

## ANÁLISIS EMPÍRICO DEL AGUA RESIDUAL TRATADA: UNA APROXIMACIÓN AL MÉTODO DE VALORACIÓN CONTINGENTE

### EMPIRICAL ANALYSIS OF TREATED WASTEWATER: AN APPROACH TO THE CONTINGENT VALUATION METHOD

**Felipe Flores Vichi, Ph.D.**

Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo

ffloresvichi@uqroo.edu.mx

Quintana Roo, México

**José Alfredo Jáuregui Díaz, Ph.D.**

Universidad Autónoma de Nuevo León

alfjadi@yahoo.com.mx

Monterrey, México

**Remigio Cabral Dorado, Mgtr.**

Universidad Autónoma del Estado de Quintana

remigio@uqroo.edu.mx

Quintana Roo, México

#### ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Recibido: 11/07/2024

Aceptado: 26/08/2024

Publicado: 30/12/2024

#### RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo analizar las percepciones de los habitantes del municipio de Apodaca, Nuevo León, para identificar las características sociodemográficas que determinan la disposición a pagar por una mejora en la calidad del agua. La investigación utilizó un enfoque metodológico cuantitativo, con alcance exploratorio y descriptivo, y un diseño de campo. Se empleó el método de valoración contingente para asignar un valor económico al recurso hídrico residual y tratado, utilizando el cuestionario como instrumento de recolección de datos. Se pudo determinar que las variables edad, sexo, educación, empleo, número de habitantes por vivienda, ingreso y conductas favorables hacia el medio ambiente determinan la probabilidad de la disposición a pagar (DAP) por una mejora en la calidad del agua. Asimismo, los resultados mostraron que la voluntad a pagar promedio es de \$165.93 pesos mexicanos para una excelente calidad del agua y de \$82.48 pesos mexicanos para una mala calidad con una periodicidad mensual. La implementación de una cuota mensual basada en estas estimaciones generaría un beneficio económico potencial anual de entre \$341,000 y \$1,157,000 pesos mexicanos. La información generada puede utilizarse para focalizar los esfuerzos de promoción de programas de infraestructura para el tratamiento de aguas residuales y diseñar políticas públicas que contribuyan a la ampliación del servicio y el uso racional del recurso hídrico a nivel municipal.

*Palabras Clave:* agua residual tratada; disposición a pagar; gestión del agua; valoración contingente

#### ABSTRACT

The present study aimed to analyze the perceptions of the inhabitants of the municipality of Apodaca, Nuevo León, to identify the sociodemographic characteristics that determine the willingness to pay for an

improvement in water quality. The research used a quantitative methodological approach, with an exploratory and descriptive scope, and a field design. The contingent valuation method was used to assign an economic value to the residual and treated water resource, using the survey as a data collection instrument. It was determined that the variables age, sex, education, employment, number of inhabitants per household, income, and favorable behaviors towards the environment determine the probability of the willingness to pay (WTP) for an improvement in water quality. Likewise, the results showed that the average willingness to pay is \$165.93 Mexican pesos for excellent water quality and \$82.48 Mexican pesos for poor quality on a monthly basis. The implementation of a monthly fee based on these estimates would generate a potential annual economic benefit of between \$341,000 and \$1,157,000 Mexican pesos. The information generated can be used to focus efforts on promoting wastewater treatment infrastructure programs and designing public policies that contribute to the expansion of the service and the rational use of water resources at the municipal level.

*Keywords:* treated wastewater; willingness to pay; water management; contingent valuation

## INTRODUCCIÓN

México se enfrenta a un futuro con una disponibilidad hídrica cada vez más limitada. Según datos del Banco Mundial (2024), la disponibilidad promedio anual de agua per cápita en el país ha disminuido drásticamente en las últimas décadas. Por ejemplo, en el año de 1960 la disponibilidad se ubicó en 10,924 metros cúbicos (m<sup>3</sup>) por persona al año. En el año 2000, este indicador había caído a 4,179 m<sup>3</sup>, lo que representa una pérdida del 60% en tan solo 40 años. En 2020, la disponibilidad se situó en 3,246 m<sup>3</sup> por habitante al año. Las proyecciones indican que esta tendencia continuará empeorando. Se estima que para 2030, la disponibilidad de agua per cápita en México descenderá por debajo de los 3,000 m<sup>3</sup> anuales.

Ante el escenario planteado, el país requiere de estrategias que permitan enfrentar los desafíos generados por una oferta limitada del agua. Una estrategia de carácter local o municipal para un manejo adecuado del recurso hídrico puede partir del reúso del agua residual tratada (Global Water Partnership, 2013). Sin embargo, para tal efecto, se requieren de inversiones que coadyuven al desarrollo de plantas de tratamiento de agua residual (PTAR).

El saneamiento es uno de los usos principales del recurso hídrico. Las empresas proveedoras de servicios de agua y saneamiento tienen la responsabilidad de garantizar el acceso a estos servicios en áreas urbanas y rurales. Sin embargo, como parte de sus operaciones, estas empresas generan grandes volúmenes de aguas residuales que, en muchos casos, no reciben un tratamiento adecuado o son tratadas de manera ineficiente. Como resultado, estas aguas residuales sin tratar o tratadas de forma inadecuada son descargadas a cuerpos de agua, alcantarillados y suelos, lo que genera un impacto negativo en el medio ambiente y representa una amenaza para la salud pública (Caceres, 2023).

Por lo que, la alternativa de operar un mayor número de PTAR, deberá acompañarse de planes de acción para un uso eficiente de la infraestructura. En un contexto de uso racional y eficiente del recurso hídrico, es requisito indispensable que los sectores públicos y/o privado establezcan entre sus lineamientos de acción, la reutilización del agua. De manera que, en el largo plazo se configuren estructuras de intercambio entre particulares y gobierno, y con ello fomentar los mercados de agua residual tratada.

La demanda de agua tratada complementa la oferta de este recurso. El gobierno, en cooperación con el sector privado, provee los servicios de tratamiento de aguas residuales. La demanda de agua tratada puede provenir del gobierno, que la utiliza para el mantenimiento urbano, irrigación y uso doméstico. Además, el sector público puede destinar el agua tratada a la recarga de acuíferos y a la irrigación agrícola, como alternativa al uso de agua dulce. Esta complementariedad entre oferta y demanda es fundamental para una gestión integral y sostenible del recurso hídrico (Saucedo, 2014).

La presente investigación se centra en la Zona Metropolitana de Monterrey (ZMM), la cual es la segunda área urbana con más habitantes de México, con una población de 5,341,177 habitantes en 2020, según datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Está integrada por 10 municipios y es la segunda área metropolitana más extensa del país, con una superficie de 7,586 km<sup>2</sup> (INEGI, 2020).

Esta ZMM, se ubica en el estado de Nuevo León, México, y de acuerdo con Flores (2023) en el año 2030 tendrá 7.1 millones de habitantes, de los cuales 6.8 millones se concentrarán en la ZMM; esta proyección realizada con una tasa de crecimiento compuesta del 2.1%, indica que, para ese año, se requerirá 40% más de agua, es decir, 20.9 millones de metros cúbicos de agua por segundo.

La ZMM requiere esfuerzos financieros a nivel local para promover el tratamiento de aguas residuales sin aumentar la carga sobre las finanzas públicas municipales, y con esta estrategia gestionar de manera eficiente y racional el recurso hídrico.

La investigación propone utilizar un método de valoración económica para definir las características de los individuos con mayor propensión a aportar cuotas voluntarias para financiar infraestructura de tratamiento de aguas residuales. El estudio genera propuestas municipales para incrementar el flujo financiero de futuras inversiones, mediante la identificación de la población susceptible de beneficiarse por la reutilización de aguas residuales tratadas. Además, sienta las bases para establecer, a largo plazo, mercados de agua cuyos precios se determinen indirectamente, permitiendo la reutilización del agua en actividades agrícolas o de uso público urbano.

La ciencia económica ha desarrollado métodos para la valoración económica de bienes que no cuentan con un mercado para su intercambio. Existen dos enfoques técnicos para abordar esta condición: los métodos de valoración indirecta y directa (Freeman, Herriges & Kling, 2014).

La técnica de valoración indirecta consiste en utilizar un mercado sustituto, obteniéndose una curva de demanda sustituta. Se emplean los precios de mercados reales para determinar indirectamente los beneficios que proveen los bienes o servicios que carecen de mercado. Se identifican en este enfoque de valoración los métodos de costo de viaje, precios hedónicos, gastos evitados, mercados simulados y voto referéndum (De Alba & Reyes, 1998).

Las técnicas de valoración directa, también conocidas como métodos de preferencias declaradas, se distinguen por obtener la valoración económica de un bien de manera explícita a través de la simulación de un mercado hipotético. Estos enfoques se basan en preguntar directamente a los individuos sobre su disposición a pagar por el bien o servicio en cuestión, creando un escenario ficticio donde puedan expresar sus preferencias. De esta forma, los métodos de preferencias declaradas logran capturar el valor que los consumidores otorgan a bienes que carecen de un mercado real, proporcionando información valiosa para

la toma de decisiones. Las metodologías más utilizadas en este enfoque son los experimentos de elección y el método de valoración contingente (Monsalve & Gómez, 2011).

Los orígenes del método de valoración contingente (MVC) se remontan a la década de los años cuarenta, cuando Ciriacy-Wantrup (1947) describió los beneficios de prevenir la erosión del suelo. En su trabajo, observó que los beneficios derivados de esta práctica tenían un carácter público, como la reducción de la contaminación de arroyos. Ante este contexto, sugirió que la única forma de identificar la demanda de estos bienes públicos era a través de entrevistas personales, donde se les cuestionara a los individuos sobre su disposición a pagar (DAP) por acceder a cantidades adicionales del bien en cuestión. De esta manera, el MVC surgió como una forma de capturar el valor económico de bienes y servicios que carecen de un mercado real, mediante la simulación de un escenario hipotético donde los consumidores puedan expresar sus preferencias (Munera & Restrepo, 2009).

Ya en la década de los sesenta, Davis (1963) realizó el primer estudio empírico utilizando el MVC para determinar el valor recreativo de los bosques de Maine, en los Estados Unidos. En su investigación, Davis aplicó encuestas a los visitantes de los bosques, en las cuales les preguntó sobre su DAP por acceder a dichas áreas naturales. A partir de los datos recopilados, el autor construyó una curva de demanda que permitió estimar el valor económico del bien ambiental. Este trabajo pionero sentó las bases para el desarrollo y la aplicación del MVC en la valoración de bienes y servicios ambientales carentes de mercado (Garzón, 2013).

Posteriormente Ridker y Henning (1967) utilizaron este método para estimar los beneficios del control de la contaminación del aire. Sin embargo, no fue hasta la década de 1970 cuando se reveló todo el potencial del método para proporcionar estimaciones de beneficios que otros enfoques alternativos no podían ofrecer. Esto ocurrió en una aplicación pionera sobre los beneficios derivados de la mejora en la visibilidad, como resultado del control de la contaminación atmosférica. Este estudio demostró la capacidad del MVC para capturar el valor económico de bienes ambientales intangibles, como la calidad del aire y la visibilidad, que carecen de un mercado donde intercambiarse. Al simular un escenario hipotético donde se preguntaba a los individuos por su disposición a pagar por mejoras en la visibilidad, el MVC pudo estimar el beneficio social agregado de las políticas de control de la contaminación (Randall, Ives, & Eastman, 1974).

La aplicación generalizada de los métodos de valoración económica en Estados Unidos se impulsó significativamente a principios de la década de 1980, con la promulgación de la Executive Order 12291 y la CERCLA (Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act). Estas normativas posicionaron al análisis costo-beneficio (ACB) como un procedimiento estándar en la evaluación de proyectos, normalizando el uso de técnicas de valoración económica (Rodríguez, Blanco & Millán, 2006).

A finales de la década de 1980, se publicaron una serie de artículos que analizaban el estado de desarrollo de la MVC. Esto generó un incremento significativo en el uso de este enfoque para la valoración económica de recursos naturales (Hernández, 2010). El fundamento teórico del método de valoración contingente fue establecido por Hanneman (1984), quien estudió su aplicación en el contexto de la economía del bienestar. Hanneman proporcionó las bases conceptuales y metodológicas que permitieron consolidar el método de preferencias declaradas como una herramienta sólida para la estimación del valor económico de bienes públicos y recursos ambientales.

El despegue definitivo del método se produjo a raíz del estudio realizado en Alaska para estimar las pérdidas ecológicas (no comerciales) asociadas al derrame de petróleo del Exxon Valdez. Este trabajo, liderado por Carson et al. (2003), demostró la capacidad del método de preferencias declaradas para capturar el valor económico de bienes ambientales afectados por desastres, como los daños a los ecosistemas y los recursos naturales. Marcó un hito en el desarrollo y la aceptación del MVC, impulsando su aplicación en diversos contextos para la valoración de bienes públicos y recursos naturales sin mercado.

A partir de los antecedentes del MVC, el objetivo de esta investigación fue identificar las variables que influyen significativamente en la probabilidad de la DAP de los individuos por una mejora en la calidad del agua residual tratada. Para lograr este objetivo, se empleó un modelo *logit* que permitió estimar los efectos de diversas variables explicativas sobre la variable dependiente, la DAP de los consultados. El modelo *logit* es una técnica econométrica adecuada para analizar la relación entre una variable dependiente dicotómica (en este caso, la disposición a pagar sí o no) y un conjunto de variables independientes o explicativas.

Las variables independientes a considerar en el modelo incluyen características socioeconómicas de los individuos, como su nivel de ingresos, edad, educación y ocupación. Además, se incorporaron variables relacionadas con la percepción de los consultados sobre la calidad actual del agua tratada y elementos que condicionan la toma de decisiones de los individuos, como son la importancia de los sectores gubernamental y privado en la búsqueda e implementación de mejoras al medio ambiente del territorio bajo estudio.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Las técnicas y métodos utilizados se circunscriben a una investigación aplicada con datos de corte transversal, con la finalidad de determinar el valor económico del agua residual tratada a partir de las percepciones de los individuos.

Se aplicó el MVC cuyo objetivo central consiste en estimar el valor económico del bien o servicio ambiental que carece de un mercado para su intercambio. En la investigación, el bien sujeto a este tipo de análisis lo fue el agua residual tratada. Para determinar lo anterior, se creó un mercado hipotético donde se pregunta directamente a los individuos sobre su disposición a pagar por acceder a cantidades adicionales o mejoras en la provisión de estos bienes (Munera & Restrepo, 2009).

Se presentó a los consultados un escenario similar al que enfrentan en su vida diaria cuando toman decisiones de compra en el mercado. Se les preguntó por la máxima cantidad de dinero que estarían dispuestos a pagar por un agua residual tratada de calidad. De esta manera, los individuos revelaron su valoración por el bien en cuestión, como si se encontraran en una situación de compra real. Es importante señalar, que el mercado hipotético no se trata de una transacción real, sino de un escenario simulado para capturar las preferencias de pago por parte de los individuos. Su respuesta no implica un desembolso económico real, sino una respuesta tentativa que revele su preferencia a partir de la cual se estima el valor económico del recurso hídrico que no cuenta con un mercado real que permita revelar su precio.

En el MVC aplicado fue de tipo referéndum, en el cual se tuvo por objeto estimar la probabilidad de respuesta positiva de la variable dependiente que corresponde a la pregunta de la DAP de acuerdo al escenario de valoración propuesto. Para llevar a cabo dicha estimación, el análisis de regresión se realizó suponiendo una función de distribución de probabilidad acumulada y su correspondiente modelo de regresión de probabilidad (Osorio & Restrepo, 2009).

De acuerdo con Brannlund y otros (2016), se asumió que la verdadera DAP sigue una distribución de probabilidad logística. De esta manera, el modelo utilizado se denomina *logit*. Según Green (1998), las distribuciones *logit* y normal son simétricas y tienden a dar probabilidades similares, siempre y cuando la muestra no contenga pocas respuestas afirmativas (o pocas negativas) o que se presente gran variación en una variable independiente.

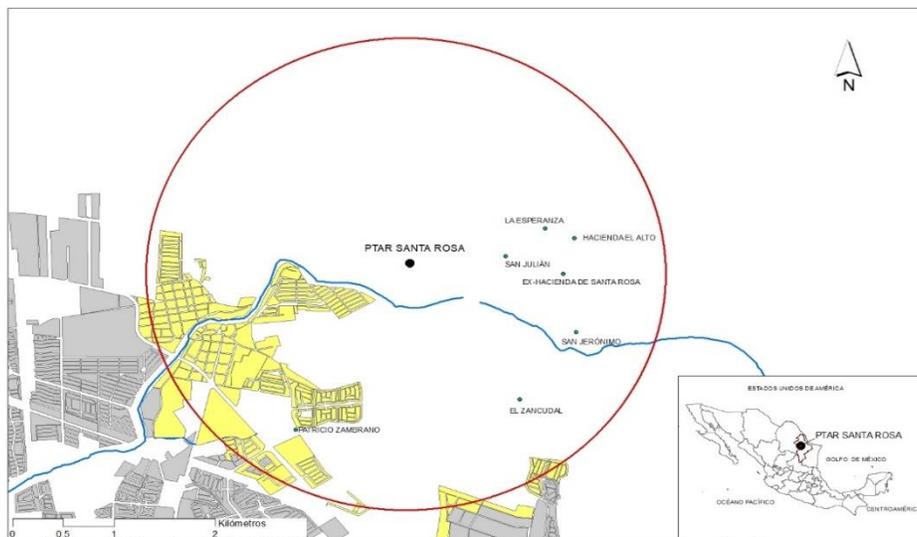
## ÁREA DE ESTUDIO

Para la selección de las viviendas a estudiar, se utilizó un criterio de carácter espacial, considerando el Área Geoestadística Básica (AGEB) como unidad de análisis. Se definió un área de influencia directa de 2.5 kilómetros de radio a partir de la ubicación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) objeto de estudio. La elección de un radio de 2.5 kilómetros se justifica por las siguientes razones: 1) esta distancia aumenta la probabilidad de que la población impactada por la infraestructura para el tratamiento de agua, decida utilizar el agua tratada para el riego de áreas verdes, lavado de autos, recarga de acuíferos o alguna otras aplicaciones de carácter local; 2) dentro de este radio de 2.5 km, es más probable encontrar homogeneidad en las características sociodemográficas y culturales de la población, lo que facilita comparar los resultados del MVC; y 3) el área de influencia definida permitió aplicar el cuestionario de manera efectiva, ya que los recursos y tiempo eran limitados.

Es así como, se definió que dentro de un radio de influencia de 2.5 kilómetros de la PTAR Santa Rosa se ubicaron asentamientos humanos urbanos de las localidades de Santa Rosa, Ex-Hacienda de Santa Rosa y Ciudad Apodaca que en su conjunto comprenden 264 manzanas urbanas, 84.6% ubicadas en la localidad de Santa Rosa (Figura 1). Además, de siete localidades rurales, Patricio Zambrano (Los Leones), San Jerónimo (La Hacienda), Ex-Hacienda de Santa Rosa, San Julián, La Esperanza, Hacienda El Alto y El Zancudal.

**Figura 1.**

*Zona de influencia de la PTAR Santa Rosa*



Fuente. Elaboración propia con datos del Marco Geoestadístico. Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI).

## MUESTREO Y CUESTIONARIO

El área de influencia del estudio se compone de una población de 10,142 habitantes, distribuidos en 2,059 viviendas. Para determinar el tamaño de muestra adecuado, se consideró un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%. Aplicando el muestreo aleatorio simple, se determinó la consulta de 324 viviendas.

En el diseño de la investigación, se elaboró un cuestionario con 30 preguntas. El cuestionario se estructuró para recopilar información sobre las características socioeconómicas de los individuos, las cuales es posible que condicionen la DAP. Se incluyeron cuestionamientos que permitieron identificar la percepción e intereses de los habitantes sobre temas relacionados con el medio ambiente, así como su apreciación y evaluación de las acciones de gobierno en materia de gestión hídrica. El componente central del instrumento de recolección de información se destinó a la determinación de la valoración económica mediante un formato de referéndum, donde se obtuvo la DAP de los individuos para cuatro niveles de calidad del recurso hídrico.

Para determinar la DAP de los consultados, se utilizó un enfoque de mercado hipotético. En este contexto, se presentaron a los participantes una serie de imágenes que ilustraban los diferentes niveles de calidad del agua, con el objetivo de facilitar la comprensión de los escenarios de valoración propuestos.

Para la valoración de los cambios en la calidad del recurso hídrico, se empleó la "Water Quality Ladder" (Jeon, Herriges, Kling, & Downing, 2005). Este instrumento, basado en una escala visual, permitió a los consultados evaluar y expresar su DAP por mejoras en los distintos niveles de calidad del agua, desde condiciones deficientes hasta niveles deseables.

El uso de este enfoque de mercado hipotético, complementado con el apoyo visual de la "Water Quality Ladder", buscó garantizar la adecuada comprensión de los escenarios de valoración por parte de los participantes, lo que contribuyó a la obtención de estimaciones más confiables de la DAP por cambios en la calidad del agua.

La pregunta asociada al mercado hipotético planteado fue la siguiente:

"Imagine que el gobierno municipal de Monterrey está considerando implementar un programa para mejorar la calidad del agua en los ríos y arroyos de la ciudad. Este programa implicaría la construcción de nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales, lo que permitiría elevar la calidad del agua a un nivel 'bueno', tal como se muestra en la imagen. Para financiar este programa, el gobierno municipal tendría que cobrar una cuota mensual de \$25 pesos mexicanos a cada uno de los hogares del municipio. ¿Estaría usted dispuesto a pagar esta cantidad cada mes por este programa de mejora de la calidad del agua que permita construir una planta tratadora de agua?"

Esta pregunta inició proponiendo a los consultados el monto de \$25 pesos mexicanos, por lo que se estableció un punto de partida para que los individuos revelaran su valoración por el programa de mejora de la calidad del agua en un formato de referéndum.

En caso de responder afirmativamente al vehículo y monto de pago, se le proponía aumentar el pago a un rango específico, de acuerdo con el siguiente vector de pagos de la Tabla 1:

### **Tabla 1.**

*Vector de pagos para determinar la DAP de los consultados (en peso mexicanos)*

Escenario	Vector de Precios	Escenario	Vector de Precios
1	\$25.00	6	\$125.00-\$150.00
2	\$25.00-\$50.00	7	\$150.00-\$175.00
3	\$50.00-\$75.00	8	\$175.00-\$200.00
4	\$75.00-\$100.00	9	\$200.00-\$225.00
5	\$100.00-\$125.00	10	\$225.00 - o más

Fuente. Elaboración propia con información del cuestionario piloto (2024).

Estos escenarios se generaron considerando que los habitantes de Nuevo León no destinan más del 1.9% de su ingreso mensual promedio al servicio de agua potable y alcantarillado, según la ENIGH 2022. El INEGI reporta que el 41% de las personas ocupadas perciben entre 1 y 2 salarios mínimos, equivalentes a 207.44-414.88 pesos diarios o 6,223.20-12,446 pesos mensuales. Adicionalmente, el 16.19% gana entre 2 y 3 salarios mínimos, lo que representa 12,446-18,669.6 pesos mensuales. En consecuencia, aproximadamente el 60% de la población ocupada tiene un rango salarial mensual de 6,200 a 18,700 pesos mexicanos.

Para estimar la probabilidad de pago por una mejor calidad del agua y determinar las variables que influyen en la DAP, se utilizó el modelo *logit*. El análisis incorporó 26 variables, todas descritas en la Tabla 2. De estas variables, siete resultaron estadísticamente significativas con un nivel de confianza del 95%. No obstante, el modelo incluyó la totalidad de las variables, independientemente de su significancia estadística, para evitar el sesgo de variables omitidas que podría generar endogeneidad en los coeficientes. Para verificar la presencia de multicolinealidad entre las variables independientes, se calculó el Factor de Inflación de Varianza (VIF), el cual se muestra y analiza en la sección de resultados.

### *Instrumento biométrico*

El equipo biométrico que se utilizó fue el Software Tobii Pro Lab de 60 Hertzios (Hz) con él se procesó los datos de seguimiento ocular fijo, mediante una cámara web Logitech HD Pro C920 integrado en un monitor de 32 pulgadas, donde se mostró la preferencia visual de las mujeres indígenas entre los elementos del post publicitario (marca, personaje, *copy strategy*, slogan, información de contacto) de acuerdo con la disposición espacial asignada en el contenido. El sistema representó las fijaciones, sacadas y rutas visuales de manera cualitativa en mapas de calor (heatmap) y mapas de atención visual (gazeplot). Además, se presentó el tiempo de la primera fijación (enganche), la duración de la primera fijación (impacto) y la duración total de las fijaciones.

### **Tabla 2.**

#### *Variables utilizadas en el modelo probit*

Variable respuesta	Descripción
Edad	Número de años cumplidos al responder el cuestionario
Sexo	1 = Hombre; 0 = Mujer

Educación	0 = Sin estudios; 1 = Primaria incompleta; 2 = Primaria completa; 3 = Secundaria incompleta; 4 = Secundaria completa; 5 = Preparatoria incompleta; 6 = Preparatoria completa; 7 = Universidad trunca; 8 = Universidad completa; 9 = Posgrado
Empleo	0 = Sin actividad económica remunerada; 1 = Actividad económica remunerada
Sector Primario	1 = Actividad del sector primario; 0 = Otro sector
Sector Secundario	1 = Actividad del sector secundario; 0 = Otro sector
Sector Terciario	1 = Actividad del sector terciario; 0 = Otro sector
Tipo de Vivienda	1 = Propia; 0 = Otro
Habitante	Número de habitantes en el hogar
Servicio de Agua	1 = El hogar cuenta con servicio de agua potable; 0 = Otro
Tarifa de Agua	Pago mensual promedio por servicio de agua potable
Calidad de Agua MB	Percepción de la calidad del agua como "muy buena"
Calidad de Agua B	Percepción de la calidad del agua como "buena"
Calidad de Agua R	Percepción de la calidad del agua como "regular"
Calidad de Agua M	Percepción de la calidad del agua como "mala"
Ingreso	Nivel de ingreso promedio mensual familiar
Interés en ciencia	Nivel de interés en temas científicos. 1 = Mucho; 0 = Otro
Interés en política	Nivel de interés en temas de política. 1 = Mucho; 0 = Otro
Interés en deportes	Nivel de interés en temas deportivos. 1 = Mucho; 0 = Otro
Interés en ambiente	Nivel de interés en temas del medio ambiente. 1 = Mucho; 0 = Otro
Interés en religión	Nivel de interés en temas religiosos. 1 = Mucho; 0 = Otro
Conducta ambiental	Nivel de conducta a los problemas ambientales. 1 = Mucho; 0 = Otro
DAP Calidad ED	Disposición a pagar por una mejora en la calidad del agua (de calidad E a calidad D) en pesos mexicanos
DAP Calidad DC	Disposición a pagar por una mejora en la calidad del agua (de calidad D a calidad C) en pesos mexicanos
DAP Calidad CB	Disposición a pagar por una mejora en la calidad del agua (de calidad C a calidad B) en pesos mexicanos

DAP Calidad EA	Disposición a pagar por una mejora en la calidad del agua (de calidad E a calidad A) en pesos mexicanos
----------------	---

Fuente. Elaboración propia.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS.

El análisis de los microdatos del XIV Censo General de Población y Vivienda (INEGI, 2020) reveló características demográficas de la población residente en el área de influencia de la PTAR. De los 10,142 habitantes, se observa una distribución de género equilibrada, con 49.7% de hombres y 50.3% de mujeres.

La gran mayoría (más del 99%) reside en zonas urbanas amanzanadas. La estructura poblacional muestra un perfil predominantemente joven: el 11.4% tiene entre 0-4 años, el 10.7% entre 8-14 años, y en total, el 30% es menor de 15 años. En contraste, solo el 3.9% de la población tiene 60 años o más. Existe una presencia importante de inmigrantes, el 22.3% de la población nació fuera de Nuevo León, con más de un tercio de estos residiendo en otros estados hasta 2015. Destacan dos características principales: el 85.5% de la población cuenta con derechohabiencia a servicios de salud y el 81.0% de las viviendas posee automóvil.

Los microdatos también revelaron una cobertura casi total de servicios de agua potable y alcantarillado, con el 98.7% de las 324 viviendas consultadas (320) teniendo acceso a estos servicios esenciales. Respecto al pago mensual por estos servicios, el 86% de los informantes reportan cuotas entre \$190 y \$520 pesos mexicanos, mientras que el 14% restante no proporcionó esta información.

En cuanto a la percepción de los individuos sobre la calidad del agua que reciben en sus viviendas, se observa una distribución variada de opiniones. La mitad de los consultados, el 56.3%, asocia la calidad del agua a un nivel "Bueno", lo que sugiere que una proporción significativa de la población está satisfecha con la calidad del recurso hídrico que llega a sus viviendas. Además, una pequeña pero notable fracción, el 3.8% de los participantes, califica la calidad del agua como "Muy Buena", lo que refleja una percepción aún más positiva. No obstante, el 39.9% de los individuos calificaron la calidad del agua como "Regular" o "Mala", lo que indica una insatisfacción y sugiere un margen considerable para mejorar el servicio de suministro de agua.

De acuerdo con la percepción de los consultados, la responsabilidad principal de abordar los problemas ambientales en el área de estudio recae sobre los gobiernos municipales y las empresas. Una mayoría, el 54.9% de los participantes, atribuye a los gobiernos locales un papel crucial en la gestión de los impactos ambientales negativos. Esta perspectiva indica que los residentes esperan un mayor compromiso y liderazgo por parte de las autoridades municipales en la resolución de los desafíos ambientales. Además, los habitantes tienen la idea de que las autoridades municipales trabajan menos de lo necesario (42.1.8%) o nada (36.5%) para resolver los problemas del medio ambiente.

La percepción de los consultados refleja un descontento generalizado con el desempeño actual de las autoridades en materia ambiental. La mayoría considera que las acciones de los gobiernos municipales son insuficientes para abordar adecuadamente los problemas ambientales. Además, el 39.2% de los participantes identifica a las empresas como las principales causantes del daño ambiental, sugiriendo que las actividades económicas tienen un impacto negativo en el entorno local.

**Tabla 3.***Estadísticas descriptivas y factor de inflación de varianza*

<b>Variable respuesta</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>VIF</b>
Edad	51.6346	18.7191	18	82	1.32
Sexo	0.5247	0.5000	0	1	1.18
Educación	4.6401	2.9156	0	9	2.45
Empleo	0.7033	0.4574	0	1	1.87
Sector Primario	0.0659	0.2485	0	1	1.92
Sector Secundario	0.6209	0.4858	0	1	1.46
Sector Terciario	0.3132	0.4644	0	1	1.67
Tipo de Vivienda	0.3407	0.4746	0	1	3.42
Habitante	3.8224	1.3451	1	7	1.56
Servicio de Agua	0.9891	0.1043	0	1	2.17
Tarifa de Agua	426.72	172.54	0	1,200	1.12
Calidad de Agua MB	0.0385	0.1926	0	1	2.62
Calidad de Agua B	0.5632	0.4967	0	1	2.96
Calidad de Agua R	0.2720	0.4456	0	1	3.27
Calidad de Agua M	0.1264	0.3327	0	1	2.14
Ingreso	13,504.90	4,178.35	3,000	26,000	3.21
Interés en ciencia	0.3516	0.4781	0	1	1.38
Interés en política	0.4532	0.4985	0	1	2.27
Interés en deportes	0.7720	0.4201	0	1	2.68
Interés en ambiente	0.5110	0.5005	0	1	4.16

Interés en religión	0.7115	0.4536	0	1	1.11
Conducta ambiental	0.3213	0.4960	0	1	1.74
DAP Calidad ED	82.48	26.5152	25	125	3.26
DAP Calidad DC	96.26	23.1784	25	150	2.47
DAP Calidad CB	135.17	16.1228	25	200	2.98
DAP Calidad BA	165.93	9.2547	25	225	2.17

Fuente. Resultados obtenidos de la estimación del software STATA V. 17

De los 324 consultados, 247 (76.2%) revelaron una disposición a pagar positiva por una mejora en la calidad del agua, mientras que 77 (23.8%) reportaron una disposición a pagar de cero. Mediante preguntas de seguimiento, se identificó que 52 (16.0%) de estos ceros eran “verdaderos”, reflejando una genuina falta de disposición a pagar, mientras que 25 (7.7%) fueron clasificados como “ceros de protesta”, indicando una objeción al escenario de valoración propuesto.

Estos últimos argumentaron que el gobierno es el responsable de las mejoras y que ya pagaban suficientes impuestos para atender las necesidades de infraestructura, o manifestaron desinterés en aportar dinero para temas asociados al medio ambiente. En el modelo *logit* se incluyeron los ceros verdaderos como observaciones válidas, mientras que los ceros de protesta fueron excluidos para evitar sesgos en las estimaciones. Este enfoque resultó en una muestra final de 299 observaciones para el análisis.

Con base en la Tabla 3, los datos muestran que la edad promedio de los consultados fue de 51.6 años, con un 52% de mujeres en la muestra. El nivel educativo medio es de 11.3 años, equivalente a educación secundaria completa. El 70% de los participantes tiene empleo remunerado, con un ingreso promedio mensual de 13,505 pesos mexicanos. Las viviendas albergan en promedio a 3.8 habitantes. La variable de conducta ambiental muestra una media de 3.2 en una escala del 1 al 5, indicando una actitud moderadamente positiva hacia el medio ambiente.

En cuanto al análisis de multicolinealidad, los valores VIF para todas las variables son inferiores a 5, lo que indica que no hay problemas graves de colinealidad entre las variables independientes. El VIF más alto corresponde al ingreso (3.21), seguido por la educación (2.45), sugiriendo una correlación moderada de estas variables con otras del modelo. Las variables con menor VIF son el sexo (1.18) y la edad (1.32), indicando muy poca correlación con otras variables. Este análisis de VIF respalda la validez del modelo, ya que no se detectan problemas significativos de multicolinealidad que pudieran afectar la interpretación de los coeficientes estimados en el modelo *logit*.

#### Tabla 4.

*Resumen de las estimaciones del modelo de probabilidad*

Variable	Coefficiente	P > z
Edad	-0.0364	0.000

Sexo	-0.6521	0.047
Educación	0.1162	0.000
Empleo	0.1907	0.002
Habitantes	0.0932	0.012
Ingreso	0.0053	0.003
Conducta	-0.4211	0.031
Precio_ED	-0.0681	0.012
Precio_DC	-0.0463	0.015
Precio_CB	-0.0317	0.008
Precio_BA	-0.0192	0.022
Constante	0.6041	0.003
Pseudo R <sup>2</sup>	0.297	
Log de verosimilitud	-126.100	
LR chi2	63.990	
Prob (p) > chi2	0.000	

Fuente. Elaboración propia con estimaciones obtenidas del software STATA V. 17 (2024)

En cuanto al modelo econométrico, las estimaciones de las variables estadísticamente significativas del modelo *logit*, se muestran en la Tabla 4.

### Tabla 5.

*Efectos marginales de las variables significativas del modelo logit*

Variable	Efecto Marginal	Error Estándar	z	P> z
Edad	-0.0572	0.0022	-2.59	0.010
Sexo	-0.1410	0.0578	-2.44	0.015
Educación	0.0463	0.0155	2.98	0.003

Empleo	0.1811	0.0629	2.88	0.004
Habitantes	-0.0358	0.0172	-2.08	0.038
Ingreso	0.00005	0.00002	2.01	0.046
Conducta	0.0814	0.0355	2.29	0.022

Fuente. Elaboración propia con estimaciones obtenidas del software STATA V. 17 (2024)

Y de manera complementaria, la Tabla 5 proporciona los efectos marginales del modelo que revelaron información sobre los factores que influyen en la DAP por una mejora en la calidad del agua en el municipio de Apodaca, Nuevo León. Fue así como se obtuvieron los siguientes resultados relevantes del estudio:

1. Los hallazgos señalaron una relación inversa entre la edad y la disposición a pagar por mejoras en la calidad del agua. A medida que los individuos envejecen, su propensión a contribuir monetariamente a estas mejoras disminuye. Esta tendencia puede atribuirse a una menor expectativa de vida entre las personas mayores, quienes posiblemente perciben que su inversión en mejoras a largo plazo del recurso hídrico no les proporcionará beneficios inmediatos. En consecuencia, tienden a priorizar la asignación de sus recursos financieros hacia otras necesidades o gastos que consideran más apremiantes o relevantes para su etapa de vida actual. Esta relación negativa entre edad y disposición a pagar por mejoras ambientales ha sido corroborada por diversos estudios en el campo. Investigaciones realizadas por Ayala-Ortiz y Abarca-Guzmán (2014), Massa (2019), y Cahui-Cahui, Tudela-Mamani y Huamaní-Peralta (2019) han reportado patrones similares, reforzando la consistencia de este resultado en diferentes contextos y poblaciones.

La edad es un factor significativo, con un efecto marginal de  $-0.0057$ . Esto indica que, por cada año adicional de edad, la probabilidad de estar dispuesto a pagar disminuye en 0.57 puntos porcentuales. Esta relación inversa sugiere que las personas mayores podrían ser más reacias a pagar por mejoras a largo plazo del recurso hídrico, posiblemente por una menor expectativa de beneficiarse de dichas mejoras por un horizonte de vida más corto (Genius et al., 2020).

2. Los resultados indican que las mujeres muestran una menor disposición a pagar por mejoras en la calidad del agua en comparación con los hombres. Esta diferencia puede atribuirse al papel predominante que las mujeres suelen desempeñar en la toma de decisiones financieras del hogar. Generalmente, el género femenino tiende a priorizar el gasto familiar en necesidades básicas como alimentación, vivienda y salud, relegando aspectos como la mejora de la calidad del agua a un segundo plano.

Esta tendencia en la toma de decisiones por parte de las mujeres se ve respaldada por diversas investigaciones. Estudios realizados por Dupont (2004), Zelezny, Chua y Aldrich (2000), y más recientemente por Suárez, Parra y Cely (2023), han demostrado que, a pesar de que las mujeres tienden a expresar una mayor preocupación por temas ambientales, esto no necesariamente se traduce en una mayor disposición a pagar por mejoras en este ámbito. Este patrón se mantiene incluso en situaciones donde las mujeres tienen el control principal sobre los ingresos del hogar, lo que sugiere que la priorización de gastos esenciales sobre mejoras ambientales es una tendencia consistente en la gestión financiera femenina del hogar.

El género también tiene un rol relevante, la variable mujeres muestra una probabilidad 14.10 puntos porcentuales menor de estar dispuestas a pagar en comparación con los hombres. Este hallazgo podría

reflejar diferencias en las prioridades de gasto entre géneros, donde las mujeres podrían estar más inclinadas a destinar recursos a necesidades inmediatas del hogar (Dema-Moreno & Díaz-Martínez, 2010).

3. Los resultados indican una relación positiva entre el nivel educativo y la disposición a pagar por mejoras ambientales. A medida que aumentan los años de escolaridad de los individuos, se incrementa su probabilidad de contribuir voluntariamente a iniciativas de mejora ambiental. Esta tendencia encuentra respaldo en la literatura científica internacional. Estudios como los realizados por Afroz, Hanaki y Hasegawa-Kurisu (2008), así como Alcalá et al. (2009), corroboran que el nivel educativo influye positivamente en la disposición de las personas a pagar por mejoras en la calidad ambiental de sus comunidades.

La educación tiene un efecto positivo, con cada año de educación adicional con que cuente el individuo aumenta la probabilidad de la DAP en 4.63 puntos porcentuales. Esto sugiere que la valoración de los recursos hídricos podría estar correlacionadas con el nivel educativo, al reconocer el valor de las propiedades del agua y su importancia para la vida (Halkos & Matsiori, 2014).

4. Los resultados indican que el empleo remunerado está asociado positivamente con una mayor disposición a pagar por mejoras en la calidad del agua. Esta relación puede explicarse por la estabilidad económica y la seguridad financiera que proporciona un empleo formal. Los individuos con ingresos regulares tienden a tener una mayor capacidad y disposición para pagar por mejoras ambientales. Esta tendencia ha sido corroborada por diversos estudios en el campo de la valoración económica de recursos hídricos. Investigaciones realizadas por Wang (2013), Tudela-Mamani y Leos-Rodríguez (2018), y Kim et al. (2021) han encontrado patrones similares, reforzando la relación positiva entre el empleo estable y la disposición a pagar por mejoras ambientales, particularmente en el contexto de la gestión del agua.

Esta variable muestra el efecto marginal más significativo, aumentando la probabilidad de la DAP en 18.11 puntos porcentuales. Este resultado señala que la estabilidad económica y el ingreso regular son factores determinantes en la disposición de los individuos a contribuir a mejoras ambientales (Soto Montes de Oca & Bateman, 2006).

5. La variable relacionada con el número de habitantes por hogar señala la presencia de un incremento en la DAP por mejorar la calidad del agua. Esto puede explicarse por el hecho de que, en algunas viviendas con un mayor número de personas, la probabilidad de que los habitantes acepten aportar un pago voluntario aumenta debido a que existe un aumento en los ingresos familiares, es decir, a un mayor número de integrantes en el hogar implica la presencia de mayores fuentes de ingreso que redundan en una disposición mayor para efectuar este pago.

La variable número de habitantes por vivienda tiene un efecto negativo, con cada habitante adicional disminuye la probabilidad de la DAP en 3.58 puntos porcentuales. Esto podría reflejar las limitaciones presupuestarias de hogares más grandes (Ojeda, Mayer & Solomon, 2008).

6. Los resultados revelan una asociación positiva entre el ingreso y la DAP. En otras palabras, conforme aumenta el ingreso promedio del hogar, se incrementa la disposición de los individuos a contribuir económicamente para mejorar la calidad del agua. Diversos estudios han demostrado que el ingreso es un factor determinante en la actitud de las personas hacia la realización de pagos que apoyen mejoras ambientales, especialmente en el contexto del uso de recursos hídricos. Investigaciones recientes, como las de Jianjun (2016), Cuevas et al. (2019), Trujillo-Murillo y Perales-Salvador (2020), Alcalá et al.

(2022) y Sucasaca et al. (2024), confirman que un aumento en el ingreso de los hogares o unidades de producción se traduce en una mayor probabilidad de efectuar pagos voluntarios para la mejora ambiental.

El ingreso, aunque con un efecto marginal pequeño (0.00005), confirma que, a mayor poder adquisitivo, mayor es la probabilidad de la DAP. Este hallazgo es consistente con la teoría económica que sugiere una relación positiva entre ingreso y demanda de bienes ambientales (Vásquez, et al., 2009).

7. La variable relacionada con la actuación individual en pro del medio ambiente demostró ser significativa en el estudio. Los resultados indican que aquellos individuos que no participan en actividades de protección ambiental tienen una menor probabilidad de mostrar una DAP por mejoras en los recursos hídricos. Esta observación sugiere que las actitudes pro-ambientales a nivel individual constituyen un factor crucial que influye en la disposición de los habitantes a contribuir económicamente para la mejora de servicios ambientales, como la calidad del agua residual tratada

Las conductas ambientalmente favorables de las personas aumentan la probabilidad de la DAP en 8.14 puntos porcentuales, esto acentúa la importancia de la conciencia ecológica en las decisiones de gasto relacionadas con el medio ambiente, al proporcionar una importancia en dirigir recursos a sus prácticas de mejora ambiental (Halder, et al., 2020).

8. El análisis de la cuota voluntaria o pago propuesto a los individuos revela una relación inversa entre el monto sugerido y la disposición a realizar el desembolso. En concreto, a medida que aumenta la cantidad propuesta para mejorar la calidad del agua, disminuye la probabilidad de que los consultados estén dispuestos a efectuar dicho pago voluntario. Este hallazgo es congruente con los principios de la teoría económica, que establece que la demanda de un bien o servicio decrece conforme se incrementa su precio.

Diversas investigaciones en el ámbito ambiental han corroborado esta tendencia. Estudios seminales como los de Kahneman y Knetsch (1992) y Kahneman et al. (1993), así como trabajos más recientes de Soon y Ahmad (2015) y Becerra, Beizaga y Vargas (2021), concluyen que la Disposición a Pagar (DAP) se ve influenciada por múltiples factores, siendo el monto del pago propuesto uno de los más significativos. Estos estudios respaldan consistentemente la existencia de una relación inversa entre la magnitud del pago y la probabilidad de que los individuos estén dispuestos a realizarlo de manera voluntaria.

Finalmente, a partir de los resultados del modelo *logit*, se estimó la media de la DAP para cada nivel de calidad de agua que identificaron los participantes. El valor monetario mínimo que están dispuestos a pagar los individuos es de \$82.48, mientras que el valor máximo se ubicó en \$165.93 pesos. Utilizando la expresión mínima, las autoridades locales pueden recaudar hasta un total de \$169,826.32 pesos mensuales. Lo que implica un flujo de efectivo anual a valor presente de \$1,157,144.21 pesos. En el mismo sentido, utilizando la cuota máxima, los responsables del saneamiento y tratamiento del agua residual tendrán la posibilidad de contabilizar \$341,649.87 pesos mensual, cantidad que equivale a un flujo de efectivo por año de \$2,464,170.76.

## DISCUSIÓN

Un problema inicial como el MVC es el llamado “sesgo del punto de partida”, el cual implica que las personas consultadas se enfrentan a escenarios poco conocidos, y esto puede repercutir en una sobre o subestimación de la verdadera DAP (Roa et al., 2004; Agüero et al., 2005; Boyle et al., 1985). Sin embargo, para disminuir este posible error, se incorporó un vector de pagos que orientó la decisión del entrevistador (Varón et al., 2019; Villanueva et al., 2017), esto permitió la delimitación de factores que pudieran incidir en la DAP.

La fiabilidad del cuestionario, entendida como la consistencia interna del instrumento, es una cuestión abierta y no deja claro si los valores obtenidos son repetibles al aplicar el MVC. Por lo que, siguiendo los antecedentes de Cummings, Brookshire y Schulze (1986), quienes sostienen que todos los estudios comparativos han fracasado en calcular la precisión del MVC aplicado. Ante esta dificultad metodológica, se propuso que el participante tomara decisiones bajo el enfoque “bottom-up”, es decir, creando una regla de decisión en el momento que necesitan usarla (Bettman, 1988; Olshavsky y Granbois, 1979). Esto se logró mediante la implementación “Water Quality Ladder” (Jeon et al., 2005).

En cuanto a la validez del instrumento utilizado, se centra en la validez nomológica (cuasilegal) propuesta por Peter (1981), la cual se refiere a que los resultados obtenidos validan la teoría neoclásica del comportamiento de los individuos antes los precios y los ingresos. Tal y como pudo verificarse con los resultados, los signos de la probabilidad de la DAP son coincidentes con los comportamientos por los consumidores potencial del agua residual tratada.

Los resultados obtenidos demostraron que los individuos están dispuestos a pagar más por una mejora en la calidad del recurso hídrico, siempre y cuando su percepción del bien se asocie a factores positivos o de bienestar, tal y como demostraron Bishop y Boyle (2019). Esto es sumamente importante como un supuesto de los modelos basados en las preferencias reveladas, ya que tal y como quedó demostrado en el presente estudio, los individuos aumentaron su DAP media, a medida que se presentaron mercados hipotéticos relacionados con una mejora en la calidad del agua residual. Asimismo, el desconocimiento de las cualidades del agua la DAP disminuirá (Chablé-Rodríguez et al., 2023; Briceño y Macedo, 2021; Tavárez et al., 2020).

Los resultados de este estudio sobre la DAP por mejoras en la calidad del agua en el municipio de Apodaca, Nuevo León, revelan varios hallazgos interesantes que pueden contrastarse con la literatura existente, esta exploración se realizó en el apartado de resultados y se pudo constatar la congruencia de los resultados de diversos autores.

## CONCLUSIONES

México enfrenta una crisis de disponibilidad hídrica sin precedentes, agravada por la disminución drástica de la oferta de agua per cápita en las últimas décadas y la presión ejercida por los usos consuntivos, especialmente en las regiones del norte y centro del país.

La implementación de tecnologías y prácticas para un uso más eficiente del agua, especialmente en el sector agrícola, así como el tratamiento y reúso de aguas residuales, son fundamentales para hacer frente a esta crisis. En este contexto, la promoción de PTAR se convierte en una estrategia ineludible para las administraciones estatales y municipales.

Es crucial que las autoridades correspondientes prioricen la inversión en infraestructura y tecnologías para el tratamiento de aguas residuales, y exploren alternativas de financiamiento innovadoras. Solo mediante un esfuerzo coordinado y sostenido podremos garantizar la seguridad hídrica de México a largo plazo y mitigar los impactos negativos de la escasez de agua en el desarrollo económico y social del país.

A pesar de las críticas y limitaciones del método de valoración contingente, sigue siendo una herramienta valiosa para abordar problemáticas ambientales en contextos locales. La identificación de un área de estudio homogénea permite implementar estrategias de recaudación voluntaria basadas en las percepciones y

preferencias de los individuos. Esto resulta particularmente útil para la formulación de programas y políticas públicas orientadas al contexto municipal.

Los resultados y recomendaciones derivados de los estudios de determinación de la DAP, como el presente, pueden ser de gran utilidad para futuros trabajos de investigación y para la toma de decisiones en el ámbito local. Al incorporar las percepciones de los habitantes, las estrategias de gestión ambiental pueden ser más efectivas y adaptadas a las necesidades y expectativas de la población.

Sin embargo, es importante tener en cuenta las limitaciones del método de valoración contingente, como la posible existencia de sesgos en las respuestas de los consultados y la dificultad para extrapolar los resultados a otros contextos.

Los resultados subrayan la importancia de considerar variables socioeconómicas y de conducta a favor del medio ambiente en el diseño de políticas de gestión hídrica. Asimismo, revelan un potencial significativo para la implementación de esquemas de financiamiento basados en contribuciones voluntarias para la mejora de la infraestructura hídrica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afroz, R., Hanaki, K., & Hasegawa-Kurusu, K. (2008). Willingness to pay for waste management improvement in Dhaka city, Bangladesh. *Journal Of Environmental Management*, 90(1), 492-503. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2007.12.012>
- Agüero, A. A., Carral, M., Sauad, J. J., & Yazlle, L. L. (2005). Aplicación del método de valoración contingente en la evaluación del sistema de gestión de residuos sólidos domiciliarios en la ciudad de Salta, Argentina. *Revibec : Revista de la Red Iberoamericana de Economía Ecológica*, 2(2), 37-44. [https://ddd.uab.cat/pub/revibec/revibec\\_a2005v2/revibec\\_a2005v2a4.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/revibec/revibec_a2005v2/revibec_a2005v2a4.pdf)
- Alcalá, R. V., Alvarado, C. M. C., Villa, M. S., & Lozano, J. L. R. (2009). Estimación econométrica de la disponibilidad a pagar por los consumidores de servicios recreativos turísticos. *Terra Latinoamericana*, 27(3), 227-235. <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v27n3/v27n3a7.pdf>
- Alcalá, R. V., Vázquez, M. A. D., Sangerman-Jarquín, D. M., Ortíz, J. H., Romero, F. S., & Jácome, Á. S. G. (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>
- Ayala-Ortiz, D. A., & Abarca-Guzmán, F. (2014). Disposición a pagar por la restauración ambiental del río Lerma en la zona metropolitana de La Piedad, Michoacán. *Economía Sociedad y Territorio*. <https://doi.org/10.22136/est002014396>
- Becerra, V., Beizaga, W., & Vargas, R. (2021). Análisis de la disposición a pagar por servicios ecosistémicos: un artículo de revisión. *Semestre Económico*, 10(1), 93-104. <https://doi.org/10.26867/se.2021.v10i1.115>
- Bettman, J. (1988). "Processes of Adaptivity in Decision Making", in *NA - Advances in Consumer Research Volume 15*, eds. Micheal J. Houston, Provo, UT: Association for Consumer Research.
- Bishop, R. C., & Boyle, K. J. (2019). Reliability and validity in nonmarket valuation. *Environmental & Resource Economics*, 72(2), 559–582. <https://doi.org/10.1007/s10640-017-0215-7>

- Brannlund, R., Dolores, G. P., Kristrom, B., & Pere, R. M. (2016). *Manual de economía ambiental y de los recursos naturales*, 3a edición. Ediciones Paraninfo, S.A.
- Briseño, H., & Macedo, E. (2021). Disposición a pagar para mejorar la calidad del agua en Zapopan. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 12(1), 402-434. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2021-01-10>
- Boyle, K. J., Bishop, R. C., & Welsh, M. P. (1985). Starting Point Bias in Contingent Valuation Bidding Games. *Land Economics*, 61(2), 188. <https://doi.org/10.2307/3145811>
- Cahui-Cahui, E., Tudela-Mamani, J. W., & Huamaní-Peralta, 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>
- Carson, R. T., Mitchell, R. C., Hanemann, M., Kopp, R. J., Presser, S., & Ruud, P. A. (2003). Contingent Valuation and Lost Passive Use: Damages from the Exxon Valdez Oil Spill. *Environmental and Resource Economics*, 25(3), 257–286. <https://doi.org/10.1023/A:1024486702104>
- Caceres, G. A. V. (2023). Mercados de aguas residuales de actividades de saneamiento: oportunidad para diversificar la oferta de recurso hídrico y conservar la calidad de los ecosistemas. *Justicia Ambiental*, 3(3), 115-145. <https://doi.org/10.35292/justiciaambiental.v3i3.726>
- Chablé-Rodríguez, G., De J González-Guillén, M., Gómez-Guerrero, A., González-Martínez, T. M., & Fernández-Reynoso, D. S. (2023). Disposición a pagar por servicios ecosistémicos hidrológicos en Xalapa, Veracruz, México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente (En Línea)/Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 29(2), 55-70. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2022.04.023>
- Cuevas, F. I. H., Illescas, A. V. B., Rodríguez, K. G. L., & Gómez, M. P. M. M. (2019). Valoración contingente del recurso hídrico: Caso Reserva Ecológica de Cuxtal, Yucatán. *Revista Interamericana de Ambiente y Turismo*, 15(1), 14-27. <https://doi.org/10.4067/s0718-235x2019000100014>
- Cummings, Ronald G., David S. Brookshire, and William D. Schulze, eds. (1986) *Valuing Environmental Goods: An Assessment of the Contingent Valuation Method*. Totowa NJ: Rowman and Allanheld.
- De Alba, E., & Reyes, M. E. (1998). Valoración económica de los recursos biológicos del país. En *La diversidad biológica de México: Estudio de País, 1998* (Primera edición, pp. 212-234). CONABIO. <https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/divBiolMexEPais8.pdf>
- Dema-Moreno, S., & Díaz-Martínez, C. (2010). Gender inequalities and the role of money in Spanish dual-income couples. *European Societies*, 12(1), 65–84. <https://doi.org/10.1080/14616690903219181>
- Dupont, D. P. (2004). Do children matter? An examination of gender differences in environmental valuation. *Ecological Economics*, 49(3), 273-286. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.01.013>
- Flores, L. (2023, 28 de marzo). En 2030 habrá 7.1 millones de habitantes en Nuevo León que demandarán 40% más de agua. *El Economista*. <https://www.economista.com.mx/estados/En-2030-habra-7.1-millones-de-habitantes-en-Nuevo-Leon-que-demandaran-40-mas-de-agua-20230328-0078.html>
- Freeman, A. M., III, Herriges, J. A., & Kling, C. L. (2014). *The Measurement of Environmental and Resource Values*. En Routledge eBooks. <https://doi.org/10.4324/9781315780917>

- Garzón, C. (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. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5339513>
- Genius, M., Manioudaki, M., Mokas, E., Pantagakis, E., Tampakakis, D., & Tsagarakis, K. P. (2005). Estimation of willingness to pay for wastewater treatment. *Water Science and Technology: Water Supply*, 5(6), 105-113. <https://doi.org/10.2166/ws.2005.0055>
- Global Water Partnership. (2013). Guía para la aplicación de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH) a nivel municipal. [https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam\\_files/guia-girh-a-escala-municipal.pdf](https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/guia-girh-a-escala-municipal.pdf)
- Greene, W. (1998), *Análisis Económico*, ed. Prentice Hall, 3ª edición.
- Halder, P., Hansen, E. N., Kangas, J., & Laukkanen, T. (2020). How national culture and ethics matter in consumers' green consumption values. *Journal of Cleaner Production*, 265(121754), 121754. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121754>
- Halkos, G., & Matsiori, S. (2014). Exploring social attitude and willingness to pay for water resources conservation. *Journal of Behavioral and Experimental Economics*, 49, 54–62. <https://doi.org/10.1016/j.socec.2014.02.006>
- Hanemann, W. M. (1984). Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses. *American Journal Of Agricultural Economics*, 66(3), 332-341. <https://doi.org/10.2307/1240800>
- Hernandez, S. (2010). Valoración económica ambiental del ecosistema ripario en la cuenca alta del río San Pedro-Mezquitil [Tesis de Maestría]. Instituto Politécnico Nacional.
- INEGI (2023). Marco Geostadístico. Censo de Población y Vivienda 2020. Recuperado de la base de datos. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463807469>
- INEGI (2020). Microdatos. XIV Censo General de Población y Vivienda. Recuperado de la base de datos. <https://inegi.org.mx/microdatos/>
- Jeon, Y., Herriges, J., Kling, C. & Downing J. (2005). The Role of Water Quality Perceptions in Modeling Lake Recreation Demand. (Working Paper No. 05032). Ames: Iowa State University.
- Jianjun, J., Wenyu, W., Ying, F., & Xiaomin, W. (2016). Measuring the willingness to pay for drinking water quality improvements: results of a contingent valuation survey in Songzi, China. *Journal Of Water And Health*, 14(3), 504-512. <https://doi.org/10.2166/wh.2016.247>
- Kahneman, D., & Knetsch, J. L. (1992). Valuing public goods: The purchase of moral satisfaction. *Journal Of Environmental Economics And Management*, 22(1), 57-70. [https://doi.org/10.1016/0095-0696\(92\)90019-s](https://doi.org/10.1016/0095-0696(92)90019-s)
- Kahneman, D., Ritov, I., Jacowitz, K. E., & Grant, P. (1993). Stated Willingness to Pay for Public Goods: A Psychological Perspective. *Psychological Science*, 4(5), 310-315. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.1993.tb00570.x>

- Kim, T., Shin, J., Hyung, J., Kim, K., Koo, J., & Cha, Y. (2021). Willingness to Pay for Improved Water Supply Services Based on Asset Management: A Contingent Valuation Study in South Korea. *Water*, 13(15), 2040. <https://doi.org/10.3390/w13152040>
- Massa, T. F. (2019). Factores determinantes da disposición a pagar por recursos naturais. O caso da lagoa e o areal de Valdoviño. *Revista galega de economía*, 28(3), 115–135. <https://doi.org/10.15304/rge.28.3.5947>
- Múnera, J. D. O., & Restrepo, F. J. C. (2009). Un análisis de la aplicación empírica del método de valoración contingente. *Semestre Económico*, 12(25), 11-30. <http://revistas.udem.edu.co/index.php/economico/article/view/272>
- Monsalve, N. E. E., & Gómez, J. D. (2011). Experimentos de elección: una metodología para hacer valoración económica de bienes de no mercado. *Ensayos de Economía*, 21(38), 211-242. <https://ideas.repec.org/p/col/000418/009113.html>
- Ojeda, M. I., Mayer, A. S., & Solomon, B. D. (2008). Economic valuation of environmental services sustained by water flows in the Yaqui River Delta. *Ecological Economics: The Journal of the International Society for Ecological Economics*, 65(1), 155–166. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.06.006>
- Olshavsky, R., & Granbois, D. (1979). Consumer Decision Making-Fact or Fiction? *Journal Of Consumer Research*, 6(2), 93-100. <https://www.jstor.org/stable/2488867>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2024). Recursos de agua dulce internos renovables per cápita en metros cúbicos. AQUASTAT. Recuperado de la base de datos. <https://datos.bancomundial.org/indicador/ER.H2O.INTR.PC>
- Parra, K. V. S., Saad, A. P., & Reyes, G. E. C. (2023). Valoración económica del agua en el Distrito de Riego del Alto Chicamocha, Boyacá, Colombia. *APUNTES DEL CENES*, 42(76), 153-172. <https://doi.org/10.19053/01203053.v42.n76.2023.16018>
- Peter, J. P. (1981). Construct Validity: A Review of Basic Issues and Marketing Practices. *Journal of Marketing Research*, 18(2), 133–145. <https://doi.org/10.2307/3150948>
- Randall, A., Ives, B., & Eastman, C. (1974). Bidding games for valuation of aesthetic environmental improvements. *Journal Of Environmental Economics And Management*, 1(2), 132-149. [https://doi.org/10.1016/0095-0696\(74\)90010-2](https://doi.org/10.1016/0095-0696(74)90010-2)
- Ren, Y., Lu, L., Zhang, H., Chen, H., & Zhu, D. (2020). Residents' willingness to pay for ecosystem services and its influencing factors: A study of the Xin'an River basin. *Journal Of Cleaner Production*, 268, 122301. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122301>
- Roa, Z., Rodríguez, G., Álvarez, R. R., & Requier-Desjardins, D. (2004). Estimación de la disposición a pagar por panela ecológica desde el enfoque del consumo sostenible. *Apuntes*, 54, 59-87. <https://doi.org/10.21678/apuntes.54.538>
- Rodríguez, M. X. V., Blanco, A. P., & Millán, M. S. (2006). El papel de la valoración económica en la gestión pública de las áreas naturales protegidas. *Administración & Ciudadanía: Revista Da Escola Galega de Administración Pública*, 1(1), 71-96. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2682643>
-

- Ridker, R. G., & Henning, J. A. (1967). The Determinants of Residential Property Values with Special Reference to Air Pollution. *The Review Of Economics And Statistics*, 49(2), 246. <https://doi.org/10.2307/1928231>
- Saucedo, A. (2014). Mercado de agua tratada en la zona Metropolitana del Valle de México [Tesis de Maestría]. Universidad Autónoma Metropolitana. <https://zaloamati.azc.uam.mx/handle/11191/7059>
- Soon, J., & Ahmad, S. (2015). Willingly or grudgingly? A meta-analysis on the willingness-to-pay for renewable energy use. *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, 44, 877-887. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.01.041>
- Soto Montes de Oca, G., & Bateman, I. J. (2006). Scope sensitivity in households' willingness to pay for maintained and improved water supplies in a developing world urban area: Investigating the influence of baseline supply quality and income distribution upon stated preferences in Mexico City. *Water Resources Research*, 42(7). <https://doi.org/10.1029/2005wr003981>
- Sucasaca, Y. H., Parra, B. B., Mamani, J., & Condori, I. J. M. (2024). Disponibilidad a pagar por la sostenibilidad del servicio de agua potable en el Centro Poblado Chucaripo, Perú. *Revista Alfa*, 8(22), 273-283. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v8i22.264>
- Tavárez, H., Cortés, M., & Álamo, C. (2020). Disposición a pagar por proyectos dirigidos a erradicar la escasez de agua en Puerto Rico: Resultados del método de valoración contingente. *Caribbean Studies*, 48(1), 71-92. <https://doi.org/10.1353/crb.2020.0011>
- Trujillo-Murillo, J., & Perales-Salvador, A. (2020). Valoración económica del agua de la presa Solís para uso agrícola. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 11(4), 339-369. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2020-04-11>
- Tudela-Mamani, J. W., & Leos-Rodríguez, J. A. (2018). Estimation of economic benefits due to improvements in basic sanitation services through choice experiments. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente (En Línea)/Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 24(2), 237-250. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2017.05.037>
- Varón, G. C., Pérez, A. M. V., & Florian, D. D. (2019). Un no como respuesta: interpretación, tratamiento y análisis en estudios de valoración contingente. *Cuadernos de Economía*, 38(77), 551-579. <https://doi.org/10.15446/cuad.econ.v38n77.66319>
- Vásquez, W. F., Mozumder, P., Hernández-Arce, J., & Berrens, R. P. (2009). Willingness to pay for safe drinking water: Evidence from Parral, Mexico. *Journal of Environmental Management*, 90(11), 3391-3400. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.05.009>
- Villanueva, J. L. J., López, S. V., & Juárez, L. A. R. (2017). Valoración contingente y disponibilidad a pagar por atributos intangibles en carne de bovino. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 9(1), 14-31. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v9i1.4376>
- Wang, H., Shi, Y., Kim, Y., & Kamata, T. (2013). Valuing water quality improvement in China: A case study of Lake Puzhehei in Yunnan Province. *Ecological Economics*, 94, 56-65. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2013.07.006>

- Yoo, B., Goto, R., Kitajima, M., Sasaki, T., & Himmler, S. (2024). Willingness to pay for nationwide wastewater surveillance system for infectious diseases in Japan. *Environmental Science Water Research & Technology*. <https://doi.org/10.1039/d4ew00332b>
- Zelezny, L. C., Chua, P., & Aldrich, C. (2000). New Ways of Thinking about Environmentalism: Elaborating on Gender Differences in Environmentalism. *Journal Of Social Issues*, 56(3), 443-457. <https://doi.org/10.1111/0022-4537.00177>