

PROGRAMA DE PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES EN MORELIA

Informe de Resultados



Integración de Valoración Múltiple de Servicios Ecosistémicos en Herramientas y Decisiones de Planeación en la ciudad de Morelia.



MORELIA
Gobierno Municipal



giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Por encargo de:



Ministerio Federal
de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza
y Seguridad Nuclear

de la República Federal de Alemania



Acerca de este Informe

El presente informe fue desarrollado por Conservation Strategy Fund (CSF) y presenta los resultados del estudio Integración de valoración múltiple de Servicios Ecosistémicos en herramientas y decisiones de planeación de tres ciudades mexicanas.

Este caso, se muestran los resultados específicamente sobre Morelia en el Municipio homónimo en el Estado de Michoacán, dentro del Programa de Protección del Clima en la Política Urbana Mexicana (CiClim), financiado por la Iniciativa Internacional de Protección del Clima (IKI) e implementado por la Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable en México (GIZ).

El proyecto CiClim busca apoyar a los municipios en la planeación integral, brindando asesoramiento técnico y apoyo estratégico para fomentar el desarrollo urbano sostenible. Dentro de los temas medioambientales, una de las acciones es brindar acompañamiento a un proceso de gobernanza y sensibilización para integrar los servicios ecosistémicos (SSEE) en la planeación urbana. El presente estudio tiene como objetivo identificar y estimar el valor de los SSEE que juegan un papel relevante en el municipio de Morelia, así como asesorar a actores clave para que los valores identificados puedan incluirse en instrumentos de planeación. A su vez, el estudio propone un mecanismo de financiamiento que tiene como objetivo contribuir con la conservación de los SSEE identificados.

El documento comienza con una introducción a los conceptos clave como son los SE y la valoración económica (Sección 1). Posteriormente se tiene una presentación del contexto donde se presenta el área de estudio, la problemática a atender, los SE identificados y los actores clave relacionados con el SSEE (Sección 2). La Sección 3 presenta el enfoque metodológico utilizando, seguido por la Sección 4 de resultados. En la Sección 5 se discute de manera general los elementos para el diseño de un mecanismo de financiamiento para asegurar la provisión del SSEE identificado, en este caso un mecanismo de pago por servicios ambientales. Finalmente, en la Sección 6 se presenta una discusión de los resultados obtenidos así como recomendaciones puntuales que puedan contribuir con la planeación urbana del municipio.

Las opiniones reflejadas en el documento son responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan la opinión de los financiadores.

CONTENIDO

Acerca de este informe	3
Resumen ejecutivo	8
1. INTRODUCCIÓN	12
1.1. ¿Qué son los servicios ecosistémicos?	13
1.2. ¿Qué es la valoración económica?	14
2. CONTEXTO GENERAL	18
2.1. Área de estudio	18
2.2. Problemática identificada - escasez de agua y cambio de uso de suelo	20
2.3. Servicios ecosistémicos identificados	23
2.4. Actores relevantes	24
2.5. Sistema de agua potable del municipio de Morelia	25
3. ENFOQUE METODOLÓGICO	30
3.1. Encuestas	30
3.1.1. Prueba piloto	32
3.1.2. Recolección de datos	33
3.1.3. Análisis descriptivo	33
3.2. Análisis de la demanda de agua	34
3.3. Análisis de la disponibilidad a pagar	36
4. RESULTADOS	38
4.1. Análisis descriptivos	38
4.2. Análisis de la demanda de agua	44
4.2.1. Correlación entre nivel tarifario e ingreso	44
4.2.2. Distribución del consumo de agua y tarifas no lineales	46
4.2.3. Estimación de la demanda de agua	47
4.2.4. Análisis de la tarifa única	48
4.2.5. Modelos univariados y multivariados	51
4.2.6. Demanda de la disponibilidad a pagar	52

5. DISEÑO DE UN MECANISMO DE FINANCIAMIENTO	55
5.1. Introducción	55
5.1.2. Recaudación	57
5.1.3. Instrumento financiero	59
5.1.4. Desembolso	60
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62
7. ACRÓNIMOS Y ABREVIACIONES	65
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
ANEXO A - Encuesta	

TABLAS

Tabla 2.1. Servicios ecosistémicos identificados relacionados con la problemática de escasez de agua y cambio de uso de suelo	23
Tabla 2.2. Tarifa para usuarios domésticos por nivel sin servicio medido	26
Tabla 2.3. Tarifa para usuarios domésticos por nivel con servicio medido	26
Tabla 3.1. Distribución de usuarios por nivel tarifario	30
Tabla 3.2. Relación de encuestas de la prueba piloto según nivel tarifario	32
Tabla 3.3. Porcentaje de encuestas según nivel tarifario	33
Tabla 4.1. Resultados de la elasticidad de la demanda del consumo de agua	47
Tabla 4.2. Resultados de la elasticidad de la demanda del consumo de agua por nivel	47
Tabla 4.3. Ingresos potenciales anuales según el aporte adicional y el porcentaje de usuarios que aportarían	54

Figura 1.1.	Modelo conceptual que relaciona servicios ecosistémicos y bienestar humano	15
Figura 1.2.	Valor económico total	16
Figura 2.1.	Mapa de microcuencas dentro del municipio de morelia	19
Figura 2.2.	Modelo de ordenamiento ecológico del municipio de morelia.	21
Figura 2.3.	Actores relacionados con el ssee de provisión de agua	24
Figura 2.4.	Usuarios registrados por tipo de usuario	25
Figura 2.5.	Tarifa marginal por nivel de usuario	28
Figura 2.6.	Comparativo de tarifas marginales actuales y propuesta de tarifa marginal única	29
Figura 3.1.	Ejemplo de la georeferenciación por nivel (amarillo – nivel 1, rojo – nivel 2, Verde – nivel 3)	31
Figura 3.2.	Maximización de la utilidad en una estructura de bloque tarifario incremental, donde "X" son todos los bienes excepto el agua y y es el ingreso	34
Figura 4.1.	Percepción del uso del agua en el hogar	38
Figura 4.2.	Percepción de los usuarios con relación a dónde proviene el agua que llega a su hogar	39
Figura 4.3.	Estado civil de los encuestados	40
Figura 4.4.	Escolaridad de los encuestados	41
Figura 4.5.	Distribución de los niveles de ingreso de los encuestados	42
Figura 4.6.	Razones por las cuales los usuarios aportarían una cantidad adicional	43
Figura 4.7.	Correlación entre nivel tarifario e ingreso (agregado)	
Figura 4.8.	Correlación entre nivel tarifario e ingreso (desagregado)	
Figura 4.9.	Correlación entre nivel tarifario e ingreso (media y outliers)	
Figura 4.10.	Distribución del consumo de agua y tarifas no lineales	
Figura 4.11.	Esquema tarifario propuesto/cuota fija base mas precio incremental por m3 consumido	
Figura 4.12.	Proporción de consumidores en cada nivel que consumen hasta 10 m3	
Figura 4.13.	Cambio en la demanda por un cambio en el sistema tarifario	
Figura 4.14.	Cambio en la demanda por nivel según ingreso	
Figura 4.15.	Curva de demanda del modelo	
Figura 4.16.	Curva de ingreso por cantidad aportada	

Figura 5.1.	Mecanismo financiero - pago por servicios ambientales
Figura 5.2.	Opciones de recaudación de fondos según percepción de los usuarios del agua
Figura 5.3.	Opciones de recaudación de fondos según percepción de los usuarios del agua
Figura 5.4.	Zonas prioritarias para la implementación de actividades bajo un pago por Servicios Ambientales

RESUMEN EJECUTIVO

El municipio de Morelia se encuentra al centro-norte del Estado de Michoacán. En 2015 contaba con 784,776 habitantes, en 290 localidades; la mayoría de la población se concentraba en la ciudad de Morelia. Actualmente el Municipio presenta problemas de abastecimiento de agua, derivado de la sobreexplotación y contaminación de las fuentes superficiales y subterráneas, así como en la distribución del servicio.

El municipio se abastece de agua de pocas fuentes, incluyendo las superficiales como el manantial la Mintzita y la presa Cointzio, así como de aguas subterráneas. El acuífero donde se encuentra el Municipio, conocido como Morelia-Queréndaro, se considera en condición de sobreexplotación, teniendo un déficit de 34.42 millones de metros cúbicos por año, con el 70% de los pozos actualmente abatidos. La presa de Cointzio y el manantial de la Mintzita, también presentan problemas importantes de contaminación y de presión urbana.

Además de los problemas en las fuentes de abastecimiento y la distribución, el crecimiento de la población y la mancha urbana ha generado una reducción en las áreas de vegetación que son clave para la captación y recarga de agua. En el Estado de Michoacán, la superficie de la cubierta forestal ha disminuido de forma constante. Durante el periodo del 2004 al 2007 se estimó una pérdida de 6,600 hectáreas (ha) por año, y de 3,000 ha por año en el periodo de 2007 al 2014. El principal impulsor de cambio de uso de suelo son las huertas de aguacate y el establecimiento de pastizales.

Con base en la problemática de escasez de

agua, el presente estudio identificó como servicio ecosistémico clave la provisión de agua para el uso doméstico. A partir de esto se realizó un análisis de la demanda de agua con un análisis econométrico que busca representar la relación entre distintas variables, incluyendo al tipo de usuarios, consumo promedio (m³), características socioeconómicas, nivel de ingreso, entre otras. El análisis se basó en la utilización del modelo de elección discreto-continua (MDC) para el uso de agua residencial bajo un esquema de tarifas de bloque tarifario incremental, con el objetivo de estimar el valor esperado del consumo de agua y las elasticidades de precio de la demanda.

Un segundo análisis identificó si los usuarios de agua potable estarían dispuestos a realizar una contribución monetaria en el recibo del agua, (es decir si existe disponibilidad a pagar o DAP) la cual pudiera estar destinada a financiar actividades de conservación a ser implementadas en las áreas de recarga de agua, a través de un mecanismo financiero como un pago por servicios ambientales. Este análisis utilizó el método de valoración contingente a través de una pregunta sobre la disponibilidad a pagar bajo el formato dicotómico simple, los usuarios del servicio de agua potable respondieron si estarían dispuestos a aportar una cantidad monetaria adicional al pago de agua con respuestas sí o no. Bajo este modelo se busca explicar la probabilidad (entre 0 y 1) de que un usuario del agua esté dispuesto a aportar la cantidad adicional de dinero para financiar actividades de conservación y restauración de bosques en las cuencas.

Para ambos modelos se utilizó información secundaria proporcionada por el Organismo Operador de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (OOAPAS), así como información primaria generada por encuestas a los usuarios domésticos del agua. El sistema de agua potable del Municipio tiene registrados 230,248 usuarios, de los cuales el 90% son domésticos. Las cuotas por el servicio de agua potable se establecen en la Ley de Ingresos del Municipio de Morelia, dividiendo a los usuarios domésticos en cuatro niveles según las condiciones predominantes de la zona en la que se encuentra el predio y buscando captar las diferencias socio-económicas de los diferentes usuarios, brindando subsidios o apoyos gubernamentales a los usuarios con menores ingresos.

Se entrevistaron 705 personas, de las cuales el 44% fueron mujeres. Aunque más de la mitad de los encuestados saben que el agua proviene ya sea de acuíferos o fuentes superficiales, más del 40% de los usuarios desconocen de donde proviene el agua que llega a su hogar. Por su parte, más del 90% coinciden que los hogares deben de tomar medidas para ahorrar agua aún si esto implica cambios importantes en su bienestar y el 95% de los entrevistados están de acuerdo en que la conservación de los bosques es indispensable para la provisión de agua y que el municipio de Morelia necesita invertir en acciones de conservación y restauración de sus bosques para asegurar la provisión de agua en el futuro.

Los resultados del análisis de la demanda de agua indican que la correlación entre nivel tarifario e ingreso es baja, lo que señala que la selección de usuarios por nivel tarifario, aunque están divididos según las condiciones predominantes de la zona

en la que se encuentra el predio y buscan captar las diferencias socio-económicas de los diferentes usuarios, no están captando por completo el nivel de ingreso de todos los usuarios. Esto significa que hay personas de ingresos altos que están siendo beneficiados por los subsidios o apoyos gubernamentales, mientras que hay usuarios con menores ingresos que están pagando las tarifas más altas y que no corresponderían a su nivel de ingresos. Por lo anterior, se sugiere hacer una revisión detallada de la asignación de los niveles y considerar el nivel de ingreso cuando se busque ajustar las tarifas de agua en el futuro.

En cuanto a la demanda de agua los resultados indican que la demanda de agua es poco elástica. Un aumento del 1% en la tarifa de agua (todas las tarifas) implicaría una reducción de 0.27% en el consumo de agua. Por otro lado, un aumento del 1% del ingreso implicaría en un aumento de 0.09% del consumo de agua. Las elasticidades calculadas por nivel arrojan resultados similares a la elasticidad calculada en conjunto, donde un aumento del 1% en la tarifa de agua implicaría una disminución del consumo de agua de entre 0.25% y 0.27% según el nivel que sea considerado.

Finalmente se realizó un análisis de una de las propuestas del Ayuntamiento de Morelia de modificar el bloque tarifario a una tarifa única. Bajo este esquema se tendría una cuota fija base más un precio por m³ consumido, el cual sería incremental conforme aumenta el consumo del agua. Los resultados indican que el esquema propuesto no beneficiará a los consumidores que consumen pequeñas cantidades de agua (hasta 10 m³) y a los consumidores en el Nivel 1 (ingresos mas bajos). Para

el Nivel 1, el consumo esperado bajo la nueva política disminuiría 7%. Para los demás niveles (2, 3 y 4), el consumo aumentaría 8%, 12% y 35% respectivamente. Por lo anterior, se puede concluir que el esquema propuesto podría afectar desproporcionadamente el consumo de agua de los ciudadanos de Morelia. Si bien el efecto sería negativo para los consumidores en el primer nivel, beneficiaría a los consumidores de los otros niveles y habría un incremento general en el nivel de consumo. Aunque no se realizó ningún cálculo adicional, este resultado también sugiere que hay espacio para aumentar la tarifa del agua a los consumidores que consumen más de 10 m³ en los Niveles 2, 3 y 4. Este aumento se podría utilizar para

subsidiar el consumo de agua de los consumidores con ingresos más bajos (que consumen menos de 10 m³).

Por lo que respecta al análisis de disponibilidad a pagar, los resultados obtenidos indican que el 80% de los usuarios estarían dispuestos a pagar un aporte adicional en su recibo de agua, a fin de contribuir en la conservación de las fuentes de agua. Los resultados se presentan en la siguiente tabla.

Aporte Adicional en pesos	Porcentaje	Proporción de usuarios que aportarían una cantidad adicional	Ingresos potenciales bimestrales	Ingresos potenciales anuales
0	80%	165,633	\$-	\$-
2	77%	161,241	\$322,481.75	\$1,934,890.47
5	74%	154,196	\$770,977.91	\$4,625,867.48
8	70%	146,641	\$1,173,128.40	\$7,038,770.40
12	65%	135,878	\$1,630,533.94	\$9,783,203.61
15	61%	127,383	\$1,910,751.87	\$11,464,511.24
20	54%	112,685	\$2,253,699.54	\$13,522,197.22
24	48%	100,704	\$2,416,901.90	\$14,501,411.38
28	43%	88,794	\$2,486,237.82	\$14,917,426.93

Ingresos potenciales anuales según el aporte adicional y el porcentaje de usuarios que aportarían.

El análisis de demanda e ingresos sugieren que el pago definido vaya entre los \$2 y los \$12 pesos. Con esta cantidad se podrían recaudar entre dos y diez millones de pesos respectivamente por año, siempre y cuando:

» El pago se lleve a cabo de manera obligatoria. Un esquema voluntario es probable que tenga una recaudación menor.

» No existan modificaciones a la tarifa actual de los usuarios con medidor.

» Los usuarios del agua potable en Morelia no se vean afectados por otros cobros (por ejemplo, la aplicación del 3.5% sobre el monto de los ingresos recaudados por concepto del suministro de agua potable, como se propuso y no aprobó por la Comisión de Desarrollo Sustentable y Medio Ambiente del Congreso del Estado), ya que la implementación de los mismos podría incidir en la disponibilidad de pago de los usuarios.

A partir de los resultados obtenidos, el Instituto Municipal de Planeación de Morelia (IMPLAN) junto con otros actores como la Secretaría de Desarrollo Rural y Medio Ambiente (SEDRUMA), el OOAPAS y Tesorería coincidieron en la importancia y urgencia de diseñar un Pago por Servicios Ambientales (PSA). Para ello se sugirió que en el corto plazo la recaudación se lleve a cabo a través de un donativo voluntario de los usuarios. En un inicio se sugiere cobrar un monto fijo de \$10 pesos. Los donativos se podrán realizar en las oficinas de cobro de la Tesorería. En una segunda fase del proyecto se buscará incluir la opción del donativo voluntario en las oficinas del OOAPAS. Finalmente, el objetivo de mediano plazo es migrar a un esquema obligatorio, en donde los usuarios tengan que pagar una cuota adicional ya sea en el recibo de agua o a

través del impuesto predial.

Es importante mencionar que para que un mecanismo voluntario pueda ser exitoso es necesario que se acompañe con campañas de difusión y concientización. Un bajo nivel de información e interés de los usuarios puede llevar a una baja recaudación, y esto puede poner el riesgo los planes de largo plazo (mecanismo obligatorio). La información generada y presentada en este informe, ofrecer argumentos suficientes para el diseño de las estrategias de difusión y concientización que sean necesarias.

El instrumento financiero identificado para la implementación del PSA es el Fondo Ambiental Municipal. El Fondo, inscrito en el Reglamento Ambiental y de Sustentabilidad del Municipio, ya cuenta con un acuerdo donde se autoriza su creación a cargo de la Dirección de Medio Ambiente y Sustentabilidad del Ayuntamiento de Morelia. El Fondo Ambiental operará con una cuenta en la Tesorería del Municipio.

En el diseño de un PSA es necesario identificar las áreas prioritarias para la captación de agua, así como tener un diagnóstico sobre las distintas fuentes de abastecimiento. El municipio de Morelia ya tiene información relacionada con el uso de suelo y la proyección del cambio de uso de suelo, así como de las zonas con mayor producción superficial de agua. A su vez, ha identificado las zonas prioritarias para la implementación de actividades clave que aseguren la provisión de agua y otros servicios ecosistémicos.

1. INTRODUCCIÓN

A continuación se describen dos conceptos muy importantes y básicos para comprender el análisis y resultados de este estudio, los servicios ecosistémicos y la valoración económica.

. Ambos conceptos son la base para comprender los análisis y resultados presentados en este estudio.



"Manantial de la Mintzita"
Fotografía: GIZ

1.1. ¿QUÉ SON LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS?

Todos dependemos de los ecosistemas y de los servicios que estos nos proporcionan (MEA, 2005). Los servicios ecosistémicos (SSEE) se definen como aquellos beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas (MEA, 2005). En otras palabras, los SSEE son los beneficios que la naturaleza nos da y hacen posible la vida humana al proporcionar alimentos,

agua limpia, regular el clima y al proporcionar actividades culturales y recreativas, entre muchos otros servicios (FAO, 2018).

Existen cuatro categorías de SSEE identificados por la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA por sus siglas en inglés), incluyendo:



De La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2005), una síntesis del estado de los ecosistemas a nivel global menciona que el 60% de los SSEE están siendo degradados o usados de manera no sostenible, afectando a los más pobres. El reto de revertir la degradación de los ecosistemas mientras que se siguen satisfaciendo las necesidades humanas implica que se requieren cambios importantes en las políticas, instituciones y prácticas (MEA, 2005).

La valoración económica puede llevarse a cabo para valores de uso (beneficios de usar el activo, como el uso de agua para riego), que pueden ser directos o indirectos. Estos valores incluyen tanto beneficios planeados como posibles usos en el futuro (también conocido como valores de opción). A su vez, pueden identificarse los valores de no uso (activos que no son usados directamente por las personas, pero que se quieren preservar para futuras generaciones o simplemente por el valor que tienen al existir) (OECD, 2007) (Figura 1.2).

1.2. ¿QUÉ ES LA VALORACIÓN ECONÓMICA?

La valoración económica busca determinar el valor económico de los SSEE para los individuos. A diferencia de los indicadores que se miden, por lo general, en unidades físicas (lo que los hace difícil de comparar), la valoración económica se mide en términos económicos (Polasky, 2012). Para realizar una valoración económica es importante entender cómo diferentes acciones impactan (positiva o negativamente) las condiciones ecológicas o funciones ecosistémicas (por ej., ciclo hidrológico de agua), cómo los cambios en condiciones ecológicas conllevan a cambios en la provisión del SSEE (por ej., cantidad de agua) que afectan directamente a las personas. Es decir, cómo los cambios en la provisión de SSEE afectan el bienestar humano (De Groot et al., 2010; Olander et al., 2015; Polasky, 2012).

La Figura 1.1 muestra gráficamente esta relación. Cabe mencionar que es clave en el proceso identificar los cambios marginales¹ en el valor que pueden ocurrir debido a diferentes opciones de manejo, presiones o intervenciones (Haines-Young and Potschin, 2009).

¹ Un cambio marginal se refiere a los efectos de pequeños cambios en las variables relevantes.

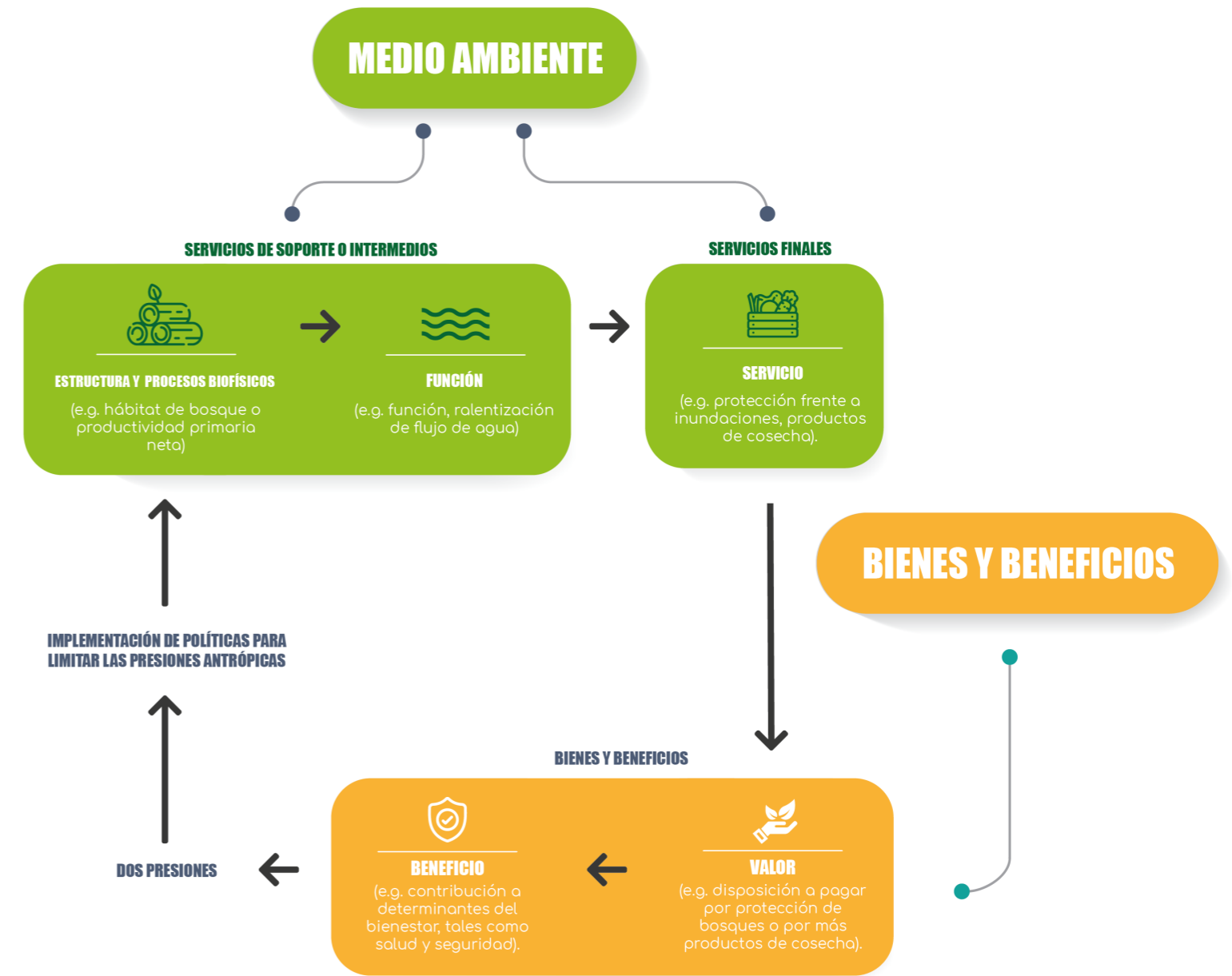


FIGURA 1.1. Modelo conceptual que relaciona servicios ecosistémicos y bienestar humano

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente de Chile (sin fecha) adaptado de Haines-Young y Potschin (2012).

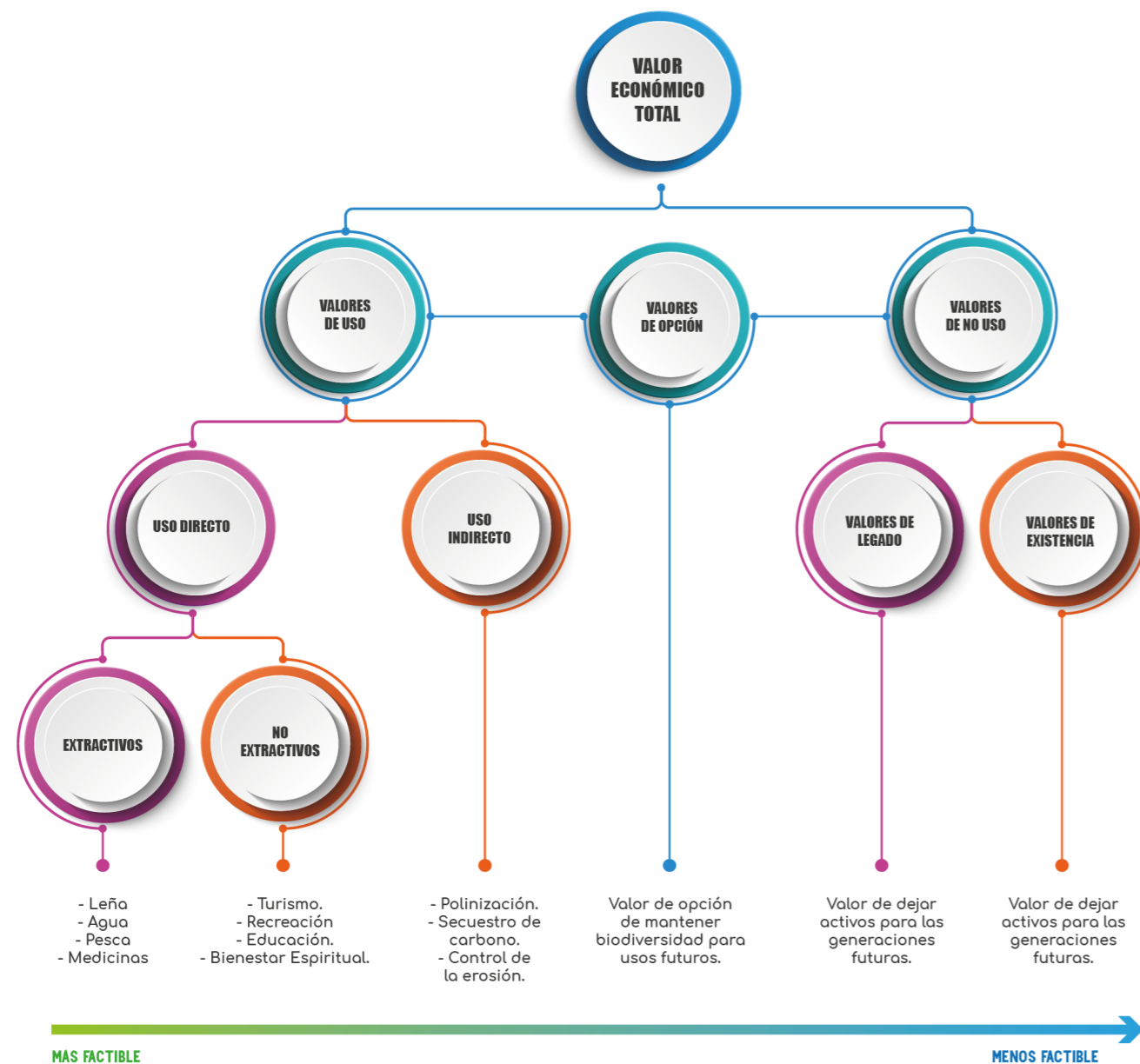


Figura 1.2. Valor económico total

Fuente: Adaptado de OECD (2007)

Existen diferentes métodos que pueden aplicarse para llevar a cabo una valoración económica los cuales se describen a continuación:

» **Métodos de mercado:** Se basan en precios de mercado existentes. Entre estos se encuentran los precios de mercado, enfoque de costos (costos evitados, costos de reemplazo, costos de restauración) y función de producción.

» **Métodos de preferencias reveladas:** Se basan en la observación de las elecciones que hacen los individuos en mercados existentes que se relacionan con los SSEE que se van a valorar. Entre éstos se encuentran los métodos de costos de viaje y los precios hedónicos.

» **Métodos de preferencias declaradas:** Se basan en la simulación de un mercado y demanda por un SSEE a través de encuestas en cambios hipotéticos en la provisión de algún servicio. Entre éstos se encuentra la valoración contingente y los modelos de elección.

» **Transferencia de beneficios:** Se basan en la estimación del valor de los SSEE al transferir el valor estimado existente de un ecosistema similar que fue previamente estudiado.

A continuación se presenta el contexto general del proyecto, así como el SSEE identificado a valorar, el enfoque metodológico y los resultados del estudio.

2. CONTEXTO GENERAL

Este capítulo incluye una breve descripción del Municipio de Morelia, así como una de las problemáticas más importantes que enfrenta. Con base en su análisis se identificó el SSEE a valorar con el fin de integrar los resultados en la planeación urbana, así como los actores más relevantes relacionados con la provisión del SSEE.

2.1. ÁREA DE ESTUDIO

El Municipio de Morelia cuenta con una superficie de 119,492 hectáreas (lo que representa el 2% del Estado de Michoacán) y colinda con otros 14 municipios (Ayuntamiento de Morelia, 2018, inédito).

El Municipio, y en particular la cabecera municipal, han tenido un incremento poblacional importante. Según datos del Censo de Población y Vivienda del INEGI, en el año 2000 la ciudad de Morelia contaba con una población de 549,996 habitantes, que aumentó a 597,511 en el 2010 y a 784,776 en el 2015, representando un incremento del 42% en 15 años (aproximadamente el 3% anual) (INEGI, 2010; IMPLAN, 2016).

Fuera de la urbe, el resto del Municipio alberga una alta biodiversidad. Actualmente, poco más del 10% del territorio se encuentra bajo un estado de protección ambiental (IMPLAN, 2016), incluyendo ocho áreas naturales protegidas (ANP) de carácter estatal. Estas áreas proveen de importantes SSEE a la población, incluyendo provisión de agua, control de la erosión, recreación y belleza escénica, entre muchos otros.

El Municipio de Morelia se asienta en la subcuenca de Cointzio como parte de la cuenca del Lago de

Cuitzeo (CONAGUA, 2009). Dentro de él, se encuentran total o parcialmente 18 microcuencas (Figura 2.1), siendo la de mayor extensión la microcuenca del río Grande (IMPLAN, 2018). De las zonas altas del sur provienen dos ríos importantes, el Grande y el Chiquito. Las microcuencas de éstos son las principales áreas de recarga de agua para la ciudad de Morelia (OOAPAS, comunicación personal, 2019).

La microcuenca del río Chiquito, con un área de 87.58 km² se encuentra al sureste de la ciudad de Morelia (IMPLAN, 2018). Aproximadamente el 33% de la superficie de la microcuenca está habitada, con el 97.20% de asentamientos urbanos (IMPLAN, 2018) y otro 30% con zonas sujetas a alguna categoría de protección de jurisdicción estatal. En la microcuenca del río Chiquito se encuentran cinco ANP, incluyendo Pico Azul-La Escalera, Cañadas del río Chiquito, Loma de Santa María y Depresiones Aledañas, Parque Francisco Zarco y el Cerro Punhuato. De éstas, únicamente la Loma de Santa María y Depresiones Aledañas cuenta con un plan de manejo recientemente publicado (Periódico Oficial, 2016).

La microcuenca del río Grande es la de mayor extensión del municipio, con un área de 333.82 km², recibe aporte de varios ríos, principalmente del río Grande (Ayuntamiento de Morelia, 2018, inédito). Este río cruza diferentes municipios y desemboca en el lago de Cuitzeo. Cabe también destacar la importancia del manantial La Mintzita (419.6 hectáreas), la cual es parte del listado de la Convención de Humedales de Importancia Internacional (RAMSAR), y la presa de Cointzio, las cuales son las principales fuentes de abastecimiento de agua para la ciudad de Morelia (Bahena, 2010).

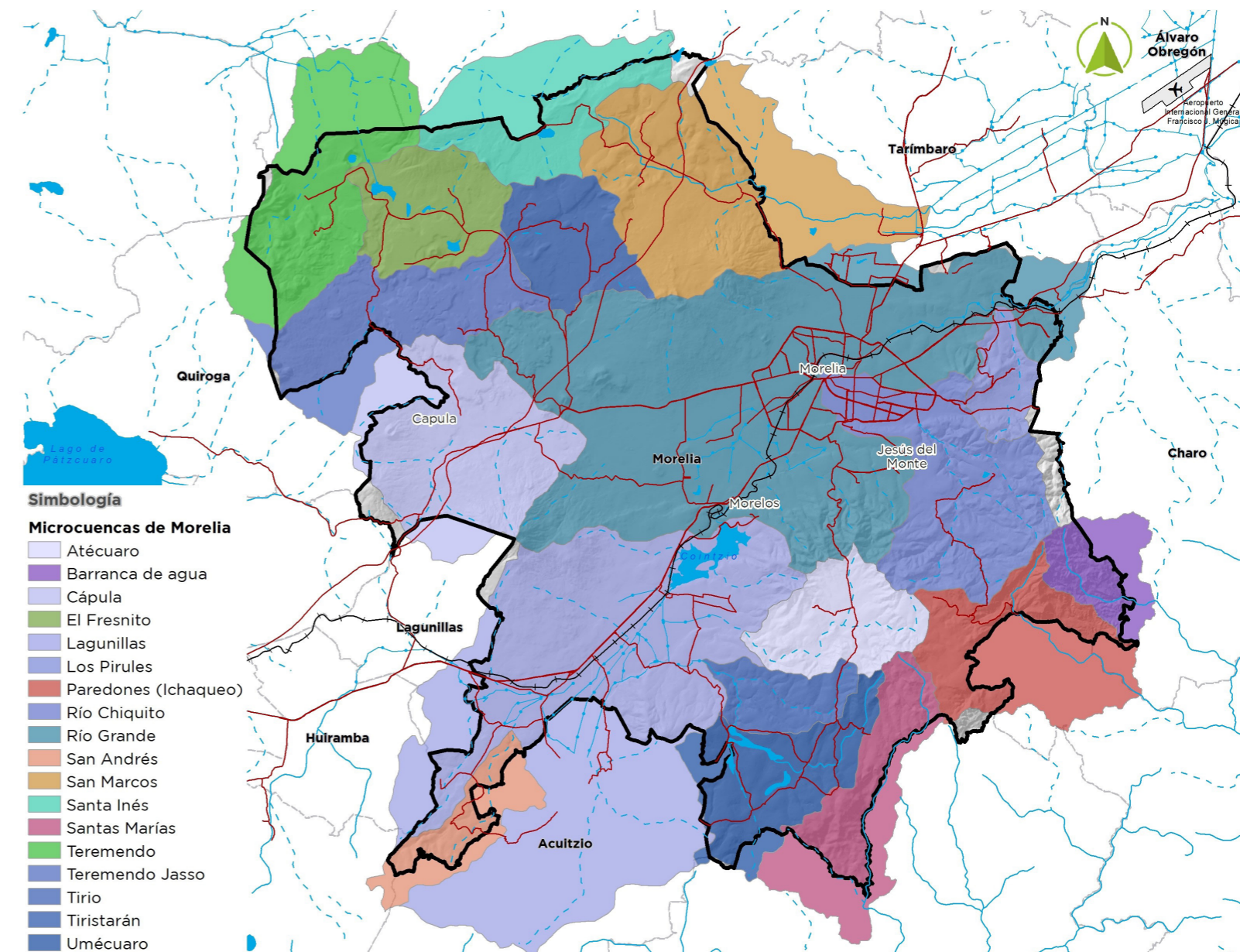


FIGURA 2.1. Mapa de microcuencas dentro del municipio de Morelia

Fuente: IMPLAN, 2020.

En 2014 se creó el IMPLAN que tiene como objetivo el desarrollo de instrumentos de planeación local, como el Programa Municipal de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Gestión del Agua y el Programa Municipal de Desarrollo Urbano (PMDU) con una visión de microcuencas y que actualmente se encuentra en desarrollo. Asimismo, se cuenta con un Programa de Ordenamiento Ecológico Local (Figura 2.2) que tiene como objetivo planear, regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas del Municipio (Periódico Oficial, 2012).

Cabe aclarar que la administración y manejo de las ANP le corresponde al Gobierno del Estado a través de la Secretaría de Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Territorial (SEMACCDET), que de acuerdo a los decretos deberá coordinarse con el H. Ayuntamiento de Morelia, los dueños del territorio y las instancias correspondientes, para formular y asesorar los Planes de Manejo de estas áreas (Periódico Oficial, 2011).

2.2. PROBLEMÁTICA IDENTIFICADA - ESCASEZ DE AGUA Y CAMBIO DE USO DEL SUELO

En México, existe una importante escasez de agua. (López-Morales y Mesa-Jurado, 2017) y el Municipio de Morelia no es la excepción, teniendo problemas de abastecimiento de agua, derivado tanto de la sobreexplotación y contaminación de las fuentes superficiales y acuíferos, como en la distribución del servicio.

Como ya se comentó, el Municipio se abastece de agua de pocas fuentes, incluyendo fuentes superficiales como el manantial La Mintzita y la

presa Cointzio, así como de aguas subterráneas. En 2017, el OOAPAS estimó que se produjo un volumen de 83.02 millones de metros cúbicos de agua potable, procedente de la presa Cointzio (23.25%); de los manantiales Mintzita (36.12%), San Miguel (1.53%), Salto y la Quemada (1.28%), así como de 122 pozos profundos (37.82%), aunque de estos sólo se operan normalmente 110 (OOAPAS, 2017).

En relación a las fuentes subterráneas, el acuífero donde se encuentra el Municipio, conocido como Morelia-Queréndaro, se considera en condición de sobreexplotación, teniendo un déficit de 34.42 millones de metros cúbicos por año, debido a la extracción de agua subterránea y agua concesionada (DOF, 2015). Datos del OOAPAS estiman que el 70% de los pozos se encuentran actualmente abatidos (La Voz de Michoacán, 2018b).

Morelia tiene un registro de 218 concesiones de aprovechamiento subterráneo, incluyendo aquellos para uso agrícola (17.88%), uso doméstico (3.67%), uso industrial (14.22%), usos múltiples (1.38%), uso pecuario (0.46%), uso público urbano (46.33%) y servicios (16.06%) (Ayuntamiento de Morelia, 2018, inédito). Las principales zonas de recarga se encuentran en el sur del Municipio, sin embargo, la extracción es mayor a la recarga natural. La sobreexplotación de los mantos acuíferos conlleva a un desabasto en varias áreas de la ciudad y también en algunas zonas rurales (afectando la agricultura de riego).

Por su parte, las fuentes superficiales, incluyendo la presa de Cointzio y el manantial de La Mintzita, también presentan problemas importantes de contaminación y presión urbana. La presa de Cointzio a su vez enfrenta problemas de azolve y lirio. El drenaje natural superficial del Municipio se lleva a cabo a través de los ríos Grande y Chiquito con dirección al lago de Cuitzeo, generando graves problemas de

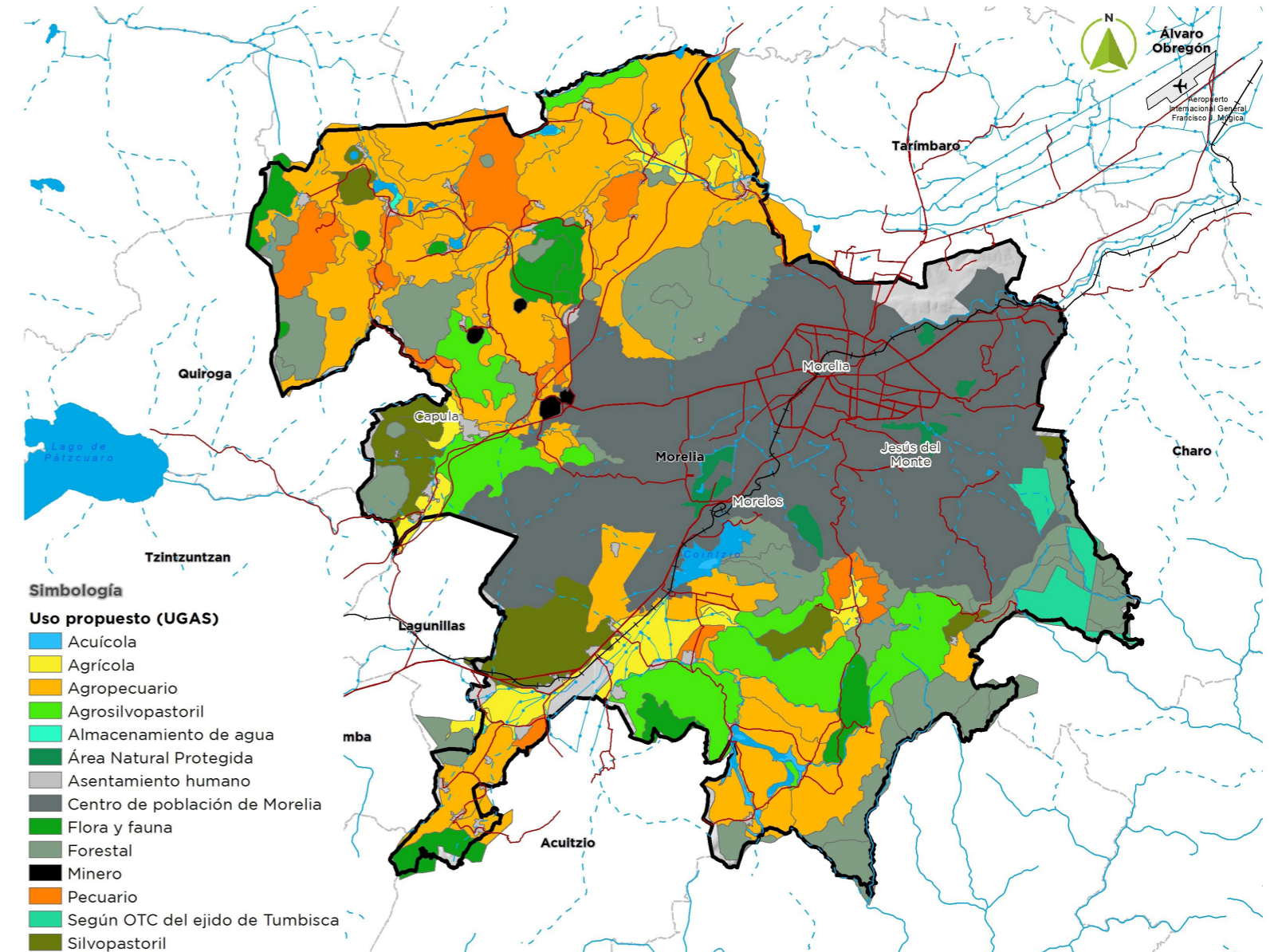


FIGURA 2.2. Modelo de ordenamiento ecológico del municipio de Morelia.

Fuente: IMPLAN, 2020.

contaminación, estrés hídrico y desabasto de agua (Ayuntamiento de Morelia, 2018, inédito). Aunque se tienen siete plantas de tratamiento de agua con fines agrícolas en los distritos de riego, que ayudan a disminuir la demanda de agua subterránea, no son suficientes. Se estima que únicamente el 60% del agua de la planta de La Mintzita es potabilizada (Ayuntamiento de Morelia, 2018, inédito).

Existen también problemas considerables en la distribución y desperdicio, por fugas y otros usos no autorizados (OOAPAS, comunicación personal, 2019). Las redes de distribución se concentran en la ciudad, las cuales se encuentran principalmente en la microcuenca de los ríos mencionados. En algunas zonas del noreste de la ciudad no llega la red del OOAPAS y se estima que el 50% de las redes han rebasado su vida útil (Quadratín, 2018).

Aunado a lo anterior, el crecimiento poblacional ha generado una mayor demanda del recurso agua, tanto para consumo como para otros usos. Aunque actualmente la sobreexplotación de los recursos hídricos no se ha visto reflejado en un desabasto frecuente de agua en todas las zonas de la ciudad, datos del OOAPAS estiman que, de seguir las tendencias actuales, en menos de 10 años Morelia tendrá que importar agua de otras regiones, con un alto costo (La voz de Michoacán, 2018a).

Además de los problemas en las fuentes de abastecimiento y de distribución, el crecimiento de la población y la mancha urbana ha generado una disminución en la cobertura forestal, teniendo impactos en la regulación de flujos hidrológicos (Ruiz-Sandoval et al., 2019) y reduciendo las áreas de vegetación que son clave para la captación y recarga de agua (Bravo-Espinosa, et al., 2008).

En el Estado de Michoacán, la superficie de la cubierta forestal ha disminuido de forma constante.

Durante el periodo de 2004 a 2007 se estimó una pérdida de 6,600 ha por año, y de 3,000 ha por año en el periodo de 2007 al 2014 (Mas et al., 2017). El principal impulsor de cambio de uso del suelo son las huertas de aguacate y el establecimiento de pastizales. Cabe destacar, que únicamente tres de las áreas protegidas cuentan con un programa o plan de manejo publicados en el Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo.

El crecimiento de la mancha urbana de la ciudad de Morelia hacia áreas de importancia para la conservación, incluyendo áreas naturales protegidas, es también un problema importante. La ciudad sigue teniendo procesos de expansión no planeados hacia las periferias, principalmente con fraccionamientos, asentamientos ilegales, e infraestructura vial (Vieyra y Larrazabal, 2014). A la fecha, más de veinte localidades rurales han sido absorbidas por la mancha urbana. Esta expansión no controlada causa la degradación forestal, mala retención de suelos que provoca inundaciones y una disminución de la recarga de acuíferos.

Adicionalmente, en la cuenca del lago de Cuitzeo existen fenómenos erosivos considerables. La erosión del suelo se da principalmente por deforestación, sequías, extracción de materiales pétreos y aumento del número de ladrilleras, y agricultura y ganadería intensiva realizada en el pasado. Esto conlleva a la pérdida de biodiversidad, menor fijación de dióxido de carbono, la deposición de sedimentos cuenca abajo, inundaciones en la ciudad y aumento en la turbidez del agua.

2.3. SERVICIOS ECOSISTÉMICOS IDENTIFICADOS

Dada la problemática identificada (escasez de agua y cambio de uso del suelo) para el municipio de Morelia, se seleccionaron los siguientes SSEE por tipo de servicio (según la clasificación de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, MEA 2005) (Tabla 2.1):

TABLA 2.1 Servicios ecosistémicos identificados relacionados con la problemática de escasez de agua y cambio de uso de suelo.

TIPO DE SERVICIO ECOSISTÉMICO	SERVICIO ECOSISTÉMICO IDENTIFICADO RELACIONADO CON LA PROBLEMÁTICA
<p>SERVICIOS DE PROVISIÓN: Beneficios materiales que las personas obtienen de los ecosistemas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Provisión de agua (uso doméstico, comercial, industrial y agrícola).
<p>SERVICIOS DE REGULACIÓN: Beneficios que se obtienen de un ecosistema que controla los procesos naturales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Purificación del agua (filtración y descomposición de residuos orgánicos y contaminantes en el agua). - Regulación hídrica (recarga de acuíferos, prevención de inundaciones) - Regulación de la erosión (retención del suelo). - Captura de carbono.
<p>SERVICIOS CULTURALES: Beneficios no materiales que se obtienen de los ecosistemas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Recreación y ecoturismo. - Valores estéticos (belleza escénica).

Fuente: Elaboración propia.

Con base en el análisis de SSEE, la problemática identificada y las necesidades específicas del Ayuntamiento de Morelia para abordar el tema, el estudio se centró en el SSEE de provisión de agua.

2.4. ACTORES RELEVANTES

A continuación se presentan los actores que están relacionados de una u otra forma con la provisión de agua, incluyendo los proveedores y usuarios del SSEE, así como aquellos actores involucrados en su regulación o que contribuyen con la degradación, ya sea de manera directa (por ej., a través del uso desmedido del recurso o por generar un cambio de uso del suelo en las zonas de recarga), así como de manera indirecta (por ej., por falta de una planeación urbana que aborde estos temas). La **Figura 2.3.** muestra la relación entre los distintos actores.

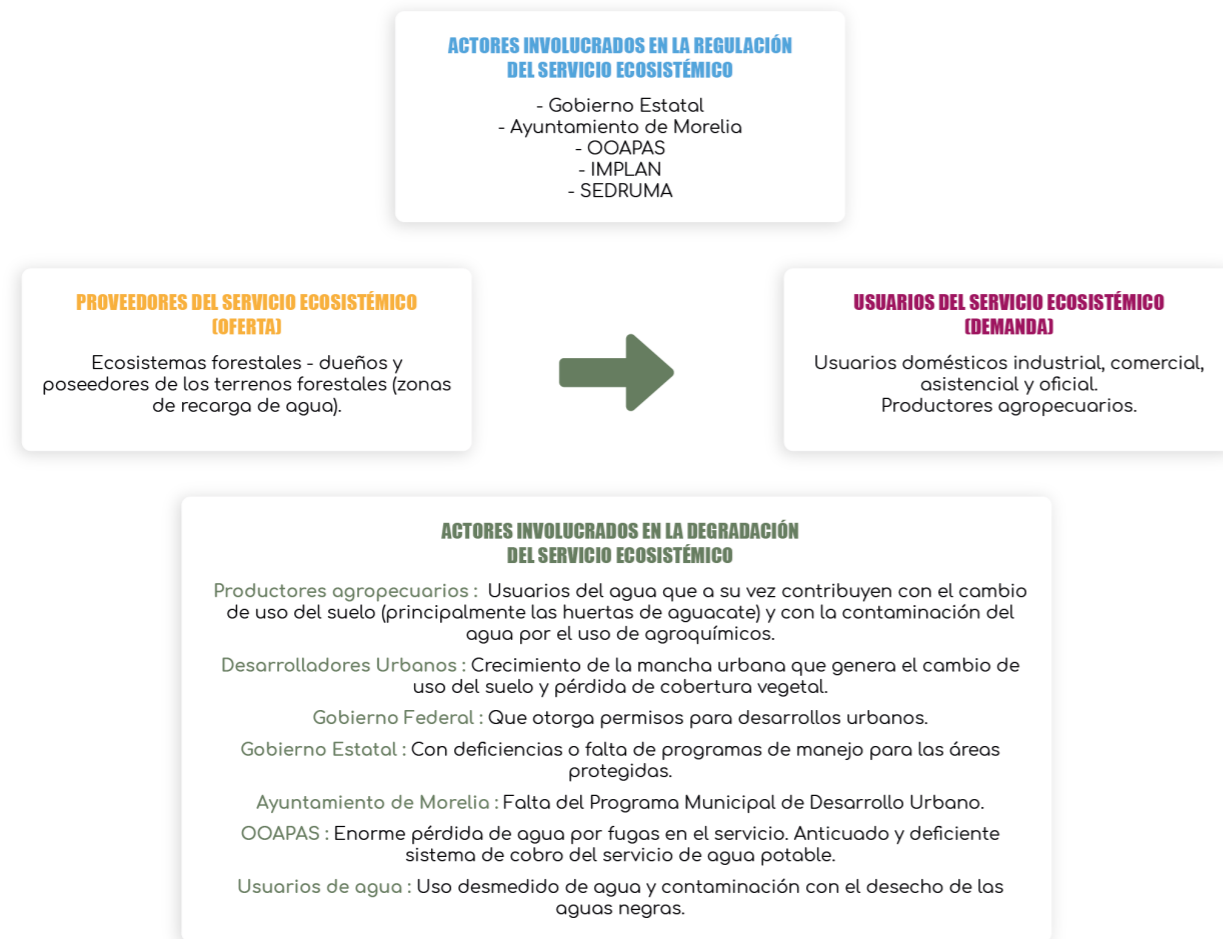


FIGURA 2.3. Actores relacionados con el SSEE de provisión de agua.

Fuente: Elaboración propia.

2.5. SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE MORELIA

El sistema de agua potable del municipio es operado por el OOAPAS. Se tienen registrados 230,248 usuarios divididos en tomas de carácter asistencial, comercial, comercial-mixto, doméstico, industrial, industrial-mixto y oficial (**Figura 2.4**). De éstos, el 86.49% corresponde a los usuarios domésticos, seguido por 6.24% de tomas comerciales, 5.45% de tomas comercial-mixto y otros. Del total de usuarios, 154,018 (67%) tienen medidor instalado, mientras que 76,230 (33%) no lo tienen.

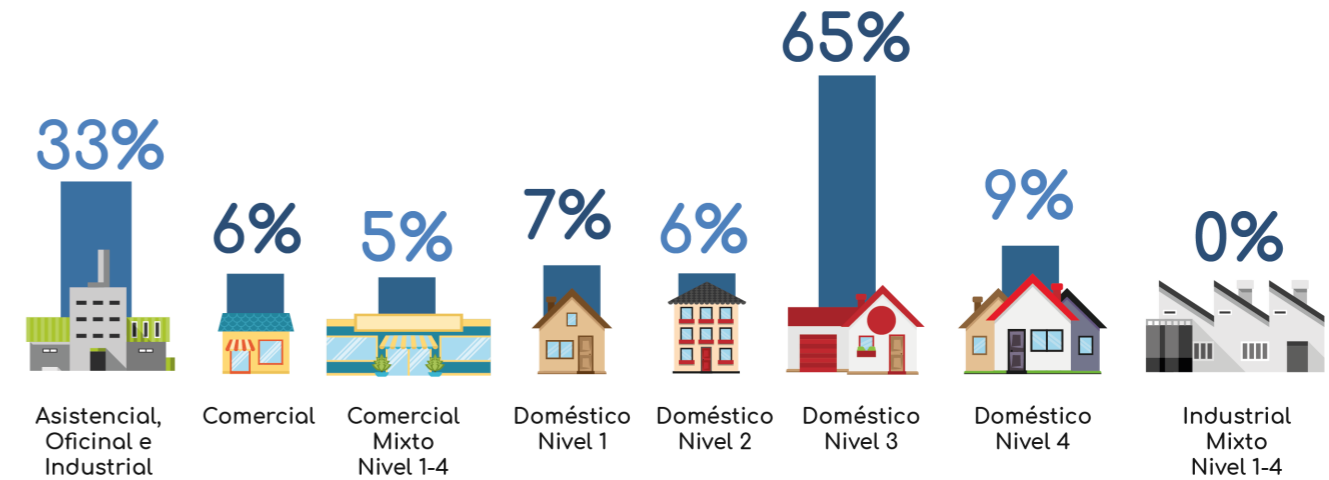


FIGURA 2.4. Usuarios registrados por tipo de usuario

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por el OOAPAS.

Son 208,228 usuarios domésticos, correspondiendo al 90% de todos los usuarios. Estos están divididos en cuatro niveles como se muestra en la Figura 2.5, siendo el Nivel 3 el que tiene mayor número de usuarios con el 53%.

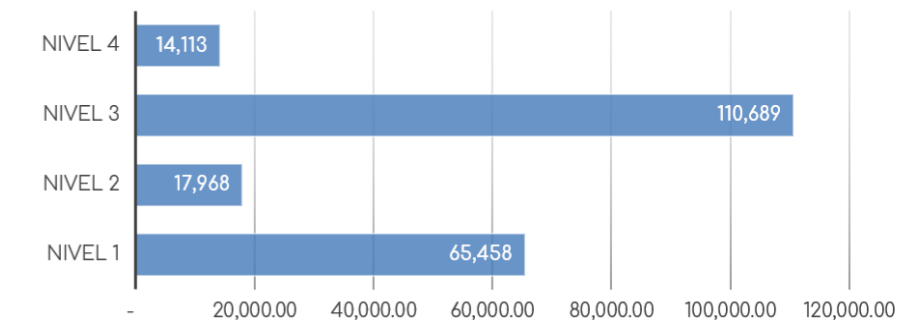


FIGURA 2.4. Usuarios Registrados Por Tipo De Usuario

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por el OOAPAS.

Las cuotas por el servicio de agua potable se establecen en la Ley de Ingresos del Municipio de Morelia (Periódico Oficial, 2019). Para el servicio doméstico, en el 2019, el Capítulo II de la Ley de Ingresos (Prestación del servicio de abastecimiento de agua potable, alcantarillado y saneamiento) detalla las cuotas fijas para los usuarios que no tienen un medidor en servicio instalado como se muestra en la **Tabla 2.2** y el sistema de cuotas para uso doméstico con servicio medido según los rangos de consumo (m³) y nivel tarifario (4 niveles), se ilustra en la **Tabla 2.3**

TABLA 2.2. Tarifa Para Usuarios Domésticos Por Nivel Sin Servicio Medido.

Uso	Cuota fija	
Doméstico	Nivel 1	\$62.30
	Nivel 2	\$114.50
	Nivel 3	\$176.00
	Nivel 4	\$392.50

Fuente: Ley de Ingresos (2019).

TABLA 2.3. Tarifa Para Usuarios Domésticos Por Nivel Con Servicio Medido.

Rango de consumo en metros cúbicos		Tarifa por metro cúbica por nivel			
Desde	Hasta	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4
11	30	\$4.51	\$8.92	\$10.17	\$20.49
31	45	\$8.00	\$9.91	\$10.67	\$20.70
46	60	\$12.34	\$12.34	\$12.80	\$20.91
61	75	\$12.54	\$13.58	\$14.09	\$21.74
76	90	\$14.28	\$14.94	\$17.36	\$22.83
91 en adelante		\$15.59	\$16.43	\$19.09	\$23.97

Fuente: Ley de Ingresos (2019).

Los niveles están divididos según las condiciones predominantes de la zona en la que se encuentra el predio y buscan captar las diferencias socio-económicas de los diferentes usuarios, brindando subsidios o apoyos gubernamentales a los usuarios con menores ingresos. Los niveles se describen a continuación (Periódico Oficial, 2019):

Nivel 1.- Corresponde a aquellos predios de no más de 90 metros cuadrados de superficie, que se encuentren en sectores o colonias donde de manera general sus calles no estén pavimentadas, no cuenten con banquetas, el alumbrado público y red eléctrica no sea oculto y los predios que la componen tengan como máximo 40 metros cuadrados construidos con materiales básicos tales como madera, lámina de cartón, lámina galvanizada, lámina de asbesto u otros similares.

Nivel 2.- Corresponde a aquellos predios de no más de 90 metros cuadrados de superficie, que se encuentren en sectores o colonias que de manera general sus calles cuentan con pavimento, y banquetas, el alumbrado público y red eléctrica no sea oculto y los predios que la componen tengan como máximo 50 metros cuadrados de construcción con materiales básicos tales como madera, lámina de cartón, lámina galvanizada, lámina de asbesto u otros materiales pero que en el proceso de construcción no se siga un proyecto urbano definido.

Nivel 3.- Corresponde a aquellos predios de no más de 110 metros cuadrados de superficie, que se encuentren en sectores o colonias que de manera general sus calles cuentan con pavimento, y banquetas, alumbrado público y red eléctrica los que pueden ser ocultos y los predios que la componen

tengan 51 metros cuadrados pero no más de 110 metros cuadrados de construcción con materiales sólidos aptos para la construcción.

Nivel 4.- Corresponde a aquellos predios que se encuentren en sectores o colonias que de manera general sus calles cuentan con pavimento o adoquinado y banquetas, alumbrado público y red eléctrica, los que pueden ser ocultos y los predios que la componen tengan más de 111 metros cuadrados de construcción con materiales sólidos aptos para la construcción.

Las tarifas marginales, es decir el cobro por metro cúbico consumido, por cada nivel se muestran en la **Figura 2.5.**

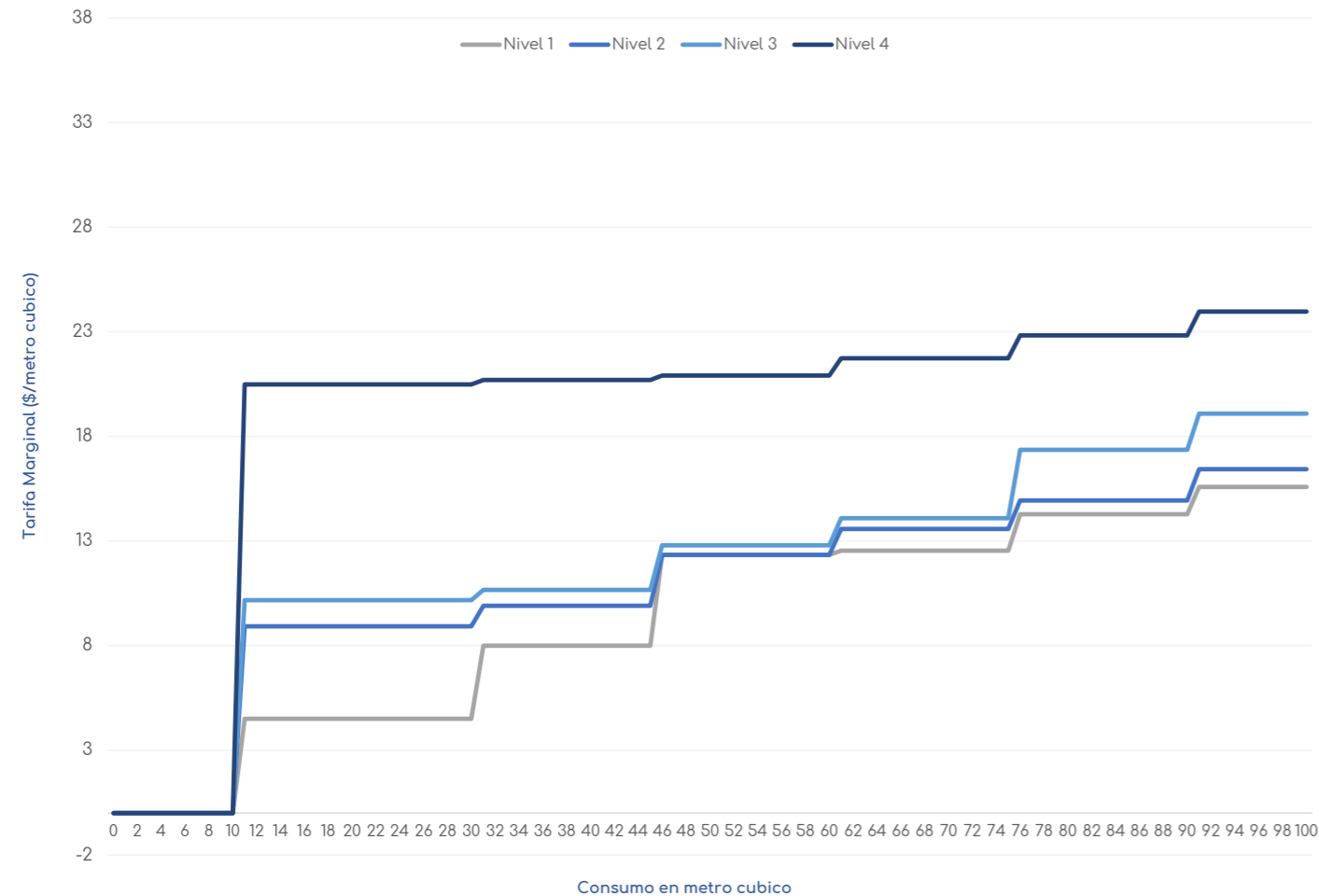


FIGURA 2.5. Tarifa marginal por nivel de usuario.

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por el OOAPAS.

Recientemente el Ayuntamiento ha estado explorando la posibilidad de modificar el sistema tarifario: de un sistema de bloques a una tarifa única. La propuesta incluye una cuota fija base y un precio por metro cúbico incremental conforme aumenta el consumo de agua. El esquema tarifario propuesto se muestra en la **Figura 2.6.**

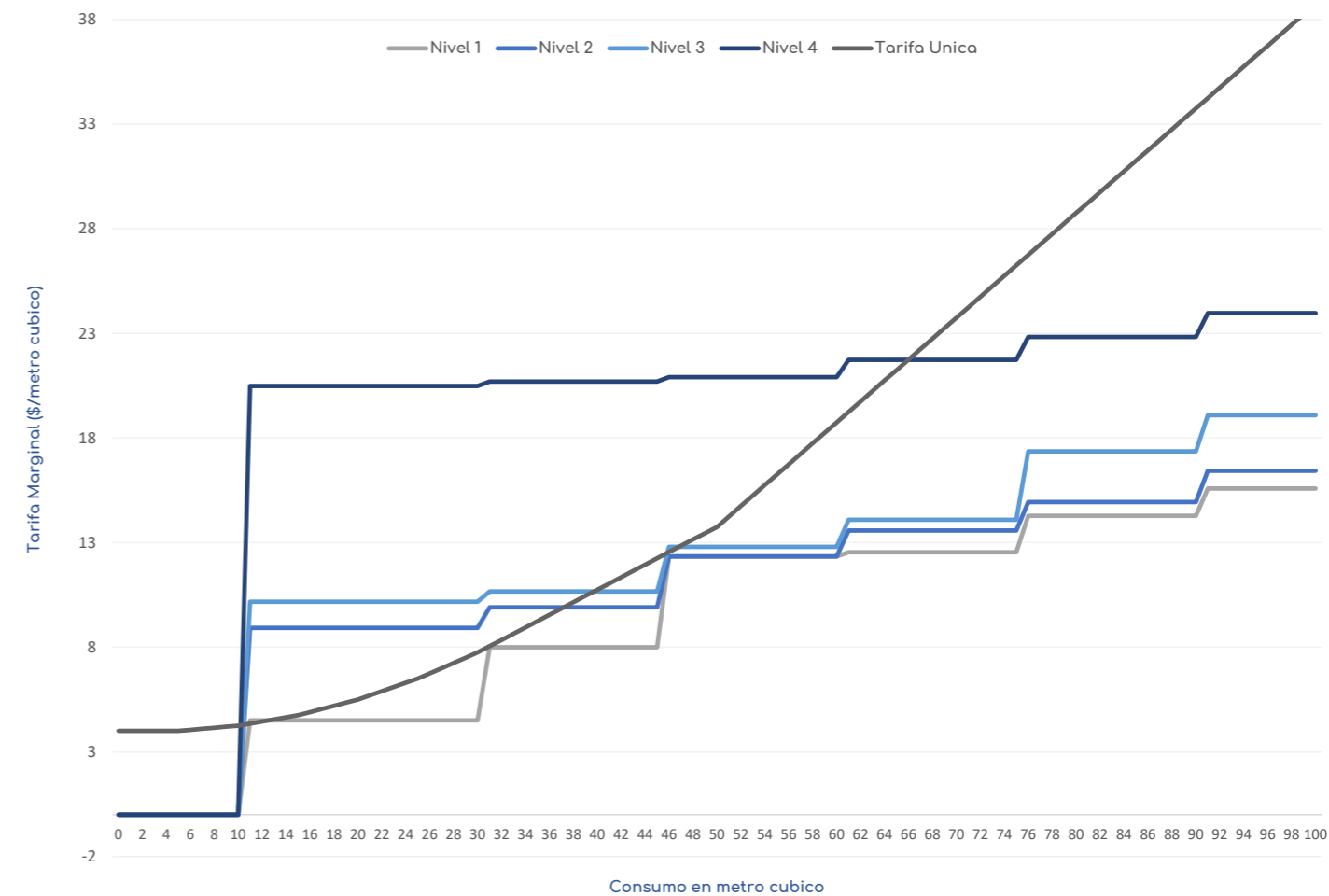


FIGURA 2.6. Comparativo de tarifas marginales actuales y propuesta de tarifa marginal única.

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por el OOAPAS.

3. ENFOQUE METODOLÓGICO

En este capítulo se presenta el enfoque metodológico utilizado para abordar la situación identificada en la sección anterior.

A partir de la problemática y el SSEE descrito para el municipio de Morelia, se seleccionaron dos modelos explicativos. El primero, un análisis de la demanda de agua, el cual se realizó a partir de un análisis econométrico que busca representar la relación entre distintas variables, incluyendo entre ellas: tipo de usuarios, consumo promedio (m³), características socioeconómicas, nivel de ingreso. El segundo análisis, un análisis de la disponibilidad a pagar (DAP), utilizó el método de valoración contingente (preferencias declaradas) (ver Sección 1.2) para identificar si los usuarios de agua potable estarían dispuestos a realizar una contribución monetaria en el recibo del agua, el cual estaría destinado a financiar actividades de conservación a ser implementadas en la cuenca, a través de un mecanismo financiero (pago por servicios ambientales – PSA).

3.1. ENCUESTAS

Para ambos modelos se utilizó información secundaria proporcionada por el OOAPAS, así como información primaria generada por encuestas a los usuarios. Las encuestas ayudaron a recabar información que no estaba disponible o visible en el mercado. La aplicación de las encuestas se llevó a cabo de persona en persona, tanto en campo (es decir, en los hogares) como en las oficinas del OOAPAS. Se recopiló información de una muestra aleatoria de usuarios con diferentes consumos, ingresos y niveles tarifarios (Nivel 1 al 4). En el caso de

las encuestas que fueron levantadas en la ciudad, se utilizó información georreferenciada para ubicar colonias con distintos niveles tarifarios. Un ejemplo se muestra en la **Tabla 3.1**.

La muestra fue distribuida considerando el número de usuarios por nivel tarifario.

TABLA 3.1. Distribución de usuarios por Nivel Tarifario.

Nivel tarifario	Usuarios	Porcentaje de usuarios
Nivel 1	65,458	31%
Nivel 2	17,968	9%
Nivel 3	110,689	53%
Nivel 4	14,113	7%

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por el OOAPAS.

La estructura de la encuesta se basó en la propuesta por Boyle (2003) y utilizada en Bruner et al., (2015) y Mendizábal, Malky y Bruner (2019). Un ejemplo de la encuesta se encuentra en el Anexo A. Se considera la siguiente información:

Sección 1. Introducción donde se presenta el encuestador y se brinda información relacionada con el estudio, aclarando la confidencialidad de los datos. Las preguntas de esta sección incluyen

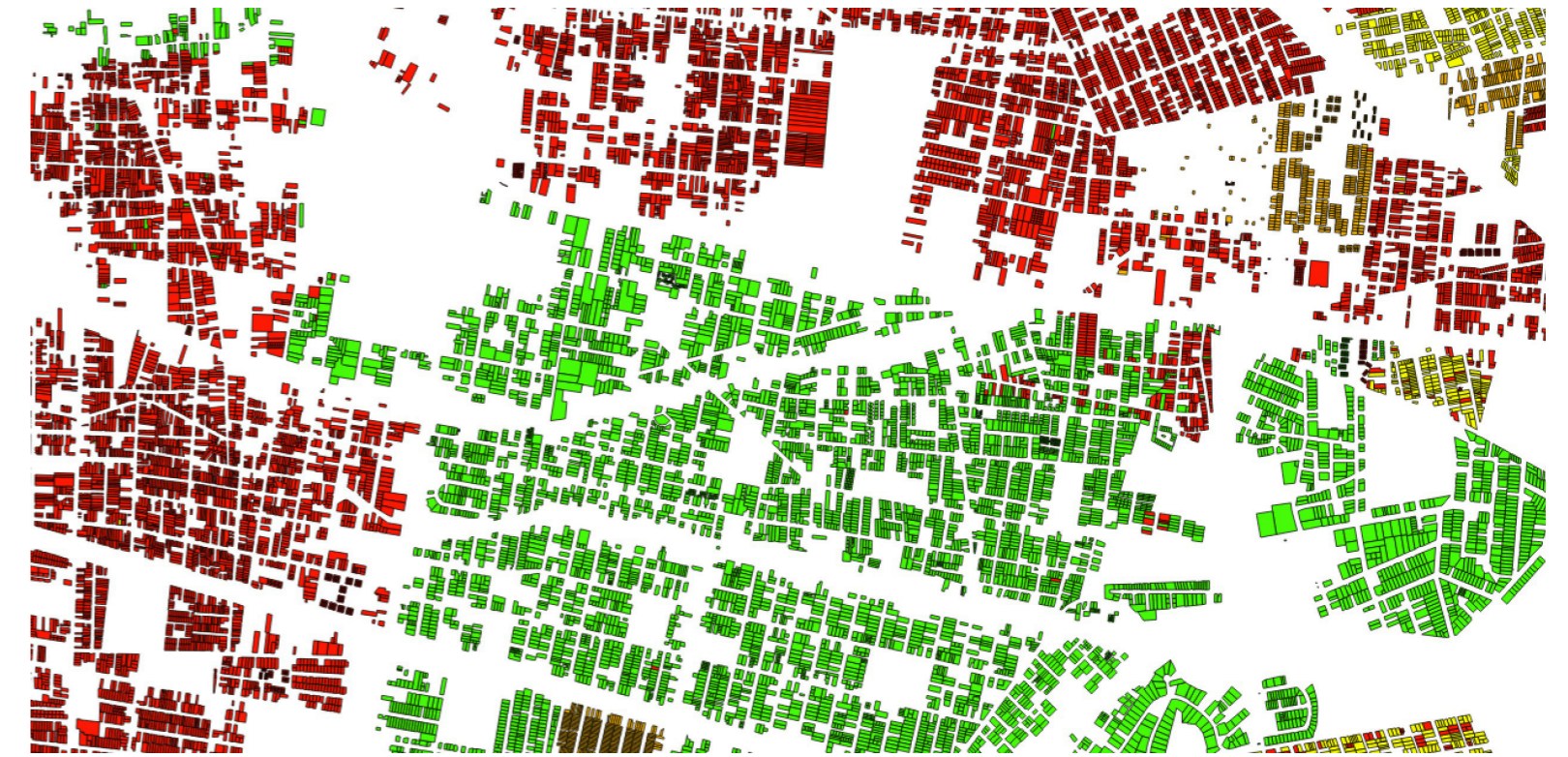


FIGURA 3.1. Ejemplo de la georreferenciación por nivel (amarillo – Nivel 1, rojo – Nivel 2, verde – Nivel 3).

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por el OOAPAS.

aquellas relacionadas con el uso del servicio de agua potable en el hogar y la percepción del problema.

Sección 2. Se presenta el escenario actual describiendo la problemática que enfrenta el Municipio, en este caso, la escasez de agua, la sobreexplotación de los mantos acuíferos y el cambio de uso del suelo. Posteriormente se presenta una potencial solución, relacionada con la promoción y el financiamiento de actividades

de conservación y restauración de los bosques a través de un PSA, donde los ciudadanos aportan una cantidad a través del recibo del agua. Se especifica el mecanismo financiero (Fondo Ambiental Municipal) y las actividades (conservación y restauración de bosques), con el objetivo de garantizar la provisión del agua en el largo plazo, la prevención de deslaves y la reducción de la contaminación que llega a las aguas superficiales.

Sección 3. Se presenta la pregunta de valoración, es decir, la disponibilidad del usuario a aportar una cantidad adicional al pago del agua. En esta sección también se incluyen preguntas para obtener la confianza en la respuesta de valoración, y porque se hicieron las elecciones respectivas en relación a la aportación.

Sección 4. Corresponde a las preguntas relacionadas con características demográficas y socioeconómicas, incluyendo nivel de ingresos.

Los montos para la DAP utilizaron el modelo dicotómico (pregunta cerrada) para reducir posibles sesgos. La pregunta sobre disponibilidad de pago o aporte adicional al pago del agua se realizó considerando los siguientes valores: \$2, \$5, \$8, \$12, \$15 y \$20. Estos valores, se definieron a partir de los resultados obtenidos en la prueba piloto (ver Sección 3.1.1) y se aplicaron de manera aleatoria (un valor por usuario) con el objetivo de alcanzar una muestra representativa de cada monto por cada nivel tarifario.

3.1.1. PRUEBA PILOTO

Siguiendo la metodología de valoración contingente, para la aplicación de las encuestas, se realizó una prueba piloto, a través de la cual se pudo probar la encuesta, recopilar información útil para ajustar las preguntas y definir algunos criterios. A diferencia de la encuesta final, la piloto utilizó pregunta abiertas, incluyendo la pregunta sobre DAP. Los aportes que los usuarios estarían dispuestos a aportar variaron entre \$0 a \$50 pesos, con algunos valores atípicos que alcanzaron los

\$300 pesos. Esta pregunta ayudó a definir con más precisión los montos a ser considerados, así como a definir las respuestas más frecuentes, las cuales fueron incluidas en preguntas de opción múltiple en la encuesta final.

Para la prueba piloto se realizó una capacitación a los encuestadores y a supervisores, en la que se explicó el proyecto y se revisó el contenido de la encuesta, pregunta por pregunta. Los encuestadores aplicaron la encuesta en campo para asegurar que las preguntas estuvieran claras, obtener información relacionada a la DAP y generar información para la creación de la base de datos final. Con los resultados de la prueba piloto se hicieron los ajustes correspondientes a la encuesta final.

En dos días se aplicaron 108 encuestas. La relación de las encuestas se muestra en la **Tabla 3.2**.

TABLA 3.2. Relación de encuestas de la prueba piloto según nivel tarifario.

Nivel	Número de encuestas	Porcentaje por nivel
1	33	31%
2	26	24%
3	41	38%
4	8	7%
Total	108	

Fuente: Elaboración propia con información de las encuestas piloto.

3.1.2. RECOLECCIÓN DE DATOS

La recolección de datos la realizaron dos equipos, uno formado por personal del Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN) y otro por el OOAPAS. El IMPLAN se enfocó principalmente en campo, identificando hogares de manera aleatoria según las diferentes colonias y los niveles tarifarios (ver Sección 3.1. para más información relacionada con la georreferenciación de los hogares). Por su parte, el personal del OOAPAS llevó a cabo la recolección de información en sus oficinas. El levantamiento de encuestas se llevó a cabo durante tres semanas, entre agosto y septiembre de 2019.

En total se levantaron 705 encuestas, de las cuales el 57% fueron en campo y el 43% en las oficinas del Organismo Operador. La relación de encuestas por nivel tarifario se presenta en la **Tabla 3.3**. Como puede observarse hay una muestra representativa por nivel según el número de usuarios en el padrón del OOAPAS.

TABLA 3.3. Porcentaje de encuestas según nivel tarifario

Nivel	Usuarios	Porcentaje de usuarios	Porcentaje de encuestas
1	65,458	31%	29%
2	17,968	9%	10%
3	110,689	53%	52%
4	14,113	7%	9%

Fuente: Elaboración propia con información de las encuestas.

La tabulación de las encuestas la realizó personal ambos organismos, en una base de datos preparada por CSF. Previamente a los análisis estadísticos, CSF hizo una revisión rigurosa de la base de datos, ingresando la información de consumo (referenciando los datos de las encuestas con la información de los contratos del OOAPAS) y eliminando encuestas incompletas.

3.1.3. ANÁLISIS DESCRIPTIVO

Las preguntas de la encuesta permitieron realizar análisis complementarios a los modelos explicativos, lo que permitió identificar tendencias e información relacionada con el consumo de agua. A partir de las respuestas obtenidas se puede recabar información sobre las características sociodemográficas de los usuarios y su percepción en relación con el uso y consumo de agua, de donde proviene, la importancia de los ecosistemas forestales, entre otras cosas.

A su vez, las preguntas permiten conocer las razones por las cuales el usuario podría responder que estaría o no dispuesto a aportar una cantidad adicional. Estas pueden incluir respuestas protesta; es decir, respuestas que expresaron el descontento con respecto a experiencias en el uso de agua, mismas que se vieron reflejadas en una no disponibilidad de pago, aún cuando sí exista una DAP positiva en general. Adicionalmente, se pudo recopilar información relacionada con las preferencias de los usuarios sobre la forma de cobro/pago, administración financiera del recurso y forma de desembolso del mismo.

3.2. ANÁLISIS DE LA DEMANDA DE AGUA

El análisis de la demanda de agua se basó en la metodología de Hewitt y Hanemann (1995) y Olmstead et al. (2007). Ambos proponen la utilización del modelo de elección discreto-continua (MDC), para el uso de agua residencial bajo un esquema de tarifas de bloque tarifario incremental como se muestra en la Figura 3.2. Los estudios de agua de este tipo buscan estimar el valor esperado del consumo de agua y las elasticidades del precio de la demanda, brindando información relevante para el diseño de políticas relacionadas con la gestión del agua (Sebri, 2014 en Jiménez et al., 2017).

En el caso de Morelia, bajo la estructura de bloques tarifarios, los consumidores enfrentan una restricción presupuestaria no lineal. La **Figura 3.2.** muestra la restricción presupuestaria para el caso simple de dos bloques (en el caso específico de Morelia serían 7 bloques). En este caso, existen dos precios asociados a cada uno de los bloques p_1 y p_2 , y un punto de corte (o kink point) w_1 , que separa el bloque 1 del bloque 2. Dada esta estructura, los consumidores tienen tres opciones de consumo: en el primer bloque, en el segundo bloque o en el punto donde cambia la pendiente de la restricción presupuestaria (Jiménez et al., 2017).

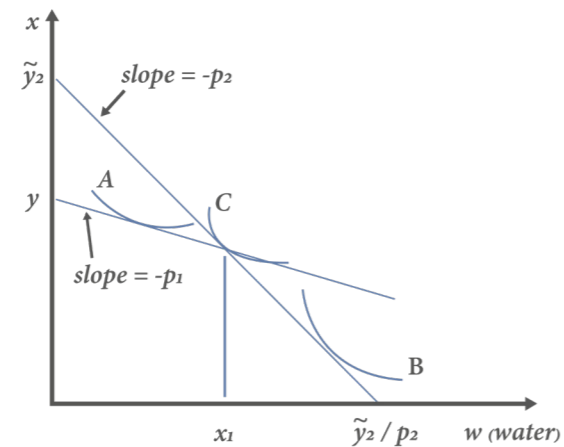


FIGURA 3.2. Maximización de la utilidad en una estructura de bloque tarifario incremental, donde “X” son todos los bienes excepto el agua y “Y” es el ingreso.

Fuente: Jiménez, et al., 2019.

Por lo tanto, los consumidores eligieron inicialmente el bloque o kink point. Luego, dado que se ubican en un bloque o punto de corte de consumo, los consumidores determinaron cuánto consumir. Más específicamente, en el modelo de elección discreto-continua, la demanda condicional representa la decisión de consumo de

agua del individuo en un determinado bloque y la demanda incondicional es una función de todos los bloques de consumo y puntos de cortes, capturando la decisión completa del consumidor, y representa la ecuación relevante a estimar en el modelo.

Para el estudio se utilizó una forma funcional log-log, considerando la siguiente función de demanda como se muestra en la **Ecuación (1)** (Burtless & Hausman, 1978; Moffitt, 1990; Olmstead et al., 2007 en Jiménez et al., 2017):

$$\ln w = Z\theta + \beta \ln p + \gamma \ln y + \eta + \varepsilon(1)$$

Donde:

w = Demanda observada de agua

Z = Matriz que contiene la información sobre características del hogar

p = Precio que paga cada hogar (tarifa marginal)

y = Ingreso virtual

η = Término de error que denota la heterogeneidad de los consumidores

ε = Error de optimización, equivalente a la diferencia entre el consumo observado y el consumo óptimo.

La **Ecuación (1)** determina la demanda condicional. La demanda incondicional asociada a (1) para el caso simple de dos bloques se presenta en la Ecuación (2):

$$\ln w = \begin{cases} \ln w_1 + \eta + \varepsilon & \text{si } -\infty < \ln w_1 - \ln w_1^* \\ \ln w_1 + \varepsilon & \text{si } \ln w_1 - \ln w_1^* < \eta < \ln w_1 - \ln w_2^* \\ \ln w_2^* + \eta + \varepsilon & \text{si } \ln w_1 < \ln w_2^* < \eta < \infty \end{cases}$$

La **Ecuación (2)** captura la decisión completa del individuo respecto a todos los bloques de consumo y puntos de corte. Los parámetros de esta ecuación son estimados a través de máxima verosimilitud².

Con la información recabada se busca identificar, cómo cambios en la tarifa pueden generar cambios en la demanda. Aunado a lo anterior, el análisis busca encontrar si existe una relación entre el consumo y el ingreso.

² En estadística, existen diferentes procedimientos para estimar los coeficientes de un modelo de regresión, o para estimar los parámetros de una distribución de probabilidad. La estimación por máxima verosimilitud es un método que se utiliza para ajustar un modelo y estimar los parámetros que tienen mayor probabilidad de ocurrir según lo que se ha observado, es decir, aquellos que son más compatibles con los datos observados, siempre suponiendo que es correcto el modelo matemático postulado.

La demanda se estimó con datos de la encuesta para los usuarios domésticos con medidor, lo que incluyó 539 encuestas (76% de la muestra). En total, el OOAPAS tiene registrados a 133,212 usuarios con medidor, lo que representa al 58% de los usuarios domésticos en los Niveles del 1 al 4. Se consideraron los datos de consumo, precio marginal por bloque e ingreso.

3.3. ANÁLISIS DE LA DISPONIBILIDAD A PAGAR

El análisis de la disponibilidad a pagar (DAP) utiliza el método de valoración contingente, a través del cual se busca obtener un valor monetario del cambio de bienestar Hicksiana³, representado por la disponibilidad a pagar (DAP) por un incremento en la disponibilidad de algún bien (en este caso del agua) (Carson y Hanemann, 2005; Vásquez, 2007). Así, la pregunta sobre la DAP utilizó el formato dicotómico simple donde los usuarios del servicio de agua potable responden si estarían dispuestos a aportar una cantidad monetaria adicional al pago de agua con respuestas, sí o no. El método dicotómico es considerado más confiable que otros (Mitchell y Carson, 2013), porque simula decisiones reales de mercado, en el cual un consumidor enfrenta un precio y tiene que decidir si pagar o no (CONANP-GIZ, 2017).

Dicho análisis utilizó una regresión *probit*⁴, método utilizando para analizar valoraciones con elección dicotómica. Con esto se busca obtener un modelo que explique la probabilidad (entre 0 y 1) de

que un usuario del agua esté dispuesto a aportar la cantidad adicional preguntada. Aunque algunos estudios de este tipo utilizan las regresiones *logit*, la decisión de utilizar un modelo u otro se basa en la distribución de los errores (Mendizabal, Malky y Bruner, 2019). El enfoque utilizado permite identificar si un usuario estaría dispuesto a aportar una cantidad específica para la implementación de acciones de conservación y restauración en las cuencas de Morelia para asegurar el agua a largo plazo.

Para obtener la probabilidad de pago se utilizó el software estadístico STATA. Primero se realizó una regresión lineal simple entre la variable de DAP (dependiente) y las variables independientes (modelo univariado), que permitió identificar aquellas variables significativas considerando únicamente el impacto del incremento en la tarifa sobre la DAP.

Posteriormente se corrió un análisis de correlación⁵ entre todas las variables con el fin de identificar aquellas variables entre las cuales existan correlaciones altas, a fin de dejarlas fuera de los modelos multivariados, ya que pueden afectar a los resultados finales.

Enseguida, se corrió una regresión de tipo *probit* entre la variable dependiente de DAP (dicotómica) y las variables independientes, no incluyendo aquellas variables que se identificaron como altamente correlacionadas (considerando aquellas superiores a 0.4). Los resultados de esta regresión muestran variables significativas y no significativas.

Se continuó haciendo estas regresiones quitando las variables no significativas, y aumentando algunas variables que pudieran ser significativas, de forma tal que se tienen varios modelos multivariados. Estos modelos (considerando otras variables explicativas), sirven para probar la robustez de la relación entre un aporte adicional a la tarifa de agua y la demanda y para identificar características de los usuarios. Para elegir el mejor modelo univariado se obtuvo el nivel de significancia de las diferentes variables al correr las regresiones correspondientes (Mendizabal, Malky y Bruner, 2019).

Finalmente se generó la curva de la demanda utilizando el mejor modelo multivariado identificado. Para esta predicción se utilizan los aportes estudiados (\$2 a \$20 pesos) más algunas otras (tarifa \$0 y un par más que exceden la tarifa máxima estudiada), con el fin de obtener la mayor cantidad posible de puntos para construir la curva. Con los coeficientes de esta proyección se construyó la curva de demanda. Estos coeficientes representan el porcentaje de usuarios que están dispuestos a pagar los distintos aportes.



"Manantial de la Mintzita"
Fotografía: GIZ

³ Las medidas de bienestar Hicksianas se conocen como la variación compensada (calculada como la máxima cantidad de dinero que un individuo estaría dispuesto a pagar por un cambio favorable para mantener su nivel de bienestar actual o la mínima cantidad de dinero que está dispuesto a aceptar como compensación por aceptar un cambio desfavorable) y la variación equivalente (calculada como la cantidad de dinero que un individuo estaría dispuesto a pagar por evitar un cambio desfavorable o la mínima cantidad de dinero que estaría dispuesto a aceptar por renunciar a un cambio favorable) (Vásquez, 2007 en CONANP-GIZ, 2017).

⁴ Una regresión *probit* es aquella donde la variable dependiente puede tomar sólo dos valores, en este caso, sí o no.

⁵ Se corrió una matriz de correlación entre todas las variables (matriz de covarianzas).

4. RESULTADOS

La siguiente sección presenta los resultados obtenidos, incluyendo los análisis descriptivos, el análisis de la demanda de agua y el análisis de la disponibilidad a pagar. Se espera que con los resultados obtenidos se pueda diseñar un pago por servicios ambientales. Estos estudios ayudan a entender el comportamiento de los usuarios del SSEE de agua, es decir, la demanda del SSEE. Más detalles del mecanismo de financiamiento se presentan en la Sección 5.

4.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVOS

Se levantaron 705 encuestas. Considerando una población de 208,228, para un intervalo de confianza del 95%, se calculó un error del 7% para el Nivel 1, 6% para el Nivel 2, 5% para el Nivel 3 y 6% para el Nivel 4.

De las personas encuestadas, el 76% cuentan con servicio medido del uso de agua potable, mientras que el 24% no cuentan con medidor. En cuanto a la percepción del uso del agua en el hogar, el 58% considera que el mayor uso del agua es para el aseo personal (por ej., bañarse), seguido por el uso para el baño (por ej., escusado y lavabo) con un 22%. Los resultados se muestran en la **Figura 4.1**.

“ Más de la mitad de los encuestados (54%) saben que el agua proviene ya sea de pozos o acuíferos.

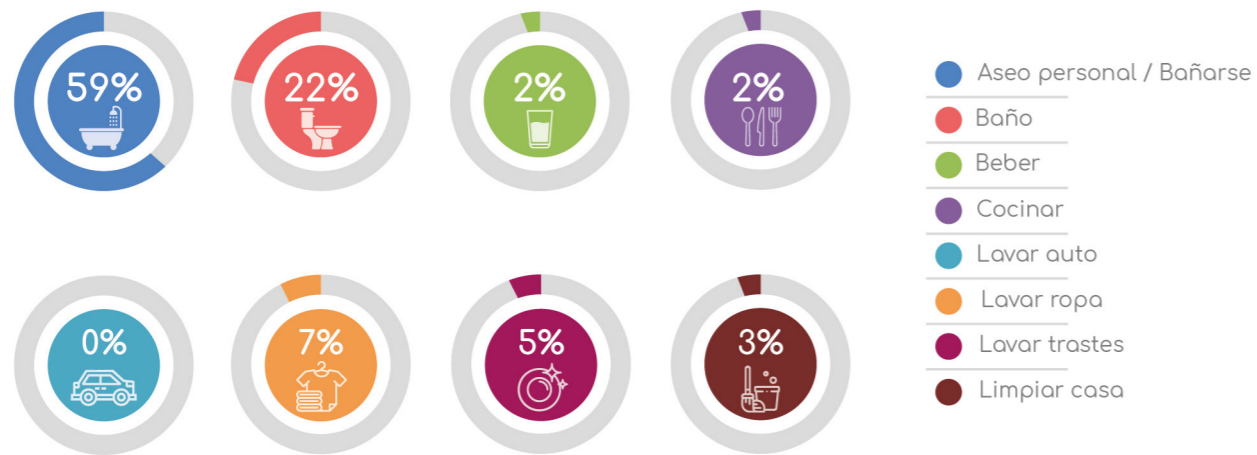
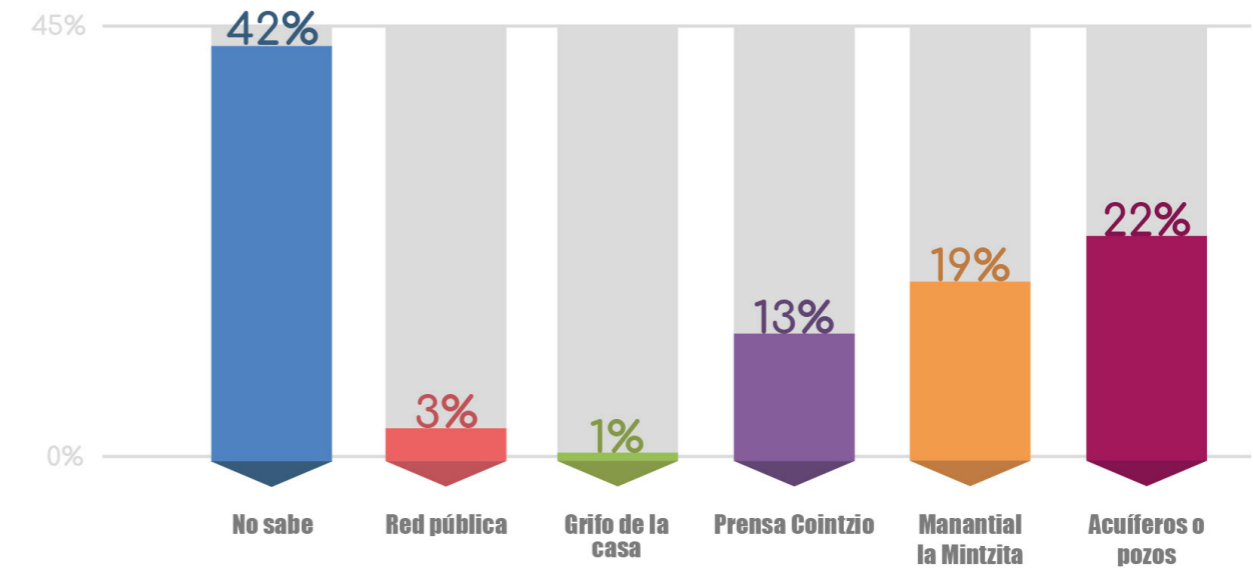


FIGURA 4.1. Percepción del uso del agua en el hogar.

Fuente: Elaboración propia con información de las encuestas

Más de la mitad de los encuestados (54%) saben que el agua proviene ya sea de pozos o acuíferos (22%), o fuentes superficiales, incluyendo el manantial la Mintzita (19%) y la presa Cointzio (13%). Cabe destacar que más del 40% de los usuarios desconocen de donde proviene el agua que llega a su hogar. Los resultados se muestran en la **Figura 4.2**.



“ 40% de los usuarios desconocen de donde proviene el agua que llega a su hogar.

FIGURA 4.2. Percepción de los usuarios con relación a dónde proviene el agua que llega a su hogar.

Fuente: Elaboración propia con información de las encuestas.

En cuanto a la percepción de los usuarios respecto a la calidad del servicio de agua potable, aproximadamente el 25% consideran que sufren de cortes y restricciones en el servicio de agua, mientras que más de un 15% mencionaron que la calidad del agua que llega a su hogar no es buena.

Por su parte, más del 90% coinciden en que los hogares deben de tomar medidas para ahorrar agua, aún si esto implica cambios importantes en su bienestar, por ejemplo tomar baños más cortos, dejar de regar el jardín o dejar de lavar el coche. En relación a las fuentes de provisión de agua, aproximadamente el 95% de los entrevistados están de acuerdo en que la conservación de los bosques es indispensable para la provisión de agua y que el municipio de Morelia necesita invertir en acciones de conservación y restauración de sus bosques para asegurar la provisión de agua en el futuro.

Alrededor del 55% de los encuestados consideran que Morelia experimenta problemas graves de deslaves e hundimientos y el 65% están de acuerdo en que éstos se deben a que las zonas están desprovistas de vegetación.

En referencia a las características sociodemográficas de los encuestados, el 44% fueron mujeres, con un rango de edad de 18 a 99 años (con un promedio de 48 años). En cuanto al estado civil, el 56% de la muestra están casados y el 26% solteros (Figura 4.3). Con relación a la escolaridad, el 35% cuenta con licenciatura y 6% estudios de postgrado (Figura 4.4). Únicamente el 5% de los encuestados pertenecen a alguna organización ambiental.

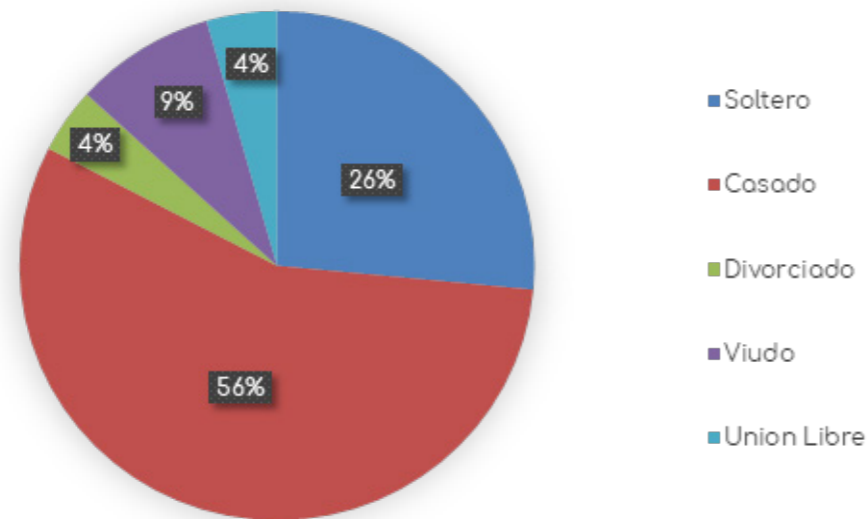


FIGURA 4.3. Estado civil de los encuestados.
Fuente: Elaboración propia con información de las encuestas

“ El 25% consideran que sufren de cortes y restricciones en el servicio de agua.

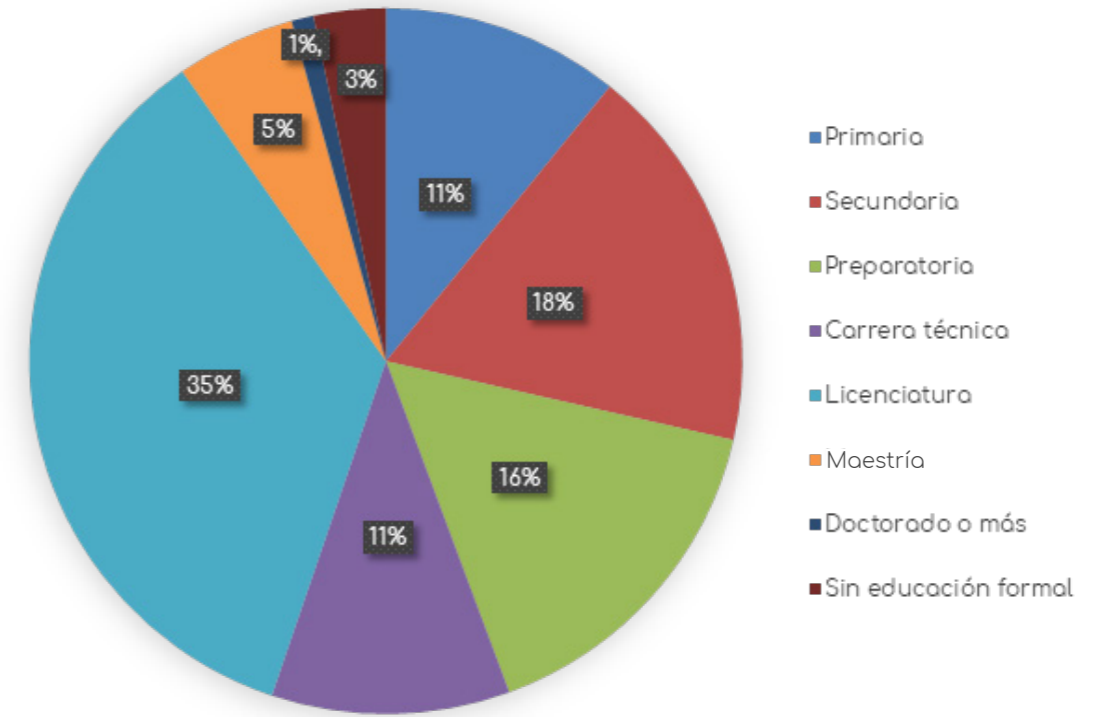


FIGURA 4.4. Escolaridad de los encuestados.
Fuente: Elaboración propia con información de las encuestas

“ Más del 90% coinciden en que los hogares deben de tomar medidas para ahorrar agua



El 78% de los encuestados respondió la pregunta sobre su nivel de ingreso. Se observa que el 80% de los encuestados caen en las cuatro categorías de ingresos más bajos (\$0-\$1,000; \$1,001-\$4,000; \$4,001-\$7,000 y \$7,001 a \$10,000 pesos mensuales) (Figura 4.5).



“ 50% de los usuarios que sí aceptaron pagar una cantidad adicional, lo harían por promover la conservación de los bosques.

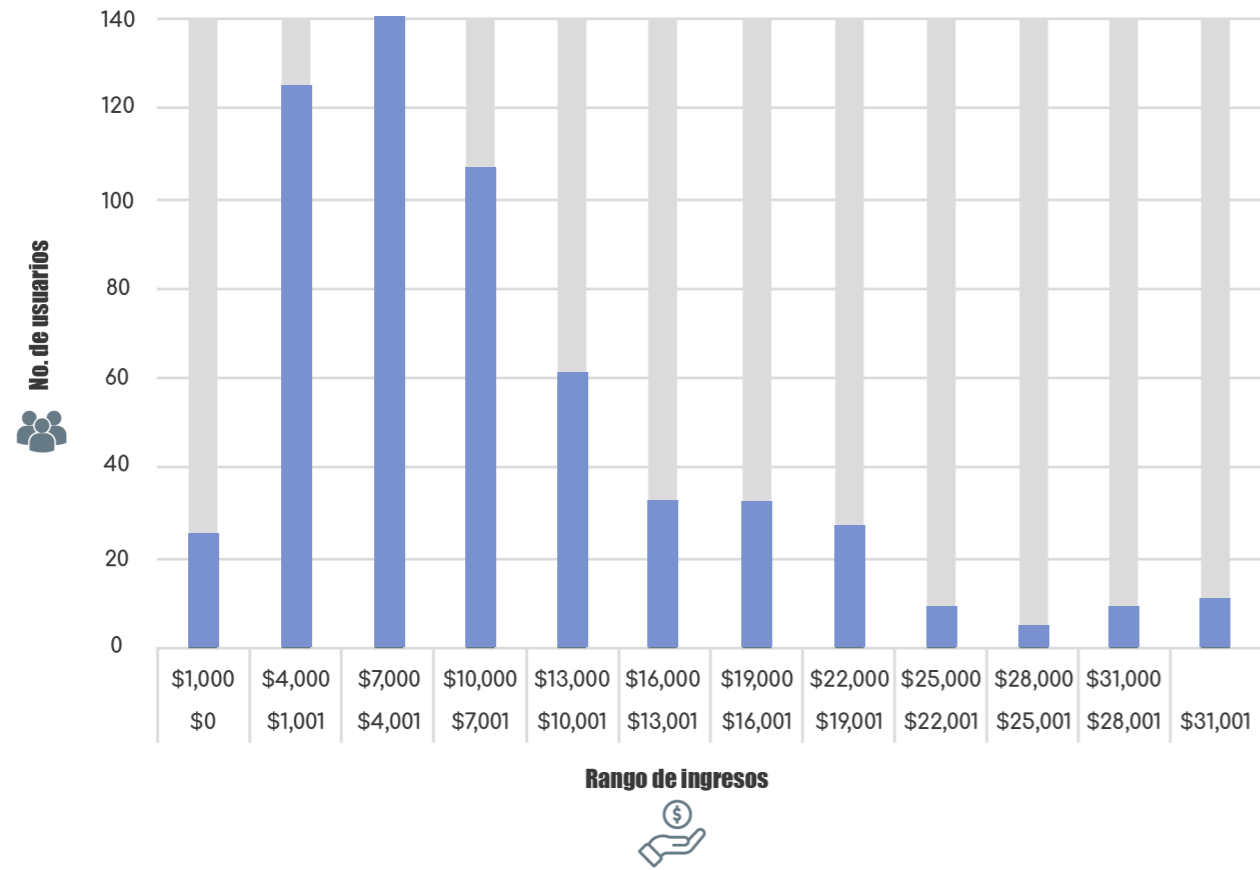
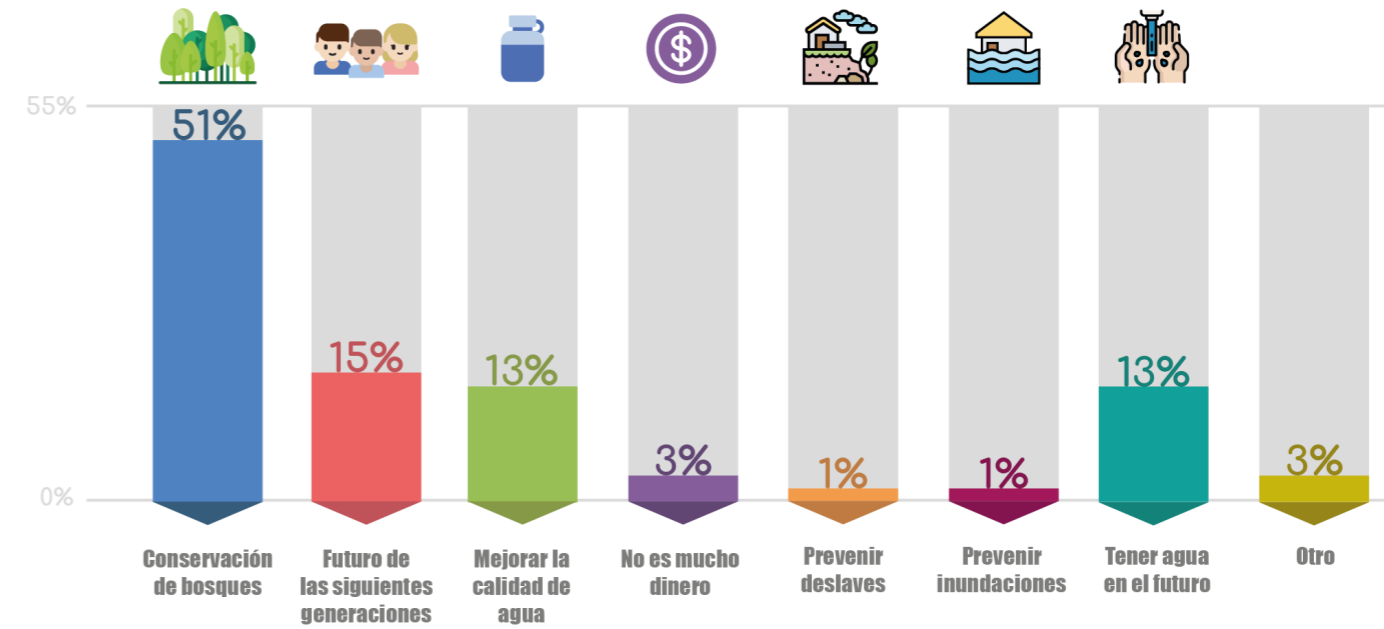


FIGURA 4.5. Distribución de los niveles de ingreso de los encuestados.

Fuente: Elaboración propia con información de las encuestas

En cuanto a las preguntas relacionadas con la DAP, aproximadamente el 50% de los usuarios que sí aceptaron pagar una cantidad adicional, lo harían por promover la conservación de los bosques, seguido por asegurar el futuro de las siguientes generaciones, mejorar la calidad del agua y tener agua en el futuro (Figura 4.6).



“ El 30% consideran que la tarifa ya es muy alta.

FIGURA 4.6. Razones por las cuales los usuarios aportarían una cantidad adicional.

Fuente: Elaboración propia con información de las encuestas

De aquellos que dijeron que no estarían dispuestos a aportar una cantidad, el 30% consideran que la tarifa ya es muy alta mientras que otro 30% no confían en que el dinero se use de manera apropiada.

4.2. ANÁLISIS DE LA DEMANDA DE AGUA

4.2.1. CORRELACIÓN ENTRE NIVEL TARIFARIO E INGRESO

Los análisis indican que la correlación⁶ entre nivel tarifario e ingreso es baja⁷ (corr=0.24). Como se observa en la distribución de ingresos por nivel en las **Figura 4.6** (ingresos agregados en cuatro grupos) y **Figura 4.7** (ingresos desagregados, en 16 grupos), el Nivel 1 tiene un mayor número de personas en los rangos bajos de ingresos (\$0 a \$7,000 pesos mensuales) y los niveles 3 y 4 contienen mayor cantidad de personas con rangos de ingresos mayores (mayor a \$25,000 pesos mensuales). Sin embargo, no hay mucha diferencia entre los niveles, principalmente entre los Niveles 2 y 3. La **Figura 4.8** muestra esta misma relación, indicando la media y outliers (valores atípicos).

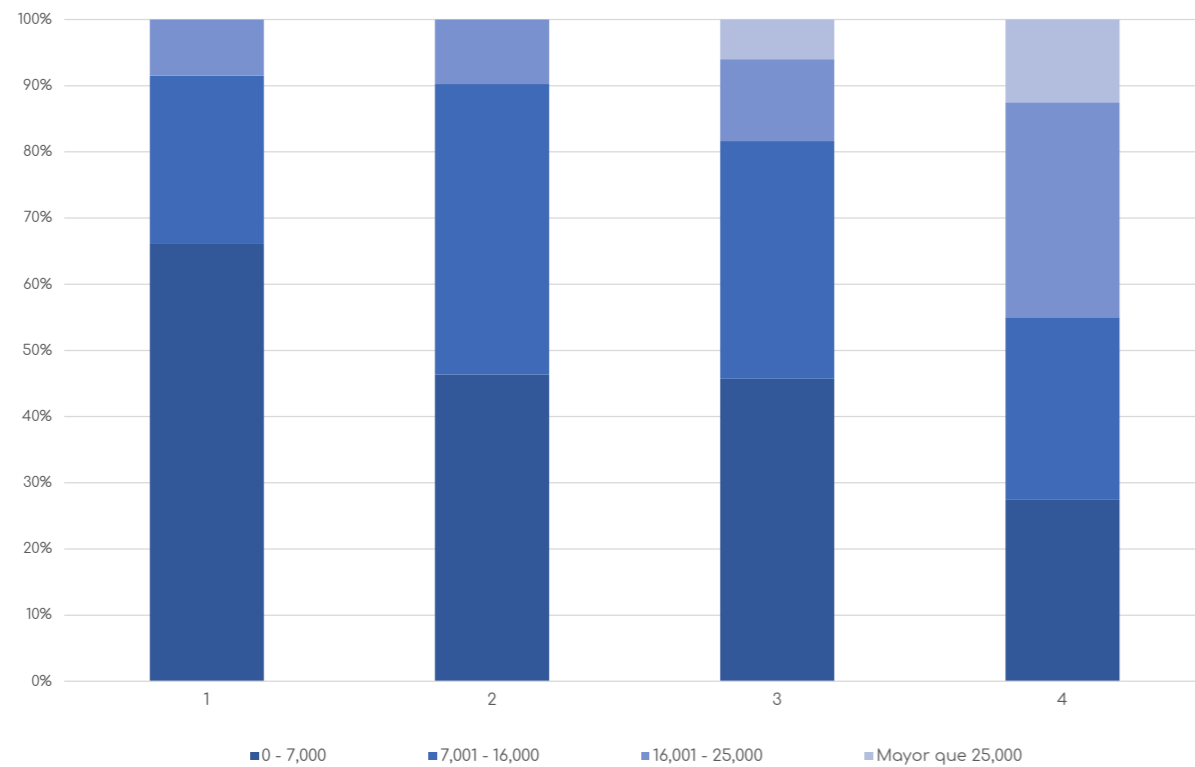


FIGURA 4.7. Correlación entre nivel tarifario e ingreso (agregado).

Fuente: Elaboración propia.

⁶ La correlación es una medida estadística que mide el grado de relación entre dos variables aleatorias.

⁷ Una correlación se considera alta cuando el coeficiente es mayor a 0.8

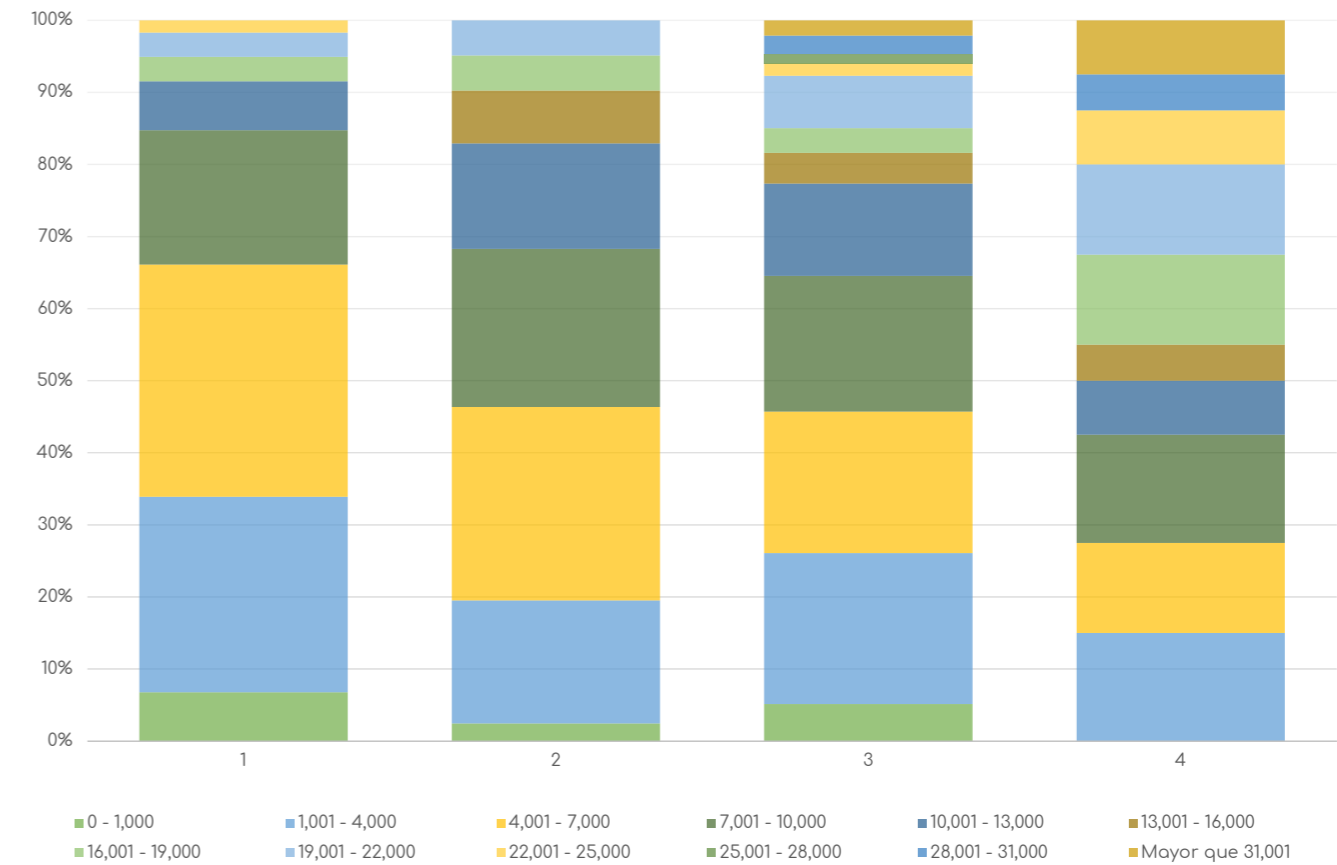


FIGURA 4.8.

Correlación entre nivel tarifario e ingreso (desagregado).

Fuente: Elaboración propia.

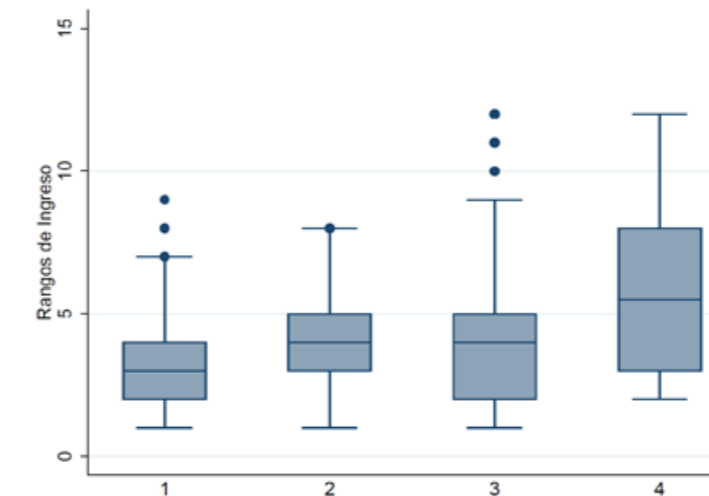


FIGURA 4.9.

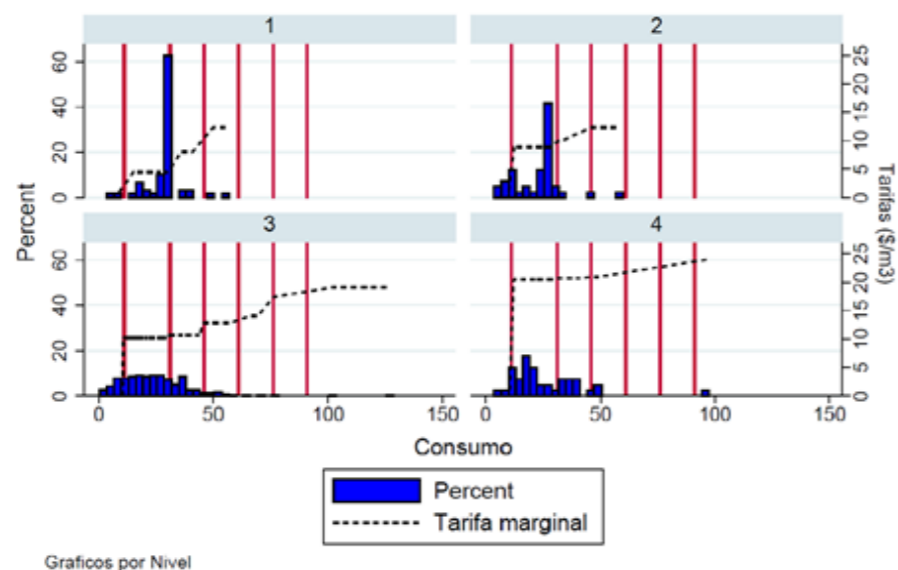
Correlación entre nivel tarifario e ingreso (media y outliers).

Fuente: Elaboración propia.

Estos resultados indican que la selección de usuarios por nivel tarifario, aunque están divididos según las condiciones predominantes de la zona en la que se encuentra el predio y buscan captar las diferencias socio-económicas de los diferentes usuarios, no están captando por completo el nivel de ingreso de todos los usuarios. Esto significa que hay personas de ingresos altos que están siendo beneficiadas por los subsidios o apoyos gubernamentales, mientras que hay usuarios con menores ingresos que están pagando las tarifas más altas y que no corresponderían a su nivel de ingresos.

4.2.2. DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA Y TARIFAS NO LINEALES

La **Figura 4.9** muestra las tarifas (\$/m³) marginales por consumo. La teoría sugiere que los consumidores buscarán el mayor beneficio al menor costo, esto sucedería en los puntos de inflexión o kink point, o en el precio donde la tarifa cambia de un bloque a otro. Es decir, si los consumidores responden a los precios marginales, se esperaría que una parte desproporcionada se agrupará en el punto de inflexión. De hecho, la **Figura 4.9** muestra que hay algunos grupos alrededor de algunos bloques (principalmente el segundo). La respuesta observada, sin embargo, no parece ser homogénea en todos los niveles. No hay evidencia, por ejemplo, de agrupamiento en el Nivel 3. En este caso, la distribución del consumo parece fluida y podría significar que los consumidores en este nivel responden al precio marginal con una elasticidad⁸ casi nula⁹. Es posible también que los consumidores en los otros niveles tengan una respuesta similar a los del Nivel 3, y que la forma observada, así como el agrupamiento, sean el resultado de una muestra más pequeña para estos otros niveles.



Graficos por Nivel

FIGURA 4.10.
Distribución del consumo de agua y tarifas no lineales.

Fuente: Elaboración propia.

⁸ La elasticidad describe que tan sensible es una variable, en este ejemplo el consumo del agua, con relación a cambios en otra variable que la determina, en este caso el precio o tarifa del agua.

⁹ Otra posibilidad es que los consumidores respondan a precios alternativos como, por ejemplo, el precio promedio. En este caso, los consumidores perciben los precios como suaves y sin kinks (inflexiones).

4.2.3. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA

Los resultados sugieren que la demanda de agua es inelástica. Un aumento del 1% en la tarifa de agua (todas las tarifas) implicaría una reducción de 0.27% en el consumo de agua. Por otro lado, un aumento del 1% del ingreso implica en un aumento de 0.09% del consumo de agua. La **Tabla 4.1** muestra los resultados del análisis.

A su vez, se calculó la elasticidad de la demanda por nivel. Los resultados se presentan en la **Tabla 4.2**. Como se observa, las elasticidades por nivel son muy similares a la elasticidad calculada en conjunto. Un aumento del 1% en la tarifa de agua implicaría una disminución del consumo de agua del 0.25% en el Nivel 1, y 0.27% en los Niveles 2, 3 y 4.

Los resultados son consistentes con estudios similares (valor de 0.2% en México de Jaramillo-Mosqueira, 2005; 0.1% en Colombia de Jiménez et al., 2017; 0.14 en Colombia de Medina & Morales, 2007, entre otros). La baja elasticidad de la demanda puede explicarse por la inexistencia de sustitutos cercanos al agua o por el uso de agua para satisfacer necesidades básicas (Jiménez et al., 2017).

TABLA 4.1. Resultados de la elasticidad de la demanda del consumo de agua.

Variable	Modelo
	D/C Choise
Constante	2.853*** (0.360)
Tarifa de agua	-0.279** (0.104)
Ingreso $(y+d)$	0.095*** (0.038)
$\sigma \downarrow \epsilon$	0.224*** (0.402)
$\sigma \downarrow \eta$	0.602*** (0.063)
Long likelihood	-20.207

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 4.2. Resultados de la elasticidad de la demanda del consumo de agua por nivel.

Nivel	Elasticidad precio de la demanda
Nivel 1	-0.252
Nivel 2	-0.272
Nivel 3	-0.269
Nivel 4	-0.266

Fuente: Elaboración propia.

4.2.4. ANÁLISIS DE LA TARIFA ÚNICA

Una de las propuestas del Ayuntamiento de Morelia es la modificación del bloque tarifario a una tarifa única. En este estudio se analizó la proposición del OOAPAS. El esquema propuesto se puede observar en la **Figura 4.10**, donde se tendría una cuota fija base más un precio por m³ consumido, el cual sería incremental conforme aumenta el consumo del agua.

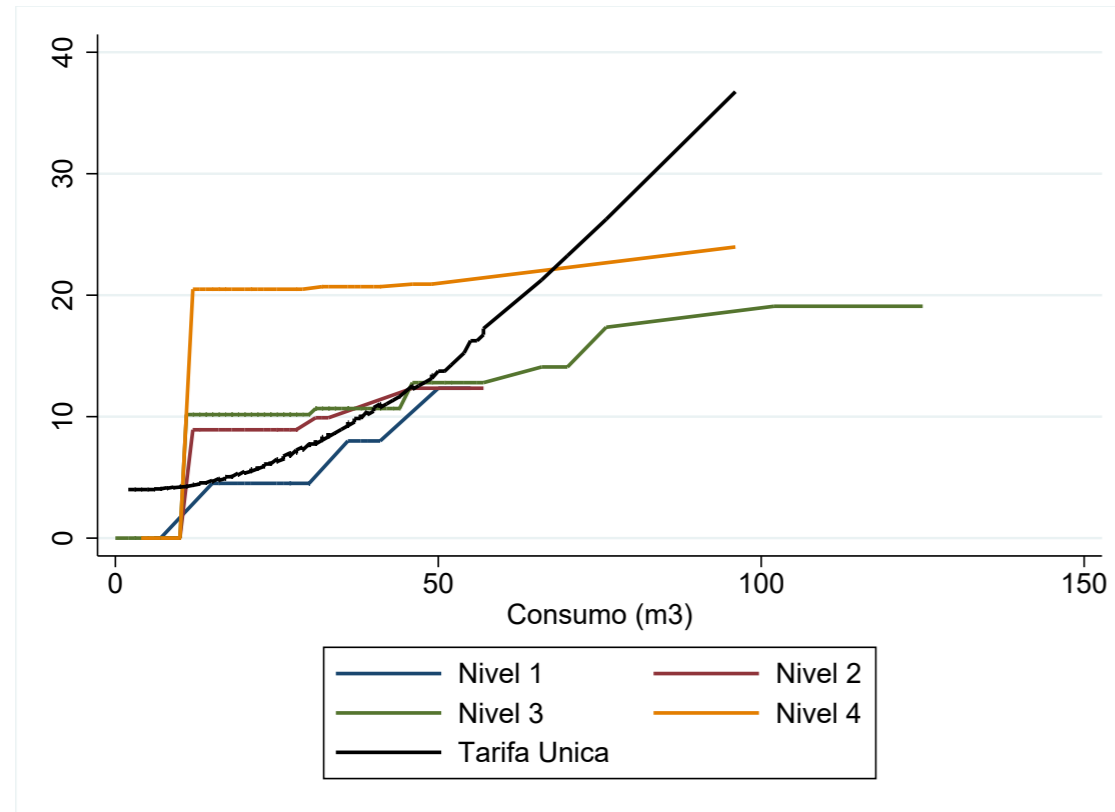


FIGURA 4.11. Esquema tarifario propuesto – cuota fija base mas precio incremental por m³ consumido.

Fuente: Elaboración propia.

Con base en la **Figura 4.10**, es posible notar que la tarifa propuesta no beneficiará a los consumidores que utilizan pequeñas cantidades de agua (hasta 10 m³) y a los consumidores en el Nivel 1. Para los consumidores que usen hasta 10 m³, por ejemplo, la tarifa marginal aumentaría de \$0 por m³ a \$4 por m³.

La **Figura 4.11** muestra la proporción de consumidores en cada nivel que consumen menos o igual a 10 m³. Para los consumidores en el Nivel 1, la tarifa propuesta es siempre mayor que la actual independientemente de la cantidad consumida.

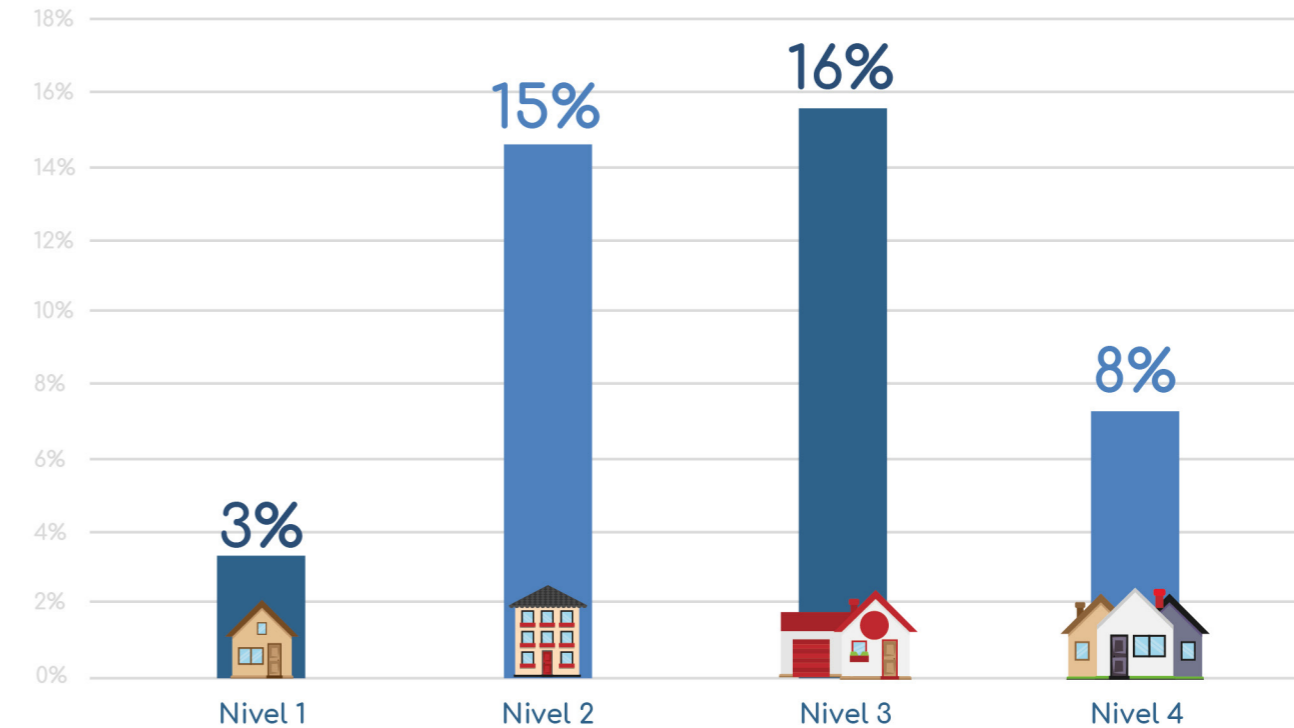


FIGURA 4.12. Proporción de consumidores en cada nivel que consumen hasta 10 m³.

Fuente: Elaboración propia.

Usando el modelo descrito anteriormente, se calculó el consumo esperado bajo la nueva política. Se puede observar que la demanda de agua aumentaría en un 12% en total y por nivel, a excepción del primer nivel. Para el Nivel 1, el consumo esperado bajo la nueva política disminuiría 7%. Para los demás niveles, el consumo aumentaría 8%, 12% y 35% respectivamente (**Figura 4.12**).

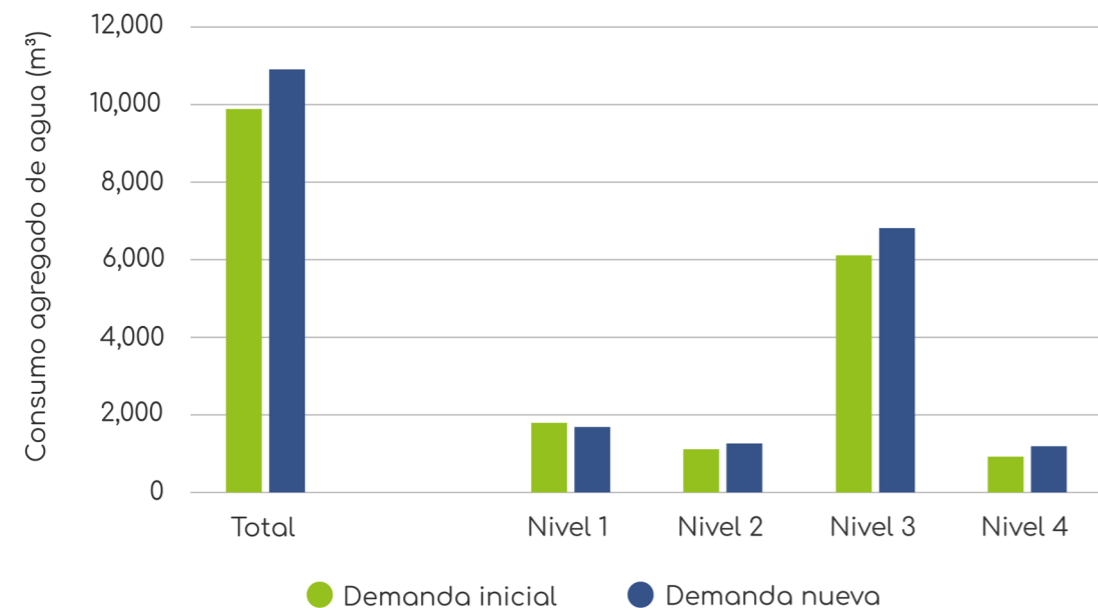


FIGURA 4.13. Cambio en la demanda por un cambio en el sistema tarifario.

Fuente: Elaboración propia.

La **Figura 4.13** muestra el cambio porcentual del consumo de agua según ingreso y dada la nueva política tarifaria. Se nota que el cambio es mayor para los consumidores con ingreso más bajo, a excepción de los consumidores en el Nivel 1, donde todos se verían perjudicados por la nueva tarifa, y decidirían reducir sus niveles de consumo. Por lo anterior, se puede concluir que el esquema propuesto podría afectar desproporcionadamente el consumo de agua de los ciudadanos de Morelia. Si bien el efecto sería negativo para los consumidores en el primer nivel, beneficiaría a los consumidores de los otros niveles. Debido a esto, puede concluirse que la nueva política beneficiaría a los consumidores con ingresos altos en detrimento de los consumidores con ingresos más bajos. Aunque no se realizó ningún cálculo adicional, este resultado también sugiere que hay espacio para aumentar la tarifa del agua a los consumidores que consumen más de 10 m³ en los Niveles 2, 3 y 4. Este aumento se utilizaría para subsidiar el consumo de agua de los consumidores con ingresos más bajos (que consumen menos de 10 m³).

Los resultados del análisis de la disponibilidad a pagar contribuirán al diseño de un mecanismo de Pago por Servicios Ambientales (PSA) para el Municipio de Morelia. A través de este análisis se puede identificar el cobro adicional que se le podría hacer a los usuarios para recaudar los recursos necesarios para llevar a cabo acciones de conservación en las zonas prioritarias de recarga de agua.

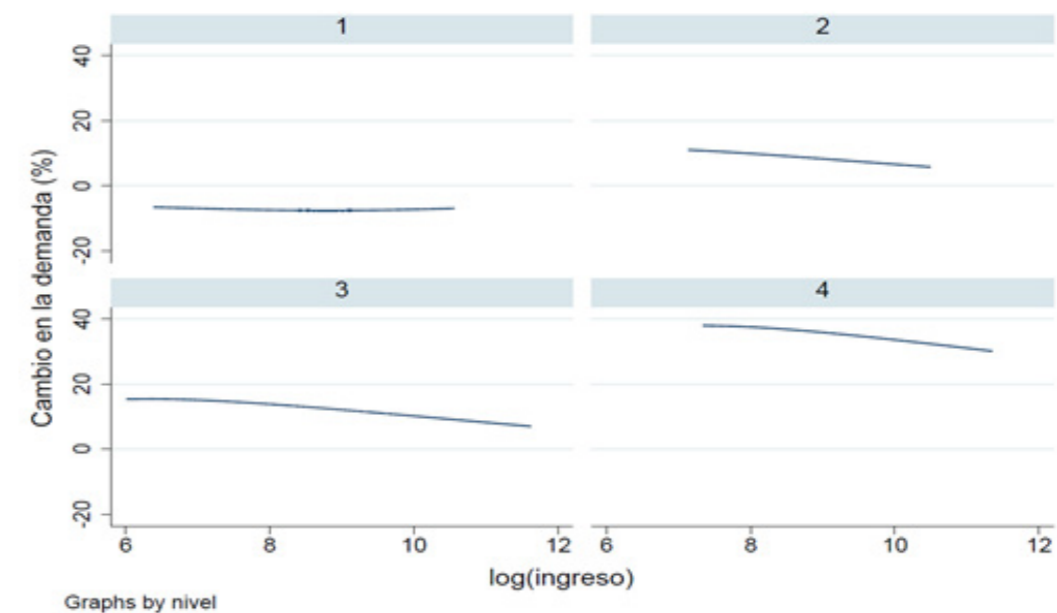


FIGURA 4.14. Cambio en la demanda por nivel según ingreso.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.5. MODELOS UNIVARIADOS Y MULTIVARIADOS

La demanda de la DAP se construyó tanto para un modelo univariado como multivariado. Los modelos univariados desarrollados predijeron los resultados, confirmando una relación negativa entre el aporte adicional a la tarifa del agua y la cantidad de usuarios dispuestos a aportar una cantidad determinada. Es decir, mientras más alta sea la tarifa adicional, menor el número de usuarios dispuestos a pagarla. En los modelos multivariados que incluyen variables adicionales al monto de la tarifa, como por ejemplo

las características demográficas, el coeficiente de la variable dependiente (en este caso la DAP) resultó ser el mismo para todos los modelos, lo que denota consistencia en la construcción del modelo¹⁰.

¹⁰ La correlación más alta fue de 0.6516. En una correlación, los valores cerca de 0 significan correlación baja, y cerca de 1 alta. Sin embargo, los valores intermedios son subjetivos y se puede interpretar como alta o baja dependiendo del tamaño de la muestra, y también dependiendo de la variable. Es por esto que se consideró 0.4 en este caso.

4.2.6. DEMANDA DE LA DISPONIBILIDAD A PAGAR

En la **Figura 4.14** se observa la curva de la demanda construida con el modelo multivariado. Como se puede notar, la DAP no es muy alta, esto se puede observar dado que únicamente el 80% de los usuarios estarían dispuestos a pagar un aporte adicional en su recibo de agua, el cual estaría destinado a financiar actividades de conservación que garanticen la disponibilidad y calidad del recurso. La gráfica muestra cómo conforme aumenta la tarifa adicional se reducen los usuarios dispuestos a pagarla. Por ejemplo, un cobro adicional de \$15 pesos dejaría fuera al 40% de los usuarios, y un cobro adicional de \$28 pesos dejaría fuera a cerca del 60% de los usuarios. La máxima participación, del 80% de los usuarios, se alcanzaría con un cobro adicional de \$2 pesos.

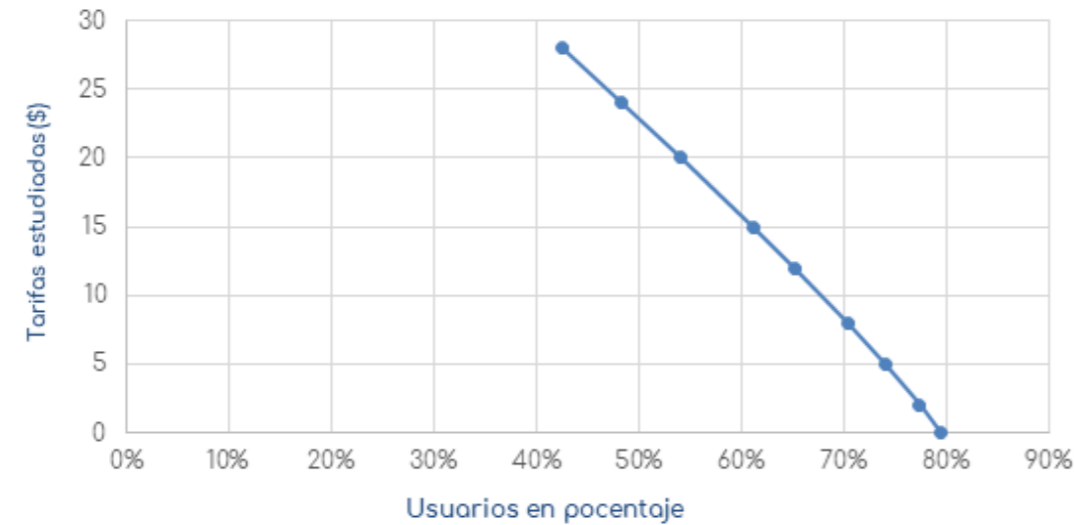


FIGURA 4.15. Curva de demanda del modelo.

Fuente: Elaboración propia.

La curva de ingreso (**Figura 4.15**) señala los ingresos potenciales que se podrían recabar por aporte adicional al pago del agua. Aunque la curva de ingreso no llega a un punto de inflexión (donde la curva comienza a disminuir), se puede observar que la pendiente se reduce más fuertemente a partir de un aporte de \$20 pesos. Es decir, a partir de las tarifas altas (\$20 pesos o más) no se generarían ingresos significativamente mayores que con aportes menores. Como los datos lo indican en la **Tabla 4.3**, se puede observar que hasta un 70% de los usuarios estarían dispuestos a aportar hasta \$8 pesos adicionales en el recibo de agua cada bimestre, representando ingresos de aproximadamente 7 millones de pesos anuales.

La curva de ingreso (**Figura 4.15**) señala los ingresos potenciales que se podrían recabar por aporte adicional al pago del agua. Aunque la curva de ingreso no llega a un punto de inflexión (donde la curva comienza a disminuir), se puede observar que la pendiente se reduce más fuertemente a partir de un aporte de \$20 pesos. Es decir, a partir de las tarifas altas (\$20 pesos o más) no se generarían ingresos

significativamente mayores que con aportes menores. Como los datos lo indican en la Tabla 4.3, se puede observar que hasta un 70% de los usuarios estarían dispuestos a aportar hasta \$8 pesos adicionales en el recibo de agua cada bimestre, representando ingresos de aproximadamente 7 millones de pesos anuales.

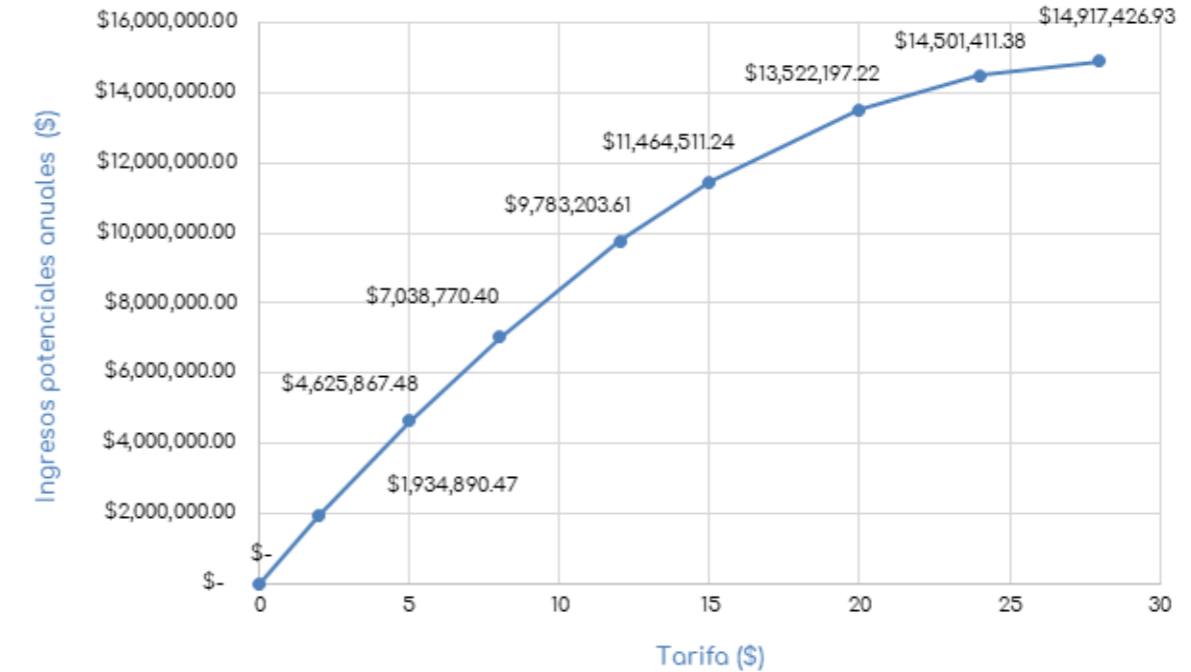


FIGURA 4.16. Curva de ingreso por cantidad aportada.

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 4.3. Ingresos potenciales anuales según el aporte adicional y el porcentaje de usuarios que aportarían

Aporte adicional en pesos	Porcentaje	Proporción de usuarios que aportarían una cantidad adicional	Ingresos potenciales bimestrales	Ingresos potenciales anuales
0	80%	165,633	\$-	\$-
2	77%	161,241	\$322,481.75	\$1,934,890.47
5	74%	154,196	\$770,977.91	\$4,625,867.48
8	70%	146,641	\$1,173,128.40	\$7,038,770.40
12	65%	135,878	\$1,630,533.94	\$9,783,203.61
15	61%	127,383	\$1,910,751.87	\$11,464,511.24
20	54%	112,685	\$2,253,699.54	\$13,522,197.22
24	48%	100,704	\$2,416,901.90	\$14,501,411.38
28	43%	88,794	\$2,486,237.82	\$14,917,426.93

Fuente: Elaboración propia.

5. DISEÑO DE UN MECANISMO DE FINANCIAMIENTO

5.1. INTRODUCCIÓN

El siguiente capítulo presenta las consideraciones para el diseño del mecanismo de financiamiento, basado en los resultados de este estudio y en discusiones con diferentes actores, incluyendo al IMPLAN, la Tesorería, el OOAPAS y la SEDRUMA.

El análisis realizado se basa en la premisa de que los usuarios estarían dispuestos a aportar una cantidad adicional de dinero, a través del recibo de agua, la cual se destinaría a un fondo ambiental, a través del cual se podrían financiar actividades específicas para la conservación de los bosques del Municipio, a fin de garantizar la provisión del agua en el largo plazo, la prevención de deslaves y la

reducción de la contaminación que llega a las aguas superficiales.

En el diseño de un mecanismo financiero de esta índole, es necesario considerar, por una parte a los oferentes del SSEE (en este caso a los dueños de los ecosistemas en zonas prioritarias donde se lleva a cabo la recarga de agua), a los demandantes del SSEE (en este caso a los usuarios del agua de Morelia), así como el mecanismo financiero que une los aportes de los demandantes, con las actividades que llevarían a cabo los oferentes para mantener el SSEE a largo plazo **(Figura 5.1).**

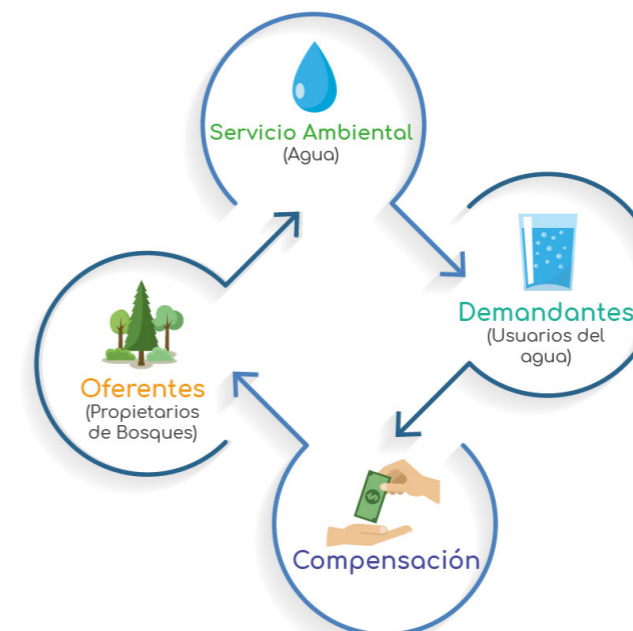


FIGURA 5.1. Mecanismo financiero - pago por servicios ambientales

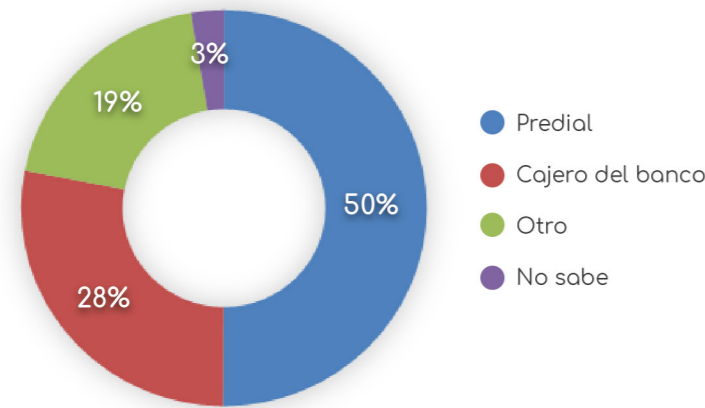
Fuente: Elaboración propia.

A continuación se presentan los resultados obtenidos de la encuesta en cuanto a la percepción de los usuarios respecto a las características que debería tener el programa de PSA para el Municipio.

La encuesta realizada exploró las preferencias de los usuarios, respecto a la forma de cobro. Como se observa en la **Figura 5.2.** además de la aportación a través del recibo del agua, el 50% de los encuestados estarían dispuestos en aportar a través del recibo predial, seguido por el cajero del banco.

Por lo que respecta a las opciones para la administración del recurso, la encuesta indicó que el 50% los usuarios prefieren el uso del Fondo Ambiental Municipal, seguido por un fideicomiso público/privado. Las opciones se muestran en la **Figura 5.3.**

FIGURA 5.2.
Mecanismo financiero - pago por servicios ambientales



Fuente: Elaboración propia.

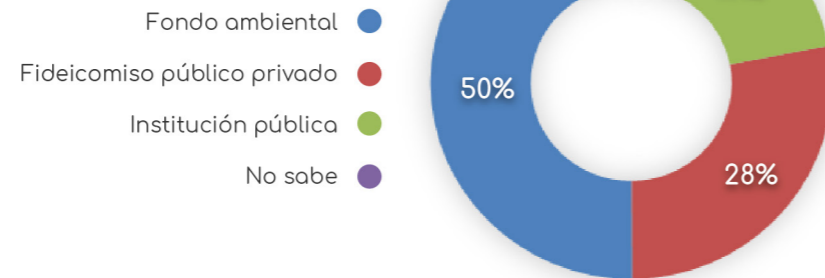


FIGURA 5.3. Opciones de recaudación de fondos según percepción de los usuarios del agua

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se detallan las características identificadas para el diseño de un mecanismo de pago por servicios ambientales (PSA) específico para el Municipio de Morelia y con base en estas consideraciones.

5.1.2. RECAUDACIÓN

La recaudación se puede llevar a cabo de distintas maneras. Para este caso en particular se analizaron tres de ellas: 1) a través del recibo del agua y/o predial, incluido obligatoriamente en la tarifa, 2) a través del recibo del agua y/o predial, incluido como donativo voluntario pero referenciado al pago o, 3) a través de un donativo voluntario en pago de predial y otros pagos que se realicen en la tesorería. La **Tabla 5.1** presenta un análisis preliminar que se realizó para

visualizar las ventajas y desventajas de las diferentes opciones.

La Tabla presenta las diferentes opciones para la recaudación y diferentes condiciones que podrían influenciar su implementación. A cada celda se le incluyó un valor del 1 al 5, siendo los valores altos los más factibles. La opción con la mayor puntuación es la más atractiva.

TABLA 5.1. Opciones para la recaudación

Opciones identificadas	Recibo del agua y/o predial, incluido obligatoriamente en la tarifa	Recibo del agua y/o predial, incluido como donativo voluntario (referenciado al pago)	Donativo voluntario en pago de predial y otros pagos en tesorería
Costos de implementación	2	3	4
Costos de transacción	3	2	2
Tiempo de Implementación	1	2	4
Riesgos de permanencia	5	3	1
Potencial Recaudación	5	4	1
Facilidad de recaudación	5	4	2
Voluntad Política	1	2	5
Modificaciones legales	1	2	5
Total	23	22	24

Fuente: Elaboración propia con información obtenida de los actores clave

Aunque el ejercicio indica que el cobro obligatorio puede ser mas atractivo, en el corto plazo, la recaudación se llevará a cabo a través de un donativo voluntario de parte de los usuarios. La opción para

realizar el donativo se llevará a cabo en las oficinas de cobro de la Tesorería, incluyendo no sólo el cobro al impuesto predial sino también cualquier otro pago que se realice en estas instalaciones (por ej., licencias

de establecimientos). Esto permitiría tener una recaudación durante todo el año, considerando que la recaudación del impuesto predial se lleva a cabo principalmente en los meses de enero y febrero. En esta primera fase se sugiere cobrar un monto fijo de \$10 pesos. Un monto fijo facilita la recaudación, motiva a los aportantes y brinda una mayor transparencia al mecanismo (facilita los mecanismos de control).

En una segunda fase del proyecto se buscará incluir la opción del donativo voluntario en las oficinas del OOAPAS, dado que actualmente su sistema no se los permite y se requieren hacer modificaciones al mismo. La ventaja de hacerlo a través del recibo del agua es que existe una relación directa entre el uso del agua y la conservación de los bosques para asegurar una provisión del servicio ecosistémico en el futuro.

En el mediano plazo se recomienda migrar a un esquema obligatorio, en donde los usuarios tengan que pagar una cuota adicional ya sea en el recibo de agua o a través del impuesto predial. Estudios indican que un pago voluntario siempre es menor a un pago obligatorio (ver Lindhjem y Tuan, 2012). Esto se debe principalmente al concepto de free rider¹¹, donde una persona no está dispuesta a donar debido a que no todos los demás lo hacen. Un estudio de Roesch-McNally y Rabotyagov (2016) encontró que un esquema obligatorio podría aumentar la recaudación hasta en un 35%. Cabe mencionar que los resultados de la disponibilidad a pagar obtenidos en el estudio se basan en la premisa de que el cobro se les haría a todos los usuarios domésticos del agua.

Sin embargo, a diferencia del donativo voluntario (el cual ya se encuentra estipulado en la Ley de

Ingresos), un cobro obligatorio tendría que incluirse en la Ley de Ingresos. Dadas las condiciones políticas de un cambio de administración en el 2021, esta modificación se espera pueda solicitarse a partir de agosto del 2021.

Otra consideración importante es que no todos los usuarios acuden a las oficinas a realizar el pago, lo que dejaría fuera a un porcentaje de usuarios que pagan por otros medios y habría que considerar otros canales para captar a estos usuarios.

Cabe mencionar que para que un mecanismo voluntario de recaudación sea exitoso y constante a través del tiempo se debe de llevar a cabo una campaña de comunicación para sensibilizar a la población sobre la importancia de los bosques para la provisión de agua a largo plazo en la ciudad de Morelia. A su vez, la campaña debe de mostrar los resultados obtenidos a través del programa para asegurar que los usuarios continúen donando a través del tiempo y a medida que se incrementa el nivel de conciencia sobre la problemática. Si no se informa y concientiza a los usuarios, se corre el riesgo de que los niveles de recaudación sean muy bajos y se pone en riesgo los planes de largo plazo (mecanismo obligatorio). La información generada y presentada en este informe puede ayudar en el diseño de esas estrategias de difusión y concientización. Los costos de la campaña deben de considerarse en el diseño del mecanismo.

5.1.3. INSTRUMENTO FINANCIERO

Se identificaron tres potenciales instrumentos financieros para la recaudación, administración y desembolso de los recursos que se describen a continuación: 1) Fondo Ambiental Municipal, 2) Sub cuenta del Fideicomiso de Proyectos Estratégicos 3) cuenta bancaria de una ONG. La **Tabla 5.2** presenta un análisis preliminar que se realizó para visualizar las ventajas y desventajas de las diferentes opciones.

La Tabla presenta las diferentes opciones de instrumento financiero y diferentes condiciones que podrían influenciar su implementación. A cada celda se le incluyó un valor del 1 al 5, siendo los valores altos los más factibles. La opción con la mayor puntuación es la más atractiva.

TABLA 5.2. Opciones de instrumento financiero

Opciones identificadas	Fondo Ambiental Municipal (cuenta dentro de la Tesorería)	Sub cuenta del Fideicomiso de Proyectos Estratégicos	A través de una ONG
Costos de implementación	3	2	4
Costos de transacción	3	1	3
Tiempo de Implementación	5	4	4
Riesgos de permanencia	4	4	3
Transparencia	4	4	2
Facilidad de desembolso	5	3	5
Voluntad Política	5	3	5
Modificaciones legales	5	1	4
Total	34	22	30

Fuente: Elaboración propia con información obtenida de los actores clave

El instrumento financiero identificado para el PSA es el Fondo Ambiental municipal. El Fondo ya está inscrito en el Reglamento Ambiental y Sustentabilidad del Municipio de Morelia. El Artículo 25, habla de definir y establecer los mecanismos

para la creación del Fideicomiso ó Fondo Ambiental del Municipio de Morelia, con la finalidad de generar y organizar recursos para resarcir y/o revertir los daños o impactos causados al Medio Ambiente. A su vez el Artículo 27 menciona que se promoverá en

¹¹ El problema de free rider es una falla de mercado que sucede cuando algunas personas se benefician de algún bien o servicio del que no pagan.

coordinación con el Gobierno Federal y Estatal la difusión de las reglas de operación para el pago de servicios ambientales hidrológicos en el Municipio, con la finalidad de fomentar la conservación y mitigación ambiental.

A su vez se cuenta con el acuerdo mediante el cual se autoriza la Creación del Fondo Ambiental Municipal a cargo de la Dirección de Medio Ambiente y Sustentabilidad del Ayuntamiento de Morelia (Periódico Oficial, 2018). En este acuerdo se menciona que el Fondo Ambiental se integrará con las donaciones y aportaciones de particulares, de instituciones públicas y de MXN \$999,999.00 de la disposición presupuestal del Ayuntamiento.

En el acuerdo, se autoriza la apertura de una cuenta bancaria independiente por parte de la Tesorería Municipal, con una institución de crédito a nombre del Municipio de Morelia a cargo de la Dirección del Medio Ambiente y Sustentabilidad donde se depositarán los recursos.

Para la apertura de la cuenta es necesario contar con las reglas de operación que indican como se hará la recaudación y como se utilizarán los recursos. A diferencia de un fideicomiso, una cuenta dentro de la tesorería tiene un costo de transacción y administración menor. Las reglas de operación serán desarrolladas por SEDRUMA.

Esta opción no requiere de cambios en la legislación, sin embargo, requiere de altos controles para que exista transparencia en la disposición de los recursos. Esto se puede lograr a través del Comité Consultivo definido ya en la legislación que defina el uso del recurso de manera transparente y, con metas y objetivos claros.

5.1.4. DESEMBOLSO

Es necesario identificar las áreas prioritarias para la captación de agua y tener un diagnóstico sobre las distintas fuentes de abastecimiento. El municipio de Morelia ya tiene información relacionada con el uso de suelo y la proyección del cambio de uso de suelo, así como de las zonas con mayor producción superficial de agua. A su vez ha identificado las zonas prioritarias para la implementación de actividades clave que aseguren la provisión de agua y otros servicios ecosistémicos. Un mapa se muestra en la **Figura 5.4.**

En las áreas priorizadas se deben de definir las actividades a llevar a cabo, el alcance de las mismas, quién va a realizar las actividades y los costos asociados. Actualmente el municipio está trabajando en el diseño de estas actividades. Por las cuestiones legales y la reglamentación, el desembolso del recurso para las actividades identificadas las llevaría a cabo la SEDRUMA.

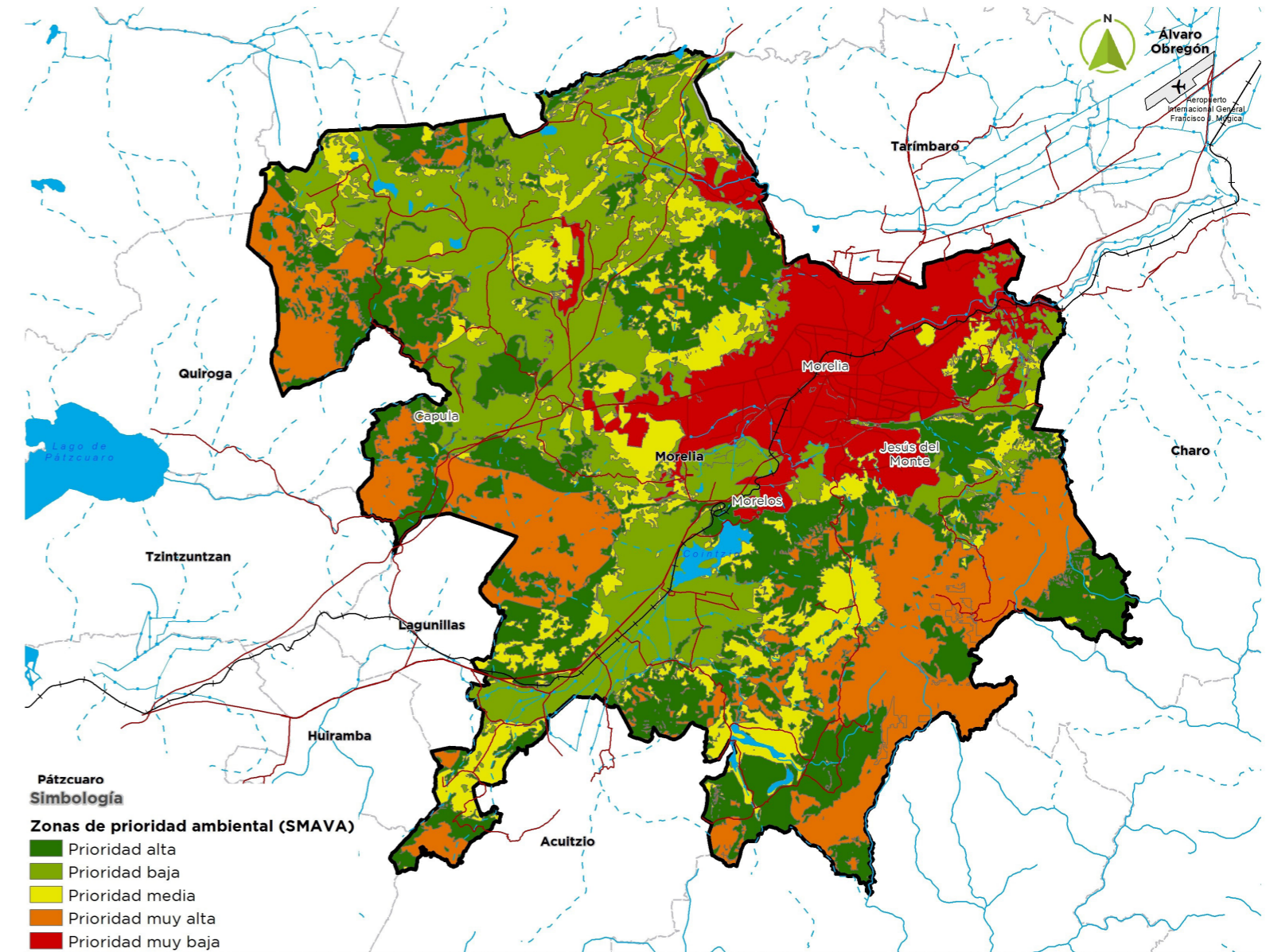


FIGURA 5.4. Zonas prioritarias para la implementación de actividades bajo un pago por servicios ambientales.

Fuente: IMPLAN, 2020.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Análisis de la demanda de agua

Aunque el sistema tarifario actual por niveles muestra una correlación entre ingreso y nivel, la correlación es baja. Esto significa que hay usuarios en el Nivel 1 con ingresos altos que se están beneficiando de una tarifa subsidiada y usuarios en el Nivel 4 con bajos ingresos que pagan cuotas más altas a pesar de tener menos ingresos. A su vez se observa que no hay mucha diferencia entre los Niveles 2 y 3. Se sugiere hacer una revisión detallada de la asignación de los niveles y considerar el nivel de ingreso cuando se busque ajustar las tarifas de agua en el futuro.

La elasticidad de la demanda es pequeña, lo que significa que un cambio en la tarifa no modificaría mucho el consumo de agua de los usuarios. Esto es consistente con la demanda de bienes como el agua, con pocos sustitutos que cubren necesidades básicas.

La introducción de una tarifa única tal como está diseñada actualmente dañaría a los consumidores que utilizan menos de 10 m³ y a todos los consumidores en el Nivel 1. Basado en los resultados, se recomienda cambiar a la tarifa única. Una posibilidad podría ser cobrar un precio más bajo a los consumidores que consumen menos de 10 m³ y precios más altos a todos los demás consumidores. Sin embargo, para tener certeza de los resultados de esta alternativa, es necesario realizar análisis adicionales.



Análisis de la disponibilidad a pagar

Los usuarios del agua están dispuestos a aportar una cantidad adicional para la conservación de los bosques del Municipio para asegurar la provisión de agua a largo plazo. Sin embargo, el estudio indica que la disponibilidad a pagar no es muy alta por lo que se sugiere que el pago vaya entre los \$2 y los \$12 pesos. Con esta cantidad se podrían recaudar entre \$2 y \$10 millones de pesos anuales, respectivamente siempre y cuando:

- » El pago se lleve a cabo de manera obligatoria. Un esquema voluntario es probable que tenga una recaudación menor.
- » No existan modificaciones a la tarifa actual de los usuarios con medidor.
- » Los usuarios del agua potable en Morelia no se vean afectados por otros cobros (por ejemplo, la aplicación del 3.5% sobre el monto de los ingresos recaudados por concepto del suministro de agua potable, como se propuso y no aprobó por la Comisión de Desarrollo Sustentable y Medio Ambiente del Congreso del Estado), ya que la implementación de los mismos podría incidir en la disponibilidad de pago de los usuarios.



Mecanismo de financiamiento

- » Existe una alta voluntad política en el Ayuntamiento para la implementación de un PSA. Los resultados de este estudio sugieren que los demandantes del SSEE de agua están dispuestos a aportar una cantidad adicional para la conservación de los bosques debido a que están conscientes de la problemática, así como de sus consecuencias futuras. Por su parte, el Ayuntamiento ya tiene identificadas las zonas prioritarias y las acciones que se pueden llevar a cabo en una primera fase de implementación del mecanismo.
- » Dadas las condiciones políticas actuales, se recomienda comenzar con un esquema voluntario de recaudación con un monto fijo de \$10 pesos. Sin embargo, un esquema de este tipo requiere de constante inversión en una campaña de comunicación para promover las donaciones

constantes a través del tiempo, con un alto riesgo de no permanencia. A su vez, este esquema únicamente captaría los ingresos de aquellos usuarios que pagan en las oficinas de la Tesorería (corto plazo) y oficinas del OOAPAS (mediano plazo), por lo que sería importante explorar otras alternativas para captar los donativos de los usuarios que pagan por otros medios (por ejemplo, internet). Por lo anterior, se sugiere comenzar con ese esquema y migrar, en el mediano plazo, a un cobro, ya sea obligatorio o voluntario pero referenciado a la boleta del agua o predial.

- » A su vez, en el mediano plazo se sugiere incluir a otros sectores que no fueron analizados en este estudio, incluyendo a usuarios del sector industrial, comercial y agrícola.
- » Por cuestiones legales, el Fondo Ambiental Municipal es el mecanismo financiero más adecuado para manejar los recursos para el PSA. Este Fondo Ambiental tiene la ventaja de que puede recabar recursos de otras fuentes, como sería a través de las infracciones y del propio gobierno, a fin de complementar las aportaciones de los usuarios. Es importante que las reglas de operación del programa se definan claramente y con la participación de diferentes actores y dependencias. El mecanismo de transparencia (por ej., el Comité Técnico) debe existir para asegurar el buen manejo de los recursos.
- » Se sugiere comenzar con actividades puntuales en las zonas identificadas, cuyos resultados sean fáciles de demostrar en el corto y mediano plazo. Esto es necesario para generar confianza, y garantizar la permanencia del mecanismo en el largo plazo.

7. ACRÓNIMOS Y ABREVIACIONES

- ANP – Área Natural Protegida
- CONAGUA – Comisión Nacional del Agua
- CSF – Conservation Strategy Fund
- SSEE – Servicios ecosistémicos
- GIZ - Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable en México
- IMPLAN – Instituto Municipal de Planeación de Morelia
- INEGI - Instituto Nacional de Estadística y Geografía
- m3 – Metro cúbico
- PMDU - Programa Municipal de Desarrollo Urbano
- OOAPAS – Organismo Operador de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento
- PSA – Pago por Servicios Ambientales
- SEDRUMA - Secretaría de Desarrollo Rural y Medio Ambiente

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayuntamiento de Morelia (2018) Programa Municipal de Gestión de Riesgos y Ordenamiento Territorial de Morelia Michoacán. Ayuntamiento de Morelia, SEDATU, IMPLAN, UNAM-Escuela Nacional de Estudios Superiores. Inédito.
- Bahena, F. (2010) Programa de Manejo de la Zona Sujeta a Preservación Ecológica, Manantial La Minzita y su zona de amortiguamiento. Morelia, Michoacán.
- Boyle, K. (2003). Contingent Valuation in Practice. In P. Champ, K. Boyle, & T. Brown, A Primer on Nonmarket Valuation. Kluwer Academic Publishers.
- Bravo-Espinoza, M., Garcia-Olivía, F., Rios-Patron, E., Mendoza-Cantú, M., Barrera-Camacho, G., López-Granados, E., Serrato-Barajas, B.E. y Saenz-Reyes, T. (2008) La Cuenca del Lago de Cuitzeo: Problemática, Perspectivas y Retos hacia su Desarrollo Sostenible. Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Michoacán.

Bruner, A., Kessy, B., Mnaya, J., Wakibara, J., & Maldonado, J. (2015). *Tourist's Willingness to Pay to Visit Tanzania's National Parks: A Contingent Valuation Study*. CSF.

Carson, R. and Hanemann, M. (2005) *Contingent Valuation*, in *Handbook of Environmental Economics*. pp. 517-1103.

CONAGUA (2009) *Plan de Gestión Integral de los Recursos Naturales de la Cuenca del Lago de Cuitzeo*. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), Comisión Estatal del Agua y Gestión de Cuencas (CEAC).

CONANP-GIZ. 2017. *Valoración de los Servicios Ecosistémicos del Parque Nacional Cabo Pulmo*. Ciudad de México. Proyecto de Valoración de Servicios Ecosistémicos de Áreas Naturales Protegidas Federales de México: una herramienta innovadora para el financiamiento de biodiversidad y cambio climático (EcoValor MX).

De Groot, R., Fisher, B. and Christie, M. (2010). *Integrating the ecological and economic dimensions in biodiversity and ecosystem service valuation*. In: TEEB, ed., *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: The Ecological and Economic Foundations*

DOF (2015) *Periódico oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo, 2015*. Tomo CLXI. Morelia, Mich., viernes 30 de enero. Núm. 32.

FAO (2018). *Servicios ecosistémicos y biodiversidad*. Disponible en: <http://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/es/> (Consulta: enero, 2018).

Haines-Young, R. y Potschin, M. (2012) *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): Consultation on Version 4*. EEA Framework.

Hewitt, J.A., y Hanemann, M. (1995) *A discrete/continuous choice approach to residential water demand under block rate pricing*. *Land Economics*. 71(2). 173-192.

IMPLAN (2016) *Morelia Next 2041, Plan de Gran Visión*. H. Ayuntamiento de Morelia, IMPLAN y Metropoli Ecosystems. CitiesLab.

IMPLAN (2018) *Caracterización de la Microcuenca del Río Chiquito. Resumen Ejecutivo*. Disponible en <https://implanmorelia.org/virtual/wp-content/uploads/2018/04/RESUMEN-EJECUTIVO-FINAL.pdf>

INEGI (2010) *Volumen y crecimiento. Población total según tamaño de localidad para cada entidad federativa, 2010*.

Jaramillo-Mosqueira, Luis (2005). "Evaluación Econométrica de la Demanda de Agua de Uso Residencial en México", *El Trimestre Económico*, Vol. 72, No. 286(2), pp. 367-390.

Jimenez, D., Orrego, S., Vázquez, F., y Ponce, R. (2017) *Estimación de la demanda de agua para uso residencial urbano usando un modelo discreto-continuo y datos desagregados a nivel de hogar: el caso de la ciudad de Manizales, Colombia*. *Lecturas de Economía*. 86. 153-178.

La Voz de Michoacán (2018a) *Morelia tendrá que importar agua potable en 10 años*. Disponible en <https://www.lavozdemichoacan.com.mx/morelia/morelia-tendria-que-importar-agua-potable-en-10-anos/>

La Voz de Michoacán (2018b) *Se acaban el agua en 30 colonias de Morelia*. Disponible en <https://www.lavozdemichoacan.com.mx/morelia/se-acaban-el-agua-en-30-colonias-de-morelia>

Lindhjem, H y Tuan T (2012) *Valuation of species and nature conservation in Asia and Oceania: a meta-analysis*. *Environ Econ Policy Stud* 14:1-22

Mas, J., Lemoine Rodríguez, R., González, R., López Sánchez, J., Piña Garduño, A. and Herrera Flores, E. (2017). *Evaluación de las tasas de deforestación en Michoacán a escala detallada mediante un método híbrido de clasificación de imágenes de percepción remota*. *Madera y Bosques*, 23(2), p.119.

Medina, Carlos & Morales, Leonardo (2007). "Demanda por Servicios Públicos Domiciliarios en Colombia y Subsidios: Implicaciones sobre el Bienestar", *Borradores de Economía*, No. 467. Banco de la República, Colombia

Mendizabal, C., Malky, A. Y Bruner, A (2019) *Optimización de tarifas de ingreso en áreas protegidas de Bolivia*. *Conservation Strategy Fund*. Documento de Trabajo.

Millennium Ecosystem Assessment (2005) *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*. Washington, DC: Island Press.

Ministerio del Ambiente (2015) *Manual de Valoración Económica del Patrimonio Natural*. Perú. MA - GIZ.

Mitchell, R. y R. T. Carson (2013). *Using Surveys to Value Public Goods*. Routledge.

OOAPAS (2017) *Informe Anual 2017*. Disponible en <http://morelos.morelia.gob.mx/ArchTranspOOAPAS/Art35/InfPub/XXVIII/Informe%20Director%20OOAPAS%202017.pdf>

OOAPAS (2019) Comunicación personal. Llamada telefónica. 14 de mayo de 2019.

OECD (2007) *Assessing Environmental Policies - Policy Brief*. OECD. pp.3,4.

Olander, L., Johnston, R.J., Tallis, H., Kagan, J., Maguire, L., Polasky, S., Urban, D., Boyd, J., Wainger, L. y Palmer, M. (2015) *Best Practices for Integrating Ecosystem Services into Federal Decision Making*. Durham: National Ecosystem Services Partnership, Duke University.

Periódico Oficial (2010). *Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Morelia, 2010*. Disponible en <http://www.periodicooficial.michoacan.gob.mx/periodico-oficial/>

Periódico Oficial (2011). *Periódico Oficial del Estado de Michoacán. Decreto por el que se declara como zona de protección ambiental el área de Pico-Azul-La Escalera, en los municipios de Charo, Madero y Morelia*. Disponible en <http://www.periodicooficial.michoacan.gob.mx/periodico-oficial/>

Periódico Oficial (2012). *Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Morelia, Michoacán. Periódico Oficial del Estado de Michoacán*. Disponible en <http://www.periodicooficial.michoacan.gob.mx/periodico-oficial/>

Periódico Oficial (2016). *Plan de Desarrollo Municipal. Periódico Oficial del Estado de Michoacán*. Disponible en <http://www.periodicooficial.michoacan.gob.mx/periodico-oficial/>

Periódico Oficial (2017). *Reglamento Ambiental y Sustentabilidad del Municipio de Morelia. Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo*.

Periódico Oficial (2018). *Acuerdo mediante el cual se autoriza la creación del Fondo Ambiental Municipal a cargo de la Dirección de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Morelia*.

Periódico Oficial (2019). *Ley de Ingresos del Municipio de Morelia, Michoacán, para el Ejercicio Fiscal del Año 2019*.

Polasky, S. (2012) *Valuing Nature: Economics, Ecosystems Services, and Decision-Making*. En *Measuring Nature Balance Sheet of 2011 Ecosystem Services Seminar Series*. Palo Alto: Gordon and Betty Moore Foundation.

Quadratín (2018) *Se pierde 40% de agua potable por fugas durante distribución: OOAPAS*. Disponible en: <https://www.quadratin.com.mx/principal/se-pierde-40-de-agua-potable-por-fugas-durante-distribucion-ooapas/>

Roesch-McNally, G.E, y Rabotyagov, S.S. (2016) *Paying for Forest Ecosystem Services: Voluntary Versus Mandatory Payments*. *Environmental Management* 57:585-600

Ruiz-Sandoval, D., Arana-Coronado, J.J., Godbout, S., Sandoval-Salas, F., y Brambila-Paz, J. (2019) *Economic valuation of three ecosystem services before the establishment of a greenbelt of Quebec City forest, Canada*. *Revista Chapingo*. 25(1). 3-15.

Vásquez, F., Cerda, A., Orrego, S. (2007) *Valoración Económica del Ambiente*. Buenos Aires, Thomson editores, 2007

Vieyra, A y Larrazabal, A. (2014) *Urbanización, Sociedad y Ambiente. Experiencias en Ciudades Medias*. CIGA-UNAM.