

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



Asesor de tesis:

M.C. Ricardo Ruiz  
Chávez

ANÁLISIS DE LAS ACCIONES DE RESTAURACIÓN  
AMBIENTAL EN LA CUENCA DEL LAGO DE PÁTZCUARO



Trabajo de tesis que, para obtener el título de:

**INGENIERO CIVIL**

es presentado por:

**JOSÉ ALFREDO ÁLVAREZ TINOCO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

Morelia Michoacán,  
Agosto de 2019

## DEDICATORIA

Mi tesis va dedicada con todo mi amor y cariño a mi amada esposa Citlali Erandi Morales Jacobo por brindarme el tiempo necesario para realizarme profesionalmente, por su apoyo, comprensión, cariño y amor.

A mis hermanos, Juan Pablo, María Roselia, Alma Rosa, María Gloria, José Javier y Artemio. Por ser los mejores compañeros de aventuras, por estar siempre en cada paso de mi vida y, sobre todo no permitirme nunca abandonar mi sueño.

A mi madre, que desde el cielo sé que está muy orgullosa de todos sus hijos.

A mi padre por ser ese gran hombre y luchar en las batallas que le ha dado la vida, demostrando que se puede salir adelante a pesar de cualquier adversidad.

A mis compañeros y amigos presentes y pasados, quienes sin esperar nada a cambio, compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas y a todas aquellas personas que durante este tiempo estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad.

## AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradezco a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo por haberme aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar mi carrera, así como también a los diferentes profesores que brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día.

Agradezco también a mi asesor de tesis, el M.C. Ricardo Ruiz Chávez por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, así como también haberme tenido toda la paciencia del mundo para guiarme durante todo el desarrollo de mi trabajo.

Mi agradecimiento también va dirigido a la Comisión de Cuenca del Lago de Pátzcuaro, En especial al Ing. Osvaldo Corona, por contribuir con la información solicitada para poder llevar a cabo esta tesis de principio a fin.

Contenido

RESUMEN .....	4
ABSTRACT .....	5
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	6
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	8
2.1. Objetivo general.....	8
2.2. Objetivos particulares .....	8
<b>3. ANTECEDENTES</b> .....	9
La cuenca del Lago de Pátzcuaro.....	9
Características del Lago. ....	9
3.1. Actores políticos y sociales en la cueca.....	13
3.2. Análisis geoespacial de la cuenca .....	15
3.3. Uso de suelo .....	22
3.4. Espejo de agua .....	23
3.5. Crecimiento poblacional.....	25
3.6. Dependencias gubernamentales, asociaciones y/u organizaciones y ong's .....	26
<b>4. PLAN DE ACCIONES</b> .....	57
4.1. Acciones a corto plazo.....	57
4.2. Acciones a mediano plazo .....	63
4.3. Acciones a largo plazo .....	68
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	74
Conclusiones .....	74
Recomendaciones .....	75
<b>6. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	76

## RESUMEN

En este trabajo se presenta la situación actual por la que atraviesa la cuenca del lago de Pátzcuaro; en cuanto a materia de cambio de uso de suelo, deforestación, así como la disminución del espejo de agua en el lago de Pátzcuaro; aunado a la contaminación de este cuerpo de agua, la contaminación producto de las descargas puntuales de agua residual entre otras.

Se realizará una compilación de las acciones de restauración proveniente de organizaciones, tanto gubernamentales, como las ONG'S que se han involucrado, así como los proyectos en los que han participado y las aportaciones económicas que han realizado.

Se analizarán los proyectos ejecutados e implementados, con la finalidad de tener un panorama del beneficio ambiental obtenido en la cuenca del lago de Pátzcuaro a través de las inversiones económicas que se han realizado en los últimos años.

Uno de los principales reclamos sociales es el ejercicio millonario de recursos, a fin de revertir el deterioro del lago; acciones que parecen ser en vano, dado que los daños ambientales pueden no reflejar la aplicación de recursos y que en algunos casos los beneficios no pueden ser tangibles de manera inmediata.

En este trabajo de tesis, se mostrará y analizará las acciones emprendidas para la mitigación de los daños ambientales que sufre el lago de Pátzcuaro, espejo de agua emblemático del Estado de Michoacán y principal fuente de ingresos turísticos en la región.

### **Palabras clave:**

Gobierno, Rehabilitación, Inversiones, Azolvamiento, Descargas

## ABSTRACT

This paper presents the current situation through which the Lake Pátzcuaro basin crosses; in terms of change of land use, deforestation, as well as the decrease of the water mirror in the Pátzcuaro Lake; in addition to the contamination of this body of water, the pollution caused by occasional discharges of wastewater.

A compilation of the restoration actions will be carried out from organizations, both governmental, as the ONG'S that have been involved, as well as the projects in which they have participated and the economic contributions they have made.

The projects executed and implemented will be analyzed, in order to have an overview of the environmental benefit obtained in the Pátzcuaro lake basin through the economic investments that have been made in recent years.

One of the main social demands is the millionaire exercise of resources, in order to reverse the deterioration of the lake; actions that seem to be in vain, given that environmental damages may not reflect the application of resources and that in some cases the benefits cannot be immediately tangible.

In this thesis, we will show and analyze the actions undertaken to mitigate the environmental damage suffered by Lake Pátzcuaro, an emblematic water mirror of the State of Michoacán and the main source of tourist income in the region.

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde hace algunos años, se ha vuelto prioridad realizar obras y proyectos encaminados a la restauración y conservación del medio ambiente, la cuenca y el lago de Pátzcuaro no han sido la excepción, este cuerpo de agua representa la imagen de la zona lacustre del Estado de Michoacán, zona donde se presentan varias de las expresiones culturales y etnológicas de la región; aunado a ello, el ecosistema que se presenta por las condiciones geográficas, climatológicas, en sí la hacen única.

En esta zona se tiene vestigios arqueológicos, que hablan de asentamientos humanos que data de la época prehispánica, situación motivada por el clima y la disponibilidad de agua para el desarrollo humano.

Actualmente al tratarse de un sistema de cuenca cerrada para la conformación del lago de Pátzcuaro, origina que muchos de los desechos descargados al agua contaminen y que difícilmente sean transportados y asimilados por la naturaleza, por el contrario, estos se concentran y acumulan generando un problema mayor.

Algo muy común es que, en cada cambio de gobierno, se realiza un listado de acciones propias, consistentes en propuestas, a las cuales no siempre se les da el seguimiento suficiente, y quedan estos en muchas ocasiones, en proyectos huecos, sin sentido, ni beneficio a la población y mucho menos al medio ambiente.

Son muchas las áreas que se involucran en la recuperación ambiental de la cuenca, y como todo, se requiere de un proceso adecuado para que los resultados se vean reflejados, las principales áreas que se deben atender en la cuenca son:

- Tratamiento de aguas residuales al 100% en la cuenca.
- Balance hidrológico y control de las extracciones de agua en el lago.
- Recursos Forestales, reforestación, conservación y usos de suelo.
- Conservación y control de las extracciones en las fuentes de abastecimiento de agua potable.
- Red de abastecimiento de agua potable eficiente.
- Mitigar el azolvamiento del lago y eliminación de malezas nocivas.

Aunado a lo anterior, es necesario contar con el apoyo de las autoridades de los diferentes niveles (federal, estatal y municipal), así como la integración de la sociedad en general, para concientizar y darle la importancia que se merece al lago de Pátzcuaro. Es de percibir que ciertos sectores no quieren ver la situación en la que se encuentra el lago, algunos con la idea de que el espejo de agua pareciera no tener fin, siendo que cada día, este va disminuyendo, acompañado además de la mala calidad de su agua, producto de las actividades humanas que se desarrollan dentro de la cuenca, y que parecería que las descargas no recibieran ningún tipo de tratamiento.

Aquí se recopilan algunos de los proyectos a los que se pudo tener acceso, además de las inversiones millonarias que se realizan para mejorar la calidad del agua en el lago de Pátzcuaro, y el medio ambiente de la cuenca. Si bien, cabe mencionar que no todos los proyectos son ejecutados solamente con recurso público, de hecho, existen fundaciones u organizaciones a las que se pueden encontrar involucradas en el tema de la recuperación ambiental de la cuenca del lago de Pátzcuaro y que en ocasiones invierten más que el propio gobierno mexicano.

En los capítulos siguientes, se presenta el plan de acciones con sus respectivas inversiones propuestas, mismas que se tenían o tienen contempladas por el gobierno y el cual algunas ya se ejecutaron o bien se están llevando a cabo; acciones consideradas a corto, mediano y largo plazo.

Al finalizar este trabajo, se expondrá como conclusión, si efectivamente ha habido un mejoramiento tangible, y como se ha observado en la cuenca en un determinado lapso de tiempo, analizando si son justificadas las inversiones, que los gobiernos destinan para el fortalecimiento y mejoramiento de la cuenca.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo general

Conjuntar los proyectos ejecutados que han sido enfocados a la recuperación ambiental de la cuenca del lago de Pátzcuaro, para analizar el impacto ambiental que en ella se ha logrado obtener, a través del ejercicio presupuestal de las diferentes instituciones y organizaciones.

### 2.2. Objetivos particulares

- Recopilar información oficial del ejercicio de recursos económicos enfocados a la restauración ambiental de la cuenca del Lago de Pátzcuaro.
- Analizar las causas de la disminución del agua en el vaso del lago de Pátzcuaro.
- Revisar las acciones y la suficiencia de estas, para revertir los impactos ambientales nocivos que se presentan en el lago.

### 3. ANTECEDENTES

#### La cuenca del Lago de Pátzcuaro.

Michoacán es uno de los muchos estados de la república mexicana lleno de riquezas, tanto en cultura, gastronomía, tradiciones, artesanías etc. A su vez, en el Estado podemos encontrar una infinidad de bellos destinos turísticos que llenan hasta el gusto más exigente.

Entre estos atractivos turísticos, se encuentra Pátzcuaro como uno de los destinos favoritos, tanto para los viajeros nacionales, como los internacionales. La mayoría del turismo extranjero es proveniente de Estados Unidos, Canadá, España, Japón, Corea, Republica Dominicana, Nueva Zelanda, Perú, y Venezuela, entre otros. En tanto que la mayoría de los turistas mexicanos provienen del Estado de México, Distrito Federal, Guanajuato, Querétaro, Jalisco, Nayarit, Puebla, Chihuahua, Zacatecas, Sinaloa, Nuevo León, Baja California Sur, Guerrero, Quintana Roo, Colima, San Luis Potosí y Veracruz.

A través de los años, el municipio de Pátzcuaro se ha convertido en unos de los destinos turísticos favoritos de todo México. Cada año, se albergan más de 40,000 visitantes en esta región lacustre, para admirar y ser partícipes de sus celebraciones y tradiciones.

De los eventos más importantes o con mayor impacto para los turistas se encuentra la celebración con motivo a la semana santa y la noche de muertos.

De aquí la importancia que tiene el lago de Pátzcuaro para la región en el aspecto económico proveniente del turismo.

#### Características del Lago.

- El Lago se encuentra en un estado hipereutrófico (baja calidad del agua) debido a la sinergia de las causas de deterioro ambiental tales como: tala, erosión, contaminación por desechos sólidos y descargas puntuales de agua residual y cruda, etc. (*Ver Ilustración 3.1*).



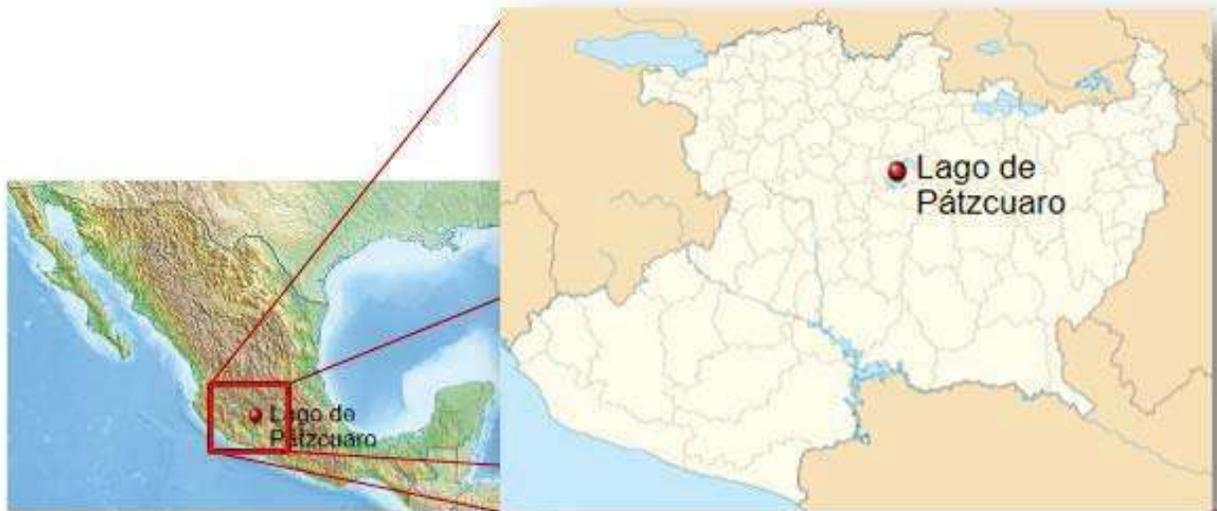
Fuente: Generación Propia.

Ilustración 3.1. Contaminación del lago por descargas puntuales de agua residual

- Es somero con importantes variaciones en su profundidad, debido a su topografía y la permanente sedimentación de materiales acarreados por la acción del agua y el viento. Alcanza la mayor profundidad en el seno de la población de Quiroga (12.5 m) y las menores en la región de Ihuatzio y Erongarícuaro, en la porción sur y sureste, en donde varía entre los dos y cuatro metros. Las profundidades medias (5 m) corresponden al cuello del lago y ahí se encuentran las islas de Janitzio, Tecuén, Yunuén y Pacanda.
- Tiene una longitud aproximada de 20 km y anchura de 10 km; con su eje mayor alineado en dirección sureste-noreste.
- Es tropical de alta montaña con variaciones en su profundidad.
  - Cota de profundidad media 2031.05 msnm
  - Cota de profundidad máxima 2025.61 msnm
  - Cota de profundidad de gravedad 2033.73 msnm (contiene el 50% del volumen total almacenado en el vaso del Lago, julio 2003)
  - Nivel máximo histórico registrado 2039.08 msnm (15 enero 1977)
- Posee las islas: Pacanda, Yunuén, Tecuén, Janitzio, Urandén de Morales y Jarácuaro.

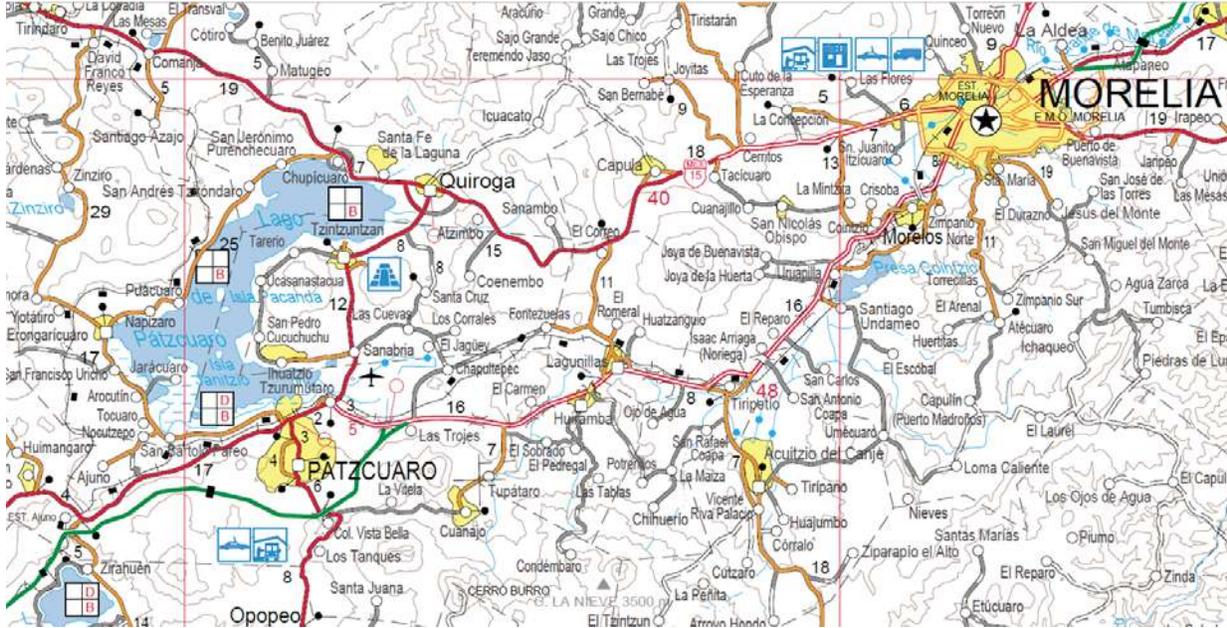
- Cuenta con una alta diversidad ecológica: 6 pisos altitudinales, 8 tipos de vegetación, 5 clases de climas, 14 paisajes morfoedafológicos y 18 tipos de suelos.
- Su agua proviene principalmente de la precipitación pluvial, las escorrentías superficiales y los manantiales que afloran en su interior; en contraparte, sus pérdidas son por evaporación, transpiración de las plantas y extracciones.

Localizado en la porción sureste del altiplano mexicano, entre los paralelos  $19^{\circ} 31' 36''$  y  $19^{\circ} 41' 41''$  de latitud norte, y meridianos  $101^{\circ} 32' 27''$  y  $101^{\circ} 43' 9''$  de longitud oeste, a una altura de 2,035 m.s.n.m. (Ver Ilustración 3.2, Ilustración 3.3 e Ilustración 3.4).



Fuente: SCT (2014).

Ilustración 3.2 Macro localización del Lago de Pátzcuaro.



Fuente: SCT (2014).

Ilustración 3.3 Micro localización del Lago de Pátzcuaro.



Fuente: SCT (2014).

Ilustración 3.4 Lago de Pátzcuaro y Región Lacustre

### 3.1. Actores políticos y sociales en la cueca

La red de relaciones sociales que se entretajan entre los grupos que en la cuenca conviven, así como su relación con el medio ambiente en general, y con el Lago en particular, son complejas. Esta situación social no es nada nueva y sí embargo tiene profundas raíces históricas. Si algo ha caracterizado a través de los años a la cuenca del Lago de Pátzcuaro, además de sus atractivos naturales, es lo complicada que puede resultar su realidad social.

En primer lugar, se tiene la presencia de por lo menos dos formas diferentes de percibir en torno al manejo y acceso de los recursos naturales: la mestiza y la indígena (Purhépecha) y que en no pocas ocasiones han entrado en claro conflicto cuando se ha tratado de implementar programas que los funcionarios de las dependencias consideran adecuados, pero sin consultar a las comunidades, por lo que los programas resultaban en fracaso.

Ahora bien, contrario a lo que sucede en otras zonas del estado menos atendidas desde el punto de vista ambiental como pueden ser las regiones de Tepalcatepec o Infiernillo, la cuenca ha sido foco de atención e inversión de numerosas administraciones gubernamentales, tanto federales como estatales e incluso internacionales, así como de las ahora llamadas ONG's, y es que son numerosos los actores y grupos que ahí confluyen.

Por esta razón, no es de extrañar que actualmente los intereses prevalecientes sean múltiples, complementarios y en no pocas ocasiones, contradictorios; esta situación obviamente no solo va en detrimento de la pretendida recuperación ambiental, sino que además implica el despilfarro de recursos económicos por falta de una coordinación y planificación adecuada entre dependencias.

Contradictoriamente, la existencia de todos los grupos que buscan la solución a la problemática ambiental, al no existir una forma adecuada de coordinación intersectorial, ha dificultado la solución a los problemas. Y es que no obstante el acentuado y patente interés de los diversos sectores, el deterioro ambiental parece inexorable.

Los especialistas coinciden en señalar que algunas de las razones por las cuales los resultados de los numerosos intentos de rescate ambiental han sido limitados son:

- Programas verticales y meramente técnicos apoyados en diagnósticos poco fiables realizados al vapor.
- La no incorporación de la sociedad en los programas y planes implementados.
- Programas elaborados detrás del escritorio con poco conocimiento de la realidad ambiental de la cuenca.
- Poca o nula sistematización de la información disponible.
- La falta de una batería de indicadores confiable.
- La poca coordinación entre las instituciones y dependencias que llevan a cabo los programas.
- Falta de seguimiento de los programas implementados.
- No existe un enfoque integral y sustentable.
- Falta de continuidad en los programas.
- Existe una competencia interinstitucional.
- Prevalcen los conflictos interpersonales entre los miembros de las comisiones integradas de cada dependencia.
- Personal poco capacitado para llevar a cabo actividades de gestión y que cuente con un profundo y amplio conocimiento de la problemática social, ambiental y política (visión integral).

Esta situación lleva a plantear que, si bien es cierto que existe una real falta de recursos financieros para realizar todos los programas, planes, proyectos e infraestructuras enfocadas al saneamiento y recuperación ambiental, la cuenca va más allá de las limitaciones meramente económicas y se refieren más a cuestiones estructurales de organización y planificación adecuada.

Es un hecho que el hablar sobre el lago de Pátzcuaro se vuelve un tema bastante interesante y más aún si se trata de la gran cantidad de obras y proyectos que se realizan, o en su momento se pretendieron realizar con el fin de “ayudar y evitar” la pérdida del lago, pero. ¿Se han obtenido resultados de toda esta cantidad de proyectos que se han realizado? Entonces ¿Qué es lo que está pasando realmente? ¿Se han realizado estos proyectos? Porque si algo es cierto es la

cantidad de recursos económicos que se destinan año con año por parte del gobierno y proyectos que son financiados por organizaciones civiles.

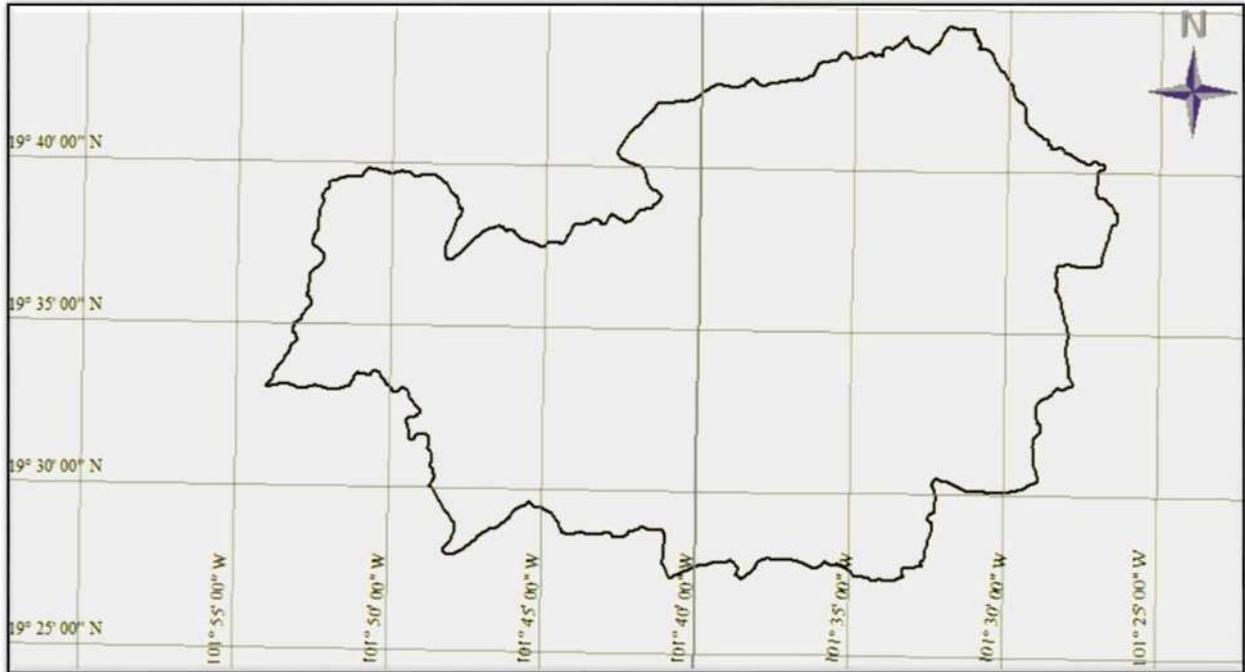
Aunque para muchos de nosotros estos proyectos que se dicen realizar es un total engaño y seguimos viendo como cada vez más el nivel del lago sigue bajando y esto parece no tener fin.

En este apartado se mencionarán algunos de los proyectos y obras que se han realizado a través de los años y que resultados se han obtenido; así como las instituciones que han participado y la cantidad de recurso que se ha invertido en dichos proyectos.

Toca a los municipios inmersos total o parcialmente en la cuenca participar en las acciones de saneamiento, acciones que en algunas ocasiones se interponen intereses políticos y sociales; la cuenca está constituida total o parcialmente por los municipios de Morelia, Salvador Escalante, Coeneo, Huiramba, Lagunillas, Nahuatzen, Tingambato, Erongarícuaro, Pátzcuaro, Quiroga y Tzintzuntzan; de los anteriores los cuatro últimos son los municipios que participan directamente en la toma de decisiones por la mayor superficie o área de influencia en la cuenca; mas sin embargo, debe revisarse y aunque con poca superficie, otros municipios también deberán ser involucrados dado que pueden de alguna manera influir en la recarga de acuíferos o bien en la cobertura vegetal de la cuenca.

### 3.2. Análisis geoespacial de la cuenca

La cuenca del Lago de Pátzcuaro forma parte de la Sub-región Alto Lerma, y se localiza entre las coordenadas geográficas 19° 25' y 19° 45' latitud Norte y 101° 25' y 101° 55'. (Ver Ilustración 3.5).

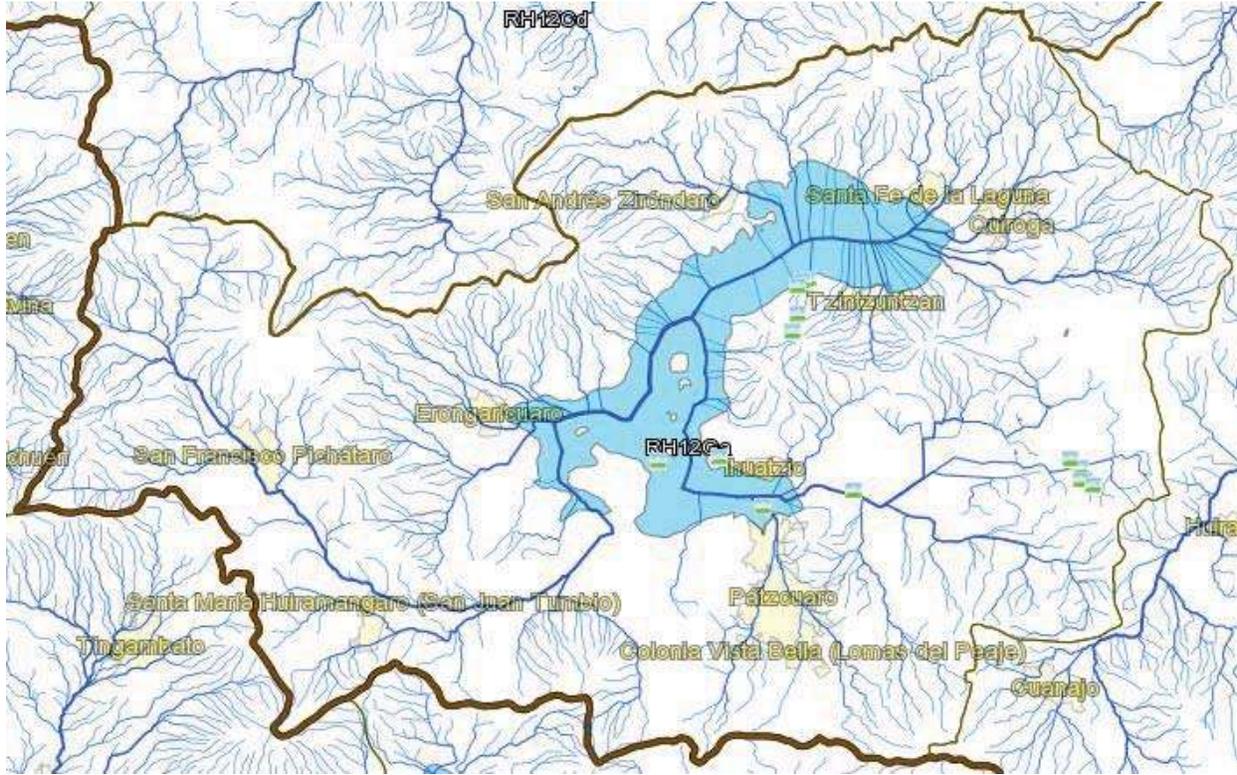


Fuente: Generación Propia.

Ilustración 3.5 Localización Geográfica de la cuenca del lago de Pátzcuaro.

La cuenca es de tipo endorreico, es decir que sus aguas no tienen salida hacia el mar o algún río principal y confluyen al centro; con marcadas pendientes y abrupta topografía comprende el Lago y el territorio que lo rodea, y cuenta con una extensión total de 93,235.84 ha, de las cuales el 9.75 % corresponde al espejo del Lago 9,093.36 ha.

Los principales arroyos que descargan al Lago durante la época de lluvias son: Colorado, Blanco, Corrales, Jagüey, Cadena, Santa Fe, San Miguel y Guani; como se observa en la imagen siguiente. (Ver Ilustración 3.6).

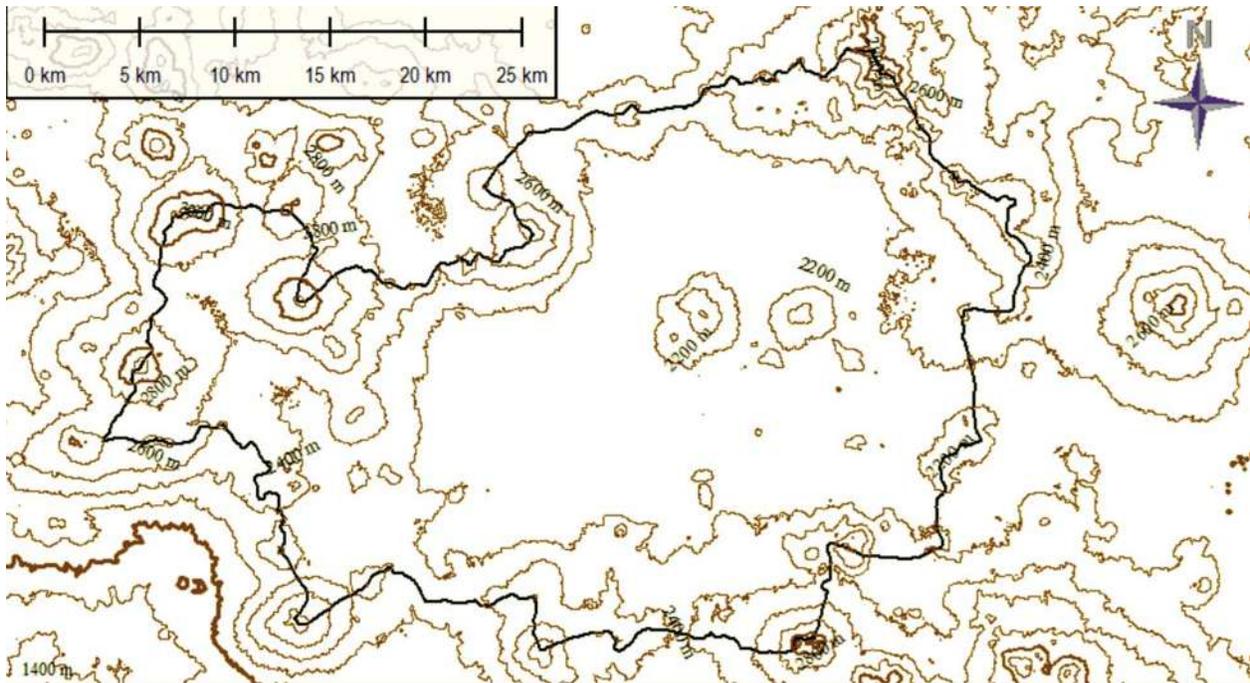


Fuente: Generación Propia.

Ilustración 3.6. Red de drenaje de la cuenca del Lago de Pátzcuaro

Está constituida total o parcialmente por los municipios de Morelia, Salvador Escalante, Coeneo, Huiramba, Lagunillas, Nahuatzen, Tingambato, Erongarícuaro, Pátzcuaro, Quiroga y Tzintzuntzan. Siendo estos cuatro últimos los municipios que circundan el Lago.

La diferencia altitudinal dentro de la cuenca es de 1260 m, lo cual quiere decir que desde el punto más bajo al más alto existe esa distancia vertical; lo anterior da lugar a un mosaico ecogeográfico, distinguiéndose 5 zonas fisiográficas: isla, ribera, laderas, valles intermontaños y montañas. (Ver Ilustración 3.7) El clima predominante es templado sub-húmedo, con una temperatura media anual de 14° a 20° C. Los inviernos son ligeros, aunque algunos días se presentan temperaturas inferiores a 0° C, esto ocurre durante los meses de diciembre y enero; existe una marcada estación seca desde noviembre hasta mayo, mientras que la temporada de lluvias ocurre de junio a octubre con una precipitación anual que va de los 700 a 1,400 mm, con una evapotranspiración de 800 mm.



Fuente: Generación Propia.

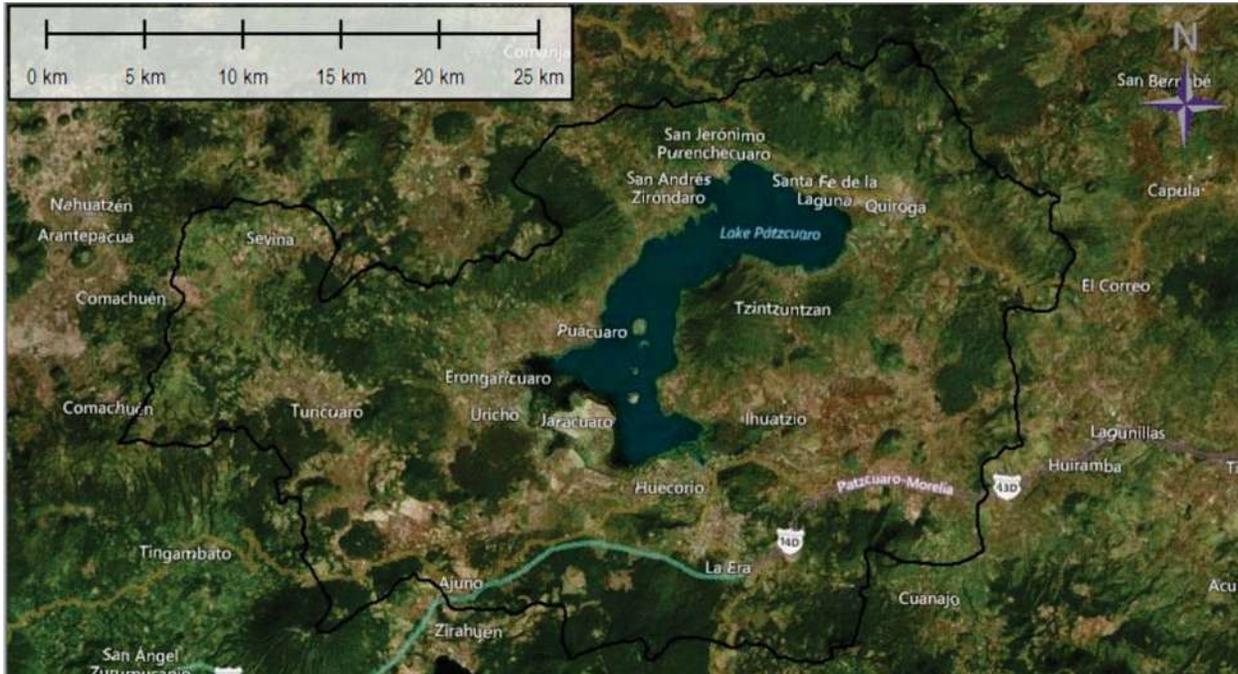
Ilustración 3.7 Topografía de la cuenca del lago de Pátzcuaro.

La cuenca del Lago de Pátzcuaro, se localiza en la parte centro-norte del Estado de Michoacán, fue el asiento del antiguo imperio Purhépecha y actualmente es una de las cuatro áreas culturales de la región Purhépecha, cuyos indígenas son prácticamente los últimos representantes de las culturas lacustres que florecieron en la antigua Mesoamérica. Se reconoce la existencia de esta cultura en el área desde, por lo menos, el siglo XII. Igualmente, el Lago de Pátzcuaro es uno de los últimos reductos de los 25 lagos que existieron en la región central de México, espacio donde en la antigüedad florecieron las civilizaciones más importantes de la época prehispánica.

La cuenca, es parte del eje neovolcánico transversal, en su porción denominada sub-provincia neovolcánica tarasca, donde se observan gran cantidad de sierras y la presencia de alrededor de 150 pequeños volcanes.

Los límites de la cuenca están marcados por lomeríos, cerros y volcanes que rodean el Lago como se puede observar en la siguiente imagen, (ver *Ilustración 3.8*) y son:

- Al norte: las sierras de Comanja, del Zirate y del Tigre. En esta dirección se alcanzan las mayores altitudes; 3,320 m.s.n.m. Al otro lado se encuentra la cuenca de Zacapu.
- Al sur: las sierras de Santa Clara y Tingambato. La altitud máxima en este límite se alcanza en el cerro del Frijol, con 3,140 m.s.n.m. En la porción sureste limita con la cuenca de Zirahuén, con altitudes que no rebasan los 2,300 m.s.n.m.
- Al oriente: lomeríos claramente definidos marcan este límite, que es el de menor altitud. En esta porción se encuentra el cerro de Sanambo con 2,740 m.s.n.m.
- Al poniente: las sierras de Nahuatzen, Pichátaro y Pátzcuaro corresponden a las estribaciones de la porción oriente de la meseta tarasca. Los cerros de mayor altitud son El Capen y el Guacapián, con 3,340 y 2,980 m.s.n.m., respectivamente.



Fuente: Generación Propia.

*Ilustración 3.8* Parteaguas de la cuenca del lago de Pátzcuaro.

Los bosques están compuestos por varias especies de encinos, pinos y oyameles, con fuerte presencia de hierbas, arbustos, pastizales, matorrales subtropicales y desérticos micrófilos, especialmente asociaciones de huizache-mezquite. Asimismo, presenta vegetación halófila, acuática y subacuática.

El turismo, la pesca, el comercio, las actividades forestales y del campo, así como las pequeñas industrias son las principales fuentes de ingreso. Las tierras agrícolas se sitúan principalmente en las riberas y laderas, ocupando aproximadamente 40% del paisaje de la cuenca. Los principales productos agrícolas incluyen maíz, frijol, avena, janamargo y lenteja.

Al referirnos al espacio físico delimitado por la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, se logra una percepción distinta de lo que en cuanto a localidades son consideradas para efectos de gestión de los recursos hídricos, por lo que a continuación y con la finalidad de clarificar tanto como unificar criterios se presenta la relación de municipios y superficies que físicamente se encuentran dentro de la cuenca, (ver Tabla 3.1).

Tabla 3.1. Superficie de municipios que forman la cuenca

Municipio	Sup. Total (ha)	Sup. En la Cuenca (ha)	Sup. En el Lago (ha)	% Respecto del Municipio	% Respecto de la Cuenca	% Respecto del Lago
1 Morelia	119,902.00	136.50	-----	0.114	0.146	0.000
2 Salvador Escalante	48,798.00	592.20	-----	1.214	0.635	0.000
3 Coeneo	39,316.00	866.44	-----	2.204	0.929	0.000
4 Huiramba	7,934.00	1,396.93	-----	17.607	1.498	0.000
5 Lagunillas	8,323.00	478.61	-----	5.750	0.513	0.000
6 Nahuatzen	30,448.00	8,003.13	-----	26.285	8.584	0.000
7 Tingambato	18,877.00	5,217.86	-----	27.641	5.596	0.000
8 Erongaricuaró	24,354.00	16,058.58	2,728.44	65.938	17.224	30.005
9 Pátzcuaro	43,596.00	27,813.15	2,325.17	63.797	29.831	25.570

10	Quiroga	21,152.00	16,088.38	1,553.39	76.061	17.256	17.083
11	Tzintzuntzan	16,584.00	16,584.06	2,486.36	100.000	17.787	27.343
	Sumas		93,235.84	9,093.36		100.00	100.00

Fuente: PROGIRH, (2006).

Es conveniente y necesario realizar una discriminación en cuanto a los municipios de la cuenca ya que no todos cuentan con localidades dentro del parteaguas, y de igual forma no todos tienen gran extensión de territorio. El criterio a seguir es que aquellos municipios que cuenten con una superficie superior a las 5,000 ha dentro de la cuenca y localidades al interior de la misma, formaran parte de la estructura organizativa para la gestión de los recursos hídricos; por lo tanto, los municipios que cumplen con dichos criterios son: Nahuatzen, Tingambato, Erongarícuaro, Pátzcuaro, Quiroga, y Tzintzuntzan, mismos que se muestran a continuación, (ver Tabla 3.2).

Tabla 3.2. Superficie de municipios que forman la cuenca con población dentro de ella.

	Municipio	Sup. Total (ha)	Sup. En la Cuenca (ha)	Sup. En el Lago (ha)	% Respecto del Municipio	% Respecto de la Cuenca	% Respecto del Lago
6	Nahuatzen	30,448.00	8,003.13	-----	26.285	8.916	0.000
7	Tingambato	18,877.00	5,217.86	-----	27.641	5.813	0.000
8	Erongarícuaro	24,354.00	16,058.58	2,728.44	65.938	17.890	30.005
9	Pátzcuaro	43,596.00	27,813.15	2,325.17	63.797	30.984	25.570
10	Quiroga	21,152.00	16,088.38	1,553.39	76.061	17.923	17.083
11	Tzintzuntzan	16,584.00	16,584.06	2,486.36	100.000	18.475	27.343
	Sumas		89,765.16	9,093.36		100.000	100.000

Fuente: PROGIRH, (2006)

### 3.3. Uso de suelo

En lo que respecta al uso del suelo, en general predomina la agricultura de temporada con cultivos anuales, así como una amplia superficie con bosque de pino-encino acompañado de vegetación secundaria. El riego agrícola destaca sobre todo en la parte media y baja de la cuenca.

La transformación de la cubierta vegetal no sólo afecta al bosque directamente, sino que implica la reducción de la biodiversidad, aumento de la erosión, pérdida en la infiltración de agua, entre otros. Uno de los indicadores que reflejan el deterioro de la cuenca es la extensión del cuerpo de agua que en un periodo de 10 años como se refleja en la (Tabla 3.3) ha tenido una gran dinámica pero en forma negativa ya que aproximadamente perdió un 0.56 %.

Así mismo los asentamientos humanos presentan un cambio considerable debido a la gran concentración de habitantes en las comunidades con mayor desarrollo y fuente de ingresos, lo que se traduce en el abandono de localidades pequeñas para su traslado a las ciudades dentro y fuera de la cuenca.

Se perdieron 2,196 Ha de superficie arbolada en un periodo de 10 años. (Ver Tabla 3.3). Según Inventario Nacional Periódico (INP) SEMARNAT – COFOM.

Tabla 3.3. Variación de los Usos de Suelo en la Cuenca.

Vegetación y Uso de Suelo 1990 - 2000 en la Cuenca del Lago de Pátzcuaro			
Agrupación	Vegetación 1990 Área (Ha)	Vegetación 2000 Área (Ha)	Diferencia (Ha)
Bosque de Pino	1,076	1,217	141
Bosque de Encino	13,665	12,154	-1,511
Bosque de Pino-Encino(incluye Encino-Pino)	23,725	23,040	-685
Bosque Mesofilo de Montaña	237	338	101
Matorral Subtropical	1,536	1,285	-251
Pastizal	4,569	5,106	537
Vegetación Hidrofila	2,967	1,560	-1,407
Agricultura de Riego	3,361	2,362	-999
Agricultura de Temporal	33,118	35,577	2,459
Asentamiento Humano	456	2,122	1,666
Cuerpo de Agua	9,030	8,979	-51
Total	93,740	93,740	-4,904

Fuente: PROGIRH, (2006).

### 3.4. Espejo de agua

Durante los últimos 25 años fenómenos como la deforestación, la expansión de la frontera agrícola, pérdida de fertilidad de las tierras de cultivo, la erosión, el azolvamiento del lago, la proliferación de maleza acuática, la contaminación por descargas residuales, la presión demográfica –derivada del crecimiento poblacional y de las actividades turísticas–, entre otros factores han, sido responsables de la alteración e inestabilidad del Lago de Pátzcuaro y, en consecuencia de la disminución de la producción pesquera. El lago sigue perdiendo profundidad por la continua llegada de azolves de las laderas deforestadas, lo que se manifiesta también en cambios en la vegetación de las orillas del lago y en la conexión terrestre de algunas islas, como ya sucedió con Jarácuaro, y puede suceder en las próximas décadas con la de Janitzio, como ya es perceptible desde las imágenes de satélite y un simple recorrido alrededor de la rivera. (Ver Ilustración 3.9)



Ilustración 3.9 Reducción del espejo de agua en el lago de Pátzcuaro

Fuente: Fotografías aéreas escala 1:75,000 de Marzo de 1975, INEGI (izquierda)

Imagen de satélite, Google Earth, septiembre 2017 (derecha)

Es muy marcado el desgaste que sufre el lago de Pátzcuaro, para el año de 1975 la cota de elevación a la que se encontraba el espejo de agua era la 2042, con una área de 83.7 km<sup>2</sup>, actualmente se encuentra en la cota 2036, con una extensión de 75.1 km<sup>2</sup> lo que significa que al día de hoy la altura del lago ha disminuido aproximadamente 6 metros con una pérdida de su espejo de 8.6 km<sup>2</sup>. (Ver Ilustración 3.10)



Fuente: Generación Propia.

Ilustración 3.10 Comparación de los espejos de agua en 1975 y el actual

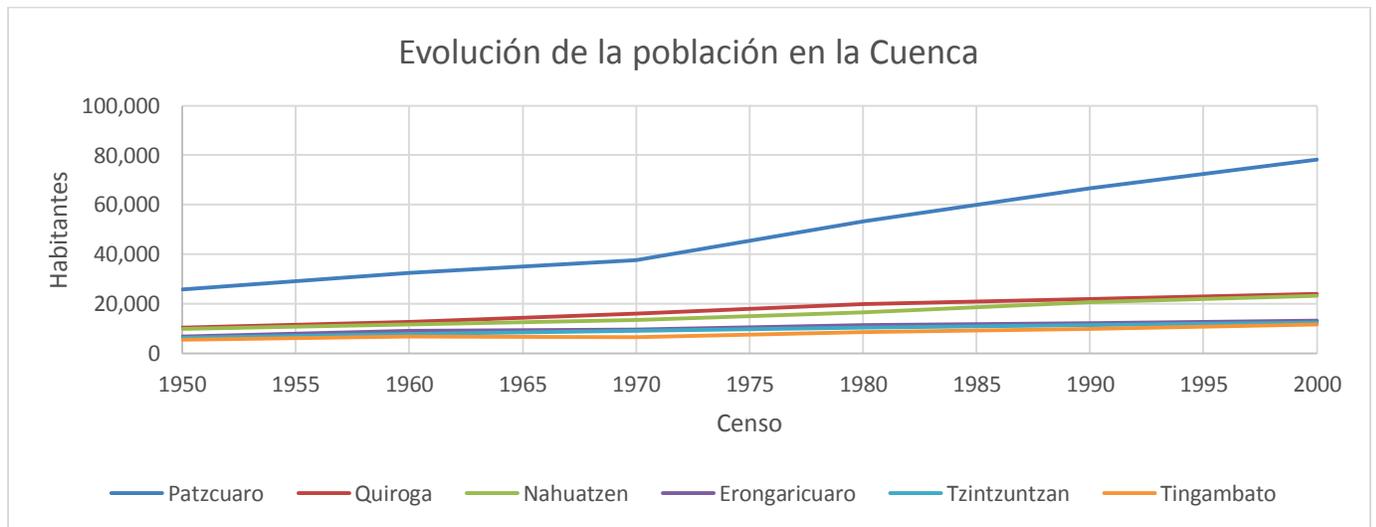
### 3.5. Crecimiento poblacional

El municipio más poblado de la cuenca es Pátzcuaro, seguido de Quiroga, Nahuatzen, Erongarícuaro, Tzintzuntzan, y Tingambato respectivamente. En la siguiente tabla se muestra el lugar en el que se encuentran los municipios de la cuenca respecto a los otros municipios que la integran. Así mismo, se puede considerar a la ciudad de Pátzcuaro como el principal municipio de la cuenca, en el sentido de que es la localidad con mayor número de habitantes y por ello supone una gran importancia además de centralizar una considerable cantidad de actividades comerciales, industriales, turísticas y de servicios. (Ver Ilustración 3.11 y Tabla 3.4).

Tabla 3.4. Población de los municipios que integran la cuenca.

No.	Municipio	Total de Habitantes					
		1950	1960	1970	1980	1990	2000
1	Pátzcuaro	25879	32430	37615	53287	66736	78127
2	Quiroga	10263	12616	16004	19748	21917	23858
3	Nahuatzen	9835	11750	13370	16610	20725	23231
4	Erongaricuario	6716	9079	9470	11270	12180	13090
5	Tzintzuntzan	6350	7820	9139	10440	11439	12419
6	Tingambato	5539	6678	6466	8471	9748	11667

Fuente: PROGIRH, (2006).



Fuente: PROGIRH, (2006).

Ilustración 3.11. Evolución de la población en la Cuenca.

Pátzcuaro es la única ciudad de los 6 municipios que están dentro de la cuenca que sobrepasa los 75,000 habitantes, en un marcado contraste con el resto de las localidades y municipios de la cuenca. Para el año 2000 concentraba el 1.96% de la población en el Estado. Como puede verse en la (Tabla 3.5), el total de la población asentada en la cuenca al año 2000 fue de 162,392 habitantes.

Tabla 3.5. Habitantes en la cuenca para el año 2000.

Municipio	Hombres	Mujeres	Total
Pátzcuaro	36,875	41,252	78,127
Quiroga	11,258	12,600	23,858
Nahuatzen	10,344	12,887	23,231
Erongaricuario	6,326	6,764	13,090
Tzintzuntzan	5,759	6,660	12,419
Tingambato	5,538	6,129	11,667
Total	76,100	86,292	162,392

Fuente: PROGIRH, (2006).

### 3.6. Dependencias gubernamentales, asociaciones y/u organizaciones y ong's

En materia de infraestructura de saneamiento, en la cuenca se tiene un marcado retraso, debido principalmente a que no se realizan proyectos integrales; cuando las comunidades, por su natural necesidad de expansión, realizan sus desarrollos sin ninguna planeación, aunado a que el crecimiento poblacional, por su dinámica implícita, rebasa por mucho la velocidad de construcción de sistemas de recolección y tratamiento de aguas residuales, que por no captarse adecuadamente, y dirigirse a una planta de tratamiento de aguas residuales, resulta que grandes volúmenes se infiltran y contaminan los mantos freáticos, además del cuerpo de agua receptor de las descargas crudas, agravando así la situación de eutrofización del Lago de Pátzcuaro.

La falta de conciencia y el poco sentido común de los habitantes y autoridades, es causa y efecto de la contaminación masiva del agua, como consecuencia de las aportaciones provenientes de los sistemas de drenajes domésticos.

Dentro de los proyectos y acciones que se han puesto en marcha como medidas correctivas y/o de prevención, teniendo como objetivo frenar la pérdida del espejo de agua, además de mejorar la calidad y reducir los índices de contaminación en el lago de Pátzcuaro; se han involucrado los tres niveles de gobierno, así como de ONG'S (organizaciones no gubernamentales); a continuación se hace mención de algunos a los que se logró tener acceso, más sin embargo, es de mencionar que no fue posible obtener inversiones económicas ejercidas.

- 1. Plan de Restauración Vegetal de la Cuenca de Pátzcuaro REVELAPA (1980-1986).**
- 2. Comité para el desarrollo integral de las Cuencas del Lago de Pátzcuaro y Zirahuén CODILAPA (1987-1992).**
- 3. Comité de Solidaridad Pátzcuaro y Zirahuén para la recuperación ambiental (1993-1995).**
- 4. Plan Pátzcuaro 2000.**
- 5. Proyecto Pátzcuaro-SEMARNAT.**
- 6. Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006.**
- 7. Programa Hidráulico Regional 2002-2006.**
- 8. Plan Estatal de Desarrollo Michoacán 2003-2008.**
- 9. Programa para el Desarrollo Regional de los cuatro Municipios de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro (SAED A.C.).**

Además de lo anterior, se han construido letrinas, como infraestructura alternativa para el manejo de descargas domiciliarias; esto donde no existe red de drenaje. Es de mencionar que, entre sus ventajas, se puede ahorrar hasta 50 litros de agua diariamente, evitando el tratamiento de desechos orgánicos y contribuyen a la conservación y mejoramiento del medio ambiente ya que no generan contaminantes y sus productos pueden ser utilizados como abonos en tierras de cultivos. Actualmente en las comunidades ribereñas se cuenta con letrinas que representan una

cobertura del 40% construidas por los municipios de Pátzcuaro, Quiroga, Erongaricuario y Tzintzuntzan con el apoyo de las siguientes organizaciones como son: COMAPAS, SUMA, SEDESO y CEAC del Gobierno del Estado y CONAGUA en el periodo de 1999 al 2006. (Ver Tabla 3.6)

Tabla 3.6. Letrinas existentes y faltantes en los municipios

Comunidad		Existentes	Faltantes	Comunidad		Existentes	Faltantes
Islas	Janitzio	50	70	Quiroga	San Andres	81	400
Pátzcuaro	Pacanda	57	30	Tzintzuntzan	San Jeronimo	157	300
	Yunuen	25	20		Chupicuario	8	15
	Urandenes	86	30		Santa Fe	10	300
	Tecuenta	30	20		Atzimbo	20	10
	Huecorio	15	60		Sanambo	20	10
Erongaricuario	Tzentzenguaro	83	100	Caringaro	20	20	
	Santa Ana	137	80	Tzintzuntzan	60	40	
	San Bartolo	25	150	Patambicho	51	10	
	San Pedro	95	150	Ojo de Agua	20	30	
	Exhacienda Charahuen	10	40	Ichupio	50	20	
	Ajuno	10	150	Ukasanastacua	70	10	
	Tzurumutaro	22	100	Tarerio	50	20	
	Chapultepec	15	50	Cucuchucho	150	30	
	La Tinaja	15	20	Santiago Tzipijo	15	20	
	Cuanajo	15	200	Ihuatzio	60	30	
	El Carmen	15	30	Sanabria	15	10	
	San Juan Tumbio	25	80	Santa Cruz	30	50	
	Huiramangaro	25	80	Jaguey	30		
	Puerta Cadena	15	15	Las Cuevas	15	20	
	Jaracuaro	220	100	Corrales	20	30	
Islas	Arocutin	4	100	TOTAL	2469	3790	
	San Fco. Uricho	40	100		39.45%	60.55%	
	Napizaro	51	80				
	Col. Revolución	3	20				
	Puacuaro	240	400				
	Oponguio	51	60				
	Nocutzepo	138	80				

Fuente: PROGIRH, (2006).

De los proyectos de los cuales se obtuvo información de inversiones económicas que se ha destinado para la cuenca son los siguientes.

## 10. Programa para la recuperación ambiental de la cuenca del lago de Pátzcuaro (2003).



El día 26 de febrero del 2003 se firmó el acuerdo de cooperación, colaboración y coordinación para la recuperación ambiental de la cuenca del lago de Pátzcuaro, el cual comprende el periodo (2003-2007) contemplando dos ratificaciones: con fechas una el 26 de febrero del 2004 y la otra el 03 de diciembre del 2005. A su vez se realizó una renovación de este acuerdo el día 26 de febrero del 2008 con un periodo de (2008-2011). En la cual participaron Gobiernos Federal, Estatal y Municipales, la Fundación Gonzalo Río Arronte, el IMTA, así como Universidades y algunas ONG'S.

En este programa se consideraron los siguientes objetivos:

- Desarrollar un plan estratégico.
- Lograr el consenso sobre los problemas prioritarios y sus soluciones.
- Incrementar y mejorar la conciencia y cultura ambientales.

- Profundizar en el conocimiento de la disponibilidad de los recursos naturales y su uso.
- Lograr la apropiación social del programa
- Implementar proyectos ejecutivos y relizar obras que generen beneficios tangibles y mejoren la calidad de vida.

Dentro de los avances del programa en el periodo comprendido 2003-2007, son los siguientes:

### **Conflictos sociales y cultura ambiental.**

#### 1. Promoción y apropiación del programa.

- Eventos, foros y ferias ambientales para priorizar y fomentar la participación de la población infantil, así como de la comunidad en general.
- Durante el concierto taller: Uno, dos, tres por mí y por toda la cuenca; más de 300 niños identificaron la cuenca y sus recursos naturales, y aprendieron a cuidarla.

#### 2. Educacion y cultura ambiental.

- Se impartió centenares de cursos y talleres sobre participacion social, educacion y cultura ambiental, manejo y operación de plantas de tratamiento y transferencia de tecnologías apropiadas en materia de agua.
- Más de 800 maestros capacitados.
- Más de 24,000 niños podran recibir una mejor educación ambiental durante cada ciclo escolar.

#### 3. Comunicación y participacion social.

- 11 videos, una exposición itinerante, y diversos carteles y trípticos.
- Edición y publicación del libro “Descubre una cuanca: el lago de Pátzcuaro”.

- Incremento del acervo bibliográfico, en más de 150 tomos, del centro de información del Achoque.
- Difusión de acciones en internet y programas de radio y televisión.
- 2 memorias ilustradas.
- Se ha llegado a todos los niveles sociales.
- La población participa cada vez más y con mayor apertura.
- Vencer el escepticismo y la resistencia a la participación es uno de los mayores logros del programa.

### **Deterioro de la calidad del agua.**

#### 1. Diagnóstico de las aguas residuales.

- Monitoreo, estudios de campo y aplicación de modelos hidrodinámicos para analizar y desarrollar propuestas para el control de la contaminación del lago
- Identificación de los sitios con mayor concentración de contaminates.
- Operación de plantas de tratamiento.
- Limpieza de malezas en sitios de estancamiento y recirculación.

#### 2. Tratamiento de aguas residuales.

- Diseño y construcción de humedales artificiales en: Cucuchucho, municipio de Tzintzuntzan; Santa Fe de la Laguna, municipio de Quiroga; y Erongaricuaru.

#### 3. Saneamiento en ciudades.

- Rehabilitación de la PTAR de Janitzio.

- Complementación del colector de Erongaricuario y construcción parcial del perimetral de Janitzio.
4. Colector principal de Pátzcuaro sobre el río Guani.
- Construcción (complementación) de la parte inferior del colector sobre el río Guani y parte del colector pluvial de la circumvalación de Patzcuaro.
  - Control y disposición de las descargas de aguas residuales que llegan al lago de Pátzcuaro.
5. Rehabilitación y operación de plantas de tratamiento en Pátzcuaro y Quiroga.
- Rehabilitación de las plantas de San Pedrito y Las Garzas para tratar 120 l/s.
  - Se mantiene en operación la planta de tratamiento de Quiroga, Cuya capacidad es de 25 l/s.
6. Sistemas de agua potable.
- Detección y reparación de fugas, sectorización y mejora de eficiencias, en Pátzcuaro, Quiroga, Erongaricuario y Tzintzuntzan.
  - En Quiroga se mejoró la presión de la red y se recuperaron 23 l/s.
  - En Pátzcuaro se sectorizaron 3 distritos y se logró la recuperación de 15 l/s.
  - Se equiparon los pozos de las cuatro ciudades con macromedidores.
7. Restauración, protección y aprovechamiento de manantiales.
- Se restauraron y protegieron 23 manantiales, entre ellos el de Chapultepec que produce 400 l/s.
  - En 3 manantiales se realizaron obras para abastecimiento de agua potable.
  - Quiroga y Tzintzenguaro reciben 12 l/s y 10 l/s respectivamente.

### **Reducción pesquera y pérdida de la biodiversidad acuícola.**

1. Dragado y remoción de malezas acuáticas.
  - Se mantiene un programa de dragado de malezas acuáticas para evitar su ploriferación, conservar la ruta de navegación y fomentar la producción pesquera.
2. Fomento de pesquerías y producción acuícola.
  - Promover la explotación sustentable del recurso pesquero del lago.
  - Producción de más de 8 millones y liberación de 3 millones de alevines de pez blanco y acúmara.
  - Construcción de módulo de cuatro estanques para cultivar pez blanco en Ichupio y una reserva en Urandén.
  - Asistencia técnica y apoyó a 26 organizaciones pesqueras con 735 redes de luz de malla.

### **Pobreza extrema y deterioro de la salud y bienestar públicos.**

1. Tecnologías apropiadas en materia de agua.
  - Transferencia de más de 2,100 sistemas para captación, extracción, conducción, almacenamiento, potabilización, consumo, tratamiento y aprovechamiento del agua.
  - La participación de la mujer purhépecha ha sido fundamental.
2. Casa ecológica para comunidades rurales.
3. Sistema integral de manejo de residuos sólidos.
  - Construcción y puesta en operación de relleno sanitario intermunicipal en Pátzcuaro.

### **Deforestación, erosión y contaminación del suelo.**

1. Reforestación y control de la erosión.

- Transferencia y adaptación de prácticas para la restauración y conservación en 8 microcuencas.
- Surcado en contorno, represas de tierra, estabilidad de barrancas, zanjas ciegas y agroforestación.
- Rescate de más de 1000 ha y plantación de más de 70,000 árboles.

2. Sistemas de información geográfica.

**Indicadores de sustentabilidad y seguimiento.**

A continuación se muestra los indicadores por color dependiendo el estado y la calidad en el que se encuentran. Establecidos por diferentes dependencias. (Ver Tabla 3.7).

Tabla 3.7. Parámetros indicados con color

INDICADOR					FUENTE/UNIDAD
Índice de calidad del agua	0 - 49	50 - 69	70 - 84	85 - 100	(PNH, 2001-2006) / adim
Cobertura forestal	0 - 30	31 - 50	51 - 60	> 60	(FRA, 2005) / %
Manantiales conservados	< 20	20 - 40	40 - 80	> 80	(IMTA, 2005) / %
Tasa de mortalidad infantil	24.9 - 13.42	13.41 - 11.10	11.09 - 7.69	7.68 - 0	(INEGI, 2000) / TMI
Atención médica	> 2,541	2,540.9 - 625	624.9 - 357	356.9 - 170	(OPS, 2002) / Hab/Med
Desnutrición	16.9 - 15.5	15.4 - 12.1	12.0 - 5.0	4.9 - 0	(FAO, 1998) / %
Cobertura de agua potable	< 80	80.1 - 85	85.1* - 89.9	> 90	(ODM, ONU, 2000)*, (IMTA, 2005) / %
Cobertura de drenaje	< 71	71.1 - 80	80.1 - 85.9	86	(ODM, ONU, 2000)*, (IMTA, 2005) / %

Rojo. Indica un estado no deseable o un impacto nocivo sobre la salud y el ambiente.

Naranja. Indica un estado poco deseable o un impacto moderadamente nocivo sobre la salud y el ambiente.

Amarillo. Indica grado intermedio tendente a mejorar o empeorar según sea el caso.

Verde. Indica un estado positivo o aceptable resultado de la valoración de un indicador o un conjunto de indicadores.

Fuente: PRACLP (2003).

### Evaluación, 2003-2006.

En la siguiente tabla, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación realizada en los conceptos involucrados en la recuperación ambiental de la cuenca del lago de Pátzcuaro. (Ver Tabla 3.8).

Tabla 3.8 Resultados obtenidos de la evaluación realizada en la cuenca

Indicador	2003	2004	2005	2006	META 2007	DESEABLE	Fuente
Índice de calidad del agua	59.36	57.21	57.90	65.7	60	70	CONAGUA-MICHOACÁN IMTA (2006)
Cobertura forestal (%)	39 (2002)			55 <sup>1</sup>	58	62	COFOM/IMTA (2006) <sup>1</sup>
Variación del nivel del lago (m)	2036.4	2036.0	2037.7	2036.4	2037	2039	COMPESCA
Manantiales conservados (%)	37.5	45	65	65	60	62.5	IMTA
Tasa de mortalidad infantil (%)	5.25	1.105	0.628	1.05	1.75	0	SS-JURISDICCÓN IV, PÁTZCUARO, MICH.
Atención médica (Hab/médico)	2424	1742	1550		491	170	SS-JURISDICCÓN IV, PÁTZCUARO, MICH.
Desnutrición (%)	15.51	12.17	3.21	3.10	6.35	0	SS-JURISDICCÓN IV, PÁTZCUARO, MICH.
Cobertura de agua potable (%)	84.150	84.86			90	98	CONAGUA-MICHOACÁN
Cobertura de drenaje (%)	82.880	86.720			92	97	CONAGUA-MICHOACÁN

Toxicidad en el Lago = 0  
La toxicidad y el ICA 2006 se midieron en 5 puntos del lago.



**Rojo.** Indica un estado no deseable o un impacto nocivo sobre la salud y el ambiente



**Naranja.** Indica un estado poco deseable o un impacto moderadamente nocivo sobre la salud y el ambiente



**Amarillo.** Indica grado intermedio tendente a mejorar o empeorar según sea el caso.



**Verde.** Indica un estado positivo o aceptable resultado de la valoración de un indicador o conjunto de indicadores.

Fuente: PRACLP (2003).

### Evaluación 2007 y metas 2011.

Se pueden apreciar las evaluaciones y las metas obtenidas en las diferentes áreas involucradas en la cuenca. (Ver Tabla 3.9).

Tabla 3.9 Evaluaciones y metas obtenidas en la cuenca

Problemática	Indicador	2003	2005	2007	2011	Deseable
Calidad del agua	Caudal residual tratado (PTARs y Humedales)	52 l/s (23%)	70 l/s (32%)	188 l/s* (85%)	210 l/s (92%)	215 l/s (97%)
	Cobertura de alcantarillado en cabeceras municipales	83%	87%	92%* Logró 90%	94%	97%
	Índice de calidad del agua del lago	54.5	58.35	68	70	70
Pobreza y salud pública	Habitantes marginados beneficiados con abastecimiento y desinfección de agua	Nd	1,500	2,500	9,150	10,000
	Habitantes marginados con saneamiento básico	Nd	2,000	2,500	10,500	12,000
	Habitantes marginados con sistemas de producción de alimentos	Nd	750	2,000	3,625	5,000
	Cobertura de agua potable en cabeceras municipales	84%	84.5%	90%	95%	98%
Conflictos sociales	Profesores capacitados	0	700	900	900	1000
Reducción pesquera	Producción pesquera	50 t	100 t	150 t	300 t	400 t
Escasez de recursos económicos	Organismos operadores autosuficientes	0	0	2 (**) Parcial	4	5
Disminución y cantidad de volumen	Conservación de manantiales restaurados	0	23	24 (**) Deficiente	22	22

(\*) Se requiere canalizar las aguas del río Guani, para lo cual es necesario concluir el colector o hacer una derivación temporal.  
 (\*\*) La meta 2007 eran dos. Si bien se avanzó significativamente en Pátzcuaro y Quiroga, no se logró la autosuficiencia.  
 (\*\*\*) La meta 2007 eran 24. Se mantuvieron los 24 pero con ciertas deficiencias –la limpieza se debe realizar cada 3 meses y establecer un programa permanente-. Se recomienda reducir a 22 dado que los de los Uranden son inundables.

Fuente: PRACLP (2003).

## Resumen de inversiones.

A continuación se muestra el resumen de las actividades e inversiones realizadas en este programa encaminados a la recuperación ambiental de la cuenca del lago de Pátzcuaro (ver Tabla 3.10).

Tabla 3.10 Resumen de inversiones

Proyecto/Actividad			
A. Deterioro de la calidad del agua del lago		FGRA	IMTA
A1	Proyecto ejecutivo para saneamiento en Tzurumútaró.	\$ 600,000	\$ 184,824
A2	Proyecto ejecutivo para complementar el drenaje pluvial y sanitario de la zona sur de Pátzcuaro.	\$ 800,000	\$ 199,284
A3	Proyecto ejecutivo para el saneamiento de Quiroga	\$ 1,800,000	\$ 717,526
A4	Humedal para el tratamiento de las aguas residuales de San Jerónimo Purenchécuaro.	\$ 5,000,000	\$ 1,312,435
A5	Saneamiento mediante sistemas no convencionales de la ciudad de Tzintzuntzan.	\$ 1,000,000	\$ 1,502,930
A6	Proyecto ejecutivo y materiales para el pretratamiento y colector de la calle Salazar al Humedal de Erongarícuaro.	\$ 800,000	\$ 459,858
A7	Humedal para tratamiento de las aguas residuales de San Francisco Uricho y complemento de colectores.	\$ 5,400,000	\$ 1,404,408
A8	Evaluación integral (eficiencia, capacitación, seguimiento y apropiamiento) de humedales.	\$ 2,000,000	\$ 519,684
A9	Monitoreo de calidad del agua del lago y descargas	\$ 3,300,000	\$ 1,980,000
A10	Manejo integral para el control de malezas acuáticas, especies invasoras y remoción de sedimentos en apoyo a la recuperación de especies emblemáticas y mejora de la calidad del agua del lago.	\$ 8,000,000	\$ 4,715,150
<b>Subtotal</b>		<b>\$28,700,000</b>	<b>\$12,996,099</b>

Proyecto/Actividad			
B. Pobreza extrema y deterioro de la salud y bienestar públicos		FGRA	IMTA
B1	Transferencia de tecnologías apropiadas en comunidades rurales en la cuenca del lago de Pátzcuaro.	\$ 13,000,000	\$ 3,308,954
B2	Modelos comunitarios de captación, almacenamiento y tratamiento de agua de lluvia para consumo humano en Arócutin, San Francisco Uricho y Napízaro, Erongarícuaro.	\$ 3,500,000	\$ 1,420,633
B3	Proyecto modelo para el manejo integral del agua en San Jerónimo Purenchécuaro y San Andrés Tzirondaro.	\$ 2,400,000	\$ 722,634
<b>Subtotal</b>		<b>\$18,900,000</b>	<b>\$5,452,221</b>
C. Conflictos sociales y cultura ambiental		FGRA	IMTA
C1	Proyecto ejecutivo para la red de agua potable de Jarácuaro.	\$ 400,000	\$ 78,800
C2	Programa de educación, capacitación y concientización ambiental municipal (Pátzcuaro, Quiroga, Tzintzuntzan, Erongarícuaro, Huiramba).	\$ 1,500,000	\$ 574,823
C3	Coordinación técnica del programa, sistematización de la experiencia y difusión.	\$ 7,800,000	\$ 2,570,355
<b>Subtotal</b>		<b>\$9,700,000</b>	<b>\$3,223,978</b>

Proyecto/Actividad			
<b>D. Deforestación</b>		<b>FGRA</b>	<b>IMTA</b>
D1	Instrumentación de prácticas de conservación de microcuencas.	\$ 9,500,000	\$ 2,507,516
D2	Vivero regional autosuficiente de especies forestales y no forestales.	\$ 4,500,000	\$ 1,090,915
<b>Subtotal</b>		<b>\$14,000,000</b>	<b>\$3,598,531</b>
<b>E. Erosión y contaminación del suelo</b>		<b>FGRA</b>	<b>IMTA</b>
E1	Proyectos piloto eficientes y de bajo costo de sistemas de riego en El Rodeo, El Jagüey y Las Cuevas, Tzintzuntzan.	\$ 1,600,000	\$ 708,413
<b>F. Escasez de recursos económicos</b>		<b>FGRA</b>	<b>IMTA</b>
F1	Sustentabilidad del OOAPAS ribereños.	\$ 14,600,000	\$ 4,054,818
<b>G. Disminución de la cantidad del agua del lago y del volumen del agua subterránea</b>		<b>FGRA</b>	<b>IMTA</b>
G1	Balance hídrico y capacitación en la infraestructura de monitoreo.	\$ 1,000,000	\$ 696,040
<b>Total: \$129,230,000</b>		<b>\$98,500,000</b>	<b>\$30,730,000</b>

Fuente: PRACLP (2003).

## 11. Proyecto para el fortalecimiento del programa de rehabilitación y mantenimiento del lago de Pátzcuaro. (2008-2012).

### Justificación del proyecto.

Debido a la antigüedad de los equipos de trabajo del Programa de Rehabilitación y Mantenimiento del Lago de Pátzcuaro, es indispensable renovar y dar mantenimiento integral al parque de maquinaria, ya que, aunque se tienen resultados, estos podrían ser mucho mayores si la maquinaria trabajara a su máxima capacidad.

El Programa de Rehabilitación y Mantenimiento del Lago de Pátzcuaro, cuenta con un cuadro de personal que a través de los años se ha especializado en la operación y mantenimiento de la maquinaria con que se cuenta. Siendo esto la más grande fortaleza del programa, ya que resultaría complicado e incosteable conseguir mano de obra con este perfil.

Lo anterior, se pone de manifiesto al analizar el cuadro de inversiones y metas, se toma el ejemplo de la actividad de extracción de sólidos sedimentados, ya que para el Gobierno del Estado el costo unitario por metro cubico extraído es de menos de \$21.00, mientras que las empresas privadas que podrían contratarse para llevar a cabo esta actividad manejan precios que van desde los \$60.00 hasta los \$120.00. (Ver Tabla 3.11)

Tabla 3.11 Inversiones realizadas desde el año 2000 al 2008

Año	Extracción y trituración de lirio (has)	Extracción de sólidos (m3)	Formación de bordos (ml)	Inversión
2002	204.40	198,396.32	8,717.00	\$5,601,684
2003	371.85	410,396.34	9,745.50	\$6,853,599
2004	210.96	406,079.25	11,477.43	\$5,954,364
2005	198.03	395,546.24	9,821.87	\$6,222,808
2006	164.73	311,278.81	11,350.17	\$6,000,000
2007	140.25	212,163.77	3,650.20	\$6,000,000
2008	121.99	276,417.44	5,870.80	\$6,000,000

Fuente: PFPRMLP,(2008-2012)

Sin embargo, la situación financiera del programa es grave, ya que como se puede observar en la tabla de inversiones, en los últimos años no ha sido posible destinar mayores recursos al programa, ya que directamente no hay participación financiera por parte del Gobierno Federal.

Por todo lo anterior, y el marco de los compromisos establecidos en el *Convenio de Coordinación de Acciones para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro 2008-2012*, este proyecto buscó la participación financiera de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, para que a través de la Comisión Nacional del Agua se realice una aportación por avance unitario en cada actividad realizada, lo cual permitirá mejorar el parque de maquinaria del Programa de Rehabilitación Mantenimiento que el Gobierno del Estado permanentemente implementa en el Lago de Pátzcuaro.

### Ejemplos de obras realizadas

**Obra realizada:** Ampliación de 70 a 200 metros del canal principal para proporcionar una mejor navegación y vista hacia Janitzio. La amplitud evita el taponamiento que se hacía en el canal principal por la estrechez que tenía. Ahora, también se permite la circulación del agua evitando que el lirio se estacione en los tulares y se reproduzca en esa zona.



*Situación Anterior.*



*Situación Actual*

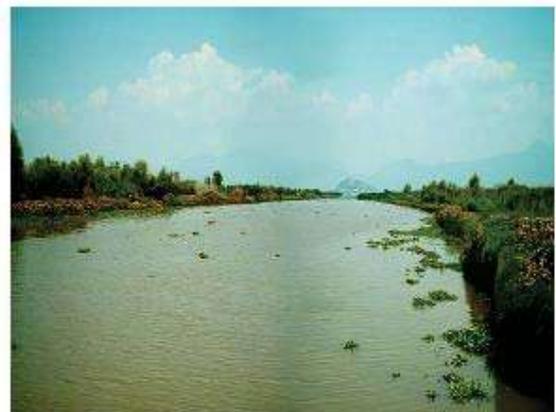
Fuente: PFRMLP,(2008-2012)

*Ilustración 3.12 Situación anterior y actual del lugar*

**Obra realizada:** Se realizó la extracción de lirio y sólidos, logrando así recuperar la hidrodinámica del agua y evitando que el lirio se estacione en los tulares y se reproduzca en esa zona.



*Situación Anterior*



*Situación Actual*

Fuente: PFRMLP,(2008-2012)

*Ilustración 3.13 Situación anterior y actual del lugar*

**Obra Realizada:** Mediante la extracción de sólidos, se dio la profundidad adecuada para que la maquinaria diseñada para la extracción de lirio trabajara con una mejor eficiencia; al mismo tiempo se extrajo el lirio, depositándose en un solo lugar.



*Situación Anterior*



*Situación Actual*

Fuente: PFPRMLP,(2008-2012)

*Ilustración 3.14 Situación anterior y actual del lugar*

**Obra realizada:** A partir del año 2008, se reiniciaron los trabajos para la rehabilitación de este canal, extrayendo hasta el momento un volumen de 51,842.64 m<sup>3</sup> de sólidos y 16.05 has de vegetación acuática.



*Situación Anterior*

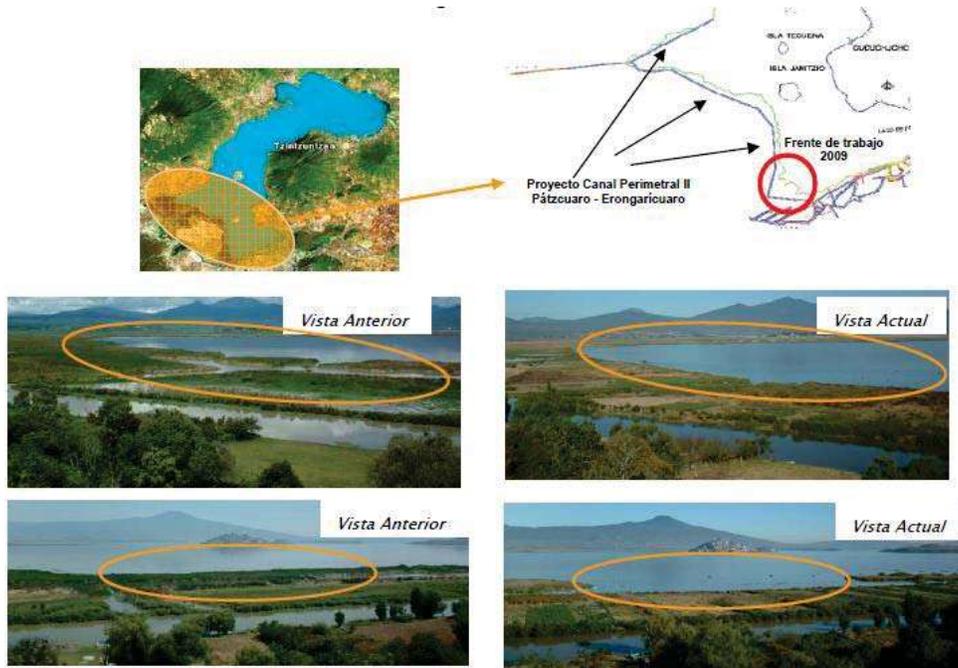


*Situación Actual*

Fuente: PFPRMLP,(2008-2012)

*Ilustración 3.15 Situación anterior y actual del lugar*

**Obra realizada:** El objetivo de este trabajo es el de limitar el avance de la vegetación arraigada y emergente del litoral que está hasta Erongarícuaro. Con esto, además de delimitar el espejo de agua y la progresiva invasión de vegetación, se eliminan zonas donde el lirio se protege de las inclemencias climatológicas y sigue reproduciéndose. Se evita el desplazamiento de lodos y basuras hacia las partes más profundas del lago, ocasionado por la precipitación pluvial y el propio peso de los sólidos. Este canal funcionará como depósito temporal de estos arrastres ya que posteriormente su retiro será relativamente fácil y en un solo sitio. Los volúmenes realizados hasta el cierre del 2008, 704,309.00 m<sup>3</sup> en extracción de sólidos, 15,808.96 metros lineales de bordos, 78,7988 has., de extracción de vegetación y 55.75 has en el despalotizado y extracción de vegetación.



Fuente: PFPRMLP,(2008-2012)

Ilustración 3.16 Situación anterior y actual del lugar

### Propuesta de participación financiera con el gobierno federal

El Gobierno del Estado de Michoacán, propone que la participación de la Federación en este programa, se realice mediante un pago por avance de obra, para lo cual estaría realizando una aportación específica por cada metro cubico de sólidos extraídos, hectárea de vegetación triturada, hectárea de vegetación extraída y metro lineal de formación de bordo filtrante.

Considerando las metas programadas para el ejercicio 2009 y las aportaciones unitarias que se han considerado, el total de las inversiones quedan de la siguiente manera (ver Tabla 3.12)

Tabla 3.12 Total de inversiones realizadas.

	Cosechado (has)	Extracción de sólidos (m <sup>3</sup> )	Triturado (has)	Formación de bordos (ml)	Inversión
Federal	\$1,288,000.00	\$10,840,666.67	\$379,166.66	\$348,833.33	\$12,856,666.66
Estatad	\$552,000.00	\$4,646,000.00	\$162,500.00	\$149,500.00	\$5,510,000.00

Fuente: PFPRMLP,(2008-2012)

### Destino de las inversiones

Como ya se ha mencionado, es prioritario adquirir maquinaria nueva y rehabilitar la existente. Por ello, el Gobierno Estatal destinará su inversión a asegurar el cumplimiento de las metas del programa y se plantea que derivado de la inversión que aporte el Gobierno Federal, se logre la adquisición de dos máquinas acuáticas del tipo Mark 3 Water Witch, para lo cual se destinará la cantidad de \$8,874,558.00 (Ocho millones ochocientos setenta y cuatro mil quinientos cincuenta y ocho pesos 00/100 M.N.).

El recurso restante, será aplicado para atender las necesidades de mantenimiento del parque de maquinaria existente, con lo cual se atenderán las reparaciones prioritarias ya que el recurso no será suficiente. Lo anterior, debido a que estas ascienden a la cantidad de \$5,892,300.00 (Cinco millones ochocientos noventa y dos mil trescientos pesos 00/100 M.N.). Se puede observar a detalle cuáles serán las reparaciones en el Anexo 1, así como el aumento esperado en el rendimiento por máquina.

Monto a destinarse para la rehabilitación de maquinaria. \$3,982,108.67

Adquisición 2 Mark 3 Water Witch \$8,874,558.00

## 12. Programa Especial para el Saneamiento Integral de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro (Primea Etapa 2010).

### **Problemática detectada en la cuenca.**

**Saneamiento.** Infraestructura insuficiente para el tratamiento de 214.5 l/s de aguas residuales generadas en la cuenca.

**Disminución de los niveles de agua.** De hasta 4m respecto a su máximo histórico de 2,039.480 msnm, registrado en el mes de enero del año 1977.

**Recursos forestales y degradación del suelo.** Erosión del 85% de los suelos, pérdida de más de 10,000 ha de bosque, incendios forestales, cambio de uso de suelo, entre otros.

**Azolves y malezas acuáticas en el lago.** Reducción de la superficie debido a la erosión y la gran cantidad de sedimento que llega al lago provocando con esto también contaminación.

**Residuos sólidos.** Infraestructura insuficiente para la recolección, traslado y disposición final de los residuos sólidos.

Esta situación requirió de la gestión e implementación de un programa especial de saneamiento integral que consideró acciones en las siguientes líneas estratégicas:

- a) Tratamiento de las aguas residuales en la cuenca.
- b) Recuperación de manantiales.
- c) Reforestación y prácticas de conservación de suelos.
- d) Control de malezas acuáticas y extracción de azolves.
- e) Manejo de residuos sólidos.
- f) Cultura ambiental.

El programa de saneamiento integral implementado en el año 2010, fue financiado con recurso 100% federal, esto con la finalidad de hacerle frente a la problemática de manera inmediata y en virtud de la falta de financiamiento por parte de los Municipios de la cuenca y del propio Gobierno del Estado.

### Propuesta de inversiones 2010-2012

El siguiente cuadro, muestra un resumen de la propuesta de inversiones, realizada por el Grupo Técnico, y que fue aprobada por la Comisión de cuenca para cada componente (ver Tabla 3.13).

Tabla 3.13 Propuestas de inversión realizada.

ACCIONES	Inversiones (MDP)			
	TOTAL	2010	2011	2012
Saneamiento	125.7	6.1	71.2	48.2
Recuperación de manantiales	75.3	1.3	37.0	37.0
Reforestación y prácticas de conservación de suelos	170	9.0	80.5	80.5
Control de malezas acuáticas y extracción de azolves	47.3	33.5	6.6	7.2
Manejo de residuos sólidos y cultura ambiental	87.6	55.6	30.0	2.0
<b>GRAN TOTAL:</b>	<b>506.0</b>	<b>105.5</b>	<b>225.4</b>	<b>175.0</b>

Fuente: PESICLP (2014).

### Avance de inversiones 2010-2014.

Las acciones que se realizaron se extendieron hasta el año 2014, siendo para los años de 2012 y 2013 los años en los que más acciones se realizaron en los componentes de saneamiento, reforestación y prácticas de conservación de suelos.

La siguiente tabla muestra un resumen de las inversiones realizadas para cada componente (ver Tabla 3.14)

Tabla 3.14 Inversiones realizadas.

Eje estratégico	Inversiones (MDP)	
	Estimado	Realizado
Saneamiento	125.7	132.3
Recuperación de manantiales	75.4	0.0
Reforestación y prácticas de conservación de suelos	170.0	103.3
Niveles de agua, azolves y malezas acuáticas en el lago	47.4	12.4
Manejo de residuos sólidos y cultura ambiental	87.8	0.0
<b>GRAN TOTAL:</b>	<b>506.3</b>	<b>248.0</b>

Fuente: PESICLP (2014).

La inversión realizada en relación a lo programado, fue aproximadamente el 50% quedando pendientes inversiones en componentes importantes como lo es el de recuperación de manantiales y manejo de residuos sólidos a los cuales no se les invirtió.

#### Metas alcanzadas con las inversiones realizadas 2010-2014

Con las acciones e inversiones propuestas, se establecieron mediante diferentes estrategias, metas a alcanzar que variaron de acuerdo a cada uno de los componentes ambientales.

A continuación se muestra un cuadro con las estrategias y metas tanto programadas como las obtenidas (ver Tabla 3.15):

Tabla 3.15 Estrategias y metas programadas

<i>Estrategias</i>	<i>Meta programada</i>	<i>Meta alcanzada</i>
Tratamiento de las aguas residuales	Incrementar del 70% al 90%	75%
Índice de la calidad del agua	65 puntos a 75	68
Superficie arbolada	de 28,925 has a 31,425 has	28,501.5 ha
Limpieza de vegetación acuática	de 150 a 350 ha por año	150 ha
Extracción de sólidos	de 300 mil a 400 mil m <sup>3</sup> por año	300 mil m <sup>3</sup>
Construcción de bordos	de 6 mil a 20 mil metros lineales	6 mil metros lineales
Disposición final de basura	70% a 90%	70%

Fuente: PESICLP (2014).

### 13. Programa Especial para el Saneamiento Integral de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro (Segunda Etapa 2014).

Para este programa en mención se consideraron los siguientes objetivos, de los cuales el objetivo genera fue:

- Saneamiento integral de la cuenca del Lago de Pátzcuaro.

Dentro de los objetivos particulares encontramos los siguientes:

- Implementar acciones para aprovechar la capacidad instalada de las plantas de tratamiento (PTAR's) en la cuenca.
- Contribuir a la recuperación de la cobertura vegetal de la cuenca mediante la reforestación.
- Detener los procesos de erosión y reducir el arrastre de suelos hacia el lago.
- Implementar acciones a fin de controlar la vegetación acuática (sobre todo lirio).

- Proponer y realizar acciones que contribuyan al manejo integral de los Residuos Sólidos Municipales en la cuenca.
- Promover acciones que difundan hábitos de cultura ambiental en agua, residuos y bosque.
- Incorporar acciones que atiendan la problemática detectada en el sector agropecuario.
- Promover acciones que fomenten la participación de los tres órdenes de gobierno y la sociedad organizada en la realización de acciones en la cuenca y fortalezcan la Coordinación Interinstitucional.

### **Propuesta de acciones 2ª etapa.**

Los ejes estratégicos propuestos quedaron de la siguiente manera:

1. Calidad y tratamiento de las aguas.
2. Recursos Forestales y conservación de suelos.
3. Manejo del lago.
4. Prevención y gestión integral de residuos.
5. Cultura ambiental.
6. Agricultura, ganadería, pesca y acuicultura.

De acuerdo a lo que se trabajó para cada componente ambiental, se propuso entonces, una serie de acciones identificadas y consensuadas con los Municipios y Dependencias de Gobierno involucradas en la gestión, de tal modo que a partir de esto se conformaron cuadros que, por eje estratégico, integran acciones propuestas con montos de inversión, estimada a corto y mediano plazo, así como responsables de dar seguimiento a las gestiones para los posibles financiamientos.

## 1. Calidad y tratamiento de las aguas.

En este componente, se muestra un resumen de proyectos ejecutivos y de obras para alcantarillado, colectores y plantas de tratamiento, así como las inversiones necesarias y responsables de dar seguimiento a las gestiones.

Tabla 3.16 Resumen de proyectos ejecutivos y obras para alcantarillado, colectores y plantas de tratamiento.

Municipio	Proyectos ejecutivos y estudios	Obras	Costo Total (mdp)	Inversión programada 2014			Inversión Requerida en próximos años (mdp) 2015-2016	Responsable del seguimiento a la actividad
				Federal (mdp)	Estatad (mdp)	Otros (mdp)		
Pátzcuaro	11	17	93.4	0.92	0.58	0.0	91.9	CONAGUA-CEAC-MUNICIPIOS
Quiroga	8	8	19.6	3.6	4.6	0.2	11.2	
Erongarícuaro	9	10	41.6	0.0	0.0	0.1	41.5	
Tzintzuntzan	11	13	35.8	0.0	0.0	0.1	35.7	
Proyectos integrales	4	-	0.8	0.0	0.0	0.0	0.8	
<b>TOTAL</b>	<b>43</b>	<b>48</b>	<b>191.2</b>	<b>4.52</b>	<b>5.18</b>	<b>0.4</b>	<b>181.1</b>	

Fuente: PESICLP (2014).

En el cuadro anterior (ver Tabla 3.16), se muestra un concepto denominado “Proyectos Integrales”, este concepto integra estudios y diagnósticos requeridos y se considera a los cuatro Municipios.

En términos generales la inversión en total para el componente de calidad y tratamiento de las aguas, es de **191.2** (mdp), de la cual sólo **10.1** (mdp) fueron recursos que se pudieron invertir en el año 2014 entre recursos Federal y Estatal principalmente y **181.1** (mdp) estarían pendientes para buscar financiamiento para los años 2015 y 2016 (Anexo 1.- Calidad y tratamiento de las aguas).

## 2. Recursos forestales y conservación de suelos.

Para este componente, se presentan inversiones por Municipios para diferentes comunidades, en el que la mayoría de las acciones, forman parte del programa de restauración de cuencas prioritarias que coordina la CONAFOR. El cuadro que a continuación se presenta, muestra un resumen de las inversiones propuestas para este componente (ver Tabla 3.17).

Tabla 3.17 Resumen de inversiones propuestas para recursos forestales y conservación de suelos

Municipio	Proyectos, estudios y capacitaciones	Obras de reforestación y restauración de suelos.	Costo Total (mdp)	Inversión programada 2014			Inversión Requerida en próximos años (mdp) 2015-2016	Responsable del seguimiento a la actividad
				Federal (mdp)	Estatal (mdp)	Otros (mdp)		
Pátzcuaro	2	5	1.24	1.24	0.0	0.0	0	CONAFOR-COFOM-MUNICIPIOS-EJIDATARIOS
Quiroga	-	1	0.63	0.63	0.0	0.0	0	
Erongarícuaro	9	8	1.15	1.15	0.0	0.0	0	
Tzintzuntzan	-	-	-	-	-	-	-	
Proyectos integrales	4	-	2.7	0.2	0.2	0	2.3	
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>5.72</b>	<b>3.22</b>	<b>0.2</b>	<b>0</b>	<b>2.3</b>	

Fuente: PESICLP (2014).

Se incorporan también 4 proyectos integrales para los cuatro Municipios de la cuenca con los cuales una vez elaborados, se integrarán acciones complementarias para toda la cuenca.

En términos generales, se tiene una propuesta de inversiones para recursos forestales y conservación de suelos, en total de **5.72** mdp; de la cual, sólo **3.42** mdp fueron recursos asignados dentro de un programa Federal, y con la participación de los Municipios, se estaría pendiente gestionar **2.3** mdp para llevar a cabo los proyectos integrales.

### 3. Manejo del Lago

En este concepto, se integran acciones que forman parte de un programa de mantenimiento, y aquellas que se requieren realizar complementarias al programa de mantenimiento, pero a su vez necesarias (ver Tabla 3.18).

Tabla 3.18 Limpieza de la vegetación acuática, extracción de sólidos y construcción de bordos

Sitio	Proyectos y/o estudios integrales	Obras y/o acciones	Costo Total (mdp)	Inversión programada 2014			Inversión Requerida en próximos años (mdp) 2015-2016	Responsable del seguimiento a la actividad
				Federal (mdp)	Estatal (mdp)	Otros (mdp)		
Lago de Pátzcuaro	3	3	56.31	4.77	6.78	0.45	44.31	CONAGUA-IMTA-COMPESCA

Fuente: PESICLP (2014).

En el componente de manejo del lago, se tiene una propuesta de inversión de **56.31** mdp de los cuales solo **12** mdp se incluyen en programas de gobierno federal, estatal, otros y **44.31** mdp se requerirían para hacer frente a esta propuesta de manejo del lago.

#### 4. Prevención y gestión ambiental de los residuos sólidos.

Actualmente los Municipios de la cuenca, excepto Pátzcuaro, tienen tiraderos a cielo abierto, en estos depósitos se pepenan los materiales reciclables y la basura sobrante se cubre con una capa de tierra para evitar malos olores y acelerar la descomposición de materia orgánica. Esto desde luego constituye una solución parcial al problema de la acumulación de basura, la cual, sin embargo, todavía queda expuesta a los roedores ya que, durante el proceso de desintegración, algunos de los materiales degradados puedan filtrarse al subsuelo.

El siguiente cuadro muestra una propuesta de acciones y de inversiones que en materia de residuos sólidos se proponen para atender la grave problemática que de manera general existe en los Municipios de la cuenca. (Ver Tabla 3.19)

Tabla 3.19 Resumen de propuesta de acciones e inversión para residuos sólidos

Sitio	Proyectos y/o estudios integrales	Programas	Costo Total (mdp)	Inversión programada 2014			Inversión Requerida en próximos años (mdp) 2015-2016	Responsable del seguimiento a la actividad
				Federal (mdp)	Estatal (mdp)	Otros		
Municipios de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro.	2	3	4.4	0.0	0.0	0.0	4.4	SEMARNAT-SUMA-MPIOS

Fuente: PESICLP (2014).

De acuerdo a la propuesta de inversiones que se presenta, se requiere de **4.4** millones de pesos para realizar las acciones necesarias para la prevención y gestión ambiental de los residuos sólidos, cabe mencionar que a partir de los proyectos que se realicen, se requerirán de nuevas inversiones que den continuidad a los proyectos de origen.

## 5. Cultura ambiental

En este concepto, se integran acciones de un programa de cultura ambiental para la cuenca a través de la participación de Instancias educativas de Gobierno y de sociedad organizada. Este programa considera conceptos importantes y temas de educación como el agua, el bosque y los residuos sólidos.

Tabla 3.20 Resumen de propuestas para cultura ambiental

Sitio	Capacitaciones	Prácticas de campo	Costo Total (mdp)	Inversión programada 2014			Inversión Requerida en próximos años (mdp) 2015-2016	Responsable del seguimiento a la actividad
				Federal (mdp)	Estatal (mdp)	Otros		
Municipios de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro.	2	1	0.81	0.0	0.0	0.0	0.81	SEMARNAT-SUMA-CREDES-MUNICIPIOS-ITSPA-CREFAL

Fuente: PESICLP (2014).

Como se puede observar en el cuadro anterior, las inversiones propuestas para realizar acciones en materia de cultura ambiental para la cuenca, son de un total de **0.81** mdp que se requerirían para el proyecto a corto plazo (ver Tabla 3.20). En dicho proyecto como ya se mencionó, participan varias instancias que, por medio de un núcleo de articulación, estarían colaborando en cada una de las actividades. Es importante mencionar que una vez capacitada cada una de las personas que por Municipios se tiene considerado, se dará inicio a un programa de educación ambiental en la cuenca de manera integral.

## 6. Agricultura, ganadería, pesca y acuicultura.

En cuanto a este componente, se tiene una propuesta preliminar de inversión de **15.15** mdp que se requerirán gestionar para atender cada una de las acciones previstas de acuerdo al siguiente cuadro (ver Tabla 3.21):

Tabla 3.21 Propuesta Preliminar de inversión

Sitio	Estudios	Programa de acciones	Costo Total (mdp)	Inversión programada 2014			Inversión Requerida en próximos años (mdp) 2015-2016	Responsable del seguimiento a la actividad
				Federal (mdp)	Estatal (mdp)	Otros		
Cuenca del Lago de Pátzcuaro.	1	3	15.15	0.0	0.0	0.0	15.15	SAGARPA- SEDRU-DDR- 091-MUNICIPIOS

Fuente: PESICLP (2014).

## 7. Fortalecimiento institucional

Para fortalecer las relaciones institucionales, se proponen varias acciones importantes mismas que deben mejorar los procesos regionales que actualmente existen en materia de política ambiental, ya que se requiere de mayor coordinación y participación entre actores para evitar realizar las acciones de forma independiente (ver Tabla 3.22).

Tabla 3.22 Resumen de propuestas de inversión para fortalecimiento institucional

Sitio	Acciones diversas	Costo Total (mdp)	Inversión programada 2014			Inversión Requerida en próximos años (mdp) 2015-2016	Responsable del seguimiento a la actividad
			Federal (mdp)	Estatal (mdp)	Otros		
Cuenca del Lago de Pátzcuaro.	9	3.65	0.45	0.45	0.0	2.7	SEMARNAT- CONAGUA- MUNICIPIOS- CEAC-G.O- CCLP

Fuente: PESICLP (2014).

De acuerdo al cuadro mostrado, existe conformidad por parte de miembros del Grupo Técnico en varias acciones como, por ejemplo, la de construir un banco de información que concentre todos los proyectos y estudios realizados en la cuenca, también resalta una estrategia para motivar la participación de los Presidentes Municipales de la cuenca y el fortalecimiento de la Gerencia Operativa. A todo esto, se prevé una inversión de **3.65** millones de pesos de los cuales solo **0.9** Mdp fueron considerados en el año 2014 y faltaría de gestionar **2.7** millones de pesos para poder cubrir las inversiones previstas en la propuesta.

## Resumen de inversiones

De acuerdo con a las inversiones presentadas en cada uno de los componentes anteriores a continuación se presenta en la (Tabla 3.23) un resumen de inversiones.

Tabla 3.23 Resumen de inversiones

COMPONENTE	NÚMERO DE ACCIONES	INVERSIÓN					Requerida 2015-2016
		2014					
		COSTO TOTAL	Federal	Estatal /Mpal	Otros		
1.- Calidad y tratamiento de las aguas.	91	191.2	4.52	5.18	0.4	181.1	
2.- Recursos Forestales y conservación de suelos.	28	5.72	3.22	0.2	0	2.3	
3.- Manejo del lago.	6	56.31	4.77	6.78	0.45	44.31	
4.- Prevención y gestión ambiental de los residuos sólidos.	5	4.4	0.0	0.0	0.0	4.4	
5.- Cultura ambiental.	3	0.81	0.0	0.0	0.0	0.81	
6.- Agricultura, ganadería, pesca y acuicultura.	4	15.15	0.0	0.0	0.0	15.15	
7.- Fortalecimiento Institucional.	9	3.65	0.45	0.45	0.0	2.75	
<b>TOTAL</b>	<b>146</b>	<b>277.24</b>	<b>12.96</b>	<b>12.61</b>	<b>0.85</b>	<b>250.82</b>	

Fuente: PESICLP (2014).

Se estima una inversión en total de **277.24** mdp, de los cuales sólo **26.42** mdp, fueron gestionados en el año 2014 y se encuentran incluidos mediante diferentes programas con recursos de gobierno Federal Estatal y otros. Asimismo, tenemos que **250.82** mdp, son los que se buscará gestionar para los años 2015 y 2016 a fin de hacer frente a las acciones previstas para cada concepto y de acuerdo como se ha venido programando.

Conceptos como prevención y gestión ambiental de los residuos sólidos, cultura ambiental, agricultura, ganadería pesca y acuicultura de acuerdo a los proyectos y acciones propuestas, no tuvieron recursos asignados para el año 2014, por lo que se deberán buscar apoyos al total de las acciones propuestas.

## Metas a alcanzar

Con las acciones anteriores propuestas, se pretende conseguir las siguientes metas:

- Incrementar el tratamiento de las aguas residuales de 75% a 90%.
- Recuperar el Índice de la calidad del agua en el lago de 68 puntos a 75.
- Incrementar la superficie arbolada en la cuenca de **28,733 a 33,233** ha.
- Mantener durante 5 años mediante el Programa de Servicios ambientales, 523 has y promover el incremento a 1,500 has más.
- Fortalecer las acciones del programa de rehabilitación del lago a fin de obtener:
  - a) El incremento en las actividades de limpieza de vegetación acuática de 150 a 350 ha por año.
  - b) La extracción de sólidos de 300,000 a 400,000 m<sup>3</sup> por año.
  - c) El fortalecimiento de las actividades de construcción de bordos de 6,000 a 20,000 metros lineales.
- En Prevención y gestión integral de residuos la meta es incrementar la disposición final de basura al 90%.
- En Cultura ambiental la meta a alcanzar es formar de 2 a 3 promotores ambientales por comunidad que puedan capacitar alrededor de 1,000 personas por Municipio en la cuenca.

- Agricultura, ganadería, pesca y acuicultura. Es un concepto muy amplio que considera mediante acciones propuestas la implementación de un programa de manejo integral agropecuario, así como un diagnóstico de infraestructura agrícola que permitirá promover acciones para tecnificar zonas de cultivo y aumentar la participación de los productores en la cuenca.
- Fortalecimiento institucional. En este componente que es muy complejo, se intenta consolidar a la Comisión como un Órgano de decisión y consenso de acciones, en el que su común denominador sea la coordinación Interinstitucional entre actores para un mejor desarrollo de cada una de las acciones que se promueven en la Cuenca.

En resumen, entre los tres proyectos antes mencionados se estima una inversión aproximada de \$464,649,121.00. Esto sin incluir los proyectos de los que no se tiene montos de inversión.

## 4. PLAN DE ACCIONES

Para poder definir un plan estratégico con acciones necesarias donde se obtengan resultados positivos se requiere hacer un minucioso inventario de las necesidades de la cuenca.

De las acciones propuestas en las diferentes áreas de trabajo por parte de la CCLP para diferentes plazos de ejecución que van desde corto, mediano y largo plazo en un periodo comprendido del 2015 al 2021 son las siguientes:

### 4.1. Acciones a corto plazo

#### **Saneamiento de las Aguas Residuales, Agua Potable y Conservación de Manantiales.**

1. Proyecto ejecutivo para la rehabilitación y ampliación de la red de alcantarillado y de los colectores que canalicen las aguas residuales a la PTAR de Huecorio a planta de San Pedrito.
2. Proyecto ejecutivo para la rehabilitación y ampliación de la red de alcantarillado y de un sistema de lagunas para el tratamiento de las aguas residuales. San Pedro Paredo.
3. Proyecto ejecutivo para el sistema de alcantarillado y colectores. La Tinajita.
4. Construcción del cárcamo de regulación para la PTAR Las Garzas. Pátzcuaro.
5. Mantenimiento correctivo y preventivo de ocho equipos electromecánicos PTAR Las Garzas. Pátzcuaro.
6. Obra para la ampliación del sistema de alcantarillado. Santa Fe de la Laguna.
7. Mantenimiento de la tubería (desazolve). Santa Fe de la Laguna.

8. Proyecto ejecutivo para la rehabilitación y colector y la planta de tratamiento. Icuacato.
9. Diagnóstico de la operación y evaluación de las plantas de tratamiento.
10. Estudio de evaluación del funcionamiento de los humedales.
11. Diagnóstico de fortalecimiento de los Organismos operadores y Construcción de un programa de acompañamiento institucional administrativo para los OOAPAS.
12. Proyecto ejecutivo para la construcción de la planta de tratamiento de Sanambo.
13. Proyecto ejecutivo para la construcción de colector. San Jeronimo Purenchécuaro.
14. Obra para la construcción de colector. San Jerónimo Purenchécuaro.
15. Proyecto ejecutivo para la construcción del colector y PTAR. Isla La Pacanda.
16. Proyecto ejecutivo para la construcción del colector. Ojo de Agua.
17. Proyecto ejecutivo para la construcción del colector oriente. Jaracuaro.
18. Proyecto ejecutivo para la ampliación del sistema de drenaje sanitario. San Francisco Uricho.
19. Proyecto ejecutivo para la construcción del sistema de drenaje sanitario y PTAR. San Miguel Nocutzepo.
20. Proyecto ejecutivo para la construcción del sistema de drenaje sanitario y PTAR. Tocuaro.

21. Proyecto ejecutivo para la construcción del sistema de drenaje sanitario y PTAR. Col. Lázaro Cárdenas.
22. Fortalecimiento de la Gerencia Operativa. (personal, equipo, gastos de operación, capacitación técnica, administrativa y jurídica, entre otros).
23. Establecer una plataforma para el monitoreo, sistematización y evaluación de acciones que incluya, Instalación, administración y alojamiento en los servidores diseño de la plataforma, Mantenimiento y actualización.
24. Apoyo especial (programa concursable de CONAGUA) para la operación y mantenimiento de las PTAR Las Garzas y San Pedrito en Pátzcuaro.
25. Proyecto ejecutivo integral de los colectores y de la PTAR #3 (El Manzanillal, Col. Nueva del Cristo, Tzurumutaro, Las Trojas).
26. Construcción de mil letrinas ecológicas secas en comunidades rurales marginadas.
27. Construcción de la nueva PTAR de la Cd. de Quiroga (50 lps).
28. Proyecto ejecutivo de la PTAR de San Andrés Tzironaro, Quiroga.
29. Proyecto ejecutivo para la ampliación del drenaje sanitario de San Andrés Tzironaro.
30. Rehabilitación y ampliación del drenaje sanitario de San Andrés Tzironaro.
31. Construcción de 40 letrinas ecológicas en San Andrés Tzironaro.
32. Proyecto ejecutivo para las PTARS de Ihuatzio, Tzintzuntzan.
33. Construcción de 2 PTARS en Ihuatzio, Tzintzuntzan.

34. Proyecto ejecutivo del sistema de drenaje y colectores de Ihuatzio, Tzintzuntzan.
35. Proyecto ejecutivo del sistema de alcantarillado y sistema PTAR de Ojo de Agua, Tzintzuntzan.
36. Proyecto ejecutivo del sistema de alcantarillado y PTAR en Jarácuaro, Erongarícuaro.
37. Programa piloto de fomento al uso de dispositivos ahorradores en hoteles, escuelas, hospitales, edificios públicos, mercados y en las zonas habitacionales en general.
38. Proyecto ejecutivo del sistema de agua potable en la localidad La Zarzamora.
39. Proyecto para la eficiencia física de las comunidades Santa Fe de la Laguna, San Jeronimo y San Andres Tzironaro.
40. Proyecto ejecutivo para la rehabilitación de la red de Agua Potable de Janitzio.
41. Rehabilitación de la red de agua potable de Janitzio.
42. Proyecto ejecutivo de la perforación del pozo comunidad La Cienega.

#### **Tratamiento y Disposición de los Residuos Sólidos.**

1. Construcción y equipamiento de 5 rellenos sanitarios, uno por municipio, incluyendo centros de transferencia, valorización y clasificación de los residuos.
2. Programa de recolección y confinamiento de pilas.
3. Construcción y equipamiento de 5 centros de valorización, uno por municipio.
4. Construcción y equipamiento de 5 centros de transferencia, 1 por municipio.

5. Construcción y equipamiento de 5 centros de composteo, 1 por municipio.
6. Construcción de 5 biodigestores para la disposición de residuos de manejo especial (matanza de animales), 1 por municipio.
7. Estudio para la selección de terrenos, la factibilidad y la disposición final de residuos sólidos en los 5 municipios.
8. Elaboración del programa regional de prevención y gestión integral de residuos sólidos.
9. Modernización del parque vehicular de equipo de recolección de residuos sólidos (equipados con separadores de basura) para una carga promedio de 3 ton/vehículo.
10. Formación y operación de los consejos municipales de ecología.
11. Establecimiento y seguimiento a una batería de indicadores sobre desempeño y el cumplimiento de compromisos institucionales.
12. Red de monitoreo ambiental por telemetría.
13. Desarrollar un programa de fomento al turismo con el fin de incrementar el número de pernoctas y las actividades eco turísticas.
14. Reimpresión de 30,000 ejemplares de la Colección Michoacán hacia el desarrollo sustentable.
15. Reimpresión de Descubre una Cuenca: El Lago de Pátzcuaro.
16. Actualización y publicación de la Monografía regional de la cuenca del lago de Pátzcuaro.
17. Publicación de 30 monografías locales en las principales comunidades de la cuenca del lago de Pátzcuaro.

18. Estudio de reingeniería de recolección regional.

19. Programa de Manejo Integral de Residuos Sólidos.

**Agricultura, Ganadería, Pesca, Control de malezas acuáticas y Extracción de Azolves.**

1. Apoyo a Proyectos piloto de sistemas de riego parcelario eficientes y de bajo costo en las comunidades de Tzintzuntzan: El Rodeo, El Jagüey y Las Cuevas.
2. Programa de agricultura protegida con asesoría técnica.
3. Elaboración de 7 ordenamientos municipales (Pátzcuaro, Quiroga, Tzintzuntzan, Erongarícuaro, Huiramba, Lagunillas y Tingambato).
4. Estudio, diagnóstico de vida silvestre en la cuenca y especies acuáticas endémicas.
5. Programa de regularización de permisos de 26 organizaciones pesqueras tomando en cuenta los consejos de administración.
6. Diagnóstico de infraestructura hidroagícola y de necesidades para tecnificar.
7. Proyecto piloto para instalación de invernaderos con sistemas de captación de agua de lluvia y riego por subinfiltración.
8. Proyecto de tecnificación de riego.

### **Recursos Forestales y Conservación del Suelo.**

1. Estudio técnico justificativo para la recategorización del área que corresponde al decreto de protección forestal en 1936.
2. Actualización sobre tipo, grado y extensión de erosión hídrica en la cuenca.
3. Talleres de cultura forestal.
4. Talleres sobre conservación del suelo.

#### **4.2. Acciones a mediano plazo**

### **Saneamiento de las Aguas Residuales, Agua Potable y Conservación de Manantiales**

1. Rehabilitación y ampliación de la red de alcantarillado y colectores. Huecorio.
2. Rehabilitación y ampliación de la red de alcantarillado y colectores y construcción de un sistema de lagunas para el tratamiento de las aguas residuales. San Pedro Pareo.
3. Sistema de lagunas para el tratamiento de las aguas residuales. La Tinajita.
4. Rehabilitación de los colectores y planta de tratamiento. Icuacato.
5. Construcción de la PTAR de Sanambo.
6. Construcción del colector y PTAR. Isla La Pacanda.
7. Construcción del colector. Ojo de Agua.
8. Construcción del colector hacia la PTAR. Jaracuaro.
9. Obra para la ampliación del sistema de drenaje sanitario. San Francisco Uricho.

10. Construcción del sistema de drenaje sanitario y PTAR. San Miguel Nocutzepo.
11. Construcción del sistema de drenaje sanitario y PTAR. Tocuaro.
12. Construcción del sistema de drenaje sanitario y PTAR. Col. Lázaro Cárdenas.
13. Fortalecimiento de la Gerencia Operativa. (personal, equipo, gastos de operación, capacitación técnica, administrativa y jurídica, entre otros).
14. Establecer una plataforma para el monitoreo, sistematización y evaluación de acciones que incluya, Instalación, administración y alojamiento en los servidores diseño de la plataforma, Mantenimiento y actualización.
15. Construcción de los colectores y PTAR #3 (El Manzanillal, Col. Nueva del Cristo, Tzurumutaro, Las Trojas).
16. Proyecto ejecutivo de la PTAR Ajuno, Pátzcuaro.
17. Proyecto ejecutivo del sistema de colectores y PTAR de San Juan Tumbio / Santa María Huiramangaro Pátzcuaro.
18. Construcción de mil letrinas ecológicas secas en comunidades rurales marginadas.
19. Proyecto ejecutivo para PTAR del rastro de Quiroga.
20. Construcción de la PTAR de San Andrés Tzironaro, Quiroga.
21. Construcción del drenaje y la PTAR de Atzimbo, Quiroga.
22. Construcción del sistema de alcantarillado y colectores de Ihuatzio, Tzintzuntzan.
23. Construcción del sistema de alcantarillado y PTAR en Jarácuaro, Erongarícuaro.

24. Proyectos ejecutivos para la red de drenaje, colectores y PTAR'S de las comunidades de Oponguio, Napízaro y San Fco. Pichátaro.
25. Construcción de la PTAR de Tzintzuntzan.
26. Mantener y operar la infraestructura hidroclimatológica existente en la cuenca.
27. Instalación de una red hidrométrica y de procesos hidrológicos a nivel de microcuenca.
28. Evaluación para el aprovechamiento de las aguas residuales tratadas en la cuenca.
29. Talleres sobre uso y manejo del agua en zonas urbanas.
30. Construcción y equipamiento de la estación hidrobiológica de la cuenca (Urandén de Morelos, Pátzcuaro).
31. Construcción del tanque de almacenamiento de agua potable en la localidad de Sanambo.
32. Rehabilitación del sistema de agua potable en la localidad de Tócuaro.
33. Construcción del sistema de agua potable (equipamiento y red) en la localidad de La Zarzamora.
34. Perforación del pozo, para agua potable en la localidad La Zarzamora.
35. Conclusión del acueducto San Gregorio.
36. Levantamiento batimétrico, topográfico de puntos de referencia, mosaico ortofotográfico 1:20,000 del lago de Pátzcuaro.
37. Perforación del pozo de la comunidad La Ciénega.

38. Proyecto Ejecutivo de la construcción del tanque y red hidráulica en las comunidades de la Noria, El Refugio, Canacucho, Unguaran y la Presa.
39. Construcción del tanque y red hidráulica en las comunidades de la Noria, El Refugio, Canacucho, Unguaran y la Presa.
40. Proyecto Ejecutivo el mejoramiento de la eficiencia física del sistema de agua potable de Tzintzuntzan.
41. Proyecto Ejecutivo el mejoramiento de la eficiencia física del sistema de agua potable de Ojo de Agua.

#### **Tratamiento y Disposición de los Residuos Sólidos**

1. Clausurar los sitios actuales de disposición final en el siguiente orden, para 4 sitios de Pátzcuaro, 1 sitio en Quiroga, 1 sitio en Erongarícuaro y 1 sitio en Tzintzuntzan.
2. Limpieza de barrancas y cercado de 18 puntos de acceso en Pátzcuaro, Quiroga, Erongarícuaro y Tzintzuntzan.
3. Producir un programa semanal de radio, Un programa semanal de TV, Boletines de prensa y Mantenimiento y actualización de páginas WEB asociadas al proceso de Recuperación del lago de Pátzcuaro.
4. Programa de concientización, difusión, promoción y evaluación del impacto de los paquetes tecnológicos implantados en la cuenca.
5. Talleres de sensibilización ambiental asociados a los problemas prioritarios de la cuenca.
6. Talleres sobre manejo y procesamiento de basura.

7. Programa de aprovechamiento, operación y mantenimiento de los espacios municipales ribereños en materia de educación ambiental, cultura del agua y cultura forestal (casas ecológicas).
8. Programa piloto de lanchas turísticas operadas con energía solar (sistemas fotovoltaicos).
9. Realizar Feria de Información Ambiental de la cuenca de Pátzcuaro.
10. Promoción, conformación y operación de una instancia única para la cuenca.
11. Establecimiento de unidades de manejo ambiental (UMAS) para venado cola blanca, orquídeas y achoque.
12. Desarrollo turístico sustentable de la Isla de Janitzio.
13. Elaboración e implementación de 8 ordenamientos comunitarios (Jarácuaro, Urandén de Morelos, Urandén de Morales, Carían, Janitzio, Tecuén, Yunuen y Pacanda).
14. Proyecto ecoturístico Camugen del ejido de San Francisco, Pátzcuaro (se cuenta con expediente técnico en SEDRU).
15. Implementar el ordenamiento ecológico territorial decretado para la cuenca.

#### **Agricultura, Ganadería, Pesca, Control de malezas acuáticas y Extracción de Azolves**

1. Adquisición de 5 máquinas AquaDozer.
2. Transferencia de 13,500 tecnologías apropiadas a través de hasta 1,500 paquetes tecnológicos, integrados hasta por 9 tecnologías cada uno, en comunidades rurales de municipios ribereños de la cuenca.
3. Programa piloto de manejo integral del agua en 10 escuelas de la cuenca.

4. Talleres sobre agricultura y ganadería sostenible.
5. Establecimiento de 4 centros de acopio y procesamiento de filete de pescado.
6. Programa para proyectos de desarrollo rural en localidades ribereñas.
7. Programa de asistencia técnica y capacitación para productores sobre labranza de conservación.

### **Recursos Forestales y Conservación del Suelo**

1. Elaboración e instrumentación de la NOM para el manejo forestal sustentable en la cuenca.
2. Taller interinstitucional para el seguimiento, actualización y evaluación de la batería de indicadores del programa para la Recuperación Ambiental de la cuenca del lago de Pátzcuaro.
3. Actualización anual del avance de recuperación forestal.

### **4.3. Acciones a largo plazo**

#### **Saneamiento de las Aguas Residuales, Agua Potable y Conservación de Manantiales.**

1. Fortalecimiento de la Gerencia Operativa. (personal, equipo, gastos de operación, capacitación técnica, administrativa y jurídica, entre otros).
2. Establecer una plataforma para el monitoreo, sistematización y evaluación de acciones que incluya, Instalación, administración y alojamiento en los servidores diseño de la plataforma, Mantenimiento y actualización.

3. Construcción de la PTAR de Ajuno.
4. Construcción del sistema de colectores y PTAR de San Juan Tumbio / Santa María Huiramangaro Pátzcuaro.
5. Construcción de mil letrinas ecológicas secas en comunidades rurales marginadas.
6. Construcción de la PTAR del rastro de Quiroga (chechar monto).
7. Construcción del sistema de alcantarillado de la PTAR de Ojo de Agua, Tzintzuntzan.
8. Construcción de la red de drenaje, colectores y PTAR'S de las comunidades de Oponguio, Napízaro y San Fco. Pichátaro.
9. Implementación y seguimiento de sistemas comunitarios de captación, almacenamiento y tratamiento de agua de lluvia para consumo humano en comunidades de la cuenca del Lago de Pátzcuaro (nuevas comunidades: Tocuaro, Tarerio, Nocutzepo, Opongio y San Francisco Pichataro. Seguimiento en comunidades: Napizaro, Arócutin y San Francisco Úricho).
10. Talleres sobre operación de la infraestructura de saneamiento (PTAR).
11. Actualización normativa para el aprovechamiento extractivo de bancos de materiales pétreos.
12. Programa especial para el fortalecimiento financiero y técnico de los organismos operadores de agua y saneamiento de la cuenca (estímulo en función de la recaudación).
13. Sistema de medición de parámetros hidráulicos en todos los aprovechamientos hidráulicos de agua potable y alcantarillado de la cuenca.

14. Rehabilitación del sistema de agua potable en la localidad de San Miguel Nocutzepo.
15. Estudio integral de drenaje pluvial en la cuenca del Lago de Pátzcuaro y Proyectos ejecutivos de almacenamientos transitorios, trampas de arena, colectores, interceptores y descargas de agua pluvial.
16. Implementar siete distritos hidrométricos en Pátzcuaro.
17. Mejoramiento de la eficiencia física de la red de agua potable y micromedición en Quiroga.
18. Modernizar y eficientar los principales sistemas de bombeo, incluyendo la macromedición.

#### **Tratamiento y Disposición de los Residuos Sólidos**

1. Programa de voluntariado juvenil (servicio social preparatoria-licenciatura).

#### **Agricultura, Ganadería, Pesca, Control de malezas acuáticas y Extracción de Azolves**

1. Programa de sustitución de agroquímicos por fertilizantes orgánicos (800 a 1,000 Ha nivel cuenca/año) incluye asistencia técnica y dotación de fertilizante.
2. Limpieza y conservación de manantiales prioritarios dentro de la cuenca (del orden de 25).
3. Manejo integral de vegetación acuática en los senos Jarácuaro-Janitzio, Erongarícuaro-Puácuaro (200 Ha.).
4. Gastos de operación y mantenimiento de 19 equipos (7 AquaDozer, 1 despalotizador, 2 cosechadores, 3 dragas de succión, 1 anfidraga, 2 versidragas y 3 embarcaciones de transporte).

5. Programa de comunicación, difusión y participación social sobre los trabajos de conservación y restauración, así como de sustitución de agroquímicos por fertilizantes orgánicos.
6. Seguimiento al cumplimiento de las normas oficiales mexicanas en lo que se refiere a saneamiento, agua potable y producción pesquera (aplicación del ordenamiento pesquero NOM para la pesca), así como al respeto de las reservas ecológicas y áreas naturales protegidas (a quien corresponda).
7. Capacitación para embutidos de carpa (26 cursos).
8. Atender 2,000 Ha agrícolas con labranza de conservación.
9. Construcción y operación de 4 reservas de germoplasma de especies emblemáticas de pez blanco.
10. Equipamiento pesquero para la captura de carpa.
11. Programa de ordenamiento y equipamiento pesquero.
12. Proyecto de producción de especies endémicas (achoque, xapu y acumara).
13. Elaboración de proyectos ejecutivos para instalación de muelles con plataforma de desembarco en comunidades ribereñas (Chupícuaro, Erongarícuaro, San Andrés Tzirondaro, San Jerónimo Purenchécuaro, Ucasanastacua, Oponguio).
14. Programa para procesamiento y valor agregado de los productos agrícolas, pecuarios y pesqueros.

## Recursos Forestales y Conservación del Suelo

1. Programa de inspección y vigilancia de la aplicación de la NOM forestal en el lago de Pátzcuaro.
2. Talleres sobre concientización del cambio climático (10).
3. Adquisición de 20 cinceles para la operación de terrenos forestales.
4. Restaurar y reforestar con trabajos para la recuperación forestal de suelos en áreas con erosión ligera y moderada.
5. Realizar trabajos de conservación de suelos en laderas y obras en cauces.
6. Programa de seguimiento y supervisión, generación de indicadores de los trabajos de restauración y conservación.
7. Construcción de 3 viveros tecnificados con capacidad para 600,000 plantas cada uno.
8. Construcción de infraestructura y equipamiento para banco de germoplasma en el vivero Mujica.
9. Programa de capacitación a técnicos sobre colecta, beneficio y producción de semilla forestal de primera calidad.
10. Implementación de la certificación de todo el sistema de producción de planta: colecta, manejo de germoplasma, producción, transporte y plantación.
11. Infraestructura y equipamiento para el sistema de prevención y control de incendios.
12. Producción de especies nativas para cercos vivos, cauces, cortinas rompe vientos y revegetación.

13. Estudio técnico sobre el potencial del pago por servicios ambientales a nivel de cuenca.
  
14. Programa de empleo temporal para la reforestación, la conservación de manantiales, extracción de vegetación acuática y otros recursos naturales.

De acuerdo a lo anterior se tiene el siguiente resumen de inversiones; Siendo requerido un total de 2,207.84 mdp para cubrir al 100% el plan de acciones. (Ver Tabla 4.1)

Tabla 4.1 Resumen de inversión requerida.

	Concepto/Actividad	Inversión mdp
1	Saneamiento de las Aguas Residuales, Agua Potable y Conservación de Manantiales	\$ 404.50
2	Tratamiento y Disposición de los Residuos Sólidos	\$ 337.70
3	Agricultura, Ganadería, Pesca, Control de malezas acuáticas y Extracción de Azolves	\$ 982.79
4	Recursos Forestales y Conservación del Suelo	\$ 482.85
	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 2,207.84</b>

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Después de analizar la infinidad de proyectos que se han ejecutado y los que están próximos a implementarse, así como los que aún no se han aprobado, se puede observar claramente, los cientos de millones que se ha destinado entre los gobiernos Federal, Estatal y Municipal en el que incluso organizaciones no gubernamentales y/o fundaciones se han involucrado, esto con la finalidad de mejorar la calidad de los recursos naturales que se encuentran en la cuenca, además de ofrecer un mejor entorno natural para turistas nacionales como extranjeros.

### Conclusiones

Se ha realizado una importante inversión económica en la rama de pesca, la cual se considera que por ahora es innecesaria, ya que muchos de los proyectos se enfocan en la reactivación de vida acuática de varias especies; situación que por el momento no es tan conveniente, debido a la calidad en la que se encuentra el lago. Deberá ser prioridad disminuir los índices de contaminación en el agua y por consecuencia la vida acuática se beneficiará y podrá así redefinir las estrategias de restauración.

Otro elemento importante es la extracción de lirio y la formación de bordos, para los cuales también se han destinado parte de los recursos económicos. Estas obras se vienen realizando aproximadamente desde el año 1990, siendo infinitas las inversiones que esto requiere. Lo que el lago necesita es una limpieza de lirio a fondo y no solo un tapón permanente.

A pesar de la gran cantidad económica que se invierte para revertir el estado en el que se encuentra la calidad del agua en el lago y el medio ambiente de la cuenca en general, se puede apreciar que no es suficiente lo que se está haciendo o simplemente no es la solución más adecuada.

## Recomendaciones

Es necesario establecer y contar con una red de estaciones climatológicas e hidrométricas dentro de la cuenca, misma que cuente con personal capacitado para operarla y poder obtener datos en tiempo real, este monitoreo permitirá establecer la cuantificación de entradas de agua, así como realizar simulaciones de acciones encaminadas a la restauración y conservación del lago de Pátzcuaro.

Es de suma importancia conocer la hidrodinámica del lago, este debe ser uno de los factores primordiales, para así conocer su funcionamiento interno, tomar las decisiones y determinar los proyectos necesarios para frenar el azolvamiento del vaso.

Es indispensable realizar el levantamiento batimétrico para conocer su configuración, mismo que va de la mano con la hidrodinámica antes mencionada.

Realizar redes de abastecimiento de agua potable eficientes en los municipios que conforman la cuenca y cubrir al 100% con servicio a todos los habitantes.

Es de suma urgencia dar tratamiento al 100% de las aguas residuales generadas en la cuenca, ya que, de no ser tratadas, aportan nutrientes al vaso del lago, mismos que fomentan el desarrollo de la vegetación acuática.

Vigilar los cambios de uso de suelo dentro de la cuenca del lago de Pátzcuaro. (forestal por aguacate).

Aunado a lo anterior, es necesario definir planes de manejo y control de sedimentos, a fin de controlar la contaminación difusa, evitando así el transporte de nutrientes como nitrógeno y fósforo al vaso; principal fuente de desarrollo de la flora acuática.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Comision de Cuenca del Lago de Patzcuaro. (2008-2012). *Proyecto para el Fortalecimiento del Programa de Rehabilitación y Mantenimiento del Lago de Pátzcuaro*. Morelia Michóacan.
- Comisión de Cuenca del Lago de Pátzcuaro. (18 de Mayo de 2004). *Comisión de Cuenca del Lago de Pátzcuaro*. Obtenido de <http://cuencapatzcuaro.gob.mx/>
- Comisión de Cuenca del Lago de Pátzcuaro. (2014). *Programa Especial para el Saneamiento Integral de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro (2da Etapa)*.
- Comisión Nacional del Agua, Comisión Estatal del Agua y Gestión de Cuencas. (2006). *Programa de Gestión Integral de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro*. Morelia Michoacán México.
- Intituto Mexicano de Tecnologia del Agua, Comision Nacional del Agua. (2003). *Programa para la recuperacion Ambiental de la Cuenca del Lago de Patzcuaro*.
- Secretaria de Comunicaciones y Transportes, Dirección General de Planeación. (2014). *Atlas de Comunicaciones y Transportes*. Obtenido de <http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGP/Atlas/Cartografia-2014/Michoacan.pdf>
- Vargas, S., & Guzman Ramirez, N. B. (2009). *Deterioro de la cuenca del Lago de Patzcuaro Cambios en la identidad Etnica P'urhepech*. Buenos Aires.