Acajete, Rafael Lucio y Tlalnelhuayocan

Tabla 32. Coberturas de agua potable y saneamiento en Acajete, Rafael Lucio y Tlalnelhuayocan¹⁴⁷.

	Acajete	Rafael Lucio	Tlalnelhuayocan
Población (habitantes)	8,223	7,023	16,311
Localidades	45	17	53
Volumen promedio diario de extracción de agua (miles de m ³)	2.6	2.0	31.6
Localidades con red de distribución de agua entubada	36	10	26
Tomas domiciliarias de agua entubada	1,872	1,524	3,456
Localidades con servicio de drenaje y alcantarillado	2	5	6

¹⁴⁷ INEGI, 2010 Op.Cit

IV Programa de gestión de la cuenca

Un programa de gestión integrada del agua es un conjunto articulado de acciones fundamentadas técnicamente en torno a la sustentabilidad de los recursos naturales que hacen posible la ocurrencia del agua en el espacio geográfico de su cuenca hidrográfica. Su operatividad y eficacia requiere del consenso de los actores usuarios y tomadores de decisiones sobre el tema y de un espacio de gestión regulado que les permita acordar, programar y retroalimentar el proceso.

Con este propósito de visión integral, se requiere que la cuenca del Río Sedeño, que proporciona agua y control del clima en la zona, cuente con un programa de gestión que integre conocimientos, propuestas, problemas y alternativas de solución factibles en lo económico, social y político susceptibles de alcanzar consensos en un espacio de negociación regulada y democrática para lograr la gobernanza imprescindible en un escenario crecientemente conflictivo de disputa por un recurso vital y finito .

Jurídicamente, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente¹⁴⁸ hace referencia al cuidado y protección de las cuencas hidrográficas de manera general y fundamenta el estudio de gestión integral en los aspectos, agua, bosque y entorno ecológico.

También la Ley de Agua Nacionales¹⁴⁹ y su reglamento¹⁵⁰ abren el espacio para la participación organizada de los usuarios en el manejo del agua y ahí se considera la cuenca hidrográfica como unidad básica para su administración. A partir de ello, se establecen los Consejos de Cuenca como mecanismos de participación en los que interactúan los tres niveles de gobierno y la sociedad organizada.

Un programa de gestión del agua ayuda a regular su uso, propiciando su aprovechamiento ordenado y sustentable, reduciendo los conflictos asociados y revirtiendo los procesos de deterioro ambiental mediante instrumentos de clasificación y ordenamiento local. Por tal motivo, un programa de gestión debe involucrar a la población beneficiaria del agua.

¹⁴⁸ Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). Última reforma DOF 08-01-2015. México.

¹⁴⁹ Ley de Aguas Nacionales. Última reforma DOF 11-08-2014. México.

¹⁵⁰ Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales. Última reforma DOF 25-08-2014. México.

4.1 Objetivo

Impulsar la gestión integrada y compartida del Agua para la sustentabilidad de la cuenca del río Sedeño.

4.2 Líneas estratégicas

Para delimitar los temas del Programa de Gestión conforme a la problemática detectada y gestión sustentable deseada para la Cuenca se establecen como líneas estratégicas:

- Ordenamiento ecológico de la cuenca del río Sedeño.
- Agua, saneamiento y sustentabilidad de la cuenca del río Sedeño.
- Agroecología.
- Áreas Naturales Protegidas: Parque Lineal Quetzalapan-Sedeño (PLQS), ANP La Martinica (LM), ANP El Palenquillo” (EP).
- Educación Ambiental.
- Gobernanza y sustentabilidad en la cuenca del río Sedeño.

4.3 Programas y proyectos

4.3.1 Programa de ordenamiento ecológico territorial de la cuenca del río Sedeño (POET)

Introducción

Los estudios de Ordenamiento Ecológico Territorial se han fortalecido como instrumentos para la evaluación y el diagnóstico de las intervenciones humanas sobre los diferentes ecosistemas. De estos se pueden generar políticas y programas que permitan el aprovechamiento adecuado de los recursos mediante estrategias de desarrollo que combinen los elementos naturales con las necesidades sociales, planteándose políticas de uso, manejo, conservación y restauración del medio ambiente.

El ordenamiento ecológico de la cuenca de un río es decir, de su cauce así como de toda el área de captación que drena hacia este, requiere de un análisis detallado de las interrelaciones de los factores

físicos, químicos, biológicos y socioeconómicos que influyen y afectan la dinámica. Los factores determinantes en esta dinámica están dados fundamentalmente por la interacción entre el clima y las características geomorfológicas y ecológicas de la cuenca. Otro factor incidente sobre las aguas continentales es la actividad humana, cuyos efectos se han agudizado con la utilización inadecuada del recurso. Como consecuencia los ríos han perdido su capacidad auto depuradora ya que, por un lado, se aprovecha su caudal hasta dejarlos prácticamente secos y, por otro, se convierten en vertederos de todo tipo de desechos. Esta tendencia se ha acentuado tanto que la actividad humana llega a ser el elemento determinante del funcionamiento de los ríos como ecosistemas.

En general podemos afirmar que el deterioro ecológico de las cuencas hidráulicas cercanas a las manchas urbanas en rápido crecimiento, como es el caso del río Sedeño. Afecta de manera crítica los recursos naturales circundantes, lo que repercute en la calidad de vida de los asentamientos humanos. Todo esto es consecuencia de una serie de perturbaciones, la mayoría puntual, debidas al manejo inadecuado de las cuencas.

Contexto

- La cuenca del río Sedeño subcuenca del río Actopan, sufre una seria afectación en su equilibrio hidráulico, caracterizado por dos hechos fundamentales:
- La creciente utilización y extracción de agua de los manantiales y el cauce principal para consumo humano.
- La contaminación de los cauces superficiales, como consecuencia del vertido de desechos líquidos de origen urbano.

El primero concierne al abasto de medio centenar de pequeñas localidades dispersas en toda la cuenca, además de la mencionada extracción directa del cauce aguas arriba, destinada a la zona urbana. El segundo toca a la contaminación provocada por las descargas de aguas residuales, vertidas al cauce principal del río, cuyo origen es básicamente el conjunto de la ciudad de Banderilla y la porción norte de la ciudad de Xalapa: ambas zonas densamente pobladas drenan por pendiente natural hacia su límite de jurisdicción: el río Sedeño.

La combinación de los factores antes mencionados con las condiciones físicas y sociales de los distintos pisos altitudinales define problemáticas específicas. La zona alta agrega el agotamiento de manantiales, un proceso discontinuo de deforestación de bosques templados lo que reduce la capacidad de recarga de los

acuíferos; la zona media cuenta con la mayor captación hídrica pero al mismo tiempo es donde se da la mayor extracción y contaminación, finalmente, la zona baja recoge los efectos de aguas arriba y participa en la extracción para el riego de amplios campos de caña de azúcar.

Las consideraciones anteriores corresponden al POET realizado por Pladeyra S.C. en 1994¹⁵¹ a iniciativa de la entonces SEDERE; este documento se concluyó pero no fue consultado ni publicado.

Los ciudadanos impulsores del rescate del río demandaron desde la firma del Convenio Intermunicipal en 2005¹⁵², la actualización, consulta y decreto correspondiente de este Ordenamiento. En respuesta la Sedema realizó en 2010, a través de Pronatura A.C., la actualización del POET¹⁵³, llevando a cabo únicamente la fase de caracterización.

Objetivos

- Generar un modelo de ordenamiento que resuelva los principales problemas de manejo de recursos en la cuenca del río sedeño, con especial énfasis en el uso, contaminación y tratamiento del agua.
- Presentar un programa integral de uso y manejo de los recursos naturales en el área de ordenamiento ecológico que logre el mejoramiento de la calidad de vida de la población y la protección del medio ambiente, sin menoscabo de las actividades productivas.
- Establecer propuestas para el manejo, protección y conservación del agua y suelo, así como de la flora y fauna silvestres de la cuenca, incluyendo proyectos específicos de desarrollo sustentable.
- Presentar un programa de restauración ecológica de áreas naturales o productivas deterioradas por el manejo inadecuado de la cuenca.

Metodología

Fase Descriptiva

¹⁵¹ Pladeyra. 1994. Programa de ordenamiento... *Op. cit.*

¹⁵² Gobierno del Estado de Veracruz. 2005. Convenio de coordinación... *Op. cit.*

¹⁵³ Pronatura. 2010. Programa de ordenamiento... *Op. cit.*

Se delimitarán y describirán los aspectos físicos, bióticos y socio-económicos, así como la problemática ambiental del área sujeta a ordenamiento.

Fase de Diagnóstico

Se evaluará la situación y problemática actual del río, definiendo las causas que originaron su estado actual. Se realizará un análisis multidisciplinario para obtener un diagnóstico integrado por Unidades de Gestión ambiental, con características físicas, biológicas y sociales comunes.

Serán identificadas las áreas que por sus condiciones de perturbación o su grado de conservación resulten críticas para el funcionamiento adecuado de la cuenca, estableciéndose un orden de prioridades en la resolución de los problemas puntuales: tratamiento de aguas negras o servidas, obras específicas de drenaje, conservación de manantiales y cauces, reforestación, evaluación de las posibilidades agropecuarias con prácticas adecuadas y restauración del suelo o del paisaje, determinación de zonas a conservar, así como proyectos productivos alternativos.

Fase de Pronóstico

Se hará un pronóstico tomando en cuenta aquellos manejos del agua que son de interés para la conservación del medio ambiente y el uso sostenido de los recursos naturales, sin ignorar su utilización local. Se compararan los escenarios actuales y los posibles a corto, mediano y largo plazo en función del crecimiento poblacional. Los aspectos específicos a pronosticar y sus posibles escenarios serían: la contaminación del río, el uso de agua potable así como asociados al Cambio Climático como la pérdida de cubierta forestal, biodiversidad y urbanización desordenada particularmente en las áreas impactadas por la conurbación de Xalapa,

Fase Propositiva

Con base en los resultados obtenidos se propone un programa integral de uso y manejo de los recursos naturales a nivel de Unidades de Gestión Ambiental que permita el mejoramiento de la calidad de vida de la población y la protección del medio ambiente, sin menoscabo de las actividades productivas.

Resultados esperados

Un POET que defina estrategias generales, políticas ecológicas con líneas de acción específica a nivel de Unidades de Gestión Ambiental y general de la cuenca.

Actividad	Monto
Actualización del POET (diagnóstico, pronóstico y propuesta)	\$ 1'000,000.00
Programa de manejo	\$ 100,000.00
TOTAL	\$ 1'100,000.00

4.3.2 Programa de agua, saneamiento y sustentabilidad de la Cuenca del Río Sedeño¹⁵⁴

Introducción

En el marco del Convenio de Coordinación Intermunicipal para el Rescate y Sustentabilidad de la Cuenca del Río Sedeño, el Consejo del Sistema Veracruzano del Agua (CSVA) generó 3 documentos de referencia, los cuales se enlistan a continuación:

- Balance hidráulico de la cuenca del río Sedeño.¹⁵⁵
- Diagnóstico de la calidad del agua en la subcuenca del río Sedeño¹⁵⁶.
- Plan maestro de saneamiento de la subcuenca del río Sedeño¹⁵⁷.

En dichos documentos, el CSVA plantea que “es fundamental un monitoreo sistemático de los indicadores de la calidad del agua, ya que con ello se garantiza la calidad para el desarrollo sustentable de la población”.

¹⁵⁴ Houbron, EP. 2015. Proyecto de agua, saneamiento y sustentabilidad en la cuenca del río Sedeño. Universidad Veracruzana, Coordinación Universitaria para la Sustentabilidad. Red de Colaboración para la Gestión Integrada y Sustentable de la Cuenca del Río Sedeño. Córdoba, Ver.

¹⁵⁵ CSVA. 2007. Balance hidráulico... *Op. cit.*

¹⁵⁶ *Ídem.* 2006. Diagnóstico de la calidad... *Op. cit.*

¹⁵⁷ *Ídem.* 2007. Plan maestro... *Op. cit.*

Uno de los principales problemas encontrados en la parte alta y media de la cuenca del río Sedeño es la falta de infraestructura de medición de la calidad del agua, ya que no existe ninguna estación de medición de la calidad de la Conagua.

Debido a la falta de información por la falta de infraestructura y el no poder llevar a cabo los análisis correspondientes en los puntos propuestos, el CSVA desarrolló un modelo matemático de calidad del agua basado en la ecuación Streeter-Phelps. Dicho modelo se basa exclusivamente en el parámetro DBO_5 , el cual es uno de los principales parámetros considerados por la Conagua para estudios y proyectos.

En esta primera etapa se llevó a cabo el cálculo del DBO_5 esperado en el tramo comprendido desde el nacimiento del río Sedeño hasta las descargas de la ciudad de Banderilla, se seleccionó este lugar ya que en él se encuentra asentada una de las estaciones de calidad del agua de la Conagua (Puente Banderilla) y con ello se pudo comparar la información entregada por el modelo y la información recabada por la estación. El valor promedio de DBO_5 recopilado por la estación en el periodo de estiaje 2002, y 2003, 2004 y 2005 se encuentra en 51 mg/l, mientras que la DBO esperada para ese punto arrojado por el modelo fue de 40.62 mg/l (en el modelo no se incluyeron las colonias de la ciudad de Xalapa que descargan directamente al río Sedeño, ya que no se cuenta con información precisa de la población que descarga de manera directa).

En el modelo de calidad del agua elaborado por el CSVA se segmentó el río Sedeño y sus afluentes de manera que se identificaran los sitios de descargas de las localidades, se identificaron 36 puntos entre descargas, puntos de dilución y degradación, así como puntos de interés por lo que representa el mismo (punto donde se encuentra la fuente de abastecimiento de la ciudad de Banderilla, Ver).

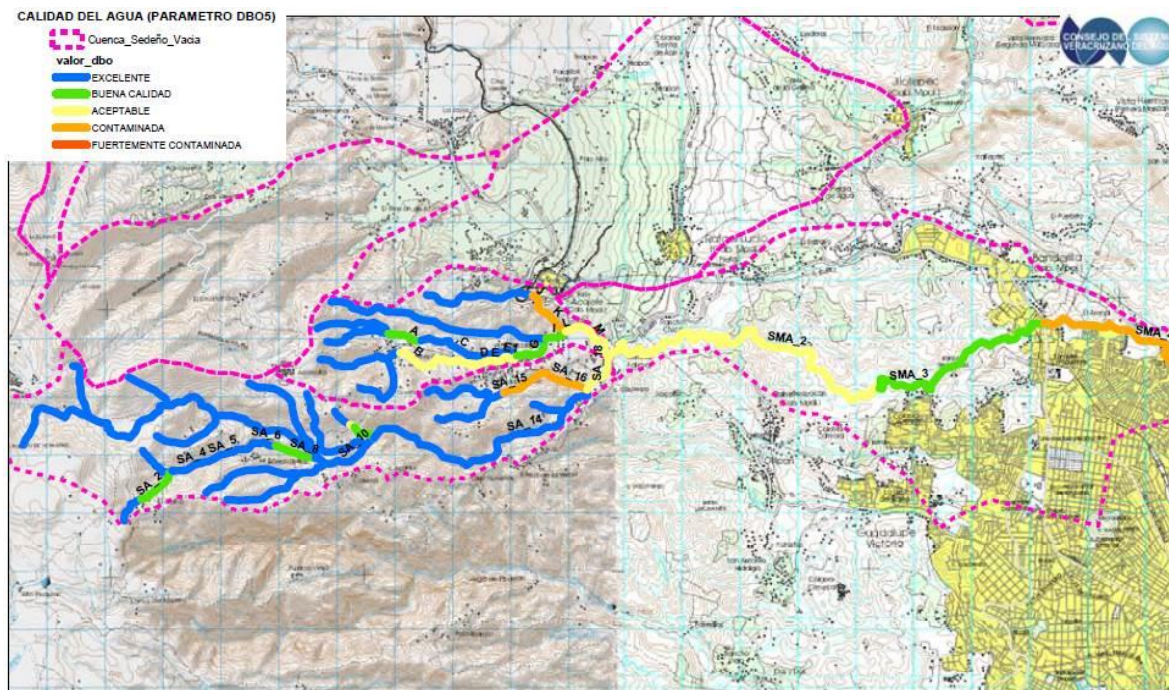


Figura 19. Calidad del Agua en la Cuenca del Río Sedeño (Nacimiento Sedeño – Descarga Banderilla¹⁵⁸).

Mediante datos simulados y cartografía el CSVA pudo evaluar el balance hidráulico en la cuenca así como evaluar la presión de las actividades antropogénicas sobre la subcuenca del río Sedeño. Estos análisis preliminares permitieron establecer como base de trabajo el plan maestro de saneamiento.

Cabe destacar que el presente Plan de Saneamiento se basa en los resultados arrojados en el Modelo Simplificado de Calidad del Agua elaborado para la Cuenca del Río Sedeño, la metodología que se aplicó para proponer la prioridad de las obras fue la siguiente:

- **Identificación de los arroyos que presentan una contaminación considerada como “Contaminada”¹⁵⁹ y “Fuertemente Contaminada”**, considerando la clasificación de la CONAGUA para el parámetro DBO₅, se identificaron ríos y arroyos afluentes al río Sedeño que tienen una concentración de DBO₅ superior a 30 mg/l en el caudal.
- **Simulación de la Calidad del Agua** en función del establecimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales en las localidades que impactan directamente los arroyos y aportan una

¹⁵⁸ Consejo del Sistema Veracruzano del Agua (CSVA). 2006. Diagnóstico de la calidad... *Op. cit.*

¹⁵⁹ *Ídem.* 2006. Diagnóstico de la calidad... *Op. cit.*

concentración de DBO₅ alta. Una vez identificados los puntos de descarga con las mayores concentraciones de DBO₅, se procedió a recalcular la calidad del agua en el modelo nuevamente, pero ahora incluyendo estas descargas ya saneadas a través de una planta de tratamiento¹⁶⁰.

- **Cálculo de los Costos Índices para los proyectos**, utilizando el Sistema de Consulta de Costos Estimados para Proyectos de Infraestructura Hidráulica 2001 de la Comisión Nacional del Agua, se estimó el costo índice para las plantas establecidas en los puntos con mayor contaminación, cabe mencionar que los costos se actualizaron a precios de la segunda quincena de Marzo de 2007.

A partir de eso, el CSVA desarrolló 8 escenarios de remediación y a través del modelo estimaron el impacto positivo sobre la calidad del río desde las zonas altas hasta las zonas bajas.

Una vez que se obtuvo la proyección de población se procedió a calcular la capacidad de la planta necesaria para la población, cabe destacar que el cálculo de la capacidad de la planta fue establecido con base en la población proyectada al 2025, asimismo se consideró una dotación para la población de 185 litros por habitante diarios.

Planta	Gasto (LPS), Año 2025
Acajete	6.50
Mazatepec – Plan de Sedeño	6.08
Banderilla	69.14

Dentro del Plan Maestro de Saneamiento de la Subcuenca del río Sedeño no solo se consideró infraestructura de saneamiento de tipo planta de tratamiento de aguas residuales municipales, como se explicó anteriormente, se proponen diferentes tipos de infraestructura para otras localidades tales como:

- Letrinas ecológicas para la localidad de Puenteceillas,
- Digestión anaeróbica y laguna de oxidación para las zahúrdas de Mazatepec y Plan de Sedeño

¹⁶⁰ *Ídem*. 2007. Plan maestro... Op. cit.

(capacidad 1 032 cerdos),

- Fosa de sedimentación anaeróbica y sistema lagunar para las zahúrdas de Mazatepec y Plan de Sedeño (capacidad 1 032 cerdos).

La infraestructura necesaria para el saneamiento de la subcuenca del Río Sedeño no solo compete a la instalación de plantas de tratamiento de aguas residuales, se debe considerar que en las 3 localidades propuestas para instalar las plantas no existe alcantarillado o drenaje, lo cual representa también un costo elevado. Como parte del saneamiento integral de la cuenca del río Sedeño, y adicional a las plantas se consideró la construcción de:

- Red de atarjeas.
- Subcolectores-colectores e interceptores.
- Emisores (de ser requerido).
- Estaciones de bombeo (de ser requerido).

Finalmente, el CSVA a través de su plan¹⁶¹ propuso que el orden de prioridad sea el siguiente:

1. Construcción de la infraestructura en Mazatepec-Plan de Sedeño (planta de tratamiento de aguas residuales, alcantarillado y biodigestor).
2. Construcción de la infraestructura de alcantarillado y la planta de tratamiento de aguas residuales en la cabecera municipal de Acajete.
3. Construcción de letrinas ecológicas en la localidad de Puenteceillas.
4. Construcción de la infraestructura de alcantarillado y la planta de tratamiento de aguas residuales en la cabecera municipal de Banderilla.

El CSVA avanzó que en materia de infraestructura necesaria para el saneamiento integral de la subcuenca del río Sedeño se requiere \$116'527,583.77.

¹⁶¹ *Ibidem.*

Hoy en día, mediante las acciones del comité de cuenca, la ciudadanía y las autoridades competentes se han emprendido diversas acciones, siendo las principales:

- Saneamiento de aguas residuales mediante construcción de 1 PTAR (Quetzalapan-Sedeño) de 40 l/s, lo que corresponde actualmente a 90 % de las aguas residuales captadas.
- Monitoreo permanente de la calidad del agua por la Conagua entre 2011 y 2014 y un último monitoreo por la agrupación “Global Water Watch” de la Universidad de Alabama (filial local integrada por ciudadanos de Xalapa y Coatepec).
- Infraestructura: construcción de un colector de agua pluvial “Martinica” que alivia inundaciones en la parte alta de Banderilla sobre el Boulevard Xalapa-Banderilla y reintegra agua al cauce así como la construcción y conexión a la PTAR del colector de agua residual, iniciados en 2010 y concluidos en 2015.
- Delimitación, por parte de la Conagua, de la zona federal en el tramo del andador marginal de 2.5 Km. De la futura ANP Parque lineal Quetzalapan-Sedeño. Planeación, construcción y mantenimiento de un andador marginal del río Sedeño de 2.5 km de largo.
- Seguimiento ciudadano al proceso de planeación, construcción y mantenimiento de un andador marginal del río Sedeño de 2.5 km de largo, realizado por el municipio de Xalapa entre 1996 y 2014.
- Identificación y desarrollo de actividades de limpieza de sólidos municipales, reforestación en 2.5 km del andador y composteo de desechos del corte de jardines en el fraccionamiento Lucas Martín (Xalapa, Ver.) desde 2004.
- Desarrollo Sustentable del Río Sedeño, Lucas Martín, A.C. (DSRS), vecinos xalapeños promotores del proceso, lograron la construcción de un puente colgante y formaron un comité de contraloría ciudadana para la supervisión de la construcción de la PTAR y el puente.
- Otras actividades como 2 proyectos de protección del andador, sensibilización cultural, programa de niños vigilantes del río en colaboración con la Universidad Veracruzana, recorridos escolares por el andador, creación de versos sobre el tratamiento de aguas residuales, videos¹⁶² de promoción

¹⁶² Desarrollo Sustentable del Río Sedeño, Lucas Martín, A.C. 2009. Una plática por... Op. cit.; *Ídem*. 2010. Voces del Sedeño.

del río y de las acciones del comité.

- Realización en 2010 de recorrido teatral “Las voces del Sedeño” que incluye versos y música sobre historia, agua y medio ambiente a lo largo del andador propuesto para ANP. También documentado en video producido con recursos del Fondo Federal para la Conmemoración de los Bicentenarios.
- A partir de 2010, la organización ciudadana Desarrollo Sustentable del Río Sedeño, Lucas Martín, A.C. inició una lombricomposta vecinal con desechos orgánicos producto de la separación doméstica, una Azotea Verde (2012) y una hortaliza y lombricomposta en el Kinder Cri Cri de esa localidad. Periódicamente se realizan talleres formativos para esa comunidad (padres, niños y docentes) en el marco de actividades del Núcleo Sedeño de la Red de Agricultura Urbana y Periurbana de Xalapa.
- En 2012 con apoyo del Programa universitario Huerto UV se integró como participante fundador de la Red de Agricultura Urbana y Periurbana de Xalapa, a partir de 2014 participa como núcleo Sedeño con otros vecinos del noreste de la ciudad de Xalapa (Huertos familiares, Huerto Colmena, Huerto Colibrí y Huerto del jardín de niños “Cri-Cri”).
- En 2011, los dos grupos ciudadanos DSRS de Xalapa y Frente Común por Banderilla, A.C. (FCBAC) formalizaron su participación dentro de la Comisión de Operación y Vigilancia del Consejo de Cuenca de los ríos Tuxpan al Jamapa de la Conagua (COVI) constituyéndose oficialmente como órgano auxiliar y Comité de Cuenca del Río Sedeño¹⁶³.

Contexto

La creación del Comité de Cuenca en colaboración con la ciudadanía y las autoridades competentes ha permitido el desarrollo de muchas iniciativas y desarrollo de diversos proyectos.

¿Cuáles son realmente los avances, la pertinencia actual y la factibilidad de ejecución del Plan maestro de saneamiento de la cuenca del río Sedeño?

Para enfrentar de manera ordenada esta realidad podemos definir las varias líneas de acciones necesarias

Op. cit.

¹⁶³ Comisión de Operación y Vigilancia (COVI) del Consejo de Cuenca de los Ríos Tuxpan al Jamapa. 2011. Acta de la 45ª. Sesión. B. del Río, Ver. 25 de febrero de 2011.

para seguir avanzado en el rescate del río Sedeño:

- Diagnóstico y actualización del Plan maestro de saneamiento del río.
- Monitoreo de la calidad del agua de la cuenca.
- Definición de proyectos prioritarios.
- Educación ambiental para la ciudadanía.
- Seguimiento y sistematización de los proyectos y obras en curso.

Objetivos

General:

Continuar con el saneamiento del agua en la cuenca del río Sedeño.

Particulares:

- Diagnosticar el avance y logros y actualizar el *Plan maestro de saneamiento del río Sedeño*.
- Monitorear y evaluar la calidad de agua de la cuenca.
- Plantear, seguir y sistematizar los proyectos y obras hidráulica y de saneamiento de las aguas de la cuenca.
- Desarrollar y establecer un programa de educación ambiental permanente.

Metodología

Los grandes ejes de trabajo se desglosan a continuación:

1. Diagnóstico y actualización del plan maestro de saneamiento del río Sedeño.

Esta etapa consiste en evaluar la evolución real de la cuenca y verificar que las acciones planteadas

en el plan sean todavía de actualidad y apegadas a la realidad. Por otro lado se requiere enlistar las acciones concretas y obras desarrolladas en los últimos años para evaluar el avance real del plan. Esta etapa se desarrollará por las diversas organizaciones ciudadanas, consultorías ambientales especializadas y la Universidad Veracruzana entre otros.

Esta etapa consiste en desarrollar un plan de monitoreo y análisis del agua en la cuenca. En función de las nuevas estructuras, actividades industriales y antropogénica se estimara y se actualizara la carga contaminante estimada en el primer estudio del CSVA. Todas estas operaciones se realizaran mediante la participación de los comités ciudadanos, de expertos, laboratorios de análisis y del sector académico.

3. Plantear, seguir y sistematizar los proyectos y obras hidráulica y de saneamiento de las aguas de la cuenca.

Se diseñara un plan de monitoreo y diagnóstico de la eficiencia de operación de las PTAR y existentes. Se evaluara las propuestas de PTAR a construir. Por otro lado se realizará un seguimiento de avance de todas las obras ligadas a las aguas, como colectores de aguas pluviales y residuales. Todas estas operaciones se realizaran mediante la participación de la ciudadanía, de expertos, laboratorios de análisis y del sector académico.

4. Desarrollar y establecer un programa de educación ambiental permanente.

Esta etapa se aborda en la ficha correspondiente al programa de educación ambiental.

Resultados esperados

- Actualización e índice de avance del Plan maestro de saneamiento de agua de la cuenca.
- Diagnóstico y programa de monitoreo de la calidad del agua de la cuenca.
- Diagnóstico y plan de monitoreo de la eficiencia de operación de la PTAR existente.
- Informe de actividades de educación ambiental.
- Desarrollo de un plan de educación ambiental de la cuenca del río Sedeño.

- Creación de diversos talleres de educación, sensibilización y cuidado del agua.

Desglose financiero

Actividad	Monto	Duración
Diagnóstico y actualización del plan maestro de saneamiento del río Sedeño	\$ 70,000.00	12 meses
Monitorear y evaluar la calidad del agua de la Cuenca	\$ 250,000.00	24 meses
Plantear, seguir y sistematizar los proyectos y obras hidráulica y de saneamiento de las aguas de la cuenca	\$ 160,000.00	24 meses
Desarrollar y establecer un programa de educación ambiental permanente	\$ 125,000.00	24 meses
Total	\$ 605,000.00	

4.3.3 Programa de agroecología¹⁶⁴

Introducción

La degradación de recursos naturales a partir de acciones vinculadas a la producción y consumo de alimentos en el medio rural y urbano se refleja en muchas regiones de nuestro país. La pérdida de biodiversidad y cultura asociada a ella, la generación excesiva de residuos y su mala gestión, el uso indiscriminado de plaguicidas, la contaminación de cuerpos de agua y problemas de salud vinculados a la modificación de hábitos alimentarios hacia un consumo más elevado de productos industrializados son algunas de las causas de este proceso.

El cambio de la dieta a una alimentación más industrializada (con altos contenidos de carbohidratos y

¹⁶⁴ Escalona Aguilar, M. A. 2015. Programa de agroecología. Universidad Veracruzana, Coordinación Universitaria para la Sustentabilidad, Facultad de Ciencias Agrícolas Xalapa, Red de Colaboración para la Gestión Integrada y Sustentable de la Cuenca del Río Sedeño. Xalapa, Ver.

sales) ejerce una presión muy fuerte para los ecosistemas toda vez que para producirlos se utilizan cantidades elevadas de agentes químicos para la producción, transformación y transporte, amén de los residuos que se producen en toda la cadena agroalimentaria. A ello habrá que sumar el impacto que viene produciendo el crecimiento desmesurado de las áreas urbanas, que a su vez demandan una gran cantidad de bienes y producen altas cantidades de residuos, que si no son tratados adecuadamente se convierten en problemas muy serios de contaminación.

Ejemplo de ello, es lo que ocurre en la Cuenca del río Sedeño, en donde hay un impacto de las actividades agropecuarias y de los residuos urbanos, reflejado en problemas de contaminación de sus aguas. En este sentido la generación de alternativas productivas y de consumo con un enfoque agroecológico son una posibilidad para promover una conciencia colectiva y articular un empoderamiento de los actores, que sumados pueden desarrollar prácticas sustentables para la producción de alimentos sin agroquímicos, mejorar y conservar la fertilidad de sus suelos, establecer acciones para la restauración productiva de sus agroecosistemas y de los ecosistemas que se desarrollan en la cuenca.

Así, la línea estratégica sobre agroecología propone sumar las diferentes acciones que se han emprendido a lo largo del tiempo, para promover un acercamiento entre las personas que producen alimentos y los que los consumen y así desarrollar una sinergia que permita la formación de un círculo virtuoso, pudiendo reconocerse como aliados a través de proyectos que se proponen. En este sentido relator especial para el derecho a la alimentación de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), Olivier de Schutter resaltó que “se requiere que los alimentos satisfagan las necesidades de la dieta y que sean aptos para el consumo humano, libres de sustancias nocivas y culturalmente aceptables. La participación de los grupos que padecen inseguridad alimentaria en la elaboración y la ejecución de las políticas que más los afectan es también una dimensión esencial del derecho a la alimentación”.

Contexto

El objetivo de la agroecología, señalan varios autores no es simplemente contribuir para una producción más sustentable, dentro de los mecanismos del desarrollo limpio, o para ocupar nichos de mercado para productos “verdes” dentro de las políticas de globalización económico-ecológica. La idea es contribuir a la construcción de un nuevo paradigma productivo, que muestre la posibilidad de producir con la naturaleza, de generar un modo de producción basado en el potencial ecológico-tecnológico de la naturaleza y de la cultura. Constituyéndose a sí misma como una filosofía del hacer y el decir que sirve

para trabajar conjuntamente realidades locales.

Estos procesos de empoderamiento están ligados a la posibilidad de ir formando redes entre las personas que producen compartiendo sus capacidades tecnológicas, intercambiando experiencias y bienes, aprendiendo inclusive de sus fracasos; redes que se prolongan al proceso de comercialización, estableciendo iniciativas locales de economía solidaria, de alianzas entre productores y consumidores.

La articulación de estas redes de producción y consumo, que fomentan la economía local, que valorizan el trabajo y los productos locales, haciendo que los recursos circulen dentro de las comunidades, promoviendo un círculo virtuoso de generación de ingresos y trabajo en el ámbito local, en donde los objetivos de la superación de pobreza, fortalecimiento de la organización popular, conservación ambiental, reestablecimiento de las relaciones comunitarias de solidaridad, conforman la propuesta desde la agroecología para los dos actores (urbano y rural) a través de la “alianza de los pequeños”, en microespacios públicos autónomos o de proximidad.

En la cuenca del río sedeño hasta ahora se han venido desarrollando algunas actividades que están contribuyendo tanto en el campo, como en la ciudad a generar una reflexión-acción sobre la importancia de los procesos locales de producción y consumo desde un enfoque agroecológico, con la idea de por un lado promover procesos productivos integrales y sistémicos, que no empleen agroquímicos y manejen óptimamente sus residuos y por otra parte contribuir con los consumidores a reflexionar sobre sus hábitos alimenticios y posibles alternativas de consumo menos generadoras de residuos y más sanas. Sin embargo dichas iniciativas se han dado de manera aislada y si bien han dado resultados alentadores, se piensa que al integrarse se potenciarán sus alcances tanto en lo social, como en lo económico y lo ambiental.

Se propone generar un círculo virtuoso que sume e integre las iniciativas que se han venido desarrollando y lograr una articulación entre los saberes desarrollados a partir de la experiencia local y lo que se puede aportar desde la universidad para promover iniciativas sustentables locales.

Objetivo

Articular iniciativas productivas y de consumo, tanto en el ámbito urbano como rural de comunidades aledañas a la cuenca del río sedeño para promover un manejo sustentable de los recursos, una disminución en la generación de residuos y un mejor acceso a alimentos en cantidad y calidad adecuados.

Metodología

1. Realizar un diagnóstico participativo sobre las iniciativas que se han desarrollado o que se vienen implementando para conocer sus resultados, el impacto que han tenido en la comunidad y la forma en que se han articulado con otros proyectos.
2. Organizar talleres de integración y articulación de las iniciativas en torno a tres dimensiones: social, ambiental y técnico-productiva, para construir de forma colectiva la iniciativa agroecológica de la cuenca del río Sedeño.
3. Implementación de unidades demostrativas-experimentales-vivenciales. Se promoverán con productores y consumidores cooperantes el establecimiento de unidades de producción rural y urbana que funcionen como espacios de investigación y aprendizaje de diferentes procesos productivos, entre ellos: Procesos integrales de producción urbana y periurbana de alimentos, Estrategias productivas agroecológicas para la disminución de insumos químicos, aprovechamiento de los residuos de la producción agropecuaria para la elaboración de abonos orgánicos, cafetal diversificado con especies nativas del bosque mesófilo de montaña, restauración ecológica.
4. Para cada uno de los procesos mencionados y de los que puedan surgir a partir de los talleres participativos, se invitará a estudiantes de diferentes carreras para que realicen su servicio social y tesis y con ello se formen en la acción y realidad inmediata, buscando dar solución a problemas que demanda la cuenca y que permitirá dejar información para futuras intervenciones.
5. Desarrollo de talleres de formación en cada uno de los proyectos que se implemente. Se propone la formación de promotores para los procesos productivos sustentables, que a través de talleres adquiera habilidades técnicas y pedagógicas para poder desempeñarse como promotor para sumar a más personas a las iniciativas que se emprendan.
6. Establecimiento de un encuentro de intercambio de experiencias, evaluación y retroalimentación entre las diferentes iniciativas que se vayan desarrollando y así enriquecer el enfoque agroecológico.

Resultados esperados

- Un diagnóstico.
- Una propuesta de plan agroecológico para la producción sustentable de alimentos, a través del manejo integrado de los recursos para una economía justa y la conservación de los recursos.
- Realización de 6 talleres temáticos e integradores en la parte técnico productiva.
- Realización de 4 tesis de licenciatura.
- Realización de 4 manuales o guías sobre el manejo integrado de los recursos en la cuenca del río Sedeño.

Desglose financiero (2015)

Actividad	Monto	Observaciones
Organización de actividades de diagnóstico participativo	\$ 12,000.00	
6 talleres de formación en la siguiente temática: 1) Taller de integración y articulación de las iniciativas agroecológicas en el Sedeño, 2) taller de elaboración de abonos orgánicos a partir de residuos sólidos urbanos, periurbanos y rurales, 3) permacultura y horticultura urbana, 4) Manejo de cafetales diversificados, 5) Alimentación culturalmente significativa, 6) Procesos de producción orgánica de alimentos	\$ 36,000.00	Se estiman que podrán implementarse 6 talleres en el primer año del proyecto.
4 Tesis de licenciatura y posgrado en temas vinculados a los procesos productivos y de consumo que se vayan implementando	\$ 60,000.00	Se incluye apoyo de beca para estudiantes e insumos para sus investigaciones.
6 vídeo documental de cada proceso que se impulse y que presenté resultados concretos que puedan ser replicados en otras áreas de la cuenca	\$ 24,000.00	Se propone un apoyo de \$4,000 pesos para viáticos y desplazamiento del equipo de

		producción, los recursos de producción los aporta la UV.
4 manuales o guías sobre manejo integrado de los recursos para la producción sana de alimentos	\$ 32,000.00	
Total	\$ 164,000.00	

4.3.4 Proyecto: Aplicación de lombricompostaje para el tratamiento de heces porcinas en la localidad de Plan de Sedeño¹⁶⁵

Introducción y Contexto

La producción de ganado porcino es una de las principales actividades productivas debido a que la carne de cerdo es de las más consumidas en México y en el mundo. Los principales productores mundiales de carne de cerdo son China, Europa, Estados Unidos y Brasil. China es el mayor productor, generando más del doble que la Unión Europea, 5 veces más que Estados Unidos y casi 18 veces más que Brasil. Los mayores exportadores de carne de cerdo son la Unión Europea, seguida por Estados Unidos, Canadá y Brasil.

La producción porcina se ha ido modificando con el paso del tiempo y con el avance de la tecnología, encaminado a generar una mayor cantidad de carne; sin embargo, todavía se siguen aplicando los métodos tradicionales de producción porcina el cual es principalmente de traspatio con algunas modificaciones.

El principal problema de la producción porcina de manera intensiva es que generan gran cantidad de contaminantes, con una gran carga orgánica (disminuye el oxígeno disuelto del cuerpo receptor), nitrógeno (nitrógeno orgánico o amoniacal, lo cual eutrofiza los cuerpos a los que se vierte), gases de efecto invernadero (metano y dióxido de carbono), así como ácido sulfhídrico y monóxido de carbono¹⁶⁶.

¹⁶⁵ García González, G. y Leal Ascencio, M.T. 2015. Aplicación de lombricompostaje para el tratamiento de heces porcinas en la localidad de Plan de Sedeño. Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Químicas Xalapa, Red de Colaboración para la Gestión Integrada y Sustentable de la Cuenca del Río Sedeño. Xalapa, Ver.

¹⁶⁶ Quiles, A. y Hevia, M.L. 2004. Medio ambiente en las granjas porcinas: control de gases y olores. . Producción Animal 202: 21-34. Citado en: García González, G. y Leal Ascencio, M.T. 2015. Aplicación de lombricompostaje... *Op. cit.*

Debido a que es importante reducir o eliminar los contaminantes que se generan en la producción porcina es que se han desarrollado varias técnicas de manejo de residuos líquidos y sólidos. Entre ellos están el composteo, que consiste en dejar los residuos a que se degraden con el tiempo, o el uso de biodigestores para producir biogás. El problema de este tratamiento es que requiere de tener estricto control de las variables temperatura y tiempo de retención hidráulica. En virtud de que el tratamiento es largo los tiempos de retención se vuelven muy grandes lo que trae consigo que se requieran grandes volúmenes, el factor que es también muy importante es la temperatura ya que en cuanto más alta sea esta, más rápida ha de ser la digestión, la temperatura óptima es de 36°C, pero por desgracia resulta muy difícil se cumpla esta condición.

Estas restricciones, entre otras, han promovido que se proponga al vermicomposteo como solución a la disposición de los residuos porcinos en la comunidad de Plan de Sedeño. Este método de tratamiento puede ser más rápido que el composteo y la digestión anaerobia, lo único que se requiere es una materia para estabilizar y para que absorba los residuos líquidos del estiércol. Debido a que la localidad en la que se plantea la alternativa es una comunidad maderera, con residuo de aserrín, se ha elegido este material como la parte estabilizadora y al mismo tiempo como la fuente de carbono.

La relevancia de esta alternativa estriba en el hecho de que resuelve el manejo de dos residuos para obtener un producto que se puede comerciar, el producto sería vermicomposta y lombriz. En el presente trabajo se llevará en módulo demostrativo a la comunidad de Plan de Sedeño el proceso de obtención de composta a partir del estiércol de cerdo y aserrín.

Objetivo

General

Demostrar en módulo el vermicomposteo como alternativa de tratamiento de los residuos de las granjas porcinas de la localidad de Plan de Sedeño.

Objetivos Particulares

- Implementar en módulo demostrativo el tratamiento de heces porcinas con aserrín.
- Demostrar el manejo de los residuos con la lombriz *Eisenia foetida*.
- Monitorear la adaptación y crecimiento de la lombriz roja californiana en las mezclas estiércol-

aserrín.

- Demostrar la viabilidad del tratamiento de vermicomposta como un abono orgánico.

Metodología

Se intentará tener un lugar cubierto de la lluvia principalmente. Una vez que se tenga el sitio adecuado, se procederá a implementar cajones con madera, bambú o huacales de dimensiones aproximadas de 0.5 m de ancho, 1.5 m de largo y 0.5 m de profundidad. Se implementará el tratamiento con la proporción correcta y se demostrará el manejo adecuado de la mezcla. Las mezclas se tendrán 15 días en precomposteo con la mayor protección posible para que se alcance una alta temperatura en el interior y así puedan eliminarse organismos patógenos.

Una vez cumplidos los quince días se procederá a agregar las lombrices *Eisenia foetida* para que empiecen a degradar los residuos. Se enseñará a los productores interesados el proceso de volteo, importante para la aireación de las lombrices. Se mostrará el seguimiento del proceso que se puede hacer mediante la norma NMX-FF-109-SCFI-2007 “Humus de lombriz (lombricomposta) - Especificaciones y métodos de prueba”¹⁶⁷.

Desglose financiero (2015)

Material	Monto
4 bieldos	\$ 560.00
4 palas cuadradas	\$ 160.00
2 carretillas	\$ 1,140.00
2 lonas Everbilt 5X5	\$ 240.00
10 cajas agrícolas o huacales	\$ 250.00
10 sacos de aserrín	\$ 40.00

¹⁶⁷ NMX-FF-109-SCFI-2007. Humus de lombriz (lombricomposta) – Especificaciones y métodos de prueba. México.

Transporte	\$ 1,200.00
TOTAL	\$ 3,590.00

4.3.5 Proyecto: Restauración del ecosistema ribereño del río Sedeño por medio de sistemas agroforestales¹⁶⁸

Introducción

Los ríos han sido utilizados por el hombre como fuente de recursos y como vía para la eliminación de residuos, causando paulatinamente una mayor contaminación y degradación en la salud de estos ecosistemas. Esta situación es histórica, sin embargo, en las últimas décadas ha empeorado. En el caso de las cuencas urbanizadas, este proceso es aún peor, debido a los mayores cambios en el uso de suelo, la contaminación por materia orgánica y el consecuente enriquecimiento de nutrientes, la presencia de contaminantes y el aumento en la demanda de agua.

Los bosques ribereños son aquellos que se encuentran a los lados de las fuentes de agua y tienen una gran importancia en la calidad y cantidad que pueda utilizarse. Estos bosques ayudan a estabilizar los cauces de los arroyos, reducen la pérdida de agua y mantienen más fresca su temperatura, conservan biodiversidad muy específica, disminuyen la erosión y atenúan los impactos producidos por los cambios en los usos de suelo presentes en la zona. Sin embargo, a pesar de su gran utilidad, estos bosques son frecuentemente explotados debido a su cercanía a las fuentes de agua y a su gran productividad potencial.

La restauración de estos bosques ribereños es fundamental para mejorar las condiciones los ríos. Sin embargo, esta restauración debe hacerse involucrando a las comunidades cercanas, al ser éstas las que directamente utilizan estos espacios. En este sentido el establecimiento de sistemas agroforestales, que combinen especies de importancia ecológica como hábitat para otras especies, con frutales comestibles que la gente pueda aprovechar se propone como una estrategia de restauración con mayor posibilidad de

¹⁶⁸ Cerdán, C. A. 2015. Restauración del ecosistema ribereño del río Sedeño por medio de sistemas agroforestales. Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Agrícolas, Red de Colaboración para la Gestión Integrada y Sustentable de la Cuenca del Río Sedeño. Xalapa, Ver.

tener arraigo entre la comunidad.

Contexto

La asociación civil pro rescate del río Sedeño¹⁶⁹ ha trabajado por casi dos décadas en la recuperación de la calidad de agua en la zona entre Xalapa y Banderilla. Su trabajo no sólo se ha centrado en el recurso hídrico, sino también en un manejo integral de la cuenca, involucrando a la población civil, la academia y las autoridades políticas. En este trabajo de gestión, han conseguido que un predio aledaño al río, de aproximadamente 2 hectáreas, sea considerada como área de restauración y conservación ecológica por parte del Ayuntamiento de Xalapa.

Actualmente este predio se encuentra con poca cobertura arbórea, habiendo espacio y condiciones para aumentarla por medio de la inclusión de árboles nativos y comestibles. La Asociación Civil Pro-Rescate del Río Sedeño, aliada con académicos de la Universidad Veracruzana, propone restaurar este predio por medio del establecimiento de un sistema agroforestal, que sirva tanto para aumentar la complejidad de la vegetación, como para crear un espacio natural de esparcimiento para las familias cercanas.

Objetivo

Recuperar un predio de 1.3 hectáreas aledaño al Río Sedeño para restaurar la vegetación y establecer un sistema agroforestal diversificado que cumpla con las funciones ecológicas de un bosque ribereño y que al mismo tiempo sea un espacio de esparcimiento social para la comunidad.

Resultados esperados

- Área de 1.3 hectáreas recuperada con especies nativas y comestibles, así como cafetos en el estrato arbustivo.
- Sendero interpretativo con especies identificadas y con explicación de usos comestibles y medicinales.

¹⁶⁹ Desarrollo Sustentable del río Sedeño, Lucas Martín, A.C.

Actividad	Monto
Herramientas (carretilla, palas, cavahoyos, machetes, cubetas)	\$ 5,000.00
Material biológico – árboles y arbustos (algunas especies se consiguen en donación, pero otras no): se podría comprar en el vivero de Pro-Natura unos 200 individuos, a 25 pesos	\$ 5,000.00
Material de papelería (para señalética, el etiquetado y la realización del sendero interpretativo)	\$ 3,000.00
Total	\$ 13,000.00

4.3.6 Programa de Áreas Naturales Protegidas: Parque Lineal Quetzalapan-Sedeño (PLQS), ANP La Martinica (LM), ANP El Palenquillo (EP)¹⁷⁰

Introducción

Una línea de este programa de gestión para alcanzar la sustentabilidad en la cuenca del río Sedeño es la preservación de espacios con valor ecológico, como Áreas Naturales Protegidas ya que son reservas de servicios ambientales, destacadamente agua y biodiversidad y son estratégicas en la mitigación del Cambio Climático. En particular las 8 hectáreas del corredor ripario que se pretenden decretar como PLQS, La Martinica con 52 hectáreas decretadas en 2010, tras larga gestión ciudadana, y El Palenquillo, área protegida del orden municipal en torno al manantial del mismo nombre, decretada como “Parque Ecológico Municipal” el 18 de octubre de 2014 con 5 hectáreas, son tres ejemplos de los valores naturales referidos; igualmente son similares por las amenazas y deterioro propiciado por el crecimiento urbano de Xalapa en los últimos 40 años, y finalmente son también evidencia de que es posible su recuperación en un ejercicio de gobernanza por iniciativa ciudadana y corresponsabilidad gubernamental de los tres

¹⁷⁰ Vázquez A, F. R. 2015. Áreas Naturales Protegidas: Parque Lineal Quetzalapan-Sedeño (PLQS), ANP La Martinica (LM), ANP El Palenquillo (EP). Comité de Cuenca del Río Sedeño. Xalapa, Ver.

órdenes de gobierno, plasmada en un ejemplar convenio¹⁷¹ como una apuesta viable para la recuperación de la cuenca y la construcción de vías hacia una metrópoli sustentable.

Contexto

Parque Lineal Quetzalapan-Sedeño (PLQS). El área de 8 Ha. corresponde a la zona federal y límite municipal entre Xalapa y Banderilla en la cuenca media del río Sedeño (1,440 msnm). Conserva un remanente de Bosque de Niebla y vegetación de galería a lo largo del cauce, y es recordada por lugareños como espacio de paseo y recreación familiar hace más de 40 años. En los años 70 empezó a recibir la descarga residual de dos canales a cielo abierto de la cabecera municipal de Banderilla así como basura doméstica. En 1996 el municipio de Xalapa construyó un andador escénico para visibilizar los valores del lugar por recomendación del POET no publicado¹⁷² y desde esas fechas vecinos recién asentados en el fraccionamiento de la ex hacienda Lucas Martín de origen colonial, iniciaron su recuperación mediante la firma del Convenio Intermunicipal referido, realizando acciones de saneamiento y tratamiento de aguas residuales, reforestación, agricultura urbana y educación ambiental en torno a la revaloración del río.

En el caso de **La Martinica (LM)** tras 10 años de gestión de los vecinos del Frente Común por Banderilla, A.C. para lograr finalmente el decreto estatal como ANP el área requiere hoy de acercar su administración a la Sedema, Municipio y sus promotores iniciales, los ciudadanos para asegurar acceso y participación en la gestión de esa unidad territorial y cumplir uno de sus propósitos centrales: hacer partícipe a la comunidad local y externa de la valoración y preservación como un espacio de educación y conservación ambiental.

El Palenquillo (EP) es uno de los numerosos manantiales de la cuenca y tiene al menos mil usuarios entre las familias banderillenses. Ahí la presión por el cambio de uso del suelo y el asentamiento irregular gravita sobre su área de recarga. Los usuarios organizados en Patronato lograron de la autoridad municipal en el pasado reciente la declaratoria como ANP. En este momento las tareas urgentes ahí pasan por la delimitación física que proteja esta fuente y asegure el abasto en una zona no exenta de tandeos periódicos en estiajes severos a pesar de su régimen de precipitación abundante (1,200 mm).

¹⁷¹ Gobierno del Estado de Veracruz. 2005. Convenio Intermunicipal... *Op. cit.*

¹⁷² Pladeyra. 1994. *Op. cit.*

Objetivo

Los objetivos para estos tres sitios coinciden en la consolidación legal y de gestión entre autoridades y ciudadanos organizados que permita cumplir con los propósitos centrales de conservación, aprovechamiento ordenado de acuerdo a programas de manejo y la práctica educativa para activar la participación ciudadana en torno a ellos.

Metodología

En el caso de **PLQS** debe mantenerse el proceso de saneamiento de aguas y residuos; debe también completarse su protección jurídica y técnica con la declaratoria como ANP y su Programa de Manejo; en lo físico deben rehabilitarse deslaves y puente colgante así como establecer el mecanismo de gestión que permita corresponsabilizar a Sociedad y Gobierno en la debida administración del Parque Lineal. Deben mantenerse prácticas vecinales y escolares (particularmente el jardín de niños “Cri-cri”) de agricultura urbana en torno a la Red de Agricultura Urbana y Periurbana de Xalapa a través del Núcleo Sedeño. Debe continuarse así mismo el Cafetal para la restauración del Bosque mesófilo que se realiza con la UV. También debe sistematizarse el ejercicio periódico de recorridos teatrales “Voces del Sedeño” bajo un guión de sendero interpretativo participativo para diversos grupos de edades e intereses que lo visiten. Todas estas son acciones abordables en el 2015. La perspectiva de mediano plazo es preservar este espacio y transformarlo en un sitio de convivencia y aprendizaje hacia la sustentabilidad como **PLQS** que permita compartir la experiencia e impulsarlo como acción piloto hacia un futuro corredor biológico (reserva archipiélago) para la metrópoli xalapeña como propone el gobierno estatal en reciente decreto (5 de enero de 2015)¹⁷³.

Para **LM** es necesario recuperar para el ámbito municipal (autoridad y ciudadanos organizados) la gestión del área en coordinación con la Sedema así como asegurar formal y físicamente el territorio del área y reforzar el consenso local en torno a ella.

Así mismo debe iniciarse la visita ordenada y sistemática del área de acuerdo a su Programa de Manejo y Sendero Interpretativo correspondiente aprovechando la experiencia de “Voces del Sedeño” en el **PLQS**. Estas acciones formarían parte del programa inmediato una vez resuelta la competencia local-estatal sobre la gestión del sitio.

¹⁷³ Gobierno del Estado de Veracruz. 2015. Decreto por el que se declara... *Op. cit.*

En **EP** igualmente debe asegurarse la definición legal del territorio ocupado por el área como tarea inmediata y deben realizarse acciones de sensibilización ambiental para incorporar a la población en talleres con prácticas de delimitación con “cercos verdes” que visibilicen su delimitación y refuercen el consenso y defensa local del Manantial.

Resultados esperados

“Parque Lineal Quetzalapan-Sedeño”, Xalapa, Banderilla:

- Declaratoria estatal.
- Incorporación del polígono decretado a la Reserva Archipiélago de Xalapa¹⁷⁴.
- Programa de Manejo de la ANP.
- Delimitación física de la Zona Federal.
- Instalación de señalética del Programa de Manejo de la ANP.
- Definir alternativas de vigilancia y mantenimiento para la ANP.
- Gestionar PET 2015 para limpieza y colocación de mojoneras de la Zona Federal.
- Instalación del Espacio Público de Cultura del Agua, bodega y oficina del Comité de Cuenca

ANP La Martinica, Banderilla:

- Oficializar delimitación del polígono de la ANP.
- Incorporación del polígono decretado a la Reserva Archipiélago de Xalapa¹⁷⁵.
- Definir una forma de gestión que involucre a Sedema, Municipio y ciudadanía organizada.

¹⁷⁴ *Ibidem.*

¹⁷⁵ *Ibidem.*

- Iniciar aplicación del Programa de Manejo.

ANP El Palenquillo, Banderilla:

- Decretarla como ANP Estatal.
- Incorporación del polígono decretado a la Reserva Archipiélago de Xalapa¹⁷⁶.
- Delimitar con cerco verde y reforestar área del decreto municipal como ANP y área de recarga del manantial.

Desglose financiero (2015)

“Parque Lineal Quetzalapan-Sedeño”, Xalapa, Banderilla:

Actividad	Monto
Programa de Manejo de la ANP	\$ 100,000.00
Reconstrucción de un tramo del muro marginal del andador	\$ 65,000.00
Reparación del puente colgante	\$ 50,000.00
Construcción de Espacio Cultura del Agua (Bodega y Oficina)*	-----
Instalación de señalética del programa de manejo de la ANP	\$ 5,000.00
Instalación de compostero cilíndrico para hojarasca	\$ 600.00
Total	\$ 220,600.00

**El importe del espacio de Cultura del Agua se incluye en Educación Ambiental*

¹⁷⁶ *Ibidem.*

4.3.7 Programa de educación ambiental¹⁷⁷

Introducción

La sensibilización de la comunidad sobre el estado del ambiente es indispensable para encontrar un camino que lleve hacia la superación de su problemática, y a la responsabilidad individual y colectiva para hacerse cargo de su futuro y el de su entorno.

Consideramos que “Hoy en día, la Educación Ambiental se entiende como educación para la acción, desde una perspectiva compleja e interdisciplinar que parte de la vida cotidiana en el contexto de los procesos formativos, y que pretende fomentar el compromiso (individual y colectivo) para el cambio social, cultural y económico que permita encarar la crisis ecológica”¹⁷⁸.

Desde hace más de 15 años, vecinos de Xalapa y Banderilla, en Veracruz, han estado empeñados en el “rescate del río Sedeño” y desde el inicio se ha considerado la pertinencia de la educación ambiental y de la participación vecinal y ciudadana para alcanzar este propósito. El Programa de Gestión de la Cuenca del Río Sedeño es un espacio privilegiado para consolidar los avances logrados y emprender en el marco de esta Red con la Universidad Veracruzana y diversos actores, la gestión integrada y compartida del agua y medio ambiente para la sustentabilidad de la Cuenca.

Contexto

Dentro del proceso para el rescate del río y el cuidado de su entorno, han sido variadas las acciones de educación ambiental que se han emprendido: talleres para Niños Vigilantes del Río en el Fraccionamiento Lucas Martín con apoyo de padres, maestros y estudiantes de la Facultad de Biología de la Universidad Veracruzana, recorridos por el andador del río con alumnos de primaria de las escuelas aledañas guiados por estudiantes y vecinos, reforestación de las márgenes del río con participación de vecinos, estudiantes, scouts y otros voluntarios. También hubo “kermés ecológica” y el recorrido “Voces del Sedeño, donde, a través de música y teatro se trató de buscar la sensibilización y participación de la

¹⁷⁷ Suárez O., A. L. y Jiménez M., G. A. 2015. Programa de educación ambiental. Comité de Cuenca del Río Sedeño. Xalapa, Ver.

¹⁷⁸ López García, D. 2008. Agroecología y educación ambiental. Programa de formación para educadores ambientales 2008. Junta de Andalucía, Sevilla.

población en el cuidado del río.

El entonces Patronato para el rescate del río, organizó en Lucas Martín, la separación de desechos, principalmente los orgánicos, para la producción de lombricomposta por parte de Sembradores A.C.

Posteriormente, con apoyo de la Facultad de Agronomía de la Universidad Veracruzana y del Municipio de Xalapa, se organizaron talleres para el establecimiento de una lombricomposta vecinal y para la siembra de hortalizas en casa y en el jardín de niños.

El trabajo y los resultados son innegables, sin embargo, tras 15 años, el alcance en cuanto a la participación de la sociedad es limitado. Se requiere avanzar con la comunidad en la limpieza y conservación del río, de los manantiales, de las áreas protegidas y en general del entorno, por medio de la formación de actitudes y aptitudes que propicien un cambio en la vida cotidiana que lleve a una nueva relación armónica entre la comunidad, sociedad y ecosistema retomando y extendiendo acciones para reflexionar y actuar en torno al consumo, emisión de residuos y a la posibilidad de disfrute y convivencia que representa una vida y entorno sustentables.

Objetivo

General: Consolidar y extender las prácticas que permitan la conservación y protección del entorno ecológico de la cuenca del Río Sedeño para mejorar la calidad de vida de sus habitantes, a través una relación sustentable entre el hombre y la naturaleza.

Específicos:

1. Promover entre vecinos y estudiantes de escuelas aledañas, la separación de residuos sólidos y la reducción de estos por medio de la producción de compostas o lombricompostas con desechos de cocina y de jardín.
2. Consolidar las áreas naturales protegidas buscando ampliar y profundizar el consenso social y su apropiación por parte de vecinos, usuarios y ciudadanía en general al reconocer estos espacios como un patrimonio.
3. Establecer un espacio para el desarrollo de actividades de reflexión-acción-convivencia que permita compartir con los vecinos e interesados, prácticas y conocimientos para la

sustentabilidad.

Metodología

Se trabajará de forma paralela para cumplir los 3 objetivos:

Objetivo 1:

1. Se emprenderá un trabajo de acercamiento con vecinos y escuelas aledañas para presentar el avance en torno al rescate del Río Sedeño y se proyectará la cápsula informativa “La lombricomposta vecinal en Lucas Martín” producida por TV-UV.
2. Se organizarán visitas a la composta a la lombricomposta vecinal haciendo énfasis en el círculo consumo- desechos-compostas o lombricompostas-huertos.
3. Se promoverá el establecimiento de una lombricomposta o composta en escuelas y domicilios vecinales definiendo calendario de actividades y responsables.

Objetivo 2:

1. Se realizarán 4 recorridos “Voces del Sedeño” 3 en el andador marginal del río correspondiente al municipio de Xalapa y 1 en el andador y puente antiguo del río en el municipio de Banderilla.
2. Se realizarán 2 visitas-recorridos a la ANP La Martinica en Banderilla con vecinos y estudiantes.
3. Se realizará 1 taller con usuarios del Manantial El Palenquillo y vecinos de Banderilla sobre los valores y preservación de esta fuente con práctica de reforestación iniciando el lindero verde de esta ANP Municipal.

Objetivo 3:

1. Se realizarán los estudios y las gestiones pertinentes para el establecimiento de un módulo educativo en la ribera del Río Sedeño dentro del fraccionamiento Lucas Martín.
2. Se construirán instalaciones (Espacio de Cultura del Agua del río Sedeño) para desarrollar las

actividades de difusión y promoción de prácticas y técnicas amigables con el entorno.

Resultados esperados

- Establecimiento de 2 compostas o lombricompostas escolares que muestren la minimización de residuos sólidos orgánicos que se destinan al camión de la basura.
- Establecimiento de 3 compostas o lombricompostas en casas de vecinos que muestren la opción práctica de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos que se generan dentro del hogar.
- 4 recorridos “Voces del Sedeño” para ampliar el consenso y la participación social
- 1 Taller y siembra de lindero verde en la ANP “El Palenquillo”.
- Construcción del Espacio de Cultura del Agua del Río Sedeño.

25

Desglose financiero (2015)

Actividad	Monto	Justificación
Talleres	\$ 3,000.00	Material didáctico e informativo, equipo y herramientas.
Recorridos	\$ 40,000.00	Investigación y honorarios artistas.
Infraestructura	\$ 100,000.00	Construcción de módulo para la operación de actividades de difusión de educación ambiental: Espacio de cultura del agua (oficina y bodega) del río Sedeño.
Total	\$ 143,000.00	

4.3.8 Programa de gobernanza y sustentabilidad en la cuenca del río Sedeño¹⁷⁹

Introducción

El conjunto de acciones de remediación ambiental: Estudios y proyectos, obras, Educación, Saneamiento, conservación y restauración del río y su entorno son un ejercicio de gobernanza entre los tres órdenes de gobierno y la sociedad organizada aprovechando espacios de participación previstos por la ley como los Consejos de Cuenca y de Desarrollo Sustentable y aun creando otros como el Convenio Intermunicipal para Rescate y Sustentabilidad de la Cuenca del río Sedeño.

25

Contexto

La viabilidad para concertar las decisiones y seguimiento al “Rescate del río Sedeño” requieren de una plataforma permanente de negociación entre actores que será atendida como componente de gobernanza indispensable para alcanzar los objetivos de este Programa de Gestión

Objetivo

Mantener vigentes estos espacios de cogestión y aplicar estos principios de responsabilidad compartida en la muy diversa temática de las acciones y espacios de negociación de las decisiones y su ejecución.

Metodología

Participación sistemática y aliento a la dinámica de estos espacios y marcos diversos de negociación para cumplimiento del Programa de Gestión.

Resultados esperados

Realización del Foro Sedeño, Ratificación Convenio intermunicipal, Firma del Convenio para Red CoSustentaUV-Comité de Cuenca Sedeño.

¹⁷⁹ Vázquez A, F. R. 2015. Gobernanza y sustentabilidad en la cuenca del río Sedeño. Comité de Cuenca del Río Sedeño. Xalapa, Ver.

Desglose financiero

El Foro Sedeño se incluye abajo como proyecto específico. En el caso de las firmas de ambos convenios, los requerimientos se definirán en su oportunidad.

4.3.9 Proyecto: Identificación y sistematización de las acciones y experiencias de sustentabilidad y gestión de recursos en la cuenca del río Sedeño¹⁸⁰

25

Introducción

Si bien sabemos que a lo largo de los años ha habido distintas iniciativas, acciones, proyectos y programas encaminados al rescate, mejora, restauración o conservación del Río Sedeño, se ha identificado la necesidad de documentar cada una de estas experiencias, de modo que se cuente con un registro detallado que sirva como evidencia de lo que se ha hecho en la cuenca del río Sedeño y de las capacidades de organización, gobernanza y colaboración intersectorial entre la sociedad civil, la academia, el sector privado y los tres niveles de gobierno. Es a partir de esto, y como parte de la colaboración entre el Comité de cuenca del río Sedeño y la Universidad Veracruzana, que se plantea una línea de acción enfocada a identificar y sistematizar dichas experiencias.

Objetivo

Conocer las experiencias de trabajo de restauración, conservación, manejo sustentable, identidad cultural y formación de comunidad, entre otros, en la cuenca del río Sedeño para que, a partir de ello, se planteen estrategias para el manejo sustentable de la cuenca.

Metodología

La identificación y sistematización de las acciones y experiencias de sustentabilidad se llevará a cabo en

¹⁸⁰ Pensado Fernández, J. A. 2015. Identificación y sistematización de las acciones y experiencias de sustentabilidad y gestión de recursos en la cuenca del río Sedeño. Universidad Veracruzana, Coordinación Universitaria para la Sustentabilidad. Red de Colaboración para la Gestión Integrada y Sustentable de la Cuenca del Río Sedeño. Xalapa, Ver.

tres etapas:

1. *Recopilación de antecedentes.* Se recopilarán los documentos sobre la cuenca del río Sedeño (informes, estudios, crónicas, planes, etc.) de los que se tenga conocimiento y a los que se tenga acceso. Aunado a esto, se realizará una documentación y sistematización de las distintas acciones realizadas en la cuenca, mediante el uso de fichas técnicas uniformadas. Esta información servirá como base para retroalimentar el programa de gestión.
2. *Organización y realización de un foro.* Se ha iniciado la organización de un foro de sistematización de la experiencia del “rescate” y validación de propuestas del Programa de Gestión, por parte del Comité de Cuenca del Río Sedeño, la Conagua y la Universidad Veracruzana, con la finalidad de conjuntar a los diversos actores que se han involucrado en la restauración, conservación, manejo sustentable, identidad cultural y formación de comunidad, entre otros, en la cuenca del río Sedeño, así como de lograr la ratificación del convenio hacia finales de 2015 y primer semestre de 2016. Dicho foro será realizado en septiembre de 2015 en la Unidad de Servicios Bibliotecarios y de Información (USBI) en la región Xalapa de la Universidad Veracruzana.
3. *Publicación de resultados.* A partir de la información compilada en la primera y segunda etapa, se generarán productos de difusión para distintos públicos (libro para público académico, videos e impresos breves para público en general) sobre las experiencias.

Resultados esperados

Con este proyecto se espera generar una memoria sistematizada de los actores, iniciativas y experiencias que se han realizado alrededor de restauración, conservación, manejo sustentable, identidad cultural y formación de comunidad, entre otros, en la cuenca del río Sedeño.

Dicha memoria será un insumo de gran importancia para desarrollar y operar lo planteado en el presente programa de gestión, para animar futuros procesos de sustentabilidad en la región y para animar la ratificación del Convenio Intermunicipal para el Rescate y Sustentabilidad de la Cuenca del Río Sedeño.

Desglose financiero (2015)

Actividad	Monto	Mes de operación
Sede	\$ 15,000.00	Junio 2015
Ponentes invitados	\$ 12,000.00	Agosto 2015
Materiales e insumos	\$ 500.00	Agosto 2015
Difusión	\$ 300.00	Mayo 2015
Libro (en formato digital y 100 ejemplares impresos)	\$30,000.00	Noviembre 2015
Impresos breves (en versión digital e impresa)	\$2,000.00	Octubre 2015
Total	\$ 59,800.00	

4.4. Alineación con el Programa Nacional Hídrico

A continuación se presenta un resumen de la alineación de los objetivos del presente programa con los objetivos del Programa Nacional Hídrico 2014-2018:

Objetivos del PNH 2014-2018						
Objetivos del Programa de Gestión	Fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua	Incrementar la seguridad hídrica ante sequías e inundaciones	Fortalecer el abastecimiento de agua y el acceso a los servicios de APAS	Incrementar las capacidades técnicas, científicas y tecnológicas del sector	Asegurar el agua para las actividades económicas y financieras de manera sustentable	Consolidar la participación de México en el contexto internacional en materia de agua
Objetivo 1: Impulsar la gestión integrada y compartida del agua para la sustentabilidad de la cuenca del Río Sedeño.	Promover la gestión participativa en la cuenca del río Sedeño en los espacios de participación ciudadana correspondiente en los 3 órdenes de gobierno, proyectos e iniciativas del Comité de la cuenca del río Sedeño.	Restaurar los ecosistemas de la cuenca principalmente de la cuenca alta y media (Bosque de pino, de pino encino y BMM así como de selva baja y humedales en la parte baja) para facilitar la permanencia de	Proponer y promover un Plan para Recarga de Acuíferos en la cuenca alta y media, (localizarlos con apoyo de instituciones del agua, 3 niveles de Gobierno y experiencia local,	Proponer un Programa de capacitación a técnicos operadores del Plan de Recarga de Acuíferos, el cual podría estar dirigido a personal de los municipios o de las localidades que esté vinculado al tema del agua, así como a	Proponer y promover un Plan de Sustentabilidad del Agua para Usos Productivos y de Servicios en la cuenca con énfasis Agroecología y Ecoturismo.	Difundir la Experiencia de Cogestión y Gobernanza de la cuenca del río Sedeño. Difundir las Experiencias de gestión integrada y compartida de Agua, Medioambiente

Objetivos del PNH 2014-2018

Objetivos del Programa de Gestión	Fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua	Incrementar la seguridad hídrica ante sequías e inundaciones	Fortalecer el abastecimiento de agua y el acceso a los servicios de APAS	Incrementar las capacidades técnicas, científicas y tecnológicas del sector	Asegurar el agua para las actividades económicas y financieras de manera sustentable	Consolidar la participación de México en el contexto internacional en materia de agua
	<p>Impulsar la vigencia del Convenio Intermunicipal para el Rescate y Sustentabilidad de la cuenca del río Sedeño vía su ratificación por autoridades y OSC como instrumento de Gobernanza del Agua (cogestión Sociedad Organizada-Autoridad).</p>	<p>nacimientos de agua, así como el control de inundaciones al reducir los escurrimientos superficiales.</p>	<p>CEAS). Actualizar y aplicar un Plan Maestro de Agua y Saneamiento (cuenca media). Diseñar y promover un Plan Maestro para Manejo Integral de Residuos en el ámbito de la cuenca.</p>	<p>patronatos o a comisiones.</p>		<p>y actividades de conservación, producción y servicios en la cuenca del río Sedeño. Realizar periódicamente un foro de sistematización e intercambio de experiencias sobre la gestión de la cuenca del Sedeño.</p>
<p>Objetivo 2:</p>	<p>Realizar acciones para la recarga de</p>	<p>Recuperar –en el mediano plazo-</p>	<p>Incrementar la seguridad de</p>	<p>Monitorear variables climáticas</p>	<p>Elaborar un plan para la promoción</p>	

Objetivos del PNH 2014-2018

Objetivos del Programa de Gestión	Fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua	Incrementar la seguridad hídrica ante sequías e inundaciones	Fortalecer el abastecimiento de agua y el acceso a los servicios de APAS	Incrementar las capacidades técnicas, científicas y tecnológicas del sector	Asegurar el agua para las actividades económicas y financieras de manera sustentable	Consolidar la participación de México en el contexto internacional en materia de agua
<p>Restaurar los ecosistemas principalmente de la cuenca alta y media (bosque de pino, de pino encino y BMM así como de selva baja y humedales en la parte baja) para recuperar volumen y calidad del agua superficial en la cuenca del río Sedeño, así como servicios ecológicos relacionados con Biodiversidad y mitigación de Cambio Climático.</p> <p>Planear y promover la</p>	<p>fuentes de abastecimiento: subterráneas y superficiales y establecer reservas de agua para la protección de los ecosistemas.</p>	<p>volúmenes de agua adecuados para el abasto humano y el mantenimiento de los ecosistemas considerando sobre todo ANP existentes y futuras.</p>	<p>abasto de agua en el futuro y ofrecer una alternativa de abasto a la población usuaria.</p>	<p>y de restauración de ecosistemas mediante la instalación de una estación climatológica.</p> <p>Monitorear la captura de bióxido de carbono mitigante del Cambio Climático instalando una estación de registro.</p> <p>Proponer el Programa de capacitación</p>	<p>y el monitoreo del uso Eficiente del agua en las actividades productivas rurales.</p>	

Objetivos del PNH 2014-2018

Objetivos del Programa de Gestión	Fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua	Incrementar la seguridad hídrica ante sequías e inundaciones	Fortalecer el abastecimiento de agua y el acceso a los servicios de APAS	Incrementar las capacidades técnicas, científicas y tecnológicas del sector	Asegurar el agua para las actividades económicas y financieras de manera sustentable	Consolidar la participación de México en el contexto internacional en materia de agua
protección de espacios naturales con los diversos estatus de conservación previstos por la legislación aplicable y particularmente la delimitación de Zona Federal. (Considerar si estos dos objetivos en una sola línea o separarlos).				correspondiente para operadores del monitoreo.		
Objetivo 3: Impulsar la organización comunitaria urbana, suburbana y rural hacia el mejoramiento ambiental a través de procesos	Fortalecer la conciencia ambiental del agua en las localidades urbanas, suburbanas y rurales de la cuenca (talleres y folletos de Cultura	Planificar y promover el manejo sustentable de los ecosistemas vinculados al agua, a través de talleres.	Fortalecer la conciencia de los usuarios urbanos sobre la problemática ambiental de las áreas de abasto	Formar cuadros técnicos urbanos, suburbanos y rurales con conocimientos básicos sobre restauración y	Promover actividades productivas sostenibles acordes con los objetivos del programa.	

Objetivos del PNH 2014-2018

Objetivos del Programa de Gestión	Fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua	Incrementar la seguridad hídrica ante sequías e inundaciones	Fortalecer el abastecimiento de agua y el acceso a los servicios de APAS	Incrementar las capacidades técnicas, científicas y tecnológicas del sector	Asegurar el agua para las actividades económicas y financieras de manera sustentable	Consolidar la participación de México en el contexto internacional en materia de agua
educativos.	del Agua específicamente diseñados para la población urbana y rural de la cuenca).		de agua (pláticas, página web).	conservación ecológica.		
Objetivo 4: Gestionar fondos diversos destinados a la restauración y la conservación ambiental que apoyen el Programa de Gestión de la cuenca del río Sedeño.	Lograr el financiamiento adecuado para la realización de las acciones del Plan.		Conseguir el aporte de usuarios urbanos del agua para el financiamiento de las acciones del Plan cuyo resultado les beneficie.	Financiar la formación de cuadros técnicos para la aplicación del Programa de Gestión de la cuenca del río Sedeño.		
Objetivo 5: Apoyar la generación de empleo remunerado en las actividades de los	Promover entre los diversos actores la restauración y conservación ambiental en la cuenca como una oportunidad de trabajo y ocupación alternativa a la migración (mediante el Programa de Empleo Temporal).					

Objetivos del PNH 2014-2018

Objetivos del Programa de Gestión	Fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua	Incrementar la seguridad hídrica ante sequías e inundaciones	Fortalecer el abastecimiento de agua y el acceso a los servicios de APAS	Incrementar las capacidades técnicas, científicas y tecnológicas del sector	Asegurar el agua para las actividades económicas y financieras de manera sustentable	Consolidar la participación de México en el contexto internacional en materia de agua
usuarios relacionadas con la implementación de propuestas del Programa de Gestión de la cuenca del río Sedeño.						

4.4.1 Alineación con programación de acciones anuales

A continuación se presenta una alineación de cada objetivo planteado en este Programa de Gestión con los objetivos del Programa Nacional Hídrico 2014-2018, así como las acciones programadas anualmente a corto y mediano plazo (2015 a 2018):

Tabla 33. Alineación del objetivo 1 del programa de gestión con el PNH 2014-2018.

Objetivo 1: Impulsar la gestión integrada y compartida del agua para la sustentabilidad de la cuenca del Río Sedeño.							
Objetivos PNH 2014- 2018	Objetivos del programa de gestión	Línea estratégica/ Proyecto	Acciones	Calendario			
				2015	2016	2017	2018
Fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua.	Promover la gestión participativa en la cuenca del río Sedeño en los espacios de participación ciudadana correspondiente en los 3 órdenes de gobierno, proyectos e iniciativas del Comité de la cuenca del río Sedeño.	Gobernanza/Ratificación del Convenio Intermunicipal para el Rescate y Sustentabilidad de la Cuenca del Río Sedeño	Foro para evaluación participativa y actualización de contenidos y términos del Convenio Intermunicipal.	X			
			Validación con actores institucionales y comunitarios.		X		
			Firma, ratificación y seguimiento.	X	X		
	Impulsar la vigencia del Convenio Intermunicipal para el Rescate y Sustentabilidad de la cuenca del río Sedeño vía su ratificación por autoridades y OSC como instrumento de Gobernanza del Agua (cogestión Sociedad Organizada-Autoridad).	Educación Ambiental	Elaboración de publicaciones: Libro, impresos de divulgación y video para retroalimentación con comunidades, instituciones y público abierto.	X	X	X	X
		Gobernanza	Participación permanente en CC Tuxpan-Jamapa, Consejo Consultivo para el Desarrollo Sustentable y espacios diversos de participación social organizada y actores diversos.	X	X	X	X
Incrementar la	Restaurar los ecosistemas de la cuenca	Áreas Naturales	ANP Parque lineal “Quetzalpan-Sedeño”.				

Objetivo 1: Impulsar la gestión integrada y compartida del agua para la sustentabilidad de la cuenca del Río Sedeño.

Objetivos PNH 2014- 2018	Objetivos del programa de gestión	Línea estratégica/ Proyecto	Acciones	Calendario			
				2015	2016	2017	2018
seguridad hídrica ante sequías e inundaciones.	principalmente de la cuenca alta y media (Bosque de pino, de pino encino y BMM así como de selva baja y humedales en la parte baja) para facilitar la permanencia de nacimientos de agua, así como el control de inundaciones al reducir los escurrimientos superficiales.	Protegidas					
		Saneamiento	Operación PTAR Quetzalapan-Sedeño.	X	X	X	X
			Control de descarga residual en la Col. Lomas de Sedeño.	X	X		
			Terminación de la construcción del colector 6 de julio y canalización descarga residual en ese sitio a sistema de alcantarillado de Xalapa.	X			
			Continuación del colector sanitario la Haciendita (Xalapa-Banderilla) y conducción a futura PTAR en Banderilla Alto.	X	X	X	
			Seguimiento a solución pendiente a descargas domésticas asentamientos irregulares Colonias L.D. Colosio y Antorcha Campesina (Xalapa).	X	X		
		Gobernanza	Seguimiento a decreto, programa de manejo, conservación, mantenimiento y vigilancia.	X	X	X	X
			Definir alternativas de vigilancia, mantenimiento y conservación para la ANP.	X			
		Ordenamiento	Delimitación física de la Zona Federal.	X	X		
			Reconstrucción de un tramo del muro marginal del andador.	X			
			Reparación del puente colgante.	X			
			Instalación de señalética del Programa de	X			

Objetivo 1: Impulsar la gestión integrada y compartida del agua para la sustentabilidad de la cuenca del Río Sedeño.

Objetivos PNH 2014- 2018	Objetivos del programa de gestión	Línea estratégica/ Proyecto	Acciones	Calendario			
				2015	2016	2017	2018
			Manejo de la ANP.				
	Agroecología	Operación del núcleo Sedeño de la Red de Agricultura Urbana y Periurbana: - Huerto Colibrí - Instalar compostero cilíndrico - Lombricomposta vecinal		X	X	X	X
			Red de Agricultura Urbana y Periurbana de Xalapa - Huerto Kinder Cri Cri - 4 Talleres	X	X	X	X
			Seguimiento del cafetal y restauración del bosque ribereño.	X	X	X	X
		Establecimiento de 5 Compostas-Lombricompostas: 2 en escuelas vecinas y 3 familiares con vecinos.	X	X	X	X	
		Educación ambiental	Realizar 3 Recorridos “Voces del Sedeño”.	X	X	X	X
			Instalar y operar un “Espacio público del agua” (salón de usos múltiples y bodega) en coordinación con Conagua y CMAS Xalapa.	X	X	X	X
			Instalar señalética acorde al Programa de Manejo	X	X	X	X

Objetivo 1: Impulsar la gestión integrada y compartida del agua para la sustentabilidad de la cuenca del Río Sedeño.

Objetivos PNH 2014- 2018	Objetivos del programa de gestión	Línea estratégica/ Proyecto	Acciones	Calendario			
				2015	2016	2017	2018
	ANP La Martinica, Banderilla, Ver.		Oficializar la delimitación del polígono de la ANP.	X			
			Definir una forma de gestión que involucre a Sedema, Municipio y ciudadanía organizada.	X			
			Diseñar y realizar un recorrido por sendero interpretativo similar a “Voces del Sedeño” (PLQS).	X	X	X	X
	ANP El Palenquillo, Banderilla		Seguimiento a decreto ANP Estatal	X		X	X
			Delimitar con cerco verde y reforestar área del decreto municipal como ANP y área de recarga del manantial.	X			
			Taller de Sensibilización comunitaria sobre valorización del manantial, ANP y Zona de recarga.	X			
			Módulo de lombricompostaje de excretas porcinas en Plan de Sedeño (Mpio. Acajete): - Promover, instalar y dar seguimiento al módulo. - Taller formativo inicial	X	X		
			Seguimiento tratamiento alternativo al pintado de papa (Dra. Ma. Teresa Leal A. UV-IQ.)	X	X		
			Tesis sobre la propuesta.	X			

Objetivo 1: Impulsar la gestión integrada y compartida del agua para la sustentabilidad de la cuenca del Río Sedeño.

Objetivos PNH 2014- 2018	Objetivos del programa de gestión	Línea estratégica/ Proyecto	Acciones	Calendario			
				2015	2016	2017	2018
Fortalecer el abastecimiento de agua y el acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento (APAS).	Proponer y promover un Plan para Recarga de Acuíferos en la cuenca alta y media, Diseñar y promover un Plan Maestro para Manejo Integral de Residuos en el ámbito de la cuenca.	Agua, saneamiento y sustentabilidad de la cuenca	Actualizar y aplicar un Plan maestro de agua y saneamiento (cuenca alta y media).	X	X	X	X
		Ordenamiento Agroecología	Proponer y promover un Plan para la recarga de acuíferos y protección de manantiales en la cuenca alta y media, (localizarlos con apoyo de instituciones del agua, los 3 niveles de Gobierno y experiencia local comunitaria).	X	X	X	X
Incrementar las capacidades técnicas, científicas y tecnológicas del sector.	Proponer un Programa de capacitación a técnicos operadores del Plan de recarga de acuíferos y protección de manantiales, el cual podría estar dirigido a personal de los municipios o de las localidades que esté vinculado al tema del agua, así como a patronatos o a comisiones municipales.	Agua, saneamiento y sustentabilidad	Acordar realización con apoyo de Conagua, CAEV, CMAS en COVI (CCTuxpan/Jamapa) e IM TA.	X	X	X	X
		Gobernanza Educación ambiental	Definir contenidos, estrategia y programa de talleres participativos.	X	X	X	X
Asegurar el agua para las actividades económicas y financieras de manera	Proponer y promover un Plan de sustentabilidad del agua para usos productivos y de servicios en la cuenca con énfasis en la agroecología y el ecoturismo.	Gobernanza	Acordar realización con apoyo de Conagua, CAEV, CMAS en COVI (CCTuxpan/Jamapa) e IM TA.	X	X	X	X
		Educación ambiental	Definir contenidos, estrategia y programa de talleres participativos.	X	X	X	X

Objetivo 1: Impulsar la gestión integrada y compartida del agua para la sustentabilidad de la cuenca del Río Sedeño.

Objetivos PNH 2014- 2018	Objetivos del programa de gestión	Línea estratégica/ Proyecto	Acciones	Calendario			
				2015	2016	2017	2018
sustentable.							
Consolidar la participación de México en el contexto internacional en materia de agua.	<p>Difundir la experiencia de cogestión y gobernanza de la cuenca del río Sedeño.</p> <p>Difundir las experiencias de gestión integrada y compartida de agua, medioambiente y actividades de conservación, producción y servicios en la cuenca del río Sedeño.</p> <p>Realizar periódicamente un foro de sistematización e intercambio de experiencias sobre la gestión de la cuenca del Sedeño.</p>	<p>Educación ambiental</p> <p>Gobernanza</p>	Elaboración de publicaciones acerca del foro, convenio y experiencias diversas de la gestión del rescate: Libro, impresos de divulgación y video para retroalimentación con comunidades, instituciones y público abierto.	X	X	X	X

Tabla 34. Alineación del objetivo 2 del programa de gestión con el PNH 2014-2018.

Objetivo 2:

- Restaurar los ecosistemas principalmente de la cuenca alta y media (bosque de pino, de pino encino y BMM así como de selva baja y humedales en la parte baja) para recuperar volumen y calidad del agua superficial en la cuenca del río Sedeño, así como servicios ecológicos relacionados con biodiversidad y mitigación de cambio climático.
- Planear y promover la protección de espacios naturales con los diversos estatus de conservación previstos por la legislación aplicable y particularmente la delimitación de Zona Federal.

Objetivos PNH 2014- 2018	Objetivos del programa de gestión	Línea estratégica/Proyecto	Acciones	Calendario				
				2015	2016	2017	2018	
Fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua.	Realizar acciones para la recarga de fuentes de abastecimiento: Subterráneas y superficiales y establecer reservas de agua para la protección de los ecosistemas.	Agroecología	Diagnóstico.	X				
			6 talleres formativos.	X	X			
			4 tesis licenciatura y posgrado.		X	X	X	
		Educación ambiental	4 manuales o guías de manejo integrado y producción sana de alimentos.		X			
			6 videos educativos.		X	X		
		Agroecología	Módulos de lombricompostaje y cafetal ya referidos, así como las ANP igualmente descritas (PLQS, Martinica y Palenquillo).	X	X	X	X	
Áreas Naturales Protegidas								
Incrementar la seguridad hídrica ante sequías e inundaciones.	Recuperar, en el mediano plazo, volúmenes de agua adecuados para el abasto humano y el mantenimiento de los ecosistemas considerando sobre todo ANP	Gobernanza	Plan Maestro de Agua, Saneamiento. *ya referido en Objetivo #1	X	X	X	X	
		Agua, saneamiento y sustentabilidad	Plan de recarga de acuíferos y protección de Manantiales (ya referido en objetivo 1).	X	X	X	X	
		Áreas Naturales	Programas de PLQS, Martinica y Palenquillo	X	X	X	X	

	existentes y futuras.	Protegidas	ya descritos.				
Fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua.	Fortalecer la conciencia ambiental del agua entre el las localidades urbanas, suburbanas y rurales de la cuenca así como en el ámbito institucional (talleres y folletos de cultura del agua específicamente diseñados para la población urbana y rural de la cuenca).	Educación ambiental	Utilización de materiales impresos diversos y videos producidos en el ámbito de gestión del Comité y disponibles para talleres diversos que incluyan siempre la reflexión en torno al tema.	X	X	X	X
Incrementar las capacidades técnicas, científicas y tecnológicas del sector.	Planificar y promover el manejo sustentable de los ecosistemas vinculados al agua, a través de talleres como los incluidos en la propuesta al Cecadesu.	Educación ambiental	Talleres para usuarios diversos en el espacio público del agua o <i>in situ</i> . Para usuarios urbanos, rurales, de todas edades y género utilizando materiales producidos y disponibles.	X	X	X	X
Fortalecer el abastecimiento de agua y el acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento (APAS).	Fortalecer la conciencia de los usuarios urbanos sobre la problemática ambiental de las áreas de abasto de agua (pláticas, página web).	Gobernanza Agua, saneamiento y sustentabilidad	Plan Maestro de Agua, Saneamiento (ya referido en objetivo 1).	X	X	X	X
			Plan de recarga de acuíferos y protección de Manantiales (ya referido en objetivo 1).	X	X	X	X
		Educación ambiental	Talleres para usuarios diversos en el espacio público del agua o <i>in situ</i> . Para usuarios urbanos, rurales, de todas edades y género utilizando materiales producidos y disponibles	X	X	X	X
Incrementar las capacidades	Formar cuadros técnicos urbanos, suburbanos y rurales con	Agua, saneamiento y sustentabilidad	Contenidos del Plan maestro de agua y saneamiento y del Plan de recarga de acuíferos	X	X	X	X

técnicas, científicas y tecnológicas del sector.	conocimientos básicos sobre restauración y conservación ecológica		y protección de manantiales (ya referidos) y formación a personal local a través de talleres (ya mencionados anteriormente).				
--	---	--	--	--	--	--	--

Tabla 35. Alineación del objetivo 3 del programa de gestión con el PNH 2014-2018.

Objetivo 3: Impulsar la organización comunitaria urbana, suburbana y rural hacia el mejoramiento ambiental a través de procesos educativos.							
Objetivos PNH 2014- 2018	Objetivos del programa de gestión	Línea estratégica/ Proyecto	Acciones	Calendario			
				2015	2016	2017	2018
Fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua.	Fortalecer la conciencia ambiental del agua en las localidades urbanas, suburbanas y rurales de la cuenca (talleres y folletos de cultura del agua específicamente diseñados para la población urbana y rural de la cuenca).	Educación ambiental Gobernanza	Realizar talleres de educación ambiental con el apoyo de estudiantes universitarios y el CCR Sedeño.	X	X	X	X
Incrementar la seguridad hídrica ante sequías e inundaciones.	Planificar y promover el manejo sustentable de los ecosistemas vinculados al agua	Investigación	Implementar el PMPMS Xalapa con base en resultados obtenidos por la UV.	X	X	X	X
Fortalecer el abastecimiento de agua y el acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado y	Fortalecer la conciencia de los usuarios urbanos sobre la problemática ambiental de las áreas de abasto de agua (pláticas, página web).	Educación ambiental	Realizar pláticas en torno a la cuenca del río Sedeño, así como recorridos en el mismo.	X	X	X	X

Objetivo 3: Impulsar la organización comunitaria urbana, suburbana y rural hacia el mejoramiento ambiental a través de procesos educativos.

Objetivos PNH 2014- 2018	Objetivos del programa de gestión	Línea estratégica/ Proyecto	Acciones	Calendario			
				2015	2016	2017	2018
saneamiento (APAS).							
Incrementar las capacidades técnicas, científicas y tecnológicas del sector.	Planificar y promover el manejo sustentable de los ecosistemas vinculados al agua, a través de talleres. Formar cuadros técnicos urbanos, suburbanos y rurales con conocimientos básicos sobre restauración y conservación ecológica.	Educación ambiental Agroecología	Promover la colaboración con universidades o tecnológicos para la difusión de la cuenca.	X	X	X	X
Asegurar el agua para las actividades económicas y financieras de manera sustentable.	Promover actividades productivas sostenibles acordes con los objetivos del programa.	Agroecología	Gestionar e impulsar a través de las CMAS los pagos por servicios ambientales forestales e hidrológicos de la cuenca alta, principalmente.	X	X	X	X

Tabla 36. Alineación del objetivo 4 del programa de gestión con el PNH 2014-2018.

Objetivo 4: Gestionar fondos diversos destinados a la restauración y la conservación ambiental que apoyen el Programa de gestión de la cuenca del río Sedeño.							
Objetivos PNH 2014- 2018	Objetivos del programa de gestión	Línea estratégica/ Proyecto	Acciones	Calendario			
				2015	2016	2017	2018
Fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua.	Lograr el financiamiento adecuado para la realización de las acciones del plan.	Gobernanza	Diseño de alternativas de participación financiera de los usuarios en programas de beneficio directo derivados de la planeación para la sustentabilidad del agua en la cuenca ya referida	X	X	X	X
Fortalecer el abastecimiento de agua y el acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento (APAS).	Conseguir el aporte de usuarios urbanos del agua para el financiamiento de las acciones del plan cuyo resultado les beneficie.	Gobernanza Educación ambiental	Talleres de sensibilización y aprovechamiento de espacios de gestión compartida de la Cuenca y con respaldo institucional de los 3 órdenes de gobierno.	X	X	X	X
Incrementar las capacidades técnicas, científicas y tecnológicas del sector.	Buscar financiamientos para la formación de cuadros técnicos para la aplicación del Programa de gestión de la cuenca del río Sedeño.	Gobernanza Educación ambiental	Igual que el anterior.	X	X	X	X

Tabla 37. Alineación del objetivo 5 del programa de gestión con el PNH 2014-2018.

Objetivo 5: Apoyar la generación de empleo remunerado en las actividades de los usuarios relacionadas con la implementación de propuestas del Programa de gestión de la cuenca del río Sedeño.							
Objetivos PNH 2014- 2018	Objetivos del programa de gestión	Línea estratégica/ Proyecto	Acciones	Calendario			
				2015	2016	2017	2018
<p>Fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua.</p> <p>Incrementar la seguridad hídrica ante sequías e inundaciones.</p> <p>Fortalecer el abastecimiento de agua y el acceso a los servicios de APAS.</p> <p>Incrementar las capacidades técnicas, científicas y tecnológicas del sector.</p> <p>Asegurar el agua para las actividades económicas y financieras de manera sustentable.</p>	<p>Promover entre los diversos actores la restauración y conservación ambiental en la cuenca como una oportunidad de trabajo y ocupación alternativa a la migración (por medio del Programa de Empleo Temporal).</p>	<p>Gobernanza</p> <p>Educación ambiental</p>	<p>Diseño de alternativas de participación laboral de los usuarios en la implementación de acciones de restauración y conservación ambiental derivados de la planeación para la sustentabilidad del agua en la cuenca ya referida.</p>	X	X	X	X
			<p>Talleres de sensibilización y aprovechamiento de espacios de gestión compartida de la cuenca y con respaldo institucional de los 3 órdenes de gobierno.</p>	X	X	X	X
<p>Consolidar la participación de</p>	<p>Difundir la experiencia de cogestión y</p>	<p>Gobernanza</p>	<p>Difusión permanente de</p>	X	X	X	X

Objetivo 5: Apoyar la generación de empleo remunerado en las actividades de los usuarios relacionadas con la implementación de propuestas del Programa de gestión de la cuenca del río Sedeño.

Objetivos PNH 2014- 2018	Objetivos del programa de gestión	Línea estratégica/ Proyecto	Acciones	Calendario			
				2015	2016	2017	2018
México en el contexto internacional en materia de agua	<p>gobernanza de la cuenca del río Sedeño.</p> <p>Difundir las experiencias de gestión integrada y compartida de agua, medioambiente y actividades de conservación, producción y servicios en la cuenca del río Sedeño.</p> <p>Realizar periódicamente un foro de sistematización e intercambio de experiencias sobre la gestión de la cuenca del Sedeño.</p>	Educación ambiental	experiencias de gestión en el ámbito de la cuenca entre usuarios, autoridades sociedad organizada y público abierto.				

4.5. Posibles sinergias con la academia y la sociedad civil

Integración de una Red de Colaboración Académica y Vinculación para la Sustentabilidad (ReCAViS), a través de la firma de una carta de intención¹⁸¹ y la posterior firma de un convenio específico acordado por las autoridades correspondientes.

Dicha red está conformada inicialmente por las siguientes organizaciones, cuyas funciones principales se enfocan al desarrollo de un programa general de gestión integral y sustentable del Río Sedeño:

- a) Coordinación Universitaria para la Sustentabilidad de la Universidad Veracruzana (CoSustentaUV).
- b) Comité de Cuenca del Río Sedeño.

El propósito de esta red es promover una cultura de conservación del Río Sedeño; ampliar, con otros actores la Red; asesorar, formular y desarrollar conjuntamente programas y acciones orientados a la administración y gestión integrada y sustentable de las aguas y otros recursos naturales; la preservación de los recursos naturales de la cuenca; promover y expandir el desarrollo, entendimiento y amistad por medio de la estimulación y apoyo de actividades de vinculación e investigación, educativas, profesionales e interculturales; así como el fomento de planes operativos en gestión e investigación, y otras áreas de colaboración sobre las que se acuerde, entre los miembros de los grupos antes mencionados.

Las primeras actividades incluirán, de forma no excluyente, las siguientes:

- a) Reuniones de trabajo e intercambio de experiencias entre los diferentes actores de la red,
- b) Intercambio de información técnica, académica y materiales.
- c) Realización de proyectos de desarrollo integral y sustentable de la cuenca del río Sedeño.
- d) Participación de estudiantes de Licenciatura y Posgrado y académicos para experiencias

¹⁸¹ Coordinación Universitaria para la Sustentabilidad de la Universidad Veracruzana (CoSustentaUV), Comité de Cuenca del Río Sedeño, Comisión Nacional del Agua (Conagua). 2014. Carta de intención para la integración de una red de colaboración para el desarrollo de un programa de gestión del río Sedeño. Firmada el 23 de enero de 2015. Xalapa, Ver.

educativas, desarrollar tesis, talleres, cursos, conferencias, seminarios, simposio y asesorías entre otro.

- e) Participación de los representantes de la sociedad civil en reuniones, talleres, cursos, conferencias, seminarios, simposio, diplomados, formación de maestría y asesorías.
- f) Formulación y desarrollo de un programa de gestión integral y sustentable de la cuenca del río Sedeño, proyectos de investigación asociados y publicaciones a través de las relaciones de los participantes.

La conducción de actividades conjuntas y la planeación para visitas específicas e intercambio, serán dialogadas y acordadas en cada caso específico. Esta carta de intención está sujeta a formalizarse a través de un convenio específico por las autoridades correspondientes en fecha futura, en el lugar y fecha acordada previamente por las partes.

4.5. Montos requeridos

Programa/Proyecto	Monto
Programa de ordenamiento ecológico territorial de la cuenca del río Sedeño	\$ 1,100,000.00
Rescate, saneamiento del agua, y sustentabilidad de la Cuenca del Río Sedeño	\$ 605,000.00
Aplicación de lombricompostaje para el tratamiento de heces porcinas en la localidad de Plan de Sedeño	\$ 3,590.00
Agroecología	\$ 164,000.00
Restauración del ecosistema ribereño del río Sedeño por medio de sistemas agroforestales	\$ 13,000.00
Áreas Naturales Protegidas: Parque Lineal Quetzalapan-Sedeño (PLQS), ANP La Martinica (LM), ANP El Palenquillo” (EP)	\$ 220,600.00

Educación Ambiental	\$ 143,000.00
Identificación y sistematización de las acciones y experiencias de sustentabilidad y gestión de recursos en la Cuenca del Río Sedeño	\$ 59,800.00
TOTAL	2'308,990.00

4.6. Posibles fuentes de financiamiento

Además de la Comisión Nacional del Agua (Conagua): Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), Comisión Nacional Forestal (Conafor), Comisión del Agua del Estado de Veracruz (CAEV), Comisiones Municipales de Agua y Saneamiento (CMAS), Programa de Apoyo a las Culturas Municipales y Comunitarias (Pacmyc), Consejos de Cuenca de los Ríos Tuxpan al Jamapa, donatarios del sector agua, entre otros.

4.7. Calendario de actividades

Las actividades programadas en una primera etapa corresponden al periodo 2015-2016¹⁸².

Tema	Actividades	Calendario
Red CoSustentaUV- Comité de Cuenca Río Sedeño	Foro Experiencias del Rescate de la Cuenca del Río Sedeño	Septiembre
	Publicación de un libro sobre resultados del Foro	Noviembre - Marzo
	Producción de video y materiales gráficos de difusión a público abierto	Noviembre - Marzo

¹⁸² La programación de 2016 a 2018 puede consultarse en el apartado 4.4.1 Alineación con programación de acciones anuales.

Tema	Actividades	Calendario
	Inclusión de resultados del Foro en el Programa de Gestión	Noviembre - Marzo
Seguimiento al Programa de Saneamiento de la Cuenca	Monitoreo de avance de obras en Xalapa, Banderilla, Plan de Sedeño (Acajete y Tlalnelhuayocan), Rafael Lucio y Jilotepec.	Enero-Diciembre
	Gestionar arreglo de posible deslave en la descarga del colector Martinica	
ANP Parque Lineal "Quetzalapan - Sedeño"	Consulta Pública Seguimiento a la Declaratoria	Febrero – Marzo Marzo – Junio
	Seguimiento a la elaboración del Programa de Manejo de la ANP	Enero – Agosto
	Delimitación física de la Zona Federal	Junio - Diciembre
	Instalación de teja de acceso por la calle Gpe. Victoria	Octubre - Diciembre
	Reconstrucción de un tramo del muro marginal del andador	Agosto
	Reparación del puente colgante	Agosto
	Señalética del Programa de Manejo de la ANP	Agosto - Diciembre
	Continuar Módulo Demostrativo de Café con sombra utilitaria en área verde recuperada	Enero - Diciembre
	Buscar alternativas de Vigilancia y Mantenimiento para la ANP	Junio - Noviembre
	Recorridos de Educación Ambiental: "Voces del Sedeño" (Sendero interpretativo)	Octubre - Diciembre

Tema	Actividades	Calendario
	Gestionar PET 2015 para limpieza y colocación de mojoneras de la Zona Federal	Agosto - Noviembre
ANP Martinica, Banderilla	Oficializar la delimitación de la poligonal de la ANP ante la Sedema	Mayo – Junio
Protección del manantial El Palenquillo, Banderilla	Delimitar con cerco verde y reforestar área de recarga del manantial. (5 Ha.)	Junio – Julio o Septiembre
Red de Agricultura Urbana “Núcleo Sedeño”	Establecer 4 composteros cilíndricos para desecho de jardín	Mayo – Agosto
	Seguimiento a Lombricomposta vecinal	Enero – Diciembre
	Seguimiento a los huertos establecidos	Enero – Diciembre

Bibliografía

- Aguilar-Rodríguez, S. H. 2009. Comunicación Personal.
- Aguilar-Rodríguez, S. H., J. E. Montejó-Díaz, H. Cano-Herrera, O. G. Cruz-Carretero y E. Ruelas-Isunza. 2004. Aves del Parque Ecológico Macuiltepetl, Xalapa, Veracruz, México. Orn. Neot. En Prensa.
- ASAME. 2008. Manifiesto de Impacto Ambiental de la Autopista Perote – Banderilla, Etapa I, Tramo Cruz Blanca – Potrero de García del km 111 + 581 al 126 + 680 en el Estado de Veracruz. Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
- Ayuntamiento de Banderilla. 2014. Decreto como Parque Ecológico Municipal El Palenquillo, Banderilla, Ver. 18 de enero de 2014.
- Barragán, L. E., Ortiz, E. J. y O. J. Toledo. 2007. Patrimonios de la Cuenca del Río Tepalcatepec. Colegio de Michoacán, Morelia.
- Batista-Silva, J. L. 2004. Transformar el uso de la tierra en las cuencas hidrográficas para reducir el aporte de sedimentos a Bahías, Estuarios y Desembocaduras de los Ríos. Mapping 93: 32 – 39.
- Cerdán, C. A. 2015. Restauración del ecosistema ribereño del río Sedeño por medio de sistemas agroforestales. Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Agrícolas, Red de Colaboración para la Gestión Integrada y Sustentable de la Cuenca del Río Sedeño. Xalapa, Ver.
- Comisión Municipal de Agua y Saneamiento (CMAS) Banderilla. 2015. Ficha informativa sobre situación del servicio de agua potable y saneamiento. Documento compartido en abril de 2015 con el Consejo de Cuenca del Río Sedeño.
- Comisión de Operación y Vigilancia (COVI) del Consejo de Cuenca de los Ríos Tuxpan al Jamapa. 2011. Acta de la 45ª. Sesión. B. del Río, Ver. 25 de febrero de 2011.
- Comisión Nacional del Agua (Conagua), Gerencia Golfo Centro. Delimitación del cauce federal del río Sedeño, en el tramo que comprende desde el Puente Sedeño sobre el Blvd. Xalapa-Banderilla hasta la Col. El Moral en la margen derecha del municipio de Xalapa. OF. B00.00.R10.07.01.-1247 del 10 de diciembre.
- Comisión Nacional del Agua (Conagua). 2009. Tabla maestra de acuíferos. Cierre al 31 de diciembre de 2009. Subdirección General Técnica. Gerencia de Aguas Subterráneas.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). 1998. Subcuencas hidrológicas. Extraído de Boletín Hidrológico (1970). Subcuencas hidrológicas en Mapas de regiones hidrológicas. Escala más común 1:1 000 000. Secretaría de Recursos Hidráulicos, Jefatura de Irrigación y control de Ríos, Dirección de Hidrología. México. Fecha de publicación 11-05-2001.
- Consejo del Sistema Veracruzano del Agua (CSVA). 2006. Diagnóstico de la calidad del agua en la subcuenca del río Sedeño. Veracruz, Ver.

- Consejo del Sistema Veracruzano del Agua (CSVA). 2007. Balance hidráulico de la subcuenca del río Sedeño. Veracruz, Ver.
- Consejo del Sistema Veracruzano del Agua (CSVA). 2007. Plan maestro de saneamiento de la subcuenca del río Sedeño. Veracruz, Ver.
- Consejo Nacional de Población (Conapo). 2012. Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2010. Secretaría de Desarrollo Social, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México, D. F.
- Coordinación General de Medio Ambiente (CGMA). 2009. Áreas Naturales Protegidas del Estado de Veracruz. Secretaría de Desarrollo Social y Medio Ambiente. Gobierno del Estado de Veracruz.
- Coordinación Universitaria para la Sustentabilidad de la Universidad Veracruzana (CoSustentaUV), Comité de Cuenca del Río Sedeño, Comisión Nacional del Agua (Conagua). 2014. Carta de intención para la integración de una red de colaboración para el desarrollo de un programa de gestión del río Sedeño. Firmada el 23 de enero de 2015. Xalapa, Ver.
- Cotler, H. 2007. El manejo Integral de las cuencas en México. Introducción a la Segunda Edición. INE-SEMARNAT. 348 págs.
- Cotler, H. y A. Priego. 2004. El análisis del paisaje como base para el manejo integrado de cuencas: El Caso de la Cuenca Lerma-Chapala. Págs. 79 – 89. En: Cotler, H. 2004. —El manejo integral de cuencas en México. Estudios y reflexiones para orientar la política ambiental. Instituto Nacional de Ecología.
- Desarrollo Sustentable del Río Sedeño, Lucas Martín, A.C. 2009. Una plática por el río Sedeño. Video. 43 min. Realizado con recursos del PACMyC, Dirección de Culturas Populares. Xalapa, Ver.
- Desarrollo Sustentable del río Sedeño, Lucas Martín, A.C. 2010. Voces del Sedeño. Recorrido teatral y video que recoge la experiencia para su difusión. 10 min. Realizado con recursos del Fondo para la Conmemoración de los Bicentenarios. Xalapa, Ver.
- Escalona Aguilar, M. A. 2015. Programa de agroecología. Universidad Veracruzana, Coordinación Universitaria para la Sustentabilidad, Facultad de Ciencias Agrícolas Xalapa, Red de Colaboración para la Gestión Integrada y Sustentable de la Cuenca del Río Sedeño. Xalapa, Ver.
- Flores-Villela, V. O., Pérez G., Vogt R. C. y M. Palma. 1987. Clave para los géneros y las especies de anfibios y reptiles de la región de los Tuxtlas. UNAM, México, D. F.
- Frente Común por Banderilla, A.C.
- Gallina y Mehlreter. Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz. Biodiversidad, Manejo y Conservación. Instituto de Ecología A. C., INE, Semarnat.
- García González, G. y Leal Ascencio, MA. 2015. Aplicación de lombricompostaje para el tratamiento de heces porcinas en la localidad de Plan de Sedeño. Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Químicas Xalapa, Red de Colaboración para la Gestión Integrada y Sustentable de la Cuenca del Río Sedeño. Xalapa, Ver.

- Gobierno de Estado de Veracruz, Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesca, Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable (OEIDRUS). 2007. Anuario estadístico de la producción agrícola por municipio y producto.
- Gobierno del Estado de Veracruz, LX Legislatura del Estado de Veracruz. 2005. Convenio de coordinación intermunicipal para el rescate y sustentabilidad de la cuenca del río Sedeño. Xalapa, Ver., 17 de octubre de 2005.
- Gobierno del Estado de Veracruz. 2003. Actualización del programa de ordenamiento urbano de la zona conurbada Xalapa-Banderilla-Emiliano Zapata-Tlalnelhuayocan, Ver. Secretaría de Desarrollo Regional. Xalapa, Ver.
- Gobierno del Estado de Veracruz. 2010. Decreto como ANP estatal del predio La Martinica. Gaceta Oficial, 16 de junio de 2010, Xalapa, Ver.
- Gobierno del Estado de Veracruz. 2010. Decreto como ANP estatal del predio La Martinica... *Op. cit.*
- Gobierno del Estado de Veracruz. 2015. Decreto por el que se declara Área Natural Protegida en la categoría de Corredor Biológico Multifuncional y se denomina Archipiélago de Bosques y Selvas de la región capital del Estado de Veracruz, un total de 7 polígonos ubicados en la zona establecida como reserva ecológica restrictiva en la Actualización del programa de ordenamiento urbano de la zona conurbada Xalapa-Banderilla-Coatepec-Emiliano Zapata-Tlalnelhuayocan. Gaceta Oficial, 5 de enero de 2015. Xalapa, Ver.
- González-Romero, A. y R. Murrieta-Galindo. 2008. Anfibios y reptiles (Capítulo 10). Págs. 135 - 147. En: Manson, Hernández-Ortiz, Gallina y Mehltreter. Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz. Biodiversidad, Manejo y Conservación. Instituto de Ecología A. C. – INE SEMARNAT.
- González-Toro, C. 2007. ¿Qué es una cuenca hidrográfica? USDA-NRCS, Área del Caribe, San Juan Puerto Rico, BF-05/01.
- Houbron, EP. 2015. Proyecto de agua, saneamiento y sustentabilidad en la cuenca del río Sedeño. Universidad Veracruzana, Coordinación Universitaria para la Sustentabilidad. Red de Colaboración para la Gestión Integrada y Sustentable de la Cuenca del Río Sedeño. Córdoba, Ver.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). 1996. Estaciones climatológicas. Tomado del Extractor Rápido de Información Climatológica (ERIC). México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi). 2000. XII Censo general de población y vivienda.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi). 2010. Censo de población y vivienda.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi). 2010. México en Cifras.
- Instituto Nacional para el Desarrollo de Capacidades del Sector Rural A. C. (INCA Rural). 2009. La certidumbre en la tenencia de la tierra: condición para el desarrollo rural sustentable. Telesesión 21. Panel: Importancia de la certidumbre en la tenencia de la tierra.

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Última reforma DOF 08-01-2015. México.
- Ley de Aguas Nacionales. Última reforma DOF 11-08-2014. México.
- López García, D. 2008. Agroecología y educación ambiental. Programa de formación para educadores ambientales 2008. Junta de Andalucía, Sevilla.
- Manson, H. R., A Contreras-Hernández y F. López-Barrera. 2008. Estudios de la biodiversidad en cafetales. Capítulo 1 (Págs. 1 – 14). En: Manson, Hernández-Ortiz, Gallina y Mehlreter. Agro ecosistemas cafetaleros de Veracruz. Biodiversidad, Manejo y Conservación. Instituto de Ecología A. C., Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT.
- Manson, R. H. 2004. Los servicios hidrológicos y la conservación de los bosques en México. *Madera y Bosques* 10: 3 – 20.
- Martínez H. A., Ramírez, L. E. A. y M. H. Fuentes. 2006. Estudio preliminar de la Cuenca del Río Sedeño. Comité Intermunicipal Acajete-Rafael Lucio-Banderilla-Jilotepec-Xalapa. Coordinación General de Medio Ambiente.
- Martínez-Gómez, J. E. 1996. La ornitofauna veracruzana: Una revisión bibliográfica. *La Ciencia y el Hombre* 22: 19 – 48.
- Fernández Lara, M. R. 2011. Lombricompostaje urbano comunitario, una opción para el aprovechamiento de desechos orgánicos cambiando la noción de los residuos desde la acción ciudadana. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver.
- NMX-FF-109-SCFI-2007. Humus de lombriz (lombricomposta) – Especificaciones y métodos de prueba. México.
- Ortiz Sánchez I. 2012. Acciones de educación ambiental para la recuperación y protección del Río Sedeño en el Fraccionamiento Lucas Martín del municipio de Xalapa, Veracruz. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver.
- Paré, L. 2009. Conflictos sociales en torno al agua en Veracruz. *La Palabra y el Hombre*, 8: 32 -37.
- Paré, L., Fuentes, T., Garcia-Coll, I., Gerez, P., Muñoz-Castro, M. y G. Vidriales. 2008. Gestión de la Cuenca del Río Pixquiac y su interacción con la zona conurbada de Xalapa: Esfuerzos desde la sociedad civil. En: Soares, Vargas y Nuño (Eds.). *La gestión de los recursos hídricos: realidades y perspectivas*. IMTA-UDG.
- Pensado Fernández, J. A. 2015. Identificación y sistematización de las acciones y experiencias de sustentabilidad y gestión de recursos en la cuenca del río Sedeño. Universidad Veracruzana, Coordinación Universitaria para la Sustentabilidad. Red de Colaboración para la Gestión Integrada y Sustentable de la Cuenca del Río Sedeño. Xalapa, Ver.
- Planeación, Desarrollo y Recuperación Ambiental (Pladeyra). 1994. Programa de ordenamiento ecológico territorial de la cuenca del río Sedeño. Secretaría de Desarrollo Regional, Gobierno del Estado de Veracruz.

- Planeación, Desarrollo y Recuperación Ambiental (Pladeyra). 2003. Estudios de paisajes hidrológicos y balance hídrico de la cuenca Lerma-Chapala. Instituto Nacional de Ecología.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). 2008. Índice de desarrollo humano por municipio.
- Pronatura. 2010. Programa de ordenamiento ecológico territorial de la cuenca del río Sedeño, Veracruz, México. Etapa de caracterización. Gobierno del Estado de Veracruz. Xalapa, Ver.
- Pronatura. 2013. Estudio previo justificativo para el establecimiento del Área Natural Protegida (ANP) “Parque Lineal Quetzalapan-Sedeño”. Xalapa, Ver.
- Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales. Última reforma DOF 25-08-2014. México.
- Reunión de trabajo entre Comité de Cuenca, Conagua y Universidad Veracruzana, 27 de mayo de 2015.
- Ruan Tejeda, I., Manson, R. H. y L. I. Iñiguez Dávalos. 2008. Respuesta al borde en poblaciones de pequeños mamíferos en remanentes de bosque mesófilo de montaña del centro de Veracruz. En: Lorenzo, C., Espinoza, E. y J. Ortega (eds.). Avances en el estudio de los mamíferos de México. Publicaciones Especiales. Vol. II. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. México, D. F.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), Consejo Consultivo para el Desarrollo Sustentable Región Sursureste. 2006. Recomendación saneamiento de la cuenca del río Sedeño, Gen. 2005-2007. CCDS/RSSE/IVSE/R/05/06, 27-28/10/2006.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), Consejo Consultivo para el Desarrollo Sustentable Región Sursureste. 20a. Sesión, recomendación saneamiento de la cuenca del río Sedeño. 27-28/10/2006. Gen. 2011-2014, CCDS 64-12, 10/10/14.
- Serrano Luna, A. 2015. Cambios de hábitos alimentarios por huerta orgánica familiar. Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver.
- Suárez O., A. L. y Jiménez M., G. A. 2015. Programa de educación ambiental. Comité de Cuenca del Río Sedeño. Xalapa, Ver.
- Toledo, V. M. 1989. La diversidad biológica de México. Ciencia y Desarrollo 14 (81): 17 – 30.
- Unikel, L. 1975. El desarrollo urbano de México. El Colegio de México. Distrito Federal, México.
- Universidad Veracruzana, Alumnos Ingeniería Química y Frente Común por Banderilla, A. C. 2005. Rescate de Manantiales en Banderilla, Banderilla, Ver.
- Universidad Veracruzana, Depto. De Medios Audiovisuales de la Facultad de Ciencias Biológica y Agrícolas. 2012. Rescate del Río Sedeño. 8 min. Xalapa, Ver.
- Urbina-Cardona, J. N. y V. H. Reynoso. 2005. Recambio de anfibios y reptiles en el gradiente potrero-borde-interior en los Tuxtlas, Veracruz, México (Capítulo 15). En: Halfpeter, G., P. Koleff, J. Soberón y A. Melic. Sobre Biodiversidad Biológica: El significado de las biodiversidades Alfa, Beta y Gamma. Sociedad Entomológica Aragonesa-CONABIO-CONACYT-Diversitas México.

- Vázquez A, F. R. 2015. Áreas Naturales Protegidas: Parque Lineal Quetzalapan-Sedeño (PLQS), ANP La Martinica (LM), ANP El Palenquillo (EP). Comité de Cuenca del Río Sedeño. Xalapa, Ver.
- Vázquez A, F. R. 2015. Gobernanza y sustentabilidad en la cuenca del río Sedeño. Comité de Cuenca del Río Sedeño. Xalapa, Ver.
- Williams-Linera, G. 2007. El Bosque de niebla del centro de Veracruz: Ecología, historia y destino en tiempos de fragmentación y cambio climático. INECOL-CONABIO.