

# IDENTIFICACIÓN DE RESERVAS POTENCIALES DE AGUA PARA EL MEDIO AMBIENTE EN MÉXICO



GOBIERNO  
FEDERAL

SEMARNAT



Vivir Mejor

# **Identificación de reservas potenciales de agua para el medio ambiente en México**

Comisión Nacional del Agua

## ADVERTENCIA

Se autoriza la reproducción sin alteraciones del material contenido en esta obra, sin fines de lucro y citando la fuente.

Esta publicación forma parte de los productos generados por la Subdirección General Técnica cuyo cuidado editorial estuvo a cargo de la Coordinación General de Atención Institucional, Comunicación y Cultura del Agua de la Comisión Nacional del Agua.

Título: Identificación de reservas potenciales de agua para el medio ambiente en México

Autor: COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA  
INSURGENTES SUR No. 2416 COL. COPILCO EL BAJO  
C.P. 04340, COYOACÁN, MÉXICO, D.F.  
TEL. (55) 5174-4000  
WWW.CONAGUA.GOB.MX

Editor: SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES  
BOULEVARD ADOLFO RUIZ CORTINES No. 4209 COL. JARDINES DE LA MONTAÑA,  
C.P 14210, TLALPAN, MÉXICO, D.F.

Impreso en México  
Distribución gratuita. Prohibida su venta.  
Queda prohibido el uso para fines distintos al desarrollo social.

El presente informe ha sido desarrollado por la Alianza WWF-Fundación Gonzalo Río Arronte I.A.P. y la Gerencia de Ingeniería y Normas Técnicas de la Subdirección General Técnica de la Comisión Nacional del Agua, como parte de sus actividades de cooperación, y en reconocimiento a su mutuo interés de desarrollar acciones contundentes de adaptación de la gestión del manejo del agua a los impactos del cambio climático en México

Fotografía de portada: © Jaime Rojo / Alianza WWF-Fundación Gonzalo Río Arronte I.A.P.

# Presentación

A partir de 2005 la alianza entre WWF y la Fundación Gonzalo Río Arronte (FGRA), con la colaboración de la CONAGUA y un grupo de más de 100 especialistas, provenientes de 27 instituciones académicas y organizaciones, entidades de gobierno, usuarios de agua y comunidades, han venido trabajando en la determinación de caudales ecológicos en tres cuencas modelo: río Conchos (Chihuahua), ríos Copalita-Zimatán-Huatulco (Oaxaca) y río San Pedro Mezquital (Durango-Nayarit). Estos trabajos han generado experiencia práctica, a partir del mejor conocimiento disponible en México y el mundo, para establecer reservas de agua con fundamentos científicos, técnicos, sociales y económicos.

Los resultados muestran que es factible estimar un balance sostenible de agua, representado por la determinación de un caudal ecológico que establece un equilibrio entre diferentes objetivos de conservación ambiental, funciones sociales y grados de presión sobre el recurso. De particular interés resulta el caso del río San Pedro Mezquital, en donde se desarrolló todo el proceso de determinación de caudales ecológicos y en donde actualmente la CONAGUA trabaja en la emisión del decreto para la creación de una reserva de agua.

Estos trabajos de la Alianza WWF-FGRA enfocados a rescatar agua para el ambiente coinciden con la imperiosa necesidad de la sociedad de recuperar agua, y promover una gestión centrada en el ahorro y que garantice cuencas en equilibrio, objetivo estratégico de la Agenda del Agua 2030 del Gobierno Federal.

Actualmente CONAGUA encabeza un proceso de diálogo regional en América Latina para instrumentar una agenda de adaptación al cambio climático en el sector hídrico a escala global. Este diálogo establece como uno de sus mensajes principales la necesidad de incorporar la 'dimensión ambiental' dentro de los procesos de gestión de los recursos hídricos, de tal manera que podamos reducir la fragilidad ecológica y así lograr una mejor adaptación al cambio climático.

El presente documento, fruto del trabajo coordinado entre la CONAGUA y la Alianza WWF-FGRA, presenta

un análisis de la factibilidad para el establecimiento de reservas de agua en México, camino que permitirá asegurar el agua y los servicios ambientales relacionados de los que dependen la sociedad presente y futura de México.

**Comisión Nacional del Agua  
Alianza WWF-Fundación Gonzalo Río Arronte I.A.P.**

# Resumen ejecutivo

Este estudio identifica las zonas del país con disponibilidad de agua y que por su riqueza biológica, importancia ecológica y presiones hídricas menores presentan condiciones favorables para establecer reservas de agua que garanticen los flujos para la protección ecológica, en los términos de la Ley de Aguas Nacionales.

Se integró un sistema de información geográfica (SIG) de los estudios de disponibilidad de agua superficial, oficialmente publicados para todas las unidades de gestión o subcuencas. Esta información incluye todos los términos del balance, la importancia ecológica (áreas naturales protegidas (ANP), sitios Ramsar y otros sitios prioritarios resultado del análisis de vacíos de conservación de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)), la presencia de vedas, distritos de riego, presas, acuíferos sobrexplotados y la densidad de población y su proyección. Es un sistema lo suficientemente claro y versátil para analizar en términos de la disponibilidad del agua y su contexto de uso y función ambiental el potencial de establecimiento de reservas de agua en México, y que sustenta la presente propuesta y apoyará análisis futuros.

Para localizar las reservas potenciales de agua (RPA), se trabajó con tres escenarios de decisión denominados: valoración lineal, árbol de decisiones y valoración ponderada. A través de la comparación de resultados y el ajuste de criterios de estos tres escenarios, se identificaron 189 unidades de gestión con características favorables para su decreto como reservas de agua en tres niveles de factibilidad: 19 cuencas con factibilidad "muy alta", 54 con factibilidad "alta" y 116 con factibilidad "media".

Estas 189 unidades de gestión se ubican en 31 (84%) de las 37 regiones hidrológicas y en la mayoría de los casos tienen una relación evidente con ANP. Los Organismos de Cuenca Frontera Sur, Península de Baja California y Golfo Norte presentan el mayor número de reservas propuestas con 56, 25 y 23, respectivamente. Es destacable la ubicación homogénea de la propuesta de reservas en zonas costeras o cuencas bajas, como cuen-

cas interiores; no obstante, aquellas de factibilidad muy alta dominan en zonas costeras. En cuanto a la presión por crecimiento poblacional en todas se observa un decremento de alrededor del 30% al 2030.

Esta propuesta de RPA abarca todo el país y tiene una buena representatividad de ecorregiones terrestres y de sistemas acuáticos epicontinentales, por lo que este conjunto de unidades seleccionadas define una red o sistema de reservas de agua.

Las 189 RPA presentan un volumen disponible de 256 km<sup>3</sup>. Una reserva podría implicar la conservación del 75% del escurrimiento medio anual, es decir, 192 km<sup>3</sup>. Este valor puede parecer grande, sin embargo, el uso del volumen disponible para extracción (64 km<sup>3</sup>) significaría alcanzar consumos más allá del doble de lo que actualmente consumimos de fuentes superficiales (50 km<sup>3</sup> de agua al año). Si a esto añadimos que en el país existen ineficiencias en el uso del agua (50%) y que el principal reto para alcanzar cuencas en equilibrio es mantener la oferta actual de agua y trabajar en efficientizar la demanda, no habría razón para pensar en las reservas como una restricción al desarrollo sustentable, sino como el fundamento para alcanzarlo.

Con esta propuesta se lograrían resultados sin precedentes por parte del Gobierno de México para conservar la rica biodiversidad del país, ya que se garantizaría la funcionalidad ecológica (en términos de su hidrología) en 97 ANP (50% del total) y 55 de los humedales (41% del total) con importancia internacional bajo la Convención Ramsar. Además, añadiría una superficie adicional de 78,568 km<sup>2</sup> a la estrategia nacional de conservación de la biodiversidad, que actualmente no cuentan con ningún instrumento de protección en el ámbito federal.

Con base en los resultados de este análisis es factible proceder a planear un programa nacional para el establecimiento de reservas de agua, en donde, como primer paso, se procedería a fortalecer las capacidades de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y se formarían grupos de trabajo en las diferentes regiones del país para realizar los análisis justificativos de cada reserva (as-

pectos ecológicos y su relación con la hidrología y evaluaciones de caudal ecológico), así como evaluaciones económicas y sociales. De especial relevancia resulta la valoración de los beneficios de cada reserva en términos de los servicios ambientales que significa para la sociedad y en particular para la gestión del agua en México.

Como medida de adaptación al cambio climático, un sistema de RPA es de gran relevancia ya que garantizaría la funcionalidad del ciclo hidrológico como fuente de agua y sustento de los procesos ecológicos. Una reserva representa un volumen de agua en una unidad de gestión, que tendrá implicaciones para las fuentes subterráneas, como flujo base o descarga natural, y para las fuentes superficiales, como escurrimiento natural de cuenca propia y tránsitos de aguas arriba y hacia aguas abajo. Se establece conectividad longitudinal y transversal a los cauces para el transporte de agua, nutrientes, sedimentos, la migración de especies y material genético, y se regula la dinámica de los ecosistemas, garantizando la conservación de la biodiversidad y de los bienes y servicios asociados.

El establecimiento de un sistema de reservas proporcionaría mejores condiciones de resiliencia en cuencas, regiones y en el país, lo que implicaría una importante medida de adaptación mundial al cambio climático.

Debe reconocerse que la creación de reservas requiere de flexibilidad para no comprometer la disponibilidad de agua bajo escenarios de escasez para la población, y mejorar las condiciones de equidad en el acceso al recurso. También se necesitan estrategias eficaces para manejar la demanda del recurso, tales como las que han sido planteadas en la Agenda del Agua 2030. Ambas condiciones se reconocen como elementos indispensables de una gestión adaptativa del agua.

Esta iniciativa ofrece importantes sinergias y complementa otras acciones de gobierno, como el Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas, el Programa Especial de Cambio Climático, el Programa Nacional de Infraestructura, la Estrategia Nacional para la Atención de los Ecosistemas de Manglar y la Política Nacional de Mares y Costas.

# Contenido

<b>1. Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Aspectos metodológicos.....</b>	<b>3</b>
2.1. Información base.....	3
2.2. Identificación y priorización de cuencas.....	4
<b>3. Resultados.....</b>	<b>21</b>
3.1. Aplicación de los escenarios metodológicos.....	21
3.2. Análisis de sensibilidad.....	24
3.3. Propuesta de reservas potenciales de agua.....	27
<b>4. Impacto de la propuesta en las estrategias de conservación de México.....</b>	<b>35</b>
4.1. Ecorregiones.....	36
4.2. Sitios Ramsar y áreas naturales protegidas.....	39
4.3. Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad acuática.....	41
<b>5. Conclusiones.....</b>	<b>43</b>
<b>6. Referencias.....</b>	<b>47</b>
<b>Anexos</b>	
<b>Anexo 1.....</b>	<b>51</b>
Fichas técnicas de variables y estadísticas básicas de variables rectoras en el estudio	
<b>Anexo 2.....</b>	<b>75</b>
Tabla de resultados. Listado propuesto de reservas potenciales de agua	



# 1. Introducción

Las cuencas hidrográficas mexicanas incluyen una rica variedad de ecosistemas acuáticos (ríos, lagos, lagunas, cenotes, etc.), hábitats y especies que están física y biológicamente articulados por el flujo del agua y su régimen hidrológico. Estos valores ambientales son expresamente reconocidos por la Ley de Aguas Nacionales (LAN), en el ámbito de la administración del recurso, reafirmando con ello el gran valor estratégico de la conservación de los recursos hídricos por su dimensión ambiental y sustento del desarrollo.

Las iniciativas encaminadas a la conservación de las cuencas no son algo nuevo en México. Ya en 1949 se declararon mediante decreto presidencial las “zonas protectoras forestales y de repoblación en las cuencas de



alimentación de las obras de irrigación de los distritos nacionales de riego” con el objetivo de mantener en los sistemas hidrológicos las condiciones locales de precipitación, abundancia de agua y calidad de la misma. Con este decreto se estableció una veda total e indefinida en las zonas forestales ubicadas dentro de dichas cuencas. Se trata del documento de mayor contenido en cuanto al número de áreas naturales protegidas (ANP) emitidas en un solo instrumento, así como por la superficie involucrada, que significó más de 30 millones de hectáreas (De la Maza y De la Maza, 1998).

Los decretos de protección expedidos durante la primera mitad del siglo XX tuvieron una visión de largo plazo muy acertada. Se reconocieron tanto las amenazas a las que estaban sujetas las cuencas por el crecimiento poblacional y económico como por su papel estratégico en el desarrollo futuro del país. Precisamente esta visión de largo plazo llevó a destinar una parte del territorio nacional a la conservación, excluirla del uso y con ello mantener las reservas forestales y de aguas nacionales.

Hay varios factores, no obstante, que invitan a dar un nuevo impulso a la política de conservación de las cuencas y su ciclo hidrológico:

1. El paso del tiempo ha dejado en el olvido algunas figuras jurídicas de protección (reservas forestales, zona protectora forestal, zona forestal de repoblación, etc.), con el consiguiente deterioro de las cuencas que se deseaba proteger. El incremento poblacional, la priorización de actividades productivas y del desarrollo económico o la repartición de tierras a ejidatarios son algunos factores que han incidido negativamente en la conservación de estas cuencas, y en especial de su balance hídrico.
2. Aún existe una extensa superficie cubierta por ecosistemas naturales en buen estado de conservación que no está incorporada a ningún régimen de protección. Estos ecosistemas prestan servicios ambientales clave para el desarrollo, como el mantenimiento del ciclo hidrológico y albergan una biodiversidad que urge proteger y conservar.
3. La LAN permite avanzar con sus instrumentos legales en la conservación de las cuencas con la finalidad de proteger su biodiversidad y los servicios que proporcionan a la sociedad. Así por ejemplo, el Artículo 41 de dicha Ley establece que el Ejecutivo Federal

podrá declarar mediante decreto la reserva total o parcial de las aguas nacionales con la finalidad de “garantizar los flujos mínimos para la protección ecológica”, incluyendo (según se especifica en el Artículo 78 del Reglamento) “la protección, conservación o restauración de un ecosistema acuático”. De igual manera y conforme al Artículo 86 BIS 1 de la misma Ley, se permite a la CONAGUA actuar “para la preservación de los humedales que se vean afectados por los regímenes de flujo de aguas nacionales”, y donde de acuerdo al Inciso II tendrá la atribución de “promover las reservas de aguas nacionales o la reserva ecológica conforme a la ley de la materia, para la preservación de los humedales”.

4. Los efectos actuales y proyectados del cambio climático afectan la disponibilidad del agua, lo que significa ya una amenaza para la sociedad y la biodiversidad. De tal forma, toda medida que disminuya nuestra vulnerabilidad a estos cambios será de gran relevancia para las generaciones presentes y futuras: Las reservas de agua representan un seguro contra esta amenaza.

El presente trabajo se enmarca en este impulso de conservación de las cuencas mexicanas. El objetivo es analizar las cuencas hidrológicas, evaluar su potencial para tener reservas de agua e integrar una propuesta preliminar de las mismas. Esto como primer paso para el establecimiento de un programa de trabajo que desarrolle los estudios y acuerdos para proceder a su decreto en los próximos años.

Esta propuesta de reservas se enmarcaría en una futura red o sistema nacional de reservas de agua, diseñada a partir de criterios estratégicos y ambientales. La dimensión ambiental de la red quedaría reforzada al incluir cuencas representativas de la diversidad biológica de los ecosistemas acuáticos mexicanos y complementar las actuales ANP y humedales de importancia internacional (Convención Ramsar), mediante la protección expresa de sus requerimientos hídricos. Esta asignación explícita y definitiva de agua a sitios prioritarios de conservación nacional e internacional es innovadora; posicionará al Gobierno de México como líder en la implementación de una política de gestión del agua que integre el desarrollo económico y social con el ambiente, en una visión de largo plazo.



## 2. Aspectos metodológicos

### 2.1. Información base

Para realizar esta propuesta se partió de las bases de datos de diversos sistemas de información geográfica (SIG) elaborados por distintas instituciones.

- a) Cartografía básica y temática de las diferentes cuencas mexicanas
  - Red hidrográfica y cuencas del país
  - Análisis de presiones e impactos más importantes sobre las cuencas
  - Infraestructura hidráulica



b) Cartografía con temas de aplicación específica para el presente análisis

- Cartografía e información hidrológica de los estudios de disponibilidad
- ANP y sitios Ramsar
- Sitios prioritarios para la conservación de los ecosistemas acuáticos epicontinentales

Una descripción detallada de las fuentes de información empleadas y su manejo y adecuación se muestra en el Anexo 1.

## 2.2. Identificación y priorización de cuencas

### 2.2.1. Unidades de trabajo

En el presente estudio se han utilizado las cuencas hidrológicas para identificar las reservas potenciales de agua (RPA). Desde la perspectiva de la gestión de recursos hídricos, la LAN reconoce la cuenca como unidad espacial adecuada para su gestión. En el caso de los ecosistemas acuáticos, la escala de cuenca hidrológica permite entender los procesos naturales (hidrológicos, geomorfológicos y ecológicos) que rigen su funcionamiento y evolución, y por tanto, los elementos clave para su conservación.

Aunque la definición de cuenca hidrológica parezca obvia, su delimitación resulta compleja. En el primer Plan Nacional Hidráulico (1975) se describieron 102 subregiones que equivalen a cuencas hidrológicas. Por su parte, el Atlas Nacional de México del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 1990) define 234 cuencas. A partir de este Atlas, la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2000) delimitó 1,739 cuencas hidrológicas; mientras que en un esfuerzo diferente, el Instituto Nacional de Ecología (INE, 2003) señaló 1,718 unidades. Los resultados distintos responden a las diferentes escalas de trabajo y objetivos de los estudios.

En este análisis se consideraron las cuencas hidrológicas de los estudios de disponibilidad y sus correspondientes subcuencas o unidades de gestión<sup>1</sup>, según se definen en la Norma Oficial Mexicana “Conservación

del recurso agua – que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales” (NOM-011-CNA-2000). Hay dos razones principales por las cuales se seleccionaron las cuencas de los estudios de disponibilidad:

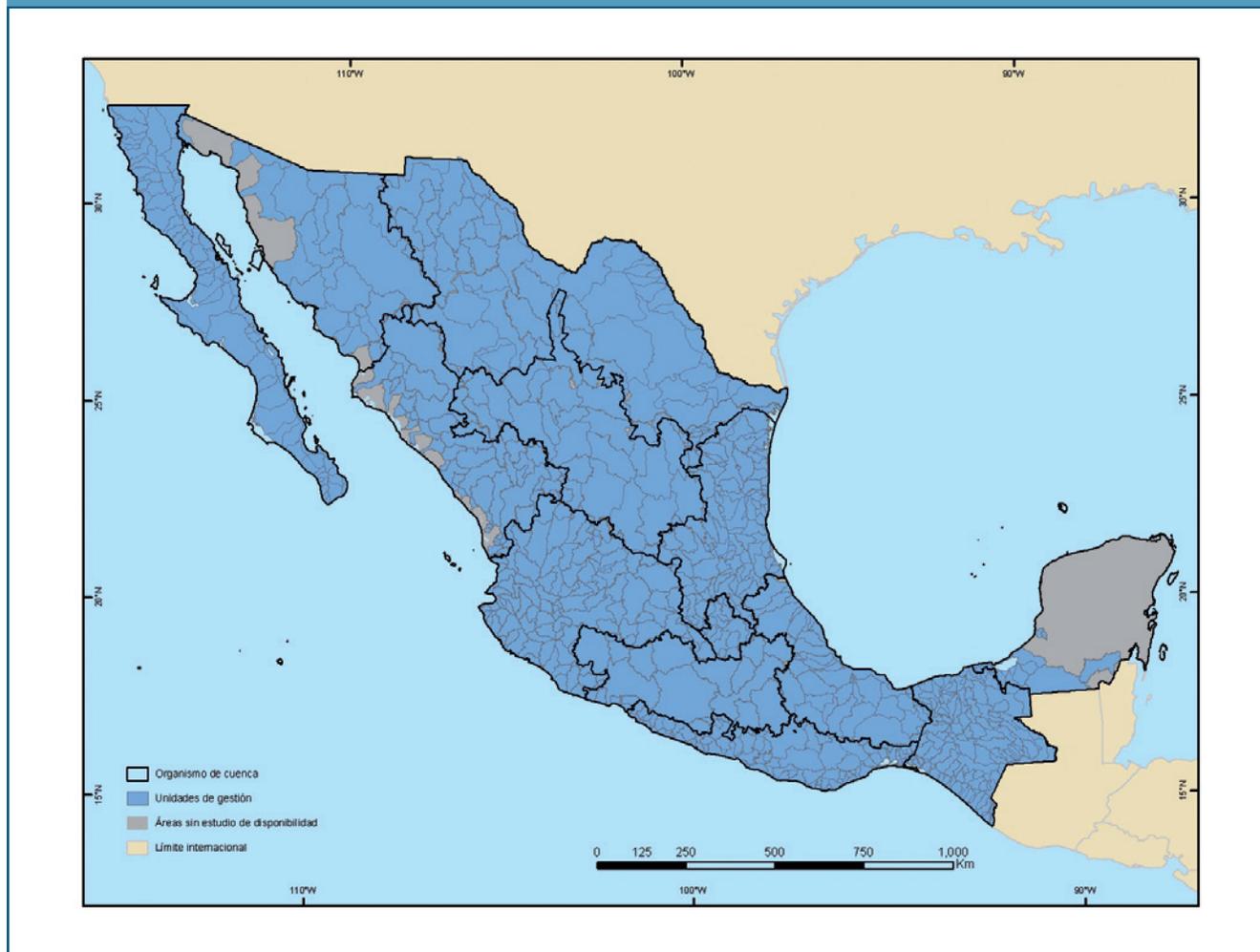
- Cada una cuenta con su balance de disponibilidad y abarca todo el país según las especificaciones técnicas de la NOM-011-CNA-2000.
- La disponibilidad de agua es el primer criterio clave para la identificación de RPA. Esta variable está expresamente determinada en los estudios de disponibilidad.

De esta forma, el análisis se inició con un total de 731 unidades de gestión en el país, de las cuales 728 cuentan con un polígono georreferenciado (Mapa 1).



<sup>1</sup> Por simplificación para este estudio, se han adoptado de forma equivalente ambos términos.

Mapa 1. Unidades de gestión con estudio de disponibilidad de agua superficial



FUENTE: WWF a partir de información proporcionada por CONAGUA

## 2.2.2. Variables consideradas

La evaluación del potencial de las cuencas hidrológicas para tener reservas de agua se realizó a partir de distintas variables que permiten conocer los méritos e inconvenientes de una cuenca para establecer una reserva de agua.

### a) Disponibilidad de recursos hídricos

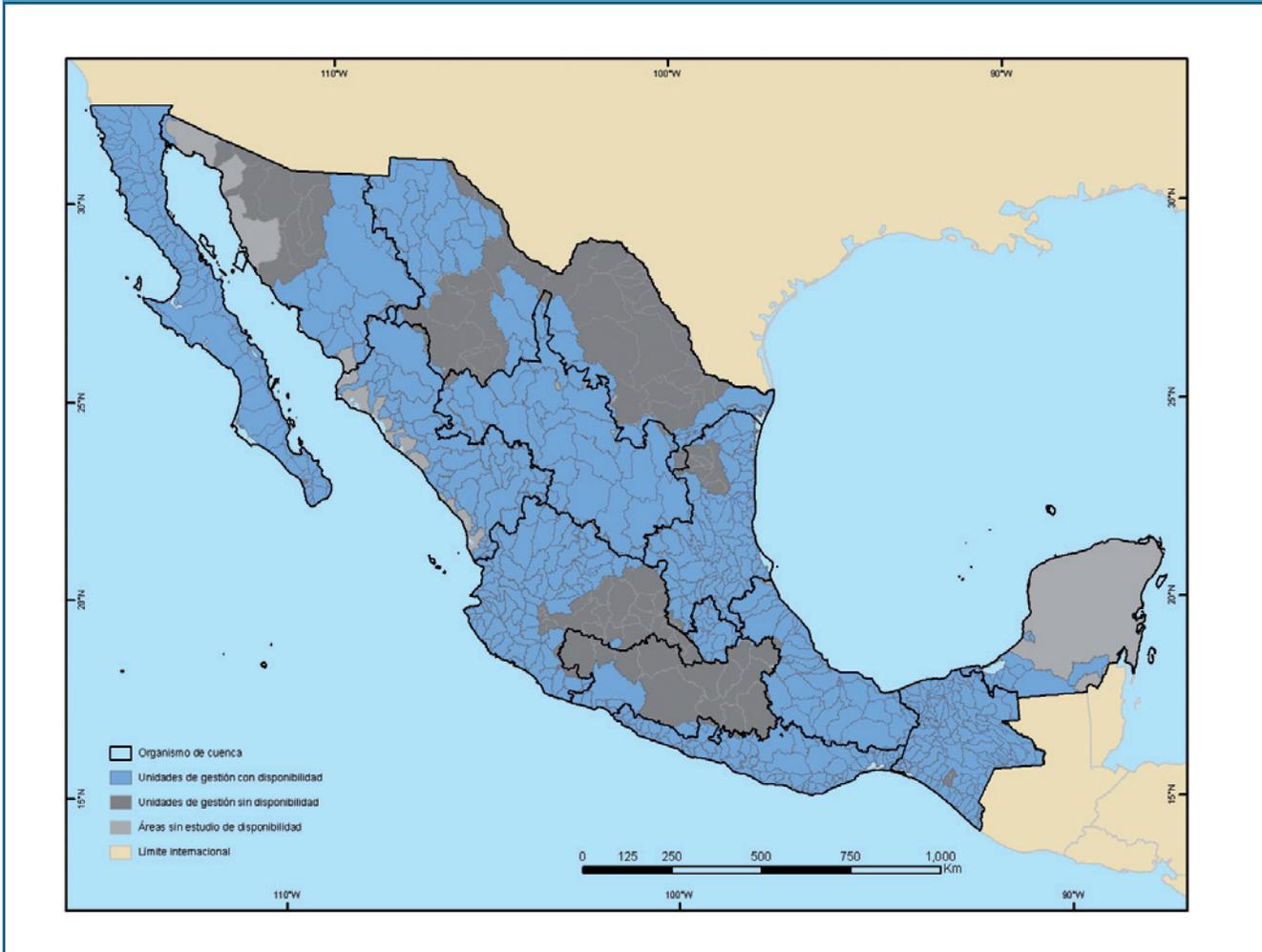
Según la NOM-011-CNA-2000, la disponibilidad media anual de agua superficial en una cuenca hidrológica es el “valor que resulta de la diferencia entre el volumen medio anual de escurrimiento de una cuenca hacia

aguas abajo y el volumen anual actual comprometido aguas abajo”.

Esta variable indica la cantidad de recurso hídrico disponible al final de una unidad de gestión o cuenca, elemento clave cuando se piensa en términos de reserva estratégica del recurso agua. Los valores de disponibilidad de las cuencas mexicanas han sido determinados por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y publicados en el Diario Oficial de la Federación (Mapa 2).

Con relación a esta variable, es importante mencionar que del total de las unidades de gestión de los estudios de disponibilidad consideradas (728), el 87% (632) presenta una disponibilidad media anual mayor a cero. De éstas, el 49% (312) tiene al me-

Mapa 2. Unidades de gestión con disponibilidad de agua superficial publicadas en el Diario Oficial de la Federación



FUENTE: WWF a partir de información proporcionada por CONAGUA

nos 150 hm<sup>3</sup> de disponibilidad y el 28% (178) tiene más de 500 hm<sup>3</sup>, que es aproximadamente una tercera parte (Anexo 1).

## b) Mérito ambiental de las cuencas

Tal como se mencionó, la LAN permite declarar reservas de agua cuando se comprometa la sustentabilidad de los ecosistemas vitales vinculados al agua. A pesar de que existen instrumentos legales para la conservación de los espacios naturales, la protección de un recurso clave como el agua y su papel en la dinámica de los procesos naturales es una acción indispensable que creará un sistema de protección más eficaz de los espacios naturales.

Se trata por tanto de identificar aquellas cuencas que presenten un elevado interés de conservación desde la perspectiva de su biodiversidad.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, se incorporaron las siguientes variables:

### 1. Humedales de Importancia Internacional (Convención Ramsar)

México, como país miembro desde agosto de 1986 de la Convención relativa a humedales de Importancia Internacional (Convención de Ramsar), reconoce la importancia de las funciones ecológicas de los humedales y del recurso hídrico, por lo que planteó la necesidad de inte-

grar, a nivel de cuenca, el manejo de los recursos hídricos y la conservación de humedales mediante una serie de acciones para resolver los problemas de escasez y deterioro de la calidad del agua y la consiguiente pérdida de los ecosistemas y su biodiversidad (Ramsar, 1971).

Como país firmante de la Convención Ramsar, México mantiene un compromiso firme de velar por la protección de todos los humedales, garantizar su uso racional y cooperar con los diferentes países signatarios en el caso de humedales o sistemas hidrológicos compartidos.

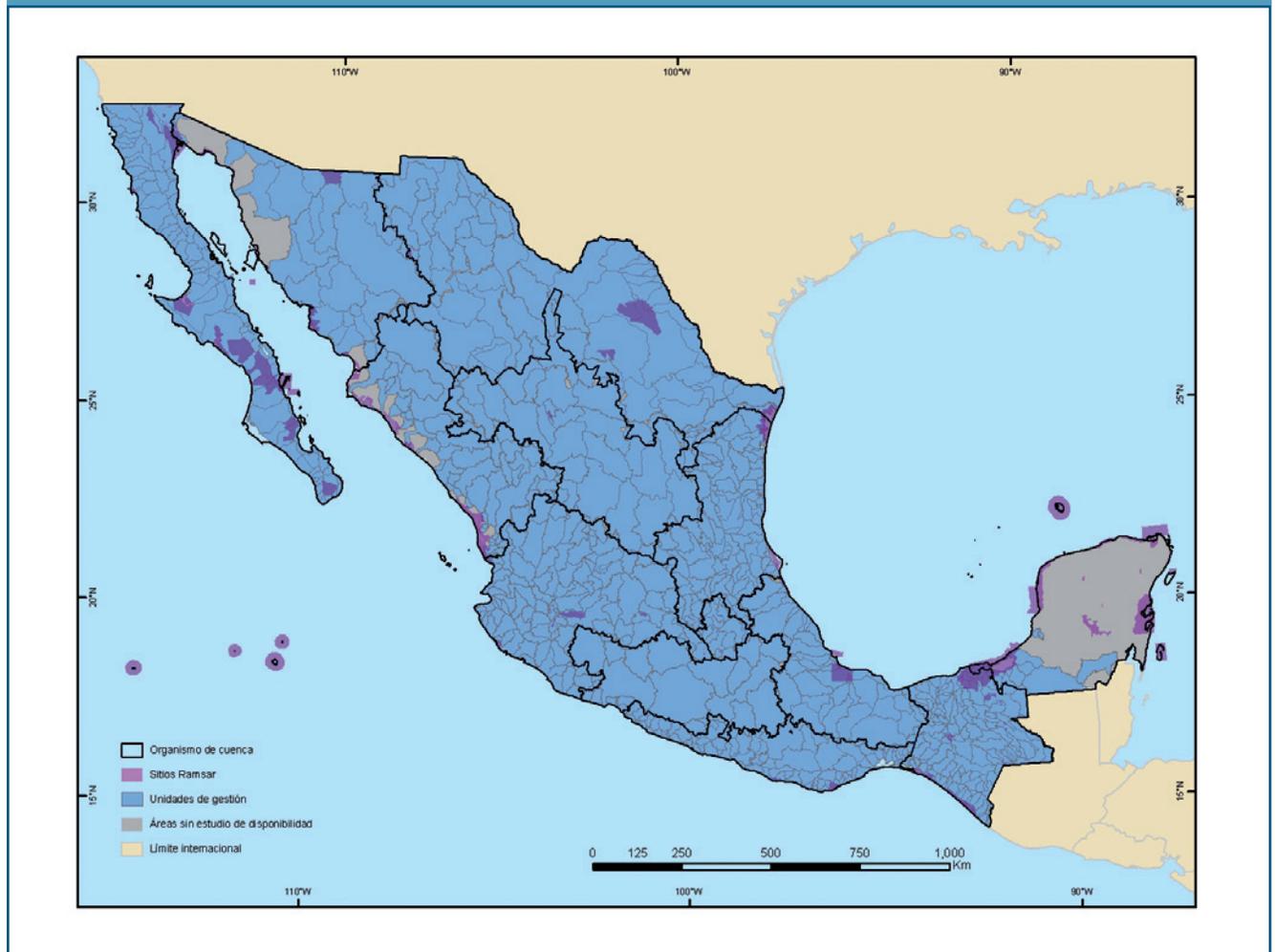
La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), que funge como punto focal de la Convención Ramsar en México, tiene inscritos a febrero de 2011, 134 humedales que cubren alrededor de 9 millo-

nes de hectáreas y comprenden ecosistemas acuáticos costeros como lagunas, marismas, playas, deltas, manglares y corales, aguas epicontinentales como lagos, lagunas, presas, ríos, pantanos, ciénegas, charcas y oasis (Mapa 3).

## 2. Áreas Naturales Protegidas

Con base en el Artículo 3 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), las ANP son "las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas...".

Mapa 3. Unidades de gestión con estudio de disponibilidad de agua superficial y humedales Ramsar



FUENTE: WWF a partir de información proporcionada por CONANP

Entre los objetivos de creación de las ANP se encuentran:

- Preservar los ambientes naturales representativos de las diferentes regiones biogeográficas y ecológicas del país;
- Preservar los ecosistemas frágiles, para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos;
- Asegurar la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad en todos sus niveles de organización, en particular de las especies en peligro de extinción, amenazadas, raras, sujetas a protecciones especiales y endémicas;
- Proporcionar un campo propicio para la investigación científica, así como para el rescate y divulgación de conocimientos y prácticas tradicionales;
- Desarrollar tecnologías que permitan conservar la biodiversidad, y proteger los entornos naturales de otras áreas de importancia cultural como son zonas de importancia arqueológica, histórica, artística y turística.



Las ANP, se constituyeron para ser el instrumento principal y determinante en la conservación de la biodiversidad y de los bienes y servicios ecológicos en México.

Actualmente la CONANP administra 174 ANP de carácter federal que representan 25.4 millones de hectáreas. Estas áreas se clasifican en las categorías que se muestran en la Tabla 1.

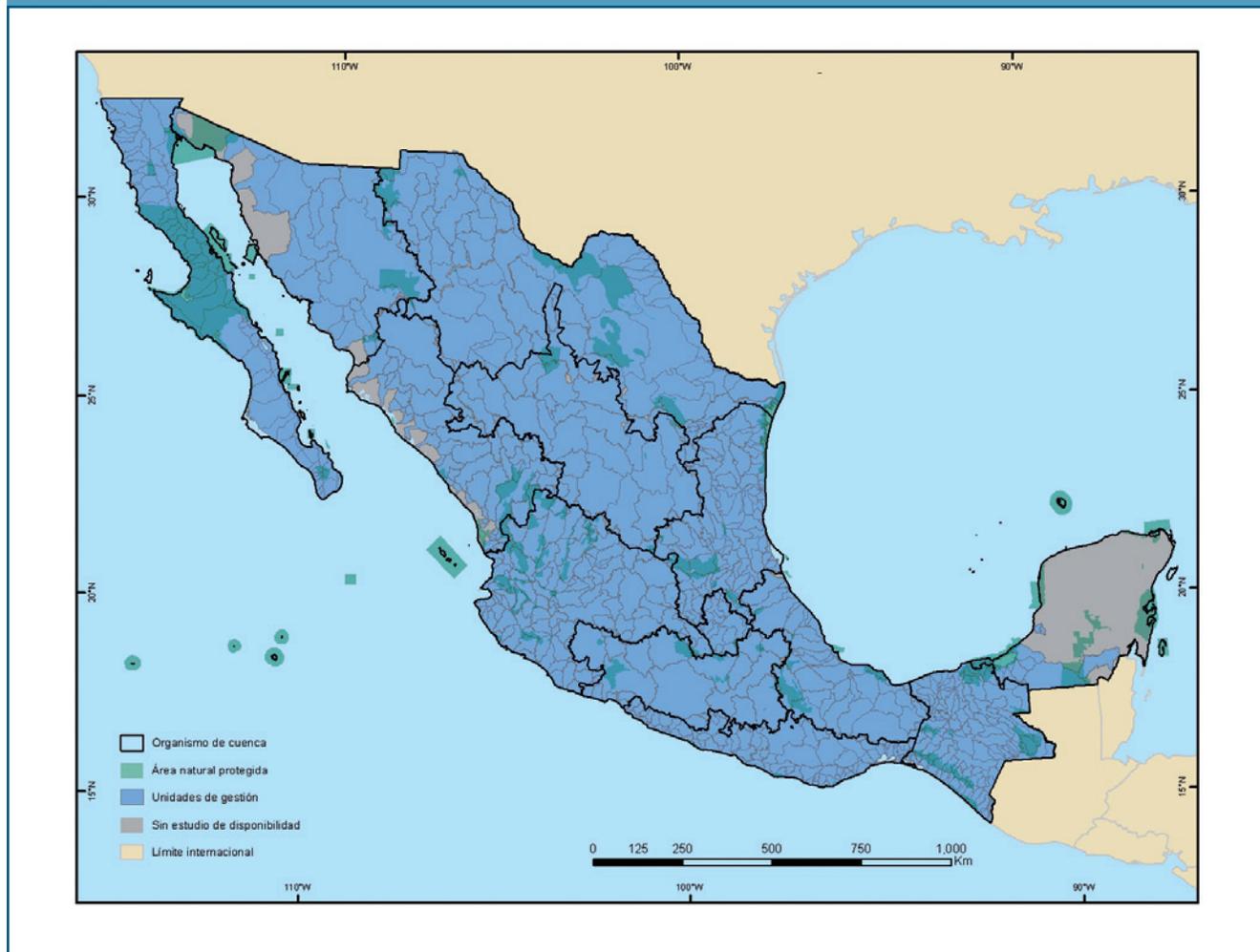
La designación de las ANP se refuerza con la creación del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP) “con el propósito de incluir en el mismo, las áreas que por su biodiversidad y características ecológicas sean consideradas de especial relevancia en el país”. La localización de las ANP se muestra en el Mapa 4.

**Tabla 1. Superficie y categorías de ANP**

Número de ANPs	Categoría	Superficie en hectáreas	Porcentaje de superficie del territorio nacional
41	Reservas de la Biosfera	12 652 787	6.44
67	Parques Nacionales	1 482 489	0.75
5	Monumentos Naturales	16 268	0.01
8	Áreas de Protección de Recursos Naturales	4 440 078	2.26
35	Áreas de Protección de Flora y Fauna	6 646 942	3.38
18	Santuarios	146 254	0.07
174		25 384 818	12.92

FUENTE: WWF a partir de información proporcionada por CONANP

Mapa 4. Unidades de gestión con estudio de disponibilidad de agua superficial y áreas naturales protegidas



FUENTE: WWF a partir de información proporcionada por CONANP

### 3. Áreas importantes para la biodiversidad acuática

El programa de trabajo en materia de áreas protegidas de la Séptima Conferencia de las Partes del Convenio sobre Diversidad Biológica (COP-7) estableció que para el 2006 las partes debían haber realizado un análisis de vacíos y omisiones (“análisis gap”) con el fin de identificar en dónde enfocar los esfuerzos de conservación de áreas protegidas.

Con esta finalidad, la CONABIO coordinó la evaluación nacional de prioridades para la conservación de sistemas acuáticos epicontinentales. Esto se hizo identificando unidades de análisis de 25 km<sup>2</sup> mediante el uso del programa de optimización MARXAN, que incorpora

elementos de importancia de conservación y presión. La identificación de los sitios prioritarios se hizo con base en variables hidrológicas para las que se definieron metas de conservación y factores de presión que amenazan a la biodiversidad en cada una de las siete regiones ecológicas en las que fue dividido el país.

Los resultados muestran aquellos sitios que cumplen con objetivos específicos de conservación, ya sea por la presencia de especies endémicas o amenazadas, ecosistemas únicos, o en general elementos de biodiversidad relevantes para el país, a un mínimo costo; es decir, con los menores esfuerzos para controlar las amenazas identificadas. Los sitios se clasifican en tres niveles de prioridad para cada una de las

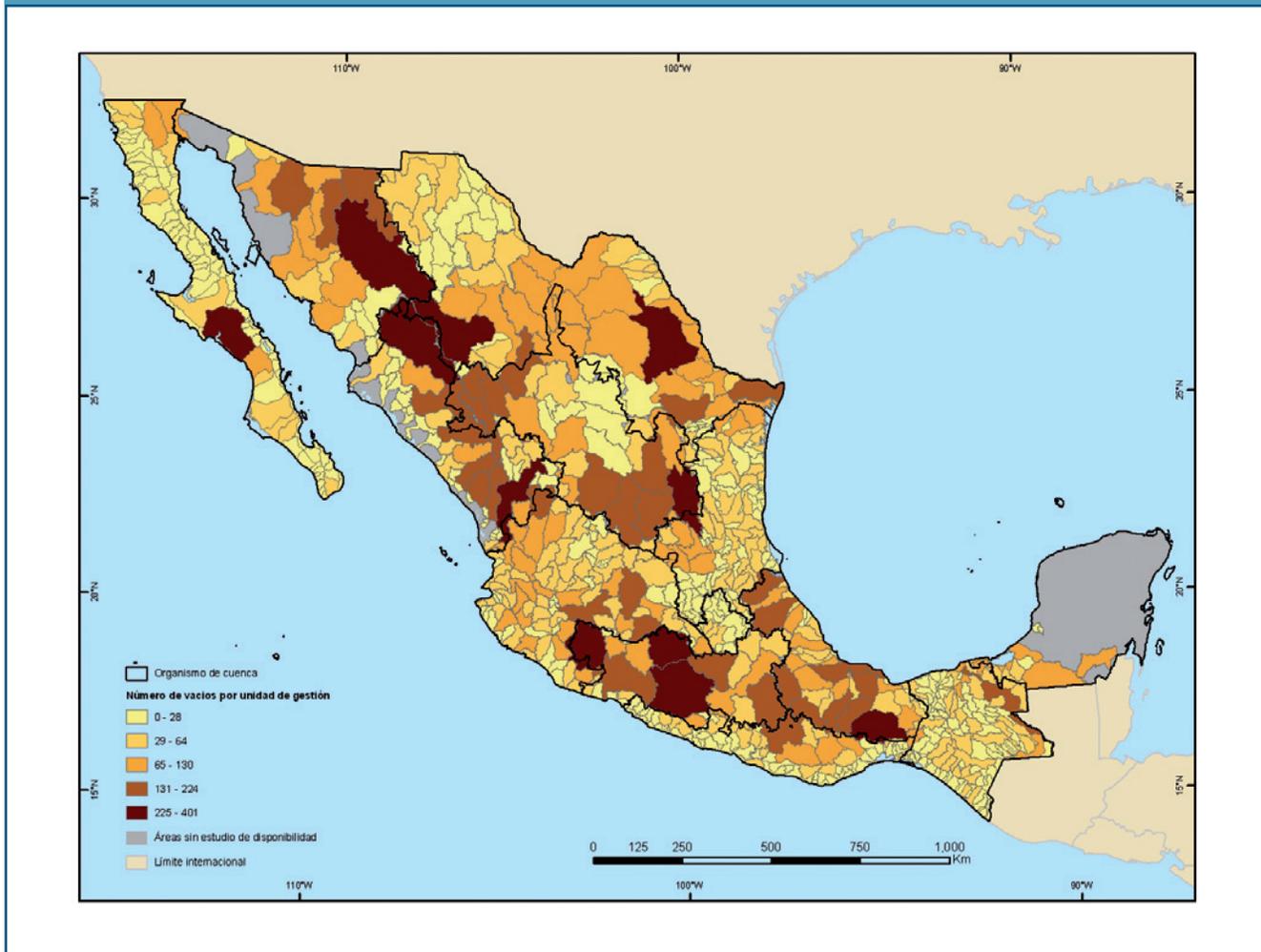
siete regiones de trabajo con base en la frecuencia de selección de las unidades de análisis (CONABIO-CONANP, 2010).

La delimitación de estos lugares constituye un gran avance respecto a las regiones hidrológicas prioritarias (RHP), alguna vez definidas, debido principalmente a que la identificación de sitios prioritarios se realizó con mejor información y a una mayor resolución. Esta cartografía se elaboró en la Dirección Técnica de Análisis y Prioridades de la CONABIO, y su uso aún se encuentra restringido. Los resultados se muestran en el Mapa 5.

### c) Situación de veda en las cuencas

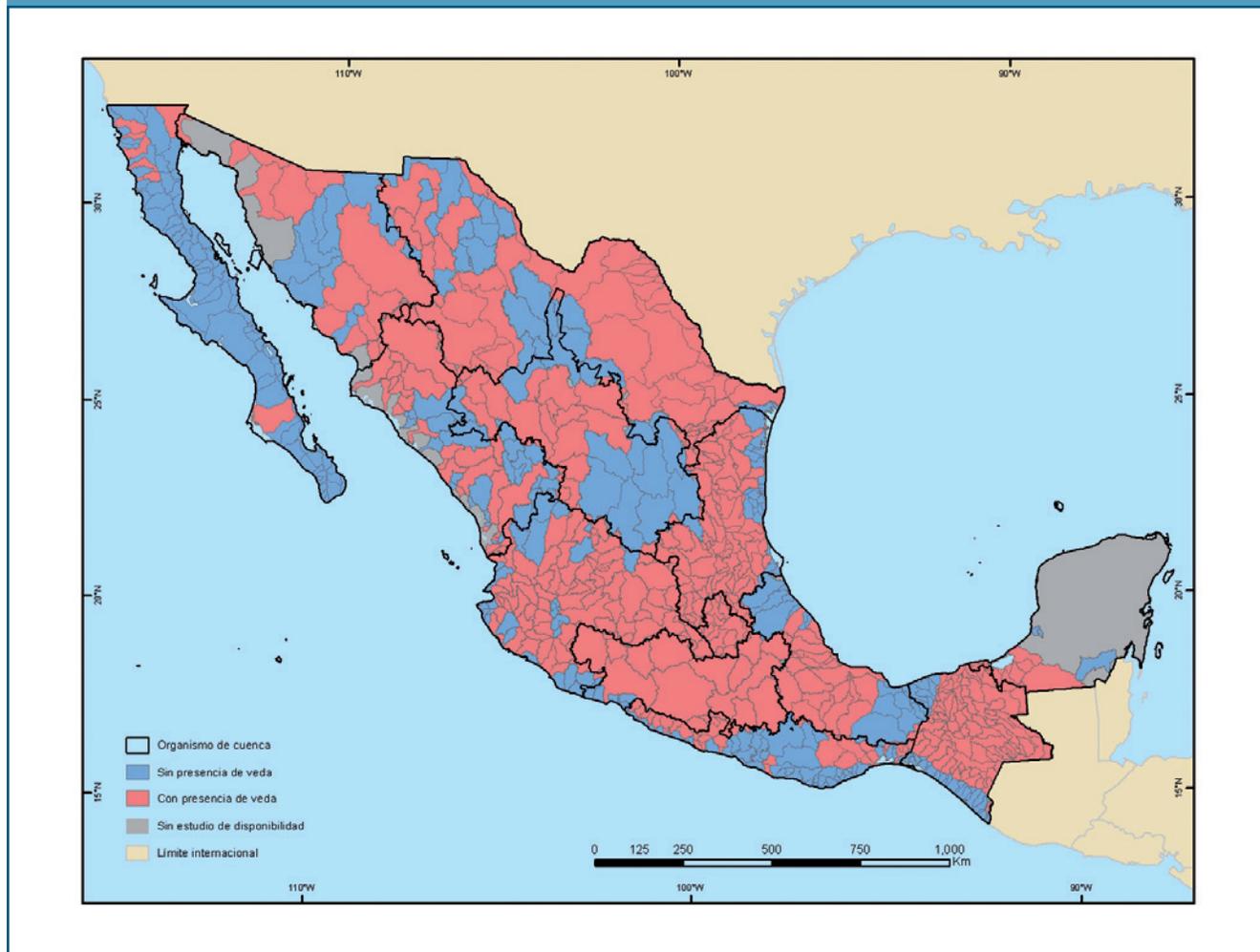
Desde el punto de vista de la creación de reservas de agua, la existencia de una cuenca vedada facilita su designación como reserva de agua, por lo que se considera un factor positivo para el mismo. En la actualidad se reportan vedas que inciden de una u otra manera en 433 unidades. Bajo los alcances de este estudio y las condiciones de la información disponible no fue posible sistematizar su integración a la base de datos en cuanto a su alcance geográfico y sus implicaciones para con la disponibilidad del agua. Únicamente se consideró su presencia o ausencia. El Mapa 6 muestra las cuencas que presentan cualquier condición de veda para la extracción de agua.

**Mapa 5. Unidades de gestión con estudio de disponibilidad de agua superficial y número de vacíos y omisiones prioritarios para la conservación acuática epicontinental**



FUENTE: WWF a partir de información proporcionada por CONABIO

Mapa 6. Unidades de gestión con estudio de disponibilidad de agua superficial y presencia de vedas



FUENTE: WWF a partir de información proporcionada por CONAGUA

#### d) Infraestructura hidráulica

Más allá de los beneficios económicos y sociales de las presas, los grandes proyectos causan cambios ambientales importantes (i.e. movimiento de tierras, inundación del terreno para formar el reservorio, la alteración de caudales, etc.).

De acuerdo con información proporcionada por la CONAGUA, se estima que existen en México alrededor de 4,500 presas distribuidas en todo el territorio. No obstante, al 2010 existen 1,129 presas validadas por la misma Comisión, de las cuales 776 se consideran como grandes presas (Mapa 7), según los estándares internacionales de la Comisión Internacional de Grandes Presas

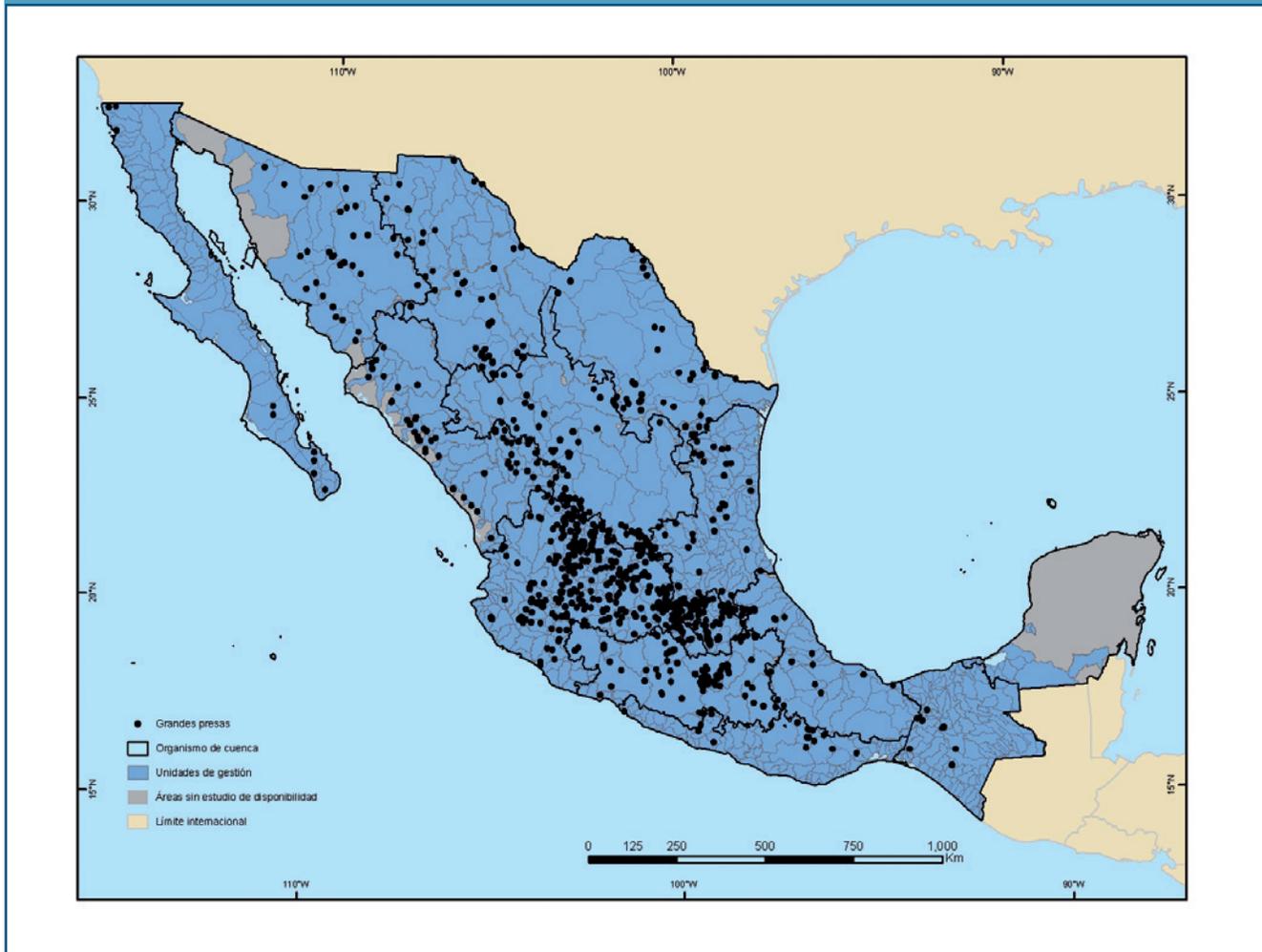
(ICOLD por sus siglas en inglés): tienen una altura de cortina al nivel de aguas máximas ordinarias (NAMO) de 15 metros o una capacidad de almacenamiento mayor a 3 hm<sup>3</sup>.

Para efectos de este análisis, la presencia de infraestructura hidráulica se consideró como un factor limitante para la designación de reserva de agua.

#### e) Actividades agrícolas

La infraestructura hidroagrícola constituye un elemento esencial para alcanzar los objetivos nacionales en materia alimentaria, de generación de empleos, de incremento del ingreso y de mejoramiento del nivel de vida de los

Mapa 7. Unidades de gestión con estudio de disponibilidad de agua superficial y grandes presas



FUENTE: WWF a partir de información proporcionada por CONAGUA

productores y habitantes en el medio rural. No obstante, existen múltiples aspectos en los que la agricultura de regadío puede incidir negativamente en el ambiente.

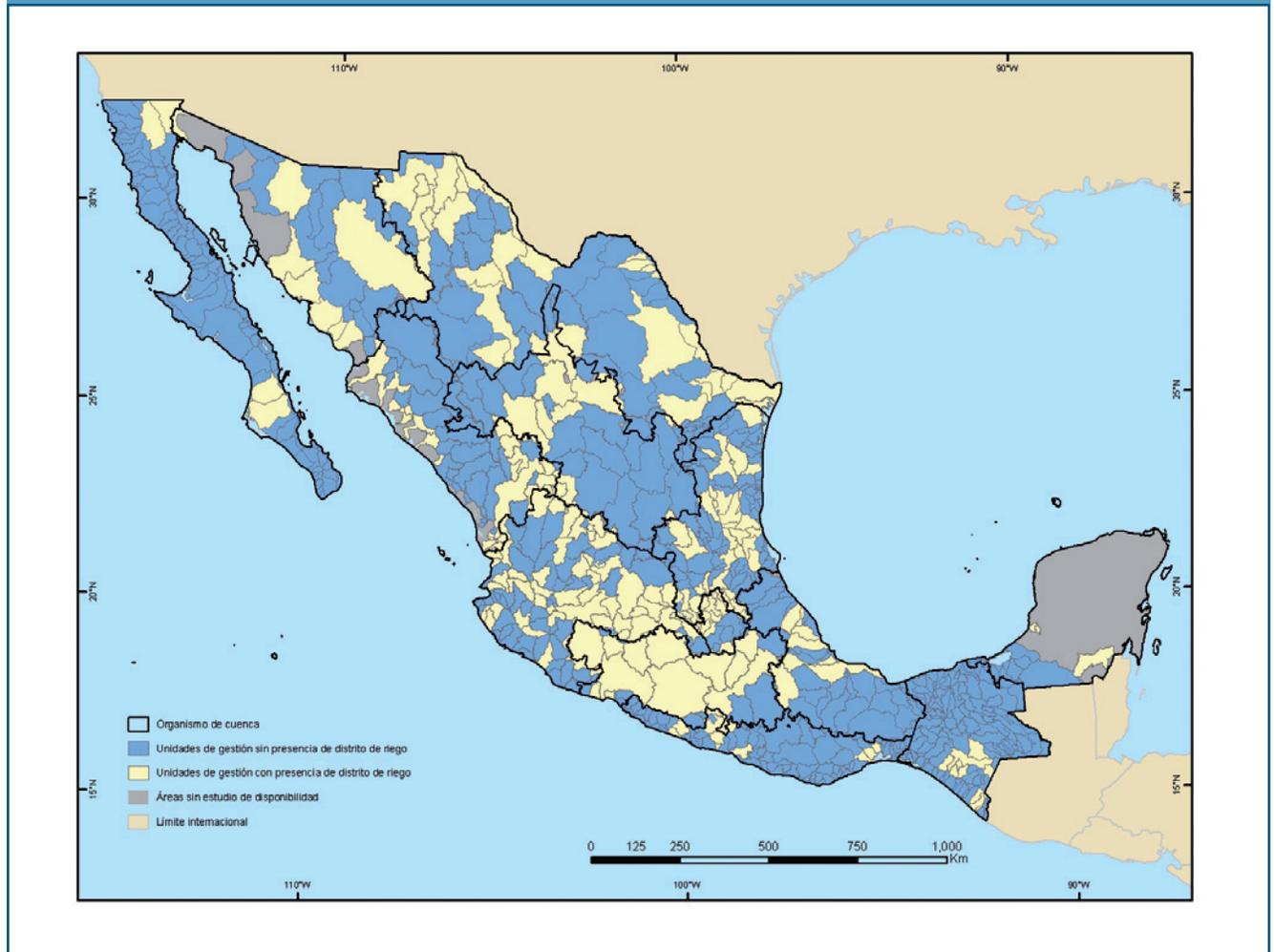
De forma general se puede decir que el desarrollo de la actividad agrícola lleva implícita la utilización de una serie de productos y recursos (regadío, fertilización de campos, control de plagas y enfermedades, etc.) que ejercen múltiples presiones sobre los cuerpos de agua (contaminación, extracción de agua e interrupción del flujo, etc.). Estos impactos afectan a la calidad del agua, la presencia y abundancia de las especies de fauna y flora, los procesos ecológicos, etc. Por esta razón, la presencia de distritos de riego se consideró como un factor contrario a la designación de reserva de agua.

El Mapa 8 muestra la ubicación de los 85 distritos de riego del país.

#### f) Aguas subterráneas

En México se han delimitado 653 acuíferos distribuidos en las 13 regiones hidrológico-administrativas. El bombeo intensivo del agua subterránea ha dado lugar a un problema de sobreexplotación en algunos de ellos, que afecta directamente el régimen y la disponibilidad de las aguas superficiales. La sobreexplotación de las aguas subterráneas conlleva, entre otros efectos negativos, la disminución del gasto y rendimiento de los pozos, el incremento del costo de extracción, el asentamiento y

Mapa 8. Unidades de gestión con estudio de disponibilidad de agua superficial y los distritos de riego



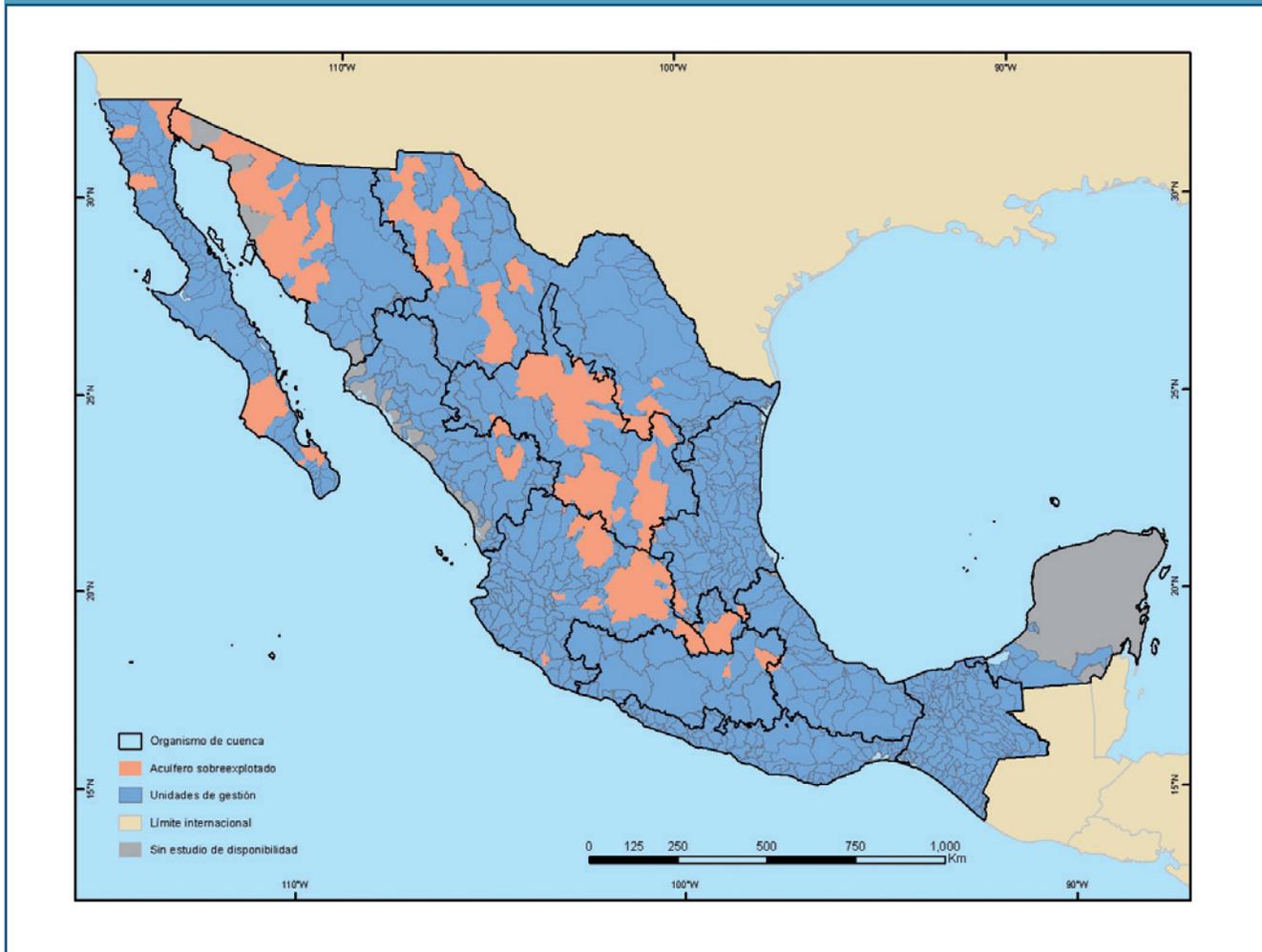
FUENTE: WWF a partir de información proporcionada por CONAGUA

agrietamiento del terreno, con impactos severos sobre el medio ambiente: desaparición de manantiales, pérdidas de vegetación nativa que depende del agua subterránea, humedales, lagos, caudal base de ríos y ecosistemas locales, y sobre todo pérdida de acceso al recurso de poblaciones marginadas.

En el contexto del presente análisis, la presencia de acuíferos sobreexplotados en una cuenca (Mapa 9) se incorporó como un factor limitante para evaluar el potencial de establecer una reserva de agua.



Mapa 9. Unidades de gestión con estudio de disponibilidad de agua superficial y acuíferos sobreexplotados



FUENTE: WWF a partir de información proporcionada por CONAGUA

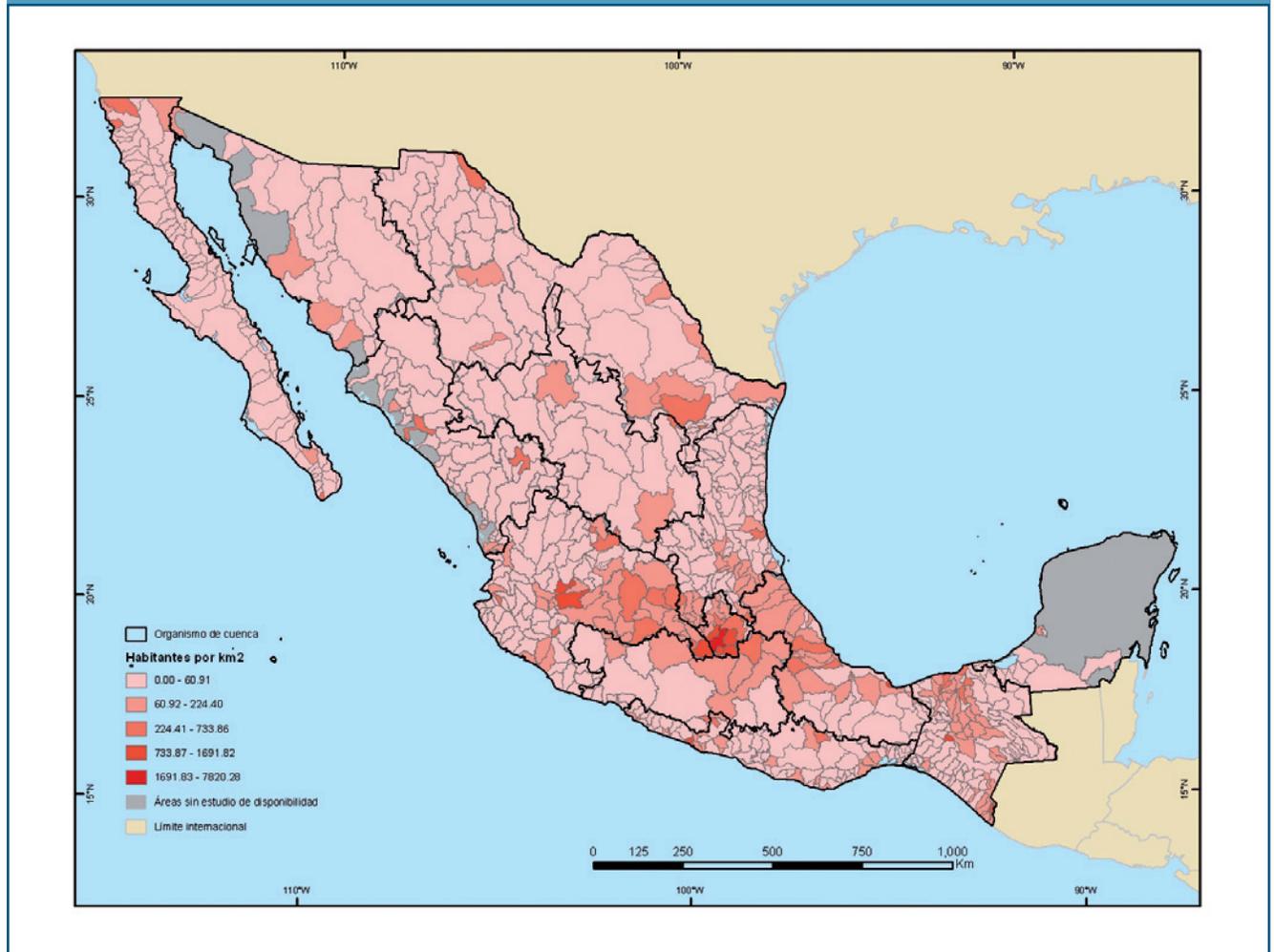
### g) Población

El INEGI realiza cada 10 años los Censos Nacionales de Población y Vivienda y cada 5 años los Conteos de Población. Según los resultados preliminares del Censo Nacional de Población y Vivienda 2010, la población en México asciende a 112,322,757 habitantes. Esto significa que en los últimos 60 años la población nacional aumentó más de cuatro veces.

La densidad de población alta suele producir impactos sobre el medio ambiente. Entre los problemas más habituales se encuentran la sobreexplotación de las fuentes de agua, contaminación atmosférica, la degradación del suelo y los acuíferos, los cambios de uso del suelo y

la generación de residuos, por poner algunos ejemplos. Considerando los efectos negativos asociados a una mayor densidad de población, esta variable se incorporó como un factor limitante para la designación de reservas de agua (Mapa 10).

Mapa 10. Unidades de gestión con estudio de disponibilidad de agua superficial y su densidad de población



FUENTE: WWF a partir de información proporcionada por INEGI

### 2.2.3. Escenarios metodológicos

Para determinar la factibilidad de establecer una reserva de agua, se evaluó el potencial de cada unidad de gestión o subcuenca, a través del empleo de tres escenarios metodológicos de selección y priorización. Como se estableció en un principio, el objetivo es identificar en una primera aproximación aquellas cuencas que presentan las condiciones más favorables para establecer una reserva de agua, considerando evitar conflictos potenciales por el recurso. Los escenarios desarrollados fueron:

#### a. Escenario lineal

Se trata de un escenario donde las variables se utilizan de forma excluyente, es decir, si la cuenca evaluada no tiene una variable positiva se excluye de la selección. Las variables empleadas y su interpretación se muestran en la Tabla 2.

Con esta referencia la selección de unidades de gestión se hizo aplicando los filtros sucesivamente. El resultado final fue un conjunto de unidades que reúnen todas las variables positivas y no presentan ninguna variable negativa.

**Tabla 2. Variables consideradas y su interpretación**

Variable	Criterio	Interpretación
Disponibilidad de agua	Disponibilidad > 0	Positivo
Presencia de sitio Ramsar	Presencia	Positivo
Presencia de ANP	Presencia	Positivo
Sitio importante para conservación biodiversidad	Total de vacíos > 5	Positivo
Presencia de vedas	Presencia	Positivo
Presencia de distritos de riego	Presencia	Negativo
Presencia de represas	Presencia	Negativo
Presencia de acuíferos sobreexplotados	Presencia	Negativo
Alta densidad de población	Densidad mayor a 5 hab/km <sup>2</sup>	Negativo

FUENTE: WWF

### b. Escenario con árbol de decisión

Un árbol de decisión es un modelo de predicción utilizado en el ámbito de la inteligencia artificial. Dada una base de datos se construyen diagramas de construcciones lógicas, muy similares a los sistemas de predicción basados en reglas, que sirven para representar y categorizar una serie de condiciones que ocurren de forma sucesiva, para la resolución de un problema.

Las variables y su interpretación fueron iguales al escenario lineal, si bien se han categorizado algunas de ellas para poder relativizar el valor de conservación o las presiones en las cuencas. De esta forma se pueden obtener los resultados según cuatro categorías: (i) unidades “no candidatas” a ser reservas; (ii) unidades con “factibilidad media”; (iii) unidades con “factibilidad alta”; y (iv) unidades con “factibilidad muy alta”.

Para desarrollar el árbol de decisión se aplicaron las siguientes reglas de decisión:

- No serán candidatas a reservas aquellas unidades de gestión que no tengan disponibilidad de recurso agua.
- Se considerará que una cuenca tiene una gran importancia de conservación cuando cumple la doble

función de ser sitio Ramsar o ANP y ser una cuenca que presente un alto valor para la conservación (a partir del análisis de vacíos).

- Una cuenca tendrá una factibilidad muy alta para ser declarada reserva de agua cuando tenga una gran importancia de conservación y no existan presiones o amenazas en la misma, bien sea por presión demográfica, presencia de infraestructura, presencia de distritos de riego o por presencia de acuíferos sobreexplotados.
- Cuando una cuenca con gran interés de conservación presente alguna amenaza, su factibilidad será alta. En cambio, no serán candidatas a reservas cuando presenten amenazas graves por una fuerte presión demográfica, presencia de infraestructura, presencia de distritos de riego o por presencia de acuíferos sobreexplotados.
- Cuando una cuenca no tenga gran importancia de conservación pero se encuentre vedada, podrá ser considerada con una factibilidad media siempre y cuando no existan amenazas sobre la misma.

El árbol de decisión (Figura 1) se ha desarrollado a partir de las categorías conforme a los siguientes criterios (Tabla 3):

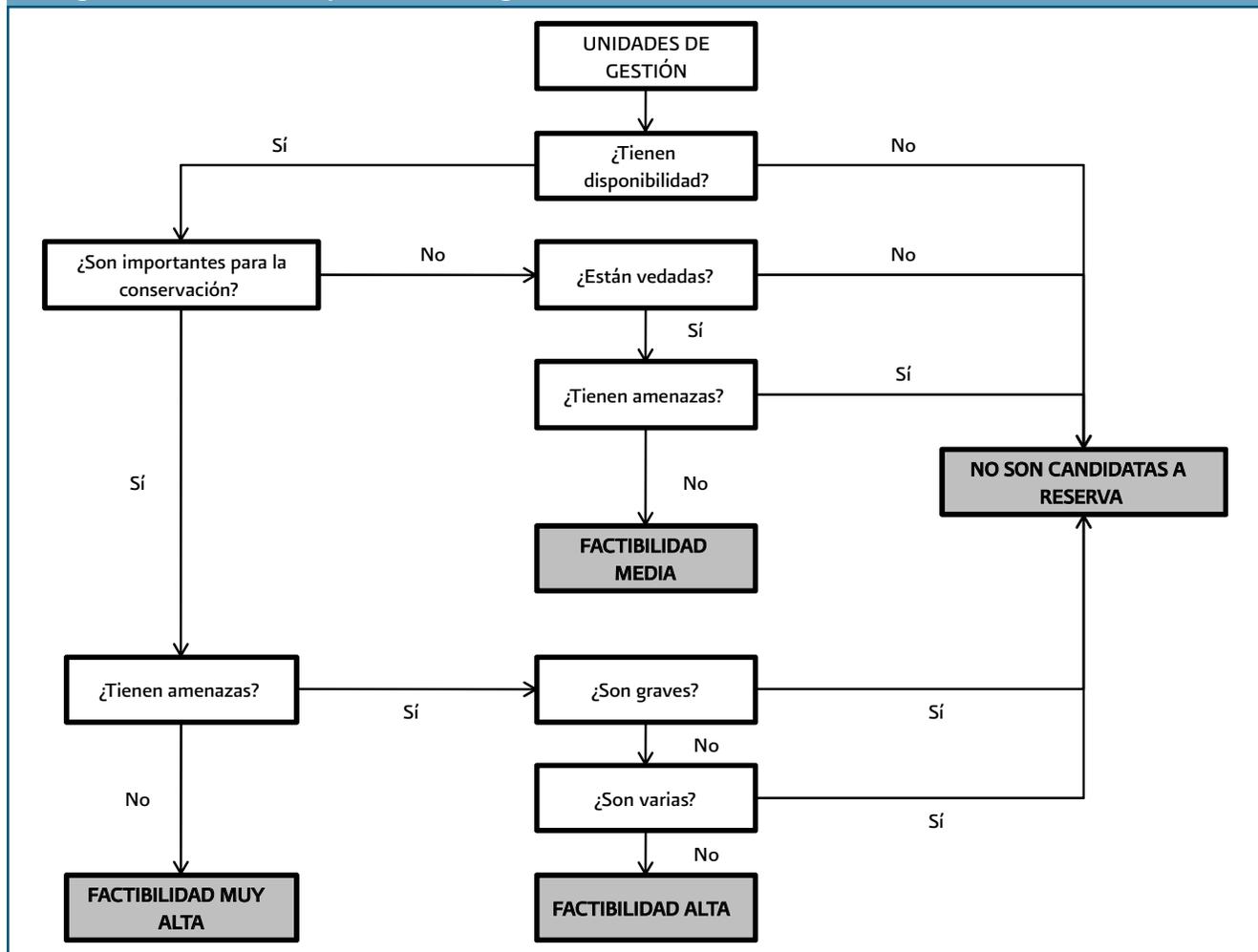
**Tabla 3. Criterios para considerar las presiones en las cuencas**

	Presencia de presas	Alta densidad de población	Distritos de riego	Sobreexplotación de acuíferos
Sin presión	No hay	Densidad menor a 5 hab/km <sup>2</sup>	$Sup_{DR}/Sup_C \leq 1\%$	$Sup_{AS}/Sup_C \leq 1\%$
Poca presión	Hay menos de 3	Densidad menor de 50 hab/km <sup>2</sup>	$Sup_{DR}/Sup_C \leq 10\%$	$Sup_{AS}/Sup_C \leq 10\%$
Gran presión	Hay más de 3	Densidad mayor de 50 hab/km <sup>2</sup>	$Sup_{DR}/Sup_C > 10\%$	$Sup_{AS}/Sup_C > 10\%$

FUENTE: WWF

Sup<sub>DR</sub>: Superficie distrito de riego; Sup<sub>C</sub>: Superficie de la cuenca; Sup<sub>AS</sub>: Superficie de acuífero sobreexplotado

Figura 1. Árbol de decisión para la identificación de unidades de gestión con factibilidad para su designación como reservas potenciales de agua



FUENTE: WWF

### c. Escenario de valoración ponderada

En este escenario se plantea un sistema de evaluación mixto: por una parte sigue existiendo una variable excluyente (cuando no hay disponibilidad de recursos hídricos) mientras que a las otras variables se les otorga un peso (ponderación). En este caso se incorpora además un aspecto cuantitativo para identificar aquellas cuencas donde resulta de interés declararlas como reserva de agua porque disponen de un volumen abundante de recursos hídricos. Debido a que en 178

unidades de gestión (28%) del total considerado hay más de 500 hm<sup>3</sup>, se estableció este valor umbral como punto de partida.

Con este escenario se considera una nueva variable relacionada con la presión de uso de los recursos hídricos. Esto tiene la finalidad de excluir aquellas unidades de gestión que aún teniendo una disponibilidad positiva, presentan una presión importante por el recurso y por lo tanto una propuesta de reserva podría comprometer usos actuales.

Para valorar esta variable se utilizó el grado de presión sobre el recurso que expresa la relación entre las pérdidas por usos, evaporación y salidas del agua en la unidad de gestión, entre el volumen disponible, según la siguiente ecuación.

$$PrUso = \left( \frac{UC + EX + EV + AV}{CP + AR} \right) \times 100$$

Donde, "PrUso" es la presión de uso en la unidad de gestión; "UC" el volumen anual de extracción de agua superficial; "EX" el volumen anual de exportaciones; "EV" el volumen anual de evaporación en embalses; "AV" el volumen anual de variación de almacenamiento en embalses; "CP" el volumen medio anual de escurrimiento natural; y "AR" es el volumen medio anual de escurrimiento desde la cuenca aguas arriba. Todos estos términos forman parte del balance de disponibilidad incluido en la base de datos.

En el caso de las variables relacionadas con el interés de conservación (sitio Ramsar, ANP o sitio importante para conservación acuática epicontinental), éstas se agruparon en una única variable denominada "Sitio Importante para la Conservación".

Las variables completas, su ponderación e interpretación en este escenario se muestran en la Tabla 4.

La integración y evaluación de la factibilidad se realiza mediante la suma del valor de las variables a partir del siguiente algoritmo:

$$P = F_{Disp} + F_{IC} + F_{Vedas} - F_{DP} - F_{Ag} - F_{Inf} - F_{AC}$$

En donde "P" es la factibilidad o prioridad para ser designada como reserva de agua; "F<sub>Disp</sub>" es el factor disponibilidad; "F<sub>IC</sub>" es el factor que representa el interés de conservación; "F<sub>Vedas</sub>" es el factor que indica la presencia de vedas; "F<sub>DP</sub>" es el factor densidad de población; "F<sub>Ag</sub>" es el factor de la presencia de distritos de riego; "F<sub>Inf</sub>" se

**Tabla 4. Criterios para el escenario de valoración ponderada**

Variable	Interpretación	Criterio	Ponderación
Disponibilidad de recursos hídricos (I)	Excluyente	Disponibilidad ≤ 0	(-.-)
Presión sobre unidad de gestión	Excluyente	Explotación ≥ 10%	(-.-)
Disponibilidad de recursos hídricos (II)	Positivo	Vol < 500 hm <sup>3</sup>	2
		Vol ≥ 500 hm <sup>3</sup>	3
Sitio importante para la conservación*	Positivo	Presencia	2
Presencia de vedas	Positivo	Presencia	1
Presencia de distritos de riego	Negativo	Sup <sub>DR</sub> /Sup <sub>C</sub> ≤ 1%	0
		Sup <sub>DR</sub> /Sup <sub>C</sub> ≤ 10%	-0.25
		Sup <sub>DR</sub> /Sup <sub>C</sub> > 10%	-0.5
Presencia de presas	Negativo	V <sub>p</sub> /Ap <sub>C</sub> ≤ 1%	0
		V <sub>p</sub> /Ap <sub>C</sub> ≤ 10%	-0.25
		V <sub>p</sub> /Ap <sub>C</sub> > 10%	-0.5
Presencia de acuíferos sobreexplotados	Negativo	Sup <sub>AS</sub> /Sup <sub>C</sub> ≤ 1%	0
		Sup <sub>AS</sub> /Sup <sub>C</sub> ≤ 10%	-0.25
		Sup <sub>AS</sub> /Sup <sub>C</sub> > 10%	-0.5
Alta densidad de población	Negativo	Densidad ≤ 25 hab/km <sup>2</sup>	0
		Densidad ≤ 50 hab/km <sup>2</sup>	-0.25
		Densidad > 50 hab/km <sup>2</sup>	-0.5

\* Presencia de sitios Ramsar o ANP o total >33 de vacíos prioritarios para la conservación acuática epicontinental por unidad de gestión. Sup<sub>DR</sub>: Superficie distrito de riego; Sup<sub>C</sub>: Superficie de la cuenca; Sup<sub>AS</sub>: Superficie de acuífero sobreexplotado; V<sub>p</sub>: Volumen de almacenamiento de presas; Ap<sub>C</sub>: Aportación en la cuenca (cuenca propia y recursos de cuenca de arriba)

FUENTE: WWF

refiere a la presencia de presas; y “ $F_{Ac}$ ” es el factor de acuíferos sobreexplotados.

Los resultados permiten evaluar numéricamente cada cuenca en un rango de valores que va desde 6 hasta 0. La interpretación de estos valores extremos es la siguiente:

- El valor 6 representa a las unidades de gestión con una disponibilidad mayor de 500 hm<sup>3</sup> que son importantes para la conservación y no presentan ninguna presión.
- El valor 0 representa aquellas unidades de gestión con una disponibilidad positiva, pero inferior a 500 hm<sup>3</sup>, que no presentan un interés para la conservación y se encuentran bajo fuerte presión.

Por último y con la intención de seleccionar las unidades de gestión con mejor evaluación, se realizaron los cortes de clases conforme los criterios de la Tabla 5:

**Tabla 5. Criterios de corte para la calificación designada por la “valoración ponderada”**

Nivel de factibilidad	Calificación
Muy alta	6
Alta	5.75
Media	5.5
Baja	5 - 5.25
No candidatas	≤ 4.75

Los valores de la calificación se dan en intervalos de 0.25; no se presentan en valores continuos.



## 3. Resultados

### 3.1. Aplicación de los escenarios metodológicos

Los resultados de la evaluación para cada escenario metodológico se muestran en los siguientes mapas.

#### 3.1.1. Escenario lineal

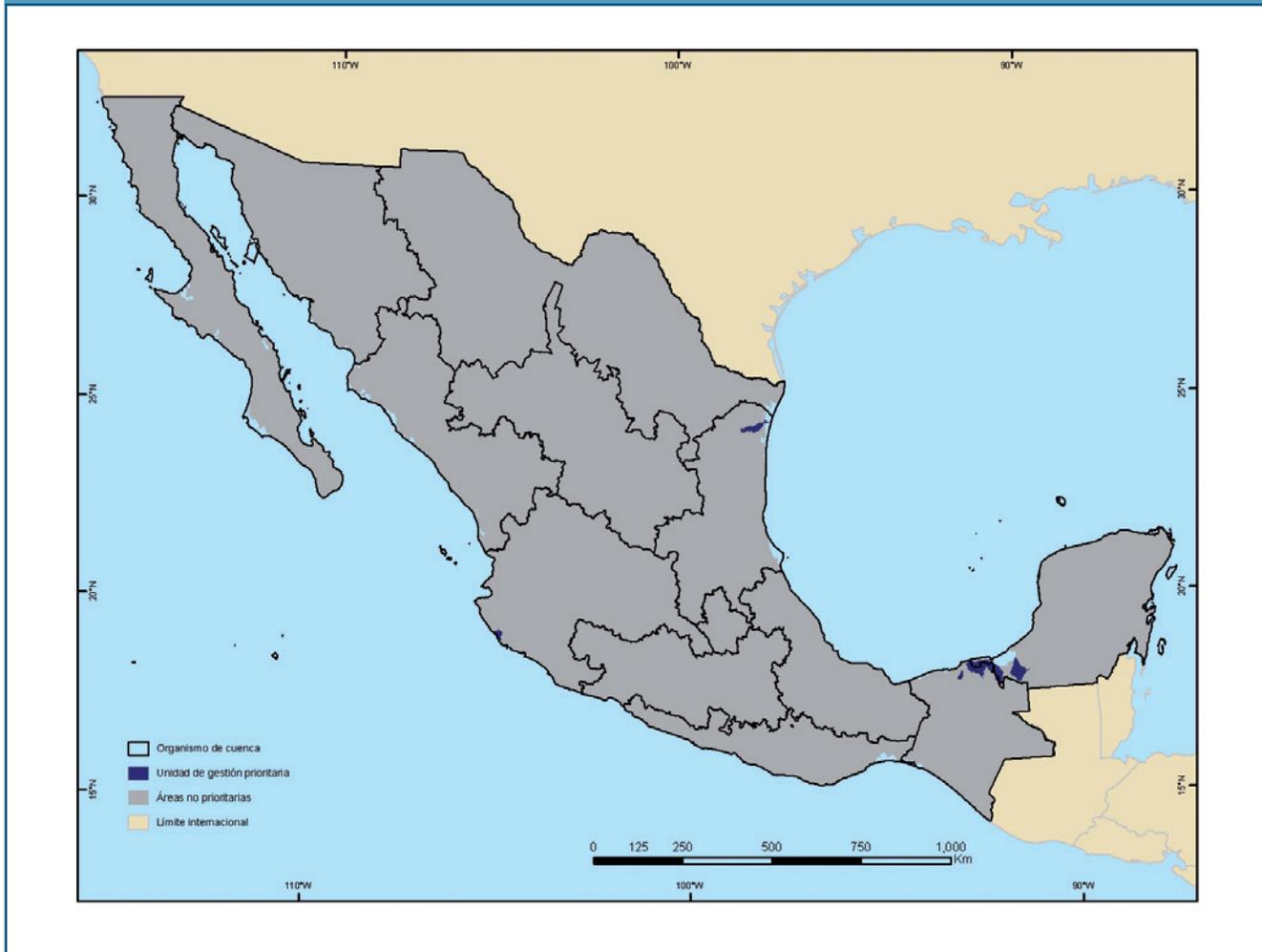
En el resultado dado por el escenario metodológico “valoración lineal” se identifican siete unidades de gestión



como prioritarias o con factibilidad para ser RPA, que reúnen todas las variables positivas y ninguna de las negativas. Las unidades de gestión resultantes son: 1) Río San Nicolás, perteneciente a la cuenca Arroyo Chamela; 2) Río San Fernando 2, de la cuenca Río Conchos-Cho-

rreras; 3) Laguna del Este; 4) Laguna del Pom y Astata; 5) San Pedro y San Pablo; 6) Tabasquillo, ubicadas en la cuenca Grijalva-Usumacinta; y 7) Bajo Río Candelaria de la cuenca Río Candelaria (Mapa 11).

Mapa 11. Reservas potenciales de agua resultantes tras la aplicación del escenario “valoración lineal”



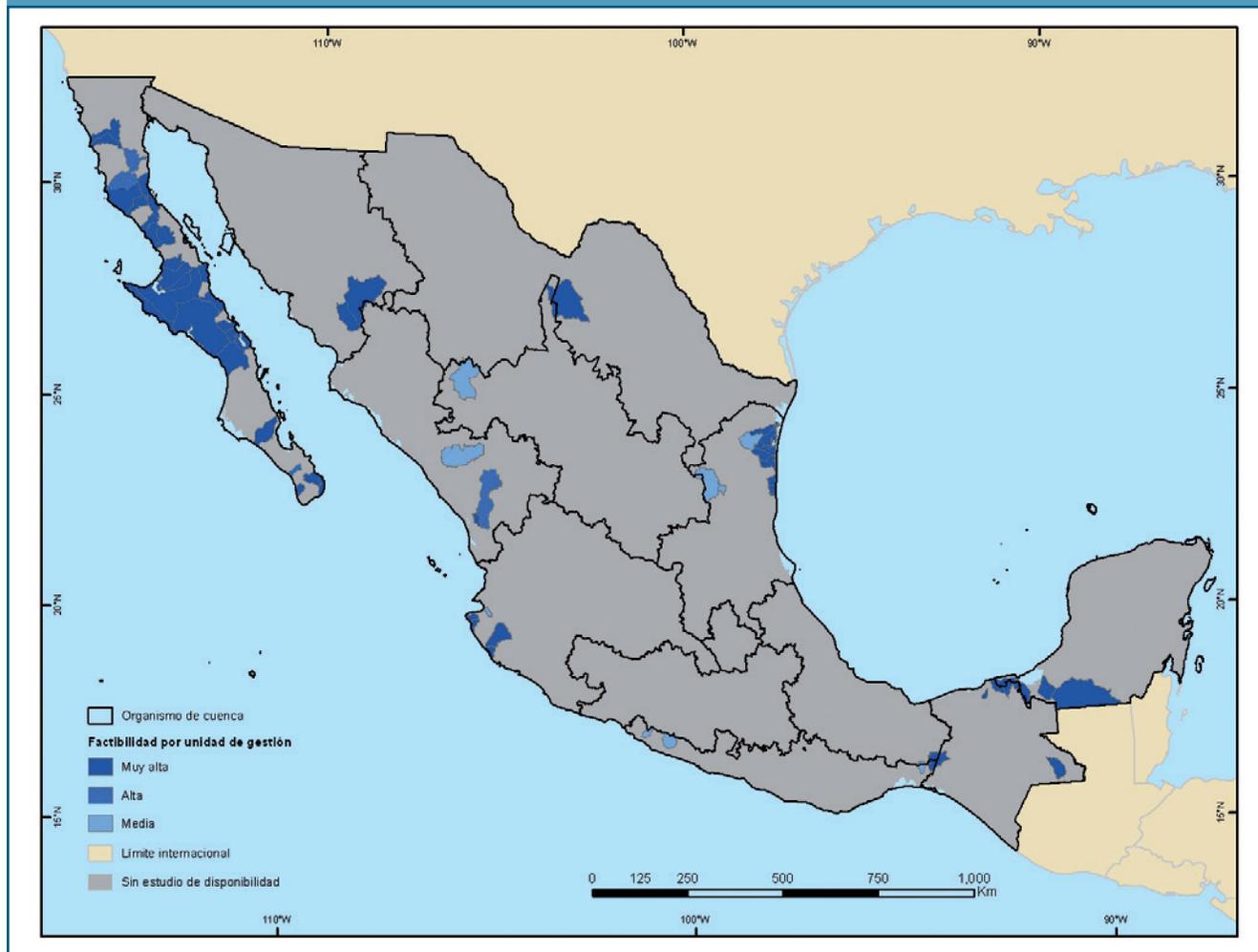
### 3.1.2. Escenario árbol de decisión

Al no ser tan restrictivo en la selección de unidades de gestión que cumplen con las condiciones dadas, este escenario metodológico permite la identificación de 66 unidades de gestión con distintos grados de factibilidad para ser RPA: 51 unidades de gestión con categoría muy alta, cuatro con categoría alta, y

11 clasificadas con factibilidad media. 642 unidades fueron identificadas como “no candidatas”.

Cabe destacar que tras la aplicación de este escenario metodológico se identifican entre otras, las mismas siete unidades de gestión con el máximo grado de factibilidad obtenidas con el escenario “valoración lineal”. Adicionalmente, este escenario de árbol de decisión permite la identificación de unidades de gestión en zonas áridas del país (Mapa 12).

Mapa 12. Reservas potenciales de agua resultantes tras la aplicación del escenario “árbol de decisión”



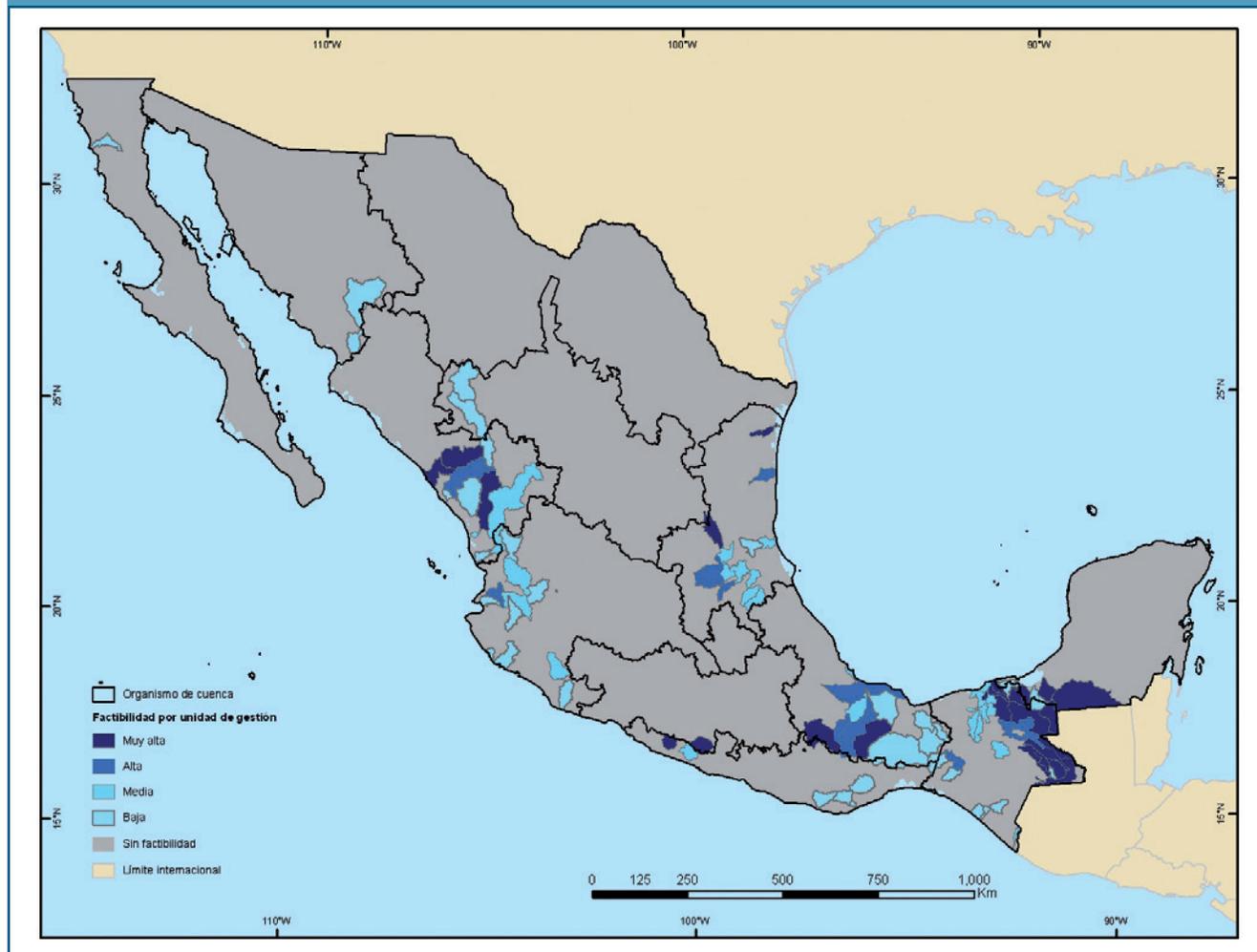
### 3.1.3. Escenario valoración ponderada

El resultado con este escenario metodológico provee 93 unidades de gestión con algún grado de factibilidad (23 muy alta, 13 alta, 23 media, y 34 baja). Nuevamente se encuentran las siete obtenidas bajo el método de “valoración lineal” (Mapa 13). Por otra parte, 364 unidades de gestión son identificadas como “no candidatas” por tener una calificación inferior a cinco, y 271 se identifican como “no aplica”, debido a carecer de disponibilidad de agua superficial o por existir una presión sobre el recurso hídrico, lo que dificulta su postulación como reserva potencial de agua.

El uso de una variable excluyente relacionada con la presión de uso por el recurso hídrico, le da una valía muy

importante a este resultado. No obstante, la utilización de un umbral para asignar la máxima ponderación posible (3) a la disponibilidad de recursos hídricos establecido en 500 hm<sup>3</sup>, deja fuera del resultado aquellas unidades de gestión presentes en las zonas áridas del país o con disponibilidades menores a este volumen.

Mapa 13. Reservas potenciales de agua resultantes tras la aplicación del escenario “valoración ponderada”



### 3.2. Análisis de sensibilidad

De acuerdo a los resultados obtenidos mediante los distintos métodos o escenarios, existen diferencias y puntos a resaltar que son de gran utilidad de cara a un análisis de sensibilidad:

- a) El método lineal permite seleccionar un número reducido de cuencas. Esta selección consiste en el conjunto de unidades de gestión que reúnen todas las variables positivas y no presentan ninguna variable negativa o situación en contra.
- b) El árbol de decisión es un procedimiento más abierto y menos restrictivo, que permite incluir un mayor número de unidades de gestión distribuidas en todas las regiones del país. Es, un procedimiento más flexible y “democrático” que permite elegir cuencas en zonas áridas en las cuales se cumplen todas las condiciones: a) tienen disponibilidad de agua, b) son sitios importantes para la conservación (ANP, Ramsar y/o de importancia para la conservación de biodiversidad acuática) y no se encuentran amenazadas por demandas urbano-industriales, acuíferos sobreexplotados, sistemas de riego, etc.
- c) El escenario “valoración ponderada” permite dar una orientación aún más específica al ejercicio debido a que cambia la selección de unidades de gestión prioritarias, según si se otorga mayor o menor importancia a alguna variable mediante una ponderación. Dado lo anterior, el ejercicio realizado tie-

ne un sesgo hacia unidades de gestión con agua en abundancia al establecer el umbral de 500 hm<sup>3</sup> para la disponibilidad, lo que reduce el interés relativo en las unidades de gestión ubicadas en la porción árida del país.

Teniendo en cuenta la variación climática en el territorio nacional y la existencia de sitios importantes para la conservación en donde no hay agua en abundancia, se repitió el ejercicio de “valoración ponderada”, estratificando las unidades de gestión a partir de la lámina de disponibilidad. Al aplicar la ponderación por estratos, se incluyen unidades de gestión en las regiones con climas más áridos, y por lo tanto, la selección de unidades de gestión se volvió más parecida a la resultante con el escenario metodológico del árbol de decisión.

Con la finalidad de poder analizar el efecto de los distintos valores de ponderación considerados en el escenario tres, se desarrolló un algoritmo de análisis cuya ponderación y despliegue de resultados fuera más sencillo. El algoritmo hizo posible desplegar los resultados de los ejercicios realizados con distintos valores de ponderación en las variables, tanto las favorables como de aquéllas que penalizan. El resultado permitió apreciar que existe una convergencia de métodos

de valoración, debido a que el conjunto de unidades de gestión más elegibles para la creación de reservas, reúnen los atributos favorables y no tienen influencia de factores desfavorables. Ambos casos se destacaron con cualquier procedimiento.

Uno de los ejercicios realizados fue eliminar completamente el umbral de disponibilidad mínima (500 hm<sup>3</sup>) y establecer criterios para ampliar la selección de unidades en el mayor nivel de factibilidad, y con esto favorecer una mejor distribución entre zonas áridas y húmedas (Tabla 6).

**Tabla 6. Criterios de corte para la calificación final**

Nivel de factibilidad	Calificación
No candidatas	≤ 0
Baja	0.5 - 2
Media	2.5 - 3
Alta	≥ 3.5

Los valores de la calificación se dan en intervalos de 0.5; no se presentan en valores continuos.

En este sentido, el resultado fue similar a la selección del escenario del árbol de decisión. La comparación de estos resultados se presenta en las dos primeras columnas de la Tabla 7 y gráficamente se muestra en los Mapas 14 y 15.

**Tabla 7. Comparación de resultados del análisis de sensibilidad**

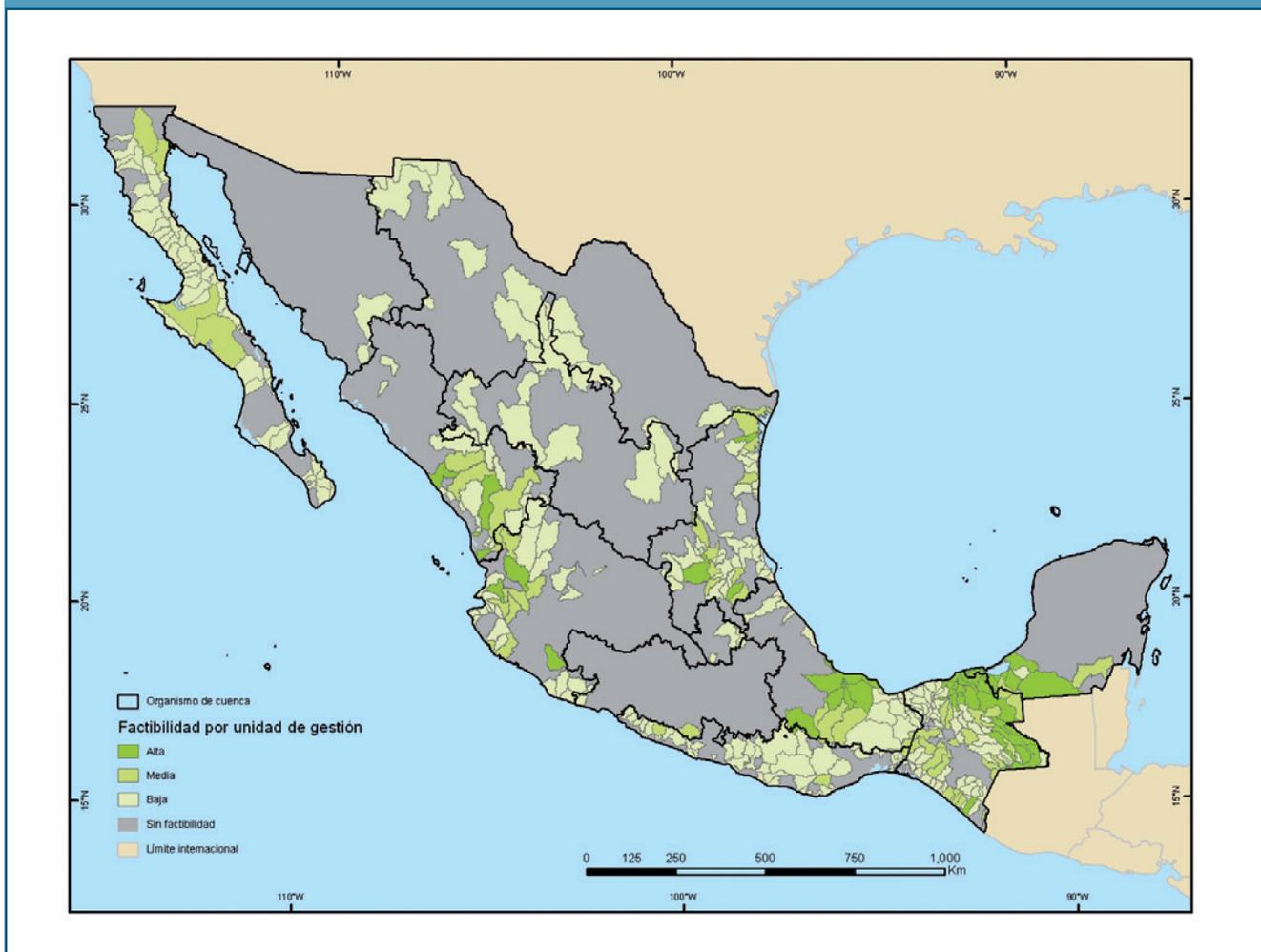
Criterio	SU	UM	SU/SP	UM/SP
Presión sobre el recurso (>10%)	10	10	10	10
Número de unidades de gestión con presión > 10%	247	247	247	247
Umbral de disponibilidad (Hm <sup>3</sup> )	0	500	0	500
Valores de ponderación:				
Importancia para conservación*	1	1	1	1
Presencia de vedas	1	1	1	1
Existencia de áreas de riego	-0.5	-0.5	0	0
Existencia de presas	-0.5	-0.5	0	0
Acuíferos sobreexplotados	-0.5	-0.5	0	0
Densidad de población > 25 hab/km <sup>2</sup>	-0.5	-0.5	0	0
Unidades de gestión:				
No candidatas	386	368	360	346
Factibilidad Baja	287	271	298	270
Factibilidad Media	40	54	52	74
Factibilidad Alta	15	35	18	38
Suma	728	728	728	728

\* Una unidad por cada atributo (Ramsar. ANP y vacíos de prioridad para biodiversidad acuática); SU: Sin umbral mínimo en la disponibilidad; UM: Umbral mínimo en la disponibilidad; SU/SP: Sin umbral mínimo en la disponibilidad y sin penalizar la presencia de distritos de riego y presas; UM/SP: Con umbral mínimo en la disponibilidad y sin penalizar la presencia de distritos de riego y presas

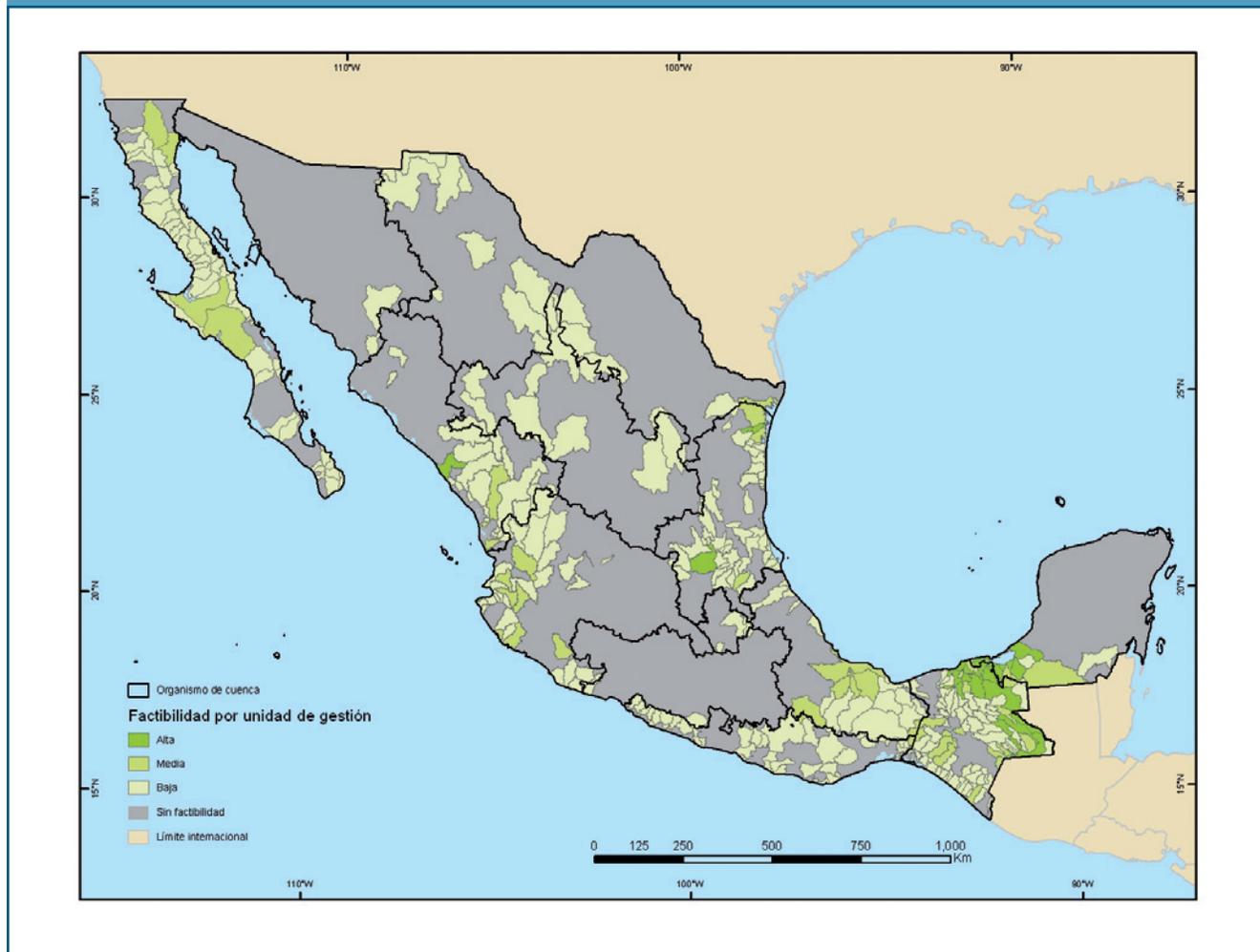
El resultado de esta comparación hizo evidente que el establecimiento de un umbral mínimo no resulta ser un criterio selectivo. Al atribuir un “premio” adicional de una unidad (+1) en la ponderación a las unidades de gestión con disponibilidad mayor a 500 hm<sup>3</sup>, se recuperan puntos perdidos asociados a factores limitantes, por ejemplo, la presencia de presas o zonas de riego. Esta situación tiende a incrementar el número de unidades de gestión en las categorías de factibilidad media y alta. La Tabla 7 muestra la forma en que disminuye el número de unidades de gestión no candidatas y se incrementa el número de aquellas prioritarias al relajar las condiciones o criterios de selección.

En conclusión, se tiene una selección de un conjunto de unidades de gestión con factibilidad alta para fines de conservación que oscila entre 15 y 35, según si se desea “premiar” la magnitud de la reserva creada. Ha resultado otro conjunto con factibilidad media, entre 40 y 54 según criterios aplicados. La dificultad de crear y mantener reservas con presas, distritos de riego y acuíferos sobreexplotados, hace recomendables las opciones que penalizan su presencia. De cualquier manera se mantiene un conjunto de entre 55 y 89 cuencas con factibilidad media y alta para arrancar una primera etapa de análisis a mayor detalle.

Mapa 14. Unidades de gestión seleccionadas con el algoritmo que cumplen con la disponibilidad (500 hm<sup>3</sup>)



Mapa 15. Unidades de gestión seleccionadas con el algoritmo sin la condición de disponibilidad (500 hm<sup>3</sup>)



### 3.3. Propuesta de reservas potenciales de agua

Para la selección final de unidades de gestión se utilizó el escenario metodológico “valoración ponderada” ajustado con las observaciones del análisis de sensibilidad realizado. Esencialmente se realizaron dos ajustes: 1) se eliminó el umbral de disponibilidad de recursos hídricos (500 hm<sup>3</sup>) y el valor de ponderación utilizado fue de un punto (1); y b) el interés de conservación fue considerado de forma segregada otorgando un punto a cada condición presente, ya fuere por la presencia de sitios Ramsar, ANP o sitios prioritarios para la biodiversidad acuática. Los criterios utilizados y su respectivo valor de ponderación se presentan en la Tabla 8.

**Tabla 8. Criterios para el escenario “valoración ponderada”**

Variable	Interpretación	Criterio	Ponderación	
Disponibilidad de recursos hídricos(I)	Excluyente	Disponibilidad $\leq 0$	(-.-)	
Presión sobre unidad de gestión	Excluyente	Explotación $\geq 10\%$	(-.-)	
Disponibilidad de recursos hídricos(II)	Positivo	Vol > 0 hm <sup>3</sup>	1	
Sitio importante para la conservación	Positivo	Sitio Ramsar	Presencia	1
	Positivo	ANP	Presencia	1
	Positivo	Total de vacíos prioritarios para la conservación acuática > 33		1
Presencia de vedas	Positivo	Presencia	1	
Presencia de distritos de riego	Negativo	Sup <sub>DR</sub> /Sup <sub>C</sub> $\leq 1\%$	0	
		Sup <sub>DR</sub> /Sup <sub>C</sub> $\leq 10\%$	-0.25	
		Sup <sub>DR</sub> /Sup <sub>C</sub> > 10%	-0.5	
Presencia de presas	Negativo	V <sub>p</sub> /Ap <sub>C</sub> $\leq 1\%$	0	
		V <sub>p</sub> /Ap <sub>C</sub> $\leq 10\%$	-0.25	
		V <sub>p</sub> /Ap <sub>C</sub> > 10%	-0.5	
Presencia de acuíferos sobreexplotados	Negativo	Sup <sub>AS</sub> /Sup <sub>C</sub> $\leq 1\%$	0	
		Sup <sub>AS</sub> /Sup <sub>C</sub> $\leq 10\%$	-0.25	
		Sup <sub>AS</sub> /Sup <sub>C</sub> > 10%	-0.5	
Alta densidad de población	Negativo	Densidad $\leq 25$ hab/km <sup>2</sup>	0	
		Densidad $\leq 50$ hab/km <sup>2</sup>	-0.25	
		Densidad > 50 hab/km <sup>2</sup>	-0.5	

Sup<sub>DR</sub>: Superficie distrito de riego; Sup<sub>C</sub>: Superficie de la cuenca; Sup<sub>AS</sub>: Superficie de acuífero sobreexplotado; V<sub>p</sub>: Volumen de almacenamiento de presas; Ap<sub>C</sub>: Aportación en la cuenca (cuenca propia y recursos de cuenca de arriba)

FUENTE: WWF

Los resultados de la valoración abarcan un intervalo de 5 hasta -1 y su interpretación es la siguiente:

- El valor 5 representa a las unidades de gestión con disponibilidad de agua superficial, con presencia de veda, importantes para la conservación por tener sitios Ramsar, ANP y vacíos de conservación de ecosistemas acuáticos epicontinental, y no tener presencia de ninguna presión.
- El valor -1 representa aquellas unidades de gestión con una disponibilidad positiva, que no presentan un interés para la conservación y se encuentran bajo fuerte presión.

Finalmente, la selección de unidades de gestión con mejor evaluación y por consecuencia con mayor grado de factibilidad como RPA (Mapas 16 y 17), se realizó aplicando los cortes de clases conforme los criterios de la Tabla 9.

**Tabla 9. Criterios de corte para la clasificación final**

Nivel de factibilidad	Calificación
Muy alta	4.25 - 5
Alta	3.25 - 4
Media	2.25 - 3
No candidata	$\leq 2$

Los valores de la calificación se dan en intervalos de 0.25; no se presentan en valores continuos.

El resultado de este análisis identifica un total de 189 unidades de gestión de los estudios de disponibilidad que poseen características favorables para su identificación como RPA, en tres niveles de factibilidad: 19 unidades de gestión con factibilidad muy alta, 54 con alta y 116 con factibilidad media. Es notable destacar que estas 189 unidades de gestión se ubican en 31 de las 37 regiones hidrológicas (84%) de la CONAGUA.

La Tabla 10 muestra el listado de las 19 unidades de gestión con factibilidad muy alta. El listado detallado de las 189 se presenta en el Anexo 2.

**Tabla 10. Unidades de gestión de muy alta factibilidad para el establecimiento de reservas potenciales de agua**

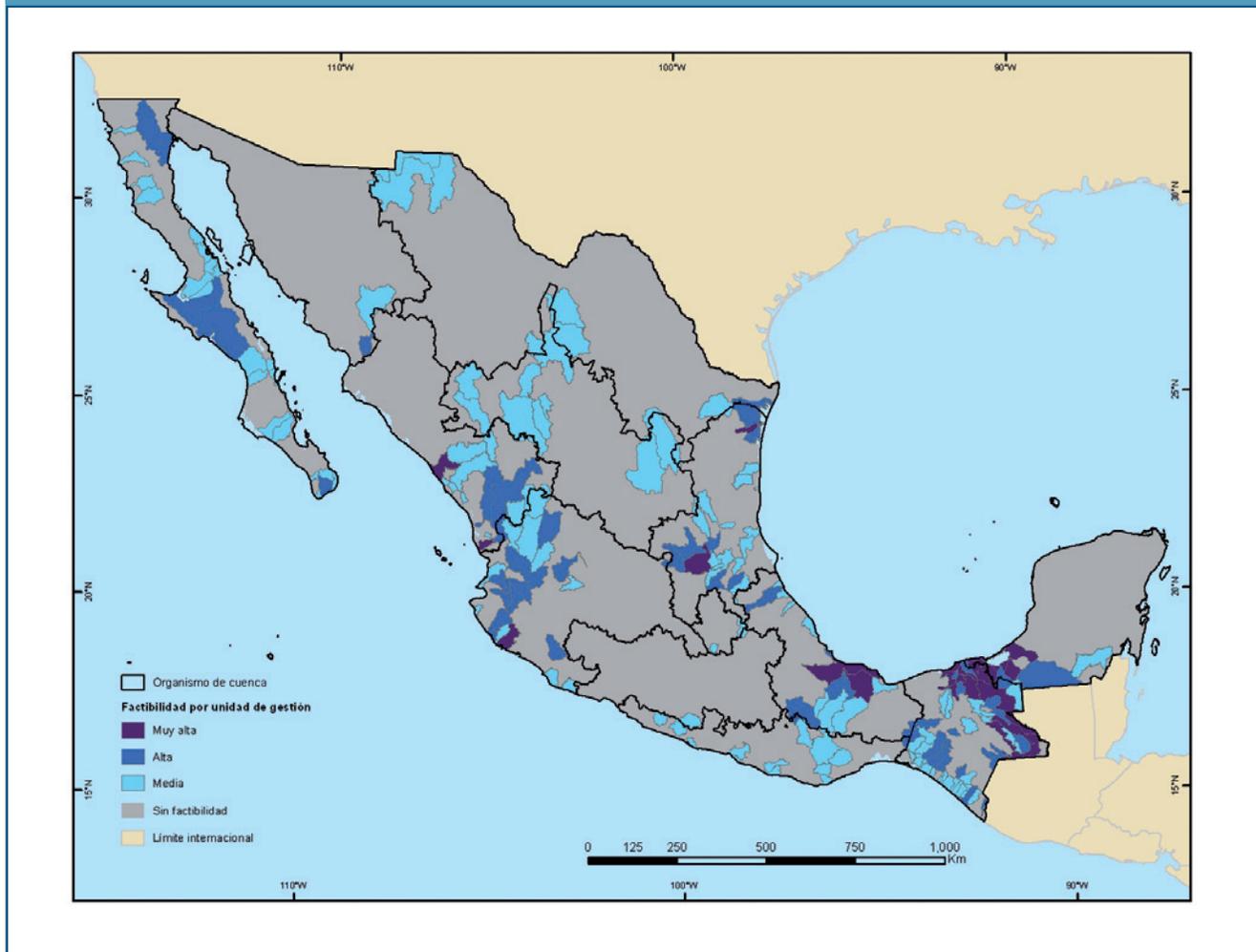
No	Organismo de Cuenca	Clave de Región hidrológica	Cuenca	Unidad de gestión	Calificación	Factibilidad	Superficie (km <sup>2</sup> )	Disponibilidad (hm <sup>3</sup> )*
1	Pacífico Norte	1	Río Piaxtla	Río Piaxtla 2	5	Muy alta	2 576.70	1 403.20
2	Lerma-Santiago-Pacífico	1	Río Purificación	Río Purificación	5	Muy alta	2 235.70	472.7
3	Golfo Norte	1	Río Conchos-Chorreras	Río San Fernando 2	5	Muy alta	1 014.10	601.1
4	Península de Yucatán	1	Grijalva-Usumacinta	Laguna del Este	5	Muy alta	1 096.80	22 559.20
5	Frontera Sur	2	Grijalva-Usumacinta	Palizada	5	Muy alta	1 270.30	22 407.90
6	Frontera Sur	2	Grijalva-Usumacinta	Laguna del Pom y Atasta	5	Muy alta	1 307.50	153.9
7	Frontera Sur	2	Grijalva-Usumacinta	Chilapa	5	Muy alta	2 238.80	10 935.10
8	Frontera Sur	2	Grijalva-Usumacinta	Jatate	5	Muy alta	1 582.30	4 654.00
9	Frontera Sur	3	Grijalva-Usumacinta	Usumacinta	5	Muy alta	7 045.20	64 149.60
10	Frontera Sur	3	Grijalva-Usumacinta	Lacantún	5	Muy alta	2 619.80	19 215.30
11	Frontera Sur	3	Grijalva-Usumacinta	Lacanjá	5	Muy alta	2 023.40	1 643.90
12	Península de Yucatán	3	Río Candelaria	Bajo Río Candelaria	5	Muy alta	1 640.70	2 002.80
13	Golfo Norte	3	Río Pánuco	Río Santa María 3	4.75	Muy alta	3 900.70	635.4
14	Golfo Centro	4	Río Papaloapan	Llanuras de Papaloapan	4.75	Muy alta	6 483.70	42 876.50
15	Frontera Sur	4	Grijalva-Usumacinta	El Carrizal	4.5	Muy alta	1 157.70	11 816.10
16	Península de Yucatán	5	Río Mamantel	Laguna de Términos	4.5	Muy alta	4 084.70	449.3
17	Frontera Sur	5	Grijalva-Usumacinta	Grijalva	4.5	Muy alta	1 830.90	55 898.10
18	Pacífico Norte	5	Río San Pedro	Río San Pedro-Desembocadura	4.25	Muy alta	833.7	2 690.50
19	Golfo Centro	5	Río Papaloapan	Río San Juan	4.25	Muy alta	4 530.20	8 803.50
<b>Total combinado</b>							<b>49 473</b>	<b>273 368</b>

\*Disponibilidad publicada para la unidad de gestión en su estudio de disponibilidad.

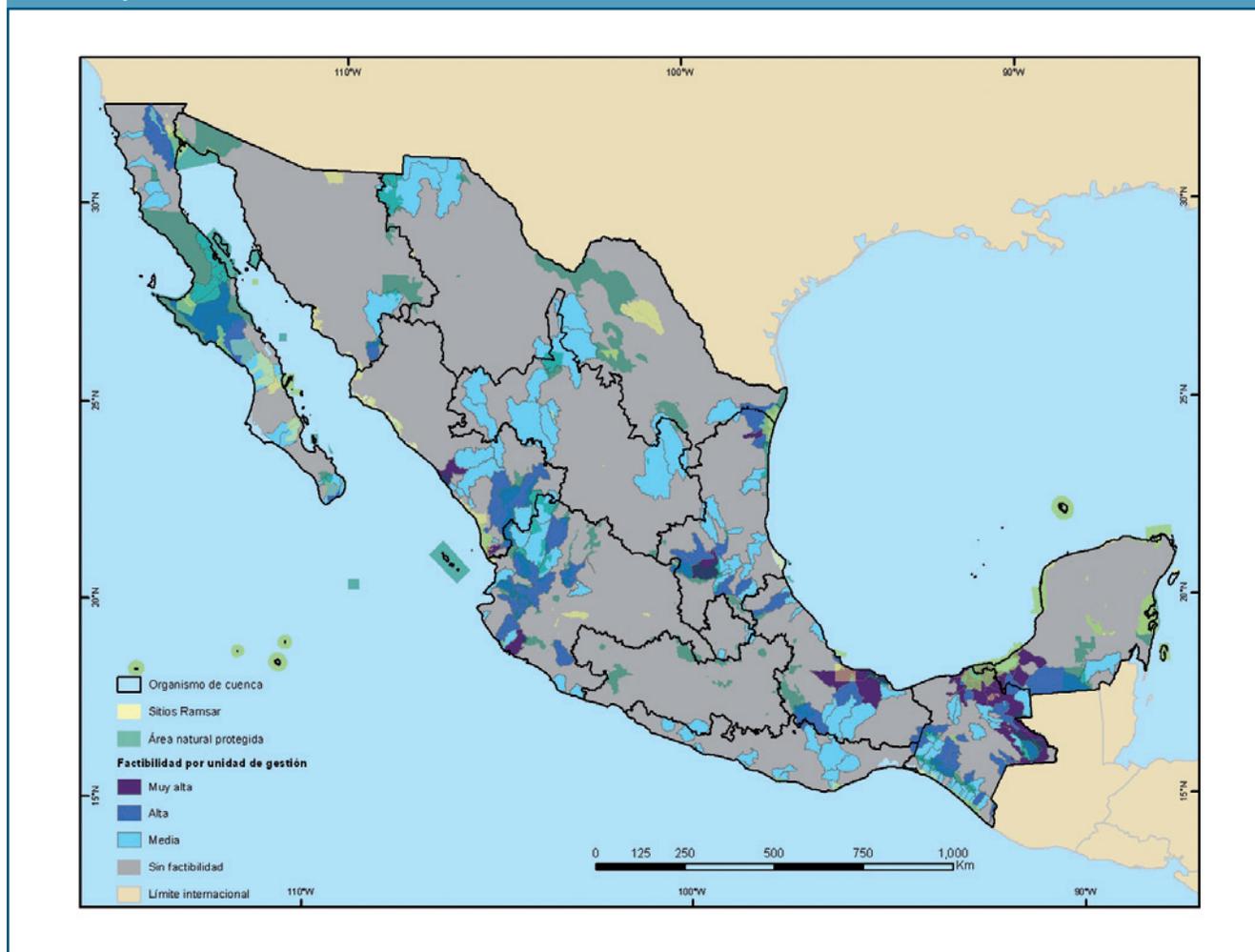
El Mapa 16 muestra la distribución geográfica de esta propuesta y en el Mapa 17, ésta misma con la presencia de ANP y sitios Ramsar. Como puede observarse las re-

servas potenciales se presentan en todo el país y tienen una relación evidente en la mayoría de los casos con zonas protegidas.

Mapa 16. Reservas potenciales de agua propuestas y su ubicación en los organismos de cuenca



Mapa 17. Reservas potenciales de agua propuestas, su ubicación en los organismos de cuenca y presencia de ANP y sitios Ramsar



### 3.3.1. Discusión de resultados

En términos del volumen de agua, el total de las 189 unidades de gestión identificadas como RPA suman una disponibilidad de 273 km<sup>3</sup>; sin embargo, haciendo un análisis preliminar de la funcionalidad hidrológica de las unidades de gestión en una misma cuenca, resultó que el volumen que se utilizaría para la creación se reduce a 256 km<sup>3</sup>, que representa el 68% del escurrimiento medio natural interno de todo el país reportado con un valor de 378 km<sup>3</sup> al año (CONAGUA, 2009).

A partir de las experiencias en la determinación de caudales ecológicos en México y de experiencias internacionales, los valores de referencia para estimar una reserva de agua con fines de conservación establecen como mínimo

el 60% del escurrimiento medio anual (Barrios et al., en prensa). Como una primera estimación se seleccionó un valor de referencia del 75%, en cuyo caso, estas 189 unidades representarían un volumen de 192 km<sup>3</sup> a reservar. Esto implicaría que 64 km<sup>3</sup> quedarían para ampliación de la oferta de agua actual, lo que representaría alcanzar más del doble de la demanda actual de agua de fuentes superficiales que se reporta en 50 km<sup>3</sup> (CONAGUA, 2009).

La Tabla 11 muestra para cada nivel de factibilidad el volumen actual disponible, el volumen estimado de reserva y el volumen futuro disponible para concesión. En el caso de unidades de gestión con factibilidad muy alta su gran volumen se atribuye a los ríos Grijalva-Usumacinta, Papaloapan y Pánuco, que en conjunto presentan una disponibilidad actual de 166 km<sup>3</sup>.

**Tabla 11. Unidades de gestión con factibilidad para el establecimiento de reservas potenciales de agua. Volumen en km<sup>3</sup>**

Factibilidad	Volumen total disponible actualmente	Volumen estimado de la reserva	Volumen disponible en el futuro
Muy alta	171	128	43
Alta	14	10	3
Media	72	54	18
<b>Total general</b>	<b>256</b>	<b>192</b>	<b>64</b>

La Tabla 12 presenta la distribución de las 189 unidades de gestión en las 13 regiones hidrológico administrativas u organismos de cuenca del país. En todos se presentan RPA y destacan los Organismos de Cuenca Frontera Sur, Península de Baja California y Golfo Norte, con el

mayor número de reservas propuestas: 56, 25 y 23, respectivamente; en contraste los organismos con menor número de reservas son Valle de México (2), Noroeste (2) y Balsas (1).

**Tabla 12. Representación de reservas potenciales de agua por organismo de cuenca**

Organismo de Cuenca	Factibilidad como RPA			Total	
	Muy alta	Alta	Media	Absoluto	Relativo (%)
I. Península de Baja California		5	20	25	13
II. Noroeste		1	1	2	1
III. Pacífico Norte	2	3	9	14	7
IV. Balsas			1	1	1
V. Pacífico Sur			12	12	6
VI. Río Bravo			5	5	3
VII. Cuencas Centrales del Norte			9	9	5
VIII. Lerma Santiago Pacífico	1	11	9	21	11
IX. Golfo Norte	2	7	14	23	12
X. Golfo Centro	2	5	7	14	7
XI. Frontera Sur	9	21	26	56	30
XII. Península de Yucatán	3	1	1	5	3
XIII. Aguas del Valle de México			2	2	1
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>54</b>	<b>116</b>	<b>189</b>	<b>100</b>

Por su ubicación en zonas costeras o en cuencas bajas o vertientes interiores, la Tabla 13 muestra que considerando los tres niveles de factibilidad la distribución es

relativamente homogénea; no así para los niveles muy alta donde predominan zonas costeras.

**Tabla 13. Representación de reservas potenciales de agua por tipo de unidad de gestión**

Tipo de unidad de gestión	Factibilidad como RPA			Total	
	Muy alta	Alta	Media	Absoluta	Relativa (%)
Costera	15	19	52	86	46
Interior	4	35	64	103	54
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>54</b>	<b>116</b>	<b>189</b>	<b>100</b>

Por último, también resulta interesante notar que con relación a las proyecciones de crecimiento poblacional en las unidades de gestión o cuencas, en términos gene-

rales se esperaría un descenso en torno al 30 % al 2030 en el conjunto de reservas propuesto (Tabla 14).

**Tabla 14. Proyección de población por grado de factibilidad de las reservas potenciales de agua**

Factibilidad	Población		Porcentaje
	2010	2030	
Muy alta	2 056 642	1 310 734	-36
Alta	3 517 477	2 559 915	-27
Media	5 831 533	4 003 795	-31
<b>Total</b>	<b>11 405 652</b>	<b>7 874 444</b>	<b>-31</b>



## 4. Impacto de la propuesta en las estrategias de conservación de México

Como instrumento de conservación, la creación de reservas de agua debe orientarse al establecimiento de una red o sistema, con el fin de proteger los ecosistemas terrestres y acuáticos más representativos del país. Para evaluar la representatividad de esta selección de 189 unidades de gestión o cuencas como una red nacional de reservas de agua se analizó su cobertura con relación a ecosistemas terrestres, acuáticos, ANP, humedales Ramsar y los sitios prioritarios identificados por el análisis de vacíos desarrollado por CONABIO.



## 4.1. Ecorregiones

### 4.1.1. Ecorregiones terrestres

México es considerado un país megadiverso por su diversidad biológica. Esto se explica por su extensa superficie, su variedad en climas y características edafológicas, su relieve accidentado y su posición geográfica. Para evaluar la contribución de las reservas de agua para la conservación de esta biodiversidad, se analizó la representatividad por ecorregiones del país, con base en las denominadas Ecorregiones Nivel N1 (INEGI et. al. 2008) y que son: California, Mediterránea, desiertos de América del Norte, elevaciones semiáridas meridionales, grandes planicies, sierras templadas, selvas cálidas-húmedas, selvas cálidas-secas y sierras templadas (Mapa 18).

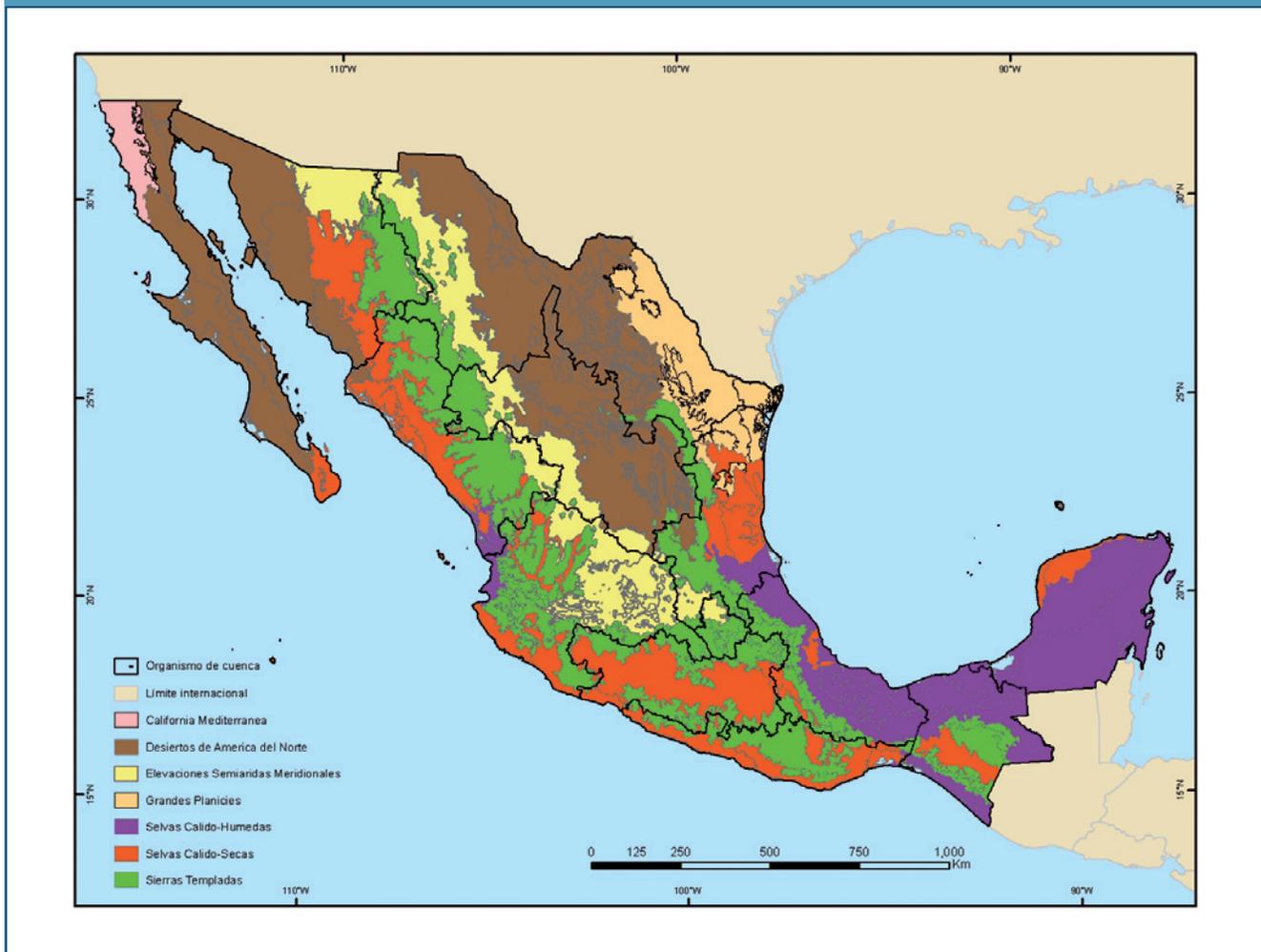
grandes planicies, selvas cálidas-húmedas, selvas cálidas-secas y sierras templadas (Mapa 18).

Para cuantificar la contribución de las reservas de agua en la protección de cada ecorregión terrestre se empleó el índice de representatividad expresado en la siguiente fórmula:

$$IR_{ERi} = \left( \frac{\sum SP_{ERi}}{ST_{ERi}} \right) \times 100$$

En donde  $IR_{ERi}$  es el Índice de Representatividad para la Ecorregión "i";  $SP_{ERi}$  es la superficie total de la ecorregión "i" protegida por el conjunto de reservas de agua; y  $ST_{ERi}$  es la superficie que ocupa en el país la región ecológica "i".

Mapa 18. Ecorregiones terrestres de México



FUENTE: INEGI, CONABIO e INE

Los resultados de este análisis se presentan en la Tabla 15. Puede apreciarse que, considerando los tres niveles de factibilidad y en términos de superficie, el total de RPA cubren el 23% del territorio. En cuanto a representatividad por ecorregión, las selvas cálido-húmedas son las mejor representadas (37%), seguidas de las sierras templadas (28%). Si consideramos como criterio de representatividad el límite de 12% empleado por CONABIO (2007), entonces hay sub-representaciones (omisiones de conservación) en las elevaciones semiáridas meridionales (10%) y las grandes planicies (11%). Cabe destacar que ese límite fue empleado en niveles ecorregionales inferiores y que, a esta escala nacional, todos los valores parecen aceptables en términos de representatividad.

Si nos enfocamos sólo en las RPA de factibilidad muy alta es claro que hay predominancia de la ecorregión selvas cálido-húmedas, en donde las disponibilidades son altas y las presiones (o factores adversos para selección) bajas. Sumando a este grupo las RPA de factibilidad alta y media se tendría presencia en todas las ecorregiones.

#### 4.1.2. Ecorregiones mundiales de ecosistemas acuáticos epicontinentales con presencia en México

La delimitación de ecorregiones presentada anteriormente tiene su contraparte en sistemas acuáticos epi-

continentales (Freshwater Ecoregions of the World, FEOW<sup>2</sup>). Esta es una iniciativa global de regionalización biogeográfica que con criterios homogéneos, clasifica todos los ecosistemas acuáticos epicontinentales del mundo. En el Mapa 19 se muestra la distribución de estas ecorregiones en México; no obstante que los límites ecorregionales van más allá de las fronteras, se presenta sólo la fracción nacional.

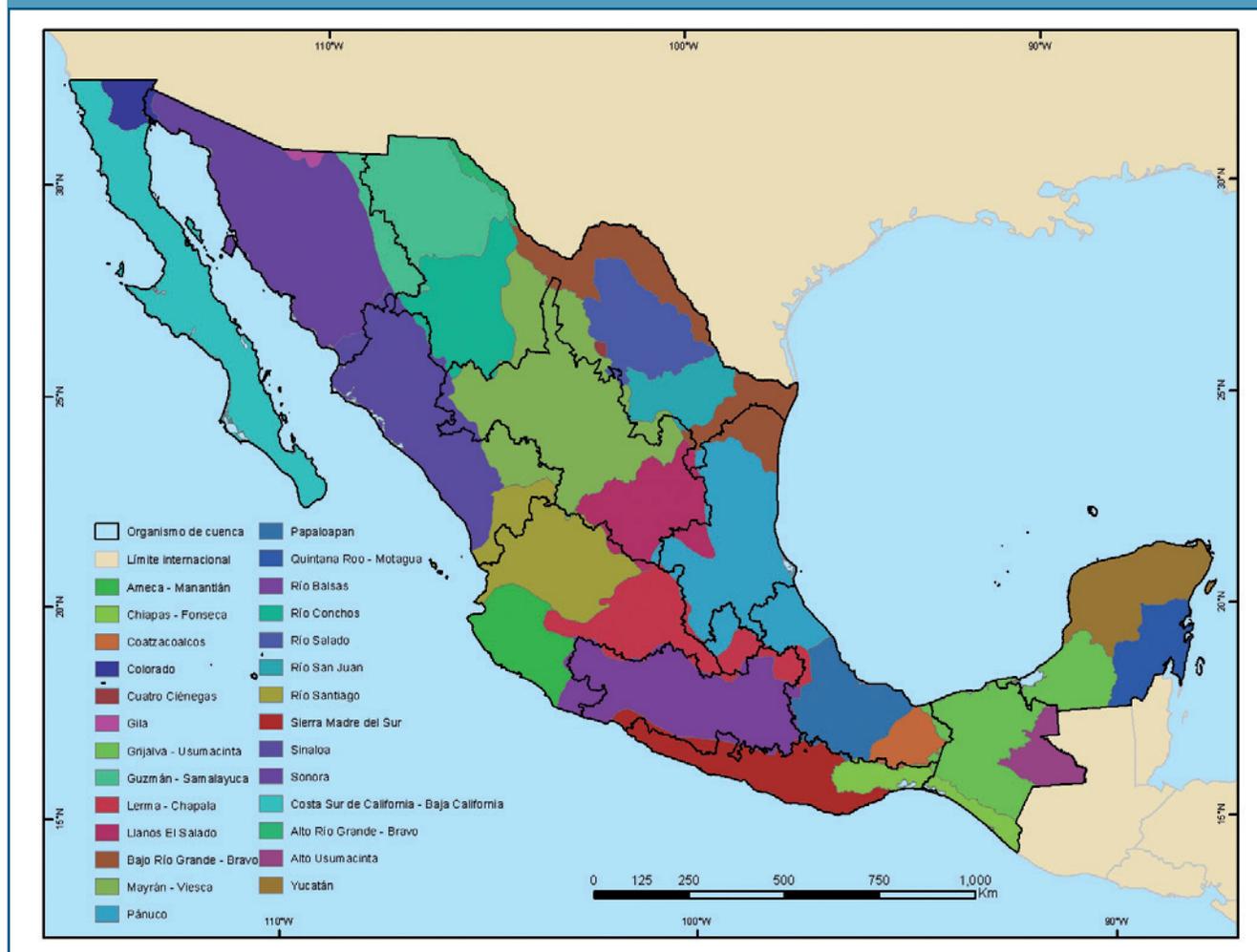
Con la información de estas ecorregiones (Abell et al. 2008) se analizó la representatividad de las RPA (Tabla 16). Para tener un parámetro de referencia se aplicó nuevamente el 12% (CONABIO, 2007), con lo que, considerando los tres niveles de factibilidad, de las 27 ecorregiones, 11 (41%) están subrepresentadas o totalmente ausentes; es decir, significan omisiones de conservación dentro de las RPA. Las representatividades más altas están en alto Usumacinta (71%), Papaloapan (59%) y Chiapas – Fonseca (53%). De la misma manera que las ecorregiones terrestres, ello obedece a la orientación hacia las zonas de mayor disponibilidad y menor presión. Pese a esta predominancia, destacan ecorregiones norteñas –con menor disponibilidad y mayor presión– como Colorado (47%) y la costa sur de California (43%).

<sup>2</sup> <http://www.feow.org/>

**Tabla 15. Representación en superficie e índice de representatividad por ecorregión terrestre de México de las reservas potenciales de agua**

Ecorregión	km <sup>2</sup>	Muy alta		Alta		Media		Total	
		km <sup>2</sup>	%						
California mediterránea	25 291			764	3	4 457	18	5 222	21
Desiertos de América del Norte	556 985	14	0	30 647	6	93 234	17	123 895	22
Elevaciones semiáridas meridionales	228 625			4 285	2	19 431	8	23 716	10
Grandes planicies	106 832	1 013	1	6 334	6	4 404	4	11 752	11
Selvas cálido-húmedas	276 202	37 439	14	29 424	11	34 193	12	101 056	37
Selvas cálido-secas	318 314	4 175	1	18 182	6	38 166	12	60 523	19
Sierras templadas	431 614	5 966	1	45 092	10	68 545	16	119 602	28
<b>Total</b>	<b>1 943 863</b>	<b>48 607</b>	<b>17</b>	<b>134 729</b>	<b>43</b>	<b>262 430</b>	<b>87</b>	<b>445 767</b>	<b>23</b>

Mapa 19. Ecorregiones mundiales de sistemas acuáticos epicontinentales en México



FUENTE: WWF a partir de Abell et. al.

Tabla 16. Representación de las reservas potenciales de agua en México por ecorregión mundial de sistemas acuáticos epicontinentales presentes en el territorio nacional

Ecorregion	km <sup>2</sup>	Factibilidad							
		Muy alta		Alta		Media		Total	
		km <sup>2</sup>	%						
Ameca - Manantlán	47 259	2 229	5	13 171	28	2 508	5	17 908	38
Chiapas - Fonseca	28 142			1 577	6	13 357	47	14 934	53
Coatzacoalcos	19 505	20	0	188	1	518	3	726	4
Colorado	14 651			6 892	47			6 892	47
Cuatro Ciénegas	989					6	1	6	1
Gila	2 791								
Grijalva - Usumacinta	104 462	17 792	17	24 857	24	11 229	11	53 878	52
Guzmán - Samalayuca	105 006					26 657	25	26 657	25

Ecorregion	km <sup>2</sup>	Factibilidad							
		Muy alta		Alta		Media		Total	
		km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%
Lerma - Chapala	76 662			13	0	1 705	2	1 719	2
Llanos El Salado	66 521			848	1	12 426	19	13 275	20
Bajo Río Grande - Bravo	88 542	1 013	1	6 334	7	5 281	6	12 628	14
Mayran - Viesca	196 961			2 459	1	61 662	31	64 121	33
Pánuco	132 957	3 901	3	11 895	9	19 124	14	34 919	26
Papaloapan	55 803	10 732	19	8 503	15	13 629	24	32 864	59
Quintana Roo - Motagua	35 706			522	1	4 538	13	5 060	14
Río Balsas	115 449			15	0	1 368	1	1 383	1
Río Conchos	73 768					278	0	278	0
Río Salado	61 519					7	0	7	0
Río San Juan (México)	36 479					203	1	203	1
Río Santiago	92 527	820	1	21 579	23	23 635	26	46 034	50
Sierra Madre del Sur	63 295			166	0	12 561	20	12 727	20
Sinaloa	123 763	2 569	2	7 186	6	11 380	9	21 136	17
Sonora	174 170			2	0	7 464	4	7 466	4
Costa Sur de California - Baja California	129 866			25 293	19	29 582	23	54 875	42
Alto Río Grande - Bravo	6 705					29	0	29	0
Alto Usumacinta	22 690	9 531	42	3 228	14	3 283	14	16 041	71
Yucatán	65 336								
<b>Total</b>	<b>1 941 525</b>	<b>48 607</b>	<b>3</b>	<b>134 729</b>	<b>7</b>	<b>262 430</b>	<b>14</b>	<b>445 767</b>	<b>23</b>

## 4.2. Sitios Ramsar y áreas naturales protegidas

La superficie de ANP en México alcanza los 25.3 millones de hectáreas, lo que supone cerca del 13% del territorio. En términos de porcentaje del territorio bajo protección, México habría cumplido su parte en el compromiso de alcanzar una red mundial de ANP, al menos para el ámbito terrestre. No obstante, a pesar de los avances observados, la preocupación en los últimos años se está desplazando hacia la comprensión ecológica de estos espacios en la matriz territorial y la importancia de proteger los procesos naturales (hidrológicos, ecológicos, geomorfológicos, etc.). Entre estos procesos, el ciclo hidrológico constituye una de las piezas esenciales de la dinámica de los ecosistemas, y por lo tanto, define

la conservación de numerosos elementos de nuestro patrimonio natural.

En esta sección se analiza la importancia de crear una red de reservas de aguas para reforzar la protección de sitios Ramsar y ANP. Para ello se utilizó un índice de cobertura que muestra la relación entre la superficie total que protegen las reservas de agua de cada sitio Ramsar o ANP frente a la superficie total del país que ocupan estas últimas.

En el caso de los sitios Ramsar, el índice se ha expresado mediante:

$$IC_{SR} = \left( \frac{\sum SP_{SR}}{ST_{SR}} \right) \times 100$$

En donde  $IC_{SR}$  es el Índice de cobertura sobre sitios Ramsar;  $SP_{SR}$  es la superficie total de sitios Ramsar protegi-

dos por el conjunto de reservas de agua; y  $ST_{SR}$  es la superficie total de sitios Ramsar en el país.

En la Tabla 17 se observa que con las tres categorías de factibilidad, se alcanza una cobertura del 33% de los sitios Ramsar. Además, resalta que los porcentajes por categoría de factibilidad no son tan diferentes como ocurrió en los análisis previos: del 9% (media) al 13% (alta). Por otra parte y en términos de conteo, 55 de 134 sitios Ramsar (41%) se encuentran representados por esta propuesta de RPA.

**Tabla 17. Representación de sitios Ramsar en superficie y conteo en las reservas potenciales de agua por nivel de factibilidad**

Factibilidad	km <sup>2</sup>	%	Sitios Ramsar
Muy alta	9 229	10	17
Alta	11 737	13	13
Media	8 046	9	25
Total	29 012	33	55

Superficie en México de sitios Ramsar: 88 673 km<sup>2</sup>

Para las ANP, el índice empleado fue:

$$IC_{ANP} = \left( \frac{\sum SP_{ANP}}{ST_{ANP}} \right) \times 100$$

En donde  $IC_{ANP}$  es el Índice de Cobertura de ANP;  $SP_{ANP}$  es la superficie total de ANP protegida por el conjunto de reservas de agua; y  $ST_{ANP}$  es la superficie total de ANP del país.

Los resultados desglosados por categoría de ANP y factibilidad (Tabla 18) señalan una mejor representatividad de las Áreas de Protección de Recursos Naturales (APRN) y Monumentos Naturales (MN), con 45% y 42% respectivamente. Los Santuarios (SANT) y Parques Nacionales (PN) son las únicas categorías que tuvieron representatividad menor al 20%, por lo que podemos decir que la representatividad está bien distribuida entre las ANP. De igual forma que para los sitios Ramsar, la representatividad fue cercana a la tercera parte del total nacional. En cuanto al conteo de ANP en esta propuesta de RPA se encuentran representadas 97 de 194 (50%).

**Tabla 18. Representación de ANP en superficie y conteo en las reservas potenciales de agua por nivel de factibilidad**

Categoría de manejo	km <sup>2</sup>	Factibilidad											
		Muy alta			Alta			Media			Total		
		km <sup>2</sup>	%	ANP									
Área de Protección de Flora y Fauna	66 309	4 961	7	7	3 003	5	3	8 355	13	8	16 319	25	18
Área de Protección de Recursos Naturales	45 015				14 053	31	15	6 121	14	2	20 175	45	17
Monumento Nacional	162	68	42	2							68	42	2
Parque Nacional	14 549	22	0	1	217	1	7	610	4	13	849	6	21
Reserva de la Biosfera	127 645	8 513	7	8	25 467	20	15	14 737	12	3	48 717	38	26
Santuario	1 471	0	0	2	1	0	3	1	0	8	2	0	13
<b>Total</b>	<b>255 152</b>	<b>13 565</b>	<b>56</b>	<b>20</b>	<b>42 741</b>	<b>57</b>	<b>43</b>	<b>29 825</b>	<b>42</b>	<b>34</b>	<b>86 131</b>	<b>34</b>	<b>97</b>

### 4.3. Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad acuática

El sistema nacional de ANP es el mayor instrumento para conservación de la biodiversidad del país. No obstante, se necesita mejorar su distribución para conservar de manera adecuada una parte representativa de su extraordinaria diversidad de ecosistemas, especies y elementos endémicos. Para ubicar las zonas más importantes, distintos trabajos han determinado a escala nacional las prioridades según distintos criterios. Estos pueden incluir especies amenazadas, endémicas o de distribución restringida que no están presentes en la red de ANP, es decir, son vacíos de conservación identificados mediante el llamado análisis de vacíos o “gap” (por su nombre en inglés).

Sin duda, la heterogeneidad del país y los patrones de distribución de las especies son determinantes de la complejidad que implica su conservación. De tal manera que los grupos taxonómicos (aves, anfibios, reptiles, mamíferos, plantas vasculares, entre otros) y la condición de riesgo por especie o ecosistema tienen diferentes distribuciones dentro de la red de ANP (CONABIO, 2007). Así, uno de los mayores retos que enfrenta México es la conservación de su patrimonio biológico, por el creci-

miento de las presiones a que se ven sujetos, más aún en los sitios que aún no están protegidos.

En este contexto, es de gran relevancia para el análisis de las RPA conocer las unidades de gestión o cuencas que no presentan sitios Ramsar o ANP, pero que sí estarían protegidas hidrológicamente con la creación de la Red de Reservas de Agua. Bajo un enfoque de planeación sistemática de la conservación esta situación representaría una acción de fortalecimiento y complemento de la estrategia nacional (Margules y Pressey, 2000; Margules y Sarkar, 2009).

La superficie bajo nueva protección se calculó con la siguiente expresión:

$$NPH_{SIBA} = SP_T - SP_{SR/ANP}$$

En donde  $NPH_{SIBA}$  es la superficie bajo Nueva Protección Hidrológica de sitios con interés para la biodiversidad acuática;  $SP_T$  es la superficie total protegida por el conjunto de reservas de agua; y  $SP_{SR/ANP}$  es la superficie de las unidades de gestión donde hay sitios Ramsar o ANP.

En la Tabla 19 se aprecia la superficie con RPA que complementaría a la red de ANP y sitios Ramsar, agregando 78,568 km<sup>2</sup> que actualmente no están en un polígono de protección. Sin duda esto aportará nuevos objetos de conservación (especies, paisajes, poblaciones) a la red nacional actual.

**Tabla 19. Superficie en km<sup>2</sup> de nueva protección por las reservas potenciales de agua**

Reservas Potenciales de Agua	Reservas Potenciales de Agua con sitios Ramsar ó ANP	Nuevas áreas bajo protección hidrológica
448 092	369 524	78 568



## 5. Conclusiones

Bajo el objetivo de identificar Reservas Potenciales de Agua (RPA) en México, se realizó una recopilación y organización de información, de la que ha resultado un SIG que contiene todas las unidades de gestión o subcuencas de los 728 estudios de disponibilidad publicados a la fecha. En este SIG cada unidad de gestión presenta completo los términos del balance de disponibilidad, así como toda la información general de contexto, como población, localidades, presencia de ANP, sitios Ramsar, distritos de riego, etc. En su conjunto se

trata de un sistema lo suficientemente claro y versátil para analizar en términos de la disponibilidad del agua y su contexto de uso y función ambiental, el potencial de establecimiento de reservas de agua en el país. El SIG por sí mismo es un resultado de gran valor para sustentar la presente propuesta y apoyar futuros análisis.

La aplicación de tres metodologías (escenarios) para la selección de RPA mostró convergencia en los resultados, particularmente en las unidades de gestión identificadas como de máxima factibilidad. Este resultado da respuesta a la pregunta fundamental del estudio: ¿Cuáles son las cuencas en donde es factible desarrollar un programa nacional para mostrar sus beneficios, sin entrar en conflicto con los usos del agua?

La selección final realizada en este análisis identifica 189 unidades de gestión o cuencas, ubicadas en 31 regiones hidrológicas y en las 13 regiones hidrológico-administrativas en que está dividido el país. Estas 189 unidades de gestión fueron clasificadas con base en su factibilidad para establecer una reserva, en muy alta (19), alta (54) y media (116). En general, estas RPA presentan una distribución geográfica que abarca todo el país, y una buena representatividad de ecorregiones terrestres y de sistemas acuáticos epicontinentales. En este sentido, se puede decir que este conjunto de unidades seleccionadas define una red o sistema de reservas de agua.

Otro resultado destacado del presente análisis es la coincidencia entre la disponibilidad de agua presente en muchas partes del país con zonas de gran biodiversidad. Todavía hay mucho que se puede conservar. Estos sitios no deberían presentar inconvenientes para la designación de reservas de agua bajo las consideraciones del presente análisis, ya que las presiones por el agua son mínimas en todas estas cuencas. Por el contrario, el establecimiento de las reservas representaría asegurar el ciclo hidrológico del cual depende este capital natural de México, valioso en sí mismo y por los servicios ambientales que representa para todos.

En total las 189 unidades de gestión identificadas como RPA presentan un volumen disponible de 256 km<sup>3</sup>. Considerando que ecológicamente una reserva podría representar la conservación del 75% del escurrimiento medio anual, esto implicaría un volumen de 192 km<sup>3</sup>. Este valor puede parecer grande y limitante del desarrollo, sin embargo, la diferencia significa un volumen disponible de

64 km<sup>3</sup>, que representaría alcanzar consumos más allá del doble de lo que actualmente consumimos de fuentes superficiales y que se reporta en alrededor de 50 km<sup>3</sup> de agua al año. Si a esto añadimos que el país presenta ineficiencias en el uso del agua que rondan el 50%, y que el principal compromiso y reto para alcanzar cuencas en equilibrio es mantener prácticamente la oferta actual de agua y trabajar en eficientizar la demanda, no habría razón para pensar en las reservas como una restricción al desarrollo, sino por el contrario, en un fundamento para alcanzarlo y sostenerlo.

Es muy importante mencionar que determinar el volumen real que representarían las reservas requiere un análisis caso por caso para cuantificar los volúmenes reales que fluyen de una unidad a otra, es decir, los volúmenes comprometidos aguas abajo en cada cuenca y que cumplen una función ecológica en su tránsito y los volúmenes adicionales que complementarían esta función. Únicamente estos últimos representarían una restricción a la extracción. Adicionalmente, cada cuenca y región presenta situaciones económicas y sociales particulares que definirán las condiciones de su propia reserva.

Con base en estos resultados es factible proceder a planear un programa nacional para el establecimiento de reservas de agua, en donde, como primer paso se tendría que crear las capacidades al interior de la CONAGUA y en grupos de trabajo en las diferentes regiones del país, para enseguida realizar los análisis para justificar cada reserva. Estos incluyen los aspectos propios de la ecología y su relación con la hidrología (evaluaciones de caudal ecológico), así como evaluaciones económicas y sociales. De especial relevancia resulta la valoración de los beneficios de cada reserva en términos de los servicios ambientales que implica para la sociedad y en particular para la gestión del agua en México.

En términos de conservación de la biodiversidad, este programa representaría una de las más importantes acciones del Gobierno de México en los últimos años, al garantizar la funcionalidad ecológica –en términos de hidrología– en 97 de 194 ANP (50%) y 55 de 134 sitios Ramsar (41%). En cuanto a superficie, lo anterior implica un 34% de ANP y 33% de la de sitios Ramsar. Además, se estaría protegiendo hidrológicamente una superficie adicional de 78,568 km<sup>2</sup> con interés de conservación actualmente sin esquema alguno de protección.

Como medida de adaptación al cambio climático, un sistema o red de RPA resulta de gran relevancia ya que estaría garantizando la funcionalidad del ciclo hidrológico como fuente de agua y sustento de procesos ecológicos. Una reserva representa un volumen de agua en una unidad de gestión, que tendrá implicaciones para las fuentes subterráneas, como flujo base o descarga natural, y para las fuentes superficiales, como escurrimiento natural de cuenca propia y tránsitos de aguas arriba y hacia aguas abajo. Esta situación establece conectividad longitudinal y transversal a los cauces para el transporte de agua, nutrientes, sedimentos, y la migración de especies y material genético. Este proceso regula la dinámica de los ecosistemas, y por lo tanto garantiza la conservación de la biodiversidad y de los bienes y servicios asociados a esta. Así, el establecimiento de una red o sistema de reservas establecería mejores condiciones de resiliencia en cuencas, regiones y en el país en su conjunto, lo que representaría una importante e incuestionable medida de adaptación, y que sería un ejemplo para el mundo.

En el ámbito de la gestión del agua es muy importante reconocer que la creación de reservas requiere de flexibilidad para no comprometer la disponibilidad de agua bajo escenarios de escasez para la población, y mejorar las condiciones de equidad en el acceso al recurso; además de estrategias muy eficaces y decididas para el manejo de la demanda del recurso, como las que han sido planteadas en la Agenda del Agua 2030. Ambas condiciones se reconocen como elementos indispensables de una gestión adaptativa del agua.

Una iniciativa como ésta presenta importantes sinergias y complementa otras acciones de gobierno, como el Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas, el Programa Especial de Cambio Climático, el Programa Nacional de Infraestructura o la Estrategia Nacional para la Atención de los Ecosistemas de Manglar y la Política Nacional de Mares y Costas, las dos últimas actualmente en consulta.



## 6. Referencias

Abell R., Thieme M. L., Revenga C., Bryer M., Kottelat M., Bogutskaya N., Coad B., Mandrak N. Contreras Balderas S., Bussing W., Stiassny M. L.J., Skelton P., Allen G. R., Unmack P., Neseke A., NG R., Sindorf N., Robertson J., Armijo E., Higgins J. V., Heibel T. J., Wikramanayake E., Olson D., López H. L., Reis R. E., Lundberg J. G., Sabal Pérez M. H. y Petry P. 2008. *Freshwater eco-regions of the world: A new map of biogeographic units for freshwater biodiversity conservation*. *BioScience*. Vol. 58 (5) 403-414.



Barrios Ordoñez, J. E., Sánchez Navarro R., Salinas Rodríguez S. A., Rodríguez Pineda J. A., González Mora I., Gómez Almaraz R., Escobedo Quiñones H. y Reyes González J. A. En prensa. *Guía para la determinación de caudales ecológicos en México*. Alianza WWF-Fundación Gonzalo Río Arronte I.A.P. México.

CONABIO. 2007. *Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad terrestre de México: espacios y especies*. México, D.F. Comisión Nacional para el Uso y la Conservación de la Biodiversidad. México.

CONABIO-CONANP. 2010. *Sitios prioritarios para la conservación de los ecosistemas acuáticos epicontinentales*. Escala 1:1,000,000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México.

CONAGUA, 2009. *Atlas del Agua en México 2009*. Edición 2009.

CONAGUA. 2010. Información temática en formato digital en bases de datos y Sistemas de Información Geográfica sobre cuencas con estudios de disponibilidad, Distritos de riego, Vedas, Grandes presas y Acuíferos.

CONANP. 2010. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Sitio web: <http://www.conanp.gob.mx/index.php>. Fecha de consulta: Diciembre 2010.

De la Maza E. R. y De la Maza E., J, 1998. *Historia de las Áreas Naturales Protegidas de México, Programa Agua, Medio Ambiente y Sociedad*. El Colegio de México. Fundación Gonzalo Río Arronte y UNAM, Documento de Trabajo No. 5. 32 pp.

INEGI. 2010. Catálogo de localidades y su población al 2010. Sitio web: <http://www.inegi.org.mx/>. Fecha de consulta: Diciembre 2010.

INEGI, CONABIO e INE. 2008. *Ecorregiones Terrestres de México*. Escala 1:1,000,000. Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México

Margules C. y Pressey R. 2000. *Systematic conservation planning*. *Nature*, 405: 243-253.

Margules C. y Sarkar S. 2009. *Planeación Sistemática de la Conservación*. (Trad. V. Sánchez-Cordero y F. Figueroa). Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F.

## **Anexos**

# Anexo 1

## Identificación de reservas potenciales de agua para el ambiente en México

Fichas técnicas de variables y estadísticas básicas de variables rectoras en el estudio

Marzo 2011

## 1. Poligonal de los estudios de disponibilidad y la información contenida

### Descripción de información

Tema	Atributos	Descripción
728 unidades de gestión con estudio de disp. y su poligonal	ID_UNICO*	Identificador único de la unidad de gestión básica para el estudio de disponibilidad
	CLAVE_RH	Clave de región hidrológica
	NOMBRE_RH	Nombre de región hidrológica
	ZONA_RH	Zona de región hidrológica
	NOMBRE_CUENCA	Nombre de la unidad de gestión publicado en el estudio de disponibilidad
	NO_CUENCA	Número de unidad de gestión publicado en el estudio de disponibilidad
	OBSERVACIONES	Información adicional de la unidad de gestión
	CP_VOLUMEN	Volumen medio anual de escurrimiento natural
	AR	Volumen medio anual de escurrimiento desde la cuenca aguas arriba
	UC	Volumen anual de extracción de agua superficial
	R	Volumen anual de retornos
	IM	Volumen anual de importaciones
	EX	Volumen anual de exportaciones
	EV	Volumen anual de evaporación en embalses
	AV	Volumen anual de variación de almacenamiento en embalses
	AB	Volumen medio anual de escurrimiento de la cuenca hacia aguas abajo
	RXY	Volumen anual actual comprometido aguas abajo
	AB-RXY	Diferencia entre los volúmenes señalados
	DISPO	Disponibilidad media anual de agua superficial en la unidad de gestión
	ESTATUS	Disponibilidad / Déficit publicado en el estudio de disponibilidad
VALOR_DISP	Disponibilidad publicada en el estudio (hm <sup>3</sup> )	
SUPERFICIE	Superficie de la unidad de gestión (km <sup>2</sup> )	

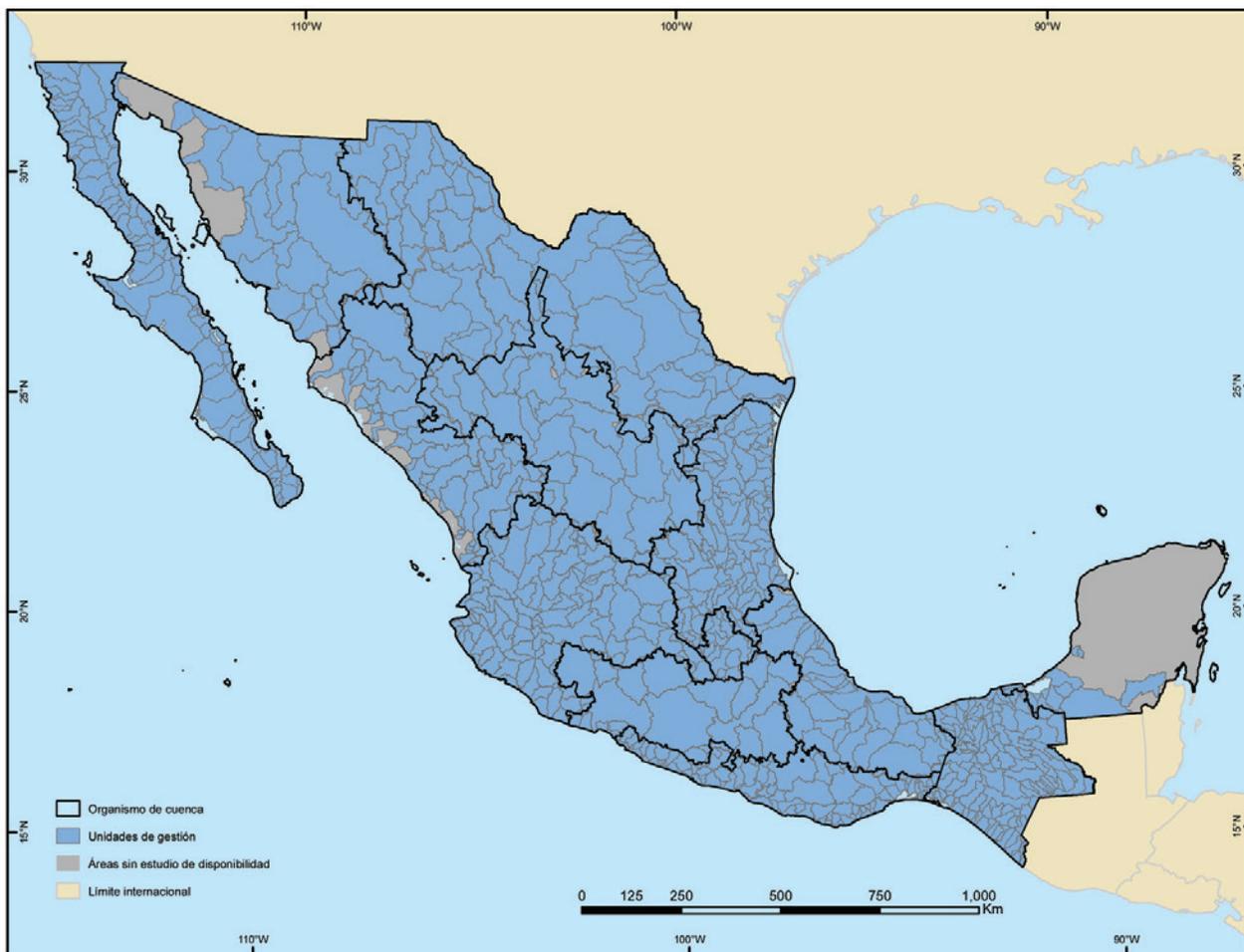
\*Clave ID\_CDISP en shapefile para SIG

### Fuente de información

#### CONAGUA

- I. Cuencas con estudios de disponibilidad de agua superficial, sus unidades de gestión y su polígono correspondiente al 2009 en formato *SHP* para SIG (archivo TOTAL\_CUENCAS). Entregada en CD. Información correspondiente a 728 unidades de gestión de los estudios de disponibilidad.
- II. 62 estudios de disponibilidad de agua superficial, publicados a diciembre 2010 en formato Excel. Entregada mediante correo electrónico en 62 archivos de excel. Información correspondiente a la disponibilidad oficial de 731 unidades de gestión.

**NOTA:** La diferencia de unidades de gestión en cuencas con estudios de disponibilidad (3) corresponde a unidades de gestión ubicadas en Sonora y con reciente publicación de su estudio de disponibilidad. Adicionalmente, en los estudios de disponibilidad en formato excel fueron considerados los balances de ocho unidades de gestión de cuencas pertenecientes a Guatemala y que aportan sus escurrimientos a la Región Hidrológica 30 Grijalva-Usumacinta. La información proporcionada para este trabajo no contiene la poligonal de estas 11 unidades de gestión.



## 2. Unidades de gestión con disponibilidad de agua superficial

### Descripción de información

Tema	Atributos	Descripción
632 unidades de gestión con disponibilidad	ID_UNICO*	Identificador único de la unidad de gestión básica para el estudio de disponibilidad
	CLAVE_RH	Clave de región hidrológica
	NOMBRE_RH	Nombre de región hidrológica
	ZONA_RH	Zona de región hidrológica
	NOMBRE_CUENCA	Nombre de la unidad de gestión publicado en el estudio de disponibilidad
	NO_CUENCA	Número de unidad de gestión publicado en el estudio de disponibilidad
	OBSERVACIONES	Información adicional de la unidad de gestión
	CP_VOLUMEN	Volumen medio anual de escurrimiento natural
	AR	Volumen medio anual de escurrimiento desde la cuenca aguas arriba
	UC	Volumen anual de extracción de agua superficial
	R	Volumen anual de retornos
	IM	Volumen anual de importaciones
	EX	Volumen anual de exportaciones
	EV	Volumen anual de evaporación en embalses
	AV	Volumen anual de variación de almacenamiento en embalses
	AB	Volumen medio anual de escurrimiento de la cuenca hacia aguas abajo
	RXY	Volumen anual actual comprometido aguas abajo
	AB-RXY	Diferencia entre los volúmenes señalados
	DISPO	Disponibilidad media anual de agua superficial en la unidad de gestión
	ESTATUS	Disponibilidad / Déficit publicado en el estudio de disponibilidad
VALOR_DISP	Cantidad de disponibilidad publicada en el estudio (hm <sup>3</sup> )	
SUPERFICIE	Superficie de la unidad de gestión (km <sup>2</sup> )	

\*Clave ID\_CDISP en shapefile para SIG

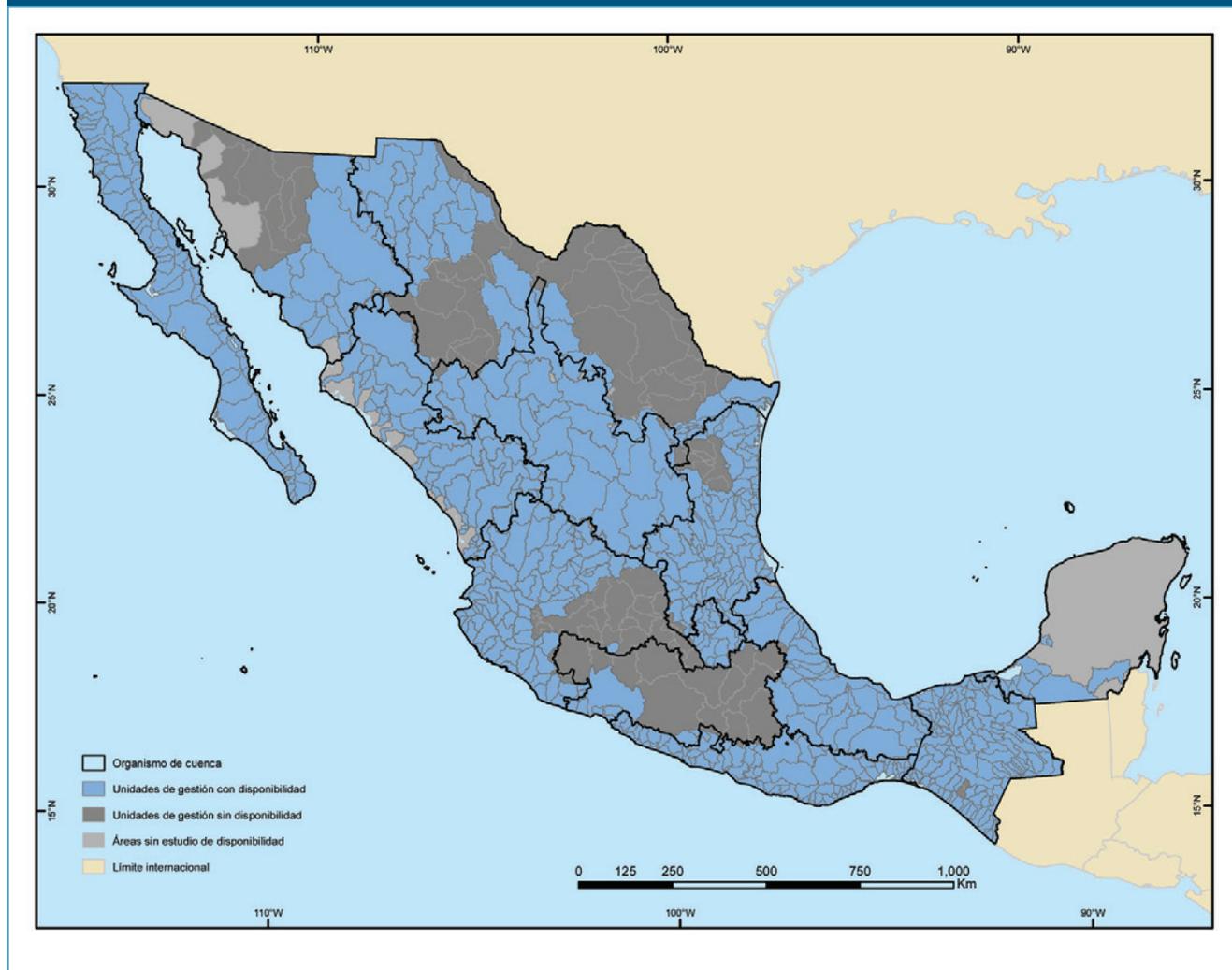
### Fuente de información

#### CONAGUA

#### Tratamiento de la información (WWF)

Se filtró el contenido de la información en las 728 unidades de gestión con polígono y estudio de disponibilidad de agua superficial para determinar aquéllas con disponibilidad positiva.

## Unidades de gestión con disponibilidad de agua superficial

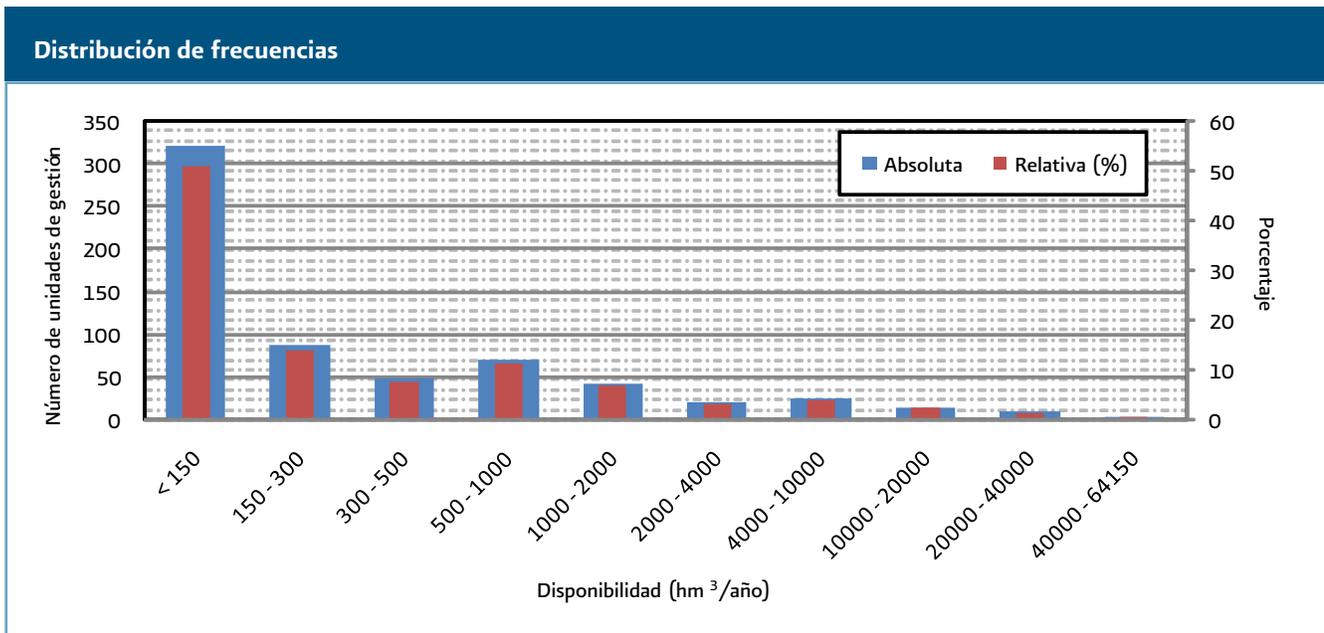
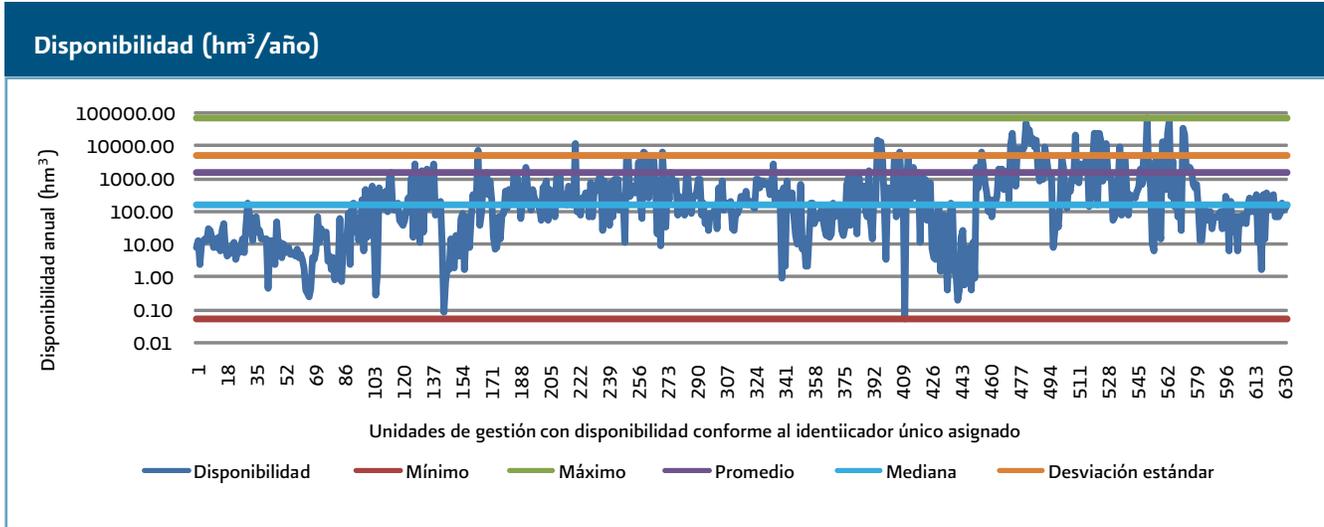


## Distribución de valores de disponibilidad de agua superficial

Intervalos Disponibilidad (hm <sup>3</sup> /año)	Número de unidades de gestión con disponibilidad			
	Absoluta	Acumulada (Absoluta)	Relativa (%)	Acumulada (%)
< 150	320	320	51	51
150 - 300	87	407	14	64
300 - 500	47	454	7	72
500 - 1000	70	524	11	83
1000 - 2000	42	566	7	90
2000 - 4000	19	585	3	93
4000 - 10000	23	608	4	96
10000 - 20000	13	621	2	98
20000 - 40000	8	629	1	100
40000 - 64150	3	632	1	100
Total	632		100	

\*Por unidad de gestión se refiere a la unidad básica de los estudios de disponibilidad

Es importante mencionar que del total de las unidades de gestión de los estudios de disponibilidad (728) consideradas para este estudio, el 87% (632) tienen disponibilidad media anual mayor a cero. De estas el 49% (312) tienen al menos 150 hm<sup>3</sup>, el 28% (178) tienen más de 500 hm<sup>3</sup> y el 13% (85) tienen más de 1,500 hm<sup>3</sup>.



### 3. Sitios Ramsar

#### Descripción de información

Tema	Atributos	Descripción
Sitios Ramsar	ID	Identificador por sitio Ramsar
	SIT_RAMRSAR	Nombre del sitio Ramsar
	FECHA_INGR	Fecha de ingreso a la convención Ramsar
	ESTADO	Estados que comprende cada ANP
	MUNICIPIOS	Municipio que comprende cada ANP
	SUPERF_HA	Superficie en hectáreas
	NUM_RAMRSAR	Número de sitio Ramsar
	TIPO_ANP	Tipo de ANP, que comprende el sitio Ramsar
	NOMB_ANP	Nombre del ANP

#### Fuente de información

##### CONANP

- I. 134 sitios Ramsar en México. Información proporcionada por la CONANP en formato SHP para SIG, actualizada al 2011.

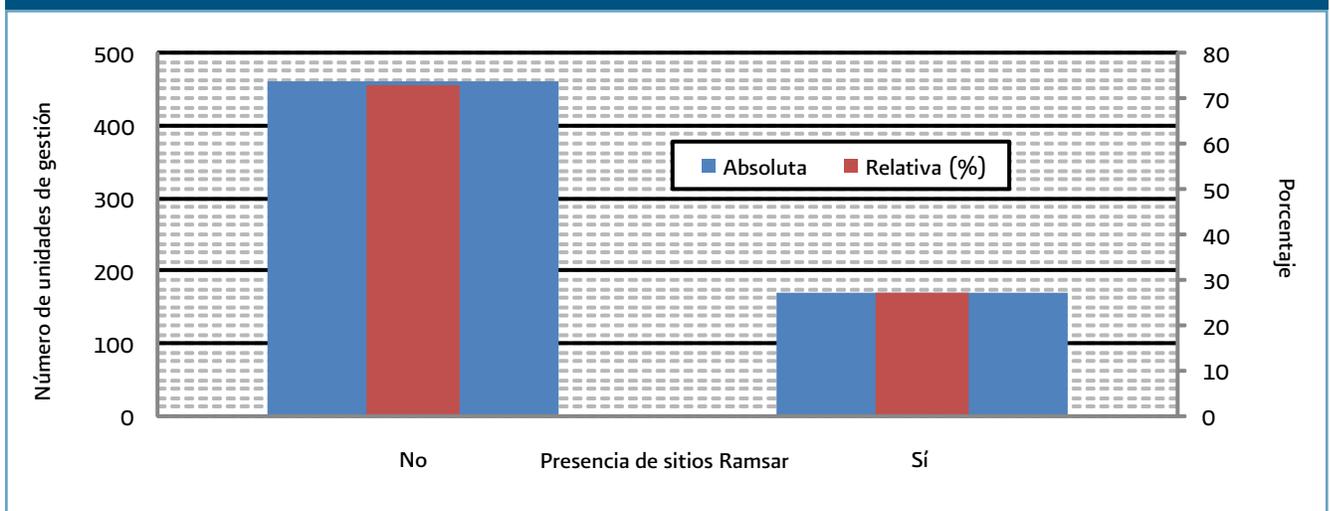
#### Tratamiento de la información (WWF)

Mediante SIG, se identificó con base en los polígonos de las unidades de gestión con disponibilidad, la presencia de sitios Ramsar en continente. Hay 170 unidades de gestión que tienen disponibilidad de agua superficial y cuentan con presencia de sitios Ramsar.

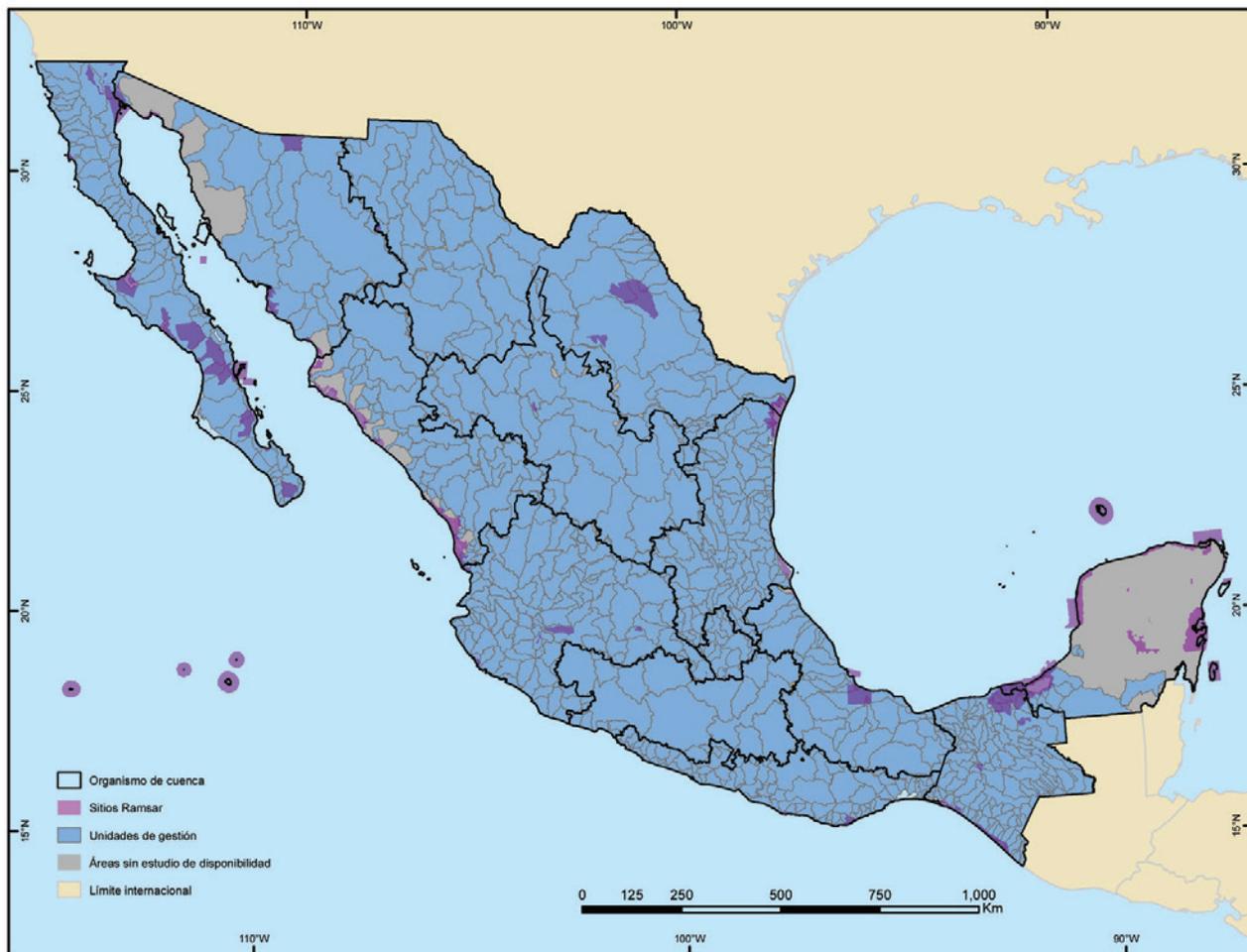
#### Estadísticas sobre los sitios Ramsar

Sitios Ramsar	Número de unidades de gestión con disponibilidad	
	Absoluta	Relativa (%)
Presencia		
No	462	73
Sí	170	27
Total	632	100

#### Distribución de frecuencias



## Unidades de gestión y sitios Ramsar



## 4. Áreas naturales protegidas

### Descripción de información

Tema	Atributos	Descripción
Áreas naturales protegidas	NOMBRE	Nombre del ANP
	CAT_DECRET	Categoría del decreto del ANP
	CAT_MANEJO	Categoría de manejo del ANP (RB, PN, APFYF, APRN, MN, SANT)
	ULT_DECRET	Fecha del último decreto
	ESTADOS	Estados que comprende cada ANP
	MUNICIPIOS	Municipio que comprende cada ANP
	SUP_DECRET	Superficie decretada

### Fuente de información

#### CONANP

I. 194 ANP en México. Información publicada en formato SHP para SIG, actualizada a Junio de 2010.

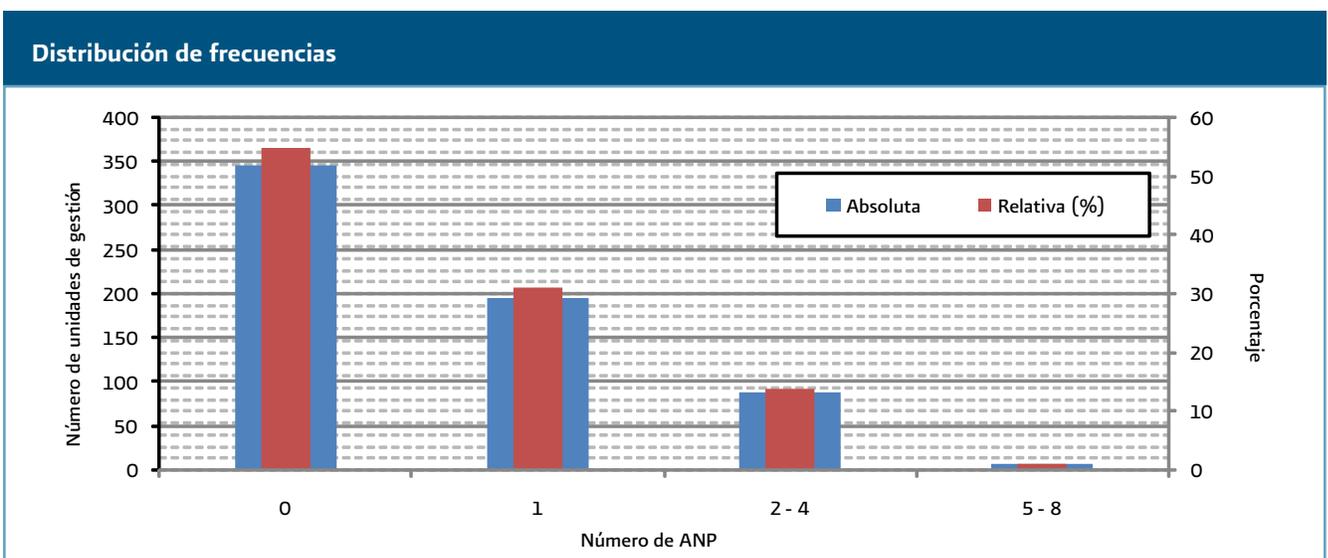
#### Tratamiento de la información (WWF)

Mediante SIG, se identificó con base en los polígonos de las unidades de gestión con estudio de disponibilidad, la presencia de ANP con categoría de manejo federal (re-

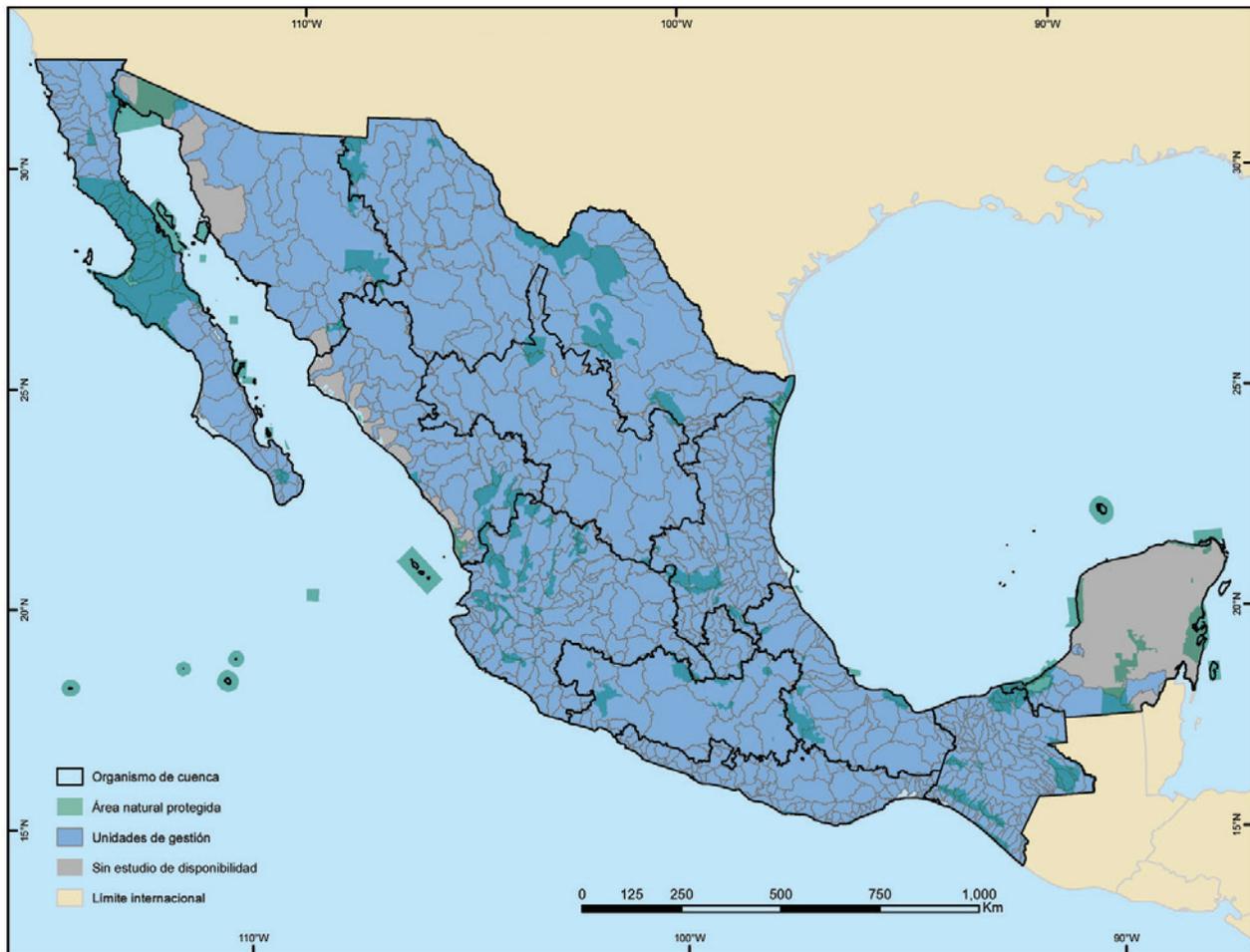
serva de la biosfera, parque nacional, área de protección de flora y fauna, área de protección de recursos naturales, monumento nacional y santuarios). Se identificó un total de 435 porciones de ANP con categoría de manejo federal en 287 unidades de gestión con disponibilidad de agua superficial.

### Estadísticas sobre las áreas naturales protegidas

Intervalo	Número de unidades de gestión con disponibilidad			
	Número de ANP	Absoluta	Relativa (%)	Acumulada (%)
0		345	55	55
1		195	31	85
2 - 4		87	14	99
5 - 8		5	1	100
Total		632	100	100



## Unidades de gestión y áreas naturales protegidas



## 5. Sitios prioritarios para la conservación de los ecosistemas acuáticos epicontinentales (Análisis de vacíos y omisiones)

### Descripción de información

Tema	Atributos	Descripción
Análisis de vacíos y omisiones	ID_HEX	Identificador del Hexágono del GAP
	AREA	Superficie en km <sup>2</sup>
	PRIORIDAD	Estatus de prioridad (Extrema, Alta, Media)
	XLOC	Coordenada X del centroide
	YLOC	Coordenada Y del centroide
	ID_CUENCA	Identificador de la cuenca de disponibilidad

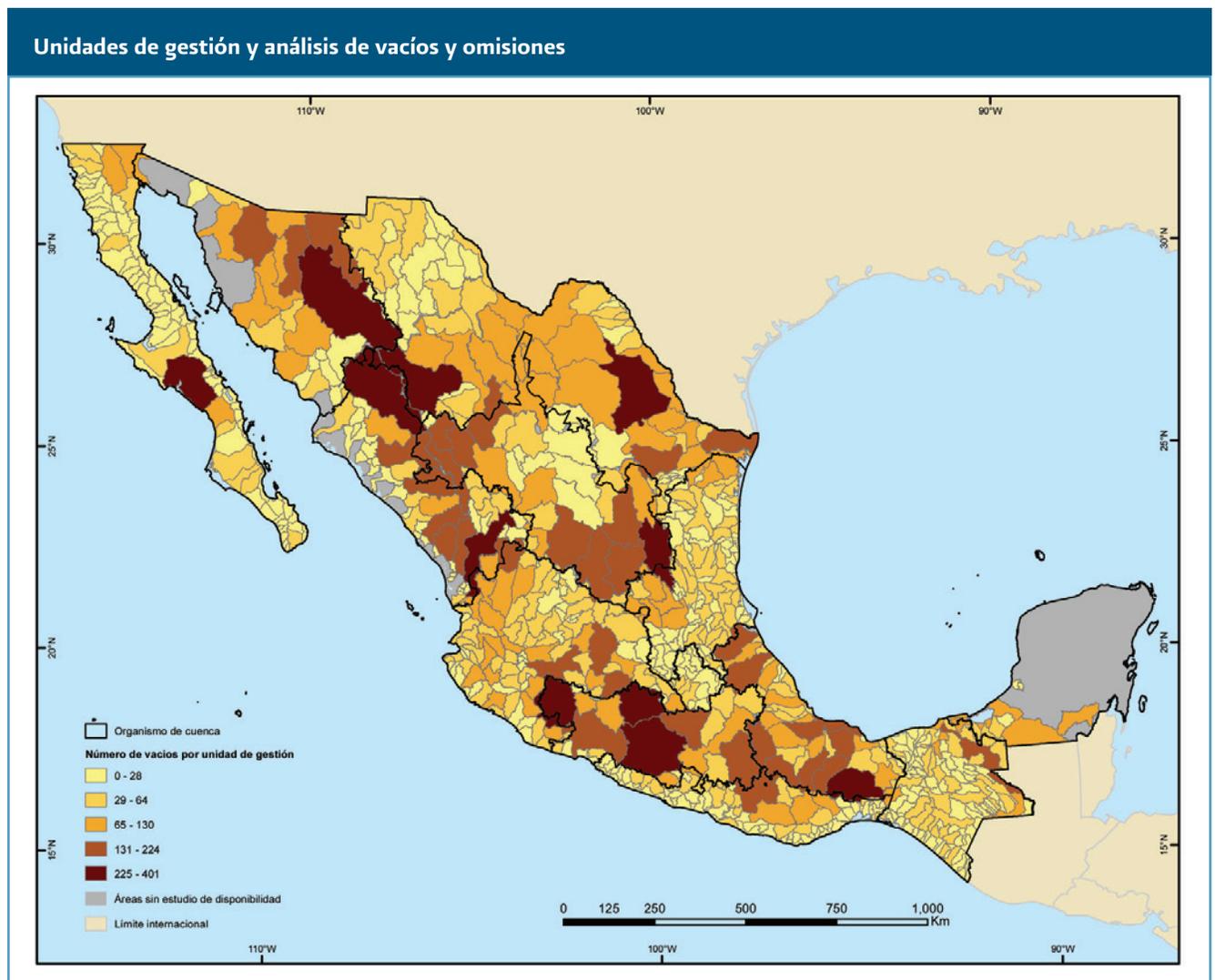
### Fuente de información

CONABIO-CONANP

### Tratamiento de la información (WWF)

Mediante SIG, se identificó con base en los polígonos de

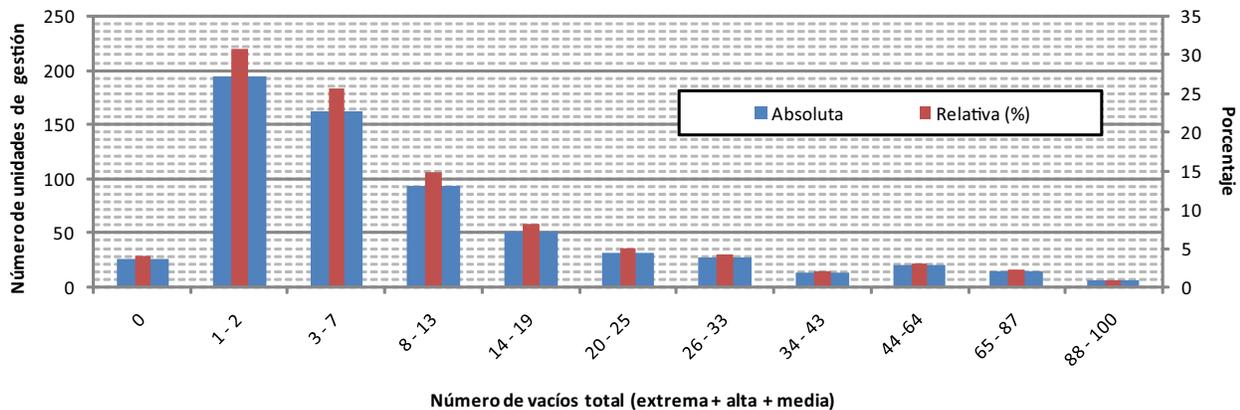
las unidades de gestión con estudio de disponibilidad, la presencia de vacíos (o Gaps) en cualquier categoría de prioridad para la conservación.



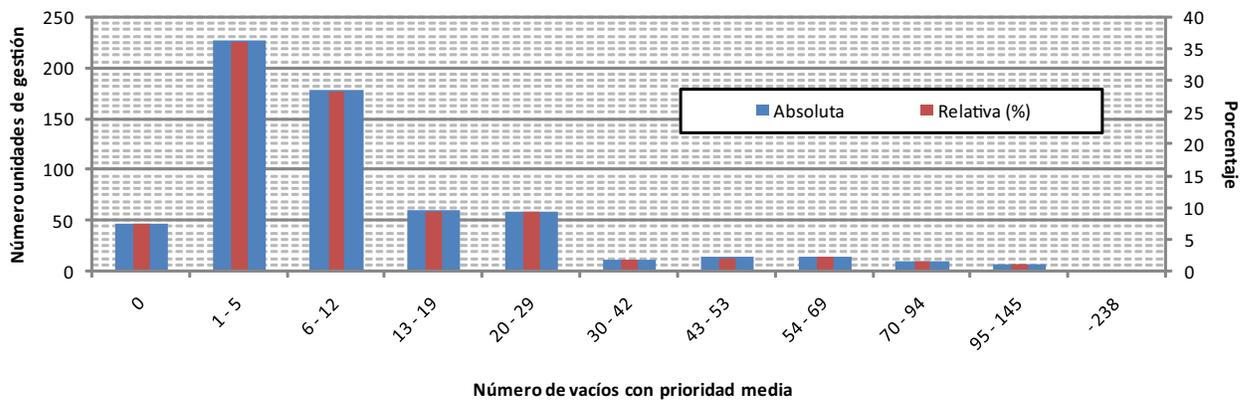
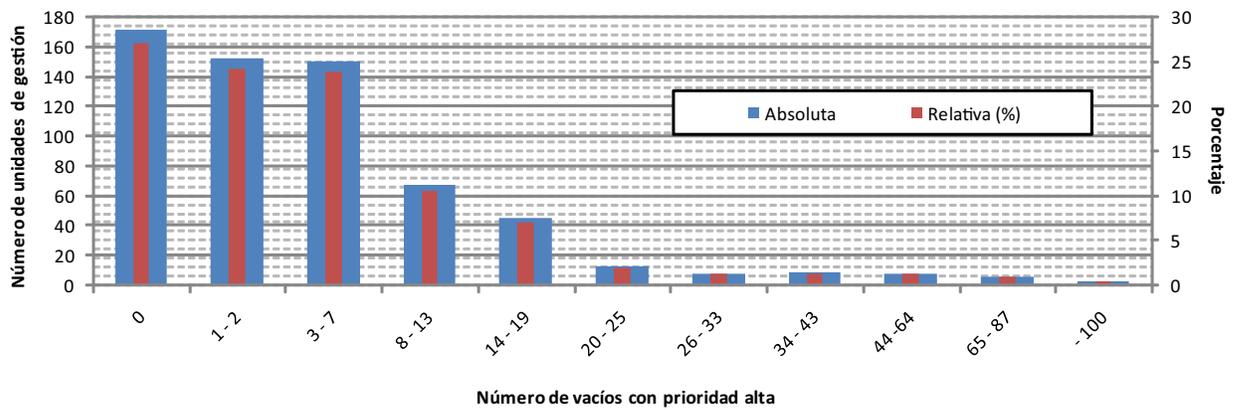
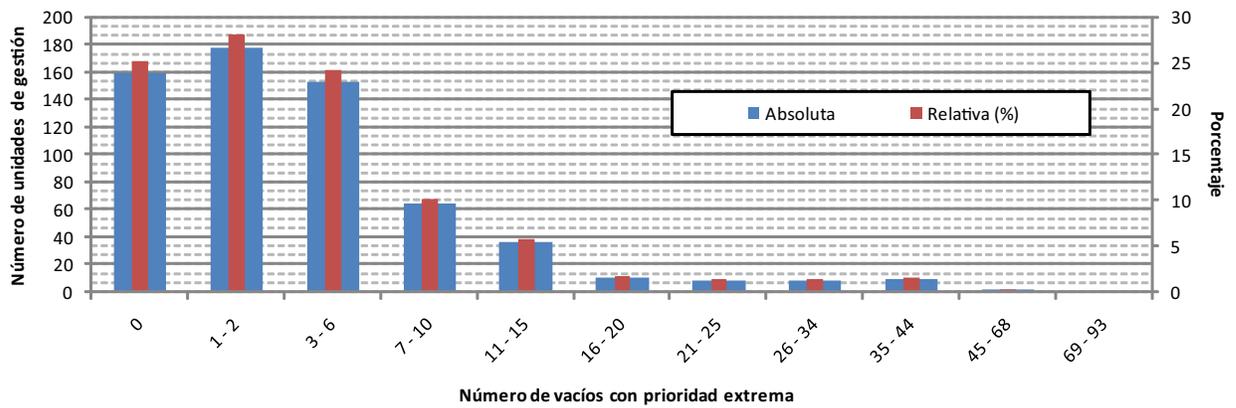
## Estadísticas sobre la prioridad de conservación acuática epicontinental (análisis de vacíos o GAP)

Extrema				Alta				Media				Total			
Intervalo	No. de unidades de gestión			Intervalo	No. de unidades de gestión			Intervalo	No. de unidades de gestión			Intervalo	No. de unidades de gestión		
Vacíos	Absoluta	Relativa (%)	Acumulada (%)	Vacíos	Absoluta	Relativa (%)	Acumulada (%)	Vacíos	Absoluta	Relativa (%)	Acumulada (%)	Total Vacíos	Absoluta	Relativa (%)	Acumulada (%)
0	159	25	25	0	171	27	27	0	47	7	7	0	25	4	4
1 - 2	177	28	53	1 - 2	152	24	51	1 - 5	227	36	43	1 - 8	194	31	35
3 - 6	153	24	77	3 - 7	150	24	75	6 - 12	178	28	72	9 - 17	162	26	60
7 - 10	64	10	88	8 - 13	67	11	85	13 - 19	60	9	81	18 - 28	93	15	75
11 - 15	37	6	93	14 - 19	45	7	93	20 - 29	59	9	90	29 - 39	51	8	83
16 - 20	11	2	95	20 - 25	13	2	95	30 - 42	12	2	92	40 - 51	31	5	88
21 - 25	9	1	97	26 - 33	8	1	96	43 - 53	14	2	94	52 - 68	26	4	92
26 - 34	9	1	98	34 - 43	9	1	97	54 - 69	15	2	97	69 - 93	12	2	94
35 - 44	10	2	100	44 - 64	8	1	99	70 - 94	10	2	98	94 - 130	19	3	97
45 - 68	2	0	100	65 - 87	6	1	100	95 - 145	8	1	100	131 - 209	14	2	99
69 - 93	1	0	100	88 - 100	3	0	100	146 - 238	2	0	100	210 - 348	5	1	100
Total	632	100	100	Total	632	100	100	Total	632	100	100	Total	632	100	100

### Distribución de frecuencias



## Distribución de frecuencias



## 6. Población

### Descripción de información

Tema	Atributos	Descripción
Población	ESTADO	Estado al interior de la República Mexicana
	MUNICIPIO	Municipio al interior del estado
	LOCALIDAD	Localidad al interior del municipio
	XLOC	Coordenada X del centroide de la localidad
	YLOC	Coordenada Y del centroide de la localidad
	POB_TOTAL	Población total de la localidad

### Fuente de información

#### INEGI

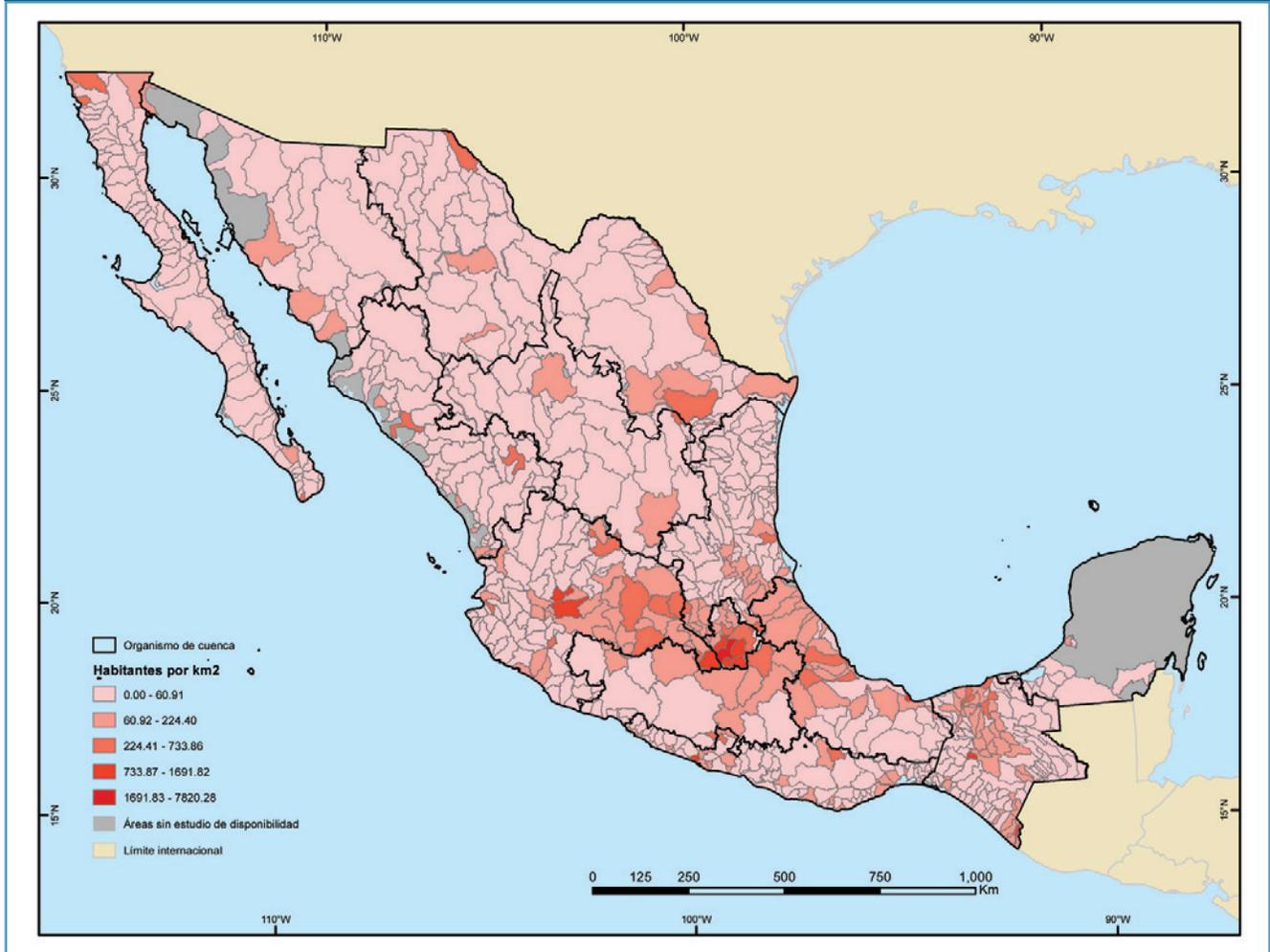
I. Catálogo de localidades y su población al 2010.

las unidades de gestión con estudio de disponibilidad, su población total y densidad de población al 2010.

#### Tratamiento de la información (WWF)

Mediante SIG, se identificó con base en los polígonos de

### Densidad de población por unidad de gestión



## Descripción de información

Tema	Atributos	Descripción
Población 2030	CLAVE	Clave oficial INEGI por localidad
	LOCALIDAD	Nombre de localidad
	MUNICIPIO	Municipio al interior del estado
	ESTADO	Estado al interior de la República Mexicana
	POB 2005-2030	Proyección de población 2005 - 2030
	ID_DISPO	Identificador de la cuenca de disponibilidad

### Fuente de información

#### CONAPO (Consejo Nacional de Población)

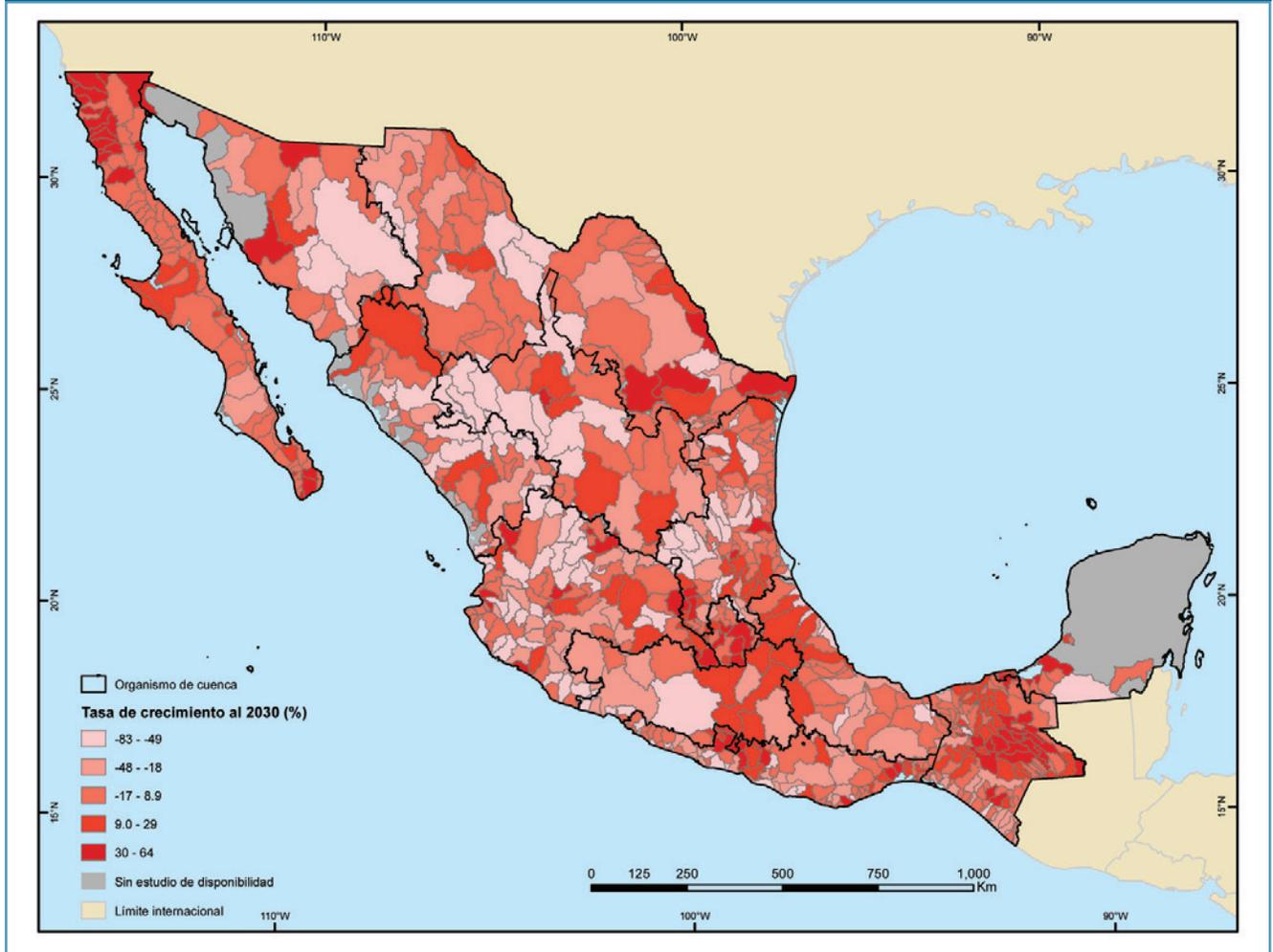
I. Proyecciones de población al 2030.

#### Tratamiento de la información (WWF)

Mediante SIG, se identificó con base en los polígonos de las unidades de gestión con estudio de disponibilidad, su población total para los años 2005 al 2030 y se aplicó

la ecuación de tasa de crecimiento para estimar la proyección al 2030 siguiendo la fórmula  $(P_f - P_i) / p_f$  donde  $P_f$  = Población al 2030 y  $P_i$ , Población al 2005. Las localidades consideradas corresponden aquéllas que son cabecera municipal y/o mayores de 2,500 habitantes.

### Tasa de crecimiento al 2030 por unidades de gestión



## 7. Grandes presas

### Descripción de información

Tema	Atributos	Descripción
Grandes presas	NUM	Número de presa
	NOM_OFI	Nombre oficial de las presas
	NOM_COM	Nombre común
	EDO	Estado que comprende
	MUN	Municipio que comprende
	CORR	Corriente hidrológica
	ALT_COR	Altura de la cortina (mayor a 15 m)
	ALM_NAMO	Almacenamiento al NAMO en hm <sup>3</sup> (mayor a 3)
	USO	Uso principal de la presa
	MATERIAL	Material de construcción
	ESTRUCTURA	Estructura de la presa
	TIPO	Desconocido
	OBSER	Observaciones
	CUEN_DISPO	Identificador único de acuerdo a la cobertura de unidades de gestión con disponibilidad

### Fuente de información

#### CONAGUA

I. Presas al 2009 en formato SHP para SIG (archivo Presas\_ok). Entregada en CD. Información correspondiente a 1,129 presas validadas y distribuidas por todo el país.

la presencia de grandes presas. Criterio utilizado: Grandes presas = >3 hm<sup>3</sup> de almacenamiento o cortina >15 mts. Hay 776 grandes presas en el país, de las cuáles 532 están localizadas en 171 unidades de gestión con disponibilidad.

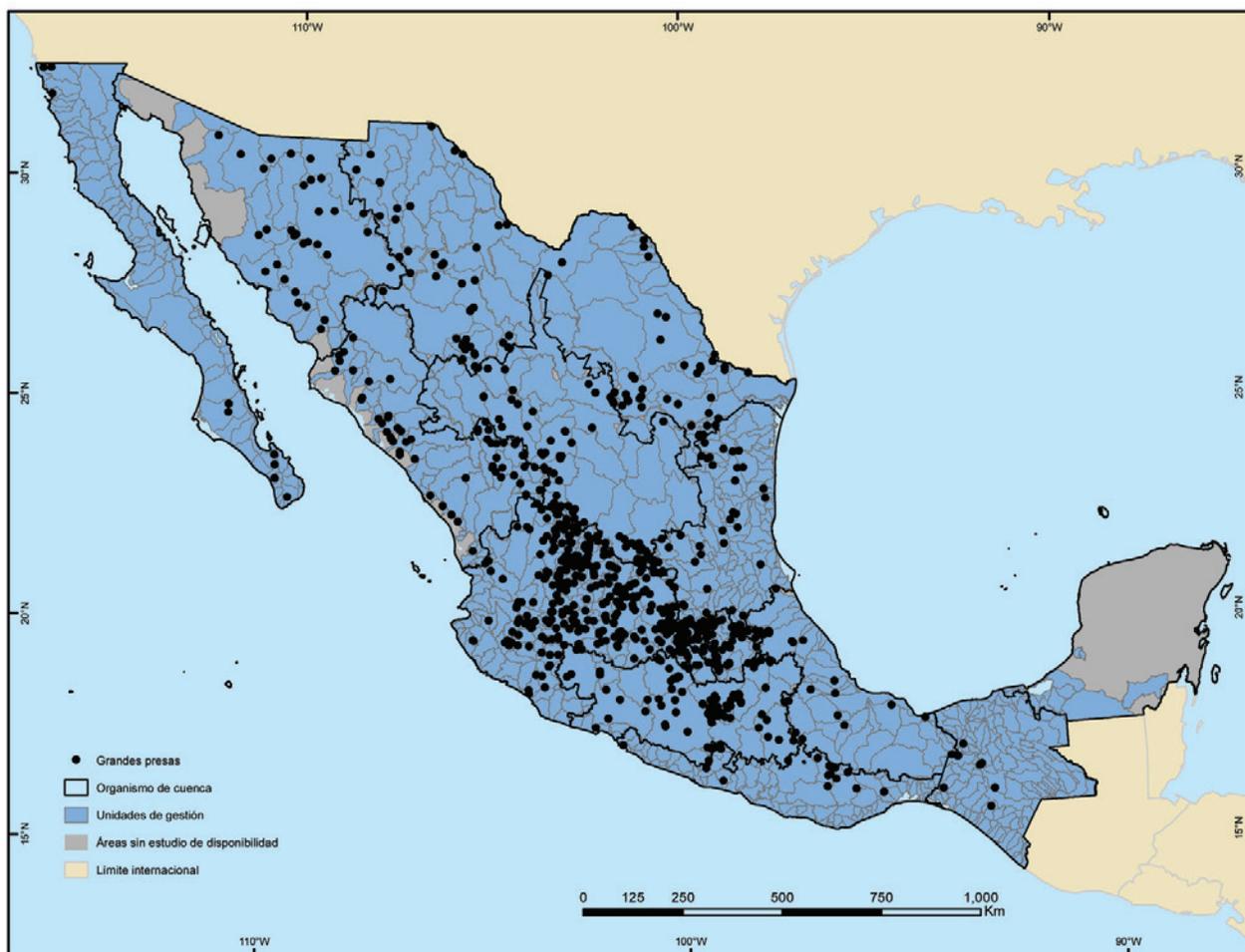
#### Tratamiento de la información (WWF)

Mediante SIG, se identificó con base en los polígonos de las unidades de gestión con estudio de disponibilidad,

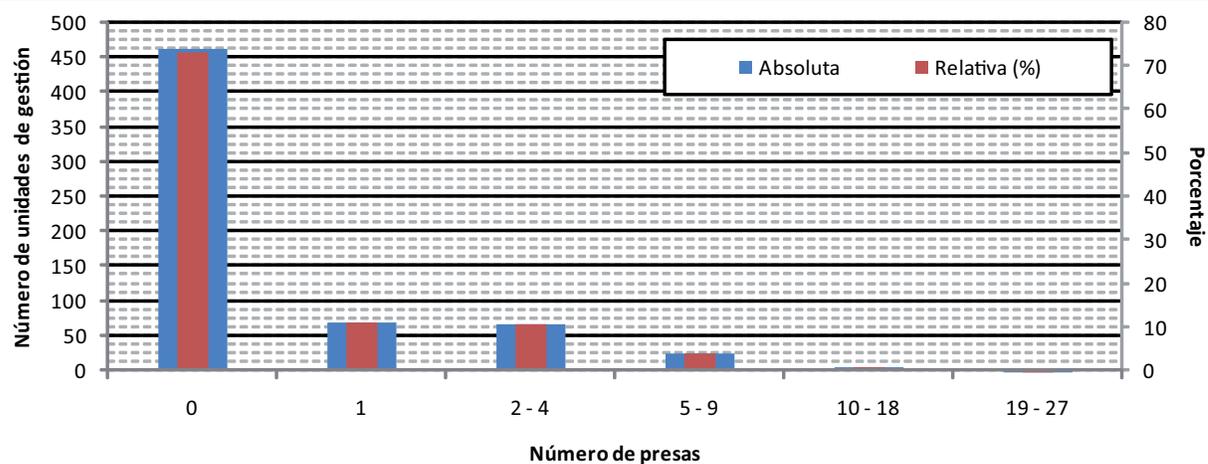
### Estadísticas sobre las grandes presas

Intervalo	Número de unidades de gestión con disponibilidad			
	Número de presas	Absoluta	Relativa (%)	Acumulada (%)
0		461	73	73
1		71	11	84
2 - 4		67	11	95
5 - 9		25	4	99
10 - 18		7	1	100
19 - 27		1	0	100
Total		632	100	100

## Unidades de gestión y grandes presas



## Distribución de frecuencias



## 8. Unidades de gestión con veda

### Descripción de información

Tema	Atributos	Descripción
Unidades de gestión con disponibilidad y presencia de vedas	RH	Número de región hidrológica
	NOMBRE_RH	Nombre región hidrológica
	NOMBRE_CUE	Nombre de la unidad de gestión
	OBSERVACIO	Delimitación de la unidad de gestión
	NO_CUENCA	Número de unidad de gestión
	ZONA_RH	Zona región hidrológica
	ESTATUS	Disponible
	VALOR_DISP	Valor en hm <sup>3</sup> de disponibilidad de agua superficial

### Fuente de información

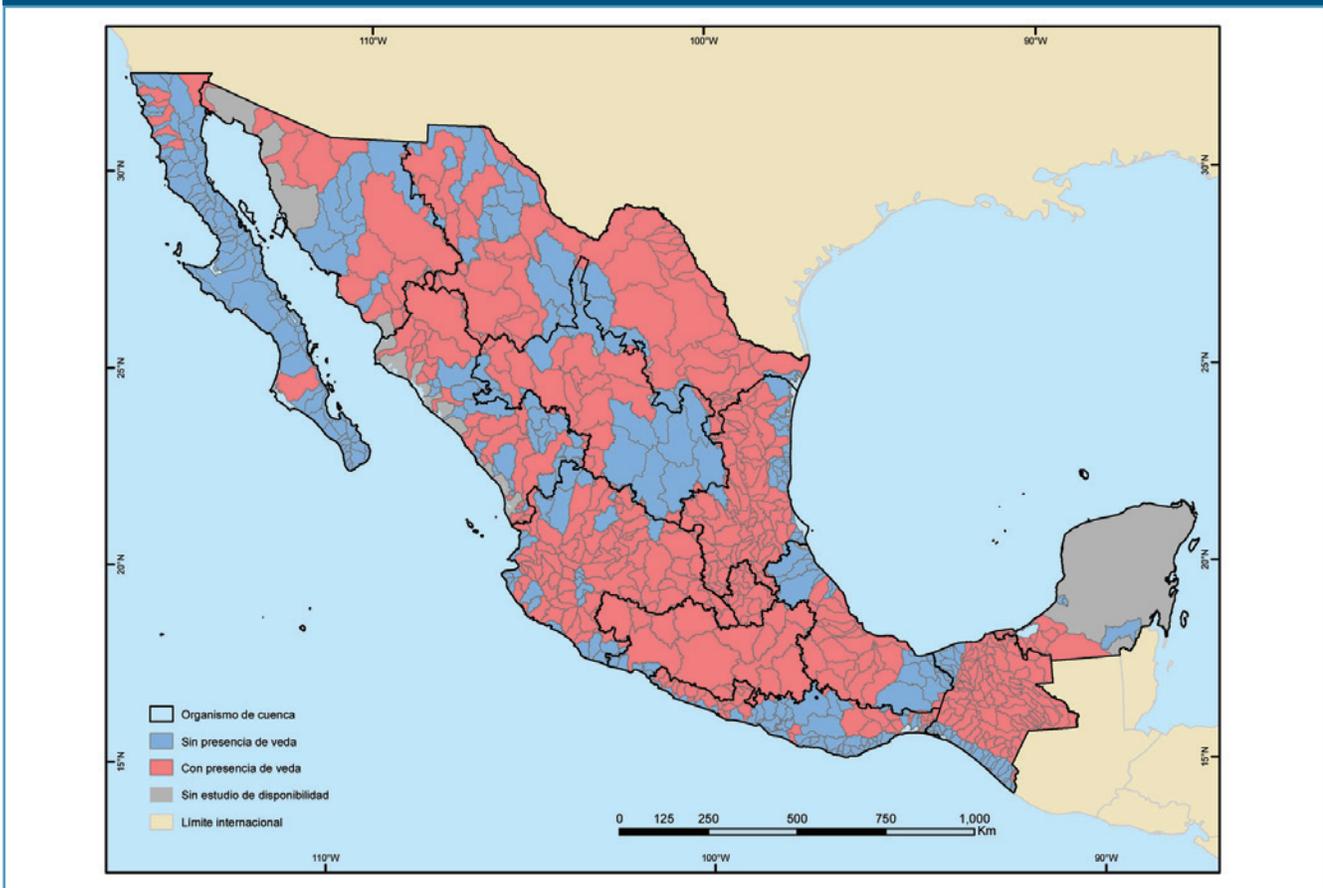
#### CONAGUA

- I. Unidad de gestión con estudio de disponibilidad y vedas en el país, conforme al archivo MXD para ArcGis (archivo Veda\_Superficial). Provee solo la presencia de veda por cuenca.

### Tratamiento de la información (WWF)

Mediante SIG, se identificó con base en los polígonos de las unidades de gestión con estudio de disponibilidad, aquéllas con presencia de vedas. Se encontraron 433 unidades de gestión en cuencas con presencia de vedas.

### Unidades de gestión y vedas



## 9. Acuíferos

### Descripción de información

Tema	Atributos	Descripción
Acuíferos	ESTADO	Estado que comprende
	CLAVE	Clave del acuífero
	NOMBRE	Nombre del acuífero
	REGIONAL	Identificador por región
	RH	Región hidrológica
	CUENCA	Nombre de unidad de gestión
	SUBR_H	Subregión hidrológica
	RECARGA	Volumen de recarga en hm <sup>3</sup>
	EXTRACCION	Volumen de extracción en hm <sup>3</sup>
	CONCESIONA	Volumen concesionado en hm <sup>3</sup>
	DISPONIBIL	Disponibilidad en hm <sup>3</sup>
	CONDICION	Condición del acuífero (subexplotado o equilibrio)

### Fuente de información

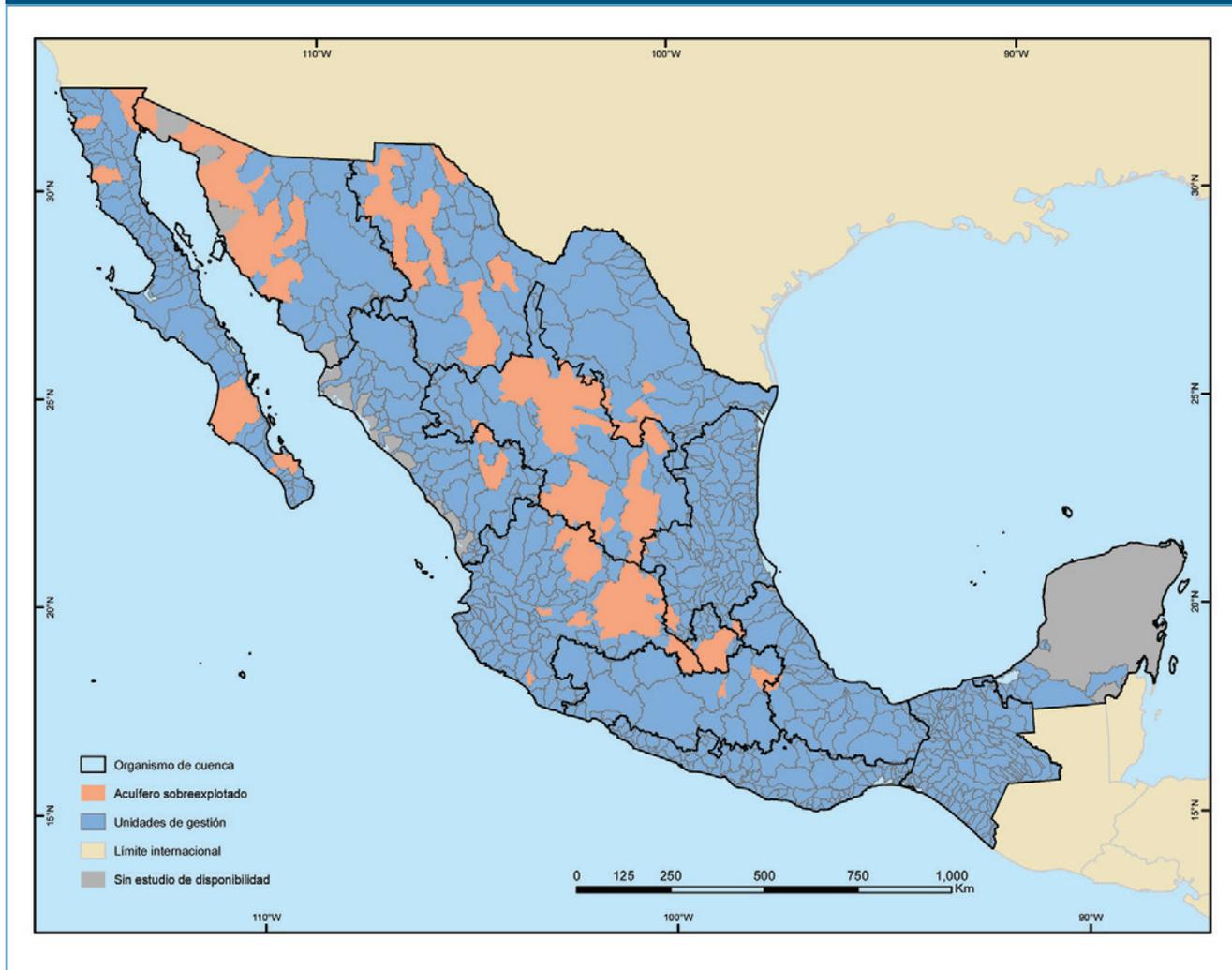
#### CONAGUA

- I. Acuíferos y su disponibilidad de agua subterránea (653) al 2010 en formato SHP para ArcGis.

#### Tratamiento de la información (WWF)

Se identificó mediante SIG la presencia de acuíferos sobreexplotados y la superficie que representan en las unidades de gestión con disponibilidad.

## Unidades de gestión y acuíferos sobreexplotados



## 10. Distritos de riego

### Descripción de la información

Tema	Atributos	Descripción
Distritos de riego	OBJECTID	Identificador consecutivo del distrito de riego
	ID_DISTRIT	Identificador único del distrito de riego
	NOMBRE_DIS	Nombre del distrito de riego
	SHAPE_area	Superficie del polígono
	SHAPE_len	Perímetro del polígono

### Fuente de información

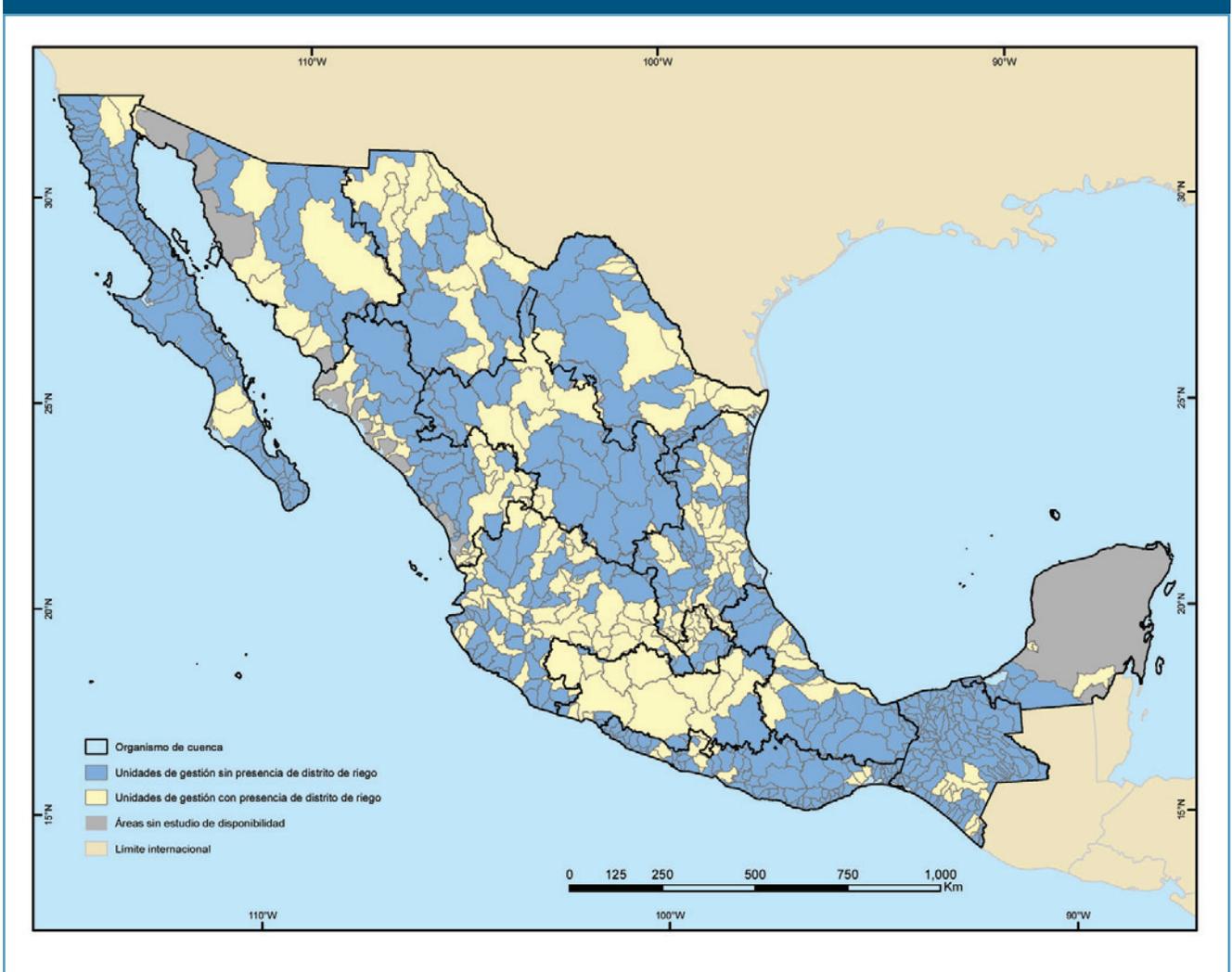
#### CONAGUA

- I. 85 distritos de riego al 2010 en formato SHP para ArcGis (archivo Distritos\_de\_Riego).

### Tratamiento de la información (WWF)

Se identificó mediante SIG la presencia de distritos de riego en las unidades de gestión con disponibilidad.

### Unidades de gestión y distritos de riego



## Resumen de variables

La información compilada sobre las variables utilizadas para el proyecto y con la cual se construyó la base de datos en SIG, se presenta a continuación.

Variables	Descripción
ID_UNICO*	Identificador único de la unidad de gestión
CLAVE_RH	Clave de región hidrológica
NOMBRE_RH	Nombre de región hidrológica
ZONA_RH	Zona de región hidrológica
NOMBRE_CUENCA	Nombre de unidad de gestión
NO_CUENCA	Número de unidad de gestión
OBSERVACIONES	Información adicional de la unidad de gestión
CP_VOLUMEN	Volumen medio anual de escurrimiento natural
AR	Volumen medio anual de escurrimiento desde la cuenca aguas arriba
UC	Volumen anual de extracción de agua superficial
R	Volumen anual de retornos
IM	Volumen anual de importaciones
EX	Volumen anual de exportaciones
EV	Volumen anual de evaporación en embalses
AV	Volumen anual de variación de almacenamiento en embalses
AB	Volumen medio anual de escurrimiento de la cuenca hacia aguas abajo
RXY	Volumen anual actual comprometido aguas abajo
AB-RXY	Diferencia entre los volúmenes señalados
DISPO	Disponibilidad media anual de agua superficial en la unidad de gestión
ESTATUS	Disponibilidad / Déficit
VALOR_DISP	Cantidad de disponibilidad en hm <sup>3</sup>
SUPERFICIE	Superficie de cuenca en km <sup>2</sup>
POBLACION	Población en la unidad de gestión
DENS_POB	Densidad de población en la unidad de gestión
POB_2030	Población en la unidad de gestión al 2030
GAP_EXTREMA	Conteo de GAP o vacíos con categoría de extrema prioridad por unidad de gestión
GAP_ALTA	Conteo de GAP o vacíos con categoría de alta prioridad por unidad de gestión
GAP_MEDIA	Conteo de GAP o vacíos con categoría de media prioridad por unidad de gestión
TOTAL_GAP	Total en número de GAP o vacíos
SUPERF_TOT_GAP	Superficie total conforme al número de GAP o vacíos (cada GAP = 25 km <sup>2</sup> )
DENS_GAP	Densidad de GAP o vacíos en la unidad de gestión (total de GAP / sup. de unidad de gestión)
RAMSAR	Presencia de sitios Ramsar (Sí / No)
TOT_RAMSAR	Número o conteo de sitios Ramsar por unidad de gestión
ANP	Presencia de áreas naturales protegidas (Sí / No)
APFYF	Área de protección de flora y fauna (conteo)
APRN	Área de protección de recursos naturales (conteo)

Variables	Descripción
MN	Monumento nacional (conteo)
PN	Parque nacional (conteo)
RB	Reserva de la biósfera (conteo)
SANT	Santuario (conteo)
TOT_ANP	Conteo de áreas naturales protegidas
PRESAS	Sí / No
TOT_PRESAS	Conteo de grandes presas/ unidad de gestión (cortina >15m o almacenamiento superior a 3 hm <sup>3</sup> )
VOL_ALM	Volumen de almacenamiento conjunto de todas las presas en la unidad de gestión (hm <sup>3</sup> )
DISTR_RIEGO	Presencia de distritos de riego en la unidad de gestión (Sí / No)
SUPERF_DR	Superficie del distrito de riego (km <sup>2</sup> )
ACUI_SEXPL_2011	Presencia de acuíferos sobreexplotados en la unidad de gestión (Sí / No)
ACUI_SUP_2011	Superficie de acuíferos sobreexplotados en la unidad de gestión (km <sup>2</sup> )

\*Clave ID\_CDISP en shapefile para SIG

## **Anexo 2**

### **Identificación de reservas potenciales de agua para el ambiente en México**

Tabla de resultados. Listado propuesto de reservas potenciales de agua

**Marzo 2011**

## Listado de unidades de gestión con factibilidad para ser consideradas como reservas potenciales de agua

Número consecutivo	Organismo de cuenca	Clave de región hidrológica	Cuenca	Unidad de gestión	Calificación	Factibilidad	Superficie (km <sup>2</sup> )	Disponibilidad (hm <sup>3</sup> )*
1	Pacífico Norte	1	Río Piaxtla	Río Piaxtla 2	5	Muy alta	2 576.7	1 403.2
2	Lerma-Santiago-Pacífico	1	Río Purificación	Río Purificación	5	Muy alta	2 235.7	472.7
3	Golfo Norte	1	Río Conchos-Chorreras	Río San Fernando 2	5	Muy alta	1 014.1	601.1
4	Península de Yucatán	1	Grijalva-Usumacinta	Laguna del Este	5	Muy alta	1 096.8	22 559.2
5	Frontera Sur	2	Grijalva-Usumacinta	Palizada	5	Muy alta	1 270.3	22 407.9
6	Frontera Sur	2	Grijalva-Usumacinta	Laguna del Pom y Atasta	5	Muy alta	1 307.5	153.9
7	Frontera Sur	2	Grijalva-Usumacinta	Chilapa	5	Muy alta	2 238.8	10 935.1
8	Frontera Sur	2	Grijalva-Usumacinta	Jatate	5	Muy alta	1 582.3	4 654.0
9	Frontera Sur	3	Grijalva-Usumacinta	Usumacinta	5	Muy alta	7 045.2	64 149.6
10	Frontera Sur	3	Grijalva-Usumacinta	Lacantún	5	Muy alta	2 619.8	19 215.3
11	Frontera Sur	3	Grijalva-Usumacinta	Lacanjá	5	Muy alta	2 023.4	1 643.9
12	Península de Yucatán	3	Río Candelaria	Bajo Río Candelaria	5	Muy alta	1 640.7	2 002.8
13	Golfo Norte	3	Río Pánuco	Río Santa María 3	4.75	Muy alta	3 900.7	635.4
14	Golfo Centro	4	Río Papaloapan	Llanuras de Papaloapan	4.75	Muy alta	6 483.7	42 876.5
15	Frontera Sur	4	Grijalva-Usumacinta	El Carrizal	4.5	Muy alta	1 157.7	11 816.1
16	Península de Yucatán	5	Río Mamantel	Laguna de Términos	4.5	Muy alta	4 084.7	449.3
17	Frontera Sur	5	Grijalva-Usumacinta	Grijalva	4.5	Muy alta	1 830.9	55 898.1
18	Pacífico Norte	5	Río San Pedro	Río San Pedro-Desembocadura	4.25	Muy alta	833.7	2 690.5

Número consecutivo	Organismo de cuenca	Clave de región hidrológica	Cuenca	Unidad de gestión	Calificación	Factibilidad	Superficie (km <sup>2</sup> )	Disponibilidad (hm <sup>3</sup> )*
19	Golfo Centro	5	Río Papaloapan	Río San Juan	4.25	Muy alta	4 530.2	8 803.5
20	Península de Baja California	6	Salinas Guerrero Negro	Vizcaíno	4	Alta	8 697.6	35.3
21	Península de Baja California	6	Laguna San Ignacio	San Ignacio	4	Alta	12 850.2	83.0
22	Noroeste	6	Río Fuerte	Arroyo Alamos	4	Alta	1 717.0	5.7
23	Pacífico Norte	6	Río Acaponeta	Río Acaponeta 1	4	Alta	5 095.4	1 333.1
24	Lerma-Santiago-Pacífico	6	Río Ameca	Atenguillo	4	Alta	1 863.1	175.3
25	Lerma-Santiago-Pacífico	6	Arroyo Chamela	Río San Nicolás B	4	Alta	426.4	50.9
26	Lerma-Santiago-Pacífico	9	Río San Nicolás	Río San Nicolás A	4	Alta	2 325.2	483.0
27	Golfo Norte	10	Río El Perro	Barra Jesús María	4	Alta	1 290.9	109.0
28	Golfo Centro	10	Río Papaloapan	Río Grande	4	Alta	4 951.1	522.1
29	Frontera Sur	10	Río Chumpan	Cumpan	4	Alta	1 757.3	226.2
30	Frontera Sur	10	Grijalva-Usumacinta	San Pedro y San Pablo	4	Alta	781.8	21 850.8
31	Frontera Sur	11	Grijalva-Usumacinta	Tabasquillo	4	Alta	231.7	12 015.3
32	Frontera Sur	11	Grijalva-Usumacinta	Encajonado	4	Alta	1 708.3	352.7
33	Frontera Sur	11	Grijalva-Usumacinta	San Pedro	4	Alta	1 475.6	1 718.9
34	Península de Yucatán	11	Río Candelaria	Alto Río Candelaria	4	Alta	9 439.9	1 607.4
35	Península de Baja California	11	Lago Salada	Cerrada Laguna Salada	3.75	Alta	6 285.1	42.8
36	Lerma-Santiago-Pacífico	11	Río Santiago	Río Bolaños 1	3.75	Alta	4 556.2	209.3
37	Lerma-Santiago-Pacífico	11	Río Santiago	Río Juchipila 2	3.75	Alta	2 574.3	61.9
38	Lerma-Santiago-Pacífico	11	Río Ameca	Ameca Ixtapa A	3.75	Alta	1 459.9	1 318.7
39	Lerma-Santiago-Pacífico	12	Río Ameca	Mascota	3.75	Alta	1 426.3	423.8

Número consecutivo	Organismo de cuenca	Clave de región hidrológica	Cuenca	Unidad de gestión	Calificación	Factibilidad	Superficie (km <sup>2</sup> )	Disponibilidad (hm <sup>3</sup> )*
40	Golfo Norte	12	Laguna Honda	Laguna Madre Norte	3.75	Alta	5 101.1	175.0
41	Golfo Norte	12	Río Pánuco	Río Verde 3	3.75	Alta	3 000.5	159.1
42	Golfo Norte	12	Río Pánuco	Río Santa María 2	3.75	Alta	2 708.7	140.2
43	Golfo Centro	12	Río Papaloapan	Río Tesechoacán	3.75	Alta	1 146.4	7 345.7
44	Frontera Sur	12	Grijalva-Usumacinta	Grande o Salinas	3.75	Alta	739.6	33.0
45	Frontera Sur	12	Grijalva-Usumacinta	Chacamax	3.75	Alta	1 185.1	1 341.2
46	Frontera Sur	12	Grijalva-Usumacinta	Suchiapa	3.75	Alta	2 043.5	70.4
47	Frontera Sur	12	Grijalva-Usumacinta	Santo Domingo	3.75	Alta	2 064.7	71.7
48	Frontera Sur	12	Grijalva-Usumacinta	Santo Domingo	3.75	Alta	604.1	235.0
49	Frontera Sur	12	Grijalva-Usumacinta	Chocaljah	3.75	Alta	971.9	989.7
50	Frontera Sur	13	Grijalva-Usumacinta	San Pedro	3.75	Alta	1 054.2	34.0
51	Frontera Sur	14	Grijalva-Usumacinta	Lagartero	3.75	Alta	534.7	13.3
52	Península de Baja California	14	Arroyo El Arrajal	El Borrego	3.5	Alta	3 099.3	8.3
53	Península de Baja California	14	Arroyo El Peyote	San José del Cabo	3.5	Alta	1 604.6	66.9
54	Pacífico Norte	14	Río San Pedro	Río San Pedro-Mezquital	3.5	Alta	11 406.3	2 438.3
55	Pacífico Norte	15	Río Acaponeta	Río Acaponeta 2	3.5	Alta	250.3	1 412.0
56	Lerma-Santiago-Pacífico	15	Río Santiago	Río Santiago 4	3.5	Alta	3 999.0	1 479.2
57	Lerma-Santiago-Pacífico	15	Río Ameca	Ameca Pijinto	3.5	Alta	2 618.6	983.4
58	Lerma-Santiago-Pacífico	15	Río Coahuayana	Coahuayana-Jalisco	3.5	Alta	2 375.9	756.2
59	Frontera Sur	15	Río Huehuetán	Despoblado	3.5	Alta	1 050.2	805.0
60	Frontera Sur	16	Río Cahoacán	Cahoacán	3.5	Alta	282.3	617.5

Número consecutivo	Organismo de cuenca	Clave de región hidrológica	Cuenca	Unidad de gestión	Calificación	Factibilidad	Superficie (km <sup>2</sup> )	Disponibilidad (hm <sup>3</sup> )*
61	Frontera Sur	17	Río Suchiate	Suchiate	3.5	Alta	211.9	2 621.3
62	Golfo Norte	17	Río Pánuco	Río Tampaón 1	3.5	Alta	1 266.6	3 660.4
63	Golfo Norte	19	Río Pánuco	Río Claro	3.5	Alta	1 756.5	303.3
64	Golfo Norte	19	Río Pánuco	Río Los Hules	3.5	Alta	1 269.9	608.0
65	Golfo Centro	19	Río Jamapa	Río Jamapa-Cotaxtla	3.5	Alta	308.8	1 742.2
66	Golfo Centro	20	Río Papaloapan	Río Papaloapan	3.5	Alta	2 266.7	22 404.4
67	Frontera Sur	20	Grijalva-Usumacinta	Chilapilla	3.5	Alta	672.5	747.5
68	Frontera Sur	20	Grijalva-Usumacinta	Comitán	3.5	Alta	785.8	290.5
69	Frontera Sur	20	Grijalva-Usumacinta	Hondo	3.5	Alta	489.4	9.4
70	Frontera Sur	20	Grijalva-Usumacinta	Tuxtla Gutiérrez	3.5	Alta	382.1	5.6
71	Frontera Sur	21	Grijalva-Usumacinta	Chapopote	3.5	Alta	1 933.0	66.2
72	Lerma-Santiago-Pacífico	21	Río Santiago	Río Santiago 3	3.25	Alta	2 321.7	900.8
73	Golfo Centro	21	Río Cazones	Río Cazones	3.25	Alta	2 754.7	1 686.3
74	Península de Baja California	22	Arroyo San Rafael	San Rafael	3	Media	1 411.8	15.8
75	Península de Baja California	22	Arroyo El Rosario	El Rosario	3	Media	2 690.3	23.9
76	Península de Baja California	23	Arroyo La Vuelta	San Luis	3	Media	3 279.7	12.8
77	Península de Baja California	23	Salinas Guerrero Negro	El Arco	3	Media	1 435.8	5.3
78	Península de Baja California	23	Río La Purísima	Mezquital Seco	3	Media	4 273.3	12.6
79	Península de Baja California	23	Arroyo Las Pocitas	Las Pocitas-San Hilario	3	Media	2 377.5	23.7
80	Península de Baja California	23	Arroyo San Juan del Aserradero	Pescaderos	3	Media	373.7	8.8
81	Península de Baja California	23	Arroyo Mesa de Yubay	Asamblea	3	Media	1 381.0	5.0

Número consecutivo	Organismo de cuenca	Clave de región hidrológica	Cuenca	Unidad de gestión	Calificación	Factibilidad	Superficie (km <sup>2</sup> )	Disponibilidad (hm <sup>3</sup> )*
82	Península de Baja California	23	Arroyo La Angostura	Tepetate	3	Media	1 222.2	4.0
83	Península de Baja California	23	Arroyo Los Paredones	San Pedro	3	Media	1 205.4	6.7
84	Península de Baja California	23	Arroyo La Pala	Alambrado	3	Media	914.5	3.5
85	Península de Baja California	23	Arroyo Boquita	Cabo Pulmo	3	Media	568.0	11.3
86	Península de Baja California	23	Arroyo El Surgidero	Santiago	3	Media	1 057.4	26.9
87	Península de Baja California	23	Arroyo San Juan	San Juan B Londo	3	Media	678.8	0.8
88	Noroeste	23	Río Mayo	Río Mayo 1	3	Media	7 518.4	85.5
89	Pacífico Norte	23	Río Piaxtla	Río Piaxtla 1	3	Media	4 793.4	982.4
90	Pacífico Norte	23	Arroyo Puente de Fierro	Río Quelite 2	3	Media	360.7	152.5
91	Pacífico Norte	23	Río Acaponeta	Rosa Morada 2	3	Media	195.7	139.5
92	Lerma-Santiago-Pacífico	23	Río Santiago	Río Juchipila 3	3	Media	17.7	62.2
93	Pacífico Norte	25	Río Santiago	Río Jesús María	3	Media	3 083.4	78.9
94	Lerma-Santiago-Pacífico	25	Río Santiago	Río Huaynamota	3	Media	2 537.8	604.7
95	Lerma-Santiago-Pacífico	25	Río Cutzmala	Río Cuitzmala	3	Media	1 065.2	232.4
96	Lerma-Santiago-Pacífico	25	Arroyo La Boquita	Río Ipala	3	Media	375.7	115.3
97	Pacífico Norte	25	Río Ostuta	Ríos Aquila-Ostuta	3	Media	1 317.8	206.6
98	Pacífico Norte	25	Río Huahua	Ríos Marmeyera-Tupitina	3	Media	1 055.8	147.5
99	Pacífico Sur	25	Río Tecpan	Río Tecpan 1	3	Media	1 183.7	980.5
100	Balsas	26	Río Papagayo	Río Papagayo 1	3	Media	1 953.0	696.3
101	Pacífico Sur	26	Arroyo Las Playitas del Tamale	Río La Arena 3	3	Media	215.9	73.4
102	Pacífico Sur	26	Río Copalita	Río Copalita 1	3	Media	1 332.8	868.4

Número consecutivo	Organismo de cuenca	Clave de región hidrológica	Cuenca	Unidad de gestión	Calificación	Factibilidad	Superficie (km <sup>2</sup> )	Disponibilidad (hm <sup>3</sup> )*
103	Pacífico Sur	26	Río Tehuantepec	Río San Antonio	3	Media	2 244.0	23.9
104	Frontera Sur	26	Río Ponedero	Las Arenas	3	Media	394.7	192.9
105	Frontera Sur	26	Río Urbina	San Diego	3	Media	230.3	113.5
106	Frontera Sur	26	Río Pijijiapan	Margaritas y Coapa	3	Media	879.7	900.7
107	Frontera Sur	26	Río Novillero	Novillero Alto	3	Media	423.2	890.8
108	Frontera Sur	26	Río Zanatenco	Zanatenco	3	Media	291.1	190.6
109	Frontera Sur	26	Río Zanatenco	Jesús	3	Media	351.9	132.5
110	Golfo Norte	26	Río San Vicente	Barra Carrizos	3	Media	104.6	15.0
111	Golfo Norte	26	Río Pánuco	Río El Salto	3	Media	2 356.2	572.7
112	Aguas del Valle de México	26	Cuenca de México	Xochimilco	3	Media	505.9	1.4
113	Golfo Centro	26	Río Papaloapan	Río Trinidad	3	Media	5 280.5	6 728.1
114	Frontera Sur	26	Grijalva-Usumacinta	Yayahuita	3	Media	969.9	51.1
115	Frontera Sur	26	Grijalva-Usumacinta	San Pedro	3	Media	2 433.8	2 438.3
116	Frontera Sur	26	Grijalva-Usumacinta	Soyatenco	3	Media	1 042.2	49.2
117	Frontera Sur	26	Grijalva-Usumacinta	Laguna Miramar	3	Media	386.1	467.9
118	Frontera Sur	26	Grijalva-Usumacinta	Perlas	3	Media	751.0	590.4
119	Río Bravo	26	Lago El Guaje	Laguna del Guaje - Lipanés	3	Media	7 278.6	39.1
120	Cuencas Centrales del Norte	27	Río Nazas	Río Sextín	3	Media	4 906.8	91.1
121	Cuencas Centrales del Norte	27	Río Nazas	Arroyo Cadena	3	Media	3 540.7	13.1
122	Cuencas Centrales del Norte	28	Río Nazas	Río Ramos	3	Media	6 769.9	100.6

Número consecutivo	Organismo de cuenca	Clave de región hidrológica	Cuenca	Unidad de gestión	Calificación	Factibilidad	Superficie (km <sup>2</sup> )	Disponibilidad (hm <sup>3</sup> )*
123	Península de Baja California	28	Arroyo San Venancio	Santo Domingo	2.75	Media	1 562.5	58.7
124	Península de Baja California	28	Arroyo Santa Rita	Santa Rita	2.75	Media	2 309.6	20.7
125	Península de Baja California	28	Arroyo Primer Agua	Loreto	2.75	Media	578.4	3.7
126	Pacífico Norte	28	Río Presidio	Río Presidio 1	2.75	Media	5 195.4	1 013.9
127	Lerma-Santiago-Pacífico	28	Río Santiago	Río Bolaños 2	2.75	Media	2 879.6	304.7
128	Lerma-Santiago-Pacífico	28	Río Santiago	Río San Juan	2.75	Media	5 683.5	149.6
129	Lerma-Santiago-Pacífico	28	Río Santiago	Río Atengo	2.75	Media	6 126.7	282.2
130	Lerma-Santiago-Pacífico	28	Río Chila (Viejo)	Huicicila	2.75	Media	1 837.4	435.8
131	Pacífico Sur	28	Río Verde	Río Verde	2.75	Media	1 122.7	5 784.4
132	Pacífico Sur	29	Lagunas Chacahua-Pastoria	Río San Francisco	2.75	Media	624.1	168.8
133	Pacífico Sur	30	Río Tehuantepec	Río Tequisistlán	2.75	Media	4 762.9	28.1
134	Frontera Sur	30	Río Huehuetán	Cacaluta	2.75	Media	643.3	507.8
135	Frontera Sur	30	Río Zanatenco	Laguna de la Joya	2.75	Media	672.1	322.0
136	Golfo Norte	30	Río Soto La Marina	Río Soto La Marina 3	2.75	Media	1 352.5	748.4
137	Río Bravo	30	Río Conchos-Chorreras	Río San Lorenzo	2.75	Media	4 404.4	118.5
138	Golfo Norte	30	Río Pánuco	Río Chicayán 2	2.75	Media	1 549.4	481.3
139	Golfo Norte	30	Río Pánuco	Río Moctezuma 2	2.75	Media	989.0	1 148.5
140	Golfo Centro	30	Río Pánuco	Río Metzquititlán	2.75	Media	219.6	16.2
141	Aguas del Valle de México	30	Cuenca de México	Tochac-Tecocomulco	2.75	Media	1 320.3	0.2
142	Golfo Centro	30	Río Palma Sola	Llanuras de Actopan	2.75	Media	1 258.3	259.6
143	Golfo Centro	30	Río Papaloapan	Río Valle Nacional	2.75	Media	1 415.2	3 786.8
144	Golfo Centro	30	Río Papaloapan	Río Playa Vicente	2.75	Media	4 685.2	6 187.4

Número consecutivo	Organismo de cuenca	Clave de región hidrológica	Cuenca	Unidad de gestión	Calificación	Factibilidad	Superficie (km <sup>2</sup> )	Disponibilidad (hm <sup>3</sup> )*
145	Frontera Sur	30	Grijalva-Usumacinta	De La Venta	2.75	Media	1 367.7	631.7
146	Frontera Sur	30	Grijalva-Usumacinta	Tulija	2.75	Media	1 697.3	4 391.4
147	Frontera Sur	30	Grijalva-Usumacinta	Yashijá	2.75	Media	560.8	472.3
148	Península de Yucatán	30	Río Hondo	Río Escondido	2.75	Media	4 577.3	591.9
149	Río Bravo	30	Río Casas Grandes Este	Hacienda San Francisco-Juguete-Madero-Palomas	2.75	Media	5 303.1	63.1
150	Río Bravo	30	Río Casas Grandes Oeste	Río Casas Grandes 2	2.75	Media	13 589.2	259.3
151	Península de Baja California	30	Río Maneadero	San Carlos	2.5	Media	863.7	12.0
152	Península de Baja California	30	Arroyo San Simón	San Simón	2.5	Media	1 684.6	15.0
153	Península de Baja California	30	Arroyo El Salto	San Lucas	2.5	Media	272.3	5.6
154	Pacífico Sur	30	Río La Sabana	Río La Sabana 2	2.5	Media	433.0	154.5
155	Pacífico Sur	30	Río Coyuca	Río Coyuca 1	2.5	Media	1 302.1	914.3
156	Pacífico Sur	30	Río Limón-Coyula	Río Coyula	2.5	Media	649.0	339.0
157	Frontera Sur	30	Río Lagartero	La Punta	2.5	Media	228.1	111.5
158	Frontera Sur	30	Río Huehuetán	Laguna del Viejo y Tembladeras	2.5	Media	450.6	374.2
159	Frontera Sur	30	Río Huehuetán	Huixtla	2.5	Media	822.5	756.5
160	Frontera Sur	30	Río Pijijiapan	Pijijiapan	2.5	Media	346.2	301.3
161	Frontera Sur	30	Río Huehuetán	Sesecapa	2.5	Media	501.8	641.3
162	Frontera Sur	30	Río Tiltepec	Laguna Mar Muerto C	2.5	Media	514.8	261.1
163	Golfo Norte	30	Río Soto La Marina	Río Palmas	2.5	Media	1 563.3	119.6
164	Golfo Norte	30	Río Pánuco	Río Comandante 1	2.5	Media	2 493.2	90.8

Número consecutivo	Organismo de cuenca	Clave de región hidrológica	Cuenca	Unidad de gestión	Calificación	Factibilidad	Superficie (km <sup>2</sup> )	Disponibilidad (hm <sup>3</sup> )*
165	Golfo Norte	30	Río Pánuco	Río Tantoán	2.5	Media	610.4	42.9
166	Golfo Norte	30	Río Pánuco	Río Pánuco 2	2.5	Media	955.8	13 940.0
167	Golfo Norte	30	Río Pánuco	Río Moctezuma 3	2.5	Media	1 530.9	4 071.7
168	Golfo Norte	30	Río Pánuco	Río Huichihuayán	2.5	Media	991.3	592.1
169	Golfo Norte	30	Río Pánuco	Río Tempoal 2	2.5	Media	964.0	1 909.9
170	Golfo Norte	30	Río Pánuco	Río Tancuilín	2.5	Media	331.3	298.7
171	Golfo Norte	30	Río Pánuco	Río Calabozo	2.5	Media	1 480.3	725.9
172	Golfo Centro	30	Estero Lagartos	Llanuras de Tuxpan	2.5	Media	1 593.4	483.3
173	Frontera Sur	30	Grijalva-Usumacinta	De la Sierra	2.5	Media	1 074.7	3 527.5
174	Frontera Sur	30	Grijalva-Usumacinta	Chacté	2.5	Media	1 493.2	1 081.7
175	Frontera Sur	30	Grijalva-Usumacinta	Pichucalco	2.5	Media	1 239.1	1 665.3
176	Río Bravo	33	Lago Ojo del Diablo	Desierto de Samalayuca	2.5	Media	7 927.9	121.5
177	Cuencas Centrales del Norte	34	Lago El Rey	Laguna del Rey	2.5	Media	15 784.8	60.3
178	Cuencas Centrales del Norte	34	Río Nazas	Los Ángeles	2.5	Media	1 344.2	294.3
179	Cuencas Centrales del Norte	34	Río Nazas	Agustín Melgar	2.5	Media	11 570.0	276.2
180	Cuencas Centrales del Norte	35	Cuenca Interior de Matehuala	Matehuala	2.5	Media	10 958.7	80.8
181	Pacífico Norte	35	Río Presidio	Río Presidio 2	2.25	Media	483.5	1 081.3
182	Pacífico Norte	36	Río Baluarte	Río Baluarte 2	2.25	Media	408.4	1 810.6
183	Lerma Santiago Pacífico	36	Río Santiago	Río Verde 2	2.25	Media	1 401.3	77.3
184	Pacífico Sur	36	Río Verde	Río Atoyac-Tlapacoyan	2.25	Media	2 361.0	186.1
185	Pacífico Sur	36	Río Quetzala	Río Ometepec 4	2.25	Media	1 417.0	5 741.4

Número consecutivo	Organismo de cuenca	Clave de región hidrológica	Cuenca	Unidad de gestión	Calificación	Factibilidad	Superficie (km <sup>2</sup> )	Disponibilidad (hm <sup>3</sup> )*
186	Golfo Centro	36	Río Coatzacoalcos	Río Huazuntlán	2.25	Media	1 664.7	27 635.3
187	Frontera Sur	36	Grijalva-Usumacinta	Cintalapa	2.25	Media	1 300.9	66.8
188	Cuencas Centrales del Norte	37	Río Nazas	Presa Francisco Zarco	2.25	Media	3 450.6	293.6
189	Cuencas Centrales del Norte	37	Lago El Carmen	Sierra Madre Oriental	2.25	Media	9 678.0	66.6
<b>Total combinado</b>							<b>448 092.1</b>	<b>487 868.1</b>

\*Disponibilidad publicada para la unidad de gestión en su estudio de disponibilidad



FUNDACIÓN  
GONZALO RÍO ARRONTE, I.A.P.

[www.gobiernofederal.gob.mx](http://www.gobiernofederal.gob.mx)  
[www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx)  
[www.conagua.gob.mx](http://www.conagua.gob.mx)  
[www.wwf.org.mx](http://www.wwf.org.mx)  
[www.panda.org](http://www.panda.org)  
[www.fgra.org.mx](http://www.fgra.org.mx)