



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DIVISIÓN DE CIENCIAS ECONÓMICO-ADMINISTRATIVAS

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y DE LOS RECURSOS
NATURALES

VALORACIÓN ECONÓMICA POR LA REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN SAN DIEGO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO

T E S I S

Que como requisito parcial para obtener el título de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y DE LOS RECURSOS
NATURALES



APROBADA



Presenta:

Juan Manuel Sánchez Balderas

Bajo la supervisión de:

Dr. Marco Andrés López Santiago

Chapingo, Estado de México, octubre de 2024

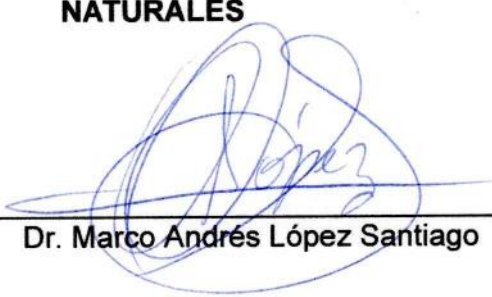


**Valoración económica por la rehabilitación del sistema de agua potable en
San Diego, Texcoco, Estado de México**

Tesis realizada por **Juan Manuel Sánchez Balderas** bajo la supervisión del
Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito
parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y DE LOS RECURSOS
NATURALES**

DIRECTOR:



Dr. Marco Andrés López Santiago

ASESOR:



Dr. Ramón Valdivia Alcalá.

ASESOR:



Dr. José Luis Romo Lozano

CONTENIDO

CONTENIDO	iii
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE CUADROS	vii
DEDICATORIAS	viii
AGRADECIMIENTOS	ix
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Planteamiento del problema	2
1.3. Justificación	4
1.4. Objetivos.....	5
1.4.1. Objetivo General.....	5
1.4.2. Objetivos específicos:.....	5
CAPITULO II. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	6
2.1. Localización del área de estudio	6
2.2. Marco Físico	8
2.3. Hidrografía.....	9
2.4. Características Socioeconómicas.....	9
2.5. Principales actividades económicas de la región de estudio.	9
CAPITULO III. MARCO CONCEPTUAL	11
3.1. Gobernanza del agua	11
3.2. La teoría del valor	14
3.2.1. Valor-Trabajo	14
3.2.2. Teoría subjetiva del valor	15

3.3.	Teoría de las preferencias	15
3.4.	Teoría de la utilidad.....	16
3.4.1.	Problema del consumidor	17
3.4.2.	Función de Utilidad Indirecta	17
3.4.3.	Función de Gasto	19
3.5.	Medidas de bienestar	19
3.5.1.	El excedente del consumidor	19
3.5.2.	La variación compensada (VC)	20
3.5.3.	Variación equivalente (VE)	21
3.5.4.	El excedente compensatorio (EC).....	22
3.5.5.	El excedente equivalente (EE)	22
3.6.	La economía ambiental	22
3.7.	Economía de los recursos naturales	23
3.8.	Valoración del medio ambiente.....	24
3.9.	Métodos de valoración de los recursos naturales aplicados al agua ..	26
3.9.1.	Clasificación de los métodos de valoración económica.....	27
3.10.	El método de costo de desplazamiento	29
3.11.	El método de Precios Hedónicos	30
3.12.	Método de valoración contingente	31
3.12.1.	Nociones generales.....	31
3.12.2.	Elaboración del cuestionario	32
3.12.3.	Formas de preguntar la DAP	33
3.12.4.	El problema de los Sesgos	34

3.12.5. Alcances y limitaciones	35
CAPITULO IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....	37
4.1. Aplicación del Método de Valoración Contingente (MVC)	37
Economic valuation for the rehabilitation of the drinking water system in San Diego, Texcoco, State of Mexico	42
CONCLUSIONES GENERALES	62
LITERATURA GENERAL	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización del acuífero Texcoco (1507).	3
Figura 2. Ubicación del municipio de Texcoco	7
Figura 3. Ubicación de San Diego.	8
Figura 4. Excedente del consumidor.....	20
Figura 5. La variación compensatoria y la equivalente.	22
Figura 6. Clasificación de los métodos de valoración	28

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Establecimientos económicos según actividad económica en San Diego, Texcoco	10
Cuadro 2. Categorización del Valor	25
Cuadro 1. Descripción de las variables incluidas en el modelo paramétrico. ...	47
Cuadro 2. Fórmulas de la media y varianza de Boman et al. (1999).	50
Cuadro 3. Ecuaciones de Haab y McConnell (2002) para las medias no paramétricas y sus varianzas.....	51
Cuadro 4. Resultados del análisis estadístico	52
Cuadro 5. Resultados del programa nlogit/Limdep para pruebas individuales.	52
Cuadro 6. Efectos Marginales.....	53
Cuadro 7. Comparación de las estimaciones paramétricas y no paramétricas de la media y varianza	55

DEDICATORIAS

A mis padres, en especial a mi madre Teresa Balderas, por su amor y apoyo incondicional.

A mi hermana Analy Sánchez por su ayuda y apoyo.

A mi familia, en especial a mis abuelos, tíos y primos, por su cariño y respaldo constante.

A mis buenos amigos Hugo, Iñigo, Jhosely y Zuri, por su amistad sincera y por estar a mi lado en los momentos más importantes.

A Víctor, Miguel y Jorge Miranda, por los buenos momentos compartidos.

Al ingeniero Edilberto y al licenciado Oscar Iván por todos sus aportes y erudición.

A todos los maestros, compañeros y personas que de alguna manera contribuyeron en este proceso.

<<Plus ultra, per aspera ad astra >>

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONAHCyT) que me facilitó el financiamiento durante estos dos años para realizar mi maestría.

A la Universidad Autónoma Chapingo por permitirme realizar mi maestría. Instalaciones, salones y todas las facilidades para tal fin.

A mi director de tesis Dr. Marco Andrés López Santiago, quien aportó su valioso conocimiento para realizar el estudio y por sus observaciones durante el proceso de investigación.

Al Dr. Ramón Valdivia Alcalá y al Dr. José Luis Romo Lozano, miembros de mi comité asesor, cuyo aporte intelectual y orientación fueron clave para el desarrollo de esta investigación.

Al Dr. Juan Hernández Ortiz por su presencia como coordinador durante el proceso, facilitando la ayuda necesaria.

Al Ing. Roberto Balderas Ramírez por su apoyo en la recolección de datos y en general a todo el Sistema de Agua potable de la comunidad de San Diego, Texcoco.

DATOS BIOGRAFICOS



Datos personales

Nombre:	Juan Manuel Sánchez Balderas
Fecha de nacimiento:	27 de febrero de 1998
Lugar de nacimiento:	Texcoco, Estado de México
Núm. Cartilla militar:	D-4339631
CURP:	SABJ980227HMCNLN02
Profesión:	Ingeniero en Irrigación
Cédula profesional:	12738873

Desarrollo académico

Preparatoria:	Preparatoria agrícola Chapingo, generación 2013-2016
Licenciatura:	Ingeniero en Irrigación, Universidad Autónoma Chapingo, generación: 2016-2020

RESUMEN GENERAL

VALORACIÓN ECONÓMICA POR LA REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN SAN DIEGO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO

En la zona oriente del Valle de México, el crecimiento poblacional ha sido significativo, ejerciendo una presión considerable sobre los recursos hídricos. Ocho de los nueve acuíferos en la región están sobreexplotados, incluido el acuífero Texcoco. El Sistema de Agua Potable San Diego Tlailotlacan, en el municipio de Texcoco, enfrenta desafíos debido a esta sobreexplotación, que afecta la cantidad y calidad del suministro de agua, así como el mantenimiento de la red hidráulica. Se usó el Método de Valoración Contingente (MVC) para estimar la Disposición a Pagar (DAP) por parte de los usuarios por la mejora de la red hidráulica con el fin de mejorar la calidad y abastecimiento del servicio. Se utilizó un formato dicotómico con referéndum preguntar por la disposición a pagar, y los resultados se obtuvieron mediante dos métodos de estimación: paramétrico y no paramétrico. Los resultados mostraron un valor de \$37.28 pesos para la estimación paramétrica y \$31.25 pesos para los métodos no paramétricos. No se encontraron diferencias significativas entre ambos métodos de estimación. El valor total estimado para la mejora del sistema es de \$1,207,872 pesos anuales.

Palabras clave: Disposición a pagar, sistema de agua, sobreexplotación, formato dicotómico con referéndum, estimación no paramétrica.

Tesis de Maestría en Ciencias en Economía Agrícola y de los Recursos Naturales, Universidad Autónoma Chapingo.

Autor: Juan Manuel Sánchez Balderas

Director de Tesis: Dr. Marco Andrés López Santiago

GENERAL ABSTRACT

ECONOMIC VALUATION FOR THE REHABILITATION OF THE DRINKING WATER SYSTEM IN SAN DIEGO, TEXCOCO, STATE OF MEXICO

The eastern region of the Valley of Mexico has experienced significant population growth, leading to increased pressure on water resources. Eight out of nine aquifers in the area, including the Texcoco aquifer, are overexploited. The San Diego Tlailotlacan Water System, located in the municipality of Texcoco, faces challenges due to this overexploitation, which affects the quantity and quality of water supply and the maintenance of the water distribution network. The Contingent Valuation Method (CVM) was employed to estimate the users' Willingness to Pay (WTP) for improvements in the hydraulic network aimed at enhancing the quality and reliability of the service. A dichotomous choice format with a referendum approach was used to assess WTP, with estimates obtained through both parametric and non-parametric methods. The results indicated a WTP of \$37.28 MXN using the parametric method and \$31.25 MXN with the non-parametric method, showing no significant differences between the two approaches. The total estimated value for the improvements amounts to \$1,207,872 MXN annually.

Keywords: Willingness to Pay, Water Supply System, Overexploitation, dichotomous choice with referendum, non-parametric estimation.

Master in Science Thesis in Agricultural and Natural Resources Economics, Universidad Autónoma Chapingo.

Author: Juan Manuel Sánchez Balderas

Advisor of thesis: Dr. Marco Andrés López Santiago

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL

1.1. Antecedentes

El agua es un recurso especial, sin embargo, su disponibilidad en tiempo y lugar no suele coincidir con las necesidades humanas. A nivel mundial, se estima que hay cerca de 1,386 billones de hectómetros cúbicos (hm^3) de agua. De los cuales el 97.5% corresponde a agua salada. Tan solo el restante 2.5% es agua dulce, a pesar de ello, casi el 70% de esta cantidad (35 billones de hm^3) está contenida en glaciares, nieve o hielo, lo que impide su uso inmediato para consumo humano (Comisión Nacional del Agua [CONAGUA], 2023).

Solo una pequeña proporción del agua para consumo humano se encuentra en fuentes que se renuevan mediante procesos de infiltración como lagos, ríos o acuíferos. Sin embargo, gran parte de esta agua aprovechable está distante de las zonas habitadas, lo que complica o impide su aprovechamiento. Se calcula que únicamente el 0.77% del agua es dulce y accesible para la humanidad (CONAGUA, 2023).

Durante el siglo XX, mientras que la población mundial aumento tres veces, las extracciones de agua se sextuplicaron, acrecentando el estrés sobre los recursos hídricos. Se espera que esta presión continúe creciendo debido al aumento de la población y al cambio climático (INEGI, 2020; CONAGUA, 2023).

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2023), México se posicionó en 2020 como el séptimo país con mayor extracción de agua a nivel global, con más de 83 mil millones de m^3 anuales. En cuanto a la distribución del uso del agua dulce en el país, el 76% se emplea en actividades agrícolas, el 14% en el abastecimiento público, el 5% en la generación de energía en plantas termoeléctricas, y el otro 5% en el sector industrial (CONAGUA, 2023).

Eventos como las sequías representan serios desafíos para el desarrollo del país. Durante los años 2011-2013, México experimentó una de las sequías más

intensas registradas, afectando al 90% del territorio nacional (CONAGUA, 2023). Esta sequía produjo pérdidas de \$16,000 millones de pesos (1,300 millones de dólares) solo en 2012 (Esparza, 2014).

Para el año 2022, se estimó que la población de México alcanzó los 129.35 millones de habitantes, mientras que la disponibilidad de agua renovable fue de 461,640 hm³. Esto indica que la disponibilidad natural media per cápita de agua en México es de 3,569 m³/hab/año (CONAGUA, 2023). Sin embargo, la distribución no es equitativa: las regiones del sureste, con el 23% de la población, disponen del 68% del agua renovable del país. Esto es siete veces más agua por habitante que en las regiones del norte, centro y noroeste que cuentan con el 32% del agua renovable para el 77% de la población (CONAGUA, 2023).

La situación es particularmente crítica en la zona centro del Valle de México, que enfrenta alta vulnerabilidad debido a su densidad poblacional y a las deficiencias en el suministro y la calidad de los servicios hídricos. Esta combinación complica la gestión de los recursos, incrementa los costos y genera conflictos entre los usuarios (Sandoval et al., 2016).

1.2. Planteamiento del problema

Con el creciente aumento de la población en el Valle de México, los servicios hídricos de la zona se han visto sobreexplotados, con ocho de los nueve acuíferos ubicados en el Estado de México sobreexplotados (su Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea presenta déficit) (CONAGUA, 2024).

Dado que la disponibilidad de agua sigue disminuyendo, es crucial implementar reformas en los usos y derechos del agua a nivel nacional. Estas reformas deben ser promovidas a través de políticas públicas que incentiven el uso racional del agua, prevengan la contaminación y reduzcan el desperdicio. Además, es fundamental que estos planes “incorporen la perspectiva social, económica y política” (de Domínguez, 2016, p. 91). Sin embargo, existe una deficiente

coordinación entre los organismos de los tres niveles de gobierno que contribuye a una crisis hídrica con graves consecuencias (Moreno, 2012).

En este contexto se encuentra el acuífero de Texcoco, que abarca completamente los municipios de Chicoloapan, Chimalhuacán, Chiconcuac, Papalotla y Texcoco. También cubre en su mayoría a Atenco, Chiautla, Ixtapaluca, Nezahualcóyotl, La Paz y Tepetlaoxtoc, además de algunas zonas de Acolman, Ecatepec de Morelos y Tezoyuca (Figura 1).

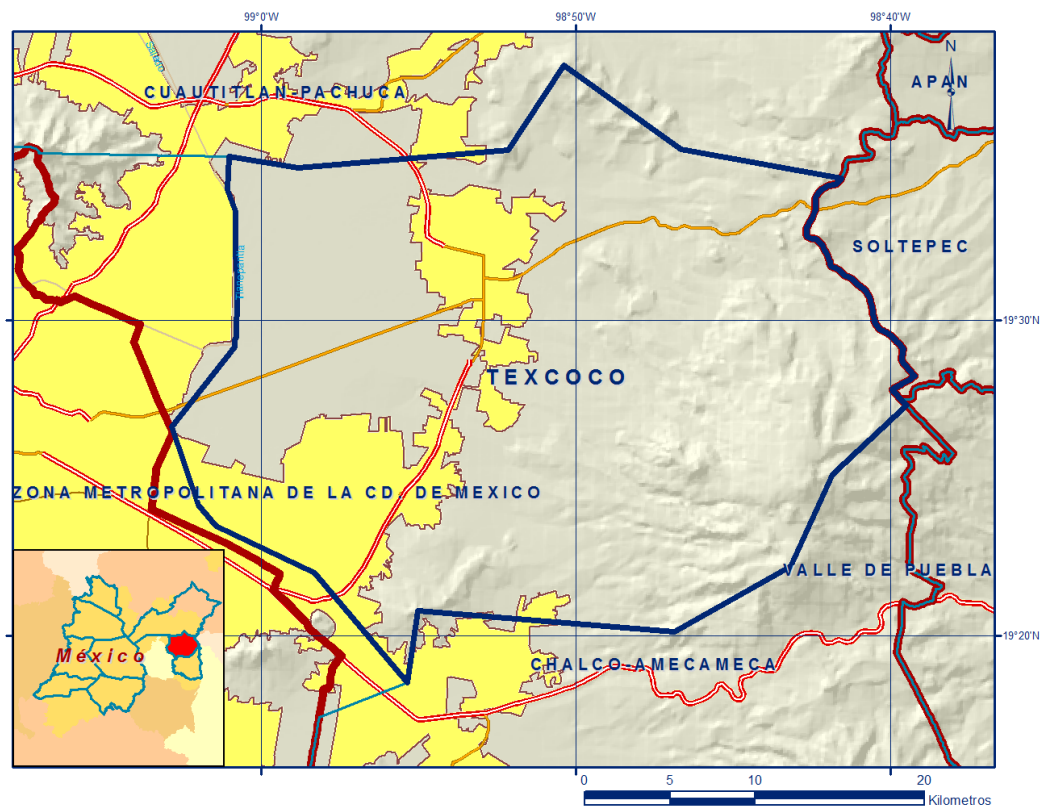


Figura 1. Localización del acuífero Texcoco (1507).

Fuente: CONAGUA, 2024.

El acuífero de Texcoco enfrenta una grave sobreexplotación, con un déficit anual de más de 149 hm³, que afecta a numerosas comunidades en el oriente del estado (CONAGUA, 2024). La comunidad de San Diego, Texcoco, depende de este acuífero para su suministro de agua. La sobreexplotación ha reducido tanto la cantidad como la calidad del agua, impactando directamente la calidad de vida

de los hogares. Esto afecta no solo las actividades productivas relacionadas con el agua, sino también la seguridad hídrica de todos los habitantes (Avilés et al., 2010). Además, la disminución en el volumen y la frecuencia del suministro establece las condiciones para una cultura de impago y contribuye a un déficit en la gobernanza efectiva del sistema de agua (Silva, 2015).

Una posible solución es la rehabilitación de la red hidráulica, que lleva más de 30 años sin cambios importantes. Esto permitiría prolongar la vida útil del sistema y mejorar su distribución. Sin embargo, el alto grado de morosidad en el pago del servicio afecta las finanzas de la administración, lo que hace inviable llevar a cabo el proyecto de remodelación.

Ante esta situación una solución es implementar medidas de control como válvulas de paso o medidores, esto con el fin de reducir el servicio a los usuarios morosos. También de tener un mejor control debido a las tomas clandestinas. En principio las cooperaciones comunitarias brindan un soporte para proyectos de este tipo, no obstante, desde hace unos meses se vislumbra la posibilidad de asumir este costo por medio de un alza en el precio del servicio.

En este contexto, el objetivo es valorar económicamente el sistema de agua potable de San Diego, Texcoco, utilizando el Método de Valoración Contingente (MVC). Se pretende determinar la Disposición a Pagar (DAP) de los usuarios para mejorar la red hidráulica y estimar un posible aumento en el precio del servicio. Además, se busca obtener información sobre el estado actual del servicio de agua potable para evaluar la gobernanza del organismo operador.

1.3. Justificación

La situación en San Diego ilustra un problema complejo que puede abordarse a través de una mejor gobernanza del agua. Al mejorar la gestión del agua potable, no solo se busca resolver el desabasto inmediato, sino que también lograr un impacto significativo en varios aspectos clave como la calidad de vida de los habitantes, la viabilidad económica del sistema de agua y la sostenibilidad ambiental. Al gestionar de manera sostenible el acuífero de Texcoco, se busca

evitar su sobreexplotación, lo que contribuirá a la preservación a largo plazo de este recurso vital. Esto, a su vez, tendría impactos positivos en los ecosistemas locales y la biodiversidad asociada. Además, una gestión mejorada del agua también puede incluir medidas para mitigar la contaminación y otros impactos ambientales negativos asociados con la extracción excesiva de agua como en el caso de Avilés *et al.* (2010) con la intrusión salina en el Acuífero de la Paz en Baja California Sur.

El Método de Valoración Contingente (MVC) es utilizado generalmente para obtener la disposición a pagar (DAP) por un servicio ecosistémico en este caso el agua que se distingue de otros bienes que consumen los individuos debido a sus características particulares, lo que plantea desafíos únicos en áreas como el diseño de instituciones de gestión, su asignación y la creación de mercados (Garzón, 2013).

López *et al.* (2017) recomendaron para futuras investigaciones la comparación entre los tres métodos de estimación: paramétrico y no paramétrico. Ya sea para definir la robustez de un método en particular o determinar las posibles discrepancias en los resultados de MVC futuros. Por tanto, se puede aprovechar este estudio para tal comparación.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

El presente trabajo pretende estimar la disposición a pagar (DAP) por parte de los usuarios del servicio de agua potable por la mejora de la red hidráulica del sistema de agua potable en San Diego, Texcoco con el fin de mejorar la calidad y abastecimiento en el servicio.

1.4.2. Objetivos específicos:

1. Estimar un modelo econométrico de validación de las variables independientes.

2. Comparar los resultados obtenidos por medio de dos métodos de estimación de la DAP a través de intervalos de la media.
3. Determinar, cuáles son las variables que influyen, en la Disposición a Pagar de los usuarios de agua potable en la comunidad.

CAPITULO II. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1. Localización del área de estudio

Texcoco es uno de los 125 municipios que conforman el Estado de México, uno de los 32 estados federales de la República Mexicana. Está situado entre los paralelos 19°24' y 19°33' de latitud norte, y los meridianos 98°38' y 99°02' de longitud oeste. Tiene una elevación que oscila entre los 2,200 y 4,200 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con los municipios de Atenco, Chiconcuac, Chiautla, Papalotla y Tepetlaoxtoc; al este con Tepetlaoxtoc y los estados de Tlaxcala y Puebla; al sur con el estado de Puebla y los municipios de Ixtapaluca, Chicoloapan, Chimalhuacán y Nezahualcóyotl; y al poniente con Nezahualcóyotl, Ecatepec de Morelos y Atenco (Figura 2) (INEGI, 2020).

Su extensión es de 428.1 km², ocupa el 1.94% de la superficie del estado. La población total del municipio es de 277,562 habitantes, de los cuales 134,940 son hombres y 142,622 son mujeres; el municipio cuenta con 72,078 hogares (INEGI, 2020).

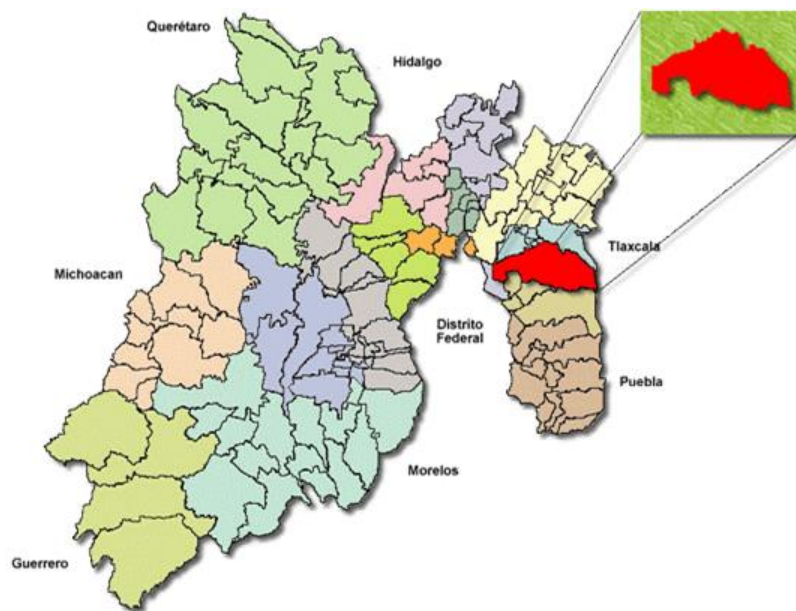


Figura 2. Ubicación del municipio de Texcoco

Fuente:

<http://www.edomexico.gob.mx/medioambiente/mapa/img/mapas/Texcoco>

San Diego es una población perteneciente al municipio de Texcoco, en el Estado de México, se ubica entre la latitud 19.5 y longitud -99.6° (INEGI, 2020). Colinda al norte con la colonia San Sebastián, al sur con la Unidad Habitacional Emiliano Zapata ISSTE, al oeste con la comunidad La Trinidad y al este con campos experimentales de la Universidad Autónoma Chapingo (Figura 3Figura 2).

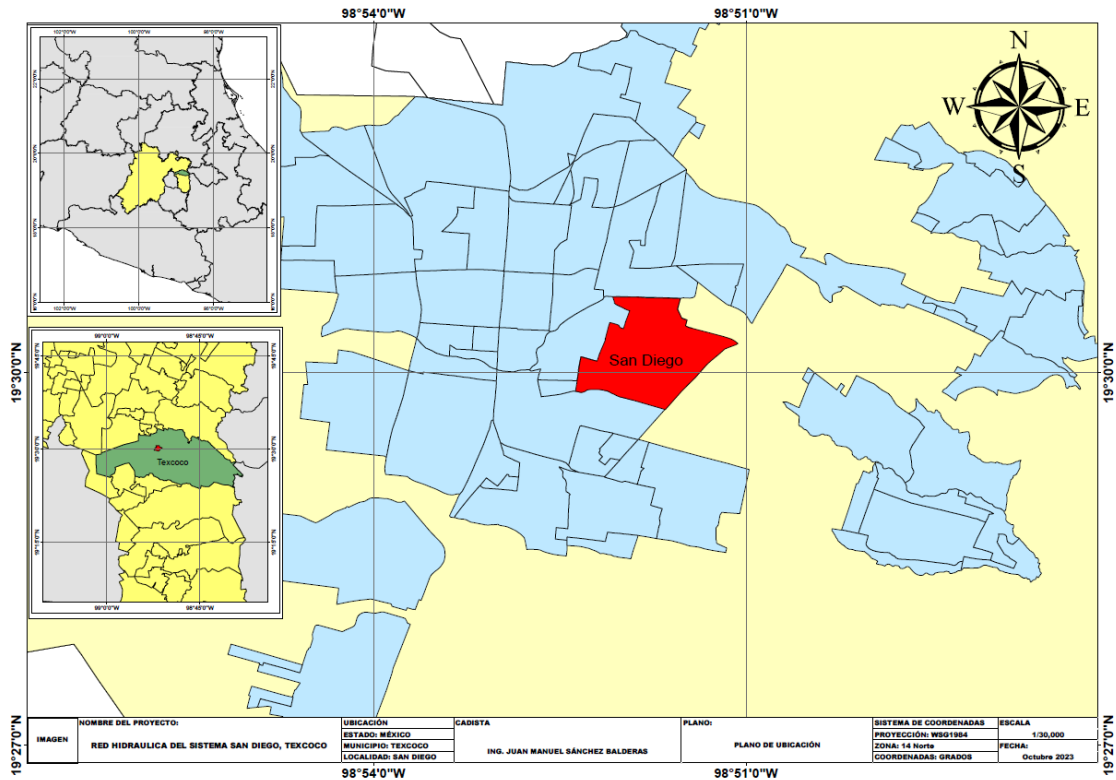


Figura 3. Ubicación de San Diego.

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI (2020).

2.2. Marco Físico

El clima en la zona es templado subhúmedo con lluvias en verano (Cw) con una precipitación media anual de 686 mm, la temperatura media anual es de 14.5°C (INEGI, 2010).

Fisiografía, pertenece en su totalidad a la provincia del Eje Neovolcánico y a la subprovincia lagos y volcanes de Anáhuac (INEGI, 2010).

Respecto al uso del suelo cuenta con un 27.56% para la agricultura y zona urbana del 18.54%, en vegetación tiene Bosques con un 30.69%, pastizal (14.61%), sin vegetación aparente (5.53%) y matorral (0.43%). Los cuerpos de agua corresponden al 2.64% restante (INEGI, 2010).

2.3. Hidrografía

El municipio de Texcoco se encuentra en la región administrativa XIII Valle de México, parte de su territorio se divide entre dos regiones hidrológicas: Pánuco (93.75%) y Balsas (6.25%). Las corrientes de agua intermitentes son Aculco, Atla, Coatlinchan, El Manzano, Hueyapa, Arroyo las Majadas, Maxatla y Palmilla (INEGI, 2010).

2.4. Características Socioeconómicas

San Diego cuenta con 7,266 habitantes de los cuales 3,768 son mujeres y 3,498 varones, la población se constituye en su mayoría de adultos entre 30 a 59 años siendo 2,984 personas (41%); 1,643 de 0 a 14 años (22%); 1,821 de 15 a 29 años (25%) y 815 adultos de 60 años o más, se cuantificaron 815 habitantes con alguna discapacidad y el grado promedio de escolaridad es de 11.16% (INEGI, 2020).

2.5. Principales actividades económicas de la región de estudio.

Datos del INEGI (2015) indican que la población de 12 años y más económicamente activa es de un 51.8% en su mayoría hombres (63.8%). Mientras el restante 48% no es activa debido a: son estudiantes (35.3%), es jubilado o pensionado (6.3%), se dedican a las tareas del hogar (43.6%), no realizan otras actividades económicas (12.7%) o tienen alguna limitación física o mental que les impide trabajar (2.1%).

En la comunidad se tiene registrados 99 establecimientos económicos, catalogados según el INEGI (2015) en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Establecimientos económicos según actividad económica en San Diego, Texcoco

Actividad económica	Núm. De establecimientos
Industria manufacturera	3
Comercio al por mayor	1
Comercio al por menor	47
Servicios financieros y de seguros	3
Servicios inmobiliarios	1
Servicios técnicos	1
Servicios de apoyo a los negocios, control de desechos y servicios de reacondicionamiento	5
Servicios educativos	2
Servicios de salud y de asistencia social	1
Servicios de hostelería	20
Otros servicios (No gubernamentales)	15

Fuente: INEGI (2015)

CAPITULO III. MARCO CONCEPTUAL

3.1. Gobernanza del agua

Según la OCDE (2015), la gobernanza se refiere al conjunto de normas, prácticas y procesos políticos, institucionales y administrativos que guían la toma de decisiones. Cabe destacar que esta gestión es fundamental para garantizar la sostenibilidad de los recursos hídricos. La OCDE menciona algunas características del agua que la hacen susceptible de ser sujeto de la gobernanza:

- a) Principalmente por su relación entre actividades, usuarios, regiones y sectores que interactúan tanto temporal como espacialmente;
- b) La necesidad de capital, así como la cooperación de diversos sectores;
- c) El enfoque de la política hídrica tiene un fuerte vínculo con temas de desarrollo económico y regional, el bienestar social, el medio ambiente, la alimentación y energía entre otros.
- d) Finalmente, el agua tiene usos y características específicas en cada cuenca o región natural que da paso a la necesidad de una mejor relación entre todos los involucrados.

Aunque el término "gobernanza" parece estar claramente definido, algunos autores aún debaten su alcance, especialmente debido a su similitud con el concepto de "gobernabilidad" y la traducción de ambos términos en la literatura en inglés: *governability* y *governance*. Incluso si se deja de lado esta discusión, es evidente que la gobernanza tiene un espectro más amplio, particularmente en el contexto de América Latina y, aún más, en el estado de derecho mexicano (Murillo y Soares, 2013).

El término "gobernanza" ha dado lugar a múltiples interpretaciones, en parte porque los enfoques que intentan enmarcar la gobernanza del agua suelen centrarse en uno o varios aspectos del concepto. Hoy en día, la mayoría de los estudios e investigadores coinciden en que una estructura sólida de gobernanza

del agua es crucial para enfrentar la crisis hídrica actual y futura a nivel mundial (Silva, 2015).

En el contexto de América Latina, la gobernanza del agua implica una administración eficaz del recurso y la inclusión de todos los actores sociales en el proceso de toma de decisiones. A nivel global, el concepto de gobernanza se ha desarrollado principalmente en relación con la administración de los recursos hídricos, con un enfoque particular en los problemas asociados al agua (Domínguez, 2006).

En respuesta a esta situación, se ha reflexionado sobre un enfoque diferente para la gestión de los recursos hídricos. En primer lugar, se propone que esta gestión debe ser integral, diferenciando entre los conceptos de "manejo" y "gestión". El manejo se centra más en los aspectos ecológicos, mientras que la gestión considera las limitaciones legales, competencias y todas las acciones viables dentro del marco jurídico (Domínguez, 2006).

En segundo lugar, es importante reconocer que la responsabilidad no recae únicamente en el gobierno; es esencial la participación de todos los actores en la toma de decisiones. Finalmente, la problemática ambiental debe abordarse con creatividad (Domínguez, 2006).

En México, la influencia de la visión europea de la "nueva gobernanza" participativa ha permeado en las instituciones, provocando una transformación significativa en los últimos 30 años. Se ha pasado de un modelo centralizado del Estado mexicano (conocido como el Leviatán hidráulico) a uno basado en la cooperación entre diversos actores en la gestión del agua: el Estado, la sociedad civil y el sector privado (Musetta, 2008).

Sin embargo, no todos han recibido este modelo de gobernanza participativa con entusiasmo. Hay quienes critican su implementación, ya sea buscando maneras de adaptar el modelo a las particularidades del estado de derecho en México o

expresando su desacuerdo con los fundamentos del modelo en sí (Mussetta, 2008).

Algunos estudios han evaluado la capacidad de gobernanza en América Latina, incluyendo a todo el continente. Los resultados no son alentadores; comparado con otros países de la región, México presenta índices medios (-0.64), en contraste con naciones como Chile (1.25) o Costa Rica (0.44). La comparación con Estados Unidos y Canadá es aún más desfavorable (Murillo y Soares, 2013).

En general, los autores coinciden en que la crisis hídrica en América Latina no se reduce a un problema técnico, sino que es, ante todo, un problema de gestión. Por lo tanto, debe considerarse más como una crisis de gobernabilidad que como una mera escasez de recursos ambientales (Murillo y Soares, 2013; Mussetta, 2008; Domínguez, 2006).

Según la OCDE (2016), para una gobernanza efectiva del agua y maximizar sus beneficios económicos, sociales y ambientales, es esencial fortalecer las capacidades institucionales, establecer regulaciones claras, gestionar las cuencas y acuíferos de manera coordinada, y diseñar e implementar políticas integrales y orientadas a objetivos medibles.

Uno de los intentos para el desarrollo de la gestión se realizó en 2012 con el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales, dirigido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Dicho programa tenía como objetivo mejorar diversos aspectos ambientales, priorizando la ampliación de la cobertura y la calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento en las viviendas. Este programa estaba enfocado en el oriente del estado de México.

Sin embargo, la jerarquía institucional y la casi nula colaboración entre los tres niveles de gobierno (federal, estatal, municipal) dificultó el establecimiento de políticas públicas, la coordinación y las estrategias financieras de desarrollo técnico (Moreno, 2012).

Frente a un panorama poco prometedor, surgen dudas sobre si una buena gobernanza basta para solucionar los problemas de abastecimiento. Claramente no, el problema es mucho más complejo que una mera discusión semántica o una comparación de índices. Sin embargo, es innegable que contar con instituciones sólidas es el primer paso para resolver los desafíos hídricos.

3.2. La teoría del valor

3.2.1. Valor-Trabajo

De acuerdo con la Real Academia Española (RAE, 2023), el término "Valor" se refiere al nivel de utilidad o capacidad de las cosas para cubrir necesidades o generar bienestar y satisfacción. Aunque es solo la primera de muchas otras definiciones, esta nos ofrece una visión general del concepto y su aplicación en el ámbito económico.

El valor económico se refiere a bienes que pueden intercambiarse en el mercado o a la explotación de recursos naturales que son valiosos como mercancías y no solo se basa en la utilidad de un bien, sino también en el grado en que el trabajo humano ha desarrollado esa utilidad. En otras palabras, el valor es el resultado generado por la acción humana, basado en la utilidad y determinado por el trabajo. Es la característica esencial que distingue a los bienes económicos y puede describirse como la utilidad aplicada o el nivel de utilidad que convierte los objetos en riqueza (Valiente & Galdeano, 2012).

Para los economistas clásicos el valor tenía dos acepciones, una referida a la utilidad de los bienes y otra de adquirir otros bienes que la posesión de dicho objeto nos otorga. Estas dos se conocen como: Valor de Uso y Valor de cambio respectivamente.

Para Marx (1867), estas dos cualidades eran inherentes a las mercancías, pero el valor de cambio no era más que la materialización de otra cualidad, el valor, y este valor era producto del trabajo humano, pero no cualquier trabajo en particular sino trabajo humano indiferenciado, cualquier gasto de fuerza, nervio, musculo o mente. Y este trabajo se mide por el tiempo necesario para crear dicha mercancía

en una sociedad determinada, este concepto se conoce como tiempo de trabajo socialmente necesario. Entonces las mercancías cuyo tiempo de trabajo socialmente necesario fuera mayor poseían un valor superior. Esto se conoce como la teoría del Valor Trabajo (TVT) (Marx, 1867).

3.2.2. Teoría subjetiva del valor

Como se ha señalado, el valor se manifiesta de dos formas: el valor de cambio y el valor de uso. El valor de uso es fundamental en uno de los principales aportes de la economía neoclásica: la teoría subjetiva del valor, que se apoya en el axioma de la racionalidad maximizada.

Esta idea sostiene que los individuos buscan satisfacer sus necesidades y deseos maximizando su beneficio o función de utilidad. No obstante, este concepto resulta ambiguo, ya que la satisfacción es difícil de precisar (Dueñas y Nelson, 2007). La satisfacción no se interpreta como una emoción, sino como una sensación derivada de una emoción, como el orgullo, que genera una percepción de autoaprobación o autoestima en quien lo experimenta.

Por tanto, el valor de un bien no se determina por sus características intrínsecas ni por la cantidad de trabajo necesaria para producirlo, sino por la relevancia que un individuo le otorga para alcanzar sus metas o deseos. Es por ello por lo que esta teoría es conocida como la teoría Subjetiva del Valor o teoría marginal del valor (Menger, 1871).

3.3. Teoría de las preferencias

El método de valoración contingente se basa en la teoría económica que examina cómo los consumidores toman decisiones. Esta teoría asume que los consumidores son totalmente racionales y que siempre eligen la opción que les brinda el mayor bienestar posible. También supone que tienen acceso a toda la información necesaria para tomar decisiones informadas, como el conocimiento de todos los bienes y servicios disponibles, cómo estos satisfacen sus necesidades, los precios de mercado y su propio ingreso monetario (Henderson, 1991).

Los economistas generalmente basan sus análisis en ciertos supuestos sobre la "compatibilidad" de las preferencias de los consumidores, conocidos como los "axiomas" de la teoría del consumidor. Para Varian (2015) se pueden clasificar las preferencias en tres tipos:

Completas: El consumidor es capaz de comparar cualquier par de opciones y decidir cuál prefiere, o si le resultan equivalentes.

Reflexivas: Se considera que cada opción es al menos tan buena como si misma.

Transitivas: Si una opción es preferida sobre una segunda, y la segunda sobre una tercera, se asume que la primera también es preferida sobre la tercera.

3.4. Teoría de la utilidad

La teoría de la utilidad representa el primer esfuerzo teórico por entender cómo se forma la demanda del consumidor. Esta teoría se basa en el concepto de utilidad, que se refiere a la capacidad de un bien para satisfacer las necesidades humanas. La utilidad posee tanto un carácter objetivo, al ser una cualidad intrínseca de los bienes, como un carácter subjetivo, ya que varía según los gustos y preferencias individuales (Obando, 1984).

No obstante, aunque el consumidor no conoce con precisión su nivel de utilidad, puede percibir si se siente mejor o peor ante un cambio en la calidad ambiental. De este modo, puede diferenciar entre niveles superiores o inferiores de utilidad debido a la mejora o deterioro ambiental, a pesar de no conocer el valor exacto de estos niveles. Existen diferentes formas de interpretar la utilidad (Barzev, 2002).

Utilidad cardinal: Se piensa que los consumidores pueden cuantificar su utilidad en valores como 1, 2, 3, etc. (Barzev, 2002).

Utilidad ordinal: Este tipo de utilidad toma su nombre de los números ordinales, que indican un orden de preferencia como primero, segundo o tercero. Así, la utilidad ordinal supone que los consumidores son capaces de clasificar sus preferencias, en lugar de asignarles valores numéricos (Barzev, 2002).

Utilidad marginal: Útiles por cada unidad adicional de bien consumido.

Utilidad total: Útiles totales agregados por el consumo como se muestra en la Ecuación (1).

$$UT = \sum_{i=1}^n \text{Utilidades Marginales} \quad (1)$$

3.4.1. Problema del consumidor

Con un determinado nivel de precios, un consumidor racional asignará su gasto entre distintos bienes de manera que maximice su utilidad total dentro de su presupuesto disponible.

Para alcanzar esta maximización de la utilidad con un presupuesto fijo, la persona distribuirá su ingreso entre bienes y servicios de manera que la Tasa Marginal de Sustitución (TMS), la cantidad de un bien que está dispuesto a intercambiar por otro se iguale con la relación de intercambio de esos bienes en el mercado. Esto garantiza que el consumidor se mantenga en la misma curva de indiferencia (Varian, 2015).

Matemáticamente se expresa de la siguiente manera:

$$\text{Max } U(x_1, x_2)$$

$$\text{s. a. } x_1 p_1 + x_2 p_2 = m$$

Donde: U es la función de utilidad y depende del consumo de dos bienes, x_1 y x_2 , cuyos precios son p_1 y p_2 respectivamente. El ingreso disponible del consumidor se representa como m . El consumidor alcanza un óptimo cuando su gasto en estos bienes es igual o menor que su ingreso disponible m (Varian, 2015).

3.4.2. Función de Utilidad Indirecta

Este problema requiere encontrar los valores de x_1 y x_2 que cumplan dos condiciones: primero, que satisfagan la restricción presupuestaria, y segundo, que maximicen $u(x_1, x_2)$ en comparación con cualquier otro par de valores que también cumplan la restricción. Hay dos métodos útiles para resolverlo, el primero

es despejar una variable en la restricción presupuestaria en términos de la otra e introducir el resultado en la función objetivo. El segundo método utiliza los multiplicadores de Lagrange (Varian, 2015).

Formulando el multiplicador de Lagrange, se obtiene la Ecuación (2):

$$L = x_1 * x_2 + \lambda(m - x_1p_1 - x_2p_2) \quad (2)$$

Derivando (2):

$$\frac{\partial L}{\partial x_1} = x_2 - \lambda p_1 = 0 \rightarrow \lambda = \frac{x_2}{p_1}$$

$$\frac{\partial L}{\partial x_2} = x_1 - \lambda p_2 = 0 \rightarrow \lambda = \frac{x_1}{p_2}$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = m - x_1p_1 - x_2p_2 = 0$$

Igualando λ :

$$\frac{x_2}{p_1} = \frac{x_1}{p_2}, \quad x_1p_1 = x_2p_2$$

Sustituyendo en la tercera ecuación:

$$m - x_1p_1 - x_2p_2 = m - x_1p_1 - x_1p_1 = m - 2x_1p_1 = 0$$

Despejando x_1 obtenemos la Ecuación (3):

$$x_1 = m/2p_1 \quad (3)$$

Esta es la función de demanda Marshalliana:

Siguiendo el proceso exacto para x_2 y definiendo $x_1 = X$ y $x_2 = Y$.

$$X^* = xm_1(p, m)$$

$$Y^* = xm_2(p, m)$$

Al sustituir X^* y Y^* en la función de utilidad $U(x_1, x_2)$ se obtiene la función de utilidad indirecta:

$$V = V(p, m) \quad (4)$$

3.4.3. Función de Gasto

La función de gasto representa la cantidad mínima de dinero requerida para alcanzar un nivel específico de satisfacción, dado un conjunto de precios y una función de utilidad (Whinston, Green y Mas-Colell, 1995).

$$e(p, V(p, m)) \tag{5}$$

3.5. Medidas de bienestar

Para poder cuantificar estos cambios dentro de la teoría económica se utiliza una variación monetaria equivalente al cambio en la utilidad. En microeconomía existen como mínimo cinco formas principales para evaluar el bienestar (Azqueta, 1994).

3.5.1. El excedente del consumidor

El excedente del consumidor es el beneficio obtenido al pagar el precio de mercado por un producto, en lugar de un precio más alto. Según Varian (2015), lo importante no es el valor total del excedente, sino cómo varía cuando cambian factores económicos, como los precios.

La Figura 4 ilustra el cambio del excedente del consumidor debido a una variación en el precio. Este cambio es la diferencia entre dos áreas aproximadamente triangulares, formando así una figura con forma trapezoidal. Esta figura se compone de dos áreas: un rectángulo (R) y un área aproximadamente triangular (T).

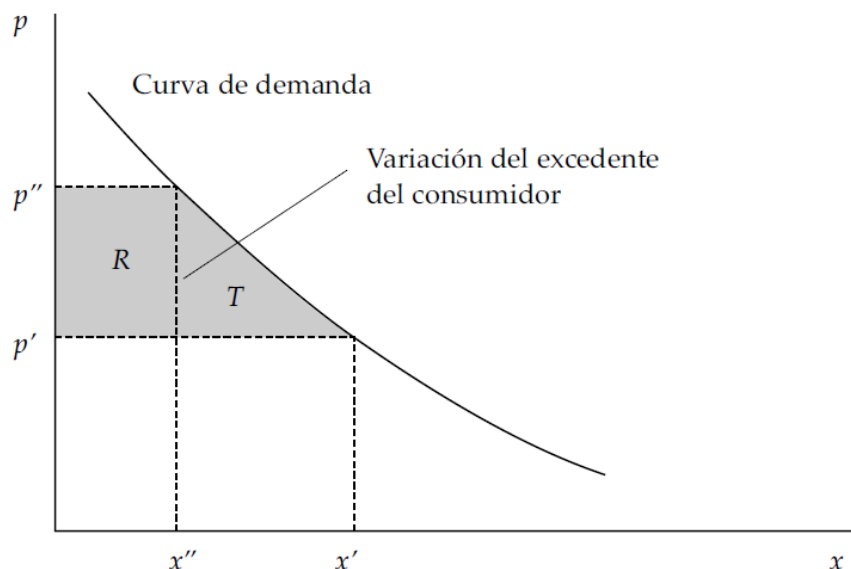


Figura 4. Excedente del consumidor

Fuente: Varian, 2015.

3.5.2. La variación compensada (VC)

A partir del análisis del problema de maximización del bienestar, es posible estimar variaciones en el bienestar utilizando una función de utilidad indirecta $V(p, m)$ bajo un vector de precios arbitrario, seleccionando $p > 0$, y considerando una función de gasto $e(v)$, esta función determina el nivel de ingreso necesario para alcanzar el nivel de utilidad $V(p, m)$ cuando los precios son P (Flores, 2014).

Tal cambio en el bienestar se puede expresar de la siguiente manera:

$$e(P, V(p_1, m)) - e(P, V(p_0, m))$$

Se puede observar que hay dos elecciones, tomar los precios iniciales (p_0) o los precios finales (p_1). La elección de cualquiera origina un cambio en el bienestar que se puede cuantificar. Si el consumidor puede elegir los bienes que desea existen medidas como la variación compensada (VC):

$$VC = e(p_0, P, U_0) - e(p_1, P, U_0)$$

Donde: p_0 son los precios antes del cambio y p_1 son los precios posteriores a los cambios, el vector de precios P representa los precios del resto de los bienes, el cual permanece constante a lo largo del cambio y U_0 es el bienestar del individuo.

La variación compensatoria es la cantidad de dinero extra que el gobierno necesitaría darle a un consumidor para compensarlo por un cambio en el precio. Esta medida ayuda a determinar cuánto dinero debe restarse del ingreso de una persona, dado un cambio en los precios, para devolverla a su nivel de bienestar original (Flores, 2014).

Este análisis se puede extrapolar a bienes ambientales tomando el cambio no en valores monetarios sino en calidad de servicios ambientales, de esta manera se puede obtener la máxima disposición a pagar de un individuo por una mejora o por la conservación (evitar el deterioro) del mismo (Arrow, 1993).

$$VC = e(Q_0, P, U_0) - e(Q_1, P, U_0)$$

Donde: Q_0 es la calidad ambiental antes de cambios negativos; Q_1 es la calidad ambiental después de cambios

3.5.3. Variación equivalente (VE)

Según Flores (2014), la variación equivalente es la cantidad de dinero que un consumidor tendría que renunciar para mantener un servicio recreativo y evitar su deterioro, situándose en un nivel de bienestar inferior al original. Alternativamente, se puede preguntar cuánto dinero necesitaría recibir un consumidor para alcanzar un nivel de bienestar superior si el servicio recreativo mejorara, es decir, cuánto estaría dispuesto a aceptar para renunciar a esa mejora.

Desde una perspectiva geométrica, tanto la variación compensatoria como la equivalente son dos métodos para evaluar la distancia entre dos curvas de indiferencia. En ambos casos, esta distancia se calcula observando la separación entre las tangentes a las curvas, como se ilustra en la Figura 5 (Varian, 2015).

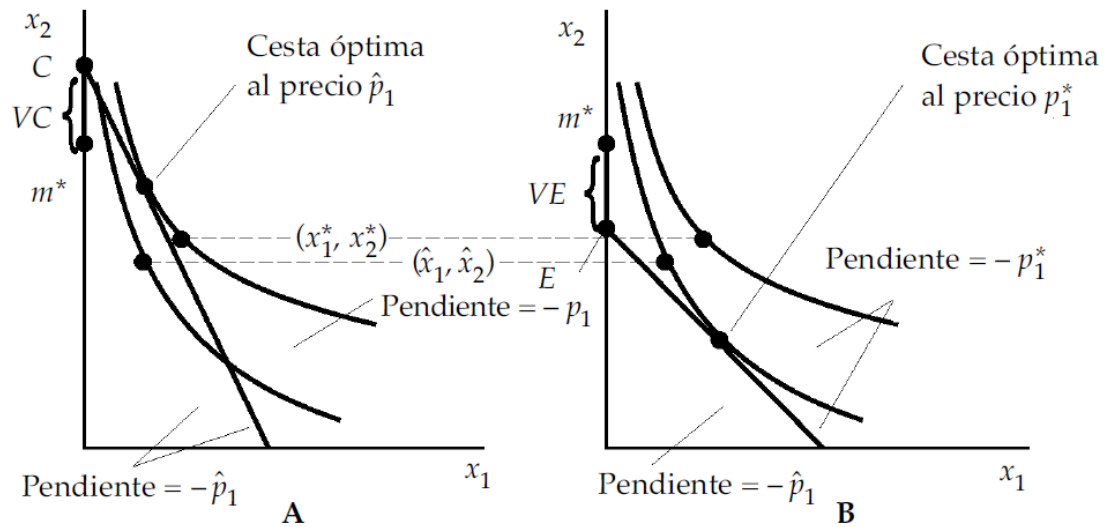


Figura 5. La variación compensatoria y la equivalente.

Fuente: Varian, 2015.

3.5.4. El excedente compensatorio (EC)

Este indicador de satisfacción es una modificación de la variación compensatoria. Se refiere a la suma de dinero que, al ser deducida del ingreso de un individuo en una circunstancia más favorable, lo retorna a su nivel de satisfacción inicial (Azqueta, 1994).

3.5.5. El excedente equivalente (EE)

El excedente equivalente representa la cantidad de dinero necesaria para que una persona alcance el nuevo nivel de utilidad después de un cambio de precio, manteniendo su consumo inicial de bienes y los precios originales. Así, el EE se define como la cantidad de dinero que una persona estaría dispuesta a pagar para evitar una disminución en la calidad ambiental (Azqueta 1994).

3.6. La economía ambiental

No se puede imaginar a la humanidad separada de los recursos que el planeta Tierra ofrece. Dependemos de los recursos naturales para la alimentación y producción; no solo eso la vida misma depende de los ecosistemas del planeta, lo que hace esencial su conservación. La sustentabilidad se aborda

principalmente desde dos perspectivas: la economía ambiental, que se basa en el pensamiento económico neoclásico, y la economía ecológica, que adopta un enfoque ecléctico al integrar principios de diversas ciencias como la economía, la biología, la ecología y la sociología (Haro & Taddei, 2014).

La Economía Ambiental aporta a la teoría económica la valoración de los bienes naturales. Estos bienes carecen de un mercado donde puedan intercambiarse y por ende no se puede cuantificar un precio para ellos.

Según Carciofi y Azqueta (2012), la falta de mercado para estos bienes se debe a la carencia de derechos de propiedad claramente definidos. Esto repercute en la provisión de los bienes naturales ya que estos se caracterizan por ser no excluibles, independientemente de si son no rivales (bienes públicos) o rivales (bienes comunes).

El problema se agrava cuando los bienes comunes son de libre acceso, lo cual implica un costo cero por su consumo, pero debido a sus características su agotamiento es más pronunciado. Esta situación es una externalidad, ya que las acciones de un individuo afectan el bienestar de otro sin que este pueda intervenir, ya sea de forma positiva o negativa (Azqueta, 2002).

La economía ambiental sugiere convertir las externalidades negativas en valores comparables con los elementos del sistema económico, usando técnicas para asignar precios a bienes y servicios ambientales. Esto es útil para diseñar impuestos, subsidios o integrar estos costos en los precios, internalizando las externalidades negativas y desincentivando actividades que dañen el medio ambiente. La herramienta clave para esta asignación es la valoración ambiental (Haro y Taddei, 2014).

3.7. Economía de los recursos naturales

Los recursos naturales se clasifican en renovables y no renovables según su capacidad de regeneración. Los recursos no renovables, que están disponibles en cantidades fijas, se dividen en no recuperables y recuperables. Los no recuperables, como los combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas natural), se

agotan con su uso y tardan mucho en regenerarse. Los recursos recuperables, como el hierro, cobre y plata, también se agotan, pero pueden ser recuperados a través del reciclaje a corto plazo (Environmental Protection Agency [EPA], 2003).

Sin embargo, el uso excesivo o irracional de estos recursos, superando su capacidad de regeneración o asimilación, puede amenazar su supervivencia, haciéndolos no recuperables o de difícil recuperación. Ejemplos de estas amenazas irreversibles incluyen la erosión del suelo, el agujero en la capa de ozono y la contaminación de acuíferos. La economía de los recursos naturales se centra en la administración de recursos renovables y no renovables, con el objetivo de abordar disputas entre diferentes usos y lograr la sostenibilidad en su aprovechamiento (EPA, 2003).

3.8. Valoración del medio ambiente

La valoración es el proceso mediante el cual se estima y asigna un valor a una acción u objeto específico. En el contexto ambiental, este proceso se centra en asignar un valor monetario a los bienes y servicios proporcionados por un ecosistema (Haro y Taddei, 2014).

La economía ambiental ha desarrollado métodos para estimar el valor monetario de bienes y servicios ambientales que no tienen un mercado o cuyos precios no reflejan su valor total, como en el caso de las externalidades. Se reconoce que estos bienes y servicios aportan valor tanto a los usuarios directos como a los no usuarios o usuarios pasivos, que valoran su conservación por razones altruistas o simplemente por saber que seguirán existiendo.

Para EPA (2003), cualquier decisión que afecte el ejercicio de valoración de recursos debería incluir todos los valores de uso y no uso exista o no un valor monetario real en evidencia. Los economistas se refieren a esto como "Valor Económico Total" (TEV, por sus siglas en inglés). Las categorías de valor más comúnmente utilizadas son:

Cuadro 2. Categorización del Valor

Valor económico total				
Valor de uso			Valor de no uso	
Valor de uso directo	Valor de uso indirecto	Valor de opción	Valor de existencia	Valor de herencia
Valores Comerciales	Servicios ecosistémicos	Recreación futura	Preservación de la biodiversidad	Disfrute natural para las generaciones futuras

Fuente: Elaboración propia con base en Pearce y Moran (1994)

Los dos componentes principales de la valoración económica del medio ambiente son el valor de uso y el valor de no uso. El valor de uso, por su parte, se puede descomponer en valor de uso directo, que se refiere a los beneficios obtenidos de manera inmediata, y valor de uso indirecto, que abarca los beneficios que se derivan de los ecosistemas de manera no inmediata (Azqueta, 2002; EPA, 2003).

El valor de opción es el valor asociado a los posibles beneficios futuros o usos potenciales de un recurso. Por eso puede abarcar las categorías de uso y no uso. Este valor ahora se reconoce como una forma significativa de beneficio de los bienes y servicios ambientales, por ejemplo, arrecifes de coral y bosques, ya que se descubren cada vez más valores farmacéuticos y médicos (EPA, 2003).

Los economistas han reconocido que las personas pueden encontrar valor en algo incluso si saben que probablemente nunca lo "usarán" o "consumirán". De esto surgen dos conceptos: el valor de existencia, que se refiere a la satisfacción que una persona siente simplemente por saber que un recurso ambiental seguirá existiendo, y el valor de legado (o herencia), que se relaciona con la satisfacción derivada de motivos altruistas, donde algunos valoran la existencia continua de un recurso por los posibles beneficios futuros que otros puedan obtener de él, incluidos sus descendientes (EPA, 2003).

3.9. Métodos de valoración de los recursos naturales aplicados al agua

La valoración económica consiste en medir el valor de los bienes en términos monetarios, incluso si esos bienes no se venden en un mercado. La idea es aplicar el concepto de valor económico a estos bienes.

Para tal fin es útil conceptualizar cuánto estaría dispuesta una persona a pagar por estos bienes. Esta disposición a pagar proporciona una medida monetaria del cambio en el bienestar de una persona, ya que considera cuánto dinero equivale el valor del bien en términos de la variación en la satisfacción general de la persona (Hanemann, 2005).

Para cuantificar los cambios en el valor los conceptos de disposición a pagar (DAP) o disposición a aceptar (DAA) son indispensables. En un mercado que funciona correctamente, los precios de mercado se establecen para distribuir recursos y productos de manera que se alineen con los objetivos de productores y consumidores. Es decir, los precios reflejan el valor y la demanda de los bienes y servicios, permitiendo una asignación eficiente de estos.

En el caso del agua, al ser un recurso hasta cierto punto abundante, se considera que su valor económico es cero, debido a esta abundancia, no se ha prestado mucha atención a la creación de arreglos institucionales para gestionar la escasez de agua, ya que no se veía como un problema importante hasta hace poco (Young y Loomis, 2014).

Buscando una definición del valor del agua también se puede caer en la falacia de considerarlo un bien homogéneo, ignorando las múltiples dimensiones que posee, por ejemplo, para Hanemann (2005) el agua tiene 4 características importantes: localización, tiempo, calidad y variabilidad.

El valor de un recurso se mide según objetivos específicos, reflejando su aporte a dichos objetivos. En el caso de los recursos hídricos, los gobiernos han establecido varios objetivos destacados: mejorar el desarrollo económico nacional (lo que los economistas llaman eficiencia económica desde una

perspectiva nacional), mejorar el desarrollo económico regional, mejorar la calidad ambiental y mejorar el bienestar social (Young y Loomis, 2014).

3.9.1. Clasificación de los métodos de valoración económica

Dicho lo anterior es útil saber que varios autores han optado por clasificar los valores y con ello los métodos de valoración en función de las características de los servicios hídricos, si estos son para consumo, para producción, como uso recreativo, el uso consultivo del agua o la rivalidad o exclusividad de este.

Dosi (2001) clasificó los métodos de valoración económica de los servicios ecosistémicos en tres grupos:

- a) Métodos de precios de mercado;
- b) métodos de mercados sustitutos y
- c) Métodos de preferencias expresadas.

Otra clasificación vino de la mano de Van Hauwermeiren (1998), los clasifica en tres tipos:

- a) Métodos de preferencia revelada;
- b) métodos de preferencia hipotética y
- c) métodos por costo alternativo.

Una clasificación más popular entre los economistas es de Turner *et al.* (1993) que distingue entre dos enfoques dependiendo de su curva de demanda (Figura 6).

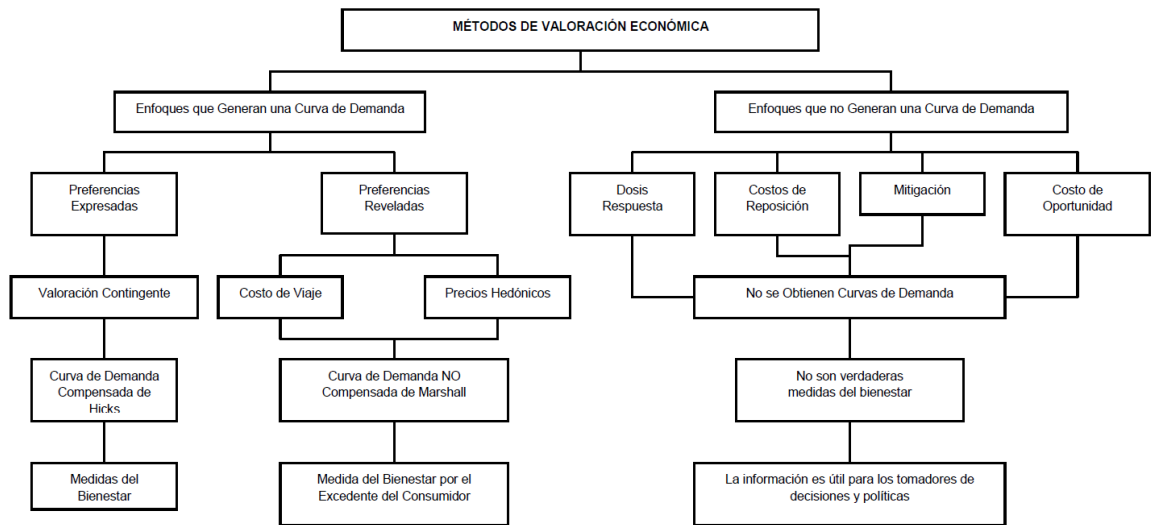


Figura 6. Clasificación de los métodos de valoración

Fuente: Turner *et al.* (1993).

Aunque Turner, *et al.* (1993) reconocen el método de valoración contingente como uno que deriva una curva de demanda, ya que se basa en las preferencias expresadas por los individuos ante un cambio ambiental, algunos consideran que debe ser tratado por separado (Barzev, 2002).

Young y Loomis (2014) proporcionan una taxonomía para los métodos de valoración económica de las inversiones y políticas en agua, clasificadas de acuerdo con si están basados en una técnica inductiva o deductiva.

Métodos deductivos

- a) Observaciones de transacciones en mercados de agua
- b) Estimación econométrica de funciones de producción y costos
- c) Estimación econométrica de funciones de demanda de agua municipal
- d) Método de costo de viaje (TCM)
- e) Método de valor de propiedad hedónico (HPM)
- f) Método de valoración contingente (CVM)
- g) Modelado de elección (EM)

Métodos inductivos

- a) Método residual básico
- b) Variación de las rentas netas
- c) Programación matemática
- d) Modelos de equilibrio general computable (CGE)

Independientemente de ello, para la gran mayoría de casos las metodologías de valoración de servicios y bienes de los ecosistemas más utilizadas son los métodos de preferencias reveladas, como el costo de viaje y los precios hedónicos, y los métodos de preferencias declaradas, como la valoración contingente (Hernández, 2012).

3.10. El método de costo de desplazamiento

El método de coste del desplazamiento (en inglés *travel cost method*) se utiliza principalmente para valorar socialmente un espacio de interés ambiental y recreativo específico, aunque también puede aplicarse a otros bienes. Básicamente, analiza cuánto están dispuestas las personas a gastar en tiempo y dinero para visitar un sitio específico, y a partir de esos datos, se puede calcular cuánto valoran ese lugar. Esto permite generar una especie de "curva de demanda" que refleja el beneficio que los visitantes obtienen del sitio. Por eso, los economistas lo consideran un método que utiliza principios de la demanda para medir el valor de estos lugares (Hernández, 2012).

El método parte del supuesto de que, si un bien natural es un bien público o por lo menos no excluible, el coste para acceder a este no lo es. En otras palabras, el único coste del bien son los gastos del transporte. En general, cuanto más cerca vive una persona del lugar, menores son sus gastos de desplazamiento y mayor es la frecuencia de sus visitas. Esto permite detectar una función de demanda entre el número de visitantes (cantidad) y el coste del desplazamiento (precio) (Riera, 1994).

El modelo resulta valioso cuando se busca cuantificar cambios en la valoración debido a un daño ecológico, ya que es probable que la cantidad de visitantes

disminuya, y al analizar esta variación, es posible estimar el cambio total en el excedente del consumidor.

Aunque el método del coste de viaje parece sencillo, ajustarlo de manera precisa puede ser complicado, ya que se deben calcular todos los costos asociados al desplazamiento y esta tarea no es tan simple. Además de los gastos obvios como el transporte público, el combustible o la depreciación del vehículo, también deben considerarse otros factores como el valor del tiempo que la persona invierte en el viaje, el tiempo que pasa en el lugar, el precio de la entrada (si existe) y, en caso de viajes de más de un día, los costos adicionales de alojamiento y otros gastos. Todos estos elementos deben ser incluidos para obtener una estimación completa y precisa del coste total del desplazamiento (Riera, 1994).

3.11. El método de Precios Hedónicos

El método parte de la base de que el precio de cualquier bien (privado o público) se puede descomponer en función de varias características, todas con un precio implícito. La suma de estos precios implícitos determina, en una proporción estimable, el precio observable del bien en el mercado (Riera, 1994). Un ejemplo es un inmueble en una zona con aire limpio, tendrá un valor más alto que la misma casa pero en una zona contaminada.

Este método se puede utilizar para valorar ciertas funciones ambientales, como la calidad del aire, observando cómo estas características afectan el precio de las propiedades en una determinada área.

La utilidad de cada uno de estos atributos influirá en la utilidad final para el consumidor, bajo el supuesto de que los cambios en el precio de dichas características que forman el bien afectan la utilidad del bien en su conjunto (Meloni y Núñez, 2002).

3.12. Método de valoración contingente

3.12.1. Nociones generales

Los dos modelos mencionados anteriormente se consideran métodos indirectos, ya que estiman el valor basándose en comportamientos observados en el mercado. En cambio, el Método de Valoración Contingente (MVC) se clasifica como un método de valoración directa, dado que los propios usuarios revelan sus preferencias a través de encuestas aplicadas (Riera, 1994).

El método de valoración contingente consiste en realizar encuestas a las personas sobre cuánto estarían dispuestas a pagar por servicios ambientales específicos. En algunos casos, se les pregunta a las personas qué compensación estarían dispuestas a aceptar para renunciar a determinados servicios ambientales. Se llama valoración "contingente" porque se les pide a las personas que expresen su disposición a pagar, condicionada a un escenario hipotético específico y a una descripción del servicio ambiental (EPA, 2003).

El enfoque se centra en la construcción de un mercado hipotético, donde la oferta es representada por el entrevistador y la demanda por el entrevistado. En este escenario, el entrevistado se enfrenta a una situación comparable a la que vive diariamente en el mercado: decidir si desea adquirir una cierta cantidad de un bien a un precio específico. La principal diferencia radica en que no es necesario pagar la cantidad indicada (Riera, 1994).

El método es sumamente útil para medir los cambios en el bienestar ante modificaciones hipotéticas de un bien o servicio ambiental, así como para valorar externalidades, tanto positivas como negativas (Vázquez et al., 2007). Aunque no hay un procedimiento estándar para realizar estudios de valoración contingente, varios autores han propuesto guías para aplicarlo correctamente.

Según Riera (1994), el primer paso es identificar claramente el objeto de valoración, es decir, determinar cuáles servicios ambientales, características o beneficios se van a cuantificar. Asimismo, es esencial definir la población

relevante para el estudio, ya que la forma en que esta se delimite puede influir significativamente en los resultados agregados.

El siguiente paso implica la simulación de un mercado a través de encuestas. En esta etapa, es crucial incluir preguntas sobre la Disposición a Pagar (DAP) o la Disposición a Aceptar (DAA), así como determinar el medio de pago, la forma en que se realizará el pago y quiénes serán los encargados de administrar los recursos obtenidos (Whitehead, 2000).

Finalmente se debe capturar y codificar la información y realizar un análisis estadístico y econométrico para las estimaciones cuantitativas de la función de la DAP (Hernández, 2012), que está dada por:

$$DAP = (Soc_i, Econ_i, Amb_i);$$

Donde:

- DAP: Máxima DAP por el individuo i por un cambio o mejora ambiental.
- Soci: Es un vector de variables sociales para el individuo i .
- Econi: Es un vector de variables económicas para el individuo i .
- Amb: Es un vector de variables ambientales para el individuo i .

3.12.2. Elaboración del cuestionario

El punto central del método de Valoración Contingente radica en las encuestas, por lo tanto, no es de extrañar la literatura que se enfoca en las entrevistas y en la forma de preguntar la DAP o DAA, las preguntas pueden ser tan simples o complejas como el estudio lo requiera (Haab y McConnell, 2002).

Según Riera (1994) se pueden clasificar las encuestas en tres tipos: entrevistas personales, entrevistas telefónicas y envío de cuestionarios por correo. El tamaño de la muestra y el contenido del cuestionario estarán en función del tipo de entrevista elegido.

Cada formato tiene sus ventajas y desventajas, por ejemplo, las entrevistas personales permiten resolver dudas y utilizar material gráfico, mientras que las

telefónicas solo permiten resolver dudas. Las encuestas por correo, aunque económicas, tienen un bajo porcentaje de respuesta y pueden generar sesgos, ya que solo responden aquellos que suelen estar más interesados en el tema. Además de requerir más tiempo para completarse. Las entrevistas personales son las más costosas, seguidas de las telefónicas, sobre todo si ambas son realizadas por alguna empresa especializada.

Una vez seleccionado el tipo de encuesta, se procede al diseño del cuestionario, que, según Riera (1994), debe incluir al menos tres secciones principales:

- a) Introducción: Aquí se proporciona información descriptiva sobre el bien, con el objetivo de que el entrevistado comprenda el problema. Incluso si el encuestado ya está familiarizado con el bien, no es recomendable comenzar con la pregunta de valoración desde el inicio de la entrevista.
- b) Pregunta de DAP o DAA: En esta sección se define el vehículo de pago, la frecuencia, y el formato de la pregunta, que puede ser abierta, dicotómica o mixta. También se puede incluir una segunda pregunta para indagar sobre las razones detrás de una respuesta negativa o, en su defecto, un valor alto. Esta pregunta puede ser abierta o cerrada, ofreciendo varias opciones.
- c) Información socioeconómica: Se recogen datos como edad, ingresos y nivel educativo para analizar la relación entre estas variables y la DAP, lo que contribuye a validar el método de manera teórica.

Es recomendable realizar una encuesta piloto para ajustar o validar las preguntas, como sugieren algunos autores (Azqueta, 1994).

3.12.3. Formas de preguntar la DAP

La pregunta de la DAP es la parte más crítica y fundamental en cualquier ejercicio de valoración contingente (Riera, 1994). En esta sección, se formula la pregunta sobre cuánto se estaría dispuesto a pagar (o aceptar como compensación) por obtener (o renunciar a) el bien propuesto.

Existen varias formas de plantear la pregunta sobre la disposición a pagar, algunas de las cuales son más complejas que otras. Las preguntas dicotómicas (sí/no) son más comunes que las preguntas abiertas (EPA, 2003).

Algunos de los formatos para la pregunta de DAP son los siguientes:

- Formato abierto: en este formato, se le pregunta directamente al entrevistado sobre su disposición a pagar. Ejemplo: ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar...?
- Formato de subasta: se pregunta al entrevistado si estaría dispuesto a pagar una cantidad específica, que se ajusta incrementándose o disminuyéndose según las respuestas del encuestado, hasta que se alcance una estimación estable.
- Formato múltiple: se presenta al entrevistado una tabla con una lista de valores ordenados de menor a mayor, y se le pide que seleccione uno.
- Formato dicotómico: el encuestado responde con un simple "sí" o "no" a la pregunta sobre si estaría dispuesto a pagar una cantidad específica. Ejemplo: ¿Estaría dispuesto a pagar \$___ por ...?
- Formato iterativo: es una serie de preguntas en la que el encuestado se ve obligado a reconsiderar su respuesta inicial sobre la disposición a pagar a través de preguntas sucesivas (Azqueta, 1994; Riera, 1994).

Si bien no hay un consenso general sobre que formato da mejores resultados, los investigadores han favorecido el uso del formato dicotómico por dos motivos “primero, este tipo de pregunta de sí/no es más familiar para los encuestados que las preguntas abiertas. En segundo lugar, este enfoque es también más robusto frente a respuestas estratégicas o deshonestas” (de EPA, 2003, p. 21).

3.12.4. El problema de los Sesgos

Un sesgo es un error sistemático que ocurre al aplicar el método de valoración, causando una diferencia entre el valor estimado y el valor real del bien o servicio. En el método de valoración contingente, basado en un mercado hipotético, los sesgos son casi inevitables. Estos errores surgen por aspectos del ejercicio de valoración y son uno de los principales problemas del método. En las últimas

décadas, se ha trabajado mucho en su tratamiento. Según Azqueta (2002), los sesgos se pueden clasificar en dos grupos.

El primero, son los sesgos instrumentales, estos se originan en el diseño y la formulación de la encuesta utilizada para la valoración. Afectan la manera en que se recopilan y se interpretan las respuestas (Hernández, 2012) y son:

- a) Sesgo de Punto de Partida
- b) Sesgo del Vehículo de Pago
- c) Sesgo de Información
- d) Sesgo del Entrevistador
- e) Sesgo de Orden
- f) Sesgos Metodológicos
- g) Sesgo de Diseño

El segundo conjunto de sesgos, conocido como sesgos no instrumentales, están relacionados con las características intrínsecas del proceso de valoración y las percepciones de los encuestados (Hernández, 2012).

- a) Sesgo de la Hipótesis
- b) Sesgo Estratégico

Por su parte Riera (1994) clasifica los principales sesgos que se pueden cometer en la aplicación del método en:

- a) Muestreo
- b) Planteamiento teórico
- c) Actitud de los entrevistados
- d) Pistas tacitas para la valoración
- e) Percepción del contexto

3.12.5. Alcances y limitaciones

Para Hernández (2012) el método de Valoración Contingente (VC) destaca por capturar valores de uso como de no uso de bienes ambientales, enfatizando los

valores de no uso relacionados con el uso humano. Además, el formato de respuesta dicotómico facilita que los entrevistados respondan de manera sencilla (Whitehead, 2000).

La VC parte de una valoración ex ante, útil para la toma de decisiones políticas potenciales. Estima directamente la DAP, extendiendo la valoración a bienes no medibles por métodos indirectos y requiere que los entrevistados tengan un contexto claro de la situación ambiental (Holvad, 1999).

En cambio, las limitaciones del método de Valoración Contingente (VC) se centran en varias áreas críticas. Para Holvad (1999) la VC tiene cinco limitaciones inherentes: en primer lugar, hay diferencias significativas entre las estimaciones de la DAP y la DAA.

En segundo lugar, la naturaleza hipotética de la entrevista puede dificultar la comprensión de los entrevistados sobre el estudio. El método de obtención de la DAP también influye, generando disparidades entre preguntas dicotómicas y abiertas, especialmente en la valoración de bienes públicos. Una cuarta limitante es cómo la DAP varía según el nivel de cambio del bien ambiental, ya que los entrevistados suelen preferir niveles más altos del bien. Finalmente menciona la necesidad de limitar el uso de la VC a elementos familiares para los entrevistados.

Por otro lado, el formato del cuestionario puede causar sesgos. Por ejemplo, el formato dicotómico requiere muestras grandes, lo que eleva los costos. Formatos abiertos pueden generar respuestas extremas que sesgan los resultados. El formato doble acotado puede reducir la variación en la DAP, pero también puede inducir sesgos como el del punto de partida (Whitehead, 2000).

CAPITULO IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Aplicación del Método de Valoración Contingente (MVC)

La Real Academia Española (RAE, 2023) define la acción de “Valorar” como un proceso mediante el cual se señala o se reconoce el valor de una cosa. En esencia, valorar implica determinar cuánto se valora o cuánto se considera importante algo en relación con otros elementos o criterios.

En la mayoría de las circunstancias, es factible atribuir un valor económico a los bienes a través de su participación en un mercado real, donde su valor monetario se encuentra claramente definido. Sin embargo, cuando se trata de ciertos recursos ambientales, la ausencia de un mercado disponible dificulta la determinación de su valor de manera directa (Hanemann, 1994).

El Método de Valoración Contingente (MVC) se utiliza para estimar los beneficios de una mejora ambiental. Esto se basa en la cantidad de dinero que los beneficiarios estarían dispuestos a pagar (DAP). También se emplea para medir los costos de un daño ambiental. En este caso, mide cuánto estarían dispuestas a aceptar las personas afectadas (DAA) como resarcimiento por los daños ambientales (Hanemann, 1994).

Para ello, se construye un mercado hipotético en el que se les pide a los encuestados que indiquen cuánto estarían dispuestos a pagar (DAP) o aceptar (DAA) por variaciones en la disponibilidad de recursos ambientales dentro de un contexto particular (Osorio y Correa, 2009).

En términos generales, el empleo de este método data de la década de los sesenta. Sin embargo, en América Latina y el Caribe, los primeros estudios aparecieron en los años noventa. Los temas principales de valoración económica en la región se enfocan en "cobro de entrada a usuarios, valor recreativo, valor de servicios ambientales, beneficios sociales y la gestión pública de áreas protegidas" (de Garzón, 2013, p. 71).

El Método de Valoración Contingente (MVC) es una herramienta que se utiliza para medir el valor que las personas asignan a ciertos servicios, en este caso, los relacionados con el agua. Avilés et al. (2010) lo usaron para obtener datos que ayudaran a planificar el suministro de agua y gestionar su demanda en áreas urbanas. Utilizaron el "excedente del consumidor", que representa el beneficio que los consumidores obtienen al pagar menos de lo que estarían dispuestos a pagar.

Concluyeron que el consumo de agua afecta directamente la Disponibilidad a Pagar (DAP) de las personas. Esto significa que, a medida que el consumo de agua aumenta, la DAP para mejorar el servicio disminuye, ya que las personas valoran menos cada unidad adicional de agua que consumen.

Algunos estudios se centran en la Disponibilidad a Pagar (DAP) para conservar las fuentes de agua y la Disponibilidad a Aceptar (DAA) de los propietarios de terrenos que brindan este servicio ambiental. Además, investigan las formas de pago de los usuarios, ya sea a través de entidades paraestatales, no gubernamentales o ejidos. En este contexto los resultados de Silva et al. (2010) encontraron diferencias significativas entre los montos de la DAP y la DAA por la conservación de las fuentes de agua en Durango.

Valdivia *et al.* (2011) obtuvieron la disposición a pagar (DAP) por la protección, mantenimiento y mejora del río Axtla, en S.L.P. por medio del Método de Valoración Contingente con Formato de Referéndum (MVCR). Este formato de pregunta destaca porque permite minimizar sesgos al ofrecer opciones específicas. Al presentar montos definidos, generalmente establecidos a partir de encuestas piloto, se reduce la influencia de respuestas extremas o imprecisas, mejorando la confiabilidad de las respuestas de los encuestados.

Sandoval *et al.* (2016) estimaron la DAP por la mejora del servicio de agua potable en Iztapalapa al oriente del estado de México. Este municipio extrae agua del acuífero Zona metropolitana de la CD. de México (0901) y presenta características parecidas a las del acuífero Texcoco (1507). Ambos enfrentan

problemas de calidad y escasez del agua. Se determinó un precio para la DAP de \$62.63 por bimestre para la mejora del servicio público y las variables que mejor explicaron el modelo fueron el precio, edad, escolaridad y sexo.

En cuanto a la gestión de aguas residuales, Tudela (2017) utilizó el MVC con el modelo de doble límite para estimar la DAP por un proyecto de tratamiento de aguas residuales en Puno, Perú. El estudio determinó una DAP de \$1.42 dólares por persona al mes.

Otro uso del MVC han sido la valoración de los parques o reservas ecológicas, por ejemplo, Higuera y Calatayud (2017) valoraron el servicio ambiental recreativo del parque de piedras encimadas en Puebla. El formato de pregunta utilizado fue el de referéndum y sus estimaciones fueron por métodos paramétricos, obteniendo un valor anual de \$6,719,757.30 pesos.

Flores (2017) estimó la DAP por la mejora en la oferta hídrica del recurso hídrico proveniente de un bosque aledaño en la microcuenca Madriguera en Siuna, Nicaragua. Para la estimación de la valoración utilizó métodos paramétricos. En el estudio se desagregó la DAP en los componentes del valor económico total, obteniendo así un panorama más específico sobre los aspectos que más valoran los usuarios. Sus resultados indicaron que los usuarios son conscientes de la importancia de la cuenca, tanto que aquellos que respondieron que “Sí” a la DAP lo hicieron considerando el valor de uso indirecto y el valor de herencia de la microcuenca.

Otro estudio similar se realizó en la ciudad de Tulcán, Ecuador. Aquí Paspuel y Tobar (2017) valoraron el servicio hídrico de la cuenca de los ríos Grande, Bobo, Chico y Játiva. Sus resultados arrojaron una DAP de \$2.76 dólares adicionales a la tarifa mensual, dejando un valor estimado por \$532,200 dólares anuales. Destaca que el formato de pregunta en este estudio fue abierto.

Obtener los parámetros que condicionan la DAP es fundamental en un estudio de valoración económica. Cahui et al. (2019) estimó la DAP por un proyecto de

agua potable y saneamiento en Perú. Sin embargo, el estudio también se centró en la capacidad de pago de los usuarios y las variables socioeconómicas que determinan la disposición a pagar. Sus resultados concluyen que en la VC de servicios hídricos el monto o precio ofrecido, el ingreso familiar, la edad y la educación son los factores más relevantes, por lo tanto, se deben considerar siempre en este tipo de estudios.

Fuera de las variables socioeconómicas, otros factores que repercuten en la DAP por servicios hídricos son la provisión o frecuencia permanente del servicio (Huaraca et al., 2021). También la cercanía o acceso de los usuarios con el bien es una variable considerable, por ejemplo, en el caso de un río o una laguna (Quispe et al., 2021; Parillo, 2022).

Uno de los estudios más recientes en México fue para determinar la DAP por la mejora de la calidad del agua en Guanajuato (Valdivia *et al.*, 2022). Aproximadamente un 63.5% de la población estaba dispuesta a pagar por la mejora de la calidad del agua potable \$182 pesos mensuales, esto representa un valor de \$1,034 millones de pesos anuales para la promoción de proyectos enfocados en la mejora del servicio.

Relacionado a la comparativa de estimaciones algunos de los primeros estudios realizados en América Latina son de Campos *et al.* (2001) donde se compararon los modelos de Hanneman para la estimación paramétrica, los modelos de Kriström y Habb & McConnell para las estimaciones no paramétricas y el modelo de Creel y Loomis para la estimación semiparamétrica.

A su vez Cerda y Vázquez (2005) compararon estimaciones paramétricas y no paramétricas en países en vías de desarrollo. En ambos casos se concluyó que no existen diferencias significativas entre los modelos a pesar de que los intervalos de confianza no se traslaparon en ambos modelos no paramétricos. Los métodos de Habb & McConnell presentaron una cota más baja respecto al resto de modelos no paramétricos.

En todo caso las conclusiones del estudio de Cerda y Vázquez (2005) recomiendan el uso de una forma funcional lineal para las estimaciones, esto debido a que “produce resultados más conservadores en comparación con otras formas funcionales para los modelos paramétricos”(p. 30).

Riera et al. (2008) analizaron los métodos no paramétricos mediante simulaciones. Se enfocaron en el diseño del vector de pagos para calcular las disposiciones máximas a pagar. Aunque los métodos no paramétricos son menos comunes que los paramétricos en la Valoración Contingente, un buen diseño del vector de pagos puede hacer que los métodos no paramétricos sean más efectivos para estimar la DAP. Esto es útil cuando la forma funcional de la DAP en los métodos paramétricos es difícil de definir.

Sin embargo, advierte que el número de pagos deben ser alto para que los valores de la DAP no varíen significativamente de la media poblacional. Se habla de cuatro a seis veces más pagos de los que se utilizan normalmente.

De manera más reciente López *et al.* (2017) realizaron un trabajo con el fin de comparar la media y varianza para el caso paramétrico y no paramétrico. Los datos que se utilizaron para la comparación fueron valoraciones por el reciclaje urbano en Texcoco, Estado de México y por la recuperación y protección del Río Axtla en San Luis Potosí. Los resultados indicaron que los valores intermedios de la DAP no difieren entre ambos métodos. A pesar de que los intervalos de la varianza fueron más amplios, no se encontró ninguna discrepancia considerable.

Vilca y Coila (2018) compararon los métodos paramétrico y no paramétrico. Utilizaron la intersección de los intervalos de confianza. El estudio se basó en la valoración para recuperar un complejo recreativo en Puno, Perú. Los resultados mostraron que las diferencias entre ambos métodos fueron pequeñas (5%). Sin embargo, las medias obtenidas con la técnica de Haab & McConnell fueron más bajas. Esto sugiere que este método subestima los beneficios del proyecto de recuperación.

Economic valuation for the rehabilitation of the drinking water system in San Diego, Texcoco, State of Mexico

Valoración económica por la rehabilitación del sistema de agua potable en San Diego, Texcoco, Estado de México

Juan Manuel Sanchez-Balderas*¹ (0009-0003-2067-7166), Marco Andrés López-Santiago² (0000-0002-7683-631X), Ramón Valdivia-Alcalá¹ (0000-0003-0434-3169), José Luis Romo-Lozano³ (0000-0002-1256-591X)

¹Universidad Autónoma Chapingo, División de Ciencias Económico-Administrativas. Carretera México-Texcoco km 38.5. C. P. 56230. Texcoco, Estado de México.

²Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Carretera Gómez Palacio-Chihuahua km 40. C. P. 35230. Bermejillo, Durango, México.

³Universidad Autónoma Chapingo, División de Ciencias Forestales. Carretera México-Texcoco km 38.5. C. P. 56230. Texcoco, Estado de México.

*Autor de Correspondencia: j.manolo_27@hotmail.com, Tel.: 595 110 9306

Resumen

Introducción: La zona oriente del Valle de México experimentó un crecimiento poblacional significativo, este aumento demográfico genera presión sobre los recursos hídricos, con siete de los nueve acuíferos sobreexplotados, incluido el acuífero Texcoco. De esta manera, el Sistema de Agua Potable San Diego Tlailotlacan, en el municipio de Texcoco, enfrenta desafíos debido a la sobreexplotación del acuífero, afectando la cantidad, calidad del suministro y al mantenimiento de la red de agua.

Objetivo: Estimar la Disposición a Pagar (DAP) por parte de los usuarios por la mejora de la red hidráulica con el fin de mejorar la calidad y abastecimiento del servicio.

Materiales y métodos: Se usó el Método de Valoración Contingente (MVC) con formato dicotómico tipo referéndum para estimar la disposición a pagar por un proyecto de mejora del servicio de agua potable. La DAP se obtuvo a través de dos métodos de estimación: paramétrico y no paramétrico.

Resultados y discusión: La DAP media fue de \$37.29 pesos para la estimación paramétrica y \$ 31.25 pesos para los métodos no paramétricos. Los intervalos de confianza del método paramétrico y no paramétrico se traslaparon, las variables más significativas fueron el monto a pagar, los dependientes económicos, el grado de escolaridad y el apoyo económico.

Conclusiones: Utilizar ambos métodos es indiferente, se estimó el valor total por la mejora en \$ 1,210,880 pesos anuales para la rehabilitación de la red hidráulica y los usuarios que reciben beneficios están menos dispuestos a pagar por la mejora del servicio de agua potable.

Keywords: Willingness to pay, water service, water scarcity, dichotomous choice with referendum, model comparison.

Palabras clave: Disposición a pagar, servicio hídrico, escasez de agua, formato dicotómico con referéndum, comparación modelos.

Introducción

La zona oriente del valle de México ha tenido un considerable aumento en su población. Datos del Censo de Población y Vivienda 2020 realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020) estiman que la región cuenta con 6,959,035 de habitantes, casi el 40% de la población total del estado de México. En este contexto no es de extrañar que el recurso hídrico se vea mermado dejando la seguridad hídrica de millones de habitantes en riesgo. Según datos de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2023) ocho de los nueve acuíferos ubicados en el Estado de México están sobreexplotados (su Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea presenta déficit). Es el caso del acuífero Texcoco (1507) que alimenta al municipio homónimo y sus alrededores. El acuífero cuenta con un déficit de 149.805 hm³ al año, representando una extracción del 100% respecto a su capacidad de recarga (Diario Oficial de la Federación [DOF], 2023).

En vista de lo mencionado anteriormente, el Sistema de Agua Potable San Diego Tlailotlacan, situado en la comunidad del mismo nombre en el municipio de Texcoco, se enfrenta a una situación problemática. La disminución en la cantidad y calidad del agua

del acuífero, derivada de la sobreexplotación, impacta directamente en la calidad de vida de los hogares, no sólo en las actividades productivas derivadas del recurso hídrico sino en la seguridad hídrica de todos los habitantes (Avilés et al., 2010). Esta disminución tanto en la cantidad como en la frecuencia del suministro de agua crea el escenario de una cultura de impago generando un déficit en la gobernanza efectiva del sistema de agua (Silva, 2015).

El problema es tan grave que, según un informe realizado por el mismo comité de agua, de los 2,706 usuarios registrados, la mitad presentan adeudo o retraso en sus pagos de uno a 15 años. Esto repercute en las arcas del sistema afectando principalmente al funcionamiento de los pozos designados para la extracción (Comité de Agua, 2018).

Se han buscado varias alternativas para que los usuarios que tengan adeudos paguen, que se eliminen las tomas clandestinas y que se ajusten las cuotas a los sectores que más gastan agua como el recreativo o comercial. Además, se requiere de un proyecto para la mejora de la red debido la deficiencia o falta del servicio en algunos sectores (Comité de Agua, 2018).

Actualmente la cuota por servicio está en \$ 70.00 pesos mensuales, dando un total de \$ 840 pesos al año. Se cuentan con algunos descuentos, a los usuarios que pagan su año por adelantado se les condona un mes de servicio dejando la cuota en \$ 770 pesos. Por otro lado, existe un apoyo de la mitad del costo del servicio a grupos vulnerables, como adultos mayores, madres solteras y personas con capacidades limitadas, dejando el monto para estos grupos en \$ 420 pesos anuales.

En principio, las cooperaciones comunitarias brindan un soporte para los proyectos, no obstante, desde hace unos meses se vislumbra la posibilidad de asumir este costo por medio de un alza en el precio del servicio.

La gestión eficiente del agua apoyaría a la sostenibilidad financiera del sistema de agua, ya que los usuarios estarían dispuestos a cumplir con los pagos cuando reciben un servicio permanente (Huaraca et al., 2021). Además de estar dispuestos a pagar una mayor cantidad mientras más conscientes estén de la problemática (Valdivia et al., 2022).

Mejorar la gestión permitirá financiar la operación, el mantenimiento y las mejoras en la infraestructura. Diversos autores coinciden en que un suministro de agua confiable es crucial para el desarrollo económico local y el bienestar social de una comunidad (Godoy et al., 2019).

En este contexto, el objetivo principal del trabajo es estimar la Disposición a Pagar (DAP) por parte de los usuarios del servicio de agua potable por la rehabilitación de la red hidráulica con el fin de mejorar la calidad y abastecimiento en el servicio. Un objetivo particular será obtener información general del estado actual del servicio de agua potable para tener un panorama de la gobernanza del organismo operador.

Materiales y métodos

Área de estudio

San Diego es una población perteneciente al municipio de Texcoco, en el Estado de México, se ubica entre la latitud 19.5° y longitud -99.6°. La comunidad tiene aproximadamente 7,266 habitantes, con un total de 2,083 viviendas (INEGI, 2020).

La comunidad cuenta con un organismo operador denominado “Sistema de Agua Potable San Diego Tlailotlacan, A.C.” que incluye a su comité administrativo, personal técnico entre otros. El padrón de usuarios es de 2706 usuarios con toma registrada.

Materiales

El material que se consideró para la elaboración del presente estudio fueron los cuestionarios y los programas computacionales: Statistic Analysis System (SAS) versión 9.1, NLOGIT Versión 4.0.1, Stata (StataCorp LLC, 2015) versión 14.0 y Microsoft office Excel 2016.

Diseño de la muestra y del instrumento

Para la determinación del tamaño de muestra, se partió de la población de 2706 usuarios registrados por el Comité de Agua potable de San Diego.

La fórmula para el tamaño de muestra fue la siguiente:

$$n = \frac{N * Z^2_{\alpha} * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2_{\alpha} * p * q}$$

Donde: n= tamaño de muestra; N= población; Z= parámetro estadístico que depende del nivel de confianza 1.96 ($\alpha=0.05$); e= error de estimación máximo aceptado de 0.05; p= Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito) del 0.5; q= Probabilidad de que no ocurra el evento (fracaso). Con base en los datos presentados, el tamaño de muestra fue de 337. Por motivos de practicidad y dados los montos de pago que se explican en secciones posteriores, se aplicaron 340 cuestionarios.

Se realizó una encuesta piloto para ajustar algunas preguntas confusas o redundantes y sobre todo para definir los montos de la DAP (Ccasani et al., 2023). La pregunta en esta encuesta previa fue en formato abierto "¿Cuál es la cantidad máxima que estaría usted dispuesto a pagar por la mejora de la red de agua?". Con ello, se obtuvieron los cinco montos de referéndum: 10, 20, 30, 40 y 50 pesos.

En lo que respecta al cuestionario final, este se dividió en tres secciones:

- a) Sección de información general. En esta primera parte se le preguntó al usuario sobre el servicio. Se calificaron las características como la frecuencia, presión, calidad y olor del agua en una escala de Muy malo, Malo, Regular, Bueno, Muy bueno; según la percepción de cada usuario.
- b) En la Sección de la DAP se presentó una descripción de los problemas en la red de agua potable, así como la solución propuesta del proyecto de rehabilitación. Esto se realizó con la finalidad de que el usuario estuviera totalmente informado a la hora de responder la pregunta "¿Estaría dispuesto a pagar ___ pesos por mes (adicional a lo que paga en su recibo de agua) para invertir en la rehabilitación de la red de agua?" y el motivo de su respuesta.
- c) Finalmente, en la sección de datos demográficos se indagó sobre las características socioeconómicas de los usuarios.

La pregunta de la DAP para la versión final del instrumento se formuló en un formato de referéndum dicotómico. Donde todas las posibles propuestas de montos del encuestador se distribuyen aleatoriamente entre los encuestados (Tudela et al., 2009).

DAP por el método paramétrico

El análisis paramétrico requiere dos pasos clave: seleccionar la forma funcional de la función de utilidad y especificar la distribución del término de error. Con base en los trabajos empíricos, la distribución más utilizada es la logística (Cahui et al., 2019; Parillo, 2022):

$$Pr(SI_j) = F_{\eta}(\Delta v) = \frac{1}{1 + \text{Exp}^{-(\alpha + \beta P)}}$$

Suponiendo una forma funcional lineal en el ingreso (Cahui et al., 2019; Ccasani et al., 2023) se puede estimar la disposición a pagar de la siguiente manera (Haab y McConnell, 2002):

$$P^* = DAP_{MEDIA} = -\frac{\alpha}{\beta}$$

Donde α es la suma de los coeficientes de las variables independientes multiplicadas por su media, incluyendo la constante, y β es el coeficiente de la variable DAP.

Modelo econométrico

La función que explica la DAP de los habitantes de San Diego para rehabilitación de la red de agua potable, se expresa:

$$\text{Pr}(SI) = B_0 + B_1 \text{ING} + B_2 \text{SEXO} + B_3 \text{EDAD} + B_4 \text{ESC} + B_5 \text{DEPEC} + B_6 \text{DAP} + \varepsilon$$

Donde $\text{Pr}(SI)$ es una variable dicotómica que representa dependiente de la probabilidad de responder de forma afirmativa $\text{SÍ}=1$ o negativa $\text{NO}=0$, mientras que el resto de variables son independientes (Cuadro 1).

Cuadro 1. Descripción de las variables incluidas en el modelo paramétrico.

Variable	Definición	Escala	Signo esperado
ING	Ingreso	Menor o igual a \$ 3 000=1, De \$ 3001 a \$ 6 000=2, De \$ 6 001 a \$ 9 000=3, De \$ 9 001 a \$ 12 000=4, De \$ 12 001 a \$ 15 000=5, Mayor a \$ 15 000=6.	Positivo

SEXO	Sexo	Hombre=1, Mujer=0	Positivo/negativo
EDAD	Edad	Numérico	Positivo/negativo
ESC	Escolaridad	Sin estudio=1, Primaria=2, Secundaria=3, Bachillerato=4, Licenciatura/carrera técnica=5, Posgrado=6	Positivo
DEPEC	Dependientes económicos	Numérico	Negativo
APOYO	Si cuentan con apoyo económico 50%	Con apoyo= 1, Sin Apoyo= 0	Positivo/negativo
DAP	Precio de oferta	Pesos por mes que pagaría el encuestado	Negativo
ε	Termino de error aleatorio		

Fuente: Elaboración propia.

Para determinar el nivel de ajuste del modelo econométrico propuesto se utilizó el valor de la pseudo- R^2 de McFadden.

Asimismo, se calcularon los efectos marginales. Dichos efectos miden el impacto inmediato de un cambio unitario en una variable dependiente sobre la probabilidad de que P_i sea igual a uno, suponiendo que las demás variables permanecen constantes. Esto se asume bajo la distribución logística de la siguiente manera:

$$P_i = \frac{e^{Z_i}}{1 + e^{Z_i}}$$

DAP por el método no paramétrico

El modelo no paramétrico analiza la proporción de respuestas negativas (k_i) resultante de las ofertas de pago (A_i) ofrecidas a encuestados (m_1). De acuerdo con López et al. (2017), en el MVC con formato referéndum se seleccionan $k-1$ ofertas de pago $A_1, A_2, \dots, A_{k-1}$ que se distribuyen entre $k-1$ subgrupos de muestra, tal que $A_1 < A_2 \dots < A_{k-1}$ y $k \geq 2$.

Esto se hace para las respuestas de $m_1, m_2, \dots, m_{k-1}$ personas. Para cada subgrupo i se calcula el número de personas h_i que respondieron “Si” a la oferta A_1 , resultando en las proporciones $p_i = h_i/m_i$. De esta forma, las respuestas de la encuesta discreta generan

una serie de proporciones $p = (p_1, p_2, \dots, p_{k=1})$. Es fundamental que esta secuencia $p = (p_1, p_2, \dots, p_{k=1})$ sea monotónicamente decreciente en A_i , es decir, conforme a una curva de demanda, se esperan menos respuestas afirmativas a medida que el precio ofrecido aumenta (López et al., 2017).

De no ser monótonamente decreciente, se recomienda el uso del algoritmo “*Pooled Adjacent Violator Algorithm*” (PAVA) para ajustar los datos (Boman et al., 1999). En este procedimiento se trata de ordenar las respuestas dicotómicas, identificando las distintas cantidades ofrecidas A_i y las respuestas afirmativas h_i del total de encuestas m_i . A partir de esto, se construye una nueva secuencia de proporciones $\pi = (\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_{k=1})$ que también puede expresarse como $\hat{p}_i = (\hat{p}_1, \hat{p}_2, \dots, \hat{p}_{k=1})$ (López et al., 2017), con la fórmula:

$$\hat{p}_i = \frac{h_i + h_{i+1}}{m_i + m_{i+1}}$$

Si la secuencia sigue sin ser decreciente, se aplica el PAVA hasta que se convierta en una secuencia monótona decreciente en i . Una vez que se logra la monotonía, esta secuencia se convierte en un estimador de máxima verosimilitud para la probabilidad de aceptación del precio ofrecido, según el teorema de Ayer, Brunk, Ewing, Reid y Silverman (Flores, 2017).

Ahora bien, es importante definir los valores de A_0 de manera que se cumpla $\hat{p}(A_0) = 1$; para empezar, se puede suponer que la disposición a pagar (DAP) no puede ser negativa, tal que $\hat{p}(0) = 1$, e interpolar linealmente $\hat{p}_1$ (López et al., 2017).

Para definir el límite superior de distribución donde $\hat{p}(A_k) = 0$, se puede igualar $A_k = A_{k-1}$, lo que indica que la proporción de respuestas afirmativas es cero para valores de $A > A_{k-1}$. Otra opción es “asumir que la interpolación lineal es una aproximación de comportamiento adecuada” (de Flores, 2017, p. 79).

Para cualquier caso, el valor esperado de la DAP puede ser estimada mediante:

$$F(A) = \text{Prob}(DAP \leq A)$$

$$D(A) = 1 - F(A)$$

$$\mu = \int_0^{A_k} (1 - F(A)) dA - \int_{A_0}^0 F(A) dA$$

La relación anterior sugiere un estimador de la media de la DAP:

$$\hat{\mu} = \int_0^{A_k} (1 - \hat{F}(A)) dA - \int_{A_0}^0 \hat{F}(A) dA$$

el cual es equivalente a:

$$\hat{\mu} = \int_0^{A_k} \hat{P}(A) dA - \int_{A_0}^0 (1 - \hat{p}(A)) dA$$

Basándose en estos principios, Boman et al. (1999) sugieren las siguientes fórmulas para calcular la media y la varianza (Cuadro 2):

Cuadro 2. Fórmulas de la media y varianza de Boman et al. (1999).

Medida	Media	Varianza
Límite inferior	$\hat{\mu} = \sum_{i=0}^{k-1} \hat{\mu}_{i+1} (A_{i+1} - A_i)$	$var\hat{\mu}_L = \frac{\sum_{i=0}^{k-1} (A_{i+1} - \hat{\mu}_L)^2 (\hat{p}_i - \hat{p}_{i+1})}{n}$
Intermedia	$\hat{\mu}_I = \sum_{i=0}^{k-1} \frac{1}{2} * (A_{i+1} - A_i) (\hat{p}_i - \hat{p}_{i+1})$	$var\hat{\mu}_I = \frac{\sum_{i=0}^{k-1} (A_{i+1} - \hat{\mu}_I)^2 (\hat{p}_i - \hat{p}_{i+1})}{n}$
Límite Superior	$\hat{\mu}_P = \sum_{i=0}^{k-1} \hat{\mu}_i (A_{i+1} - A_i)$	$var\hat{\mu}_P = \frac{\sum_{i=0}^{k-1} (A_{i+1} - \hat{\mu}_P)^2 (\hat{p}_i - \hat{p}_{i+1})}{n}$

Fuente: Boman et al. (1999).

Sin embargo, para la varianza las fórmulas de Boman fueron descartadas porque tratan incorrectamente las ofertas de pago como variables aleatorias, cuando en realidad son constantes. Vaughan y Rodríguez (2000) sugieren las fórmulas de Haab y McConnell (Cuadro 3) que consideran las reacciones de los encuestados como las variables aleatorias, proporcionando una estimación más precisa de la varianza.

Cuadro 3. Ecuaciones de Haab y McConnell (2002) para las medias no paramétricas y sus varianzas.

Medida	Media	Varianza de la media
Límite inferior	$\sum_{j=0}^{M+1} b_{j-1} p_j$	$\sum_{j=1}^{M+1} (b_{j-1})^2 [V(F_j) - V(F_{j-1})] - 2 \sum_{j=1}^M b_j b_{j-1} V(F_j)$
Intermedia	$\sum_{j=1}^{M+1} [k b_{j-1} + (1 - k) b_j] p_j$	$\sum_{j=1}^{M+1} [k b_{j-1} + (1 - k) b_j]^2 [V(F_j) + V(F_{j-1})] - 2 \sum [k b_{j-1} + (1 - k) b_j] [k b_j + (1 - k) b_{j+1}] V(F_j)$
Límite Superior	$\sum_{j=1}^{M+1} b_j p_j$	$\sum_{j=1}^{M+1} (b_j)^2 [V(F_j) - V(F_{j-1})] - 2 \sum_{j=1}^M b_j b_{j+1} V(F_j)$

Fuente: Vaughan y Rodríguez (2000).

Comparación

Para la comparación de las medidas de bienestar, se utilizaron intervalos de confianza al igual que en López et al. (2017) y Vilca y Coila (2018). Se construyeron estos intervalos para ambos procedimientos (no paramétricos y paramétricos). Los intervalos del método no paramétrico se presentan el cuadro 2. Por otro lado, para el método paramétrico se empleó el procedimiento de Krinsky y Robb (López et al., 2017). Se utilizó el comando especial WTPCIKR dentro del programa STATA donde se aplicaron 5,000 iteraciones con un nivel de confianza de 95 % (Jeanty, 2008).

Resultados y discusión

Del total de la muestra se encontró que el 56% está dispuesto pagar algún monto por la mejora de la red hidráulica, el resto de la muestra respondieron de forma negativa.

En la prueba global del modelo, la hipótesis nula fue que todos los parámetros estimados son iguales a cero, mientras que la hipótesis alternativa fue que al menos un parámetro es diferente de cero.

De acuerdo con las pruebas de hipótesis de significancia, se encontró que las variables son estadísticamente significativas a un 99% de confianza. Respecto a la significancia del modelo general se realizó una prueba de razón de verosimilitud. Con una Chi

cuadrada de 76.1273 y 7 grados de libertad resultó [Prob (ChiSqd > value) = .0000] estadísticamente significativa, por lo que se rechazó la hipótesis nula (Cuadro 4).

El porcentaje total de predicciones correctas fue del 70.29%. La sensibilidad del modelo se estimó en 74.73% y la especificidad en 64.66%. El porcentaje de predicciones correctas sobre la disposición a pagar fue 72.82%, En cuanto a no estar dispuesto a pagar, el porcentaje de predicciones correctas fue 66.89%.

Cuadro 4. Resultados del análisis estadístico

Parámetro	Valor
Logaritmo de la función de verosimilitud	-195.2480
Logaritmo de la verosimilitud restringida	-233.3116
Pseudo R-cuadrada de McFadden	0.1631452
Chi cuadrada	76.12736
Grados de libertad	7
Probabilidad [Chi-cuadrada > value]	0.000001

Fuente: Elaboración propia con base en la salida de Nlogit.

De las siete variables utilizadas en el modelo, cinco fueron significativas, $b/St.Er. > 2$ y $P(|Z|>z) < 0.05$ respectivamente. Las variables DAP, ESC y DEPEC son significativas al 99% ($P(|Z|>z) < 0.01$) de confianza. Las variables APOYO y EDAD lo son al 95% ($P(|Z|>z) < 0.05$). Por su parte la variable ING fue significativa a un nivel de 10% ($P(|Z|>z) < 0.1$). El SEXO no fue significativo y se descartó del modelo. Todas las variables presentaron los signos esperados (Cuadro 5).

Cuadro 5. Resultados del programa nlogit/Limdep para pruebas individuales.

Variable	Coeficiente	St. Err	b/St. Err	$P(Z >z)$	Media de X
Constante	-0.6967	0.8048	-0.866	0.3867	
ING	0.1783	0.1028	1.735	0.0828	2.985
EDAD	0.0225	0.0111	2.018	0.0435	50.379
ESC	0.4490	0.1153	3.893	0.0001	3.765
DEPEC	-0.3778	0.0972	-3.886	0.0001	2.488
APOYO	-0.8567	0.3458	-2.478	0.0132	0.232
DAP	-0.0429	0.0091	-4.726	0.0000	30.000

Fuente: Elaboración propia con base en la salida de Nlogit.

En relación con el valor de la pseudo- R^2 de McFadden, fue 0.1631, este es un valor bajo para el ajuste del modelo estimado. De acuerdo con algunos autores (Quispe et al., 2021) un valor entre 0.2-0.4 representa un ajuste óptimo de un modelo de elección discreta. Sin embargo, los valores superiores a 0.1 representan un buen ajuste en este tipo de modelos (Bateman et al., 2002).

El modelo de probabilidad $[P(SI)]$ fue:

$$\Pr(SI) = -0.6966 + 0.1782ING + 0.0224EDAD + 0.4490ESC - 0.3777DEPEC - 0.8566APOYO - 0.0428DAP + \varepsilon$$

La DAP media de la estimación paramétrica fue:

$$DAP_{MEDIA} = -\frac{1.5980}{-0.0429} = 37.289$$

Se evaluó cada parámetro del modelo considerando los efectos marginales (Cuadro 6).

Cuadro 6. Efectos Marginales

Variables	$\frac{\partial P_i}{\partial x_i}$
Constante	-0.16999
ING	0.04350
EDAD	0.00549
ESC	0.10956
DEPEC	-0.09218
APOYO	-0.21061
DAP	-0.01046

Fuente: Elaboración propia con base en la salida de Nlogit.

La variable más significativa fue el monto de la disposición a pagar. El signo del coeficiente estimado del monto a pagar por mejorar el servicio de agua potable indica que un mayor precio reduce la probabilidad de obtener una respuesta positiva en la DAP. Los efectos marginales indican que un incremento de \$10 pesos en el monto sugerido disminuyen 1% la probabilidad de obtener una respuesta afirmativa. La mayoría de los estudios (Avilés et al., 2010; Sandoval et al., 2016; González et al., 2016; Cahui et al., 2019; Trujillo y Perales, 2020) obtuvieron resultados similares al valorar la calidad del

agua potable. Esto es esperable ya que la DAP va de la mano con la ley de la demanda, por lo tanto, a un mayor precio se espera que las probabilidades de una DAP positiva disminuyan (Parillo, 2022; Zavaleta et al., 2020).

La escolaridad fue la segunda variable más significativa, con un coeficiente positivo. Esto puede ser debido a que una buena educación conlleva una mayor conciencia respecto al uso y estado de los servicios hídricos en este caso. Por cada grado de escolaridad adicional, el individuo aumenta su probabilidad de respuesta afirmativa en 10%. Estos resultados están en concordancia con Valdivia et al. (2022) y Quispe et al., (2021) donde la escolaridad fue la variable más significativa, asimismo con González et al. (2016), Cahui et al. (2019) y Parillo (2022), donde el grado de estudios fue significativo a un 5%.

Mientras tanto los dependientes económicos tienen un efecto negativo, la probabilidad de responder afirmativamente disminuye un 9% por dependiente económico adicional. Los resultados contrastan con los de González et al. (2016) y Valdivia et al. (2022) quienes mostraron que el número de integrantes de la familia fue significativo, sin embargo, los efectos eran positivos. Por su parte Avilés et al. (2010) indicaron que el tamaño familiar marcaba efectos negativos, lo cual es esperable debido a que a mayor número de dependientes económicos el ingreso es mermado más rápidamente.

En el caso de la edad se observó que los usuarios con mayor edad están más dispuestos a pagar que los jóvenes. Por cada año cumplido un individuo aumenta su disposición a pagar en 0.5%. Los resultados concuerdan con los expuestos por Sandoval et al. (2016), González et al. (2016), Godoy et al. (2019) y Trujillo y Perales (2020) donde la edad tuvo efectos positivos en la disposición a pagar.

La explicación puede ser que los usuarios mayores valoran más la estabilidad y la calidad de los servicios básicos ya que a medida que envejecen, su experiencia les hace reconocer la importancia de contar con un suministro confiable de agua. Además, pueden ser más conscientes de los problemas que pueden surgir por la falta de mantenimiento, y es posible que tengan una mayor apreciación por las mejoras en infraestructura que garanticen su bienestar.

El ingreso familiar tuvo signo positivo como se esperaba, un estrato de ingreso mayor aumenta la probabilidad de pagar algún monto en un 4%. La mayoría de los estudios concuerdan en que un mayor ingreso familiar aumenta la probabilidad de una disposición a pagar afirmativa (González et al., 2016; Godoy et al., 2019; Cahui et al., 2019; Zavaleta et al., 2020; Parillo, 2022; Ramírez et al., 2022).

La variable APOYO resultó ser significativa a un nivel del 95% de confianza y con un coeficiente negativo. De todas las variables este mostró el mayor efecto marginal ya que el hecho de contar con el apoyo (la mitad del precio del servicio) reduce en un 21% la probabilidad de una respuesta positiva. No se pudo hacer la contrastación de los efectos marginales de esta variable ya que por ahora no existen investigaciones similares.

Dado que el apoyo en este estudio se destina a grupos vulnerables, como adultos mayores, personas con capacidad limitada y madres solteras, es razonable deducir que los ingresos de estos grupos tienden a ser más bajos o variables, lo que explica el efecto negativo de la variable APOYO en este estudio.

DAP por estimación no paramétrica

Los valores de la DAP se resumen en el cuadro 7, la función fue monotónicamente decreciente por lo tanto no se utilizó el algoritmo PAVA (Vilca y Coila, 2018), de igual manera se agregan los valores de varianza no paramétrica.

Cuadro 7. Comparación de las estimaciones paramétricas y no paramétricas de la media y varianza

Medidas de bienestar	Media paramétrica	Media no paramétrica		Varianza de la media no paramétrica	
		Boman et al. (1999)	Haab and McConnell (2002)	Boman et al. (1999)	Haab and McConnell (2002)
(Límite inferior)	31.71	27.941	27.941	1.041	1.677
Intermedia	37.29	31.250	31.250	0.944	1.430
(Limite Superior)	45.57	34.559	34.559	0.912	1.348

Fuente: Elaboración propia.

Las medias para la estimación no paramétrica presentan valores más bajos que los de la media paramétrica y aunque los intervalos se traslapan, las medias de las estimaciones no paramétricas no entran dentro del intervalo de la estimación paramétrica. Esto puede

deberse a que la cota es inferior. Estos resultados coinciden con los de Campos et al. (2001) donde las cotas de la estimación de Haab and McConnell presentaron valores por debajo de la estimación paramétrica.

Cerda et al. (2005) también realizaron una comparación de métodos, encontrando que los resultados por estimaciones no paramétricas representaban valores más conservadores, ya que el método de Haab y McConnell subestima la DAP real del modelo.

Los resultados de López et al. (2017) también indican que las cotas en los métodos no paramétricos tienden a ser menores, aunque en ese estudio ambas estimaciones traslaparon sus medias. Además, se observaron mayores varianzas con las fórmulas de Haab y McConnell.

Una posible explicación de la diferencia entre los intervalos de Haab y McConnell contra los de Boman puede ser que la DAP esperada de Boman está influida por el punto medio de clase, cuyo valor es superior al límite inferior de la técnica de Haab y McConnell (Vilca y Coila, 2018).

Sin embargo, a pesar de todo los intervalos se traslapan, las medias son consideradas significativamente iguales (Campos et al., 2001). Por lo tanto, se puede tomar el valor de la DAP paramétrica para la estimación de la valoración económica.

Considerando al padrón de usuarios en 2706 y tomando el valor medio de la DAP paramétrica, se tendrá un beneficio de \$ 100,906.74 pesos mensuales. Por tanto, en caso de que se implemente el pago de la DAP media paramétrica, se tendrá un valor total de \$ 1,210,880 pesos anuales para invertir en la infraestructura de mejora del servicio de agua potable.

En caso de tomar el valor más conservador de la DAP no paramétrica, de \$ 31.25 pesos, se tendrá \$ 84,562.50 pesos al mes y \$ 1,014,750 pesos anuales.

Conclusiones

El modelo econométrico de la DAP indica que los individuos que tienen un apoyo económico por sus condiciones socioeconómicas muestran una postura negativa en la

disposición a pagar. Para el sistema esto puede presentar serios problemas debido a que el actual padrón considera que un 30% de los usuarios cuenta con este apoyo, lo cual además de representar un menor número de ingresos también significa una inflexibilidad a la hora de realizar cambios en los precios del servicio.

Es indiferente utilizar ambos métodos de estimación, en todo caso se recomendaría usar el método no paramétrico a la par y considerar un valor más conservador de la DAP, esto debido a su sencillez.

Referencias

- ACUERDO [Comisión Nacional del Agua]. por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológico-administrativas que se indican. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 09 de noviembre de 2023.
- Avilés, P. G., Huato, S. L., Troyo, D. E., Murillo, A. B., García, H. J., & Beltrán, M. L. (2010). Valoración económica del servicio hidrológico del acuífero de La Paz, B.C.S.: Una valoración contingente del uso de agua municipal. *Frontera Norte*, 22(43), 103-128. <https://doi.org/10.17428/rfn.v22i43.867>
- Bateman, I. J., T. Carson R., & H. Hanemann. (2002). *Economic valuation with stated references techniques. A manual*. Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781781009727>
- Boman, M., Bostedt, G., & Kriström, B. (1999). Obtaining welfare bounds in discrete-response valuation studies: A nonparametric approach. *Land Economics*, 75(2), 284–294. <https://doi.org/10.2307/3147011>
- Cahui, C. E., Tudela, M. J. W., & Huamaní, P. A. (2019). Determinantes socioeconómicos en la estimación de la disponibilidad a pagar del proyecto de agua potable y saneamiento en el centro poblado de Paxa, distrito de Tiquillaca – Puno 2017. *Comuni@cción: Revista De Investigación En Comunicación Y Desarrollo*, 10(1), 81-91. <https://doi.org/10.33595/2226-1478.10.1.332>

- Campos, R. N., Vásquez, L. F., & Cerda, U. A. (2001). Estimaciones paramétricas, semiparamétricas y no paramétricas en valoración contingente aplicación a un problema de calidad del aire. *Economía y administración*, (57), 7-20. <https://www2.udec.cl/~rea/REVISTA%20PDF/Rev57/articulo1.pdf>
- Ccasani, S. M., Gonzales, C. J., Orihuela, R. C., & Hilario, V. P. (2023). Valoración económica de los servicios ecosistémicos del recurso hídrico de la cuenca del río Cachi, Ayacucho, Perú. *Manglar*, 20(3), 247-256. <http://doi.org/10.57188/manglar.2023.028>
- Cerda, U. A., & Vásquez L., F. (2005). Differences Between Parametric and Non-Parametric Estimation of Welfare Measures: An Application to the Rio Claro, Talca, Chile. *Panorama Socioeconómico*, (31), 22-31. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=39903103>
- Comisión Nacional del Agua [CONAGUA]. (2023). Estadísticas del agua 2023. https://sinav30.conagua.gob.mx:8080/PDF/EAM2023_f.pdf
- Flores, P. O. (2017). Valoración económica de la demanda del servicio ambiental hídrico del bosque de la microcuenca Madriguera, Siuna-Nicaragua. *Revista Universitaria Del Caribe*, 19(2), 76–88. <https://doi.org/10.5377/ruc.v19i2.6473>
- Godoy, P. S. C., Beltrán, D. A. A., León, C. J. G., & Sánchez, M. E. S. (2019). Evaluación socioeconómica de disposición a pagar por aprovechamiento y preservación del recurso hídrico en Cubijíes. *Ciencia Digital*, 3(2.6). 406-421. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i2.6.574>
- González, R., Salvador, F. & Díaz, M. (2016). La disponibilidad a pagar de las familias por mejorar el servicio de agua potable en la ciudad de Aguascalientes. *Gestión y Ambiente*, 19(1), 63–77. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169446378004>
- Haab, T. C. & McConnell, K. E. (2002). *Valuing environmental and natural resources. The econometrics of non-market valuation*. Edward Elgar. Northampton, MA, USA. P. 343. <https://doi.org/10.4337/9781843765431>

- Huaraca, A. R., Delgado, L. M. del C., Tapia, T. F., & Agreda, C. H. W. (2021). Sostenibilidad del servicio de agua potable y disposición del cliente a pagarla. *Revista Venezolana De Gerencia*, 26(95), 642-655. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.27.95.13>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2020). Censo general de población y vivienda. Resultados definitivos: <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/#collapse-Indicadores>
- Jeanty, P. W. (2008). WTPCIKR: Stata module to estimate Krinsky and Robb confidence intervals for mean and median willingness to pay. USA: Statistical Software Components, Boston College Department of Economics. <http://ideas.repec.org/c/boc/bocode/s456965.html>
- López, S. M. A., Meza, H. C. A., & Valdivia, A. R. (2017). Analysis of methods to estimate the mean and variance of the willingness to pay parametric and non-parametric case. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 23(2), 231-242. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2016.06.041>
- Parillo, M. W. G. (2022). Beneficios económicos por mejorar los servicios de saneamiento rural del distrito de Taraco, región Puno. *Semestre Económico*, 11(1), 44–53. <https://doi.org/10.26867/se.2022.v11i1.127>
- Quispe, M. J., Quispe, M. F., Roque, G. C., Yapuchura, S. C., & Catachura, V. A. (2021). Valoración económica de los servicios ambientales de la cuenca del río Coata, Puno-Perú. *Revista Innova Educación*, 3(1), 71-93. <https://doi.org/10.35622/j.rie.2021.01.004.es>
- Ramírez, G. A. G., Castillo, E. I. C., Calderón, V. M. F., Duffus, M. D., & Pirela, H. A. A. (2022). Valoración económica y disponibilidad a pagar por el agua en comunidades rurales. *Económicas CUC*, 44(1), 83–102. <https://doi.org/10.17981/econcuc.44.1.2023.Econ.5>
- Reglamento Interno, (2018). México, Sistema de Agua Potable San Diego Tlailotlacan, A.C., Comité de agua potable 2016-2019.

- Sandoval, R. F., Valdivia, A. R., Cuevas, A. C., Hernández, O. J., Medellín, A. J., & Hernández, A. A. (2016). Valoración económica del agua potable en la delegación Iztapalapa, D. F. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(6), 1467-1475. <https://doi.org/10.29312/remexca.v7i6.207>
- Silva, R. J. A. (2015). Referentes conceptuales para la integración de un modelo de gobernanza del agua. *Revista Lebrez*, (7), 21-35. <https://doi.org/10.15332/rl.v0i7.1517>
- Trujillo, M. J., & Perales, S. A. (2020). Valoración económica del agua de la presa Solís para uso agrícola / Water economic valuation of Solís Dam for agricultural use. *Tecnología Y Ciencias Del Agua*, 11(4), 339–369. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2020-04-11>
- Tudela, M. J. W., Martínez, D. M. A., Valdivia, A. R., Portillo, V. M. & Romo, L. J. J. (2009). Modelos de elección discreta en la valoración económica de áreas naturales protegidas. *Revista mexicana de economía agrícola y de los recursos naturales*. 2(3), 7-29.
- Valdivia, A. R., Delgadillo, V. M. A., Sangerman, J. D. M., Hernández, O. J., Sandoval, R. F., & Garay, J. Á. S. (2022). Valoración económica de la calidad del agua potable en León, Guanajuato. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 13(3), 527-538. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i3.3168>
- Vaughan, W. J., & Rodríguez, D. J. (2000). *A note on obtaining welfare bounds in referendum contingent valuation studies*. <http://dx.doi.org/10.18235/0008802>
- Vilca, C. G. L., & Coila, M. M. (2018). Estimación paramétrica y no paramétrica de la disponibilidad a pagar por los beneficios recreativos de un proyecto de recuperación y conservación en el complejo club de pueblo Salcedo, Puno, Perú - 2012. *Semestre Económico*, 7(1), 50–83. <https://doi.org/10.26867/se.2018.v07i1.73>
- Zavaleta, Z. E. H., León, T. C. A., Leiva, C. F. A., Gil, R. L. A., Rodríguez, S. A. D., & Bardales, V. C. B. (2020). Valoración económica del servicio ambiental hídrico del

Santuario Nacional de Calipuy. Santiago de Chuco, La Libertad - Perú. *Arnaldoa*, 27(1), 335-349. <https://doi.org/10.22497/1507>

CONCLUSIONES GENERALES

El estudio logró estimar un valor económico significativo para la rehabilitación de la red hidráulica. La disposición a pagar (DAP) de \$37.29 pesos adicionales por mes por parte de los usuarios generaría un total de \$1,210,880 pesos al año. Este monto podría ser utilizado para mejorar la infraestructura del servicio de agua potable.

Las variables que más influyeron en la DAP fueron el monto propuesto, la cantidad de dependientes y el apoyo económico que reciben los usuarios en situaciones vulnerables. Esto sugiere que el nivel de vulnerabilidad económica es un factor determinante en la disposición a pagar por el servicio.

Un 30% de los usuarios registrados goza de este beneficio, lo que complica la posibilidad de aplicar un aumento en las tarifas. Esta situación plantea un reto para financiar las mejoras necesarias sin afectar a los grupos más vulnerables.

Se sugiere comparar los resultados con métodos de estimación semiparamétricos para afinar la metodología empleada. Además, futuros estudios deberían considerar el impacto de los subsidios en la valoración de los servicios, ya que este factor puede influir en la DAP.

LITERATURA GENERAL

- ACUERDO [Comisión Nacional del Agua]. por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológico-administrativas que se indican. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 17 de septiembre de 2020.
- Arrow, K., Solow, R., Portney, P. R., Leamer, E. E., Radner, R., & Schuman, H. (1993). Report of the NOAA panel on contingent valuation. *Federal register*, 58(10), 4601-4614.
- Avilés, P. G., Huato, S. L., Troyo, D. E., Murillo, A. B., García, H. J., y Beltrán, M. L. (2010). Valoración económica del servicio hidrológico del acuífero de La Paz, B.C.S.: Una valoración contingente del uso de agua municipal. *Frontera Norte*, 22(43), 103-128. <https://doi.org/10.17428/rfn.v22i43.867>
- Azqueta, D. (2002). *Introducción a la economía ambiental*, McGraw-Hill.
- Azqueta, D. (1994). *Valoración Económica de la Calidad Ambiental*. McGraw-Hill.
- Barzev, R. (2002). *Guía metodológica de valoración económica de bienes, servicios e impactos ambientales*. (1ra ed.) Editorial Corredor Biológico Mesoamericano.
- Cahui, C. E., Tudela, M. J. W., y Huamaní, P. A. (2019). Determinantes socioeconómicos en la estimación de la disponibilidad a pagar del proyecto de agua potable y saneamiento en el centro poblado de Paxa, distrito de Tiquillaca – Puno 2017. *Comuni@cción: Revista De Investigación En Comunicación Y Desarrollo*, 10(1), 81-91. <https://doi.org/10.33595/2226-1478.10.1.332>
- Campos, R. N., Vásquez, L. F., y Cerda, U. A. (2001). Estimaciones paramétricas, semiparamétricas y no paramétricas en valoración contingente aplicación a un problema de calidad del aire. *Economía y*

administración, (57), 7-20.

<https://www2.udec.cl/~rea/REVISTA%20PDF/Rev57/articulo1.pdf>

Carciofi, I., y Azqueta, D. (2012). Territorio, desarrollo tecnológico y gestión de recursos naturales renovables: El caso de la pesca. *Investigaciones Regionales - Journal of Regional Research*, (23), 145-170.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28924472007>

Cerda, U. A. y Vásquez, L. F. (2005). Differences Between Parametric and Non-Parametric Estimation of Welfare Measures: An Application to the Río Claro, Talca, Chile. *Panorama Socioeconómico*, (31), 22-31.

Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=39903103>

Comisión Nacional del Agua [CONAGUA]. (2024). Actualización de la Disponibilidad Media Anual de agua en el Acuífero Texcoco (1507), Estado De México. Subdirección general técnica: Gerencia de aguas subterráneas. Recuperado de:

https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/edomex/DR_1507.pdf

Comisión Nacional del Agua [CONAGUA]. (2023). Estadísticas del agua 2023.

https://sinav30.conagua.gob.mx:8080/PDF/EAM2023_f.pdf

Domínguez, J. (2006). La gobernanza del agua en México: y el reto de la adaptación en zonas urbanas: el caso de la ciudad de México. *Anuario de espacios urbanos, historia, cultura y diseño*, (13).

<https://doi.org/10.24275/EWEP6865>

Domínguez, J. (2016). Revisión histórica de las sequías en México: de la explicación divina a la incorporación de la ciencia. *Tecnología Y Ciencias Del Agua*, 7(5), 77–93. Recuperado de:

<https://revistatyca.org.mx/index.php/tyca/article/view/1272>

Dosi, C. (2001). *Environmental values, valuation methods, and natural disaster damage assessment*. (Serie medio ambiente y desarrollo, 37). División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos, CEPAL.

- Dueñas, G. y Nelson, J. (2007). La teoría subjetiva del valor en contabilidad: comentarios sobre la valoración con base en las emociones. *Innovar*, 17(30), 145-152. Recuperado de:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81803011>
- Environmental Protection Agency [EPA] (The State of Queensland). (2003). *Environmental economic valuation: an introductory guide for policy makers and practitioners*. Brisbane, Queensland
<http://www.derm.qld.gov.au/register/p00870aa.pdf>
- Esparza, M. (2014). La sequía y la escasez de agua en México. Situación actual y perspectivas futuras. *Secuencia*, (89), 193-219.
<https://doi.org/10.18234/secuencia.v0i89.1231>
- Food and Agriculture Organization [FAO]. (2023). Base de Datos Principal AQUASTAT. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Recuperado de:
<http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html?lang=es>
- Flores, P. O. (2017). Valoración económica de la demanda del servicio ambiental hídrico del bosque de la microcuenca Madriguera, Siuna-Nicaragua. *Revista Universitaria Del Caribe*, 19(2), 76–88.
<https://doi.org/10.5377/ruc.v19i2.6473>
- Flores, X. R. (2014). El valor económico del uso recreativo que presta el Parque Ambiental Bicentenario en Metepec, Estado de México (México). *Economía y Sociedad*, 18(30), 15-31. Recuperado de:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=51032370002>
- Garzón, L. P. (2013). Revisión del método de valoración contingente: experiencias de la aplicación en áreas protegidas de América Latina y el Caribe. *Espacio Y Desarrollo*, (25), 65-78. Recuperado de:
<https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/espaciodesarrollo/article/view/10623>

- Haab, T. C., y McConnell, K. E. (2002). *Valuing environmental and natural resources. The econometrics of non-market valuation*. Edward Elgar. Northampton, MA, USA. P. 343.
- Hanemann, W. M. (2005). *The economic conception of water*. UC Berkeley: Department of Agricultural and Resource Economics. Recuperado de: <https://escholarship.org/uc/item/08n4410n>
- Hanemann, W. M. (1994). Valuating the environment through contingent valuation. *The Journal of Economic Perspectives*, 8(4), 19-43. <https://doi.org/10.1257/jep.8.4.19>
- Haro, M. A. A., y Taddei, B. I. C. (2014). Sustentabilidad y economía: la controversia de la valoración ambiental. *Economía, sociedad y territorio*, 14(46), 743-767. <https://doi.org/10.22136/est002014395>
- Henderson, J. (1991). *Teoría Microeconómica: Una Aproximación Matemática*. Editorial Ariel. Recuperado de: <https://www.freelibros.me/economia/teoria-microeconomica-james-m-henderson>
- Hernández, T. V. (2012). *Pago por Servicios Ecosistémicos en Zonas Áridas de México. el ecosistema forestal de mezquite en la Región Terrestre Prioritaria de la Sierra del Mechudo en Baja California Sur*. Editorial Académica Española. Recuperado de: <https://www.researchgate.net/publication/237044288>
- Higuera, R. G. L., y Calatayud, M. A. P. (2017). Valoración económica del servicio ambiental recreativo en el Valle de Piedras Encimadas, Puebla-México. *Semestre Económico*, 6(1), 7-25. <https://doi.org/10.26867/se.2017.v06i1.59>
- Holvad, T. (1999). *Contingent valuation methods: possibilities and problems*. Transport Research and Consultancy. University of North London. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/10419/154961>

- Huaraca, A. R., Delgado, L. M. del C., Tapia, T. F., y Agreda, C. H. W. (2021). Sostenibilidad del servicio de agua potable y disposición del cliente a pagarla. *Revista Venezolana De Gerencia*, 26(95), 642-655.
<https://doi.org/10.52080/rvgluz.27.95.13>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2020). Censo general de población y vivienda. Resultados definitivos:
<https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#microdatos>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2010). Compendio de información geográfica municipal 2010. Texcoco, México.
https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/15/15099.pdf
- López, S. M. A., Meza, H. C. A., y Valdivia, A. R. (2017). Analysis of methods to estimate the mean and variance of the willingness to pay parametric and non-parametric case. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 23(2), 231-242. <http://dx.doi.org/10.5154/r.rchscfa.2016.06.041>
- Marx, K. (1867). *El capital*. Libro dot. Recuperado de:
<http://biblio3.url.edu.gt/Libros/CAPTOM1.pdf>
- Menger, C. (2020). *Principios de Economía Política* (Trad. Villanueva. S. M.). Unión Editorial (Trabajo original publicado 1871).
- Meloni, O., y Núñez, F. R. (2002). El Precio de los Terrenos y el Valor de sus Atributos. *Revista Económica*, 48, 69-88. Recuperado de:
<https://revistas.unlp.edu.ar/Economica/article/view/8516/7064>.
- Moreno, S. E. (2012). Gestión, gobierno y recurso agua en el oriente del Estado de México. *Quivera Revista De Estudios Territoriales*, 14(2), 73-90.
Recuperado de: <https://quivera.uaemex.mx/article/view/9626>
- Murillo, L. D., y Soares, M. D. (2013). El péndulo de la gobernabilidad y la gobernanza del agua en México. *Tecnología Y Ciencias Del Agua*, 4(3),

149–163. Recuperado de
<https://revistatyca.org.mx/index.php/tyca/article/view/371>

Mussetta, P. (2009). Participación y gobernanza. El modelo de gobierno del agua en México. *Espacios Públicos*, 12(25), 66-84. Recuperado de:
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67611350005>

Obando, J. R. (1984). *Elementos de microeconomía*. (1ra ed.). Editorial Universidad Estatal a Distancia.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2015), *OCDE Principles on Water Governance*, Editorial OCDE. Recuperado de:
<https://www.oecd.org/cfe/regional-policy/OECDPrinciples-Water-spanish.pdf>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2016). *Recomendación del Consejo de la OCDE sobre el Agua*. Editorial OCDE. Recuperado de: <https://www.oecd.org/water/Recomendacion-del-Consejo-sobre-el-agua.pdf>

Osorio, M. J., y Correa, R. F. (2009). Un análisis de la aplicación empírica del método de valoración contingente. *Semestre Económico*, 12(25), 11-30. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=165013651001>

Parillo, M. W. G. (2022). Beneficios económicos por mejorar los servicios de saneamiento rural del distrito de Taraco, región Puno. *Semestre Económico*, 11(1), 44–53. <https://doi.org/10.26867/se.2022.v11i1.127>

Paspuel, M. V. y Tobar, C. L. (2017). Valoración económica del servicio ambiental hídrico: para la ciudad de Tulcán. *Revista Publicando*, 4(11). (2), 135-148. Recuperado de:
https://revistapublicando.org/revista/index.php/crv/article/view/555/pdf_377

Pearce, P. y Moran, D. (1994). *The Economic Value of Biodiversity*, IUCN The World Conservation Union.

- Quispe, M. J., Quispe, M. F., Roque, G. C., Yapuchura, S. C., y Catachura, V. A. (2021). Valoración económica de los servicios ambientales de la cuenca del río Coata, Puno-Perú. *Revista Innova Educación*, 3(1), 71-93. <https://doi.org/10.35622/j.rie.2021.01.004.es>
- Real Academia Española. (2023). Valorar. En *Diccionario de la lengua española*. Recuperado en 10 de diciembre de 2023, de <https://dle.rae.es/valorar?m>
- Riera, P. (1994). *Manual de Valoración Contingente*. Instituto de Estudios Fiscales.
- Riera, P., Brey, R., y Gándara, G. (2008). Diseño de pagos para aproximaciones no paramétricas en valoración contingente con formato dicotómico simple. *Hacienda Pública Española/Revista de Economía Pública*, 186(3), 43-60. Recuperado de: http://www.ief.es/documentos/recursos/publicaciones/revistas/hac_pub/186_Disen%C3%B3Pagos.pdf
- Sandoval, R. F., Valdivia, A. R., Cuevas, A. C., Hernández, O. J., Medellín, A. J., y Hernández, A. A. (2016). Valoración económica del agua potable en la delegación Iztapalapa, D. F. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(6), 1467-1475. <https://doi.org/10.29312/remexca.v7i6.207>
- Silva, R. J. A. (2015). Referentes conceptuales para la integración de un modelo de gobernanza del agua. *Revista Lebrecht*, (7), 21-35. <https://doi.org/10.15332/rl.v0i7.1517>
- Silva, F. R., Pérez, V. G., y Návar, C. J. (2010). Valoración económica de los servicios ambientales hidrológicos en El Salto, Pueblo Nuevo, Durango. *Madera y bosques*, 16(1), 31-49. <https://doi.org/10.21829/myb.2010.1611178>
- Tudela, M. J. W. (2017). Willingness to pay for improvements in wastewater treatment: application of the contingent valuation method in Puno, Peru. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 23(3), 341-352. <http://dx.doi.org/10.5154/r.rchscfa.2016.11.059>

- Turner, R. K., Pearce, D., & Bateman, I. (1993). *Environmental Economics. An elementary introduction*. The John Hopkins University Press.
- Valdivia, A. R., Delgadillo, V. M. A., Sangerman, J. D. M., Hernández, O. J., Sandoval, R. F., y Garay, J. Á. S. (2022). Valoración económica de la calidad del agua potable en León, Guanajuato. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 13(3), 527-538.
<https://doi.org/10.29312/remexca.v13i3.3168>
- Valdivia, A. R., García, A. E., López, S. M. A., Hernández, O. J., y Rojano, A. A. (2011). Valoración económica por la rehabilitación del río Axtla, S. L. P. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 17(3), 333-342. <http://dx.doi.org/10.5154/r.rchscfa.2010.07.045>
- Valiente, B. A., y Galdeano, B. C. (2012). Estudio sobre el valor económico en los profesionales de la química. *Educación química*, 23(3), 383-389.
[https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(17\)30124-6](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(17)30124-6)
- Van Hauwermeiren, S. (1998). *Manual de economía ecológica*. Programa de Economía Ecológica. Instituto de Economía Ecológica.
- Varian, H. R. (2015). *Microeconomía intermedia: Un enfoque actual*, (9ª ed.). Antoni Bosch
- Vázquez, F., Cerda, A. y Orrogo, S. (2007). *Valoración económica del ambiente: Fundamentos Económicos, Econométricos y Aplicaciones*, (1ª ed.). Thomson Learning.
- Vilca, C. G., y Coila, M. M. (2018). Estimación paramétrica y no paramétrica de la disponibilidad a pagar por los beneficios recreativos de un proyecto de recuperación y conservación en el complejo club de pueblo salcedo, Puno, Perú -2012. *Semestre Económico*, 7(1), 50-83.
<https://doi.org/10.26867/se.2018.v07i1.73>
- Whitehead, J.C. (2000). *A Practitioner's Primer on Contingent Valuation*. Departamento de Economía. Universidad de Carolina.

Whinston, M. D., Green, J. R., y Mas-Colell, A. (1995). *Microeconomic theory*.
Oxford University Press.

Young, R. A., y Loomis, J. B. (2014). *Determining the Economic Value of Water: Concepts and Methods* (2nd ed.). Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9780203784112>