

Demanda sectorial de agua en el estado de Michoacán: vertientes para la construcción de indicadores de sustentabilidad hídrica¹

Hilda R. Guerrero García Rojas¹, Faustino Gómez Sántiz² y Edilvia Arreola Villa¹

¹Facultad de Economía, UMSNH; ²Escuela Nacional de Estudios Superiores, ENES-UNAM

Resumen

La metodología Sistema de Cuentas Ambientales y Económicas del Agua es un instrumento diseñado para medir las ofertas y demandas de agua en los distintos sectores de una economía. Su diseño se basa en la Contabilidad Nacional que aporta datos acerca de la oferta y demanda tanto en términos físicos como monetarios. En este trabajo se ha hecho un primer esfuerzo para generar fuentes de información en materia de oferta y demanda de agua en Michoacán. El propósito es generar una base de datos de la relación agua-economía para disponer de datos integrales para la construcción de indicadores de sustentabilidad hídrica. Según las fuentes consultadas, se estima que para el Estado de Michoacán hay

¹ Las ideas principales del presente ensayo son parte del proyecto “Construcción de un Sistema de Indicadores de Sustentabilidad para el Estado de Michoacán en su componente AGUA” realizado en el marco de proyecto CIC 2012/2013 bajo la responsabilidad de la Dra. Hilda R. Guerrero G.R. y se presentaron como ponencia en el 21° Encuentro Nacional sobre Desarrollo Regional en México, de la Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional, 2016.

aproximadamente una oferta total hídrica de más de 12,521 millones de metros cúbicos de agua anuales ($\text{Mm}^3/\text{año}$). La demanda total hídrica se estima en más de 5,060 $\text{Mm}^3/\text{año}$. De este total, las unidades económicas absorben, de las fuentes superficiales, más de 3,700 millones de $\text{m}^3/\text{año}$. De la fuente subterránea, consumen cerca de 1,300 millones de $\text{m}^3/\text{año}$. No obstante, los volúmenes de consumo real para cada sector económico difieren, en parte, de las estadísticas oficiales debido a que la demanda de agua se calcula a partir de la suma de los volúmenes concesionados para cada tipo de usuario.

Palabras clave: Sistema de indicadores de Agua, Michoacán, sustentabilidad.

Abstract

The methodology of Environmental and Economic Accounts for Water is an instrument designed to measure the supply and demand of water in the different sectors of an economy. Its design is based on the National Accounting that provides data on supply and demand in both physical and monetary terms. In this research, a first effort has been made to generate sources of information on the supply and demand of water in Michoacan. The purpose is to generate a database of the water-economy relationship to provide comprehensive information for the construction of indicators of water sustainability. According to the sources consulted, it is estimated that for the State of Michoacan there is approximately a total water supply of more than 12,521 million cubic meters of water per year ($\text{Mm}^3 / \text{year}$). Total water demand is estimated at more than 5,060 $\text{Mm}^3 / \text{year}$. Of this total, the economic units absorb, from the surface sources, more than 3,700 million m^3 / year . Of the underground source, they consume about 1,300 million m^3 / year . However, the actual consumption volumes for each economic sector differ in part from the official statistics because the water demand is calculated from the sum of the volumes granted for each type of user.

Keywords: Water indicators system, Michoacán, sustainability.

Introducción

En nuestro país las aguas naturales disponibles en el medio ambiente son utilizadas como fuentes de abastecimiento y estas son: las aguas atmosféricas (o de lluvia), aguas superficiales y aguas subterráneas, estas dos últimas son las principales.

El constante crecimiento poblacional, la industrialización y los servicios que conlleva la vida moderna, ha favorecido la contaminación de los cuerpos de aguas superficiales y subterráneas dañando con ella la salud y la economía de importantes grupos sociales, limitando las posibilidades de desarrollo.

La generación de indicadores de sustentabilidad es una herramienta necesaria para la administración y generación de políticas públicas en materia ambiental. La medición de las aportaciones, en términos económicos, de los recursos naturales es un factor relevante para conocer el grado actual de utilización o agotamiento de estos recursos.

Dada la tendencia del crecimiento económico, medido en términos del Producto Interno Bruto, mundial y nacional, la generación de instrumentos para calcular las aportaciones, por ejemplo, del sector hídrico a la economía y viceversa son tan necesarias para conocer las distintas contribuciones que ocurren entre los diversos sectores de la economía.

Contexto general

El Estado de Michoacán tiene una superficie total de 58,643.38 km², se encuentra entre las zonas fisiográficas del Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur, que provoca que ésta sea una de las regiones más montañosas de la República Mexicana, con elevaciones y depresiones notables que hacen de su suelo una superficie muy accidentada. Las elevaciones orográficas más notables son: el Pico de Tancítaro (3,857 msnm en el municipio de Tancítaro); Patambán (3,525 msnm en el municipio de Tangancícuaro); el Tzirate (3,300 msnm en el municipio de Quiroga) y el Volcán de San Andrés (3,605 msnm en el municipio de Hidalgo). Se presentan también cuencas endorreicas, como son las Cuencas de los Lagos de Pátzcuaro, Cuitzeo y Zirahuén.

De acuerdo con el censo de INEGI 2010, Michoacán tiene una población de 4,351,037 habitantes, de los cuales el 69%, es decir casi 3 millones viven en zonas urbanas y sólo el 31% (1.35 millones de habitantes), viven en zonas rurales. La población urbana se concentra en 210 localidades, destacando por su número de habitantes las ciudades de Morelia, Uruapan y Zamora, además de las ciudades de Apatzingán, Zitácuaro, La Piedad, Lázaro Cárdenas, Sahuayo, Cd. Hidalgo, Jacona, Pátzcuaro y Zacapu, en segundo orden. Mientras que la población rural se dispersa en 9,217 localidades.

La dotación media de agua potable en el estado es de 349 litros/habitante/día (l/hab/día), 26% mayor que el promedio nacional (278 l/hab/día). A nivel de cuenca, la dotación media varía de 162 l/hab/día en la cuenca cerrada Zirahuén (como valor mínimo) y de 505 l/hab/día en la cuenca Aguila-Óstula (como valor máximo). Según CONAGUA, la demanda de agua se estimó en 507 hectómetros cúbicos (hm³) para el año 2007, correspondiendo 82% a la zona urbana y 18%, a la rural.

En la zona norte del estado (Morelia, La Piedad, Zamora), predomina el clima templado; en la zona media de Michoacán, predominan los climas cálidos secos (Apatzingán, Huetamo, Tepalcatepec) y en el sur de la entidad los climas cálidos subhúmedos (Lázaro Cárdenas, Coahuayana y Coalcomán).

La precipitación media en el estado es variable, registrándose los valores más bajos en la franja central de las cuencas del Río Tepalcatepec y Bajo Balsas (400 mm/año). En las Cuencas de la Subregión Costa de Michoacán predominan precipitaciones entre 800 a 1,200 mm/año; y en el norte del Estado, varía desde los 600 hasta los 1,200 mm/año, aunque tenemos algunas zonas con precipitación de hasta 2000 mm/año. El 89% de la lluvia ocurre de junio a octubre.

Metodología general de la investigación

La metodología Sistema de Cuentas Ambientales y Económicas del Agua (SCAEI-Agua) provee un marco para integrar datos básicos sobre el agua con otros datos relevantes sobre el ambiente y la economía, para proveer información a los encargados de formular políticas públicas sobre el crecimiento verde.

La finalidad del SCAEI-Agua es estandarizar conceptos y métodos de la contabilidad del agua y proporcionar un marco conceptual para organizar la información sobre cuestiones económicas e hidrológicas y posibilita un análisis sistemático de la contribución del agua a la economía y de los efectos de la economía sobre los recursos hídricos.

El SCAEI-Agua, como parte de su presentación estándar, informa sobre:

1. Stocks y flujos de recursos hídricos en el medio ambiente.
2. Presiones impuestas al medio ambiente por la economía en lo concerniente a la extracción de agua y a las emisiones agregadas a las aguas residuales y evacuadas hacia el medio ambiente, o eliminadas de las aguas residuales.

3. Suministro de agua y su utilización como insumo en los procesos de producción y por los hogares.
4. Reutilización del agua en la economía.
5. Costos de captación, depuración, distribución y tratamiento del agua, así como los cargos al usuario por los servicios.
6. Financiación de esos costos, es decir, determinación de quién sufraga los servicios de suministro de agua y saneamiento.
7. Pago por permisos de acceso para extraer agua o para utilizarla como sumidero en la descarga de aguas residuales.
8. Stocks de recursos hídricos con que se cuenta, así como inversiones en infraestructura hidráulica efectuadas durante el período contable.

La presente investigación se ha centrado en una de las cinco categorías contables de la metodología SCAEI-Agua que consiste en determinar los cuadros de suministro y uso físico del recurso hídrico. Estos cuadros de suministro y uso físico proporcionan información sobre los volúmenes de agua intercambiados entre el medio ambiente y la economía (extracciones y retornos) y en el interior de la economía (suministro y utilización en la economía).

Los cuadros de suministro y uso físicos de agua describen los flujos de agua en unidades físicas dentro de la economía y entre el medio ambiente y la economía. Esas cuentas van siguiendo la trayectoria del agua desde su extracción inicial desde el medio ambiente por la economía, y su suministro y uso dentro de la economía, hasta su descarga final hacia el medio ambiente; todas las partidas se expresan en términos cuantitativos. Los cuadros de suministro y uso físicos de agua tienen la misma estructura que sus cuadros correlativos de cuentas monetarias compiladas como parte de las cuentas nacionales estándar.

La compilación de los cuadros de suministro y uso físicos de agua posibilita a) la valoración y el seguimiento de la presión que ejerce la economía sobre las existencias de agua, b) la determinación de los agentes económicos responsables de la extracción de agua y de su descarga hacia el medio ambiente y, c) la valoración de opciones alternativas para reducir la presión sobre los recursos hídricos. Es posible calcular los indicadores de intensidad y productividad del uso de agua en combinación con la información de índole monetaria sobre el valor agregado.

Cuando se construye un cuadro de suministro y uso físicos de recursos hídricos, en el SCAEI-Agua se adopta implícitamente la perspectiva de la economía al describir las interacciones entre el medio ambiente y la economía. En el SCAEI-Agua se describen: a) los flujos desde el medio ambiente hacia la economía; b) los flujos dentro de la economía; y, c) los flujos desde la economía hacia el medio ambiente.

Para cada tipo de flujo se individualizan el origen de dicho flujo (suministro) y su destino (uso). Los cuadros de suministro y uso se construyen para cada tipo de flujo, de manera tal que se satisface la regla contable básica de que el suministro es igual al uso.

Flujos desde el medio ambiente hacia la economía

Los flujos desde el medio ambiente hacia la economía abarcan la extracción/captación de agua del medio ambiente por las unidades económicas en el territorio de referencia, con destino a actividades de producción y consumo. En particular, el agua es extraída del sistema de aguas interiores, que incluye aguas superficiales, aguas subterráneas y agua del suelo, tal como se definen en la clasificación de activos y aguas de otras fuentes. La extracción de otras fuentes incluye extracción del mar, por ejemplo, para uso directo o con propósito de desalación, y también captación de precipitación, lo cual ocurre, por ejemplo, cuando se recoge el agua de lluvia de los techos. La fuente de esos flujos es el medio ambiente y el usuario es la economía; más específicamente, son los agentes económicos responsables de la extracción. Se supone que el medio ambiente suministra la totalidad del agua usada (extraída); por ende, se satisface el requisito de igualdad entre suministro y uso.

El uso de agua como recurso natural excluye los usos *in situ* o pasivos de agua, que no entrañan su retiro físico del medio ambiente. Entre los ejemplos al respecto figura el uso de agua para recreación o navegación. Aun cuando en los cuadros de suministro y uso físicos de agua no se considera explícitamente el uso *in situ*, este uso puede incluirse en las cuentas entre los rubros complementarios, en particular en las cuentas de calidad, puesto que los usos *in situ* pueden tener repercusiones negativas sobre los recursos hídricos en lo concerniente a la calidad del agua. Además, los usos *in situ* también pueden resultar afectados por las actividades de extracción y descarga de agua: por ejemplo, cuando es excesiva la extracción aguas arriba, esto puede afectar los usos para navegación.

El agua es extraída o bien para su uso dentro de la misma unidad económica que la extrae, en cuyo caso se denomina “extracción para uso propio”, o para ser suministrada, posiblemente después de un cierto grado de tratamiento, a otras unidades económicas, lo cual constituye la “extracción para la distribución” (Figura 1).

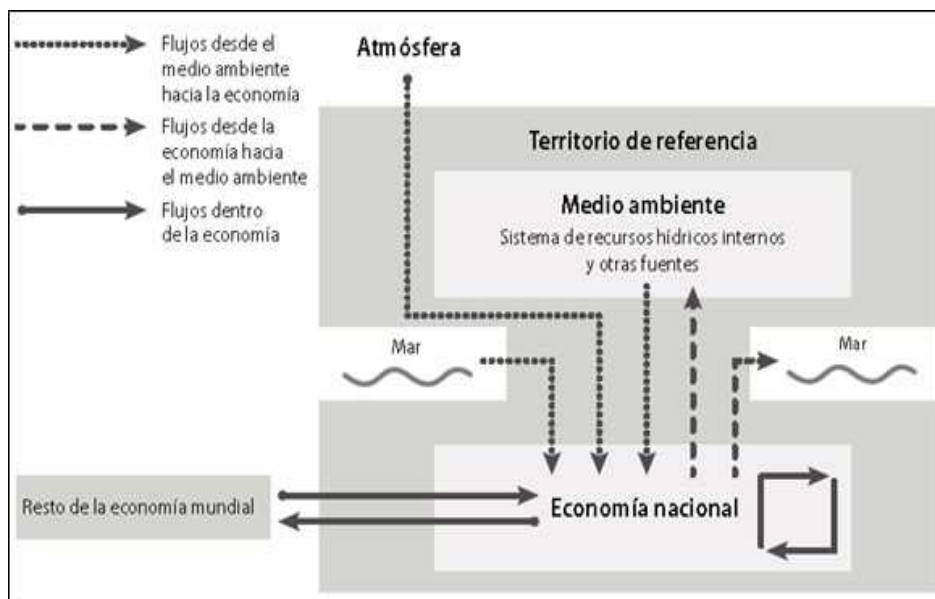


Figura 1. Flujos indicados en los cuadros de suministro y uso físicos.
Fuente: Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, ONU, 2012

Flujos dentro de la economía

Los flujos dentro de la economía abarcan intercambios de agua entre distintas unidades económicas. Esos intercambios suelen realizarse por lo común por conducto de redes públicas de distribución (tuberías), pero no se excluyen otros medios de transporte de agua. El origen y el destino de esos flujos están correlacionados con los indicados en los cuadros de suministro y uso monetarios en el Sistema de Cuencas Nacionales (SCN); es decir, el agente que proporciona agua es el proveedor y el agente que recibe agua es el usuario. Hay una única excepción a esta correlación con los cuadros de suministro y uso monetarios, que atañe a los flujos de aguas residuales: la industria que recolecta aguas residuales es un “usuario” en los cuadros de suministro y uso físicos, mientras que en los cuadros

monetarios la industria es un “proveedor” de servicios de captación y tratamiento de aguas residuales.

En la figura 2 se presenta una descripción más detallada de los intercambios de agua. Las flechas en línea ininterrumpida conectan unidades económicas que indican el suministro y uso físicos de agua dentro de la economía: la unidad económica en la cual se origina la flecha es el proveedor de agua, mientras que la unidad económica a la que apunta la flecha es el usuario del agua. Las flechas en línea punteada representan flujos desde el medio ambiente hacia la economía, y las flechas en línea de segmentos representan flujos desde la economía hacia el medio ambiente.

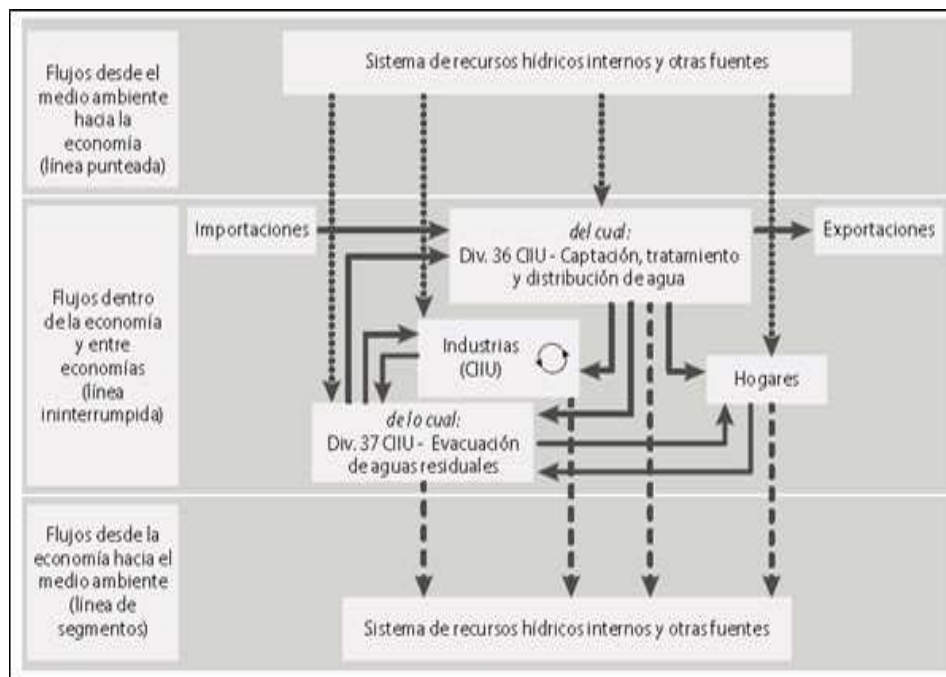


Figura 2. Descripción detallada de los flujos físicos de agua dentro de la economía.

Fuente: Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, ONU, 2012.

En los cuadros de suministro y uso se registra el suministro de agua dentro de la economía después de restar las pérdidas durante el proceso de distribución. Además, las pérdidas durante la distribución se registran como flujos de retorno cuando son atribuibles a fugas; en todos los demás casos se registran como consumo de agua.

El cuadro de uso en que se describen los flujos dentro de la economía muestra el destino de esos flujos: el agua puede ser usada por las industrias para producir otros bienes y servicios (consumo intermedio), por los hogares para sus propios fines (consumo final) y por el resto del mundo (exportaciones). No se incluyen otros usos económicos del agua ni las consecuentes variaciones en las existencias, porque suelen ser de magnitud ínfima en relación con el gran volumen del agua.

En cuanto a los flujos de agua dentro de la economía también se satisfacen los requisitos de identidad entre suministro y uso que establece el SCN, dado que el total del agua suministrada en la economía nacional, sumado a las importaciones, es igual a la suma de usos de agua para consumo intermedio, consumo final y exportaciones.

Flujos desde la economía hacia el medio ambiente

Los flujos desde la economía de retorno al medio ambiente consisten en las descargas por la economía hacia el medio ambiente (flujos residuales). Así, el proveedor es el agente económico responsable de la descarga (industrias, hogares y resto del mundo), de modo que el destinatario (usuario) de esos flujos es el medio ambiente. Se supone que el medio ambiente usa toda el agua que se le devuelve (suministra). Por consiguiente, para esos flujos, el uso es igual al suministro.

En el cuadro de suministro los flujos desde la economía hacia el medio ambiente se describen en términos contables como el suministro de una unidad económica al medio ambiente. Cada asiento contable representa la cantidad de agua generada por una unidad económica y descargada hacia el medio ambiente. En el SCAEI-Agua, las descargas de agua de retorno al medio ambiente también se cuentan como “retornos” o “flujos de retorno”.

Los retornos se clasifican en función del medio que los recibe: se distingue entre “recursos hídricos”, que incluyen aguas superficiales, aguas subterráneas y agua del suelo y “otras fuentes”, como los mares o los océanos. Las descargas de agua efectuadas por el resto del mundo son las generadas localmente por unidades no residentes; a menudo son de muy poca magnitud. Incluso en un país donde haya una presencia muy grande de turistas, las descargas, por lo general, se efectúan a través de unidades residentes, como hoteles y restaurantes.

Aguas superficiales: principales ríos y presas en Michoacán

Entre los principales ríos del estado destacan por su longitud e importancia el Balsas y el Lerma. El primero con orígenes en los Estados de Tlaxcala y Puebla, drenando parte del Estado de Oaxaca, Guerrero, México y una gran superficie de Michoacán (55.5%). Los principales afluentes del Balsas son los ríos: Tacámbaro, Cupatitzio, El Marqués y Tepalcatepec. En el caso del Río Lerma, éste se origina en la sierra del Nevado de Toluca, en el Estado de México, drenando una porción de éste Estado, así como de Querétaro, Guanajuato, Jalisco y Michoacán (26.3% de su superficie), vertiendo sus aguas finalmente en el lago de Chapala. Entre sus principales afluentes se tienen el Río Angulo y el Río Duero. En la cuenca cerrada de Lago de Cuitzeo se encuentra el Río Grande de Morelia, que escurre en dirección noreste y el Río Queréndaro. Ambos descargan sus aguas directamente al Lago de Cuitzeo.

El resto de la superficie del estado (18.2%) corresponde a las Regiones Hidrológicas Armería-Coahuayana y Costa de Michoacán, donde se localizan ríos de longitud relativamente corta, destacando el Coahuayana, Coalcomán y Nexpa. En la superficie completa de las 24 cuencas hidrológicas que pertenece total o parcial al Estado, se genera un escurrimiento virgen de 17,250.1 millones de metros cúbicos/año, de los que 9874 Mm³/año corresponden a la parte de Michoacán (57.2%). Este escurrimiento se concentra en gran medida en los meses de junio a noviembre (82.7%).

En el estado existen 118 presas y 143 bordos, además de varios lagos, entre los que destacan por su tamaño: Chapala, Cuitzeo y Pátzcuaro.

Respecto al número de concesiones de aprovechamiento superficial, según la CONAGUA (2013), se tiene un registro de 10,433 concesiones, en su mayoría ubicadas en el sector agrícola con cerca de 6,000 licencias de aprovechamiento (cuadro 1, figura 3).

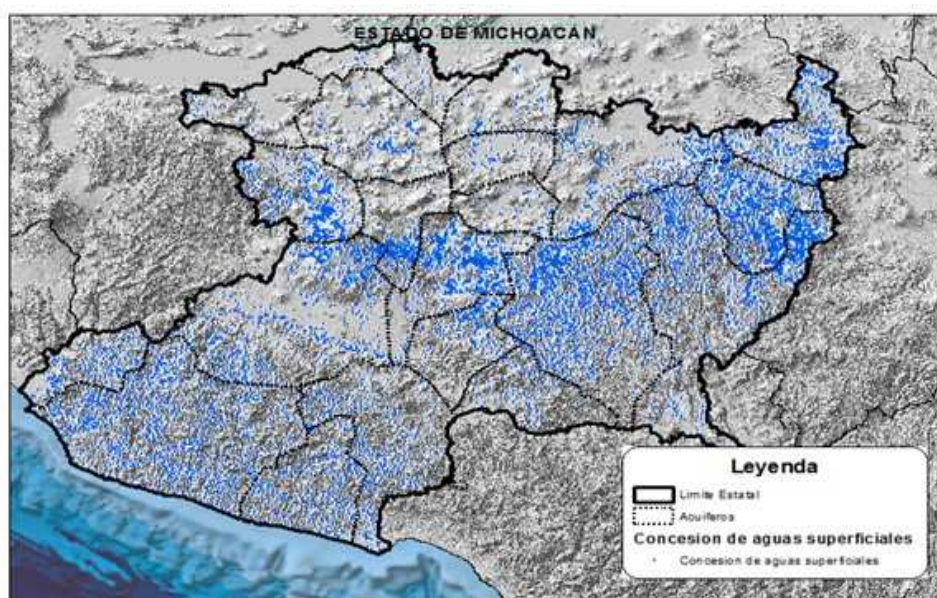


Figura 3. Ubicación geográfica de aprovechamientos de aguas superficiales.

Fuente: Elaboración propia con base en Conagua 2013c

Gran parte de las concesiones se encuentran distribuidas en una franja central del estado que coincide con áreas agrícolas altamente productivas. Esta franja también coincide con el eje Neovolcánico Transversal considerado como una de las principales reservas de agua dulce.

CUADRO 1
Concesiones de agua superficial para uso consuntivo y no consuntivo

Uso del agua superficial	Concesiones	Uso del agua superficial	Concesiones
Acuacultura	130	Industrial	32
Agrícola	3,101	Múltiples	729
Agroindustrial	1	N/d	153
Doméstico	286	Pecuario	149
G. E. Hidroeléctrica	11	Público urbano	5,910
Servicios	84	Total	10,433

Fuente: Conagua 2013c

El volumen de aprovechamiento superficial asciende a un total de cerca de 4,000 Mm³/año. Se ubica al sector agrícola con la mayor demanda de agua, mientras que el sector público urbano tiene una demanda total de más de 200 millones de metros cúbicos por año (cuadro 2).

CUADRO 2
Volumen de agua concesionada por tipo de uso

Tipo de uso	Volúmenes de uso (Mm ³)	Tipo de uso	Volúmenes de uso (Mm ³)
Agroindustrial	0,01	Industrial	71,02
Pecuario	0,10	Múltiples	118,61
Doméstico	4,99	Público urbano	205,79
Servicios	28,87	Agrícola	3281,23
Acuicultura	49,14	Totales	3759,75

Fuente: CONAGUA 2013c

Agua subterránea

Michoacán cuenta con 21 acuíferos, que concentran una recarga de 1,946.9 Mm³/año. 8 de los 21 acuíferos se encuentran sobreexplotados, resaltando los acuíferos Morelia-Queréndaro, Pastor Ortiz-La Piedad y Ciudad Hidalgo-Tuxpan como los casos más severos, repercutiendo negativamente en los costos de extracción por el abatimiento en los niveles de agua en los pozos profundos que ponen en riesgo el abasto de agua de la población. Destaca el caso del acuífero Morelia-Queréndaro y Lagunillas-Pátzcuaro donde se estima que la población de las principales localidades del área continuará creciendo por lo menos en el horizonte al 2030. El volumen total sobreexplotado es de 225.4 hm³/año, en tanto que el disponible es de 608.7 hm³ por año (más de 600 mil millones de litros/año; el volumen sobreexplotado es más de 225 mil millones de litros).

Según los datos de la CONAGUA, el sector con mayor consumo de agua subterránea, de acuerdo a los volúmenes concesionados, es la actividad agrícola con más de 1,000 millones de m³ de consumo anual. Para este sector se tienen otorgadas 5,179 concesiones (cuadro 3).

En total se identifican 8,173 concesiones, en su gran mayoría otorgadas al sector agrícola. El sector público urbano ocupada el segundo lugar con cerca de 2,000 concesiones para extraer anualmente más de 149 millones m³ de agua.

CUADRO 3
Concesiones y volumen de aprovechamiento por tipo de uso

Sector	Títulos	Volumen de extracción concesionado (Mm ³ /año)
Agrícola	5179	1013,83
Agroindustrial	14	0,30
Doméstico	124	10,30
Acuacultura	8	0,03
Servicios	211	11,19
Industrial	158	72,78
Pecuario	112	3,51
Público urbano	1987	149,61
Múltiples	380	37,75
Totales	8173	1299,32

Fuente: Elaboración propia con base en CONAGUA 2013c

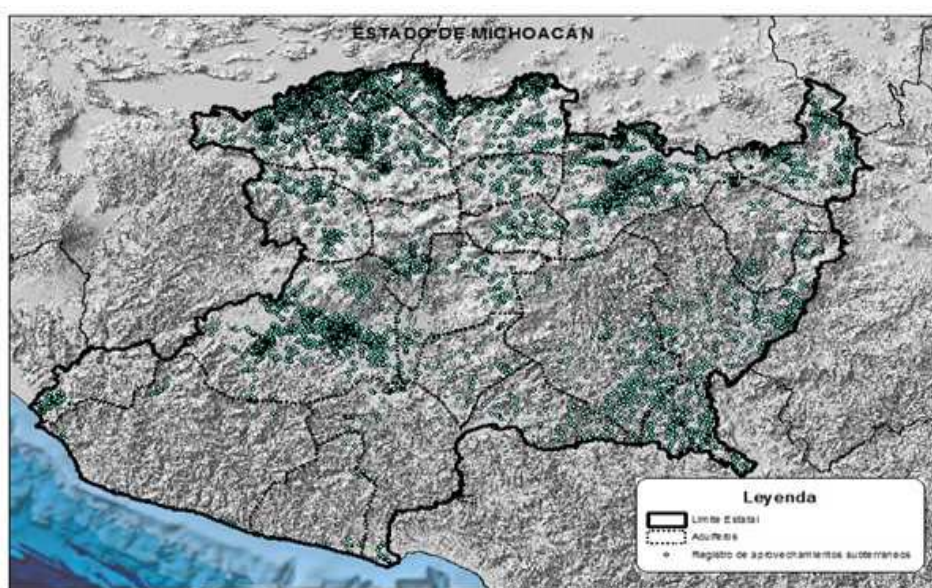


Figura 4. Registro de aprovechamiento de aguas subterráneas.
Fuente: Elaboración propia con base en CONAGUA 2013c

Al observar la figura 4, podemos ver la distribución espacial de las concesiones para uso de agua subterránea. Según los datos, en la zona de tierra caliente y el bajo

son las que tienen el mayor número de concesiones mismas donde se localizan las principales áreas agrícolas del Estado.

Uso actual y disponibilidad media anual de aguas subterráneas

Sobre lo anterior, podemos identificar qué regiones son las que presentan actualmente un alto consumo de agua. De acuerdo al cuadro 4, se identifican cuatro acuíferos con altos volúmenes de consumo. i) El acuífero de Apatzingán con más de 243 millones de m³ al año; ii) el acuífero Morelia-Queréndaro tiene un consumo anual de 165.06 millones de m³ y un déficit 6.16 Mm³/anual; iii) el acuífero Briseñas-Yurécuaro con más de 138 millones de m³/anual y un déficit de 26.26 Mm³/anual; iv) el acuífero Pastor Ortiz-La Piedad presenta un consumo anual de 130.53 millones de m³ con un déficit de 101.94

Estos acuíferos son donde mayormente se ubican las concesiones, en su mayoría para aprovechamiento agrícola, por ejemplo, en el acuífero de Apatzingán se cultiva principalmente limón, mango, melón, plátanos, etc., y en el acuífero Briseñas-Yurécuaro se cultiva principalmente jitomate. Por otro lado, algunos acuíferos presentan un déficit respecto a la recarga media anual por lo que su disponibilidad tiende a cero. Precisamente, en los acuíferos donde la disponibilidad media anual tiende a cero es donde el mercado de agua ha surgido como alternativa para redistribuir los derechos de agua, sea intra o inter sectorial.

CUADRO 4
Disponibilidad por acuíferos

Acuífero	Recarga media anual	Descarga natural comprometida	Volumen concesionado de agua subterránea	volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos	Disponibilidad media anual de agua subterránea	Déficit
	Millones de metros cúbicos anuales					
Maravatío - Contepec-E. Huerta	182,2	95,3	54,49	45,5	32,4	0

Demanda sectorial de agua en el estado ... Indicadores de Sustentabilidad Hídrica

Acuífero	Recarga media anual	Descarga natural comprometida	Volumen concesionado de agua subterránea	volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos	Disponibilidad media anual de agua subterránea	Déficit
	Millones de metros cúbicos anuales					
Morelia-Queréndaro	286,7	127,8	165,06	162,2	0	-6,16
Lagunillas-Pátzcuaro	41,3	28,7	6,35	15	6,24	0
Pastor Ortiz-La Piedad	28,7	0,1	130,53	34,3	0	-101,94
Zacapu	189,5	125,4	20,52	23	47,57	0
Ciénega de Chapala	126	27,8	75,57	85,5	22,62	0
Zamora	308,5	180,2	96,3	61,4	32,02	0
Briseñas-Yurécuaro	114	2	138,26	144,8	0	-26,26
Ciudad Hidalgo-Tuxpan	60,5	41,3	64,53	10	0	-45,33
Huetamo	219,8	197,6	8,16	7	14,03	0
Churumuco	42,3	35,6	0	0	6,7	0
Uruapan	97,3	29,5	24,69	12,8	43,1	0
La Huacana	38	28,8	5,84	5,8	3,35	0
Nueva Italia	99,2	0,3	7,49	44,2	91,42	0
Playa Azul	34,41	19,6	0,2	8,4	14,29	0
Ostula	7,4	2,9	3,89	2,2	0,60611	0
Apatzingán	494,4	94,6	243,94	229,8	155,85	0
Coahuayana	70,1	40,7	22,14	9,6	7,25	0
Cotija	134,8	92,7	32,3	27	9,76	0

Demanda sectorial de agua en el estado ... Indicadores de Sustentabilidad Hídrica

Acuífero	Recarga media anual	Descarga natural comprometida	Volumen concesionado de agua subterránea	volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos	Disponibilidad media anual de agua subterránea	Déficit
	Millones de metros cúbicos anuales					
La Piedad	72,6	23,4	71,25	68	0	-22,05
Total (Mm³)	2647,71	1194,3	≈1171,51²	996,5	487,20611	

Fuente: Elaboración propia con base en datos de CONAGUA. Disponibilidad de agua subterránea, 2009,2010, 2011

Transmisión de derechos de agua

La Ley de Aguas Nacionales, en su Título Cuarto, Capítulo V, regula el derecho a transmitir los títulos de concesión de aguas nacionales, al tenor del párrafo primero del artículo 33: “Los Títulos de Concesión para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales, legalmente vigentes y asentados en el Registro Público de Derechos de Agua, así como los Permisos de Descarga, podrán transmitirse en forma definitiva total o parcial, con base en las disposiciones del presente Capítulo y aquellas adicionales que prevea la Ley y su reglamento. (...)”.

Para el caso del Estado de Michoacán, los registros de transmisiones han tenido un avance significativo, teniendo para 2012 un total de 220 solicitudes ingresadas. En términos de transferencia, se registró un total de más de 16 millones de metros cúbicos cedidos a varios sectores (cuadro 5).

De las transmisiones registradas, el sector agrícola aportó más de 12 millones de m³; es decir, 75% de las transferencias provinieron del sector agrícola. En este mismo sector se registran más de 8,280 concesiones cuyo volumen de extracción otorgado alcanza los 4,295.06 millones de m³ de agua (REPDA, 2013).

El sector servicios ha ofertado más de 2 millones de m³; el público urbano más de 1.5 millones de m³, el industrial cerca de 140 mil m³ y para usos múltiples más de

² La sumatoria no coincide con los otros datos presentados sobre el uso de agua subterránea. Lo anterior obedece al proceso de homologación en la delimitación de los acuíferos que realizó la CONAGUA a partir 2009

160 mil m³. Además del sector agrícola, los sectores con mayor transmisión otorgada son el público urbano (cerca de 4 millones de m³) y el sector servicios (cerca de 700 mil m³). Por su parte el sector industrial y pecuario recibieron más de 24 mil y 35 mil m³ respectivamente.

La transferencia intrasectorial se da principalmente en 6 sectores: el agrícola, servicios, público urbano, acuacultura, industrial y pecuario. De estas, el de mayor participación es el sector agrícola. Respecto a la dinámica intrasectorial de las transferencias en el sector agrícola, sus principales fuentes de transmisión se ubican en los acuíferos de Apatzingán, Briseñas-Yurécuaro, Ciénega de Chapala y Morelia-Queréndaro. Asimismo, estos acuíferos son los que mayormente transfieren hacia los otros sectores, por ejemplo, el acuífero de Morelia-Queréndaro transfirió al sector industrial más de 110 mil m³.

CUADRO 5
Matriz de transmisión intersectorial del recurso hídrico-Michoacán (Mm³)

Sector	Agrícola	Servicios	Público urbano	Acua-cultura	Indus-trial	Múlti-ple	Pecua-rio	Total/oferta Mm ³
Agrícola	10,63	0,28	0,70	0,00	0,12	0,12	0,35	12,20
Servicios	0,08	0,06	1,84	0,00	0,02	0,00	0,00	2,00
Público urbano	0,00	0,30	1,36	0,00	0,00	0,00	0,00	1,66
Industrial	0,00	0,00	0,03	0,00	0,10	0,00	0,00	0,14
Múltiple	0,01	0,04	0,01	0,00	0,00	0,10	0,00	0,16
Total/demanda	10,72	0,69	3,95	0,00	0,24	0,22	0,35	16.17

Fuente: Elaboración propia con base en CONAGUA (c),

En resumen: en la parte correspondiente a la oferta de transmisiones, el sector agrícola, servicios y público urbano transfieren hacia los otros sectores 12.20 millones, 2 millones y 3.95 millones de metros cúbicos de agua respectivamente. Por otro lado, la demanda o los mayores sectores beneficiados por las transmisiones, son principalmente el sector agrícola y público urbano, con una demanda de 10.72 millones y 3.95 millones de m³, respectivamente.

La interacción en las transmisiones de los derechos puede esquematizarse en la figura 5, en el que pueden observarse las contribuciones que se dan entre los distintos sectores.

³ Datos redondeados

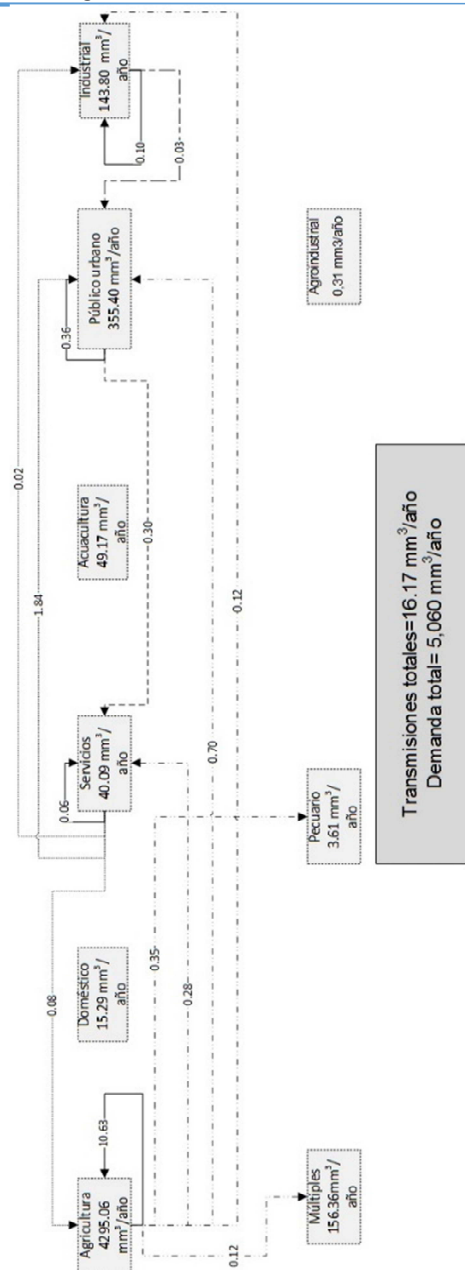


Figura 5. Demanda de agua por sectores y volúmenes de transmisión intra e inter sectorial.
Fuente: Elaboración propia con base en CONAGUA (c, b), dirección de Bancos de Agua, Michoacán, 2013.

Análisis de la oferta y demanda de agua en Michoacán

De acuerdo a las fuentes consultadas, se estima que para el Estado de Michoacán hay aproximadamente una oferta total anual de agua de más de 12,521 millones de metros cúbicos de agua. La demanda total se estima en más de 5,060 millones de m³ de acuerdo con la figura 6, la principal fuente de oferta proviene de las aguas superficiales con más de 9 600 millones de m³ de disponibilidad anual, mientras que las fuentes subterráneas ofertan más de 2,600 millones m³/anuales. Dentro del sistema económico del Estado, se calcula que las unidades económicas absorben, de las fuentes superficiales, más de 3,700 millones de m³/anual. De la fuente subterránea, consume cerca de 1,300 millones de m³/anuales. La principal actividad económica con mayor consumo es la actividad agrícola que tiene un consumo cerca de 4,300 millones de m³/anuales, lo que representa alrededor del 85% de la demanda total. Este sector toma de las fuentes superficiales 3,281.23 millones m³/año, y de la fuente subterránea extrae 1,013.83 millones de m³/año.

CUADRO 6
Consumo de agua superficial y subterránea

Sector	Mm ³	Superficial %	Subterránea %
Agrícola	4295.06	76.40	23.60
Agroindustrial	0.30	3.38	96.62
Doméstico	15.29	32.63	67.37
Acuacultura	49.42	99.42	0.06
Servicios	40.06	72.06	27.94
Industrial	143.80	49.39	50.61
Pecuario	4.474	2.15	78.51
Público urbano	355.40	57.90	42.10
Múltiples	156.36	75.85	24.15
Gen. de energía eléctrica *	0		
Comercio	0		
Otros	0		
Totales	5060.19	74.30	25.68

Fuente: CONAGUA 2013c

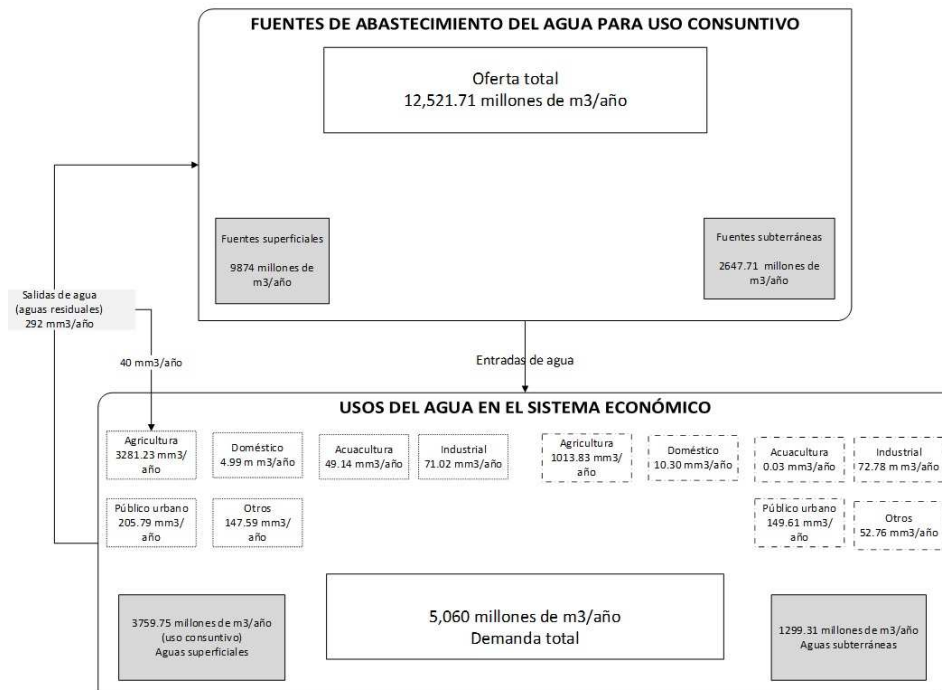


Figura 6. Esquema general de oferta y demanda de agua.
Fuente: Elaboración con base en CONAGUA 2013 (a, b, c)

Conclusiones

La construcción de los indicadores de sustentabilidad exige la utilización de datos fiables acerca del sector que se desea analizar. En materia de sustentabilidad hídrica, los datos presentados acerca de la utilización del recurso en el estado de Michoacán es un primer intento en generar, aportar y ampliar el conocimiento en torno a la oferta y demanda del agua de los distintos sectores de la economía. Al revisar el esquema de oferta y demanda se observa que estas ascienden a más de 12,500 millones m³ y más de 5,000 millones de m³, respectivamente. No obstante, es importante tener en cuenta que la contabilidad de la demanda del recurso hídrico, surge a partir de la sumatoria de los volúmenes de extracción concesionados. Lo anterior conlleva a cuestionar los volúmenes de demanda de agua que actualmente se utilizan en el estado. De acuerdo a la CONAGUA (2009), se estima que la dotación media de agua potable en el estado es de 349 litros/habitante/día, lo que

significa que, si contemplamos tan sólo la población total de la ciudad de Morelia, se estima una demanda total de 77.11 millones de m³ de agua anual, cantidad superior a los volúmenes de extracción que se tiene registrado en las concesiones de uso doméstico. Los indicadores presentados en torno a la demanda y oferta del agua podrán complementarse con trabajos posteriores a partir de la correlación entre agua y tipo de actividad económica (agricultura de temporal-riego, tipo de actividad industrial, etc.) que permitan reflejar la dinámica y los volúmenes usados por éstos. Lo anterior obliga a los tomadores de decisión a desarrollar instrumentos de gestión del agua que den cuenta de los volúmenes de agua realmente utilizados en los distintos sectores de la economía. En este trabajo hemos planteado, presentado y analizado las limitantes que existen en el uso del agua. Si bien, con base a lo presentado, la oferta es mayor que la demanda, las estimaciones del uso del agua a un nivel sectorial nos proporcionará datos más precisos sobre las condiciones y niveles de uso.

Bibliografía

- CONAGUA**, 2009. Actualización de la Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea. *Comisión Nacional del Agua*.
- CONAGUA**, 2009. Programa Hídrico Visión 2030 del Estado de Michoacán de Ocampo. *Comisión Nacional del Agua*.
- CONAGUA**, 2012. Bancos del Agua en México. *Comisión Nacional del Agua*.
- CONAGUA**, 2012. Compendio Estadístico de Administración del Agua, Edición 2012. *Comisión Nacional del Agua*.
- CONAGUA**, 2013. Compendio Estadístico de Administración del Agua, Edición 2013. *Comisión Nacional del Agua*.
- CONAGUA**, 2013. Títulos y volúmenes de Aguas. Registro Público de Derechos del Agua. *Comisión Nacional del Agua*.
- CONAGUA**, 2013b. Transmisión de derechos del agua en Michoacán. *Comisión Nacional del Agua*.
- CONAGUA-Michoacán**, 2013. Recursos Hídricos en el Estado de Michoacán. *Comisión Nacional del Agua*.
- Guerrero García Rojas, Hilda R.**, 2007. "El uso de instrumentos económicos para una gestión de los recursos hídricos (enfoque global de la gestión integrada)". Economía del Agua; editado por Servicios de publicaciones de la Junta de Castilla-La Mancha. España. P 63-76. ISBN: 978-84-7788-465-1 Noviembre 2007.

- ONU**, 2013. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. División de Estadística. Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica para el Agua (SCAEI-AGUA). *Naciones Unidas*.
- INEGI**, 2010. Censo de Población y Vivienda 2010. *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*.
- Rubiños-Panta, J. E. et al.**, 2007. Valor económico del agua y análisis de las transmisiones de derechos de agua en distritos de riego de México. *Redalyc*. ISSN (Versión impresa): 0187-5779